

IPA

DX白書 2021

Digital
Transformation

日米比較調査による
DXの戦略、人材、技術

IPA 独立行政法人 情報処理推進機構

刊行にあたって

経済産業省は、2018年9月の「DXレポート」公開以降、企業におけるDX推進を後押しすべく、企業内面への働きかけと、市場環境整備による企業外面からの働きかけの両面から政策を展開してきました。

しかしながら、独立行政法人情報処理推進機構(IPA)がDX推進指標の自己診断結果を収集し、2020年10月時点での回答企業約500社における取組状況を分析した結果、実に全体の9割以上の企業がDXにまったく取組めていない、または散発的な実施にとどまっている状況が明らかになりました。そこで経済産業省は、企業のDXを推進するため、2020年12月には「レガシー企业文化からの脱却」「ユーザー企業とベンダー企業の共創の推進」などの必要性を示した「DXレポート2(中間取りまとめ)」、2021年8月にはデジタル変革後の産業の姿、その中の企業の姿、企業の変革を加速させるための課題や政策の方向性を整理した「DXレポート2.1」を公表しています。

IPAもDX推進のため、2020年5月15日に施行された「情報処理の促進に関する法律の一部を改正する法律」に基づく「DX認定制度」により、前述のDX推進指標に基づいて優良な取組を行う企業を認定する事業を開始しており、認定を受けた企業の公表を行っているところです。しかしながら、企業の皆様の中には、どのようにDXに取組めばよいのか分からず、DXを推進する人材が不足している、ITシステムを改革するための技術やスキルがないと悩まれ、取組めていない方も多いのではないでしょうか。

IPAは今まで、IT人材に関する調査を取りまとめた「IT人材白書」や、AIに関する技術動向や事例を掲載した「AI白書」を刊行してきました。今年度は、それらの刊行物を統合し、DXの推進に必要となる「戦略」「人材」「技術」に関して取りまとめた「DX白書2021」を刊行することとなりました。本白書には、IPA新白書有識者委員会で議論していただいた内容に加え、IPAが日米の企業に対して実施した「企業におけるデジタル戦略・技術・人材に関する調査」の結果を盛り込んでおります。日米の企業への調査によって、日本企業と米国企業との取組の差や、企業が優先的に取組んでいるDX施策などを明らかにするとともに、日本企業の課題分析やDX取組の方向性について論じています。企業の経営者や事業部門のリーダーの方々にぜひ本白書をご活用いただき、DX取組を進めていただけることを期待しています。

なお、本白書を取りまとめるにあたっては、IPA新白書有識者委員会での議論、日米調査、執筆などにおいて、多数の皆様にご尽力いただきました。とくに、本委員会の委員長として本白書の企画や内容に対して多岐にわたるご指導をいただいた青山幹雄教授(南山大学)が本年5月に逝去され、本白書の完成を見ていただけなかったことは誠に残念でなりません。皆様方に対し、厚く御礼申し上げるとともに、企業の皆様とともにDXの推進に向けて真摯に取組んでいく所存です。

2021年10月

独立行政法人情報処理推進機構(IPA)

理事長 富田 達夫

卷頭言

コロナ禍の中での本白書の編纂事業でしたが、新型コロナウイルス感染症という世界的な大災害は日本社会に否応なく新しいビジネススタイルや社会のあり方へ目を啓かせてくれる大きな節目であったと強く感じます。テーマであるDXすなわちデジタルという第2の自然の中でビジネスと個人・組織・社会が「変身」(トランسفォーメーション)していく、その起点となることを祈念して、本白書を皆様に送り届けたいと思います。

そもそも組織のDXとは、その組織の経営の問題であり、デジタルはその経営変革の重要なリソースでしかありません。本白書の方向づけのためにIPA新白書有識者委員会の委員の皆さんにご議論いただきましたが、委員の皆さんが言うことはほぼ同じでした。

まずは経営者自身がデジタルの意味を率先して理解し、自分は何のため誰のためにビジネスをしているかという覚悟とビジョンを提示し、DX推進のリーダーシップを發揮することが何よりも大切であるということ。そのうえで、そのビジョンを実現するために、「顧客志向」でビジネス価値ができるだけ直接的に届けられるようにデジタルの力で組織を変えていくこと、そのためにはメンバーも問題発見し自ら動けるようにマインドを変えていくこと、顧客と直接つながるためのデータのしくみを整備していくこと、それを実現するためにIoTやAIやアジャイル開発などがある、ということです。

そうしたことをデータの力を使って皆さんにご理解いただきたいという願いを込めて、独立行政法人情報処理推進機構(IPA)は、日本および米国の企業のDXに関する振舞い方の違いを浮き彫りにすべく、戦略・人材・技術の三つのテーマで現状を調査・分析し、その結果を「DX白書2021」として刊行することといたしました。読者の皆様が、ビジネス・公共組織・地域社会の各領域においてデジタル化を推進していく際の、一つの羅針盤となるべく制作されたといってもよいでしょう。ぜひ読者の皆様一人ひとりのニーズと目的意識に合わせて活用していただけるものと期待しております。また委員の皆様に執筆頂いたコラムも力作ぞろいです。ぜひ『トラパタ(トランسفォーメーションのためのパターンランゲージ)のススメ』も含め、ご一読ください。

さいごに、IPA新白書有識者委員会委員長として本白書の事業に関して当初の企画から指導いただいている故 青山幹雄先生の御意志を引き継いで委員長代理として「DX白書2021」刊行にこぎつけましたことをここにご報告いたしますとともに、青山先生のご冥福を心よりお祈り申し上げます。

2021年10月
IPA新白書有識者委員会 委員長代理
羽生田 栄一

刊行にあたって

巻頭言

目 次

第1部 総論

001

第1章 DXへの取組状況	002
第2章 DX戦略の策定と推進	004
第3章 デジタル時代の人材	008
第4章 DXを支える手法と技術	013
第5章 「企業におけるデジタル戦略・技術・人材に関する調査」概要	018

第2部 DX戦略の策定と推進

021

第1章 DXへの取組状況	022
1. はじめに	022
2. 日米におけるDXへの取組状況	022
第2章 DX戦略の全体像	029
1. DX戦略の全体像と立案のポイント	029
第3章 外部環境の評価と取組領域の策定	032
1. 外部環境変化とビジネスへの影響評価	032
2. ビジョンと取組領域、推進プロセスの策定	035
第4章 企業競争力を高める経営資源の獲得、活用	048
1. 組織づくり・人材・企業文化	048
2. ITシステム・デジタル技術活用	055
3. データの獲得と活用	063
第5章 成果評価とガバナンス	067
1. 顧客価値提供視点での成果評価	067
2. ガバナンス	068

第6章 コロナ禍を契機とした企業の取組	072
企業インタビュー1 i Smart Technologies株式会社、旭鉄工株式会社	077
企業インタビュー2 旭化成株式会社	079
企業インタビュー3 SGホールディングス株式会社	081
企業インタビュー4 中外製薬株式会社	083
企業インタビュー5 日本郵船株式会社	085
企業インタビュー6 株式会社りそなホールディングス	087

第3部 デジタル時代の人材 089

第1章 日米調査にみる企業変革を推進する人材	090
はじめに	090
1. 人材確保と社員のデジタル化対応、その先の組織風土改革	090
2. 企業変革を推進する人材	091
3. 人材の育成、学び、キャリアサポート（活用施策の改善）	104
4. ITリテラシー	108
5. 学習する組織、企業文化	115
6. まとめ	120
第2章 スキル変革を推進するためのデジタル時代の人材に関する国内動向	126
1. デジタル時代のスキル変革等の調査概要、IT人材総数の推計	127
2. デジタル時代の人材の環境変化	132
3. 効果的な人材確保	140
4. 人材活用施策の改善	148
5. 組織と企業文化・風土	168
6. まとめ	170
企業インタビュー7 旭化成株式会社	180
企業インタビュー8 清水建設株式会社	182
企業インタビュー9 日本郵船株式会社	184
企業インタビュー10 株式会社ベネッセホールディングス	186

第4部 DXを支える手法と技術

189

第1章 開発手法・技術	190
はじめに	190
1. 企画開発手法	190
2. ITシステム開発技術	207
3. 開発手法・技術の活用状況と課題	224
第2章 データ利活用技術	232
1. データ活用基盤技術	232
2. AI技術	249
3. IoT技術	276
4. データ利活用技術の活用状況と課題	288
企業インタビュー 11 旭化成株式会社	311
企業インタビュー 12 インフィック株式会社、株式会社まごころ介護サービス	313
企業インタビュー 13 SBIインシュアラ NSグループ株式会社、SBI損害保険株式会社	315
企業インタビュー 14 日本航空株式会社	317

付 錄

第1部 AI技術

319

第1章 AI技術～知的活動を実現する基礎技術～	320
-------------------------------	-----

第2部 制度政策動向

331

第1章 総論	332
第2章 国内におけるデジタル関連の制度政策	333
第3章 米国におけるデジタル関連の制度政策	346
第4章 欧州におけるデジタル関連の制度政策	354
第5章 中国におけるデジタル関連の制度政策	369

コラム目次（敬称略）

第2部 DX戦略の策定と推進

経営戦略とDXの取組を関連付けるには	040
(株式会社三菱ケミカルホールディングス 執行役員 Chief Digital Officer 浦本 直彦)	
日本企業に求められる「攻めのDX」	042
(ネットイヤーグループ株式会社 取締役 チーフエバンジェリスト 石黒 不二代)	
ダイナミック・ケイパビリティをDXに適用する	060
(慶應義塾大学商学部・大学院商学研究科 教授 菊澤 研宗)	
アジャイル変革とスマートコラボレーション	075
(ハーバードロースクール 特別フェロー Heidi K. Gardner)	

第3部 デジタル時代の人材

DXに必要な人材像、エンジニアよりも重要な存在	102
(株式会社日経BP 総合研究所 イノベーションICTラボ 所長 戸川 尚樹)	
海外比較を通じたDXに関する日本の人材育成とリカレント教育	122
(早稲田大学 理工学部 基幹理工学部 教授 鶩崎 弘宜)	
DX時代のリベラルアーツを体現したパターンランゲージ『トラパタ』のススメ	171
(株式会社豆蔵 取締役 グループCTO 羽生田 栄一)	
人材像の変化と対策	175
(名古屋商科大学大学院 准教授 小山 龍介)	
データドリブンな企業になるための変革と人材育成	178
(Design for People, AI Transformation Leader Jeff Hunter)	

第4部 DXを支える手法と技術

AI倫理とは何であるべきか？	274
(札幌市立大学 理事長・学長 中島 秀之)	
DX推進の困難とそれを乗り越えるための手法	285
(北陸先端科学技術大学院大学 知識科学系 知識マネジメント領域 教授 内平 直志)	
外部組織を交えたデータ流通におけるブロックチェーンの活用	305
(独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター イノベーション推進部 主任 安田 央奈)	
量子コンピューティングの自社導入に向けて	307
(独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター イノベーション推進部 主任 鶩見 拓哉)	
いかにして新しい手法や技術を組織に取り入れるか	309
(Digital Transformation Executive & Principal Consultant Janus Insights LLC Gustav Toppenberg)	

第1部

総論

- 第1章――
DXへの取組状況
- 第2章――
DX戦略の策定と推進
- 第3章――
デジタル時代の人材
- 第4章――
DXを支える手法と技術
- 第5章――
「企業におけるデジタル戦略・技術・人材
に関する調査」概要

DXへの取組状況

第1部総論は、本白書の重要な部分の要約であり、DX推進に携わる方にぜひ知りたい内容を戦略、人材、技術の三つの切り口でコンパクトにまとめたものである。

第1章および第2章では、日米企業のDXへの取組状況を概観するとともに、経営トップの主導のもと、全社横断的にDXに取組んでいくために必要となるDX戦略の策定と推進プロセスについて論じた。

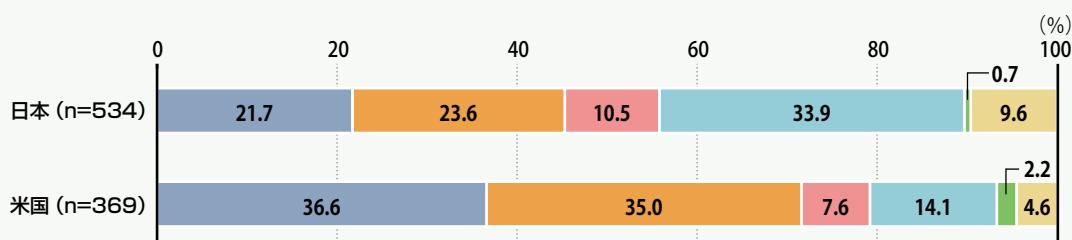
第3章ではDX戦略を実現するための経営資源として、DX戦略を推進するリーダーに望まれる資質や、デジタル時代の人材に求められる学び直しなどについて論じた。

第4章ではDX戦略を実現するためのもうひとつの経営資源として、スピードや俊敏性の実現といったビジネスニーズへの対応や新しい価値提供を実現するための手法や技術への取組について論じた。

1 日米のDXへの取組状況

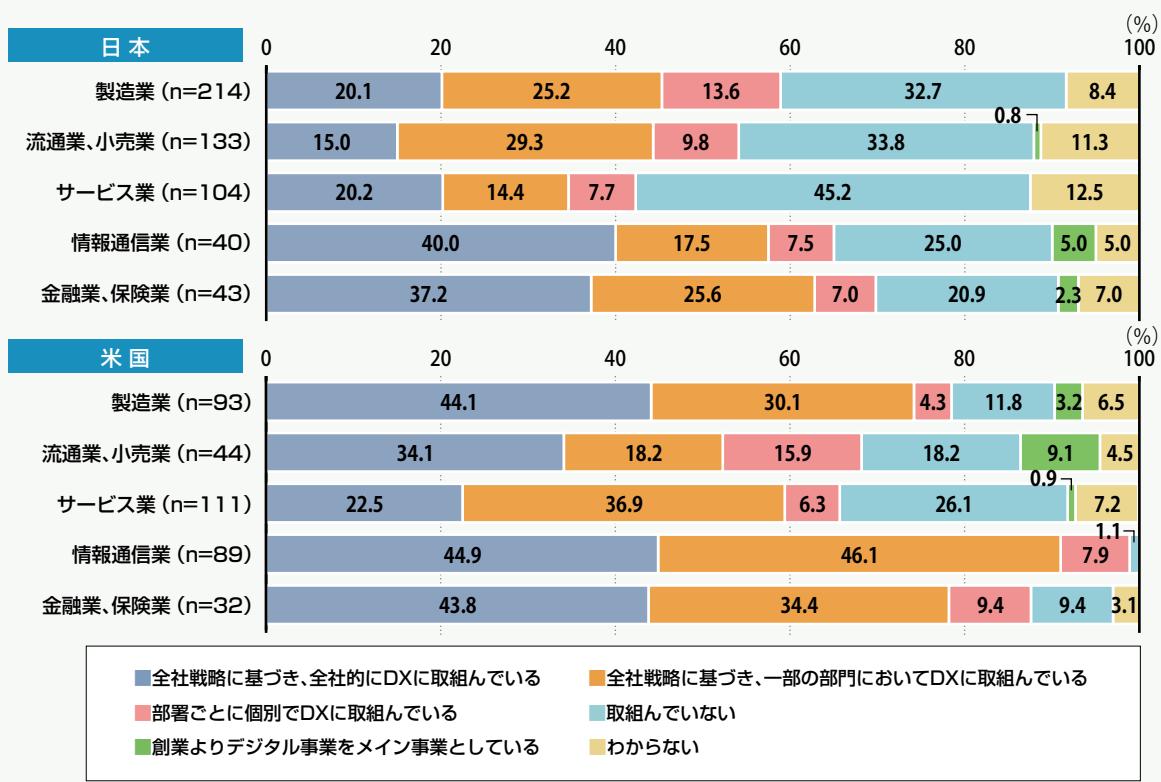
日本ではDXに取組んでいる企業は約56%であるのに対して米国では約79%、「取組んでいない」企業は日本33.9%、米国14.1%であり、大きな差がついている(図表11-1)。業種別の取組状況において情報通信業と金融業の全社的な取組が進んでいるという点で日米の傾向は似ているが、製造業の全社的な取組の割合に関しては日米差が大きい(図表11-2)。

図表11-1 DXへの取組状況



- 全社戦略に基づき、全社的にDXに取組んでいる
- 全社戦略に基づき、一部の部門においてDXに取組んでいる
- 部署ごとに個別でDXに取組んでいる
- 取組んでいない
- 創業よりデジタル事業をメイン事業としている
- わからない

図表11-2 DXへの取組状況(業種別)



DX戦略の策定と推進

DXを推進し、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立することは企業にとって喫緊の課題となっている。DXを全社的な取組として推進するためには、経営、IT部門、事業部門など全社で危機意識や取組指針に対する共通認識を持つ必要がある。そのためには、経営戦略のみならずIT戦略や事業戦略とも整合したDX戦略を策定し、経営のコミットメントのもと変革を推進していくことが重要となる。

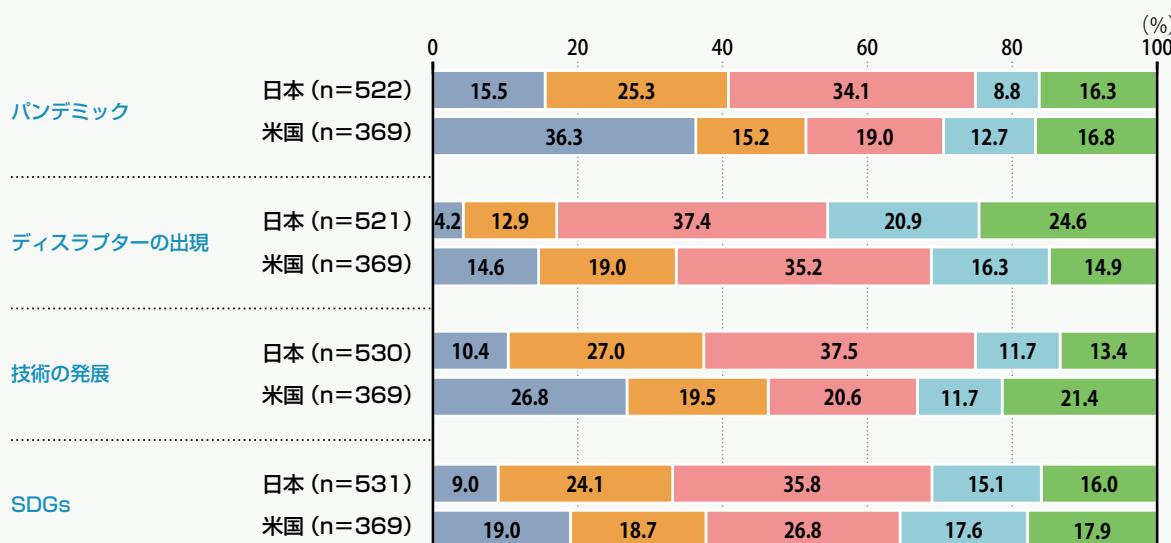
1 外部環境変化のビジネスへの影響評価

～環境変化を事業機会として捉える～

DX戦略策定に際しては、自社のあるべき姿(ビジョン)達成に向け、外部環境の変化や自社のビジネスへの影響を鑑みた取組領域を設定することが必要となる。

パンデミックをはじめとした外部環境変化に対して、ビジネスへの影響を尋ねた結果を示す(図表12-1)。各外部環境変化がビジネス機会として非常に強い影響があるという選択肢に対して、すべての項目で日本企業よりも米国企業が高い回答が得られた。中でも、「パンデミック」と「技術の発展」に対しては日本企業と米国企業との差が大きく表れている。日本企業は、外部環境変化を事業機会と捉えてDXを推進していくために、外部環境変化へのアンテナを高くしていくことが望まれる。

図表12-1 外部環境変化への機会としての認識



■非常に強い影響があり、ビジネスを変革させ最優先で影響に対応している

■強い影響があり、ビジネスを変革させ影響に対応している

■影響があり、影響への対応方法を検討している

■影響があるかは検証中である

■自組織に影響はない

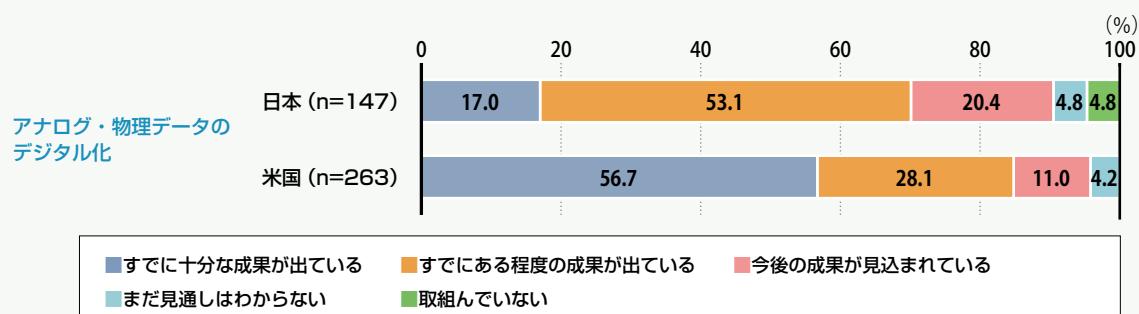
2 DX推進プロセス

～新規事業創出と既存事業への取組を並行して進める～

DXを進めていくうえでは、「新たな価値の創出」と「既存事業の業務生産性向上や働き方の変革」という二つのアプローチを同時並行に進めることが重要である。DXから得られた原資を新たな価値創出に向けた活動に充当していくことで、企業の競争力と経営体力を高めながら、環境変化にも対応することが可能となる。

日本ではDXに取組んでいる企業は約56%に達しているが、十分な成果が出ている企業は少ない。とくに日本企業は米国企業と比べてデジタイゼーション(アナログ・物理データのデジタルデータ化)の実施成果で大きな差がついている(図表12-2)。ペーパーレスの推進などから着実な対応を進めることが望まれる。

図表12-2 デジタイゼーションへの取組と成果



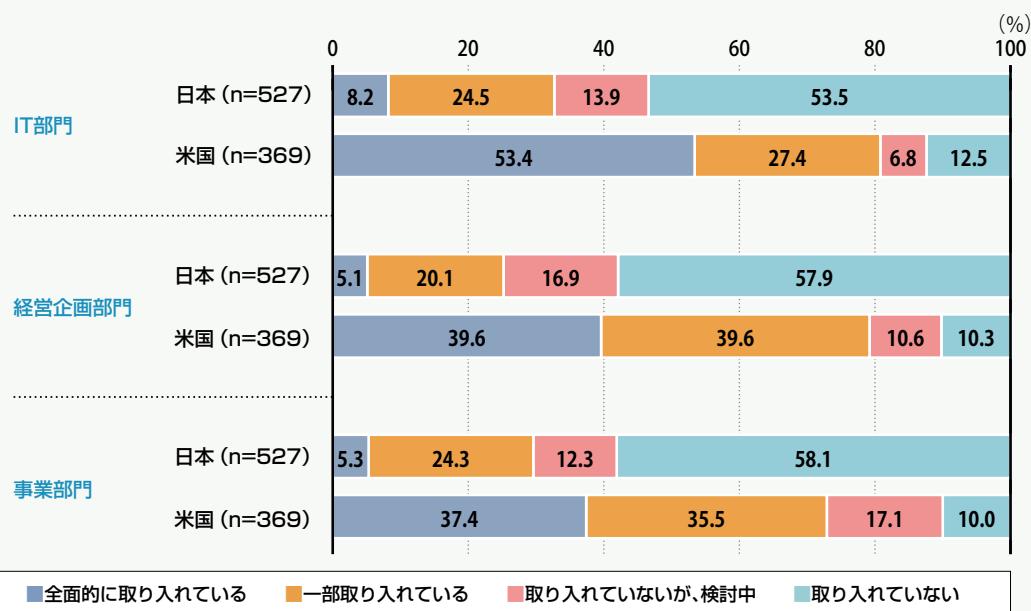
～アジャイルの原則にのっとったDX推進～

DXは、ニーズの不確実性が高く、技術の適用可能性もわからないといった状況下で推進するが多く、状況に応じて柔軟かつ迅速に対応していくことが必要である。そのため、日本企業にもアジャイルの原則にのっとったDXへの取組が求められる。

アジャイルの原則とアプローチ^{*1}を組織のガバナンスに取り入れているか尋ねた結果を示す(図表12-3)。日本企業においてはいずれの部門においても取り入れている割合が5割に満たない。米国企業ではいずれの部門も取り入れている割合が高く、「取り入れていない」割合はおよそ1割にとどまる。

* 1 アジャイルの原則とアプローチとは、顧客価値を高めるために企画、実行、学習のサイクルを継続的かつスピード感をもって反復することを指す。

図表12-3 アジャイルの原則とアプローチ



③ 組織的なDX推進

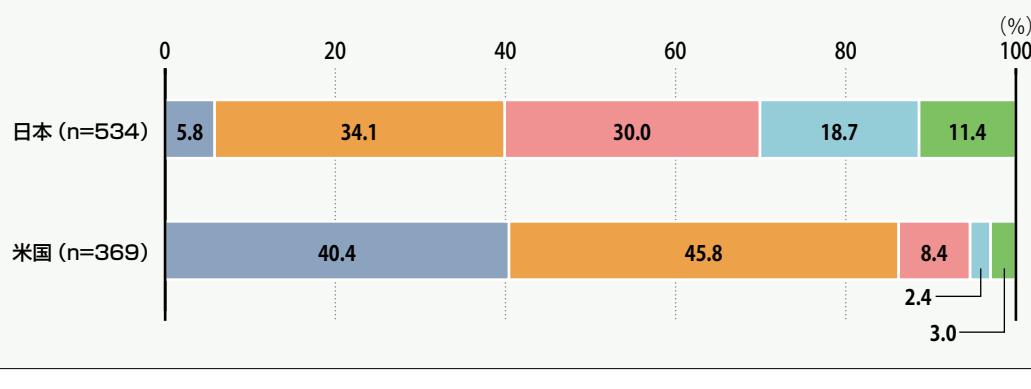
～経営層・IT部門・業務部門の協調～

DXの推進にあたっては、経営層・IT部門・業務部門などの関係者が対話を通じて共通理解を形成し、ビジネス変革に向けたコンセプトを共有したうえで、推進施策に取組むことが重要である。

経営者・IT部門・業務部門が協調できているか尋ねた結果(図表12-4)において、日本企業は「十分にできている」「まあまあできている」を合わせて39.9%となっている。米国企業は「十分にできている」割合が40.4%であり、「まあまあできている」の45.8%と合わせると全体の8割以上で経営者・IT部門・業務部門の協調ができている。

また、部門間などの組織の壁を越えた協力・協業ができているか尋ねた結果も同じ傾向を示している。

図表12-4 経営者・IT部門・業務部門の協調



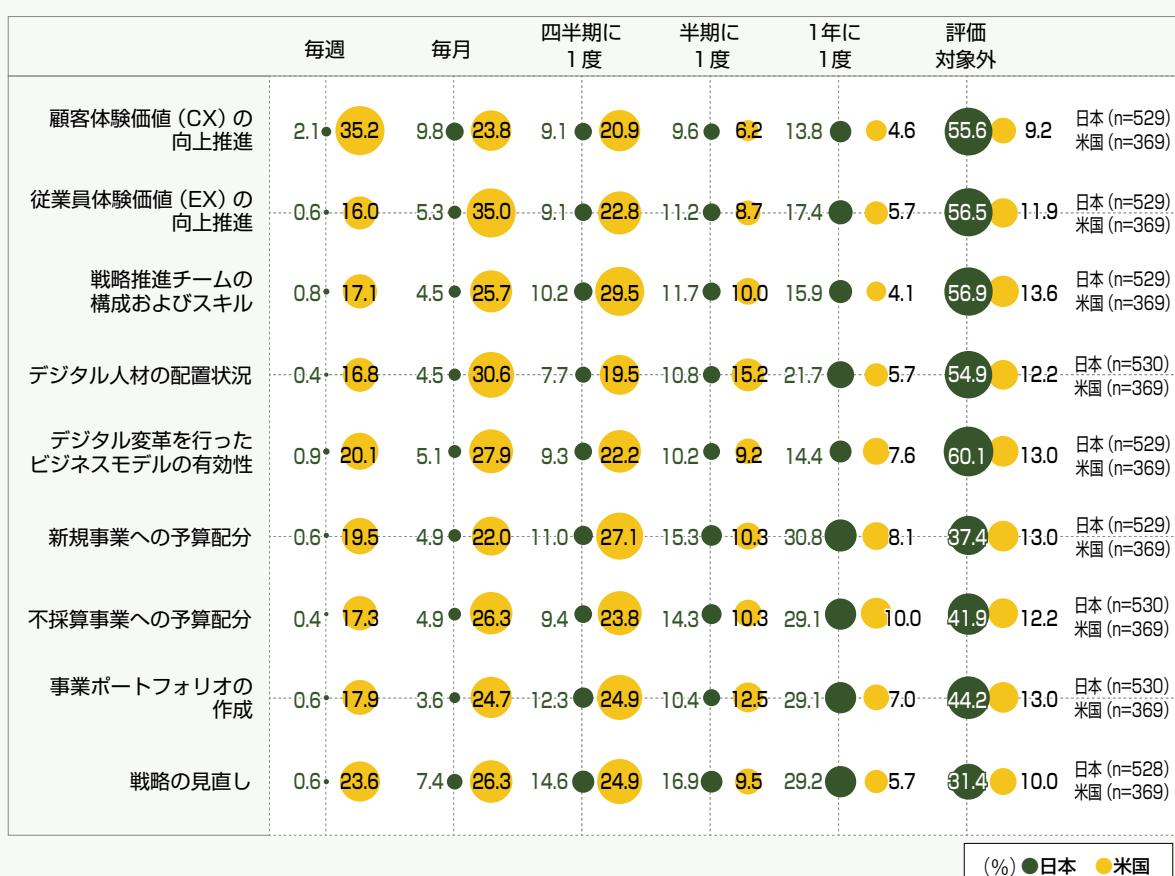
4 評価とガバナンス

～適切なKPI設定と評価頻度～

DXを推進するためには顧客への価値提供の実現を指標として評価することが重要である。そのため、顧客体験価値の向上に資するKPIを設定し、その評価結果に基づいて人材や投資などのリソース配分を改善していくことが大切である。また、日本では失敗を許容しにくい硬直的なガバナンスが変革の妨げになっている可能性がある。この問題を解決するためには、アジャイルの原則とアプローチに基づく評価と改善プロセスの確立が望まれる。

DX推進プロセスに際して、KPIの評価や評価結果に基づくリソース配分などの見直しをどのくらいの頻度で行っているか尋ねた結果を示す(図表12-5)。米国では、「四半期に1度」よりも高い頻度で評価や見直しをしている企業が高い割合を占めている。日本企業においては「評価対象外」との回答が5割近くを示している。これらの項目を評価対象としている日本企業においても評価の頻度は低く、DX推進に際してアジャイルの原則とアプローチに基づくガバナンスを推進できている企業はごく一部にとどまっていると考えられる。

図表12-5 評価や見直しの頻度



デジタル時代の人材

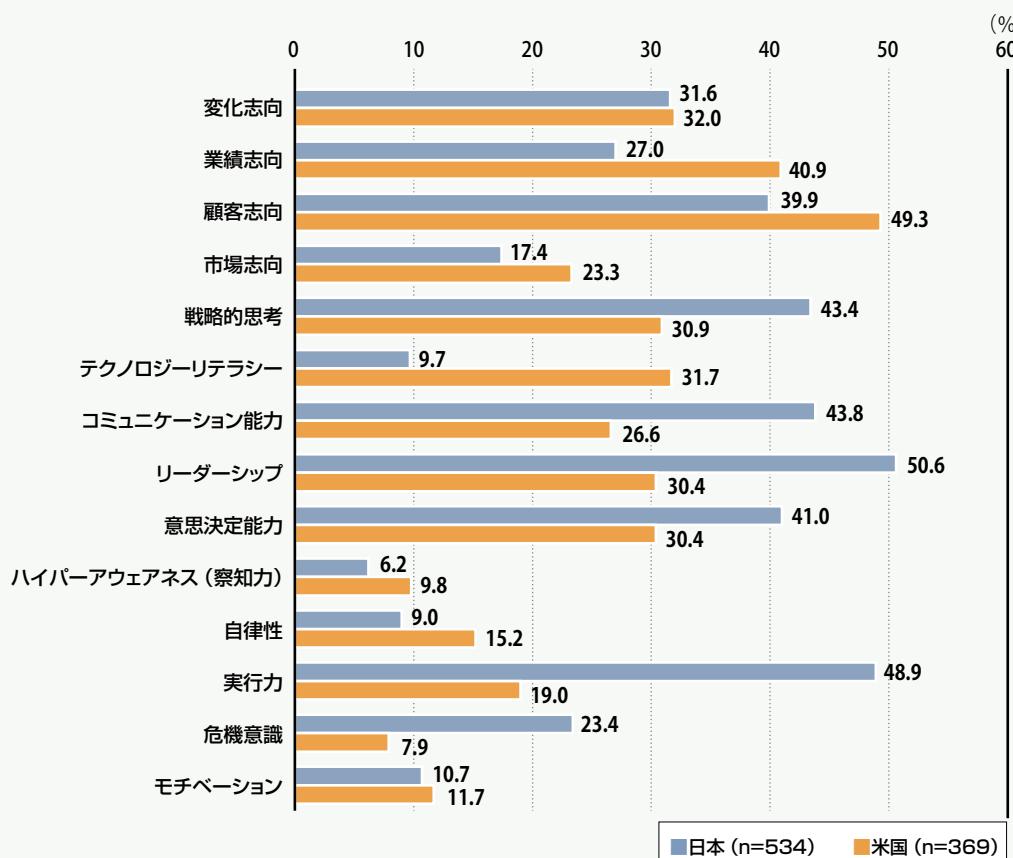
1 企業変革を推進するためのリーダーのマインドおよびスキル

～リーダーシップ・実行力・コミュニケーション能力を重視する日本、顧客・業績・変化・テクノロジーリテラシーを重視する米国～

企業変革を推進するリーダーにあるべきマインドおよびスキルを尋ねた結果を示す(図表13-1)。日本企業では、「リーダーシップ」が50.6%、「実行力」が48.9%、「コミュニケーション能力」が43.8%、そして「戦略的思考」が43.4%と割合が高い。米国企業では、「顧客志向」が49.3%と一番高く、次いで「業績志向」が40.9%、「変化志向」が32%、「テクノロジーリテラシー」が31.7%の順で重視されている。日米企業間で差が大きいのは「実行力」と「テクノロジーリテラシー」である。「実行力」を選択した日本企業が48.9%に対して、米国企業は19%である。逆に米国企業は、「テクノロジーリテラシー」を選択したのが31.7%に対して日本企業は9.7%である。

DX推進を牽引するうえでリーダーに求める重要な資質として、米国企業が顧客や業績などの成果評価と関連する項目を重視するのに対して、日本企業ではリーダーシップや実行力といった個人の能力を重視していることがうかがえる。

図表13-1 企業変革を推進するためのリーダーにあるべきマインドおよびスキル
(複数回答、「その他」非掲載)



2 企業変革を推進する人材の状況

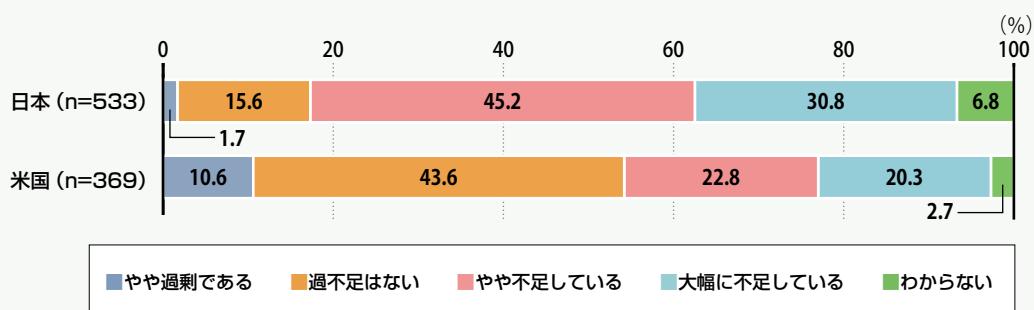
～DX推進を担う人材は量と質ともに不足～

人材の確保は、DX戦略を推進するうえでの重要な課題である。そのため、自社の人材の充足度を把握し、継続的に人材を確保する必要がある。

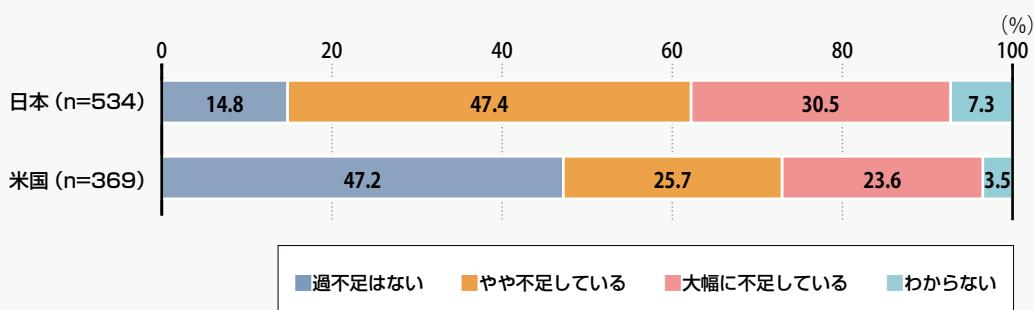
事業戦略上の変革を担う人材の「量」と「質」の確保について尋ねた結果を示す(図表13-2、図表13-3)。米国企業で「過不足はない」の回答は、「量」が43.6%、「質」が47.2%に対して、日本企業は「量」が15.6%、「質」が14.8%となった。また、日本企業では、「量」が不足している(「大幅に不足している」と「やや不足している」を足した割合)と回答している割合が76%、米国企業は43.1%と不足感に開きがある。日米の人材の充足感で大きな開きがあり、日本企業では量と質の両面で人材不足が課題であることがわかる。

日本企業は、DX推進のために必要となる人材要件を明らかにし、人材のスキル評価や待遇といったマネジメント制度の整備をする必要がある。その上で、採用や外部人材の活用、社員の人材育成(リスキル)といった人材確保のための施策の実施が求められる。

図表13-2 事業戦略上、変革を担う人材の「量」の確保



図表13-3 事業戦略上、変革を担う人材の「質」の確保



3 社員の学び直し(リスキル)

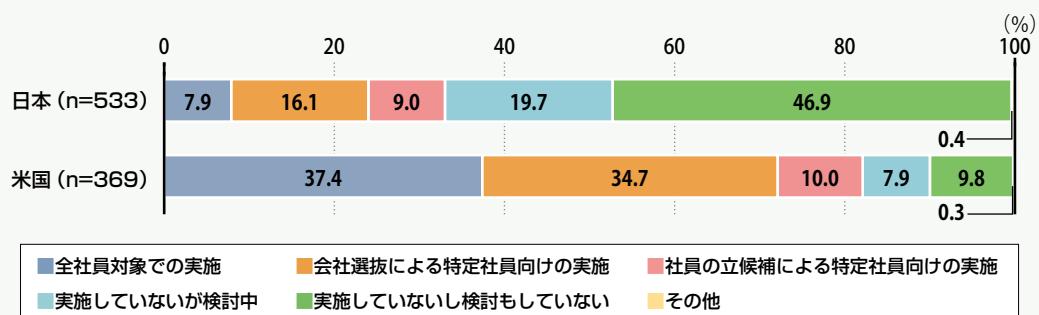
～全社員を対象とした学び直しの方針策定の必要性～

DXの推進の担い手である社員の学び直し(リスキル)への取組の重要度が増している。AI、IoT、データサイエンスなどの先端技術領域に関する社員の学び直しの方針を尋ねた結果を示す(図表13-4)。

米国企業は、「全社員対象での実施」37.4%、「会社選抜による特定社員向けの実施」34.7%と、実施しているという回答が高く、72.1%が企業として方針を明確に持っている。日本企業では、企業として方針を明確に持っている企業が24%なのに対して「実施していないし検討もしていない」が46.9%であった。日本企業と米国企業で学び直しの方針の有無の差が大きいことがわかる。

日本企業は、社員の学び直しの検討に着手し、自社の方針を定めて全社員対象でのプログラムや会社選抜による学び直しのプログラムに取組むことが望まれる。

図表13-4 ▶ 社員の学びの方針(学び直し)



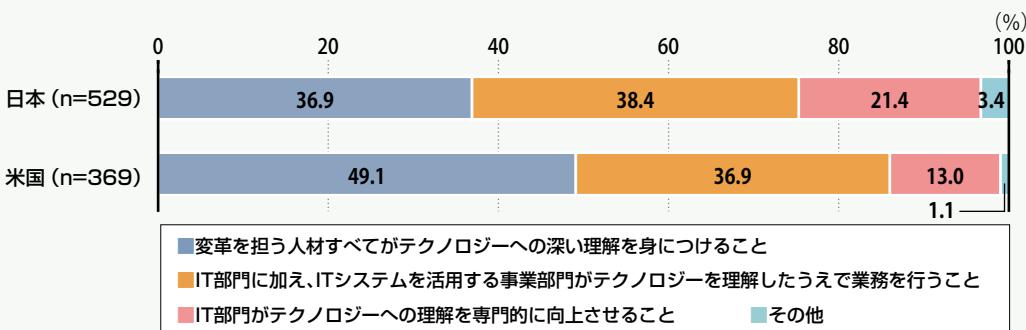
4 ITリテラシー向上に向けた企業の取組

～高まる社員のITリテラシー向上の重要性～

DXの推進が全社的な取組として広がる中、社員のITリテラシー向上の重要性が増している。企業に対してITリテラシー向上で重要な取組を尋ねた結果を示す(図表13-5)。「変革を担う人材すべてがテクノロジーへの深い理解を身につけること」と「ITシステムを活用する事業部門がテクノロジーを理解したうえで業務を行うこと」を合わせると、米国において86%、日本でも75.3%が重要としている。日本企業が米国企業と同様に「変革を担う人材すべてがテクノロジーへの深い理解を身につけること」や「ITシステムを活用する事業部門がテクノロジーを理解したうえで業務を行うこと」を重要な取組と捉えていることがわかる。

しかし、日本企業では全社員のリテラシー向上に向けた取組は米国企業と比べて遅れている。DXを推進するためには、IT部門以外の人材がデジタル技術を理解することが不可欠であることを念頭に置き、具体的な施策を実施する必要がある。

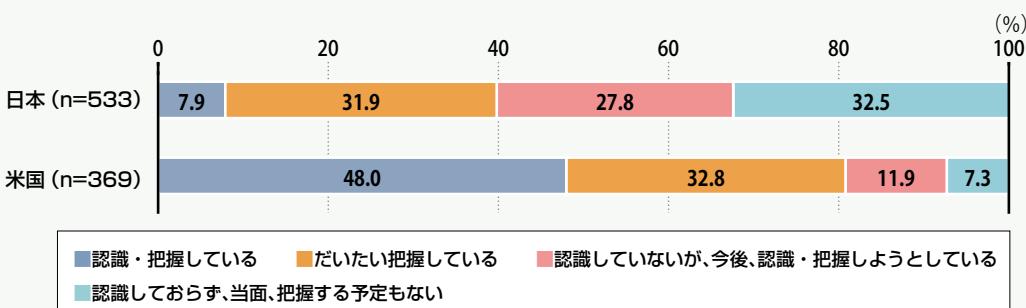
図表13-5 ITリテラシー向上で重要な取組



～社員のITリテラシーレベルの認識・把握の必要性～

社員の学び直しの方針を策定するにあたって、現状把握は最初に実施すべきプロセスの一つである。社員のITリテラシーレベルの認識・把握を尋ねた結果を示す(図表13-6)。日本企業は「認識・把握している」(7.9%)、「だいたい把握している」(31.9%)を合わせると39.8%が把握している。米国企業では「認識・把握している」(48%)、「だいたい把握している」(32.8%)を合わせると80.8%が把握しており、ITリテラシーレベルの把握状況は大きく異なる。日本企業が社員のレベルを十分に認識・把握できていないことがわかる。

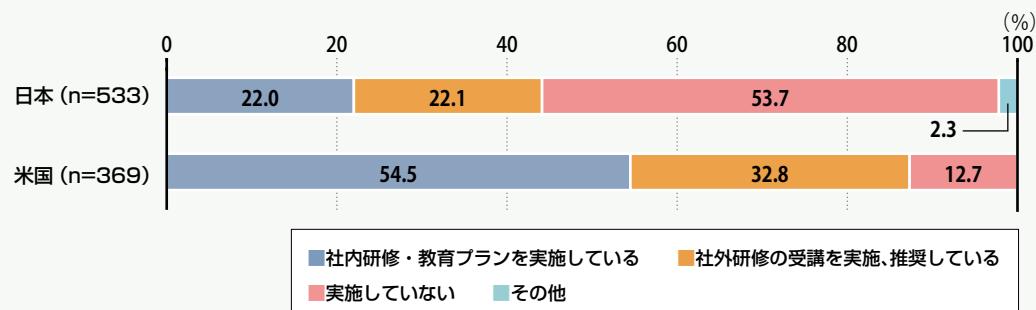
図表13-6 ITリテラシーレベルの認識・把握



～自社の状況に応じた施策の必要性～

社員のITリテラシーの向上に関する施策状況を尋ねた結果を示す(図表13-7)。日本企業は「社内研修・教育プランを実施している」が22%に対して、米国では54.5%である。日本企業は「実施していない」が53.7%であり、日米で施策の実施状況に大きな差が出ていることがわかる。

図表13-7 ITリテラシー向上施策



日本企業は、ITリテラシー向上の重要性を認識しつつも、自社の現状を十分把握できていない。社員の学び直しを推進するためには、自社の現状を把握し、あるべき姿とのギャップを埋める適切な研修プログラムや施策を実施することが望まれる。

第4章

DXを支える手法と技術

1 経営やビジネスニーズと整合したITシステムの実現

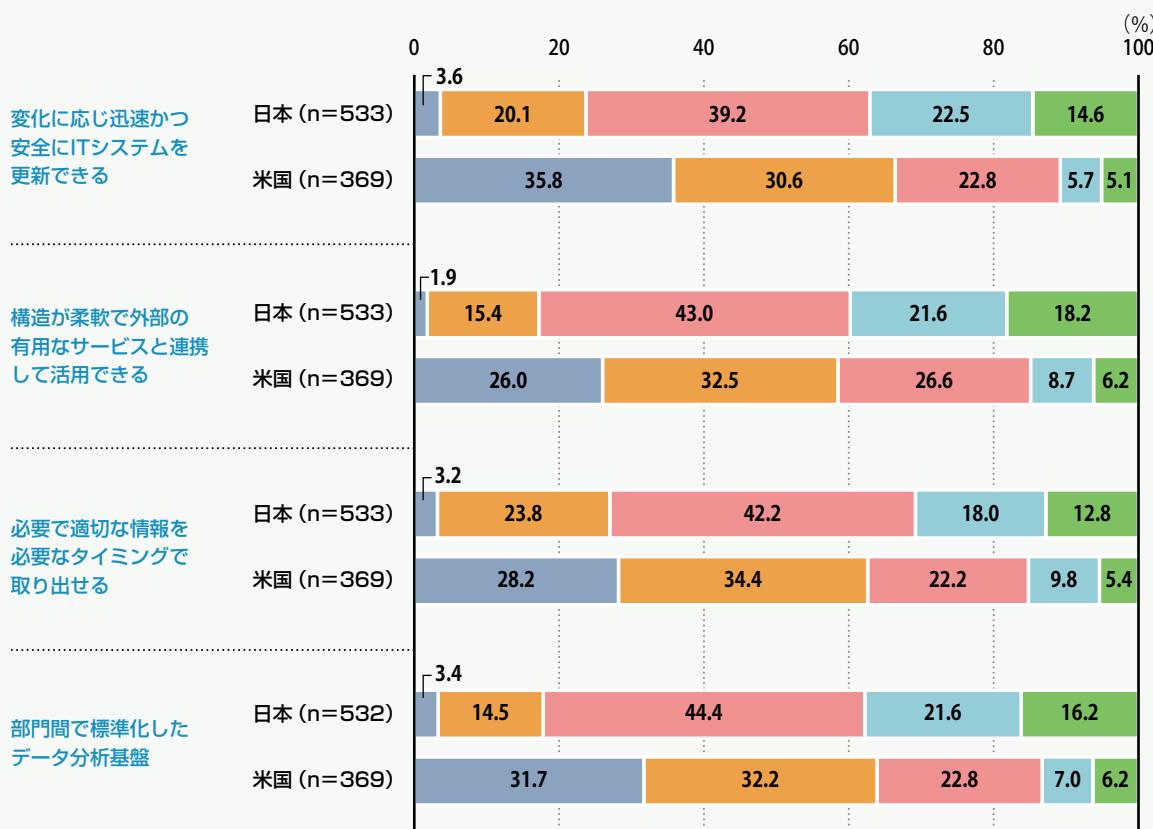
～ITシステムに対するビジネスニーズの明確化～

DXを推進するためにはビジネス環境の変化に迅速に対応できるITシステムが必要となる。また、データを分析し、顧客の真のニーズを捉えて早期にサービスを立上げ、改善を繰り返すことで顧客価値を高めていくことも重要である。

図表14-1はビジネスニーズに対応するために、ITシステムに求められる機能についての達成度を尋ねたものである。米国企業では「まあまあ達成している」も含めると5割以上の企業が「変化に応じた迅速かつ安全なITシステムの更新」や「外部サービスとの連携」といったビジネスニーズを満たしていることがうかがえる。また、情報やデータに関する機能の達成度も総じて高く、日米差は大きい状況である。

日本企業においては、経営やビジネス側でITシステムに対するニーズを明確化し、環境変化への迅速かつ柔軟な対応といったビジネスニーズに整合したITシステムの構築を目指す必要がある。

図表14-1 ビジネスニーズに対応するためにITシステムに求められる機能(達成度)



■達成している ■まあまあ達成している ■どちらとも言えない ■あまり達成していない ■達成していない

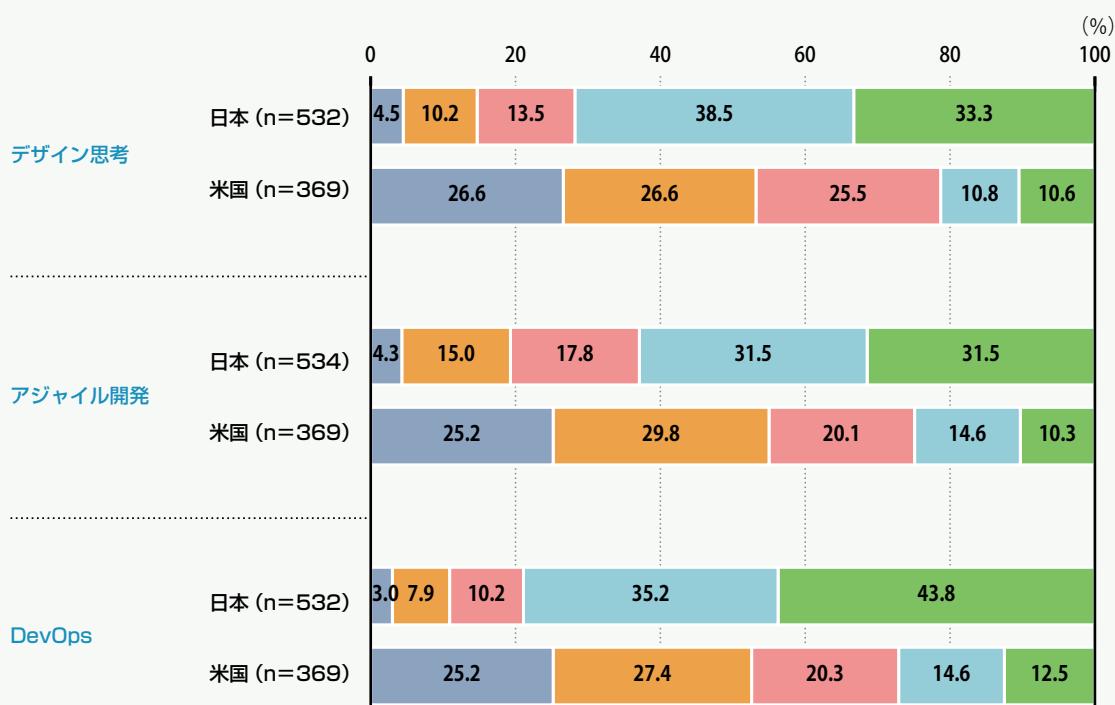
② 新しい価値提供を実現するための手法

～IT部門と事業部門の連携による顧客課題の解決～

「デザイン思考」は製品やサービスのユーザーが抱える真の問題と最適な解決方法を探査し創出する思考方法であり、DX推進において顧客に新しい価値提供をするために有効な手法である。「デザイン思考」は仮説検証型のプロセスであるため、短期間でソリューションを開発し、顧客からのフィードバックを受けながら修正を繰り返す必要がある。そのため、小さなチームで開発・適用を短期間で繰り返しながら開発する「アジャイル開発」手法や、開発チームと運用チームが技術的のみならず組織的文化的にも連携することでスピードと品質の向上を目指す「DevOps」との相性がよい。これらの手法をあわせて導入することによってより大きな効果をえることができる。

図表14-2は、日米における開発手法の活用状況である。いずれの手法も米国企業での活用が日本企業の活用を上回っている。米国企業では、各手法の活用状況の傾向が似ており、各手法がセットで活用されている可能性がうかがえる。顧客に新しい価値提供をするためには、適切な開発手法を選択し活用することは極めて重要である。IT部門と事業部門が連携することによって「デザイン思考」などの活用促進が望まれる。

図表14-2 開発手法の活用状況



③ DXを支えるIT基盤

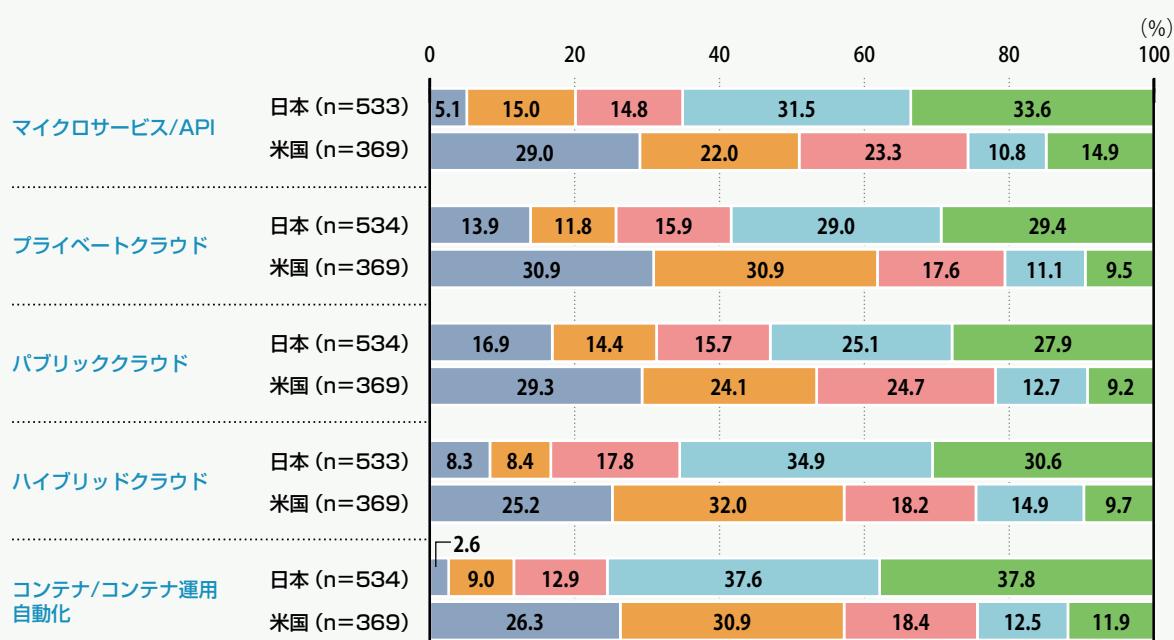
～迅速かつ安全な機能追加・変更を実現する技術の活用～

クラウドは日本でも活用が広まっており、IT基盤の構築や運営の効率化に大きな貢献をしている。しかし、より迅速かつ安全に新たな機能・サービスの追加・削除を実現する技術など、更なる技術活用が必要である。

「マイクロサービス」や「コンテナ」は、こうしたビジネスニーズに応える技術である。「コンテナ」は、アプリケーションの稼働に必要な動作環境をパッケージ化した「箱」であり、動作環境が異なるアプリケーションの導入を容易にする。「マイクロサービス」によって構築したシステムでは、独立性の高いサービスをAPIで緩やかに結合(疎結合)させる。そのため、新サービス導入時のシステム全体への影響を下げ、メンテナンス性を向上させる。

図表14-3は、日米企業における開発技術の活用状況である。クラウドに関しては、他の技術と比較して活用の割合が高いが、ハイブリッドクラウドの活用の割合は比較的低い。複数クラウドの効率的な運用がまだできていない可能性がある。「マイクロサービス」や「コンテナ」に関しては、日本企業の導入は一部にとどまっている。ビジネス側からの迅速なシステム更新へのニーズの高まりに対応するためには、今後これらの技術活用を視野に入れるべきである。

図表14-3 開発技術の活用状況



■全社的に活用している ■事業部で活用している ■活用を検討している ■活用していない ■この手法・技術を知らない

4 データ利活用

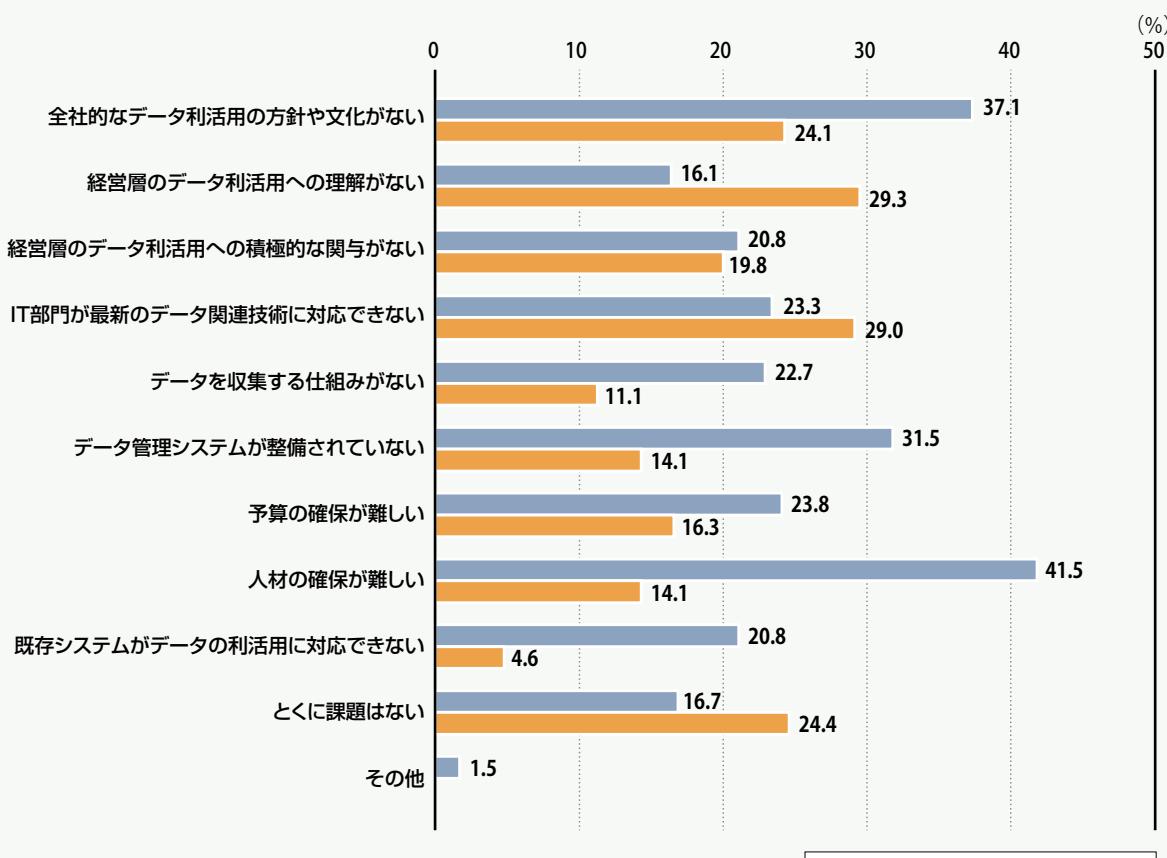
～組織的なデータ利活用推進策への取組～

予測困難な外部環境変化に俊敏に対応するために、データに基づき経営や現場の意思決定を行うデータドリブン経営の重要性が高まっている。しかし、図表14-1で示したように、日本企業は「適切な情報を必要なタイミングで取り出せる」とことや「部門間で標準化したデータ分析基盤」の実現といったビジネスニーズへの対応が十分できていない。

図表14-4はデータ整備・管理・流通の課題について尋ねた結果である。日本企業では、「全社的なデータ利活用の方針や文化がない」「データ管理システムが整備されていない」「人材の確保が難しい」といった項目が課題であることがわかる。

米国企業では、データ分析の活用を推進するChief Data Officerの任命や、データ分析を組織横断的に推進するCenter of Excellenceを設置するなどの施策によって、こうした課題の解決を図っている。日本企業においても組織的な対策が望まれる。

図表14-4 データ整備・管理・流通の課題(複数回答)



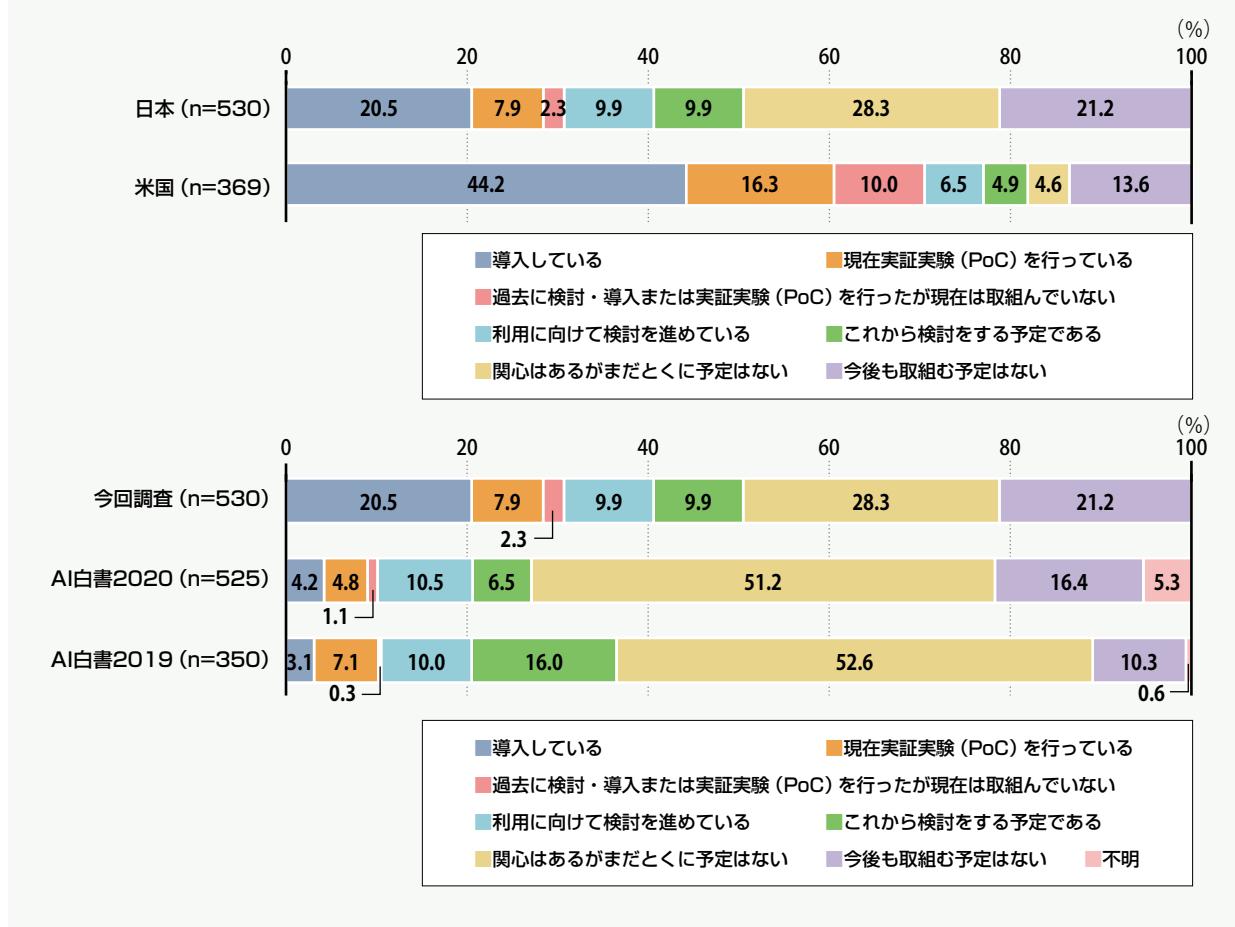
5 AIの活用

～さらなる利用拡大に向けた人材不足の解消～

AIはデータドリブン経営や各種の自動化さらには新サービスの実現に不可欠な技術となっている。図表14-5は、日米企業におけるAI技術の活用状況である。日本企業では「導入している」が20.5%であり、米国企業(44.2%)との差は大きい。ただし、「AI白書2020」の調査(4.2%)と比較すれば5倍に増加している。

日本企業のAI活用拡大に伴い、導入課題にも変化が生じている。「AI白書2020」の調査では、「自社内にAIについての理解が不足している」が55.0%で導入課題の1位だったが、今回の調査では39.8%に減少している。これに対して「AI人材が不足している」が、「AI白書2020」の調査での34.6%から55.8%に増加し、今回の調査では導入課題の1位になっている。今後のさらなる利用拡大に向けて、AI人材不足の解消が必要になると予想される。日本企業はDXを推進する人材と同様に、自社にとって必要となるAI人材の要件を明らかにし、そのスキル評価や処遇といったマネジメント制度の整備をする必要がある。

図表14-5 AI技術の活用状況



「企業におけるデジタル戦略・技術・人材に関する調査」概要

本白書に掲載したアンケート結果は、IPAが2021年度に実施した「企業におけるデジタル戦略・技術・人材に関する調査」に基づくものである。本調査は、国内外の企業におけるデジタル戦略の推進状況や推進にあたっての課題、デジタル技術の導入推進や利活用するデジタル人材の全体像などについて調査し、状況を把握するとともに国際比較を含めた分析を行うことを目的としたものである。

日本企業アンケートは、経済産業省「情報処理実態調査」^{*2}の26業種(製造業、非製造業)の日本企業の経営層またはICT関連事業部門を対象として実施した。米国企業アンケートは日本企業の調査対象範囲に準じた企業のマネージャークラス以上を対象者として実施したものである(図表15-1)。

図表15-1 企業におけるデジタル戦略・デジタル技術・デジタル人材に関する調査概要

	日本企業アンケート	米国企業アンケート
調査対象範囲および対象者	・経済産業省「情報処理実態調査」において、調査対象範囲となっている26業種(製造業、非製造業)の経営層またはICT関連事業部門の責任者もしくは担当者	・日本企業の調査先に準じる ・所属している企業に対しての責任を持って回答できるマネージャークラス以上
調査項目	・DX戦略の推進状況や実施における課題・成功要因 ・DX推進やデジタル技術を利活用する人材の把握 ・デジタル技術の利活用状況や導入課題	
回収数	534社	369件
実施期間	2021年7月5日～2021年8月6日	2021年7月8日～2021年7月19日

* 2 経済産業省「情報処理実態調査」<<https://www.meti.go.jp/statistics/zyo/zyouhou/gaiyo.html#menu04>>

1 回答企業のプロフィール

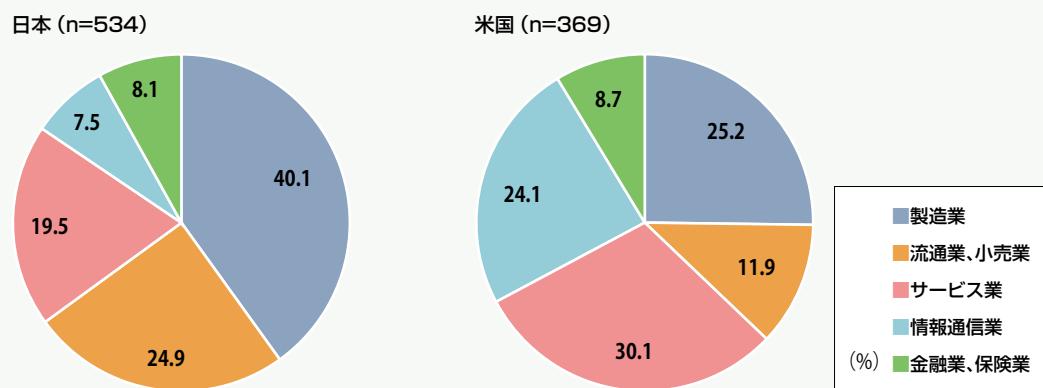
回答企業の業種を示す(図表15-2、図表15-3)。

図表15-2 回答企業の業種詳細

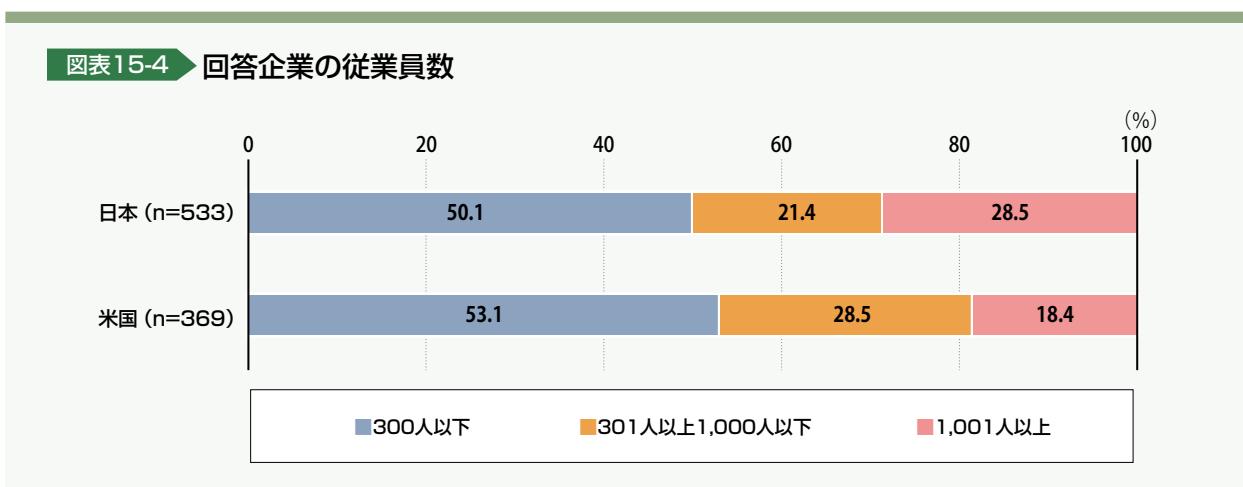
大項目	小項目	日本		米国	
		企業数	企業の割合(%)	企業数	企業の割合(%)
製造業	農業、林業、漁業	5	0.9	6	1.6
	鉱業、採石業、砂利採取業	0	0.0	4	1.1
	建設業	36	6.7	32	8.7
	製造業	164	30.7	50	13.6
	電気・ガス・熱供給・水道業	9	1.7	1	0.3
情報通信業	情報通信業	40	7.5	89	24.1
流通、小売業	運輸業、郵便業	24	4.5	4	1.1
	卸売業、小売業	109	20.4	40	10.8
金融業、保険業	金融業、保険業	43	8.1	32	8.7
サービス業	不動産業、物品賃貸業	28	5.2	10	2.7
	学術研究、専門・技術サービス業	6	1.1	17	4.6
	宿泊業、飲食サービス業	8	1.5	9	2.4
	生活関連サービス業、娯楽業	5	0.9	10	2.7
	教育、学習支援業	10	1.9	13	3.5
	医療、福祉	5	0.9	20	5.4
	複合サービス事業	4	0.7	5	1.4
	サービス業(他に分類されない)	38	7.1	27	7.3
全体		534	100.0	369	100.0

※「公務」は本調査の対象外

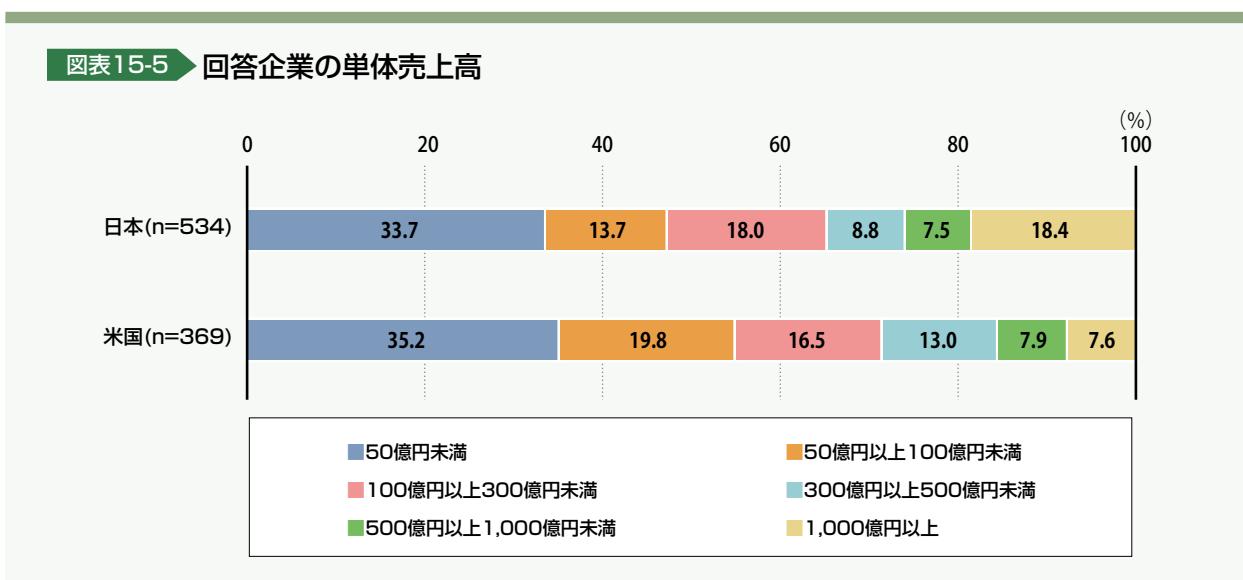
図表15-3 回答企業業種の比率



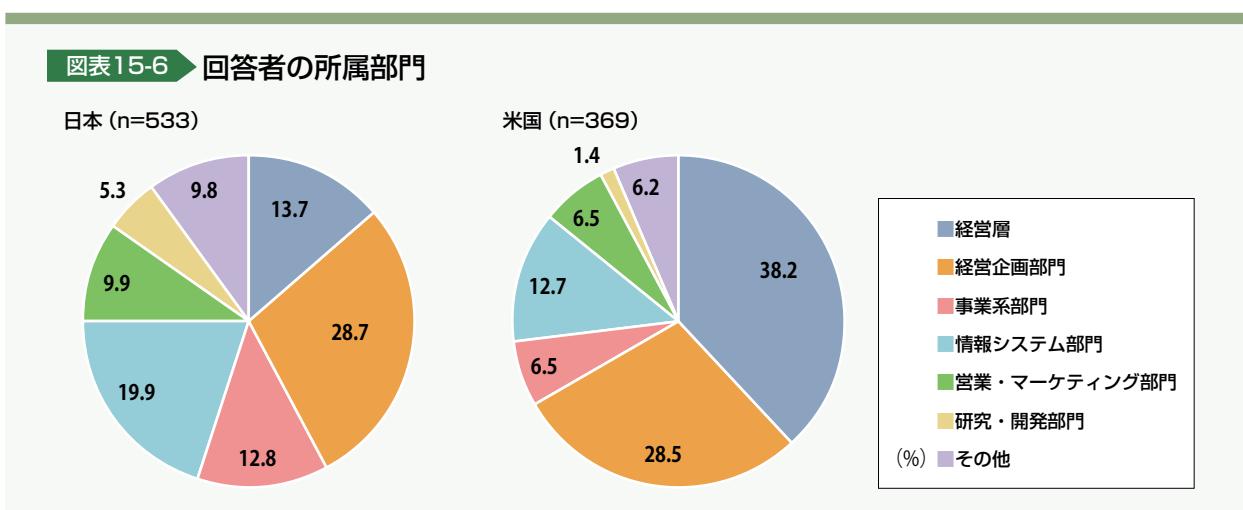
回答企業の従業員数を示す(図表15-4)。



回答企業の単体売上高を示す(図表15-5)。



回答者の所属部門を示す(図表15-6)。



第2部

DX戦略の策定と推進

第1章 —————

DXへの取組状況

第2章 —————

DX戦略の全体像

第3章 —————

外部環境の評価と取組領域の策定

第4章 —————

企業競争力を高める経営資源の獲得、活用

第5章 —————

成果評価とガバナンス

第6章 —————

コロナ禍を契機とした企業の取組

DXへの取組状況

1 はじめに

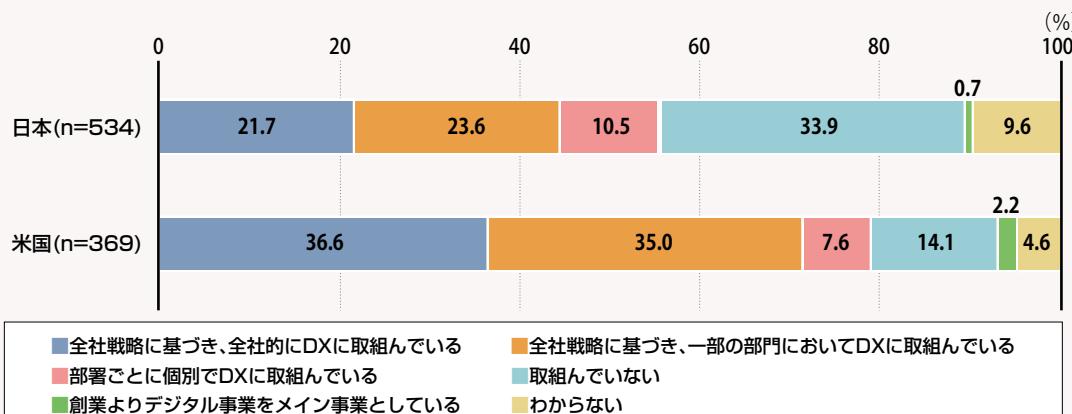
本白書ではDXを、「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企业文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること」^{*1}と定義する。

DXを推進するためには、経営トップが自ら変革を主導し全社横断で組織的に取組むことが必要となってくる。そのためには経営戦略と整合したDX戦略を策定し、推進していくことが有効である。第1章では日米の企業のDXに対する戦略的な取組状況の概要を示した。

2 日米におけるDXへの取組状況

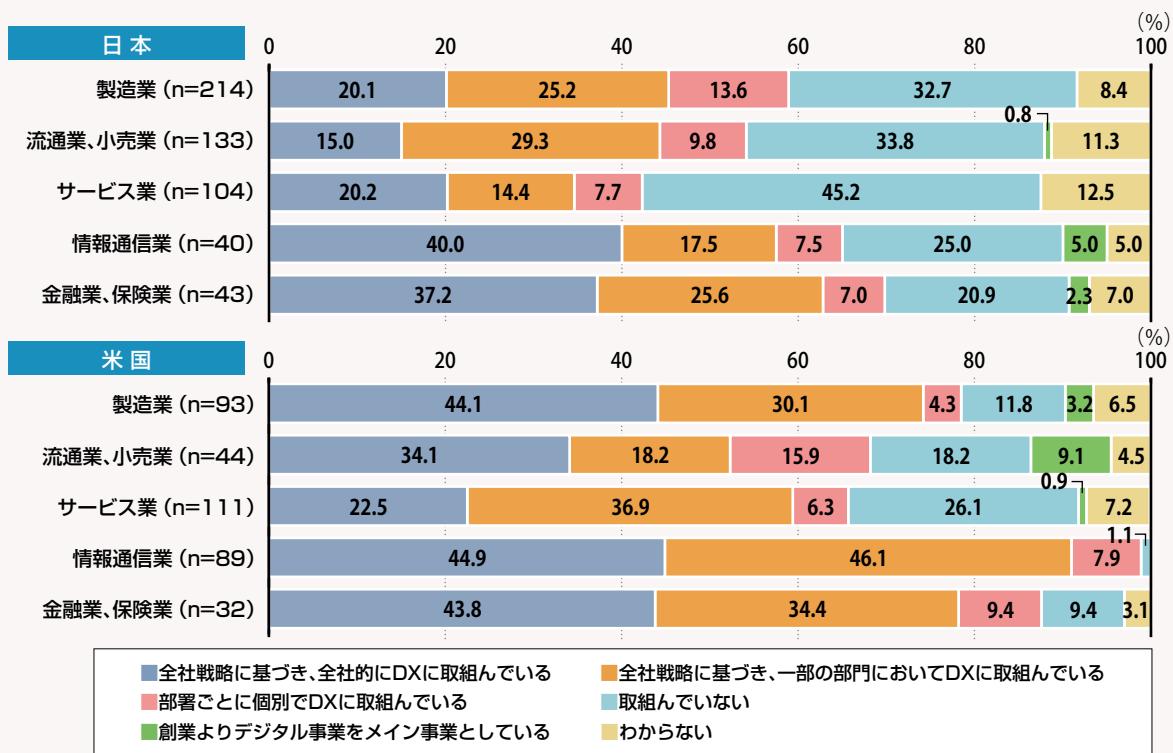
DXを全社戦略に基づき取組んでいるか尋ねた結果を示す(図表21-1)。日本企業はDXに「全社戦略に基づき、全社的にDXに取組んでいる」割合が21.7%、「全社戦略に基づき、一部の部門においてDXに取組んでいる」割合が23.6%であり、約45%は全社戦略に基づいてDXに取組んでいる。これに対し、米国企業は「全社戦略に基づき、全社的にDXに取組んでいる」の割合が36.6%、「全社戦略に基づき、一部の部門においてDXに取組んでいる」の割合が35.0%を示し、全社戦略に基づきDXに取組んでいる企業は71.6%と、日本よりも高い割合であった。業種別のDX取組状況は図表21-2に示す。

図表21-1 DXへの取組状況



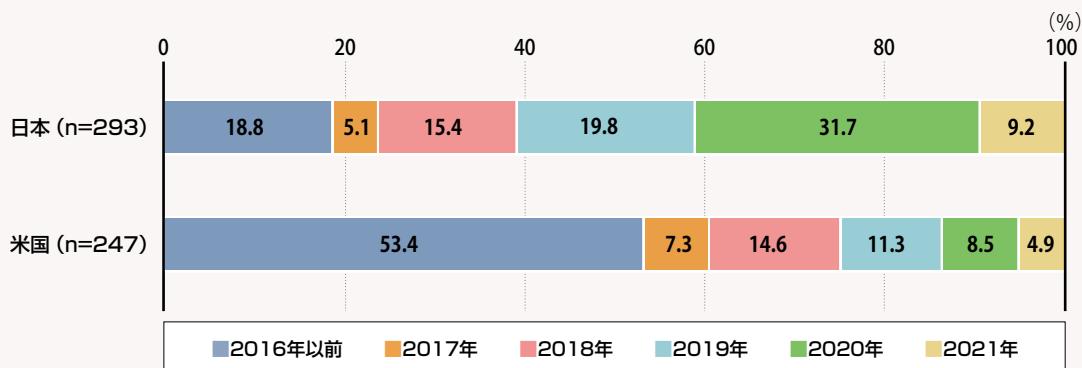
* 1 経済産業省「DX 推進指標」とそのガイダンス
<<https://www.meti.go.jp/press/2019/07/20190731003/20190731003-1.pdf>>

図表21-2 ➡ DXへの取組状況(業種別)



DXに取組んでいる企業がいつごろからDXの取組を開始したのか尋ねた結果を示す(図表21-3)。米国企業は53.4%が「2016年以前」より取組を始めている。日本企業がもっとも高い割合を示したのは「2020年」31.7%である。米国企業のDXへの取組時期が日本企業と比べて先行していることが、日本企業と比べて米国企業のDXへの取組状況が進んでいる理由の一つとして考えられる。

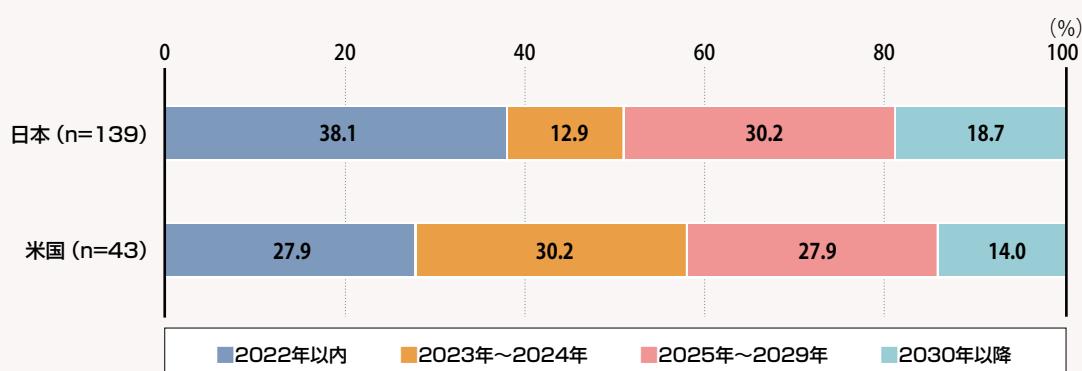
図表21-3 ▶ DXの取組時期



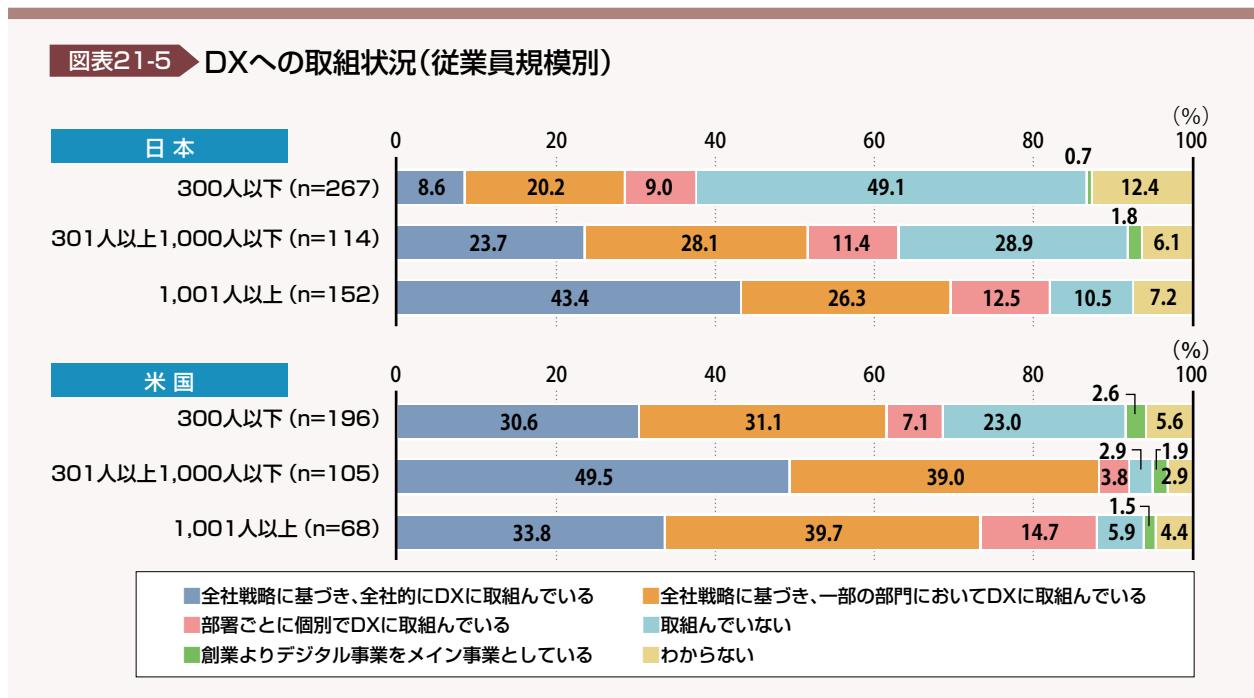
※集計対象は、DXへの取組状況で「全社戦略に基づき、全社的にDXに取組んでいる」「全社戦略に基づき、一部の部門においてDXに取組んでいる」「部署ごとに個別でDXに取組んでいる」と回答した企業

「取組んでいない」と回答した企業における今後のDXの取組予定時期について尋ねた結果を示す(図表21-4)。日本企業の38.1%は「2022年以内」から取組むと回答しておりもっとも高い割合であったが、61.9%は2023年以降に取組むと回答している。今後、日米の差が広がることが懸念される。

図表21-4 ▶ 「取組んでいない」と回答した企業における今後のDXの取組予定時期

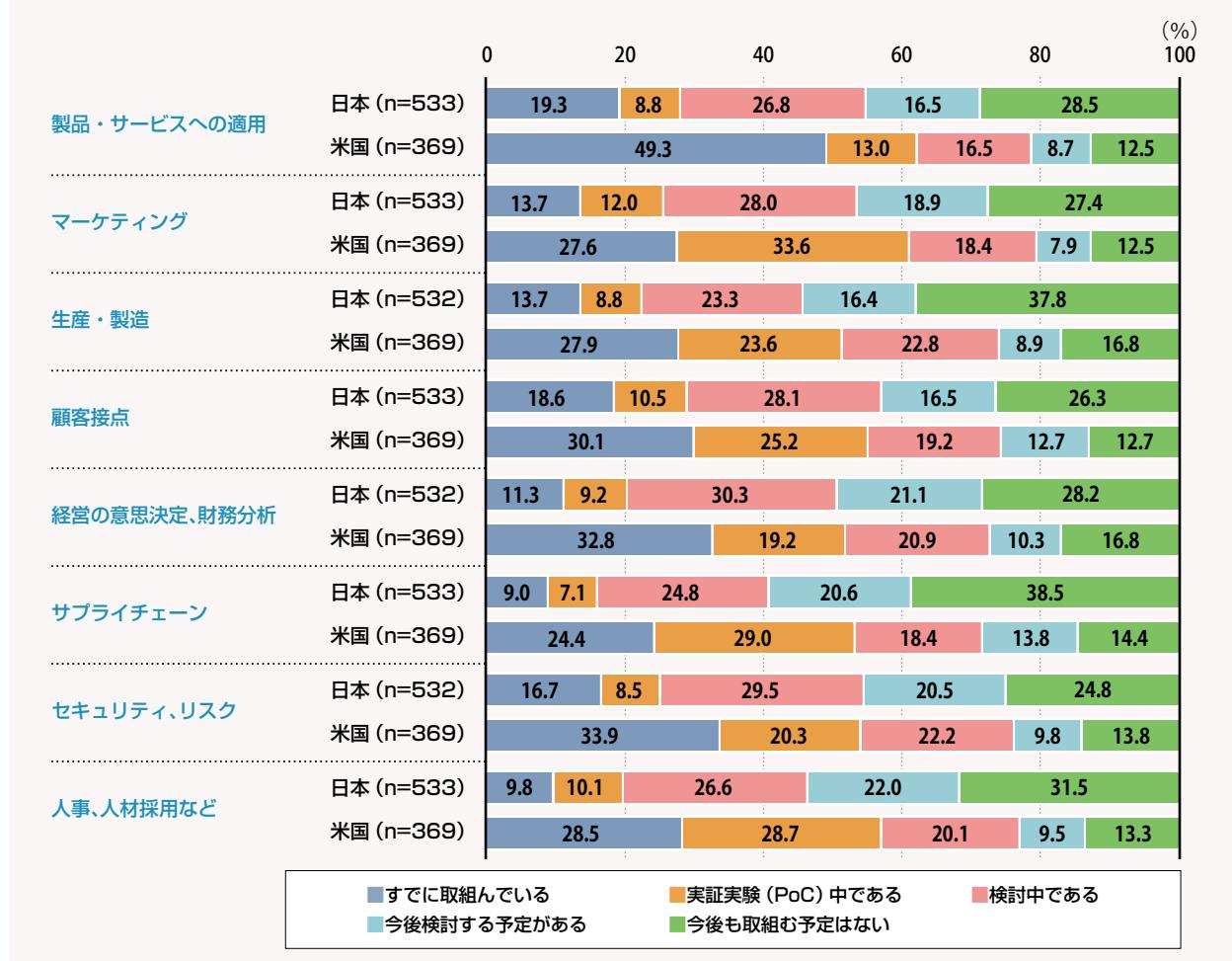


従業員数規模別のDX取組状況を示す(図表21-5)。日本企業は従業員数が多い企業ほどDXへの取組が進んでおり、「1,001人以上」の企業においては43.4%が「全社戦略に基づき、全社的にDXに取組んでいる」。「取組んでいない」割合も従業員数が少ない企業ほど回答割合が高い。米国企業では従業員数とDXの取組状況に正の相関関係は見られず、いずれの従業員数においても30.0%以上が「全社戦略に基づき、全社的にDXに取組んでいる」。



DXへの取組を実施している事業領域と取組状況について尋ねた結果を示す(図表21-6)。米国企業は事業領域によらず「すでに取組んでいる」と「実証実験(PoC)中である」を合わせた割合が5割台となっている一方、日本企業は3割未満にとどまっており、7割以上が未着手となっている。事業領域としては「製品・サービスへの適用」への取組状況が日本19.3%、米国49.3%となっており日米ともにもっとも高い割合を示している。

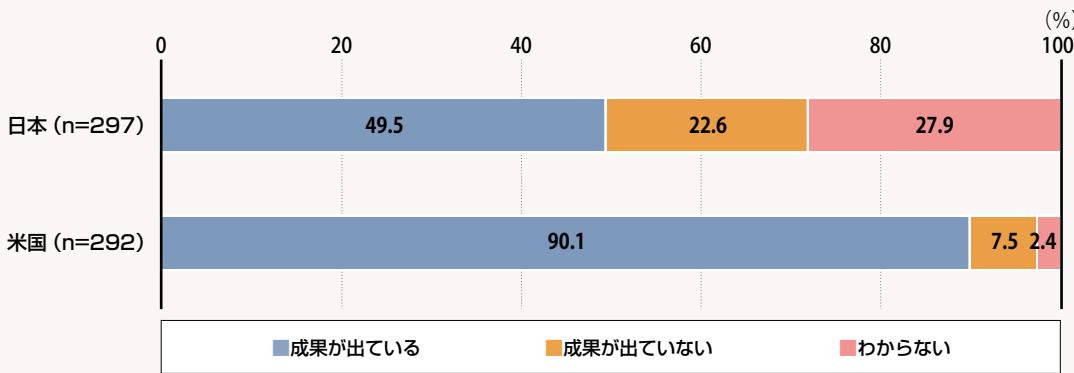
図表21-6 事業領域と取組状況



※「その他」は非掲載

DXの取組において、設定した目的に対する成果の状況について尋ねた結果を示す(図表21-7)。米国企業は90.1%が「成果が出ている」としており、「わからない」とする企業は2.4%にとどまっている。米国企業が目的設定と成果評価を適切にしていることがうかがえる。一方、日本企業は27.9%が「わからない」と回答しており、DXへの取組に対する成果評価が適切になされていない可能性がある。

図表21-7 DX取組の成果

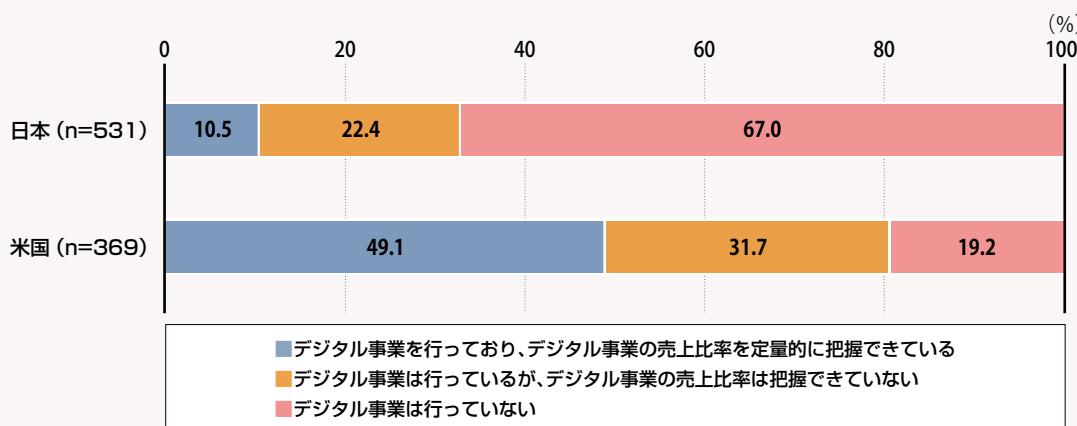


※集計対象は、DXへの取組状況で「全社戦略に基づき、全社的にDXに取組んでいる」「全社戦略に基づき、一部の部門においてDXに取組んでいる」「部署ごとに個別でDXに取組んでいる」と回答した企業

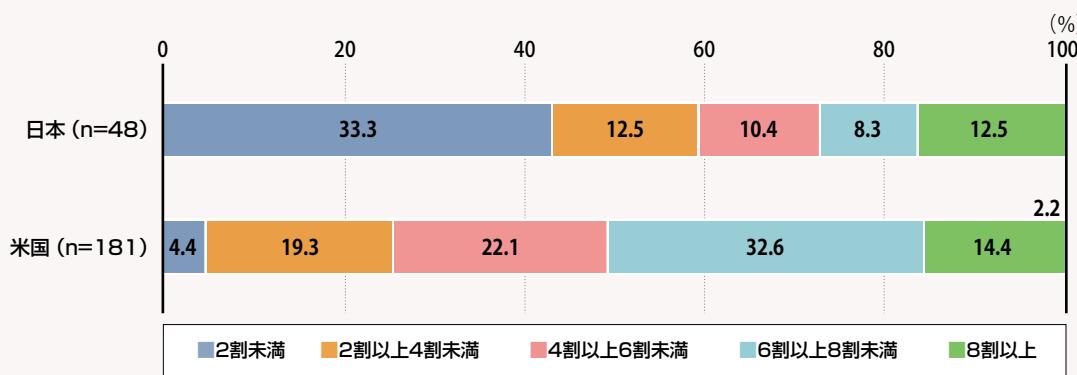
デジタル事業(ECやAI(人工知能)やIoT、ビッグデータをはじめとするデジタル技術を活用した事業)の売上比率の把握状況を尋ねた結果を示す(図表21-8)。日本企業は「デジタル事業を行っており、デジタル事業の売上比率を定量的に把握できている」割合が10.5%に対し、米国企業では49.1%であった。

「デジタル事業を行っており、デジタル事業の売上比率を定量的に把握できている」回答者におけるデジタル事業の売上比率(図表21-9)において、デジタル事業の売上比率が「8割以上」と回答している企業は日本12.5%、米国14.4%と近い結果を示しているが、「2割未満」と回答している企業は日本33.3%、米国4.4%であった。米国においてはデジタルがメインの事業ではない企業においてもデジタル事業の売上が一定の比率を示しつつあるが、日本企業はまだデジタル事業が売上に貢献できる段階ではないのか、もしくはデジタル事業と他の事業の売上を切り分けて計測できていないのではないかと考えられる。

図表21-8 デジタル事業の売上比率の把握状況



図表21-9 デジタル事業の売上比率



*集計対象は、デジタル事業の売上比率の把握状況で「デジタル事業を行っており、デジタル事業の売上比率を定量的に把握できている」と回答した企業

第2章

DX戦略の全体像

1 DX戦略の全体像と立案のポイント

(1) DX戦略の全体像

DXは企業活動自体を見直すことになり、自社におよぼす影響範囲が多岐に渡るため、全社での取組が求められる。そのため、DX戦略を策定することによって、DXを推進するうえで経営が何を目指してどのように取組むべきかを全社に示し、共通認識を持ったうえで全社でDXに取組む必要がある。

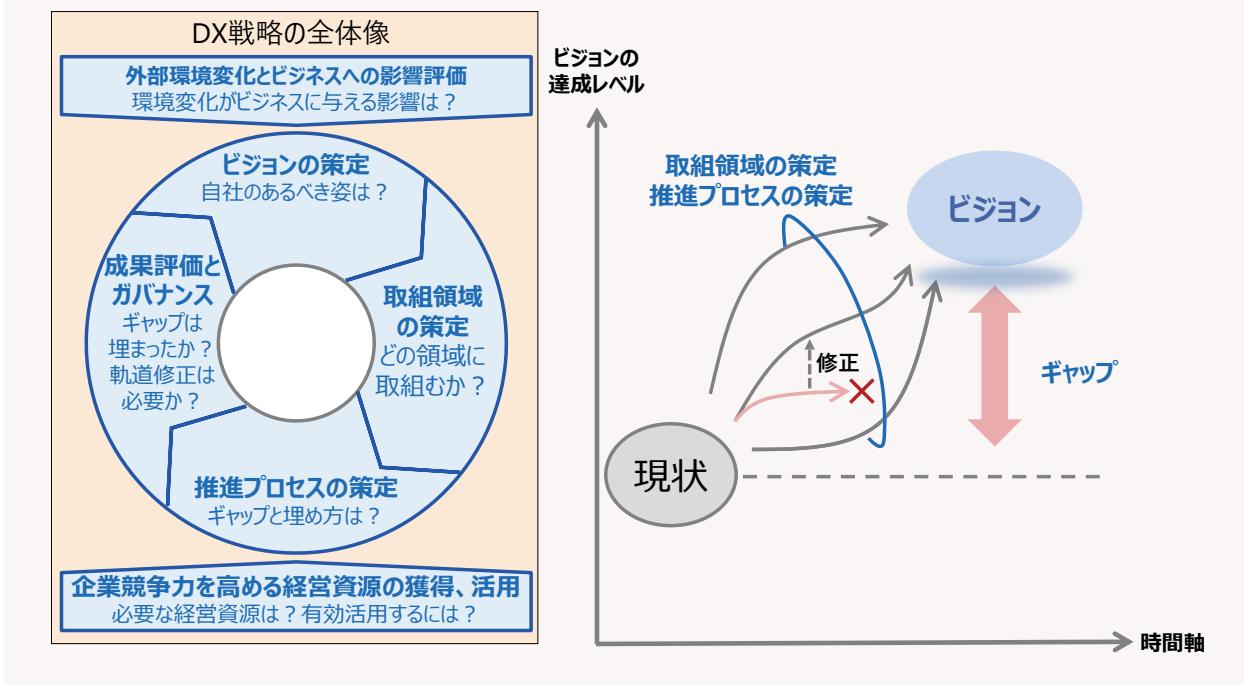
DX戦略の策定に際しては、まずDX推進によって達成すべきビジョンを定める。そして「外部環境変化とビジネスへの影響評価」を考慮したうえで「取組領域の策定」および「推進プロセス策定」を行い、達成に向けた道筋を整理することが必要である。

策定した推進プロセスを実現するためには「企業競争力を高める経営資源の獲得、活用」が鍵となる。DXを推進する際に必要不可欠な経営資源である人材・ITシステム・データをどのように獲得し継続的に有効活用するかを検討することが重要である。とくにDXを推進する人材やサービスを差別化する際の源泉となるデータの整備や老朽化したITシステムの刷新には長い時間を要するため、中長期的な視点での取組が望まれる。

「成果評価とガバナンス」では、顧客への価値提供を評価するための評価指標の設定とDX推進状況の評価、評価結果に基づくDX戦略や人材、投資などのリソースの配分の見直しの仕組みを構築する必要がある。なお、評価指標を設定する目的は戦略などの見直しのためであり、失敗から学習することを阻害するような運用にならないように配慮してDX戦略を推進することが求められる。

DX戦略の全体像と進め方のイメージを以下に示す(図表22-1)。DX推進に際しては上記の戦略策定・推進の一連のプロセスを早いサイクルで繰り返し、失敗から学習しながら進めることが大切である。

図表22-1 DX戦略の全体像と進め方



(2) DX戦略立案上のポイント

① 目指すべき方向性を見失わない「経営戦略とDX戦略の整合性の確保」

DX戦略を策定するうえでは、経営課題を解決するためのデジタル活用という観点とデジタルを活用することにより新たな戦略を模索するという二つの観点で考えることが必要である。従来は、経営課題を解決するためのデジタル活用という要素が強く、すでに多様なデジタルサービス・製品・技術が提供されている中で、どのような価値を享受し、経営課題を解決できるのかを模索するということが重視されてきた。現在では、多くのデジタルのサービス・製品・技術が出てきたため、デジタルを軸に考えを発展させていくことで、新たなビジネスチャンスや新たな戦略に結びつく可能性が広がっている。ここで注意が必要なのは、デジタル技術の活用を目的としてしまうと経営の目指すべき姿と乖離する可能性があることである。経営戦略との整合性を意識したDX戦略を立案することにより、デジタルのもたらす新たな価値を享受することができる。

② 総に描いた餅にならないための「経営のコミットメント」

DX戦略を策定し、経営戦略と整合した現実的な進め方が描かれたとしても、その内容が経営層で合意のとれたものになっていなければ取組が途中で頓挫する可能性が高い。DX戦略は、全社横断で取組む中長期の取組であるため、特定部門の利害や短期的な利益だけを目的にした意思決定をしては価値創出に至ることが難しい。

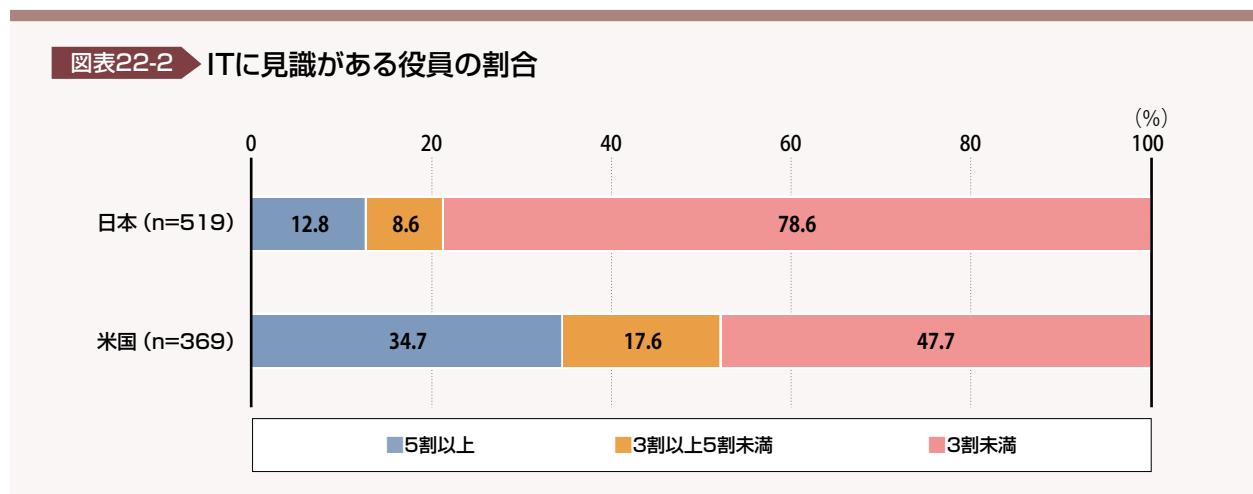
また、多数の部門の賛同や協力を得ながら進めていくことが必要であるが、特定の部門にとってメリットが少なく、取組自体に十分な理解が得られないケースも発生する。そのため、都度合意形成を図っていては、現場間での調整に膨大な時間がかかり、場合によっては進まなくなってしまう。

さらに取組の特性上、不確実性の高いことに取組んでいくものであるため、適時適確な意思決定を迅速に行い、進めていくことも求められる。

そのため、現場での取組をスムーズに行うためには、全社横断で中長期の取組に責任・権限を持つ経営層が取組の内容を理解し、内容にコミットしていくことが必要である。DXはその特性上、経営トップ自らが必要性を感じ、主導していくものであるという認識を持ち、全社に示していくことは必須の活動となっており、経営者のITリテラシーはDX遂行の成否に大きな影響があると考えられる。

IT分野に見識がある役員の割合を示す(図表22-2)。本調査において役員とは、会社の業務執行や監督を行う幹部職員(経営者・上位管理職)を示す。日本企業の78.6%が役員全体のうちITに見識がある役員の割合は「3割未満」と回答している。ITに見識がある役員の割合「5割以上」との回答は日本12.8%、米国34.7%を示しており、日米を比較すると日本の経営層のITに対する理解が不十分であることが懸念される。

図表22-2 ITに見識がある役員の割合



外部環境の評価と取組領域の策定

1 外部環境変化とビジネスへの影響評価

(1) 外部環境の変化と影響

新型コロナウイルス感染症の影響により、企業は事業存続の危機にさらされた。企業はこのような危機に、テレワークをはじめとしたITインフラや就業ルールなどを迅速に変更し対応してきている。一方で、デジタル技術を十分に活用できず、環境変化に対応できなかった企業も出てきており、対応できた企業との差の拡大が懸念される。このような不測の事態への対応によって企業の業績が大きく左右される状況においては、事業環境の変化に対応できる能力を高めるだけでなく、今までの考え方から離れない柔軟な発想で業務にあたれるよう社員一人一人の意識も変革していくことが必要である。そのためには、予見できる外部環境の変化はできるだけ予見し、適切な評価および対応を練るだけでなく、不測の事態も鑑み、競合よりできるだけ優位に立つためのケイパビリティ（企業競争力を高めるための組織能力）を確保できるDX戦略を考えておくことが必要である。

外部環境は大きく、業界外と業界内に分けることができる。素早くわかりやすく考えをまとめるのに既存のフレームワークは有効であるため、活用したい。

企業の活動にさまざまな影響を与える要素のうち、業界をとりまく周辺環境の分析を行うPEST (Politics (政治)、Economy(経済)、Society(社会)、Technology(技術)) 分析や業界内のおかれた立場を分析する5F (Force) 分析、同じく業界内の自社の事業環境を分析する3C (Consumer、Competitor、Customer) 分析などが例としてあげられる。とくに昨今では、パンデミック(新型コロナウイルス感染症)やAI、IoTなどの技術の活用、ディスラプターの出現など、業界内の環境変化だけでなく、業界外の変化がビジネスに与える影響が大きい。業界外を含めた環境変化を分析し、機会や脅威に対応していく必要がある。PEST分析による外部環境の変化および機会／脅威となる影響は、たとえば下記(図表23-1)のように整理される。実際に機会や脅威となるかは、業界や各社のおかれた立場によって異なり、自社で考えた場合にどのようなビジネスへの影響(機会なのか脅威なのか)となるかを考え、対応を練る必要がある。

図表23-1 PEST分析の例

分析の観点(PEST)	外部環境の変化	機会／脅威となる影響
政治的要因(Politics) 法律や条例、規制緩和や税制の変化など	・プライバシー規制の強化(GDPR等) ・パンデミックによる各種政策実施 ・SDGsの推進	利活用可能なデータの拡大 データガバナンス対応コストの上昇 制限のある業務環境への対応(3密等) SDGs関連の活動需要高まり
経済的要因(Economy) 景気の状態や成長率、物価や為替の変化など	・パンデミック(新型コロナウイルス感染症等) ・資源不足	持続的なサプライチェーンの構築・見直し 外出自粛による市場縮小 感染症拡大防止関連の需要拡大 競合の撤退等に伴うシェアの拡大 資源価格の高騰
社会的要因(Society) 人口動態の変化、流行、ライフスタイルなど	・消費活動の変化(所有から利用、サブスクリプションモデル利用 等) ・リモート／非対面 ・気候変動	在宅関連需要の拡大 対面型ビジネスの市場縮小 異常気象の発生による事業被害 環境関連ビジネスの需要拡大 (再生エネルギー等)
技術的要因(Technology) 情報通信技術など	・技術の発展(AI、IoT、3Dプリンタ、ロボット、ブロックチェーン 等) ・ディスラプターの出現	新規ビジネスの拡大 既存ビジネスの衰退

(2) ビジネスへの影響評価と経営層の理解

外部環境の変化が整理された後は、外部環境の変化が自社の事業にとってどのような意味(機会なのか脅威なのか)があり、どの程度の影響を与えるのか、影響を評価し、認識することが必要となる。一方で、環境変化を常に最新にアップデートし、自社ビジネスへの影響を適切に評価し、認識すること自体は容易ではない。

不確実性の高い現代においては、日々新しい環境変化があり、環境変化についていくだけでも一苦労である。さらにディスラプターやSDGs、AIなど聞きなれたキーワードであったとしても、具体的に何を示すのか、自社のビジネスにおいて具体的に何がどのように機会や脅威に結びつくのか、環境変化によって生じる影響は一過性のものなのか永続的なものなのか、対応可能なものなのかそうでないのか、戦略を練るために、具体的な事象に落とし込み、一つ一つ考えていくことが求められる。

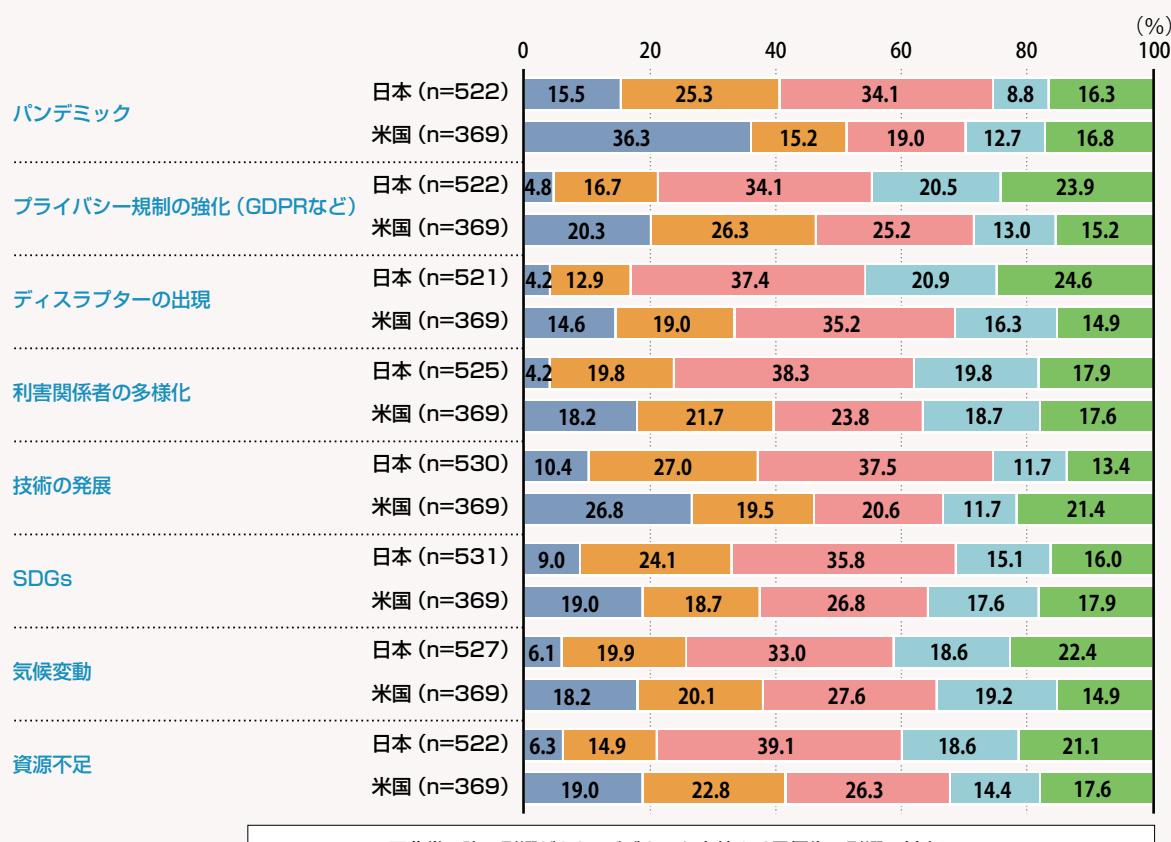
DX戦略を策定し実行責任を担う経営層が、万が一環境変化を正しく理解しておらず、自社ビジネスへの影響を十分に把握していない場合、抽象度が高いDX戦略となり実効性の乏しいものになるか、取組自体が的外れなものになってしまい可能性が高い。そのため、環境変化やビジネスへの影響については、経営層が正しく理解し、自社ビジネスへの影響を多角的に評価できるように、常日頃から知識をアップデートし、理解を深めておくことが重要である。

とくに近年は、デジタル技術の進展・活用が進んでおり、大きなパラダイムシフトが起きている。コロナ禍においてはテレワークなどで利用する製品やサービスの活用が進んでおり、もはやデジタル技術を理解し、自社のビジネス活用に結びつけることは必須事項である。デジタル技術を活用できないということは競争優位を確保できないというだけではなく、企業の存続をも脅かす事態につながるものになってきている点は留意しておきたい。

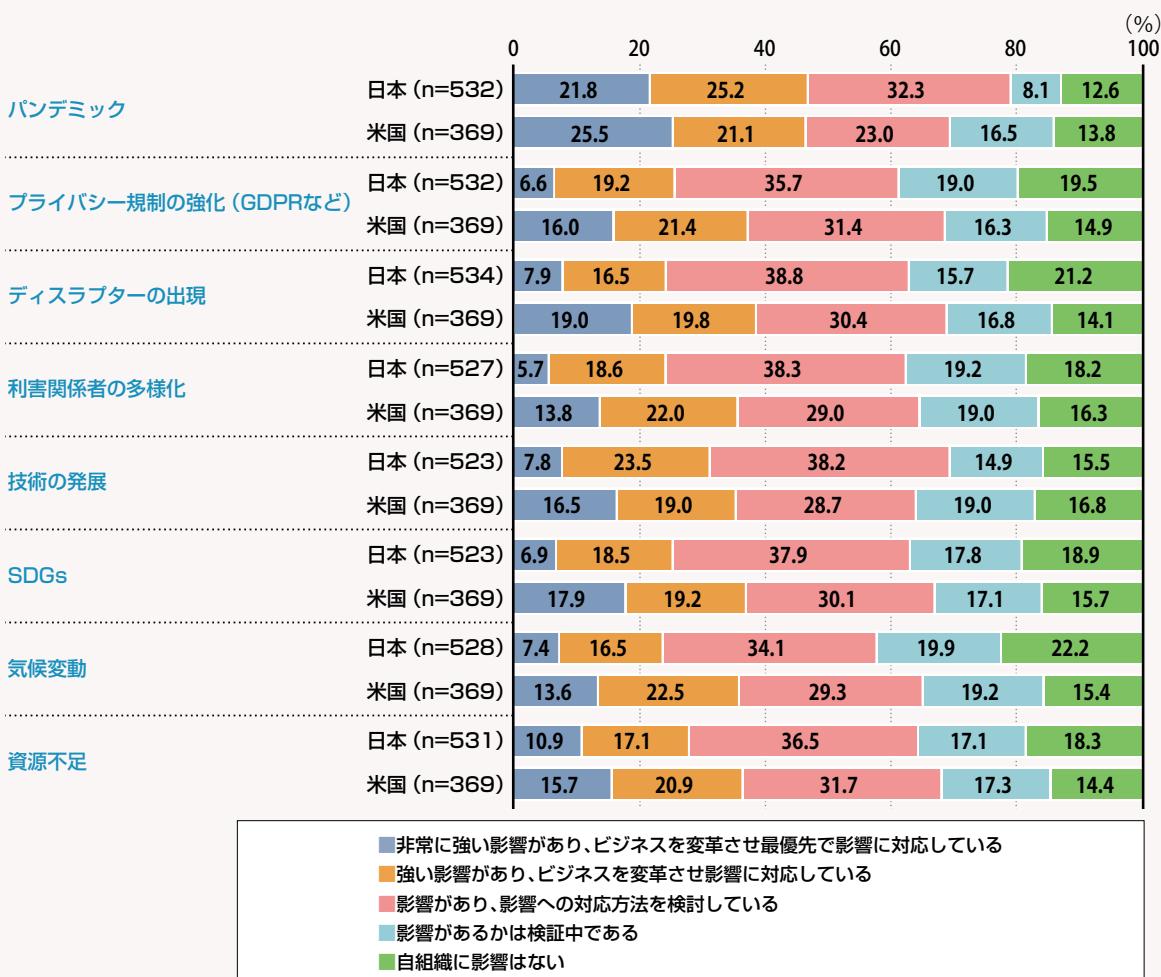
パンデミックをはじめとした、外部環境変化に対する企業のビジネスへの影響と対応状況を尋ねた結果を示す。外部環境変化への機会としての認識(図表23-2)では、各環境変化に対して「非常に強い影響があり、ビジネスを変革させ最優先で影響に対応している」を選択した日本企業の割合は米国企業の半分以下となっている。「強い影響があり、ビジネスを変革させ影響に対応している」を含めれば日本企業も影響を捉えて対応しているが、「パンデミック」「技術の発展」「SDGs」以外の環境変化をビジネス機会として捉えて対応している企業は米国に比べると少なく30%以下にとどまっている。日本企業は、外部環境変化を事業機会と捉えてビジネス変革を推進していくために、環境変化へのアンテナを高くするとともに積極的に対応していくことが望まれる。

外部環境変化への脅威としての認識(図表23-3)は機会としての認識と比べて日米企業の差が小さい。中でも「パンデミック」への脅威としての認識はもっとも高く、「非常に強い影響があり、ビジネスを変革させ最優先で影響に対応している」と回答した企業は日米ともに20%を超えてい。

図表23-2 外部環境変化への機会としての認識



図表23-3 外部環境変化への脅威としての認識



2 ビジョンと取組領域、推進プロセスの策定

(1) デジタル技術によって企業にもたらされる価値

DXを進めいくうえでは、「顧客や社会の問題の発見と解決による新たな価値の創出」と「組織内の業務生産性向上や働き方の変革」という二つのアプローチを同時並行に進めることが重要である。既存事業を対象としたDXを行うことで、早期に成果を出しながら、DXに取組むうえでのケイパビリティを高めることにもつながる。くわえて、既存事業のDXによって得られた原資を新たな価値創出に向けた活動に充当していくことで、企業の競争力と経営体力を高めながら、環境変化にも対応していく。

企業がDXの具体的なアクションを検討するうえでは、DXを実現する段階とDXの取組領域に分け、整理していくと考えやすい。

DXを実現する3つの段階は、関係者間で達成レベルや取組内容をすり合わせ、具体的な内容を検討する際の出発点として活用できる(図表23-4)。

- ・デジタイゼーション：アナログ・物理データのデジタルデータ化^{*2}（例：配車実績情報の電子化）
 - ・デジタライゼーション：個別の業務・製造プロセスのデジタル化^{*3}（例：配車業務の自動化）
 - ・デジタルトランスフォーメーション：組織横断/全体の業務・製造プロセスのデジタル化、「顧客起点の価値創出」のための事業やビジネスモデルの変革^{*4}（例：配車プラットフォームの構築）
- またDXの取組領域の検討においては、全社横断テーマ（プラットフォームビジネス構築、サブスクリプションモデル構築など）や個別機能単位のテーマ（事業活動を機能ごとに分類したバリューチェーン単位（マーケティング、調達、生産・製造、顧客接点など））などで分類・整理することが有益である。

図表23-4 DXの構造



出典：経済産業省「DXレポート2（中間取りまとめ）」

DXへの取組の成果が出ている企業に対して、取組領域ごとの成果状況を尋ねた結果を示す（図表23-5）。デジタイゼーションに相当する「アナログ・物理データのデジタル化」において「すでに十分な成果が出ている」と回答した日本企業は17.0%なのに対して、米国企業は56.7%と大きな差がついている。同様の傾向は、「業務の効率化による生産性の向上」や「既存製品・サービスの高付加価値化」といったデジタライゼーションの領域でも見られる。日本企業は、デジタイゼーションやデジタライゼーションの領域で着実な成果を出すことが望まれる。

デジタルトランスフォーメーションに相当する「顧客起点の価値創出によるビジネスモデルの根本的な変革」「企业文化や組織マインドの根本的な変革」においては、「すでに十分な成果が出ている」と回答した日本企業が10%以下にとどまるのに対して、米国企業では30%以上に達している。

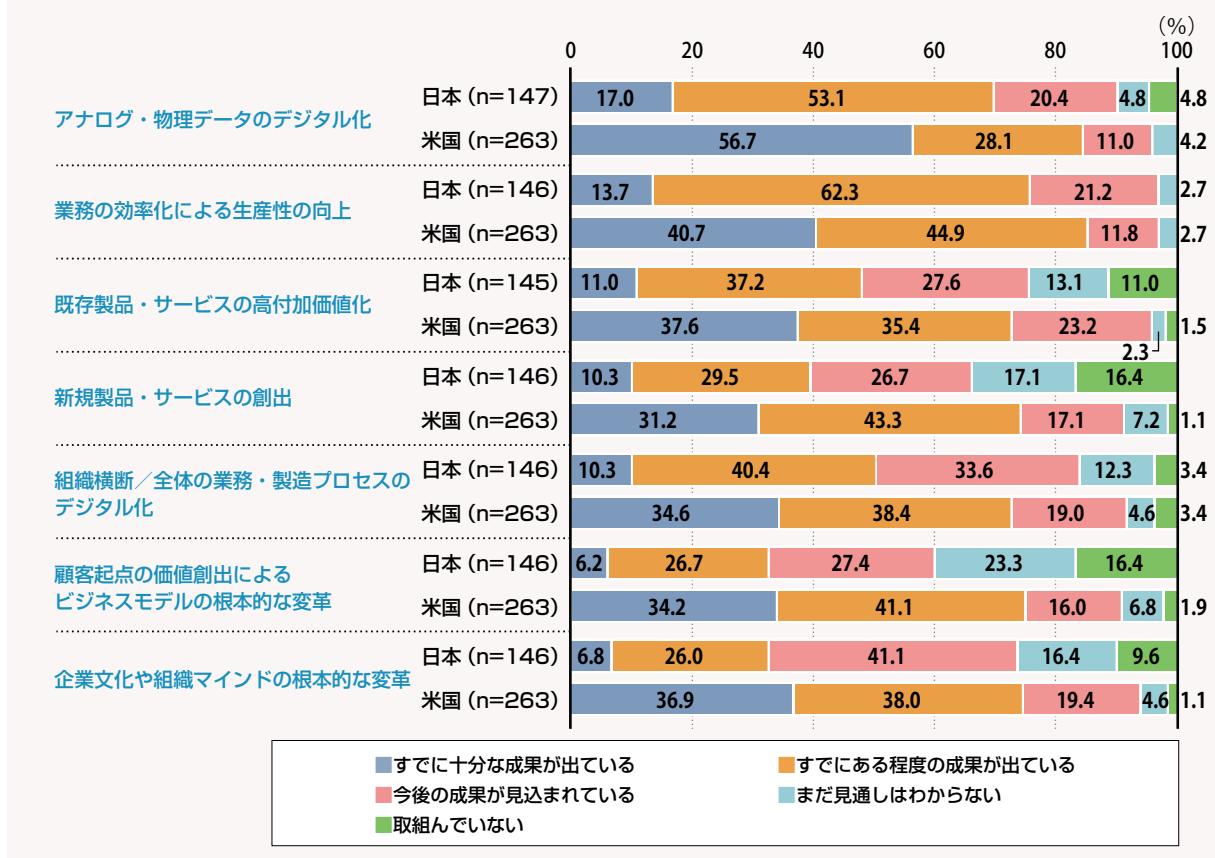
日本ではデジタルトランスフォーメーションの領域において成果が出ている企業はまだ少ない状況である。

* 2 「DX レポート 2（中間取りまとめ）」経済産業省
<<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201228004/20201228004-2.pdf>>

* 3 同上

* 4 同上

図表23-5 DXの取組内容と成果

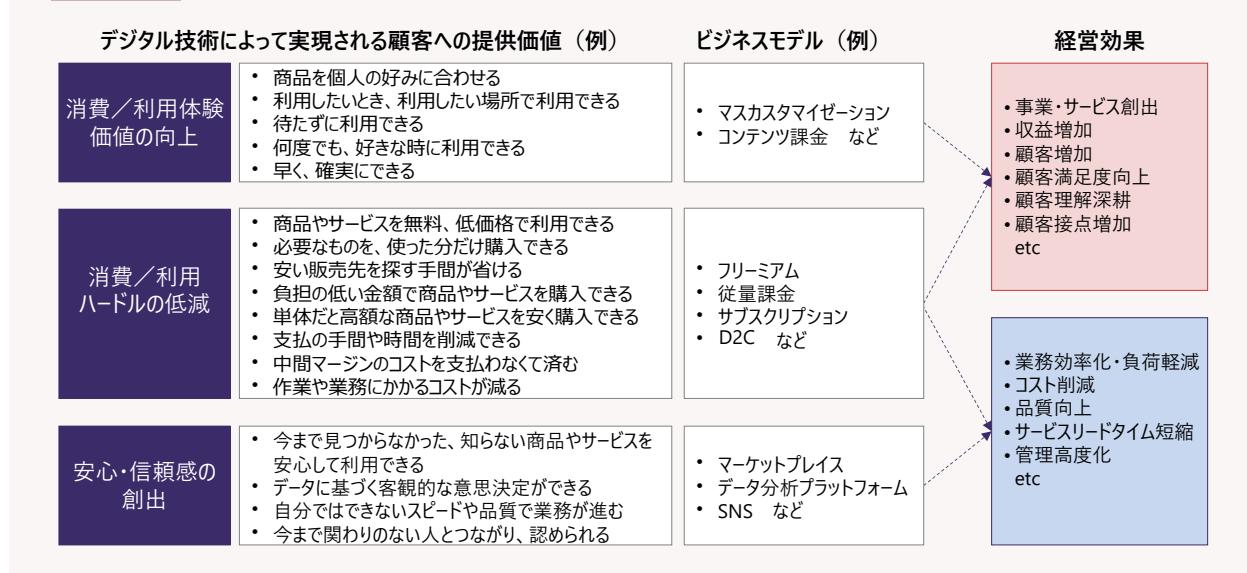


※集計対象は、DX取組の成果において「成果が出ている」と回答した企業

(2) デジタル技術によって実現する顧客への価値提供

DX戦略を策定するうえでは、社会の課題や顧客の課題に対して、どのような価値を提供し、どのように解決をするか考えることが重要である。デジタル技術を用いて実現される主な提供価値とビジネスモデル(例)を示す(図表23-6)。

図表23-6 デジタル技術によって実現される顧客への提供価値と経営効果



デジタル技術を活用することによって提供できる価値をいくつかの先進事例からみると、「消費／利用体験価値の向上」「消費／利用ハードルの低減」「安心・信頼感の創出」の三つに分類することができ、価値提供を考える際の一つの目安とすることができる。

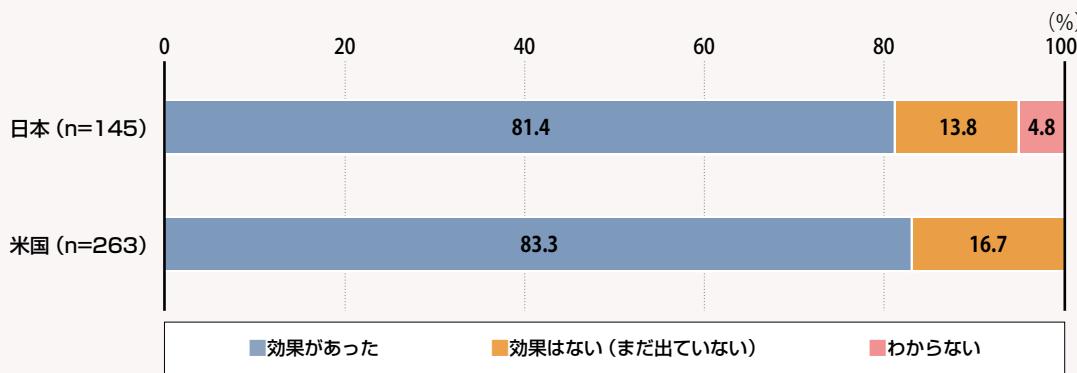
「消費／利用体験価値の向上」は、商品やサービスの改良・開発によって、顧客が利用したいときにサービスを利用できるようにすることや顧客の好みにあわせた商品・サービスが利用できるようになることで、顧客にとって商品やサービスを利用する価値が高まることにデジタル技術が活用される。たとえば、物理的なパッケージメディアなどのアナログで提供されていた商品をオンラインでコンテンツとして販売することや、リアル商店に出向いてパッケージされたままに商品を買うのではなく、オンライン上で商品をカスタマイズするサービスを利用することなどが該当する。

「消費／利用ハードルの低減」は、オペレーションやサプライチェーンの見直し、収益モデルの見直しにより、商品やサービス自体を利用するコストの低減や決済の手間をなくすことで、商品やサービスを購入するハードルを下げることにデジタル技術が活用される。自動で契約が継続されるサブスクリプションモデルや中間事業者のマージンを排除したD2C (Direct to Customer) モデルなどが該当する。

「安心・信頼感の創出」は、商品やサービスの提供者に評価情報を付与したり、消費者と商品やサービスの提供者が取引を円滑に行うための仕組みを提供したりすることで、お互いの信頼感を醸成し、今まで出会うことの少なかった多種多様な商品やサービスを安心・安全に消費・利用できるようにデジタル技術が活用される。サプライヤーとユーザーが自由に参加し価値を交換できるマーケットプレイスや、参加者同士が交流したり関係性を深めたりするSNSなどが該当する。

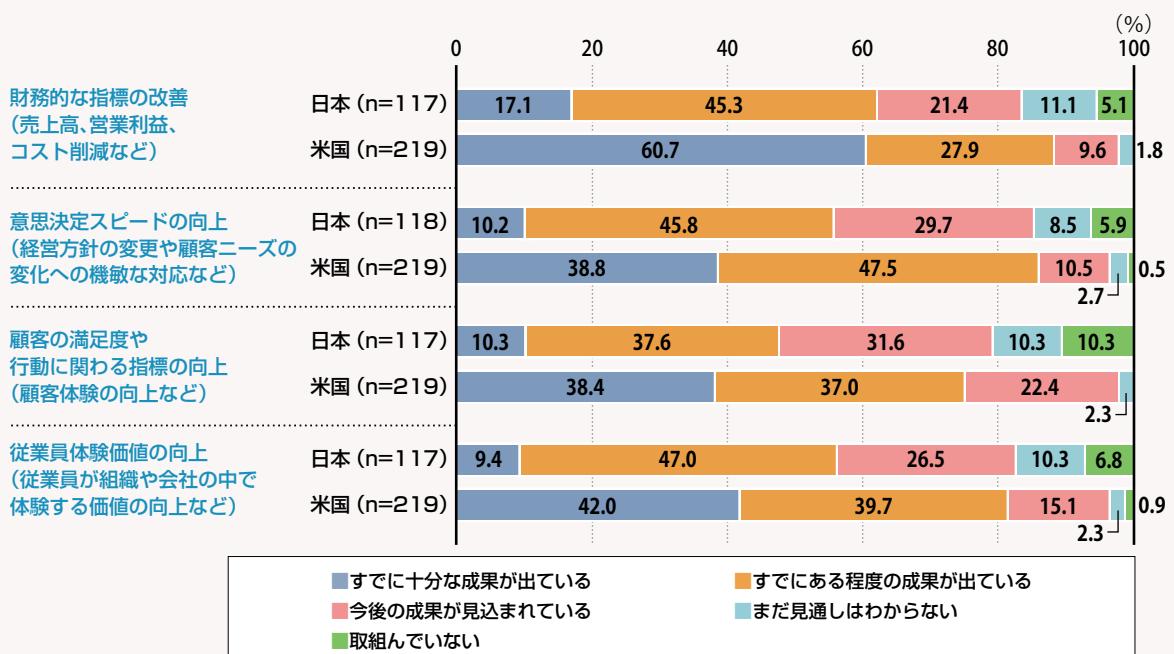
DXの取組において、目的に沿った効果があったか尋ねた結果を示す(図表23-7)。「効果があった」の回答は日本企業81.4%、米国企業83.3%の割合を示す。また、「効果があった」回答者へ具体的な取組ごとに効果の状況を尋ねた結果を示す(図表23-8)。「財務的な指標の改善(売上高、営業利益、コスト削減など)」は「すでに十分な成果が出ている」と「すでにある程度の成果が出ている」を合わせた比率は、日米企業で6割を超えるが、日本企業は「すでに十分な効果が出ている」割合が17.1%、米国企業は60.7%であり、大きな差が見られる。

図表23-7 DXの取組の目的に沿った効果



※集計対象は、DX取組の成果において「成果がでている」と回答した企業

図表23-8 DXの取組内容と効果



※集計対象は、DXの取組の目的に沿った効果において「効果があった」と回答した企業

経営戦略とDXの取組を関連付けるには

株式会社三菱ケミカルホールディングス 執行役員 Chief Digital Officer 浦本 直彦

予測できない大きな変化に俊敏に対応し、継続して成長していくために、企業においてデジタルトランスフォーメーション(DX)の取組が加速してきている。データを帰納的に活用する統計的機械学習に代表される人工知能(AI)やInternet of Things (IoT)などのデジタル技術を活用することで、業務の改善や変革へつながる事例が出始めている。さらにはDXが、“AI”において起きたように、都合のよい言葉として過熱気味に語られることも多い^{*1}。

一方で、DXに取組んでいるけれども、なかなか大きな変化につながらないという声も多い(筆者自身の感覚もある)。いくつかの原因を考えられるが、本質的な課題は、DXへの取組と経営戦略がなかなか関連付けられないことではないだろうか。

DXの取組の起点となるデータ分析による生産工程や業務プロセスのデジタル化、自動化、最適化に関するプロジェクトは、実証実験(PoC)から入ることが多い。そもそもDXを目指すプロジェクトのすべてが成功するわけではないので、アジャイル開発のやり方を取り入れて、小さく始め失敗を許容する文化を醸成することが重要である。それらのプロジェクトを単なるPoCと終わらせず、つなげて大きくしていくためにも、傘となるDX戦略とプロジェクトの関連付けが必要であることはいうまでもない。しかし、デジタル技術は企業を変革するための手段があるので、DX戦略の上位に経営戦略があり、DX戦略を経営戦略の実行エンジン

として位置づけるべきである。ただし、経営戦略とDX戦略を実際に結び付けるのは、実感としてもなかなか難しい。筆者が所属する三菱ケミカルホールディングスでは、2017年に変革のための活動の起点となる組織を設置した。以来さまざまな活動を行っているが、自分たちの活動がどのように経営戦略を担っていくかについては、現在でも課題の一つでもある。この課題に対し、どのような工夫をしてきたかを以下にまとめた。

筆者は、DXには「連続的なDX」と「破壊的なDX」があると考えている。前者は、既存の業務プロセスが大きく変わるわけではないけれども、データ分析や自動化などにより、コスト削減や売り上げ増につながる取組である。後者は、顧客が持つ課題に寄り添いながら、プロセスそのものの変革や新しいビジネスモデルを創出するものである。創出する価値の性質は異なるが、どちらもとくに現業を持つ企業においては重要な活動であり、これを両方継続して行うことが大事だと考えている。

それぞれのプロジェクトを、人も含めて「点を線へ、面へ」つなげていくかが重要である。それらを経営戦略や事業戦略と関連付けるために、経営層や事業責任者と議論し、大きな戦略の中で重要テーマについて合意しつつ、その中に各プロジェクトを位置づけている。また、複数のプロジェクトから横展開可能な共通要素が見いだせないか、複数のプロジェクトを統合して大きなプロジェクトにならないかをモニ

* 1 DXが言葉通り変革を意味するものだとすると、時折耳にする「DXを導入する」「DXを適用する」という表現には違和感がある。

タリングし、トップダウンとボトムアップの両面から経営戦略とDX戦略を結び付ける活動を行っている。

2021年2月、三菱ケミカルホールディングスは、事業説明会において、DXグランドデザインを発表した^{*2}。同社における経営戦略は、2020年2月に発表したKAITEKI Vision 30であり^{*3}、2050年における目指すべき社会像と企業像からバックキャストして2030年に向けた取組を定義している。DXグランドデザインの作成においては、この経営戦略を実現するためにデジタル技術がどのように活用できるかという議論を最初に行った。その過程で、経営とDXの言葉をつなぐためにDXビジョンが必要であるとの結論に達した。そこで「ヒトとデジタルの協調による、持続可能な未来に向けた新しい価値創出への変革」というDXビジョンを掲げ、それを支える7つのDXイニシアティブを定義した。現在は、各事業会社のDX関連部署と共にこのDXイニシアティブに連なるプロジェクトを関連付け、共通要素の洗い出しや、イニシアティブをまたがる活動の醸成を行っている。

経営戦略の重要な要素の一つが、事業ポートフォリオ戦略である。事業ポートフォリオの分類には複数のフレームワークがあるが、たとえば、企業の強みや市場の成長率からみて、今後伸ばしていく成長事業や着実に利益を生む基盤事業、有望であるものの成長事業とするためにテコ入れが必要な事業などがあり、それぞれの事業分類でDXの取組の利き所が異なる。たとえば、基盤事業に対しては徹底的な効率化を目指した連続的なDXが必要であるし、成長を見込めるものの差別化の点でテコ入れが必要な事業には破壊的なDXが必要だろう。大きな投資が伴う成長事業には、連続的DXと破壊的

DXの両方を仕掛けていく。企業の事業ポートフォリオ戦略に対して最適なデジタルの道具を提供していくことで、経営戦略に寄りそったDX戦略とその遂行が可能になると想っている。

最後に、経営戦略を支えるという観点で、組織のあり方についても考えてみたい。DXを進めるうえでは、サイロ化した組織の壁や非効率な業務プロセスを破壊するパワーと共に、異なる組織をつなげる機能が必要になる。たとえば開発、製造、販売、最終的には顧客までのバリューチェーンを端から端までつなげ可視化、最適化、自動化することで、新しいサービスの構築に結び付けることができる。また、IT部門とデジタル部門は、従来は異なる目標と速度感を持つ組織であるが、両者を連携して動かすことでデジタル技術の活用が全社に広がり、トップダウンとボトムアップ両方で変革を進めることができるだろう。三菱ケミカルホールディングスグループでもその方向に舵を切っている。

以上、筆者の経験を交えながら、とくにDXを経営戦略の中でどう捉えるかについて述べた。現在過熱気味に語られるDXであるが、その意味するところは企業の変革そのものであり、DXという言葉がことさらに口の端に上らなくなることこそが、あるべき姿なのかもしれない。同時に、DXはゴールというより変革への道筋でもある。経営層、中間層、現場を巻き込みながら継続してこの道筋をたどっていきたい。

* 2 <https://daiwair.webcdn.stream.ne.jp/www11/daiwair/qlviewer/pdf/2103134188s0wj7p.pdf>

* 3 <https://www.mitsubishichem-hd.co.jp/group/kv30/index.html>

日本企業に求められる「攻めのDX」

ネットイヤーグループ株式会社 取締役 チーフエバンジェリスト 石黒 不二代

守りと攻めの二つのDXの違いを認識する

DXというと思い浮かぶのが生産性の向上やペーパーレスという言葉だ。もちろん、これらは、欧米に比べ生産性が低いとされる日本企業には、必ずやり遂げなければならないDXである。しかし、日本企業はこれに留まっていてはいけない。これら、ステークホルダーが主に従業員である守備のDXを「守りのDX」と名付けるとすれば、ステークホルダーが主に顧客となる、企業のビジネスモデルの抜本的な改革、新規事業、新しいデジタルの顧客接点の構築、デジタルマーケティングの恒常化などの、デジタルを使って新しい付加価値を生み出していく「攻めのDX」が同じように必要である。

守りのDXでは、コスト削減が実現し、ボトムラインを最小化できる。攻めのDXでは、トップラインを最大化できる。実は、結果として、両方とも営業利益が上がるという同じような効果をもたらすのだが、顧客や株主からの見え方は、全く違っている。前者を行えば、会社は筋肉質になり、付加価値の高い仕事に移行した従業員の満足度が上がるはずだが、後者は、事業の付加価値の向上、多角化、市場占有率の上昇、ブランド価値や顧客満足度の向上などをもたらす。

DXのプロセスはトップがビジョンを示すことから始まる

さて、両方ともDXを実行する手段としては、システム開発ということになるわけだが、比較的ビジネス要件やシステム要件が決めやすい守りのDXと違って、攻めのDXの担当者は、そもそも何をやればいいのかわからないという問題を抱えている。それは、攻めのDXの目的事項や変革のレベルが会社ごとに違うからである。そこで、攻めのDXを進めるプロセスの第一に求められるのは、企業トップがビジョンを示すことにある。何でもいいからDXをやれ！ということではない。デジタルを使った新しいサービスのデザイン、言葉を変えれば、顧客体験がどう変わるかというビジョンをトップ自ら示してほしい。

コロナ禍で存続の危機に立たされた飲食業界を例にとってみよう。企業トップが発するビジョン＝最高の顧客体験は、今まで物理的なお店に足を運んでくださったお客様に、家で、安心して今までと同じ、もしくはそれ以上のクオリティーの食を提供すること、などがあるだろう。

DXとはシステムだけでなく業務の改革である

このビジョンを受けてこそ、担当者はサービスのデザインを行うことができる。コーヒーショップであれば、お店にくる前にオーダーができること、受取りの時間が指定できてお店での滞在時間を最小にできること、物理的に余裕がある店舗では、ドライブスルーがよりよいだろう。スーパーマーケットであれば、夫婦ともに在宅となりランチの支度に忙しいカップルには、簡単なランチメニューをスーパー 자체が提供し、そのメニューに必要な食材をスーパーに訪れることなくオーダーできる仕組みと宅配かもしれない。

さらにこのサービスデザインを受けて、ビジネス要件を固めていく作業が次にくる。上の新しいサービスの実現のためには、予約システム

ができるアプリ開発、ECや決済システム、在庫の一元管理、さらに、宅配システムの開発や宅配業者との連携などが必要になる。また、システムだけでなく、業務の変更が必要になることも忘れてはいけない。メニューの開発や宅配のためのピッキング作業、また、顧客の受取り時間に合わせる業務プロセスの見直し、まさにDXとは、顧客体験をよりよくするためのシステム投資の話だけではなく、全体の業務の改革の話である。

中小企業がDXを実施するために

とは言え、このようなシステム開発や業務改革ができる企業は限られている。つまり、大企業であれば、システムの自社開発も可能であり、大掛かりな業務の変更に取組む必要があるが、中小企業がこれらを自前で行うことは不可能に近い。その場合でも企業トップが同じビジョンを掲げることがスタートの大前提であることは変わりないが、それ以降の手段が異なってくる。実は、今までのECシステムは、自前の開発でもパッケージの利用でもかなりの高額なものがほとんどだったが、DX需要の高まりを受けて、安価なクラウド型サービスが普及し始めている。だから、中小企業においては、適切なシステムの選定を行うことが重要になる。ここで気をつけたいのは、クラウドベースのSaaSを採用すると、その仕様が現存の業務と合わないことが頻発する。SaaSのプロバイダーに新しい仕様を要求することや、APIとして提供されるアプリケーションを導入することも必要だが、それでも全ての業務に合うわけではない。そうすると、反対に業務をサービスに合わせることが必要となるのだが、実は、それは正しい選択である。DXの本質は、業務にデジタルを導入することなく、今後のデジタル化に合わせ、業務自体を改善することだからである。根本から業務を見直

してみると、必ず効率化が実現するのだ。

システム開発の終了はDXの始まりと思え

さて、これら、システム開発や業務の変更が実現したとしても、それがこの変革の終わりではない。むしろ始まりと言つていいだろう。つまり、これらシステムを導入した後には、デジタルの顧客接点が増えることになるので、そこからさまざまなデータが取れることになる。つまり、システムや業務を設計する際には、導入後にどんなデータを収集したいのか、また、それらのデータとデータをつなぐことにより、よりデータに意味を持たせられるのかを考えておく必要がある。それらのデータを分析することにより、顧客の今まで見えなかった行動や嗜好がわかってくる。だからこそ、どんな行動やどんな嗜好を知りたいのかをKPIとして持っていること、ひいては、そのKPIが測れるシステムにすることが重要なのだ。

最後はDXが文化に組み込まれること

シリコンバレーで働く知人たちにDXの話をすると、時にはDXとは何だ?という質問をうける。もちろん、シリコンバレーの会社だからデジタルで変革が起こっていないわけがない。質問の意味は、なぜ今更、DXという言葉を使って会社の変革を目指すなどということをしているのかということである。デジタルを使って会社を「変革し続ける」ことは当たり前の話。つまり、会社の文化にDXが組み込まれ、常にデジタルで改善がなされる会社、それがDXの最終目標なのだと思う。

システムを導入しました、そのシステムからデータが取れるようになり、顧客のことがよりわかるようになりました。だからこそ、デジタルによる改善が続けられます、そのような文化が根付く会社が真のDX企業と呼ばれるだろう。

(3) 価値創出に至るまでのアジャイルでの継続的な推進プロセスの必要性

DXは、ニーズの不確実性が高く、技術の適用可能性もわからない、予測困難な状況下において推進することが求められる。そのため、緻密な計画を策定し、着実に推進するよりは、状況に応じて柔軟かつ迅速に対応していくことが必要である。また、新たな価値を創出していくことが求められるDXにおいては、あらかじめ最終的なビジネスのあり方やサービスを具体的に定義することは困難であり、試行錯誤しながら進めていくことが必要不可欠である。そこで、そのような状況に対応するDXの実現手段として、アジャイルな取組が求められている。アジャイルな取組とは、企画、実行、学習のサイクルを継続的かつスピード感をもって反復することである。

米国では多くの企業においてアジャイルな取組が進められているが、うまくいかないケースも少なくない。アジャイルで取組を進めていくうえでは、人材、組織・役割、プロセス・ルールの3点に留意が必要である。

人材面では、アジャイルマインド(俊敏に適応し続ける精神)や、心理的安全性を確保すること(失敗を恐れない・失敗を減点としないマインドを大切にする風土づくり)が求められる。

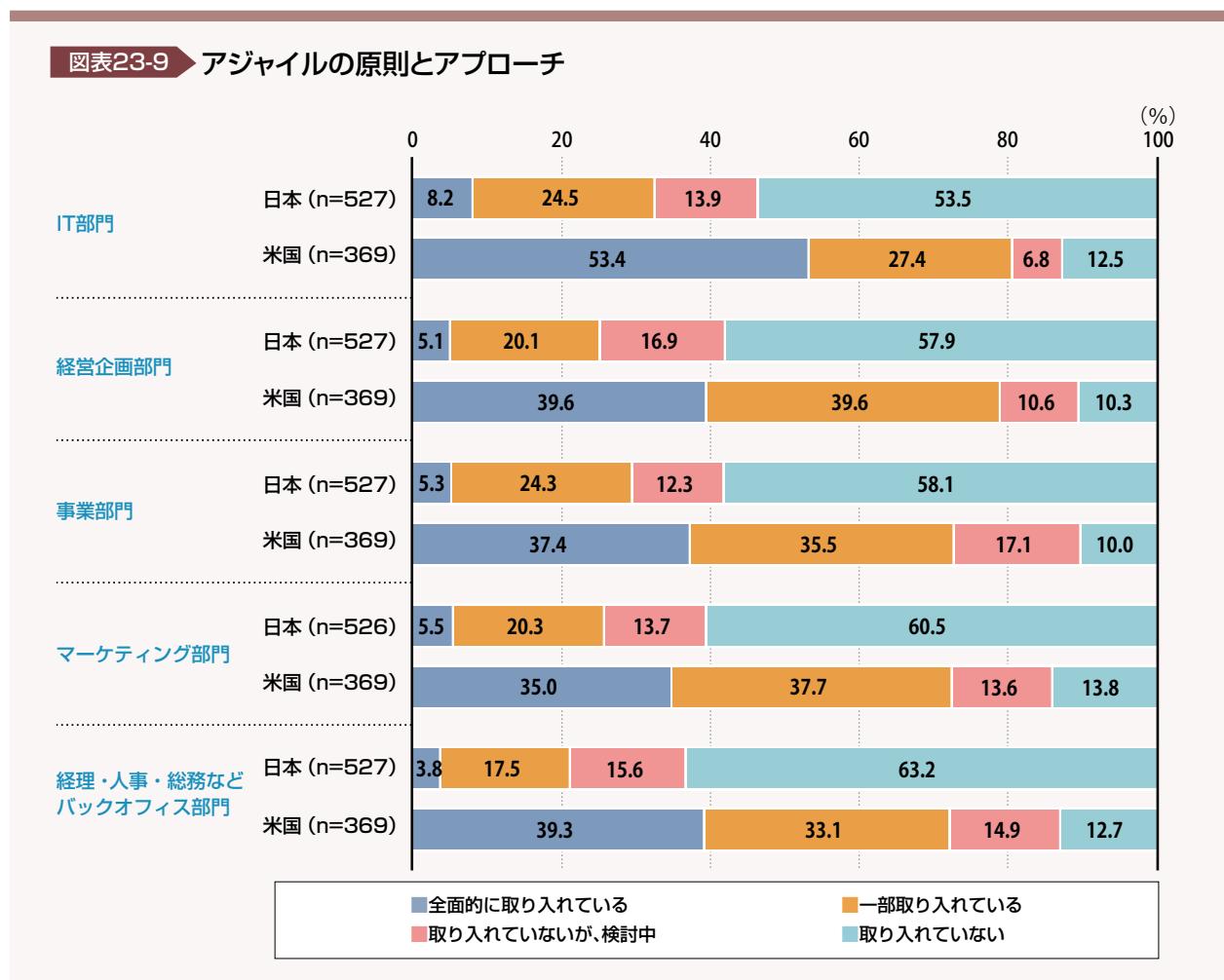
組織・役割の面では、部門ごとの力関係や責任・役割が局所的に分割されてしまい、協調して活動がしにくいケースも多い。課題解決に対して必要なスキルと責務を担った人材から構成される機能横断チーム(フィーチャーチーム)を組成するなどの対応が求められる。

最後にプロセス・ルールでは、従来の画一的な社内プロセス・ルールの見直しが必要である。変革の目的を損なうことなく新たな取組が円滑に進むようにプロセス・ルールの見直しを図ることが必要である。

このようにアジャイルな取組を進めるうえでの留意点を理解し、アジャイルで継続的に進められる環境を整備していくことが、DXを実現していくうえで重要となる。

アジャイルの原則とアプローチを組織のガバナンスに取り入れているか尋ねた結果を示す(図表23-9)。日本企業においてはいずれの部門においても取り入れている割合が5割に届かず、「取り入れていない」割合が5割を超える。米国企業ではいずれの部門も取り入れている割合が高く、「取り入れていない」割合は1割台にとどまる。

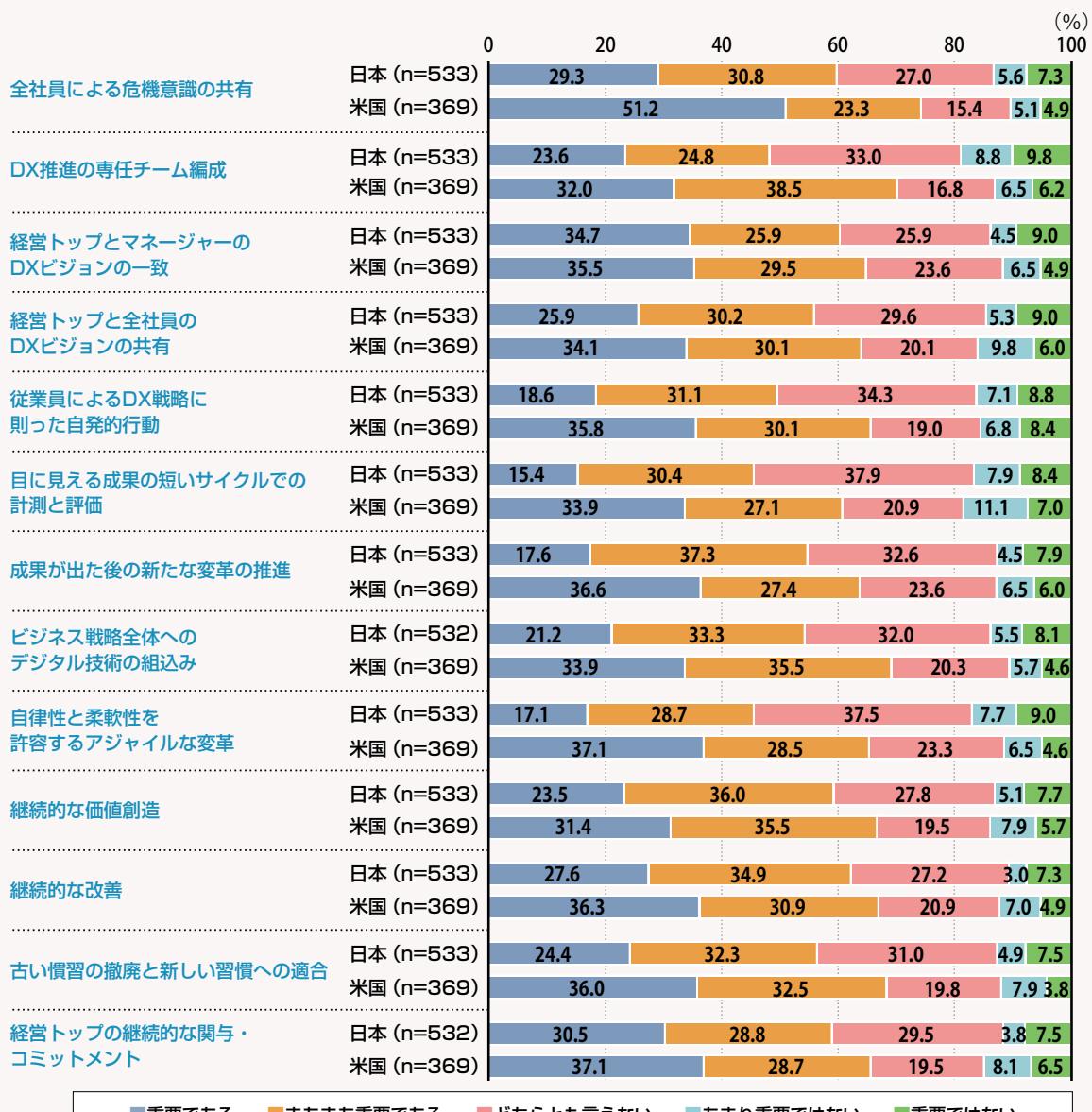
図表23-9 アジャイルの原則とアプローチ



DXによる価値創出に至るための組織の一連の行動であるDX推進プロセスごとにその重要度を尋ねた結果を示す(図表23-10)。「重要である」「まあまあ重要である」を合わせた割合が高いDX推進プロセスの上位3項目は、日本企業では「継続的な改善」62.5%、「経営トップとマネージャーのDXビジョンの一一致」60.6%、「全社員による危機意識の共有」60.1%となっている。米国企業の上位3項目は「全社員による危機意識の共有」74.5%、「DX推進の専任チーム編成」70.5%、「ビジネス戦略全体へのデジタル技術の組込み」69.4%となっている。

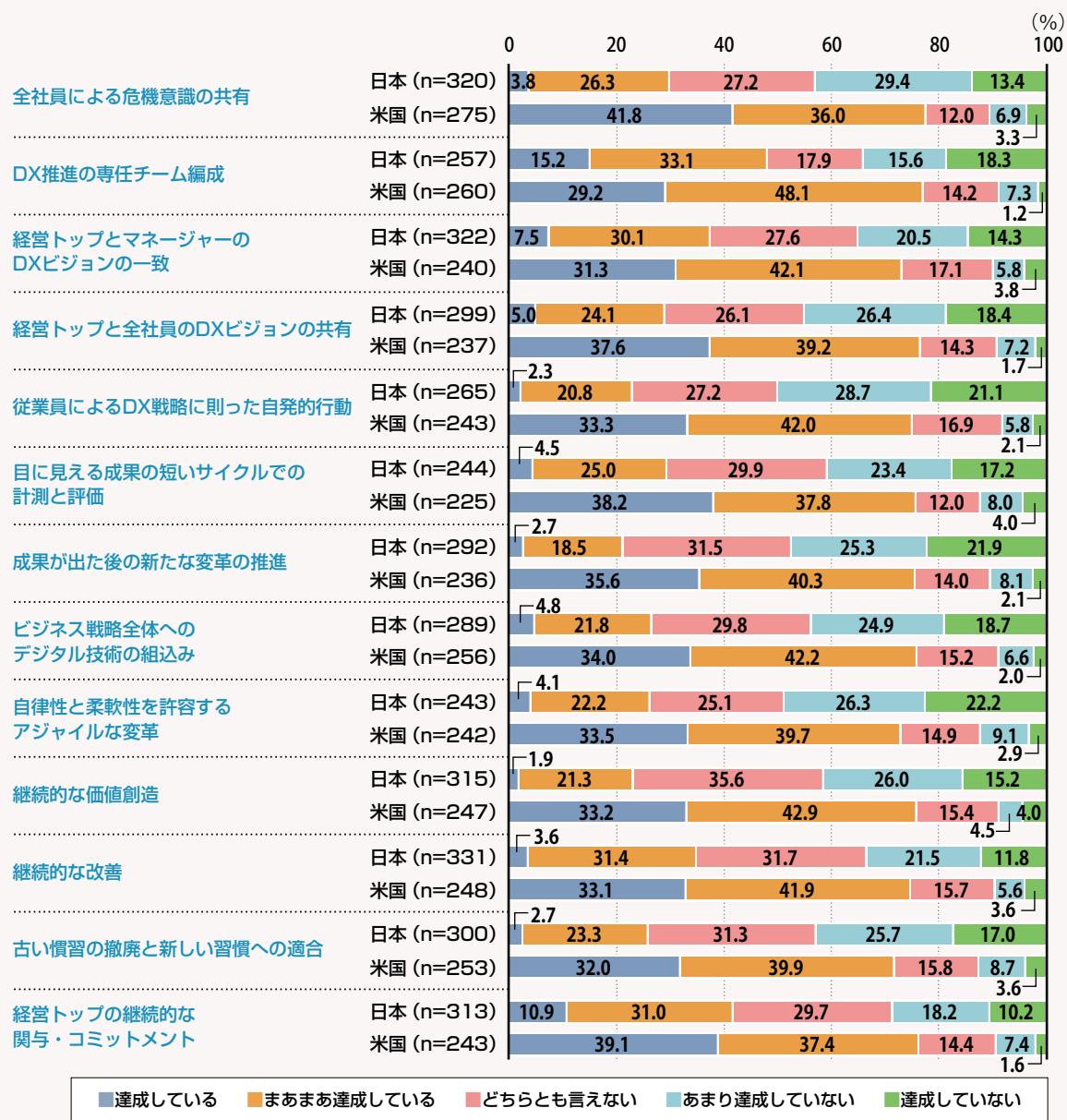
日米の差が大きい項目の上位3項目は、「DX推進の専任チーム編成」で日本企業48.4%に対して米国企業70.5%、「自律性と柔軟性を許容するアジャイルな変革」で日本企業45.8%に対して米国企業65.6%、「従業員によるDX戦略に則った自発的行動」で日本企業49.7%に対して米国企業65.9%となっている。

図表23-10 DX推進プロセスの重要度



DX推進プロセスに対する達成度を示す(図表23-11)。米国企業は各プロセスの「達成している」「まあまあ達成している」を合わせた割合が7割となっており、重要度の高いDXプロセスを適切に遂行していることがうかがえる。一方、日本企業は各プロセスに対して「達成している」「まあまあ達成している」を合わせた割合は3割程度が多い。各プロセスを重要としているが、実際の取組が思うように進んでおらず、達成度が低いのが日本のDXの現状であると言える。

図表23-11 DXプロセスの達成度



※集計対象は、DX推進プロセスの重要度で「重要である」「まあまあ重要である」と回答した企業

企業競争力を高める経営資源の獲得、活用

企業がデジタル企業へと変革するためには、DXを推進するために必要となる組織や人材、技術、データなどの経営資源を獲得し、有効活用することが不可欠である。

第4章ではDXを推進するための組織や人材のあり方、ビジネスニーズと整合したITシステムとそのソーシング手段、データドリブン経営を実現するために不可欠となったデータの獲得や活用手段に対する戦略的な取組について論じる。

1 組織づくり・人材・企業文化

DXの推進にあたっては、経営層、業務部門、IT部門が協働してビジネス変革に向けたコンセプトを描いていく必要がある。そもそもDXとはどういうもので、自社のビジネスにどのように役に立つか、どのような進め方があるのかなどについて最低限の共通理解がなければ議論を進めることができない。すなわち、DXを推進する関係者の間で基礎的な共通理解を初めに形成することが求められる。

DX推進のために経営資源の配分について経営トップと対等に対話し、デジタルを戦略的に活用する提案や施策をリードする経営層が最高デジタル責任者(Chief Digital Officer; CDO)である。

まず、CDOがどのような役割・権限を担うべきか明確にしたうえで、これに基づき、DXを推進するための適切な人材が配置されるようにすることが望ましい。

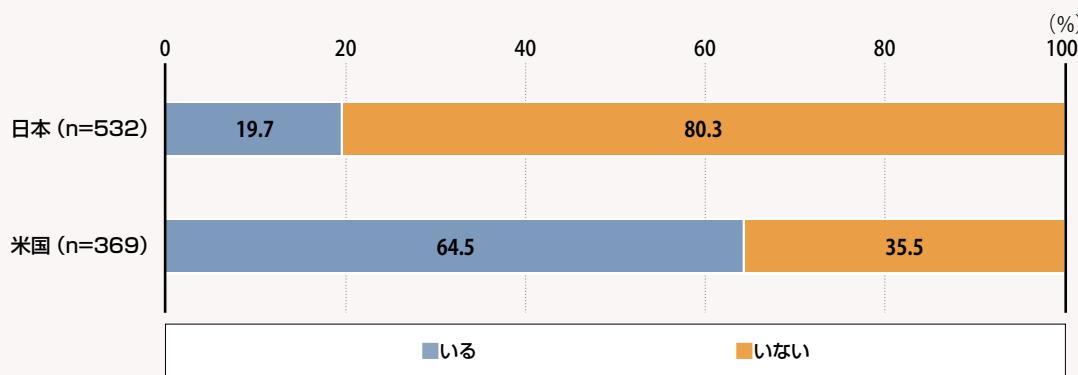
DXの推進においては経営トップの適切なリーダーシップが極めて重要である。競争領域に該当しない業務については業務プロセスの標準化を進めパッケージソフトウェアやSaaSを活用することによってIT投資を削減することができる。しかし、適切なリーダーシップが欠如しているとIT部門が業務部門の現行業務の支援にとどまり、業務プロセスが個別最適で縦割りとなってしまう可能性があり、DXの目標である事業変革を妨げる原因となってしまう恐れがある。さらに、この結果として大規模スクランチ開発を採用せざるを得ない、またはパッケージを導入しても多数のカスタマイズが必要になる、といったことが発生する可能性がある。

デジタル化に係る投資を行うためには、業務部門の業務プロセスの見直しを含めたIT投資の効率化にとどまらず、場合によっては不要となる業務プロセスと対応するITシステムの廃止・廃棄にまでつなげることが必要であり、こうした決断には経営トップのリーダーシップが欠かせない。

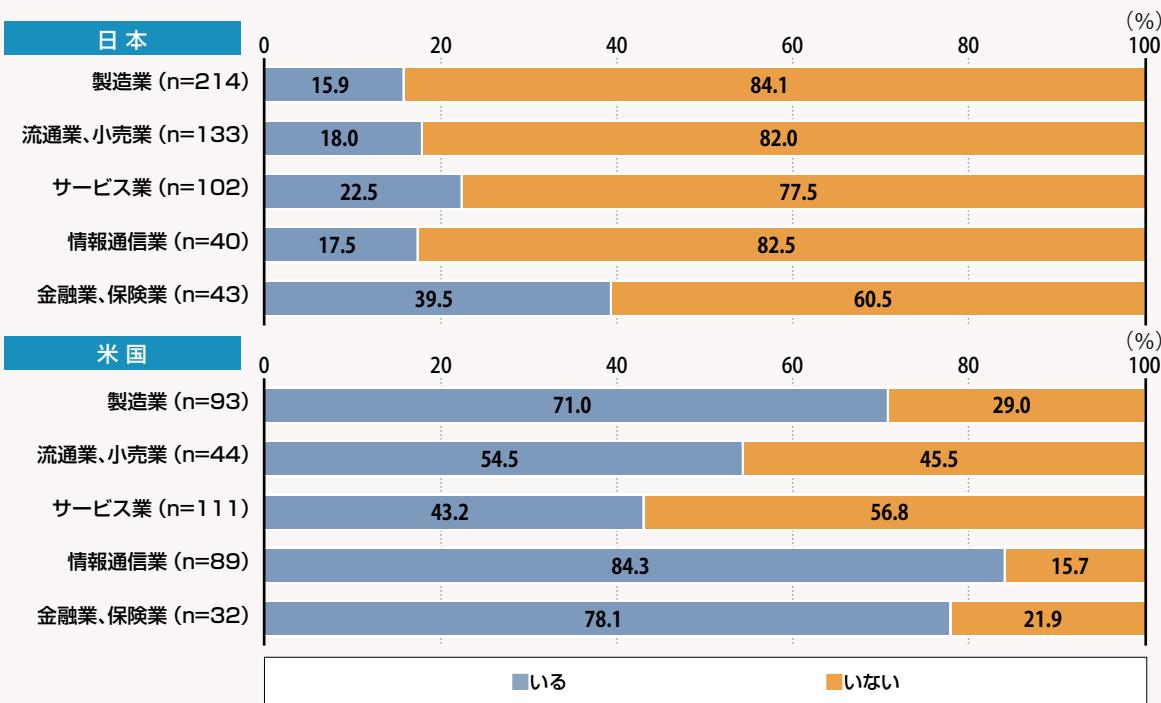
CDOの有無(図表24-1)について、日本企業においては「いる」が19.7%であった。業種別のCDOの有無(図表24-2)において、米国企業は「情報通信業」84.3%、「金融業、保険業」78.1%に次いで「製造業」が71.0%と高い割合を示すが、日本企業では「製造業」がもっとも低い15.9%である。日本企業は「金融業、保険業」39.5%を除き25%未満であった。

図表21-2 のDXへの取組状況(業種別)で示したように、米国と比べて日本の製造業はDXへの取組状況が遅れている。CDOの有無に代表される経営層のDXへのコミットメントの差が、取組の遅れの一つとなっていると考えられる。

図表24-1 CDOの有無

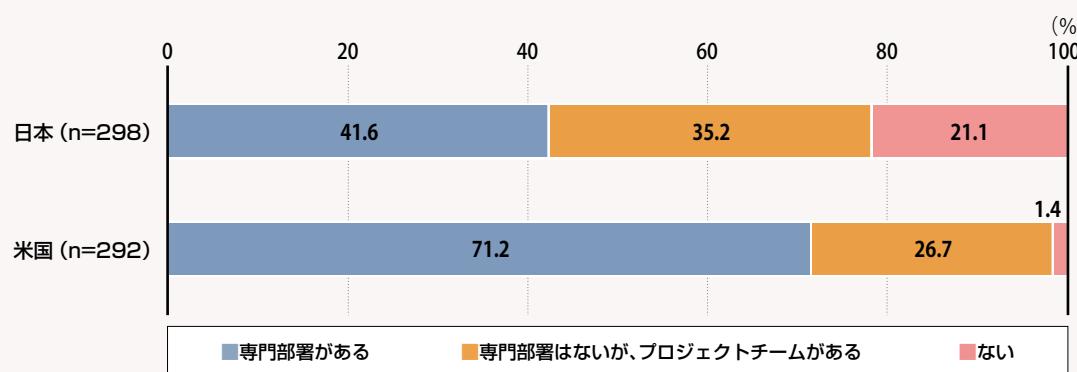


図表24-2 CDOの有無（業種別）



DXの推進やデジタルビジネスの強化などをミッションとする専門部署の有無を尋ねた結果を示す(図表24-3)。米国企業は「専門部署がある」割合が71.2%、「専門部署はないが、プロジェクトチームがある」割合が26.7%であり、専門部署設置のうえでのDXの推進、デジタルビジネスの強化が主流となっている。日本企業は「専門部署がある」割合が41.6%、「専門部署はないが、プロジェクトチームがある」割合が35.2%であり、また専門部署が「ない」割合は21.1%との結果を示し、専門部署の設置率は高くない。

図表24-3 DXの推進やデジタルビジネスの強化などをミッションとする専門部署の有無

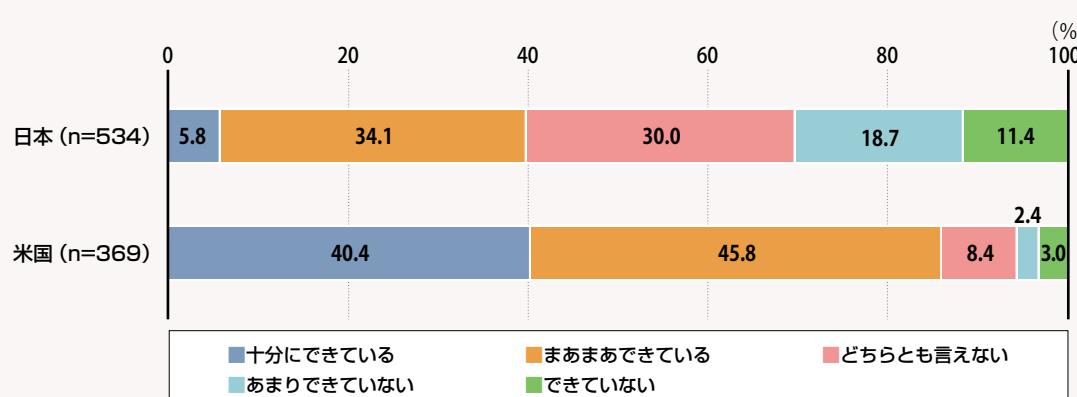


※集計対象は、DXへの取組状況で「全社戦略に基づき、全社的にDXに取組んでいる」「全社戦略に基づき、一部の部門においてDXに取組んでいる」「部署ごとに個別でDXに取組んでいる」と回答した企業

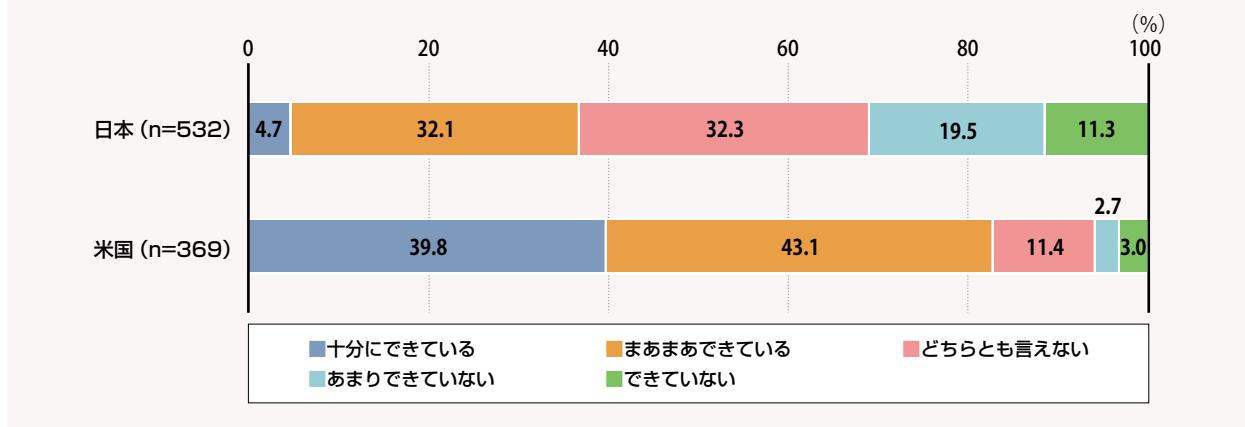
ビジネスモデルや組織風土など企業の変革を推進するために、どのような組織づくりができるか調べた結果を示す。

経営者・IT部門・業務部門が協調できているか尋ねた結果(図表24-4)において、日本企業は「十分にできている」「まあまあできている」を合わせて39.9%となっている。米国企業は「十分にできている」割合が40.4%であり、「まあまあできている」45.8%と合わせると全体の8割以上で経営者・IT部門・業務部門の協調ができている。また、部門間などの組織の壁を越えた協力・協業ができているか尋ねた結果(図表24-5)も同じ傾向を示している。

図表24-4 経営者・IT部門・業務部門の協調



図表24-5 組織の壁を越えた協力・協業

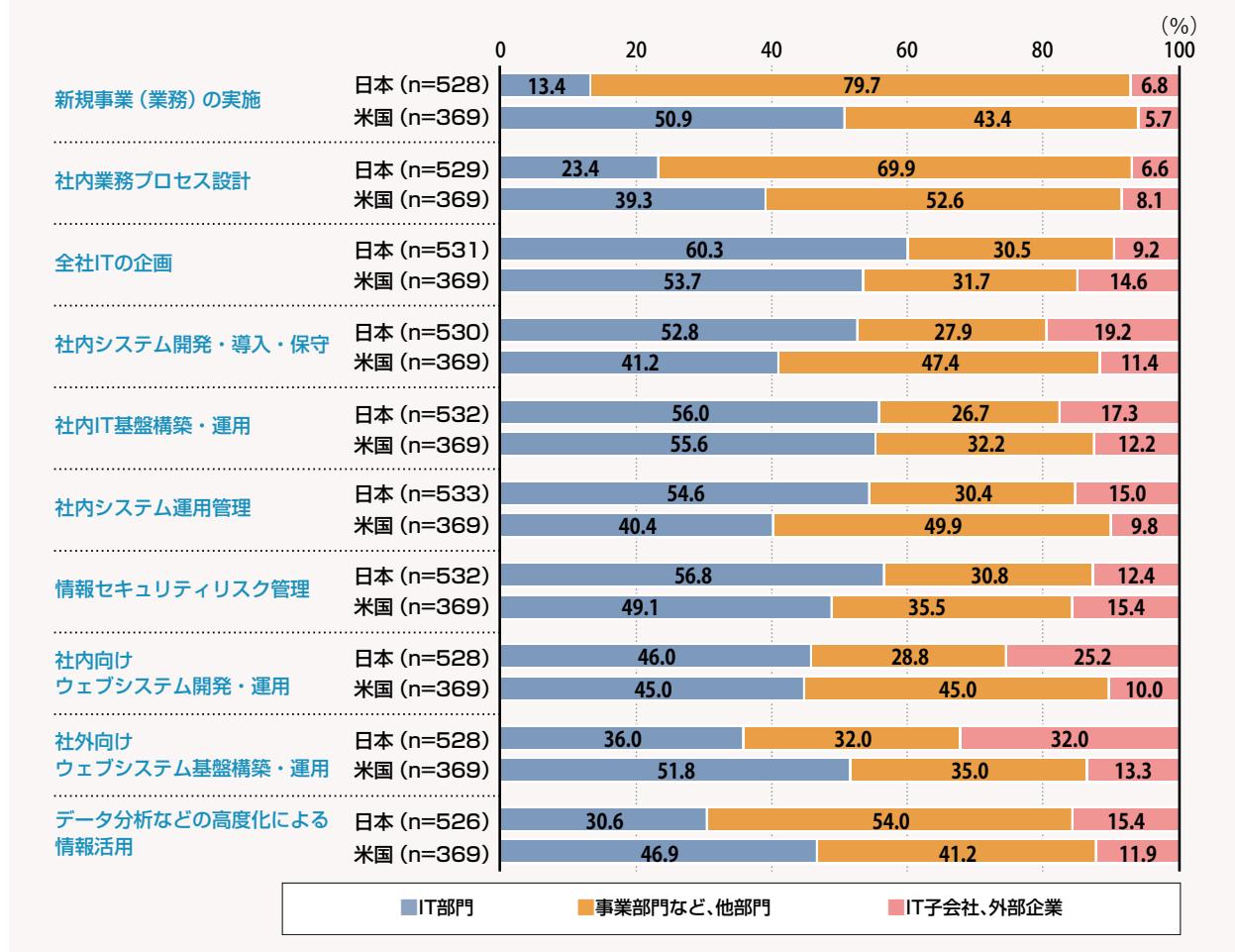


DXを推進するには、経営層の課題をデータとデジタル技術を活用していかに解決していくかという視点と、デジタルを活用することで可能となるまったく新たなビジネスを模索するという二つの視点がある。経営層や業務部門およびデジタル技術に詳しいIT部門が、互いに業務変革のアイデアを提示し、仮説検証のプロセスを推進していくことが求められる。

IT部門が既存の業務システムを管理するだけの役割にとどまっている例も聞かれるが、こうした対話をスムーズに実現するためには、IT部門が経営層や業務部門と対等な立場で議論できるよう、経営層がマインド・環境を変えていく必要がある。

IT業務内容ごとに、それを担当している部門・部署について尋ねた結果を示す(図表24-6)。日本企業においては「新規事業(業務)の実施」をIT部門が担当する割合は13.4%、事業部門、他部門が担当する割合が79.7%となっている。米国企業は「新規事業(業務)の実施」をIT部門が担当する割合が50.9%と高い。「全社ITの企画」「社内システム開発・導入・保守」「社内IT基盤構築・運用」「社内システム運用管理」「情報セキュリティリスク管理」「社内向けウェブシステム開発・運用」は日本のIT部門の割合が米国のIT部門の割合より高く、IT部門に社内のITシステムの業務を集中させている傾向にある。

図表24-6 IT業務を担当している部門・部署

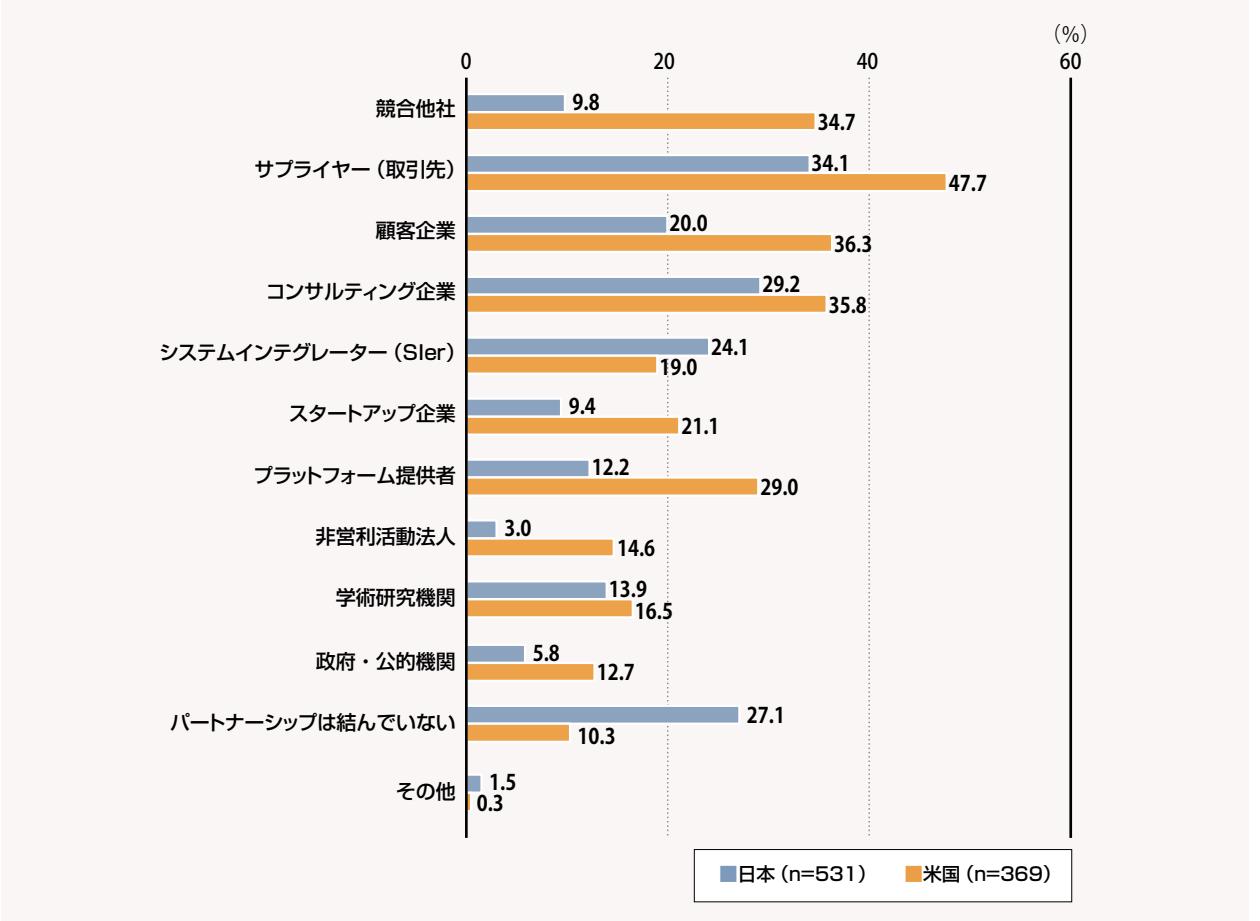


DXの推進にあたり、オープンイノベーション、社外アドバイザー・パートナーの活用、スタートアップ企業との協業など、これまでのIT分野での受発注関係と異なる外部リソースの活用も視野に入れる必要がある。また、新たなビジネスモデルを早急に実現するために、DX推進においてエコシステムなど、企業間提携を主導していくことも有効である。

ビジネスモデルの変革や新技術やデータの利活用を推進するためにどのような団体・組織と密接なパートナーシップを結んでいるか尋ねた結果を示す(図表24-7)。日本企業は「サプライヤー(取引先)」34.1%がもっとも高い割合を示し、次いで「コンサルティング企業」29.2%が続く。米国企業は「サプライヤー(取引先)」47.7%、「コンサルティング企業」35.8%以外にも、「スタートアップ企業」21.1%、「プラットフォーム提供者」29.0%と多様な外部パートナー関係を築いている。

「競合他社」の項目に対する日米の回答割合の差は顕著であり、米国は34.7%に対し日本は9.8%である。米国企業においては競合他社を巻き込んだエコシステム形成の文化や習慣ができている一方、日本企業は競合他社を提携候補として検討すらしていない可能性がある。

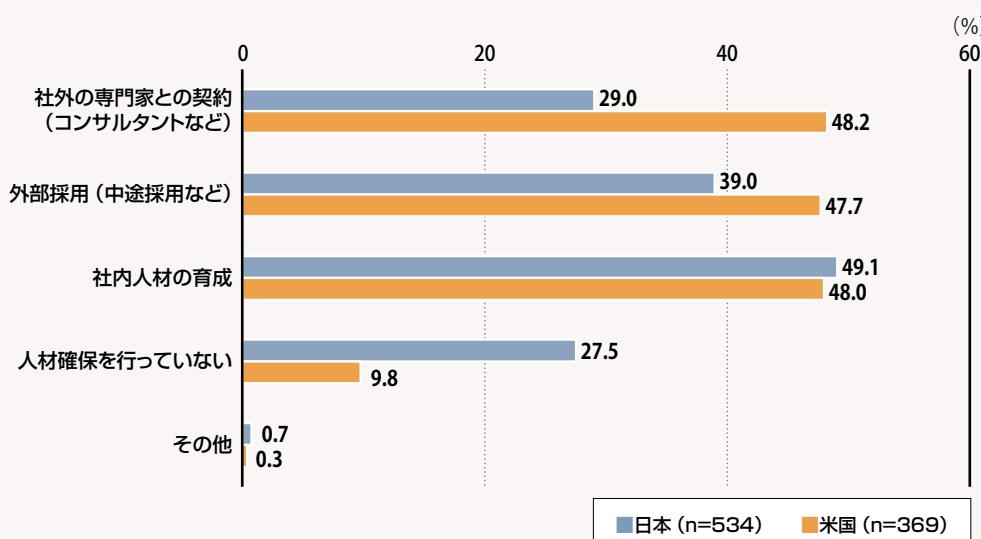
図表24-7 パートナーシップの提携(複数回答)



DXは企業が自ら変革を主導することにより達成されるものである。DXを推進するには、構想力を持ち、明確なビジョンを描き、自ら組織を牽引し、また実行することができるような人材が必要となる。このため、DXを推進するために必要となる人材については、外部のベンダー企業に任せるとではなく、企業が自ら確保するべきである。

ビジネスモデルや組織風土など企業の変革を推進するための人材をどのように確保しているのか尋ねた結果を示す(図表24-8)。日本企業は確保の方法として「社内人材の育成」49.1%がもっとも高い割合を示し、次いで「外部採用(中途採用など)」39.0%、「社外の専門家との契約(コンサルタントなど)」29.0%が続く。米国企業はいずれの項目も5割近い割合を示しており、外部提携と社内人材の確保と育成を戦略や状況に応じて使い分けているものとうかがえる。

図表24-8 变革を推進するための人材の確保(複数回答)



また、DXの推進においては、企業が市場に対して提案する価値を見出すためのデザイン思考などの方法論と、その価値提案を現実のシステムへ実装する技術者の役割が重要である。同時に、技術者のスキルの陳腐化は、DXの足かせとなってしまう。

したがって、常に新しい技術に敏感になり、学び続けるマインドセットを持つことができるよう、専門性を評価する仕組みや、リカレント学習の仕組みを導入することが解決案と考えられる。

また、副業・兼業を行いやすくし、人材流動や、社員が多様な価値観と触れる環境を整えることも重要である。

コロナ禍で多くの企業がテレワークをある意味強制的に導入することとなったが、同時に、個人に割り当てられた仕事の範囲を明確に線引きしないようなこれまでの働き方がうまく機能しない事態に直面した。今後は、テレワーク環境下においても機能するジョブ型の人材マネジメントの適用なども視野にいれる必要がある。

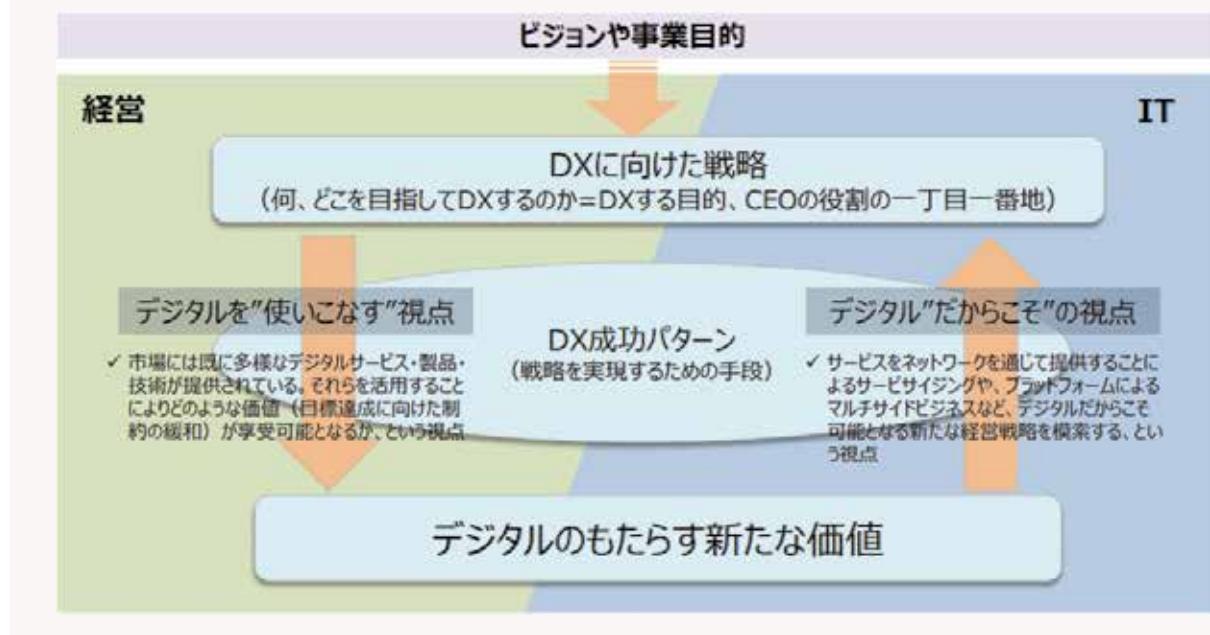
ジョブ型雇用の考え方とは、とくに、DXを進めるに際して、社外を含めた多様な人材が参画してコラボレーションするようなビジネス環境として一つの施策として考えられる。

ただし、とにかく雇用をジョブ型にすればよいということではなく、まずはジョブ(仕事の範囲、役割、責任)を明確にし、そのうえでさらに成果の評価基準を定めることから始めることが現実的である。

2 ITシステム・デジタル技術活用

DX推進にあたって、企業の経営者は主体性を持って、経営とITが表裏一体であるとの認識をもち、DXに向けた戦略を立案する必要がある。経済産業省は「DXレポート2」において、企業がDXの取組領域や具体的なアクションを検討する際の手がかりとなる「DX成功パターン」がDX戦略立案を支援するツールとして有効であるとしている。戦略を実現するためのDX成功パターンは、ITシステム、デジタル技術を「使いこなす」視点と、デジタル「だからこそ」の視点の二つの視点から策定することがカギとなる(図表24-9)。

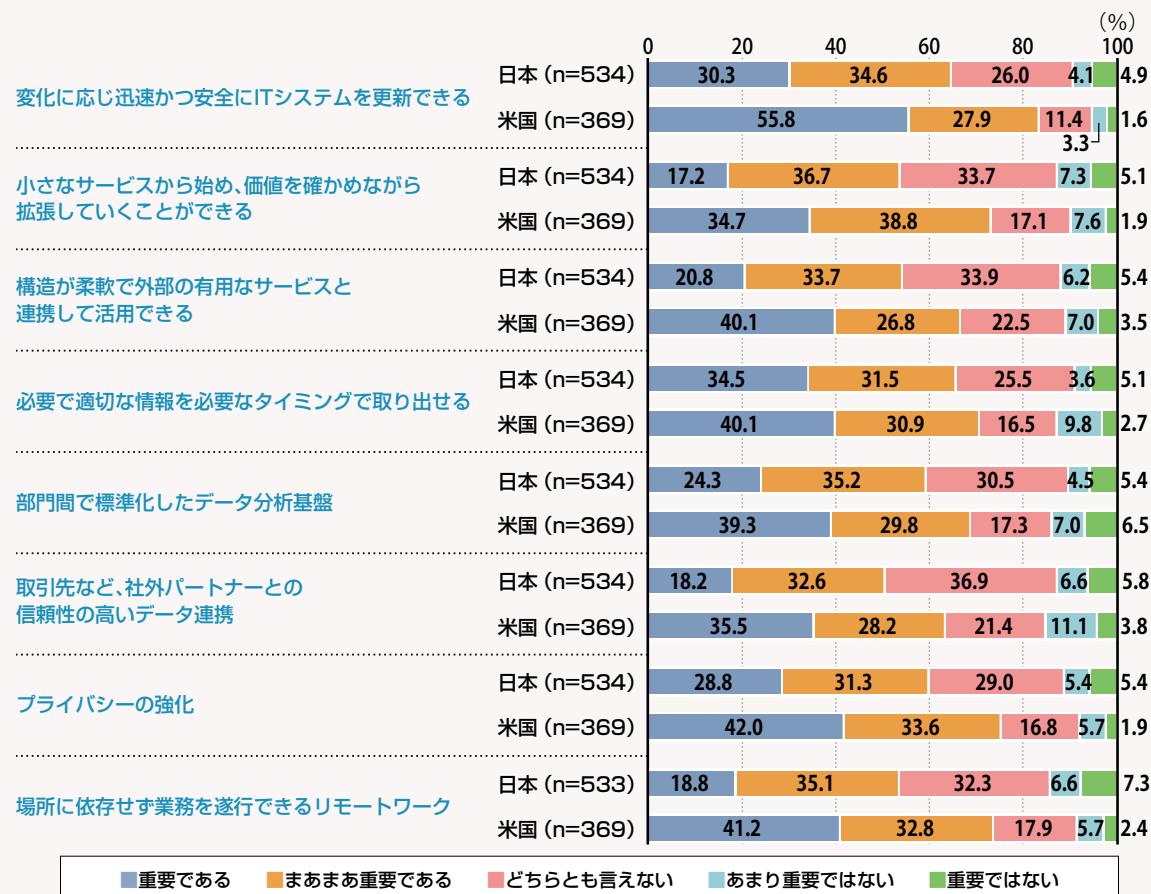
図表24-9 DX成功パターンの策定



出典：経済産業省「DXレポート2(中間取りまとめ)」

ビジネスニーズに対応するために、ITシステムにはどのような機能が重要だと考えているのか尋ねた結果を示す(図表24-10)。日本企業において「重要である」と回答した割合が高い選択肢は「必要で適切な情報を必要なタイミングで取り出せる」34.5%と「変化に応じ迅速かつ安全にITシステムを更新できる」30.3%であった。一方でアジャリティを実現するために必要となる「小さなサービスから始め、価値を確かめながら拡張していくことができる」は17.2%と、重要性の認識が低いことがうかがえる。

図表24-10 ITシステムに求める機能の重要度



企業の経営者は今後のシステムの利用に際し、自社の強みとは関係の薄い協調領域とビジネスの強みである競争領域を識別するとともに、協調領域におけるIT投資を効率化・抑制し、生み出した投資余力を競争領域へと割り当てていくことが必要である。

日本企業と米国企業を比較すると、日本企業のシステムは受託開発によってシステムを構築している割合が高い。また、パッケージソフトウェアを利用する場合もカスタマイズするケースが多い。一方、米国ではユーザー企業がパッケージを極力カスタマイズせずに利用し、複数のパッケージを組み合わせることでスピーディーに現場に導入することが一般的である。当然、組み合わせに不具合があった場合はユーザー企業の責任ということになる。

企業の経営者は、協調領域については自前主義を排し、経営トップのリーダーシップの下、業務プロセスの標準化を進めることでSaaS、パッケージソフトウェアを活用し、貴重なIT投資の予算や従事する人材の投入を抑制することができる。いわゆる、内製、外製など適切なソーシング手段の選択が重要である。

さらに、IT投資の効果を高めるために、業界内の他社と協調領域を形成して共同利用できるITシステムである共通プラットフォームの構築を検討すべきである。個社の投資余力が小さくても複数社が投資を行うことによって、充実した共通プラットフォームを整備することも期待できる。

共通プラットフォームは、特定業界における協調領域をプラットフォーム化した業界プラットフォームや、特定の地域における社会課題の解決のための地域プラットフォームなどが想定される。

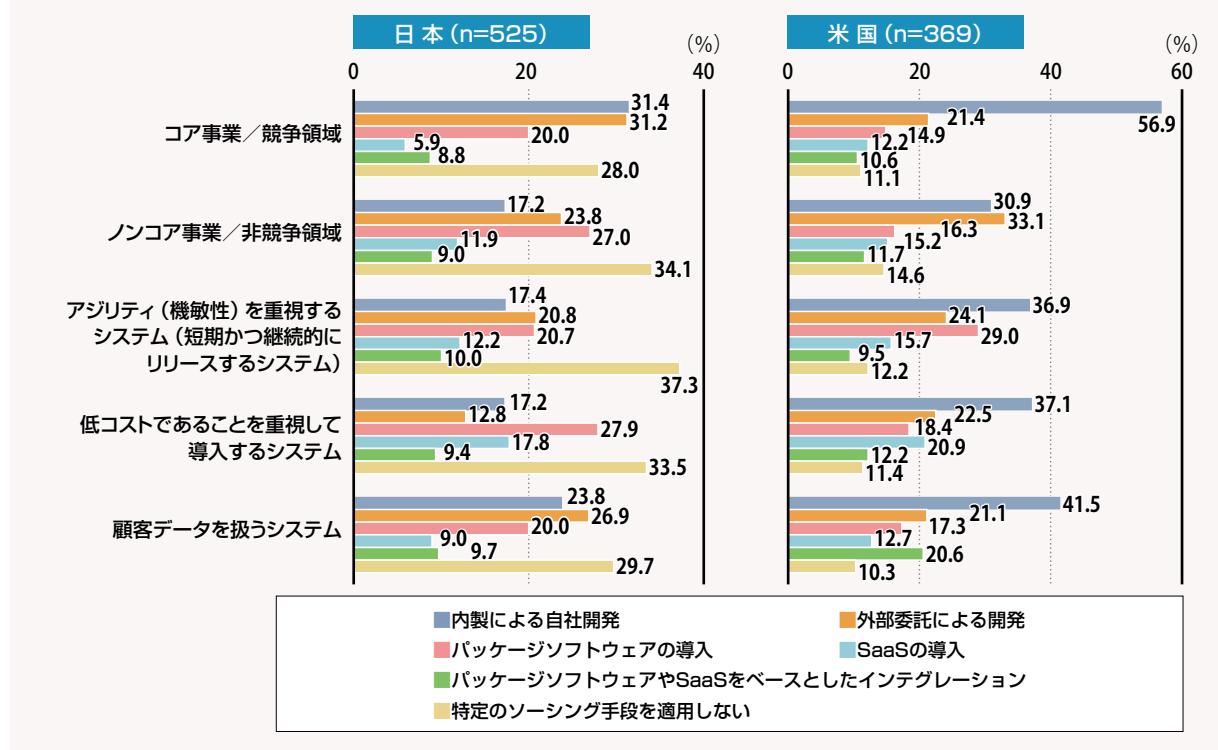
こうした共通プラットフォームによって生み出される個社を越えたつながりは、社会課題の迅速な解決と、新たな価値の提供を可能とするため、デジタル社会の重要な基盤となる。

競争領域を担うシステムの構築においては、仮説・検証を俊敏に実施するため、大規模なソフトウェア開発を一括発注し長期間かけて開発するのではなく、アジャイルな開発体制を社内に構築し、市場の変化を捉えながら小規模な開発を繰り返すべきである。

競争力を担うITシステムの開発体制については、企業が自ら変革を主導していくことが重要である。しかし、こうした開発体制の変革は一朝一夕には実現できない。これらのこと念頭に置くと、変革を確実に推進させるために対等な立場で活動してくれる企業や、必要な技術・ノウハウを提供してくれる企業とのパートナーシップを構築することが重要である。

事業戦略やITシステムについて、それぞれどのようなソーシング手段を適用しているのか尋ねた結果を示す(図表24-11)。日本企業においてはいずれも「特定のソーシング手段を適用しない」がもっとも高く、ソーシングに明確な戦略を定めていないことが懸念される。米国企業は総じて「内製による自社開発」の割合が高い。一方で、日米ともに「ノンコア事業／非競争領域」においては、内製よりも「パッケージソフトウェアの導入」「外部委託による開発」の割合が高く、協調領域と競争領域でソーシング手段の違いが表れている。

図表24-11 ソーシング手段



※各事業戦略やITシステムごとに最大二つまで選択肢を回答可能

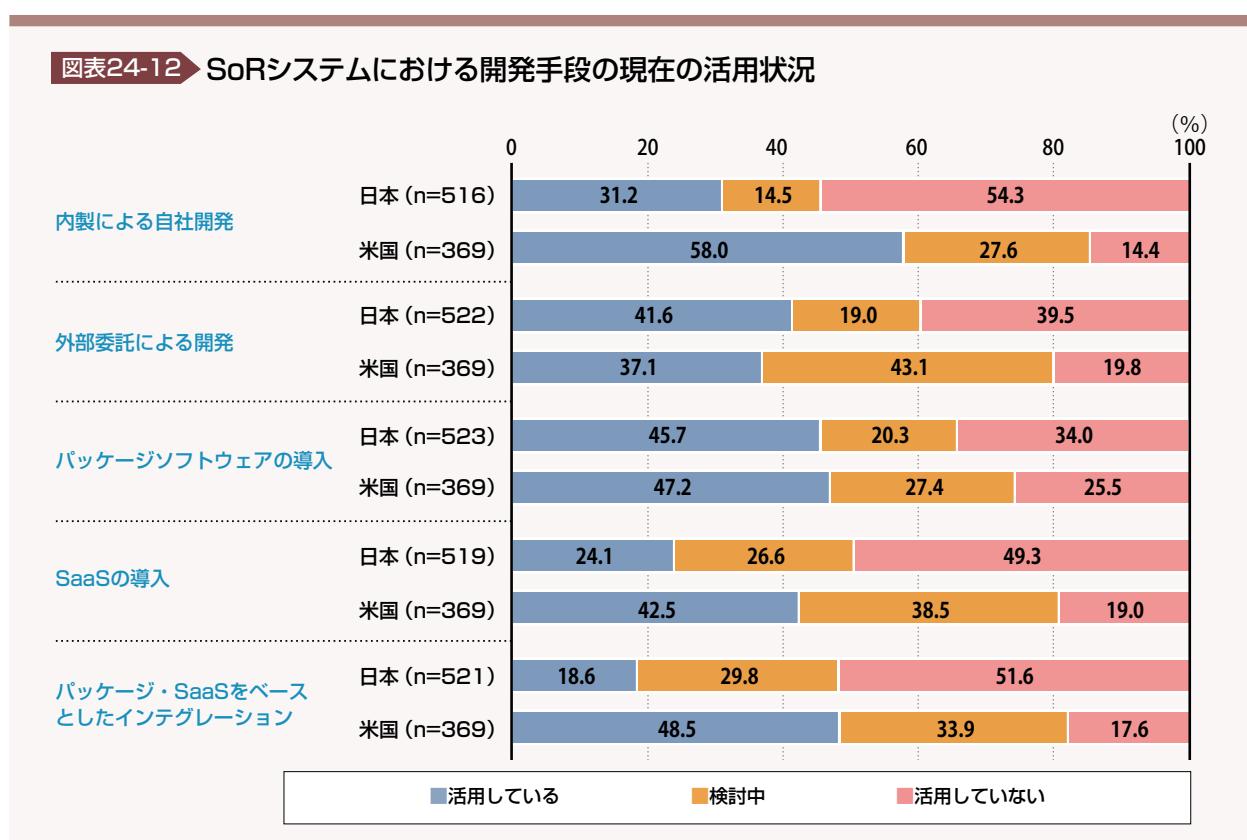
社内の業務プロセスなどをシステム化したいわゆるSoR (Systems of Record)においては、要求の変化がゆるやかであり、要件を確定させやすいため、日本企業では受託開発によってシステム化することが多い。一方で、デジタル時代の特徴として、顧客や社会との接点(Engagement)を通して顧客や社会

の課題を発見し、解決することで新たな価値提案を行うためのシステム、すなわち、SoE (Systems of Engagement) の領域が広がっている。SoEにおいては、顧客・社会の課題に対してどのような提案が有効なのかを確実に捉えることは難しく、また、顧客・社会の課題は時間の経過とともに変化してしまう。このため、スマートスタートで迅速に仮説としての製品・サービスを市場に提示し、データドリブンで仮説の検証を実施するとともに、その結果を用いて製品・サービスの改善へつなげる、というサイクルを繰り返すことで、よりよい価値提案が可能となる。こうしたサイクルをいかに短期間に、かつ効率的に実施できるかが経営のアジャリティを左右する重要な要素となる。

迅速に仮説・検証を繰り返していく必要があるSoEの領域において、大規模なソフトウェアを外部に開発委託することは、これまでの受発注形態では対応が困難な可能性が高い。なぜなら、ソフトウェア開発における従来のような受発注には、正確な要求の把握、正確な見積り、長期に渡る開発でのビジネスニーズとの整合化などの本質的な困難さがあると考えられるためである。

「SoR (System of Record)」(データを管理するためのERP・基幹系システムなど、従来型のITシステム^{*5)}のシステムにおける開発手段の活用状況について尋ねた結果を示す(図表24-12)。日本企業は「パッケージソフトウェアの導入」を「活用している」割合が45.7%と高い。米国企業においても「パッケージソフトウェアの導入」を「活用している」割合は47.2%と高いが、「内製による自社開発」58.0%がもっとも高い割合を示している。

図表24-12 SoRシステムにおける開発手段の現在の活用状況



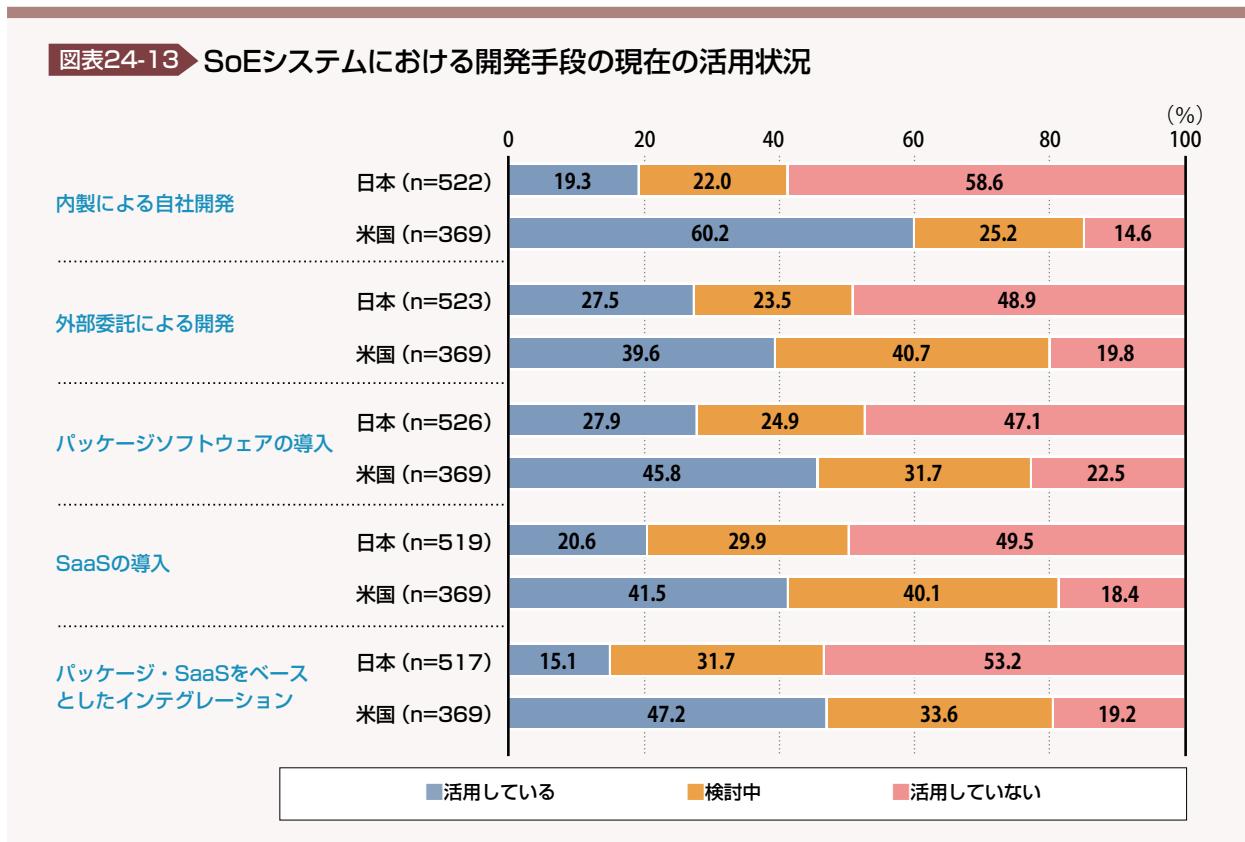
* 5 「企業におけるデジタル戦略・技術・人材に関する調査」の調査票に記載したSoRの用語解説。

「SoE (System of Engagement)」(消費者や取引先との関係構築のためのシステムを指し、顧客ニーズに沿った新サービスへの対応などを行う顧客管理システムやモバイルアプリケーションなどのITシステム^{*6)}の活用状況について尋ねた結果を示す(図表24-13)。

米国では「内製による自社開発」を「活用している」割合が60.2%ともっとも高く、「外部委託による開発」を「活用している」割合は39.6%ともっとも低かった。

「SaaSの導入」を「活用している」割合は日本20.6%、米国41.5%、「パッケージ・SaaSをベースとしたインテグレーション」を「活用している」割合は日本15.1%、米国47.2%であった。米国では日本と比べてSaaS利用の割合が高くなっている。

図表24-13 SoEシステムにおける開発手段の現在の活用状況



日本においてはユーザー企業からの発注をベンダー企業が受託し、社内または再委託先のエンジニアによってシステム開発を行い、完成したシステムを納品する取引形態が一般的である。この取引においては、専らシステムの構築にかかった労働量(工数)に対する対価として支払金額が決定してきた。

米国においては、事業会社が内部に有するエンジニアチームでアジャイル開発を行う形態が一般的である。また、ベンダー企業は、自らプロダクトを開発し、プラットフォームとして幅広い企業に提供している。この場合、事業会社とベンダー企業の間の取引は、労働量の対価ではなく、価値に対する対価に基づく。

今後、ユーザー企業においてDXが進展すると、従来からの受託開発と、内製との使い分けが重要になる。しかし、内製化する過程で必要となるアジャイル開発の考え方や、クラウドネイティブな開発技術などについて、ユーザー企業の内部人材ではすぐに対応できないことが多いため、ベンダー企業が内製開発へ移行するための支援や、伴走しながらスキル移転することに対するニーズが生ずると考えられる。ベンダー企業はこうした事業機会を顧客企業への客先常駐ビジネスとするのではなく、対等なパートナーシップを体現できる拠点において、ユーザー企業とアジャイルの考え方を共有しながらチー

* 6 「企業におけるデジタル戦略・技術・人材に関する調査」の調査票に記載したSoEの用語解説。

ムの能力を育て(共育)、内製開発を協力して実践する(共創)ことが望ましい。同時に、こうしたパートナーシップを維持することで、ユーザー企業の事業を深く理解し、新たなビジネスモデルをともに検討するビジネスパートナーへと関係を深化させていくことが期待される。

コラム

ダイナミック・ケイパビリティをDXに適用する

慶應義塾大学商学部・大学院商学研究科 教授 菊澤 研宗

1. 日本におけるダイナミック・ケイパビリティ論の認知

ダイナミック・ケイパビリティ論は、経営学会などのアカデミックな場では20年前から注目されてきた議論である。しかし、ビジネスの現場では、最近までほとんど知られていなかった。むしろ、その創始者であるUCバークレーのデイビット・ティース教授の弟子であるhenry・チエスプロウのオープンイノベーション論のほうが話題になっていた。

ところが、経済産業省「2020年版ものづくり白書」でダイナミック・ケイパビリティ論が紹介されると、日本でも急速にその認知度が高まった。というのも、多くの企業がVUCA^{*1}と呼ばれる変化が常態化する時代に必要な能力だと認識はじめたからである。また、新型コロナウイルス感染症で社会が激変したタイミングと重なったからもある。

しかも、このダイナミック・ケイパビリティ論は日本企業との相性もよい。つまり、環境の変化を感じし、それに対応して既存の資産を再構築・再配置するダイナミック・ケイパビリティ（変革能力）は、職務が曖昧で人員を再配置しやすい日本の組織との相性が非常によいのである。

2. ダイナミック・ケイパビリティとITシステム

ダイナミック・ケイパビリティは環境の変化を「感知(Sensing)」し、そこに新しい機会を「捕捉(Seizing)」し、そして自己「変容(Transforming)」するといった三つの能力から構成される。

これら三つの能力は情報テクノロジーによって高められる。まず、デジタル技術を使えば、より迅速に企業内外の情報を大量に獲得できるので、感知力は飛躍的に高まる。感知力が高まると、環境の変化と企業の現状との乖離がいち早く認識され、「捕捉」力が高まる。さらに、その乖離をなくすように企業内外の資産を再構築、再配置、再利用して自己変革する「変容」力も高まることになる。

そして、デジタル化の究極の姿であるデジタルツイン^{*2}を用いると、企業のダイナミック・ケイパビリティはいっそう強化される。つまり、企業内外の変化が感知されてデータとして取り入れられ、それが捕捉されてサイバー空間上で最適なデジタルツインが形成される。そして、それに基づいて現場が最適に変革される。このデジタルツイン技術に関して、世界でもつ

* 1 Volatility（変動性）・Uncertainty（不確実性）・Complexity（複雑性）・Ambiguity（曖昧性）の頭文字をとり、予測不能・不確実な状況を指す。

* 2 IoT データや AIなどを用いて、サイバー空間にフィジカル空間の環境を再現した「デジタルの双子」を構築する技術。

とも進んでいる企業の一つはドイツのシーメンスである。このデジタルツインとの関係で、日独企業を比較してみたい。

一般に、ドイツ型組織はジョブ型雇用で、マイスター資格制度に基づいて各職務権限が明確に規定され、資格をもつ従業員が各職務に配置される堅固な組織である。それゆえ、サイバー空間上の最適なデジタルツインのもとに、製造現場を最適化させることは難しい。というのも、現場の各従業員の仕事は明確に規定され、変更できないからである。そこで、シーメンスは人間を排除して製造現場のロボット化を進めているのである。

しかし、このようなサイバー空間上のデジタルツインとロボット化された製造現場との相互作用システムでは形式知だけが精緻化され、人間の暗黙知は取り込まれない。それゆえ、革新的な変化やイノベーションは起こりにくい。通常能力であるオーディナリー・ケイパビリティだけが洗練されるにすぎない。

これに対して、逆に人間の暗黙知を形式知に変えてサイバー空間上のデジタルツインに組み入れようとしているのが、柔軟な日本型組織に基づく富士通テレコムワークス社である。市場の変化を敏感に感知し、しかも人間の暗黙知も取り込みながらサイバー空間上のデジタルツインを最適化し、それに基づいて柔軟に製造現場を変化させ、変種変量生産を可能としている。

日本は、今日、世界と比べてDXが遅れているといわれている。しかし、日本の製造現場には、いまだ匠の技といわれる暗黙知をもつ熟練技術者が多く存在している。彼らの暗黙知を形式知としてデジタル化し、デジタルツインに取り込むことができれば、日本企業はよりよいDXのもとにダイナミック・ケイパビリティを強化でき、欧米企業と十分戦えると思われる。

3. ダイナミック・ケイパビリティとオーケストレーションの意味

ところで、ダイナミック・ケイパビリティによって既存の資産を再構築・再配置・再利用し、「オーケストレーション」するというのは、どういう意味か。それは、単なる個の総和よりも大きい全体性を生み出すことを意味する。デカルト流の近代合理主義によると、個の総和が全体であり、全体は個の総和に還元できるという。しかし、ゲシュタルト心理学者が主張するように、世の中には個の総和よりも大きな全体性が存在しているのである。

音楽のメロディは、音符をバラバラに聞いても理解できない。長調か。短調か。それは、楽曲全体を聞いてはじめて理解できる全体性である。また、指揮者と専門演奏家との関係もそうである。指揮者に求められているのは各演奏家をまとめ上げる全体性の提示であり、この全体性の中に各演奏家を位置づけることによって各演奏家の存在感が高まる関係、これがオーケストレーションの意味である。

同様に、ダイナミック・ケイパビリティのもとに、企業の多様な資産とともにITシステムが、企業固有の全体性の中で再構築・再配置・再利用され、オーケストレーションされることによって、企業は新しい付加価値を生み出せる可能性がある。つまり、単なる個の総和よりも大きい全体性を生み出せるのである。

4. ダイナミック・ケイパビリティを発揮する際の日本企業にとっての阻害要因

しかし、ダイナミック・ケイパビリティに基づいて、企業を変革することは簡単ではない。というのも、変革しようとすると、必ず反対勢力が出現し、彼らを説得するためのコストま

り取引コスト^{*3}が発生するからである。

とくに、日本人は社内の空気を読むことが得意なので、この取引コストは過大評価される傾向がある。一方、変革がもたらすメリットはデータがないために過少評価されてしまう。それゆえ、損得計算すれば、変革するコストの方が大きくなるので、たとえ現状が非効率的でも変革しない方が合理的という不条理に陥りやすい。

また、日本人は真面目なので、成功すると意けることなく、より努力して精緻化し極める傾向がある。それゆえ、内向きとなり外部が見えにくくなる。たとえば、今日、造船業界でもデジタルツインが注目されはじめているが、まずは既存の造船工学がデジタルツインへと正確に応用できるのかどうかを研究するために、10年がかりのプロジェクトがはじまったという。時間をかけてよいものを作ろうとする日本的なエピソードである。しかし、スピード感がない。ダイナミック・ケイパビリティのもとに、多少大雑把でもいいので、現場の要望をいち早く感知し、機会をとらえて自己変革を進めた方がよいように思える。

さらに、最近の日本の経営者層にも問題がある。現代の日本の経営者たちは、一般に保守的傾向が強い。というのも、彼らは若い時にバブル経済を経験し、社長が何もしなくても業績がよいという平和な時代を経験したからである。つまり、あえてリスクを取って利益を獲得するという意識が弱い。これでは、ダイナミック・ケイパビリティを発揮するのは難しい。

5. ダイナミック・ケイパビリティと組織・人材

最近、日本では働き方改革のもとに、大手企業を中心に欧米流のジョブ型雇用を採用することを宣言する企業が増えている。しかし、それはダイナミック・ケイパビリティの発揮に逆行する動きである。

欧米では、ジョブ・ディスクリプション(職務記述書)が明確化され、個々人と個別労働契約が結ばれる。それゆえ、そのような組織では確かに効率性は高まるが、変化に対応して従業員を自由に再配置・再利用できない。つまり、企業はダイナミック・ケイパビリティに基づいて自由に人事戦略を展開することはできないのである。

しかも、組織内で人間は時間とともに成長していくので、同じ職務を長く続けると、精神的な病気も発症する。それゆえ、かつて欧米では配置転換も必要だという議論が盛んになっていた。

さらに、今日、働き方改革のもとに、欧米のように労働市場の流動化が進められている。これによって、個々人が自由に転職でき、よりよい職務に就くことができ、それゆえよりよい生活ができるといわれている。しかし、実際に転職できるのは、高い能力をもつ人だけである。結果的に、ある組織には転職できない能力の低い人だけが残るという逆選択(アドバース・セレクション)が起こるだろう。

しばしば、外国人の大学院生から「日本には目立たないが潰れない、しぶとい企業が多い。そのような企業は他の国にはあまりない」という話を聞く。確かに、日本にはしぶとく潰れない企業が多い。しかし、元気がない。日本企業には、これまで説明してきたように暗黙知の活用

* 3 交渉や取引で、合意に達するための駆け引きなどによって発生する無駄を指す。

や柔軟な組織構造など、ダイナミック・ケイパビリティと相性のよい特徴が多くある。しかも、変革に必要な現金(内部留保)や技術などの資産も多く保有している。ダイナミック・ケイ

パビリティのもとに、これら多様な資産とDXとを結びつけ、オーケストレーションできれば、日本企業の未来は明るいといえるだろう。

③ データの獲得と活用

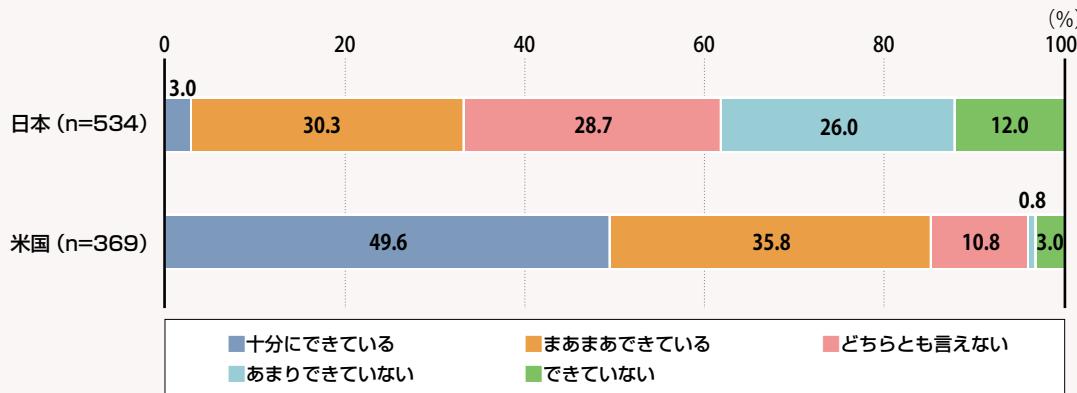
企業が置かれた事業環境や顧客・社会の課題はさまざまであり、その環境・課題は常に変化していくため、具体的にどのようにすれば競争優位を獲得できるかということに決まった答えはない。企業は顧客・社会の課題を解決するための仮説となるプロダクトやサービスを繰り返し市場に提示し、データに基づいて顧客・社会の反応を把握しながら、迅速にプロダクトやサービス、あるいはその提供体制にフィードバックし続ける必要がある。

そのためには、企業の経営者は、データを重要な経営資源として再認識し、データの獲得と活用について戦略的な取組を推進していくことが重要となる。主に欧米企業を対象とした調査によれば、DXで成功した企業の多くが、データ戦略の「なぜ」「何を」「どのように」を明確に理解しており、データ活用に関する戦略的な取組が重要となっている。

DXで成功した企業の多くが、どのようなデータがビジネス価値を生み出すかを理解しており、意思決定の指針としてデータと分析を広範に活用している。また、公開データや専有データを活用した影響力のあるユースケースを意識し、データアーキテクチャーの観点からユースケースを有効化してスケーリングする能力を保有している。企業がデータを活用しビジネス価値を生み出すためには、データ分析によりビジネス価値を生み出すサービスや意思決定プロセスを特定し、必要なデータを特定、データの品質や、差別化、データ活用におけるレビューションリスクなどを意識したデータソースを検討したうえでデータを獲得することが望ましい。

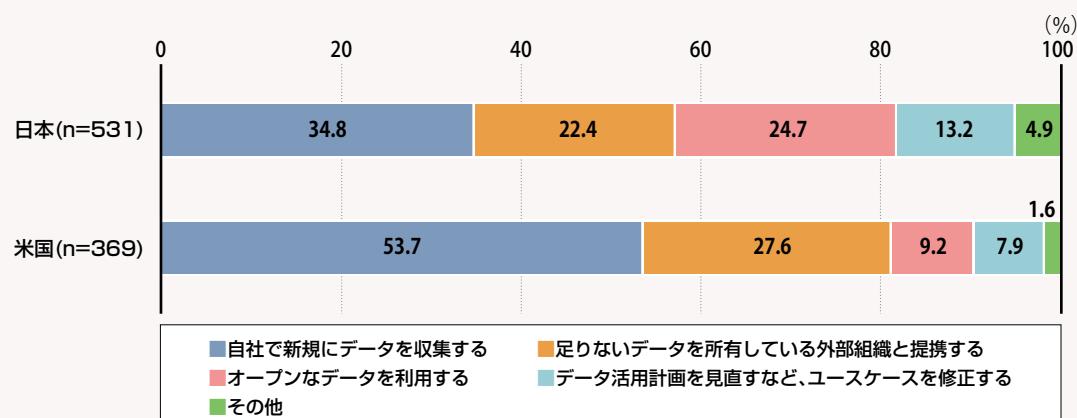
データ利活用の目的を把握したうえでデータを収集できているか尋ねた結果を示す(図表24-14)。「十分できている」の回答が米国企業49.6%に対し、日本企業3.0%であり、顕著な差が表れている。

図表24-14 ▶ 目的を把握したうえでのデータ収集



データ活用によるサービスなどを実現する過程で不足データが生じた場合、どのように対処しているのか尋ねた結果を示す(図表24-15)。「自社で新規にデータを収集する」が日本企業は34.8%、米国企業は53.7%であり、共に専有データ獲得に注力していることがうかがえる。日本企業においては「オープンなデータを利用する」が24.7%と次に高い割合となっているが、米国企業においては「足りないデータを所有している外部組織と提携する」が27.6%と2番目に高くなっているが、組織間でのデータ流通の仕組みが活用されていることがうかがえる。

図表24-15 ▶ 不足データが生じた場合の対処



データ利活用を組織に根付かせるためには、経営層が重要な意思決定プロセスを明確に定め、それらの意思決定プロセスに分析結果を組み込むように定めるとともに、現場でもデータ分析に基づく価値提供を実現するための環境(データ、人材、IT)を整備する必要がある。

さらに、データを統合しやすい、必要に応じて柔軟に適用、拡張できるようなデータアーキテクチャーを構築する必要がある。データ分析手法の進展に伴い高度化する分析モデルを活用して、ビジネス価値創出に貢献できるようにテストおよびアップグレードを、絶えず迅速にできるような環境を構築、維持、改良しつづけることが重要である。

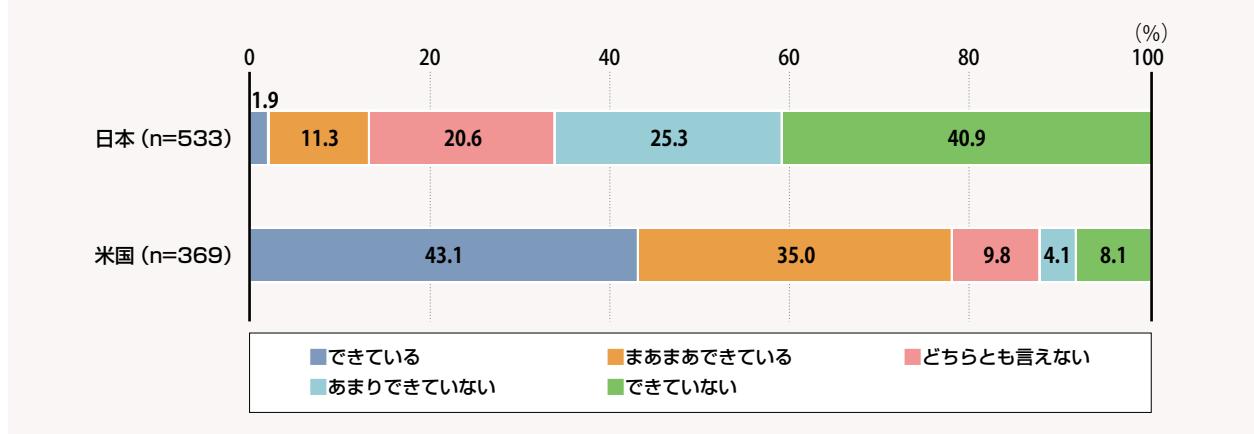
経営層の重要な意思決定プロセスにAIによる分析結果や、データサイエンティストによる分析結果など、専門的で高度なデータ分析を実施しているか尋ねた結果を示す(図表24-16)。日本企業において「できている」との回答は1.9%である一方、米国の企業は43.1%という5割に近い回答を示している。

ビジネスの現場でデータ分析による意思決定を積極的に活用するため、どのような工夫をしているのか尋ねた結果を示す(図表24-17)。日本企業の回答において「とくに何もしていない」が最多の49.3%の割合を示したことは、データ活用において日本の大きな遅れを示しており、企業は危機感を抱かねばならない。

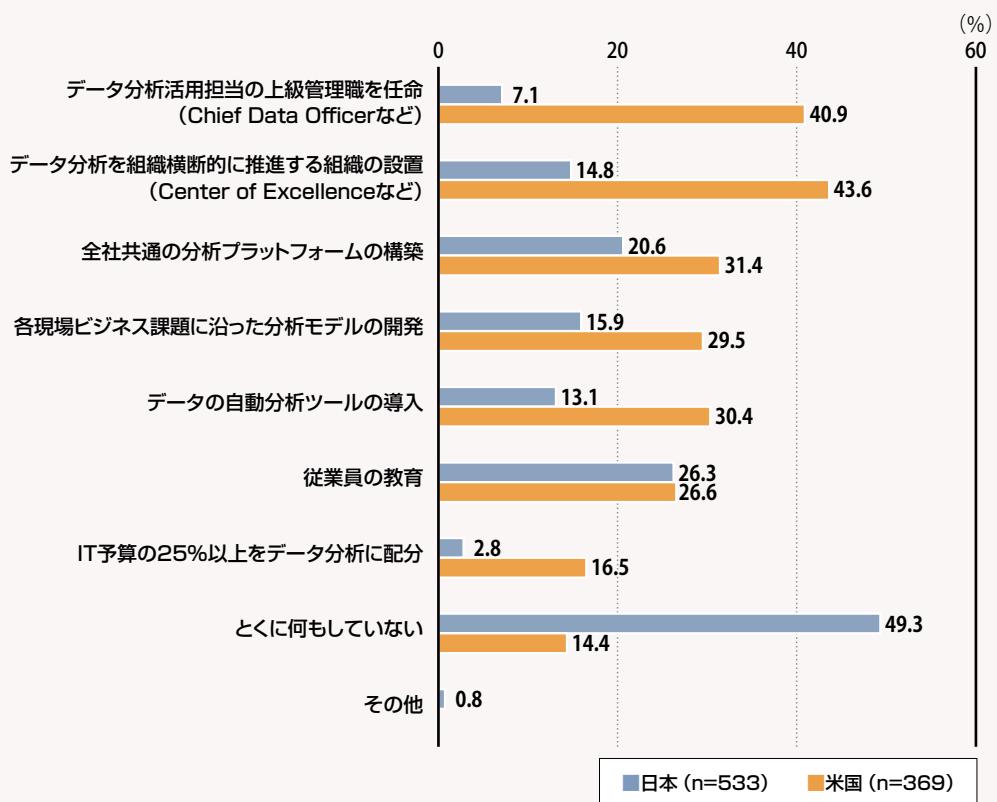
米国企業では、「データ分析活用担当の上級管理職を任命(Chief Data Officerなど)」や「データ分析を組織横断的に推進する組織の設置(Center of Excellence)など」によって、データ分析を組織に定着、拡大させるための具体的な施策を実施しているのに対して、日本企業ではこうした取組はほとんど行われていない。日本企業では、データ分析を活用するための組織的な取組の重要性に対する認識が低いと推察される。

日米の企業の差が小さかった「従業員の教育」に関しては、日本企業は26.3%となっており、米国企業の回答26.6%と近い結果であった。「従業員の教育」については後述の人材の部にて詳細を取り上げる。

図表24-16 専門的で高度なデータ分析への取組状況



図表24-17 専門的で高度なデータ分析のための工夫(複数回答)



第5章

成果評価とガバナンス

DXを推進するためには顧客への価値提供の実現を指標として成果評価をすることが重要であり、適切なKPIを設定し測定、改善していくことが必要である。また、日本では失敗を許容しにくい硬直的なガバナンスが変革の妨げになっている可能性があり、アジャイルな考え方に基づくガバナンスの確立とともに、デジタル化に伴うリスクへの対応が重要である。

I 顧客価値提供視点での成果評価

企業がデジタル競争の勝者として道を歩み続けるためには、製品やサービスをいち早く市場に投入して、顧客との対話を通じて戦略や施策を評価し、改良・改善し、新しい製品・サービスを投入するというサイクルを構築、維持し、短期間にかつ効率的に実施できることが重要である。

そのためには、顧客などへの価値提供という視点で、適切な成果指標を設定し、短期間で評価し、改善を推進していく必要がある。

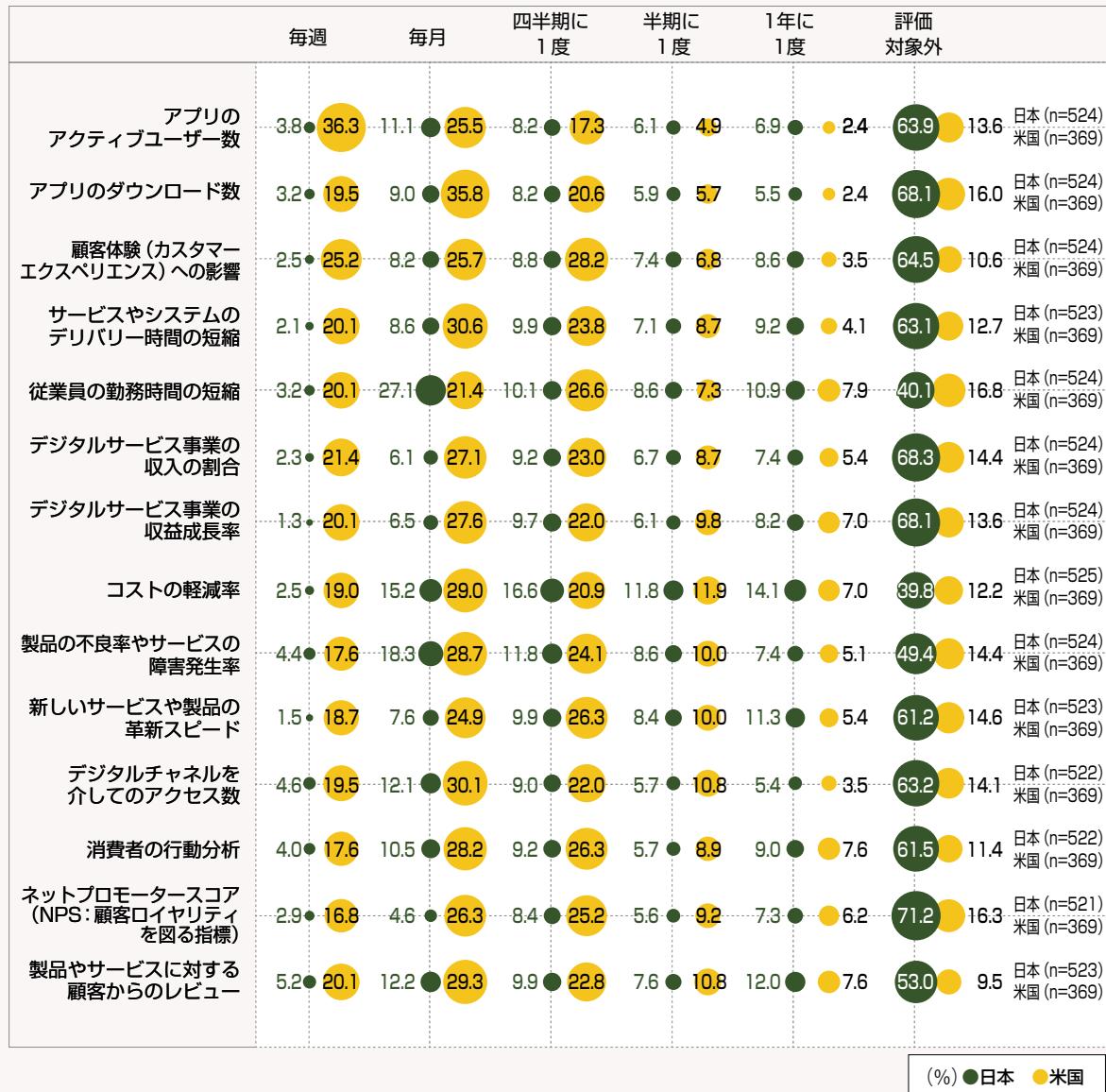
指標としては、①企業価値創造に係る指標（企業が目標設定に用いるあるいは戦略的なモニタリング対象とする財務指標）、②戦略実施により生じた効果を評価する指標、③戦略に定められた計画の進捗を評価する指標が考えられる。

実際、DXの先進企業の多くは、顧客価値提供視点での成果評価を実施しており、成果指標としては、自社の製品の不良率やサービスの障害発生率、製品やサービスに対する顧客からのレビューがある。また、製品やサービスのデリバリー時間の短縮や新しい製品・サービスの革新スピードがある。くわえて、ネットプロモータスコアと呼ばれる顧客ロイヤリティを測る指標や製品やサービスを介して提供される顧客体験への影響などがある。DXによって生み出された新しいデジタル製品やデジタルサービス事業の収入の割合や成長率も指標となる。これら一連の成果指標は、最終的に財務成果指標へ帰着するストーリーが明快であることが重要である。

これらの成果指標を週次、月次、四半期など短期間で評価し、改良・改善に活かし、企業のアジャリティを高めていく必要がある。実際、DXの先進企業の多くは、顧客価値提供視点での成果指標を短期間で評価し、DXの推進に活かしている。

顧客への価値提供などの成果について、どのくらいの頻度で評価しているのか尋ねた結果を示す（図表25-1）。米国企業ではほとんどの項目が毎週、毎月といった高い頻度で評価されている。一方、日本企業においては、毎週、毎月の高頻度の評価を行っている回答者は2~10%の一部にとどまっている。大半の日本企業はそもそもこれらの項目を「評価対象外」としており、顧客への価値提供の成果に対する適切な評価項目を設定できていないと懸念される。

図表25-1 顧客への価値提供などの成果評価の頻度



2 ガバナンス

企業文化を変革するためには企業の行動変容が重要となる。そのためには、①企業が自ら自社のDX推進状況に対する立ち位置を客観的に把握し、場合によってはDXが進んでいないと認識すること、②株主など企業の外側からDX推進状況に対する評価を行うことでDXを推進させる環境を整備する必要がある。DXを推進するためにはこれらの二つの視点に基づくガバナンスを構築する必要がある。

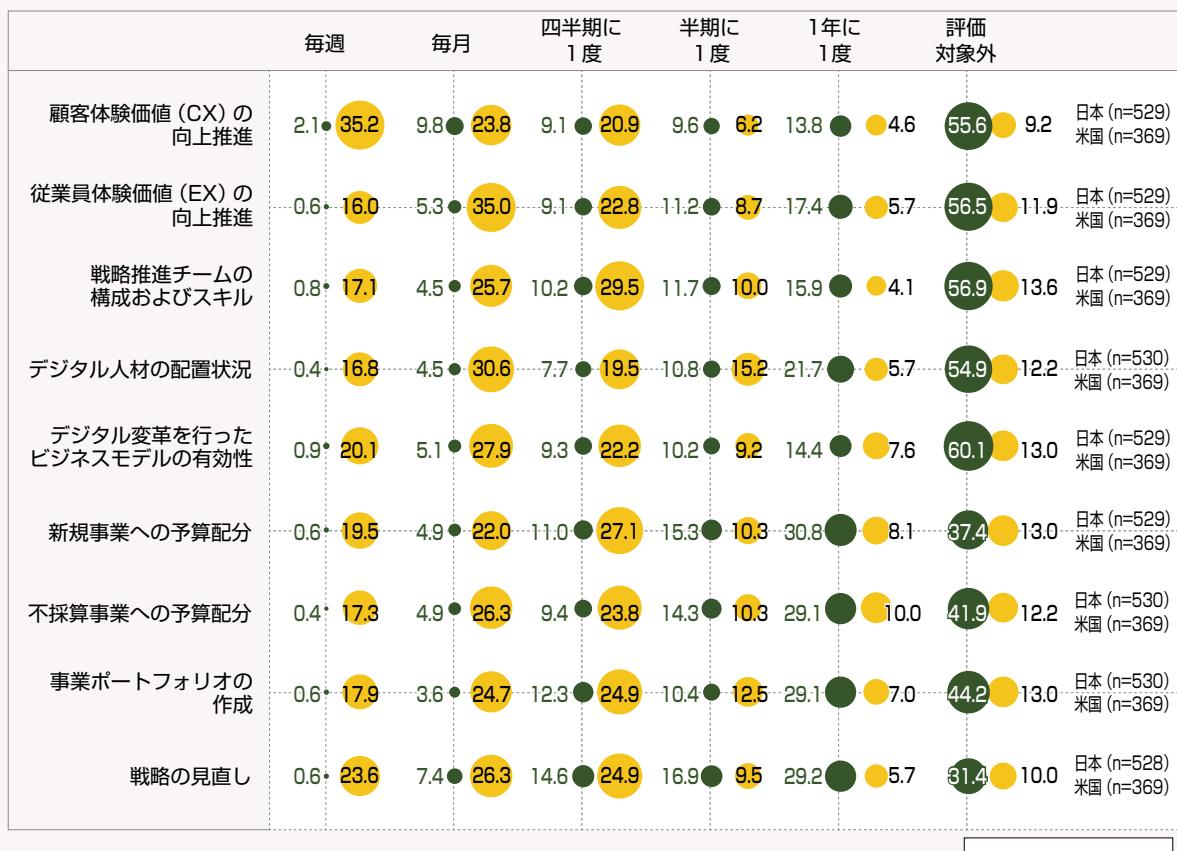
企業の経営者は、デジタル技術を活用する戦略の実施に当たり、ステークホルダーへの情報発信を含め、リーダーシップを發揮することが期待される。具体的には、経営者自らがデジタル技術を活用する戦略について、経営方針や経営計画、自身の言葉でそのビジョンの実現を社内外のステークホルダーに発信し、経営・事業レベルの戦略の進捗・成果把握が即座に行え、戦略変更・調整が生じた際、必要に

応じて、IT/DX戦略・施策の軌道修正が即座に実行されていることが望ましい。

また経営者は、業務部門やIT部門などとも協力し、デジタル技術に係る動向や自社のITシステムの現状を踏まえた課題を把握・分析し、戦略の見直しに反映していかなければならない。経営トップとDX推進部署の責任者(CDOの他、Chief Technology Officer、Chief Information Officer、Chief DX Officerなど)の定期的なコミュニケーションは重要である。たとえば、企業価値向上のためのDX推進に関して取締役会・経営会議で報告・議論されていることが望ましい。

事業戦略の推進プロセスについて、評価や見直しをどのくらいの頻度で行っているか尋ねた結果を示す(図表25-2)。米国企業においては、「毎月」を中心に、「毎週」と「四半期に1度」という高い頻度で行われている。日本企業においては「評価対象外」との回答が5割近くであった。これらの項目を評価対象としている日本の企業においても「四半期に1度」を中心に「半年に1度」「1年に1度」が高い割合を示しており、DX推進に際してアジャイルの原則とアプローチに基づくガバナンスを推進できている企業はごく一部にとどまっていると考えられる。

図表25-2 評価や見直しの頻度



企業の経営者は、事業実施の前提となるサイバーセキュリティリスクなどに対しても適切に対応を行うべきである。個人情報の取扱いに伴うレピュテーションリスクやセキュリティなどデジタル化を推進するのに伴い、経営が意識すべき新たな脅威に対応していく必要が高まっている。

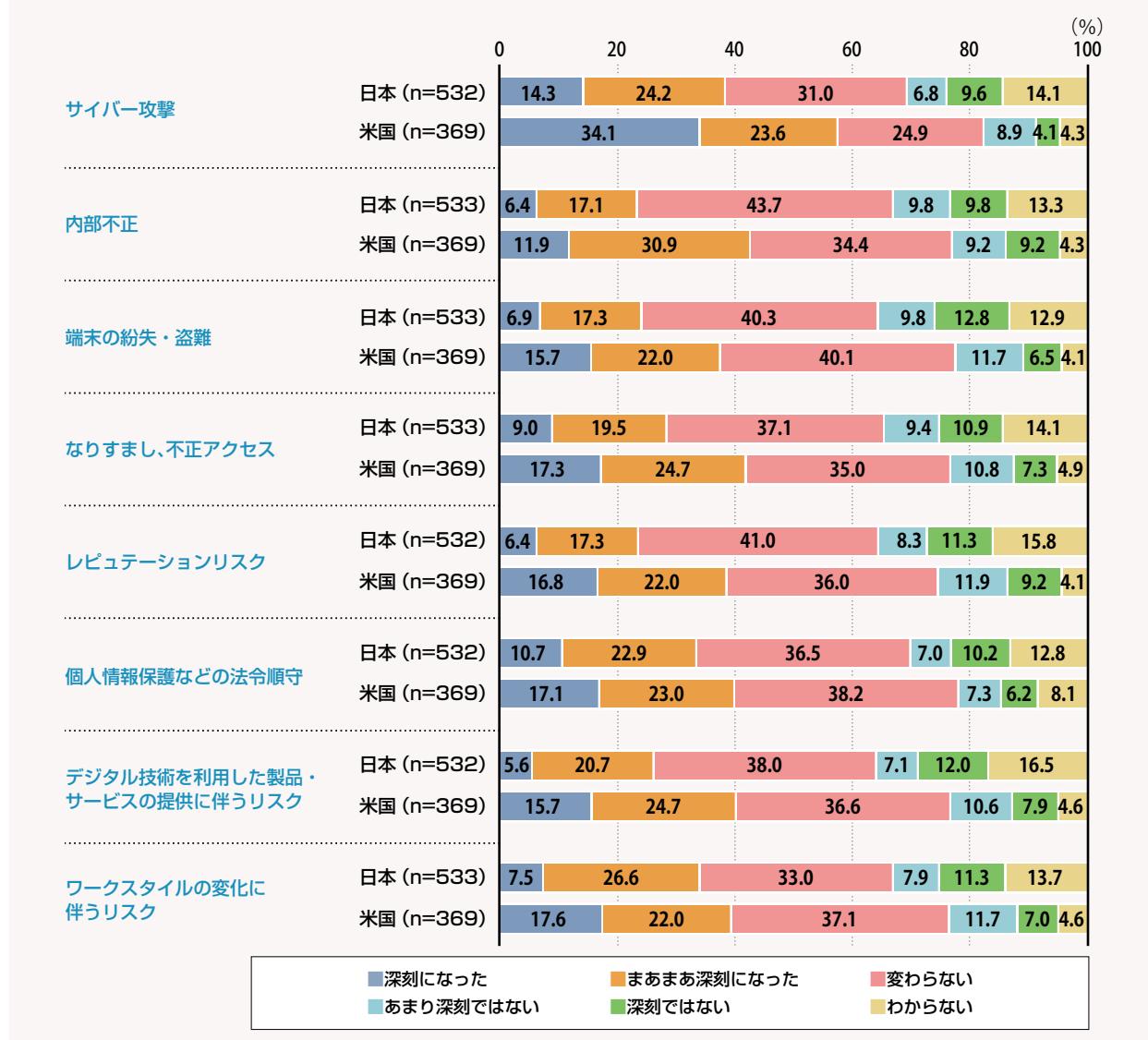
戦略の実施の前提となるサイバーセキュリティ対策を推進している必要があり、企業レベルのリス

ク管理と整合したIT/デジタル・セキュリティ対策、個人情報保護対策やシステム障害対策を組織・規範・技術など全方位的に打たなければならない。

経営者はサイバーセキュリティリスクを経営リスクの一つとして認識し、最高情報セキュリティ責任者(Chief Information Security Officer; CISO)などの責任者を任命するなど管理体制を構築するとともに、サイバーセキュリティ対策のためのリソース(予算、人材)を確保していかなければならない。また、サイバーセキュリティリスクとして守るべき情報を特定し、リスクに対応するための計画(システム的・人的)を策定するとともに、防御のための仕組み・体制を構築し、サイバーセキュリティリスクに対応できる体制の構築に向けた取組として、情報処理安全確保支援士の取得を会社として奨励し、サイバーセキュリティリスクの性質・度合いに応じて、サイバーセキュリティ報告書、CSR報告書、サステナビリティレポートや有価証券報告書などへの記載を通じて開示を行っていくことが重要である。

デジタル化の推進に伴い、リスクへの深刻度評価はどのように変化したか尋ねた結果を示す(図表25-3)。米国企業は「サイバー攻撃」に対して「深刻になった」と34.1%が回答しており、リスクへの高い感度を示している。その他の脅威に対しては、日米ともにいずれの項目へも「変わらない」の回答が30~40%を示している。デジタル化の推進に関わらず、企業はリスクに対しては強く警戒しており、その姿勢はデジタル化においても大きく変化していないものと推定される。

図表25-3 リスクへの深刻度評価



コロナ禍を契機とした企業の取組

DXの本質とは、事業環境の変化へ迅速に適応する能力を身につけると同時に、その中で企業文化(固定観念)を変革(レガシー企業文化からの脱却)することであると言える。

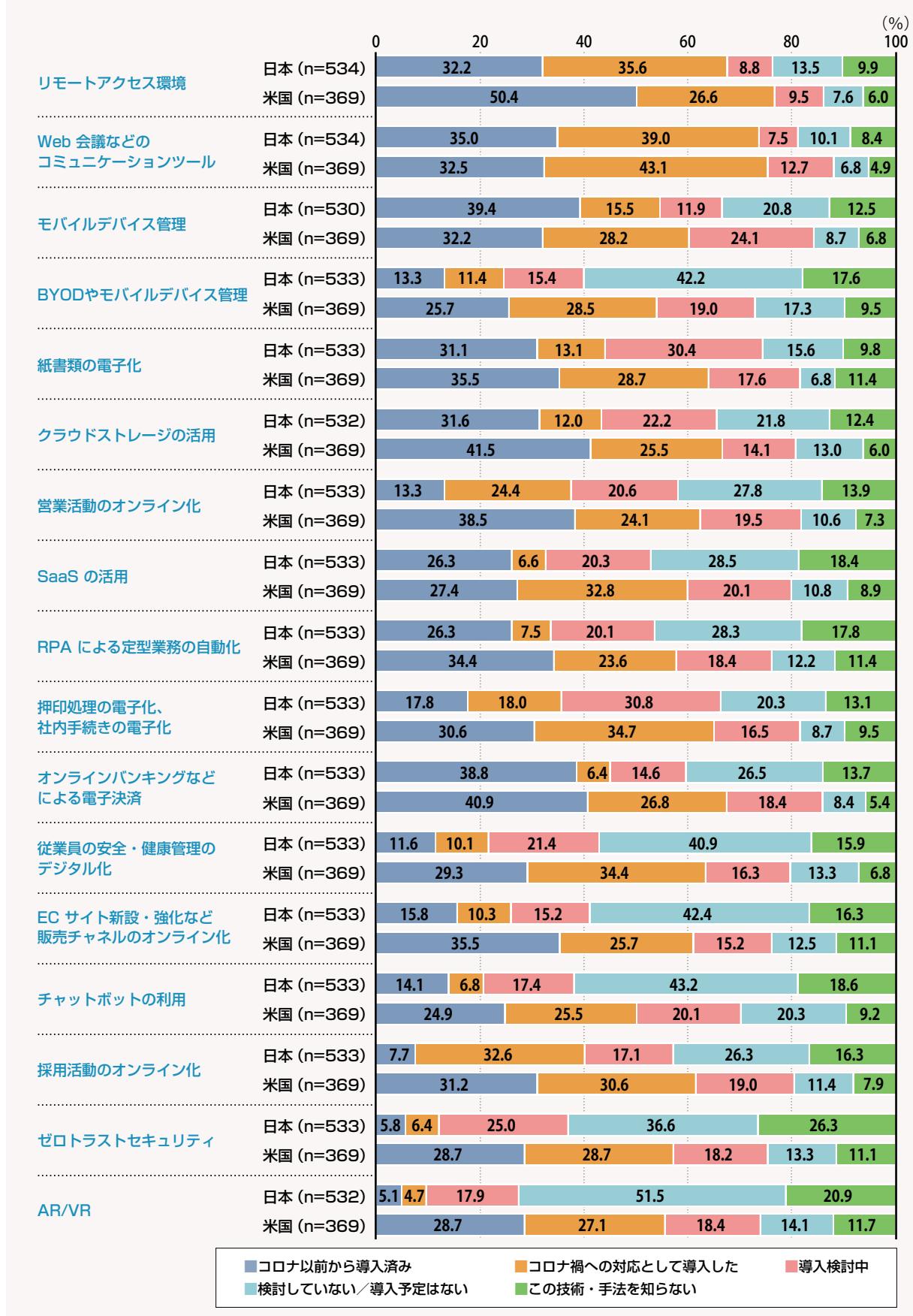
今回コロナ禍に迅速かつ柔軟に対応し、デジタル技術を最大限に活用してこの難局を乗り切った企業と、コロナ禍が収束することを願いつつビジネススタイルの一時的な変更にとどまり、既存のやり方に固執する企業との差は、今後さらに大きく拡大していく可能性が高い。

製品やサービスを利用する企業においても、コロナ禍によって、テレワークなどをはじめとしたデジタル技術による社会活動の変化に対応し、新たな価値を次々と産み出している。これは、単なる新型コロナウイルス感染症環境下での一過性の現象ではなく、人々の固定観念が大きく変化したことを表している。人々は新たな価値の重要性に気付き、コロナ禍において新しいサービスを大いに利用し、順応している。そのような人々の動きや社会活動はもはやコロナ禍以前の状態には戻らないことを前提とすれば、人々の固定観念が変化した今こそ企業文化を変革する絶好の機会である。ビジネスにおける価値創出の中心は急速にデジタル空間へ移行しており、今すぐ企業文化を刷新しビジネスを変革できない企業は、デジタル競争の敗者としての道を歩むことになるであろう。

2020年初頭からの新型コロナウイルス感染症の世界的な拡大により、企業は「感染拡大を防ぎ顧客・従業員の命を守りながら、いかに事業を継続するか」という対応を求められるようになった。そのため、企業は短期間で多くのITを導入、活用するに至っている(図表26-1)。

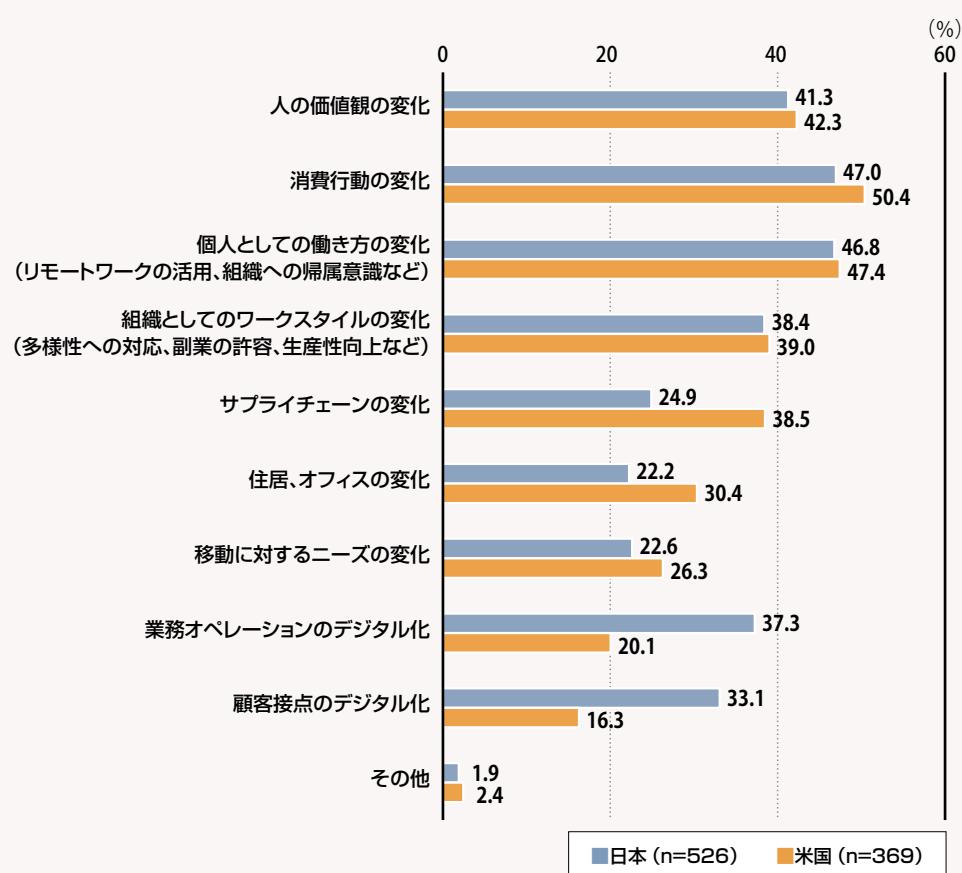
日本ではリモートアクセス環境、Web会議など一部の技術が新型コロナウイルス感染症対策として導入されたが、押印処理や社内手続きの電子化、従業員の安全・健康管理のデジタル化など導入が進んでいない技術も多いことがわかった。それに対して米国では、多くの技術がコロナ禍への対応として導入されており、組織的に迅速な意思決定や対策が進められていることがうかがえる。

図表26-1 パンデミックを経たIT利活用の変化



新型コロナウイルス感染症の流行により、回答者の事業機会として今後期待される変化について尋ねた結果を示す(図表26-2)。これまでの調査結果では米国はより先進し、より強く影響を感じ取る結果が出ており、日本はそれに遅れて追隨する傾向が見られたが、感染症の流行を経た事業機会の変化に対しても、日米企業は比較的類似した結果を示した。企業がもっとも期待する変化は「消費行動の変化」で、日本企業47.0%、米国企業50.4%となっている。日本企業が米国企業より高い割合を示している「業務オペレーションのデジタル化」と「顧客接点のデジタル化」については、米国企業はこれらの変化が新型コロナウイルス感染症以前にすでに進行しているものと考えられる。デジタル化やDXの推進が米国よりも大幅に遅れている結果がこれまでの調査で示されたが、感染症対策などをきっかけに日本においても今後は変化への対応が加速していくものと推察される。

図表26-2 パンデミックを経た事業機会の変化(複数回答)



コラム

アジャイル変革とスマートコラボレーション

ハーバードロースクール 特別フェロー Heidi K. Gardner

1.アジャイルプロジェクトとアジャイル変革の重要性

アジャイルプロジェクト、アジャイル変革の目的や概要

顧客体験の重要性が高まっている中で、顧客体験の品質向上に向けては企業内の複数部門の連携は欠かせない。たとえばBtoC向け企業における問い合わせチャネルは増えているが、顧客からするとメールで問い合わせたい内容がコールセンターとは共有されていなかったり、企業内での情報共有が行われていなかったりする。そこで、企業はアジャイルを取り入れることで、既存のプロセスを変更し、アウトプットの品質向上や迅速な製品開発の実現を目指している。

だが、企業が既存のプロセスを変更してアジャイル手法を取り入れようすると、自社のみでは変革が行えず、外部のコンサル企業などの支援を受ける場合が多い。というのも、保守的な考えを持つマネージャー層や経営層が変革の必要性を理解しきれず、変革が組織下部に降りていかないうえ、現場の従業員も変革の必要性を理解できない。その場合には、第三者的な観点を持つコンサル企業の支援を受けて従業員に変革の必要性を自覚させる必要がある。

アジャイルプロジェクト、アジャイル変革におけるリーダーの役割

リーダーや経営陣自身がアジャイル変革の必要性を理解するだけでなく、企業全体にお

いてもアジャイルの必要性を周知させる必要がある。加えて、アジャイルプロジェクトが終わった後にも業務が割り当てられるよう、人事面でのマネジメントを行うことも重要である。6～10か月のアジャイルプロジェクトが終了したのち、プロジェクトメンバーに新しい業務が割り当てられず解雇となれば、誰もアジャイルプロジェクトに参加しなくなるだろう。

また、企業文化の変革を行ううえで、「サイコロジカル・セーフティ^{*1}（心理的安全性）」は欠かせない要素となる。具体的には、何か失敗したりしても罰則が与えられない、失敗が許容される、という確信をチーム全体が持っている状態にすることである。そうでなければ、チームメンバーは自信を持って変革を推進したり、新たなことに挑戦することは難しくなるだろう。そのため、リスクを嫌がるマネージャーやリーダーには、心理的安全性について理解を深めることや、適切なふるまい方などのトレーニングを行う必要がある。

2.アジャイル変革が失敗する要因

アジャイル変革が失敗する要因として以下の三つの誤りが挙げられる。一つは、アジャイルチームをスタープレーヤーだけで組織すること、二つめがアジャイルチームのメンバー全員が100%その仕事に専念していること、そして三つめがアジャイルチームを会社本体の事業から切り離すことである。

* 1 「サイコロジカル・セーフティ」とは、ハーバード・ビジネススクールのAmy Edmondson氏が『The Fearless Organization』で提唱した概念である。

一つめの誤り「スタープレーヤーだけによるアジャイルチーム」に関しては、アジャイルプロジェクトが企業にとって重要な取組であればあるほど、チームにスタープレーヤーを参加させたくなることは確かだが、スタープレーヤーは他の業務においても重要な立ち位置である場合が多い。そのため、すでに複数のプロジェクトに参加していて、アジャイルプロジェクトに深くかかわることが難しい。

これは、二つめの誤り「アジャイルチームのメンバー全員が100%その仕事に専念」にも関わる。そもそも全員が全員アジャイルプロジェクトの最初から最後まで参加している必要性はあまりないだろう。コアのチームメンバーは100%参加する必要があるだろうが、各分野の専門家などは必ずしもそういうわけではない。たとえばヘルスケア企業が新たにオンラインヘルスケアサービスを展開しようとした際に、薬剤師や聴覚障害者のコミュニケーションの取り方を熟知する専門家の知見が、プロジェクトの全フェーズにおいて必要なわけではない。

三つめの誤りは「アジャイルチームを本体の事業から切り離すこと」である。変革を指揮するアジャイルチームの活動を隠すことは、クリエイティン・クリステンセン氏が指摘するイノベーションへの抵抗(resistance for innovation)を防ぐために有効である。しかし、アジャイルプロセス導入時に抵抗を生むことにつながる。

アジャイルチームが既存の考え方へ影響されたり、アジャイル変革によって他の社員が不安を感じるのを防ぐべく、会社全体の事業から切り離すことがある。だが、そうすることでアジャイルチームが現場業務における重要なポイントを見逃すことにつながりかねない。たとえばある法律事務所ではアジャイルチームに外部パートナーや顧客を組み込んだりしたことで、早期の段階から試行錯誤して独りよがりな結果に終わることを防ぐことができた。

3.スマートコラボレーションについて

複数の事業部門を有する企業では各部門で異なる課題に直面する。だが、同じ業界内のことであったり、領域が近しいことが多いため、アイデアやナレッジベースを共有することで効率的に対応できることがほとんどである。加えて、そういった知見を共有することで、より広範な視点を持った事業展開にもつなげられる。こうした取組を促進するためには、組織内によりスマートなコラボレーションを行う必要がある。

ヘルスケア事業を展開しているある企業では、従来薬局チェーンを展開していたが、保険会社と合併したことを機にさまざまなソリューションを提供するようになった。たとえば、スマートウォッチなどのウェアラブルデバイスを活用して、遠隔で白血病患者の状態監視を行い、患者の状態に応じて適切な医療サービスを提供することも可能にした。さまざまな専門家がコラボレーションし、このアプリ開発に携わったことで、白血病患者のニーズを適切に把握し、適切なサービス提供に結びつけることができた。

他にも、会計事務所の例では、同社内には会計監査、税務、サイバーセキュリティなどの部門があり、それぞれの部門のタスクは比較的シンプルであり、縦割りの組織構成で終始することが多かった。しかし、顧客のビジネスが複雑化しており、たとえば海外進出をする際には対象国の税務や貿易法、調達や販売のサプライチェーンなど会計業務以外のエキスパートからの助言も必要になる。従来の縦割り組織を飛び越えてアイデアをシェアすることによって、より複雑な課題にも対処することが可能になる。

i Smart Technologies株式会社、旭鉄工株式会社

1. DX戦略の概要

外部環境変化と自社事業への影響

トヨタ系の自動車部品製造業の旭鉄工は、自社の業務改善で培ったIoTのモニタリング技術をコンサルティングサービスとして他社へ提供するi Smart Technologies（以下iSTC）を2016年に設立。旭鉄工の事業領域である自動車業界は、CASE^{*1}による構造変化があり、国内市場は縮小し、プレイヤーの競争は激化する方向性である。そのうちに、業界内では実力以上の原価の叩き合いが始まり、共倒れになるという危機感を持った。IoTシステムとその活用の仕組みを構築することで製造業の競争力を徹底的に磨き、そのノウハウを他社に展開する目的でiSTCを設立した。製造業よりも高い収益を得られる可能性が高い事業にシフトしようとしている。

DX推進において重視するポイント

「見えない問題は直らない」ため、可視化し、データで把握することを重視している。トヨタ生産方式において人が調べる対象としていたデータが、旭鉄工では、生産個数、時間、サイクルタイムなど、金額ベースで内製の売上高の90%以上の製造状況が24時間リアルタイムであがってくる状況になっている。「IoTは費用対効果がわからない」といわれるが、生産能力を上げる施策は、機械停止を減らすかサイクルタイムを短くするかであり、数字を押さえれば利益の向上に直結する。停止やサイクルタイムの遅れを金額換算する手法が社内に浸透しており、他社展開するシステムにも実装予定である。

ビジョンを共有するためには、日常的な称賛、共有、雑談、徹底が重要だと考えている。社長自ら頻繁にSlackにメッセージを書きこんでおり、それによって思いや意思が伝わり、共有されている。また、「怪我以外は何をしてもいい」というルールを設け、成功を見通せなくともやってみればよいという考え方で積極的にチャレンジをする企業風土を重視している。

抜本的な変革に対して抵抗が起きることや嫌がる人が出ることはむしろ当然であるという。現社長は、前社長の時代の経営層など保守的な人々からの反発を受けた。しかし、全体を見渡し、やるべきと思ったことはやるという方針で取組を進めた。

2. 組織作り、人材・企業文化

人材

最初はスモールスタートで、社長が旭鉄工内でやってくれそうな人を見つけて取組んでもらい、成果が出たら全社的に彼ら・彼女らを褒めた。従来、改善活動は、手間や時間がかかるのみで従業員にとっては負担になっていた。しかし、IoTを導入したことでの活動の成果は明確化し、しかも社長から褒められる。そうして段々と皆が積極的に改善に取組むようになった。取組の中心は旭鉄工の製造現場のメンバーで、ITに詳しい人材はいないが、現場が携わらないと改善は進まない。IT人材の有無はDXの推進に影響しないと考えている。

外部組織との関わり

旭鉄工で2014年頃にIoTの仕組み構築に着手した時は、社員が量販店で買った機器やラズベリーパイ

* 1 自動車業界に変革をもたらすキーワードで、Connected（コネクティッド）、Autonomous/Automated（自動化）、Shared（シェアリング）、Electric（電動化）を指す。

(Raspberry Pi)を使ってシステムを自作していた。2016年にiSTCを設立し商用サービス化と共に高度化・大型化していったため、最新技術の活用、運用コストの適正化、可用性やセキュリティ担保などの面から外部ベンダー委託に切り替えた。要件は自社で決めている。

3. 成果評価とガバナンス

旭鉄工全社で年間の金額目標を設け、各部門に、労務費、設備投資、経費などの目標値を割り付ける。各組織では金額を改善活動の目標(製造ラインの能力のKPI)に変換する。達成に向けてアイテム(アイデア)出しを行い、具体的に取組む。改善が進むとノウハウが貯まり、引き出しが増え、日常的な取組がしやすくなる。

経営のマネジメントとしては、データを活用・共有するための会議体を設けている。毎月の収支フォローアップ会議では、15項目についてフォローし、改善項目が想定通り数字に出たかをチェックする。月次の原価会議もある。従来はどんぶり勘定だったが、今は100%近くの品目の原価が1/100円単位で管理され、問題のあるものについてはIoTの数値目標に設定され、改善活動が行われる。

旭鉄工では、労務費だけで年間4億円、設備投資はラインが足りなくなって増やすといった不要な投資をしなくて済んだ分だけで累計8億円の効果が出た。そのかわりに、ロボット化するといった別の投資ができ、競争力が上がり新しい仕事を獲得できるようになっている。

4. 将来展望

さらに多くの企業が旭鉄工で実現したような競争力向上を実現することがiSTCのミッションである。その加速と、さらには日本経済のDXに資することを目的とし、将来展望としては、①ノウハウのナレッジデータベース化、②経営のダッシュボード、③金融での活用・インフラ化を構想している。

①のナレッジのデータベース化とは、クラウド上に改善内容と対策のナレッジを蓄積し、改善要望を入れるとそれにあった事例が出てくるレコメンドシステムである。さまざまな企業の生産性向上を支援できるようになる。②については、iSTCが提供するIoTシステムiXacs(アイザックス)は、旭鉄工内の活用においては170ライン以上のデータを製造ライン単位でリアルタイムに表示しているが、改善の道具としては大きな効果を發揮するものの、経営判断に使うデータとしては細かすぎる面があった。そこで、IoTデータを生産金額やロス金額、時間当たり生産金額など経営指標に換算し、複数ラインを統合して表示するIoT経営ダッシュボードを実装した。全社の日々の生産金額などをリアルタイムで表示しつつ、自動で改善対象ラインを優先順位付けして抽出したり、品番別に改善・撤退・生産の統合などの経営判断を助けるものになっている。③については、TOPIXと旭鉄工のiXacsのデータの相関を取ると、iXacsが3か月の先行指標になる。旭鉄工のデータはトヨタのデータと強くリンクしている。トヨタを介して他のサプライヤーの状況も反映しているので、広い範囲のデータを代弁している可能性が高い。さまざまなデータがiXacsに入ると、日本経済のリアルタイム動向が見られるようになる。これらの構想はスポンサーを募集してPoCを推進していく。

旭化成株式会社

1. DX戦略の概要

DXへの取組状況

三つの主要な事業領域(マテリアル、住宅、ヘルスケア)に共通するのは、2018年の中期経営計画で掲げた二つのサステナビリティ「持続可能な社会の実現」「持続的な企業価値向上」というテーマである。これらの実現に向けて、デジタルの力を最大限活用することは必須となるため、DXをその重要な手段として位置づけ、2018年以降さまざまな活動を開始した。

2021年はステージ3に入り、ビジネスモデル変革を進めていく段階となる。ステージ2までは、機能別にDXを推進してきた。DXカルチャーの土台作りとして、まず旭化成のコア技術を活かせる分野として生産技術、知的財産(IP)、マテリアルズ・インフォマティクス^{*1}(MI)、デジタルマーケティングの4分野を対象とした。2020年までに約400のプロジェクトが立ち上がり、社内で成果を共有する中で、DXの機運は大きく高まっていった。

ステージ3の段階ではDXが旭化成の血肉となってきている。2021年以降は、より大局的にDXの取組を進めていく。小堀社長は「次のステージではDXを経営全体に効かせていく」と意気込みを見せる。

旭化成グループDX展開の方向性



DX推進において重視するポイント

DX推進のポイントを三つ上げると、一つ目はトップのリーダーシップである。小堀社長は、経営の中核テーマは「グリーン」「デジタル」「人材」だと社内外に発信している。経営トップがデジタルの重要性を徹底的に打ち出すことで取組が進む。二つ目は、現場部門のビジネスリーダーの理解である。定期的

* 1 素材開発にAIやビッグデータ分析などの情報科学を活用して高度化を図る手法。

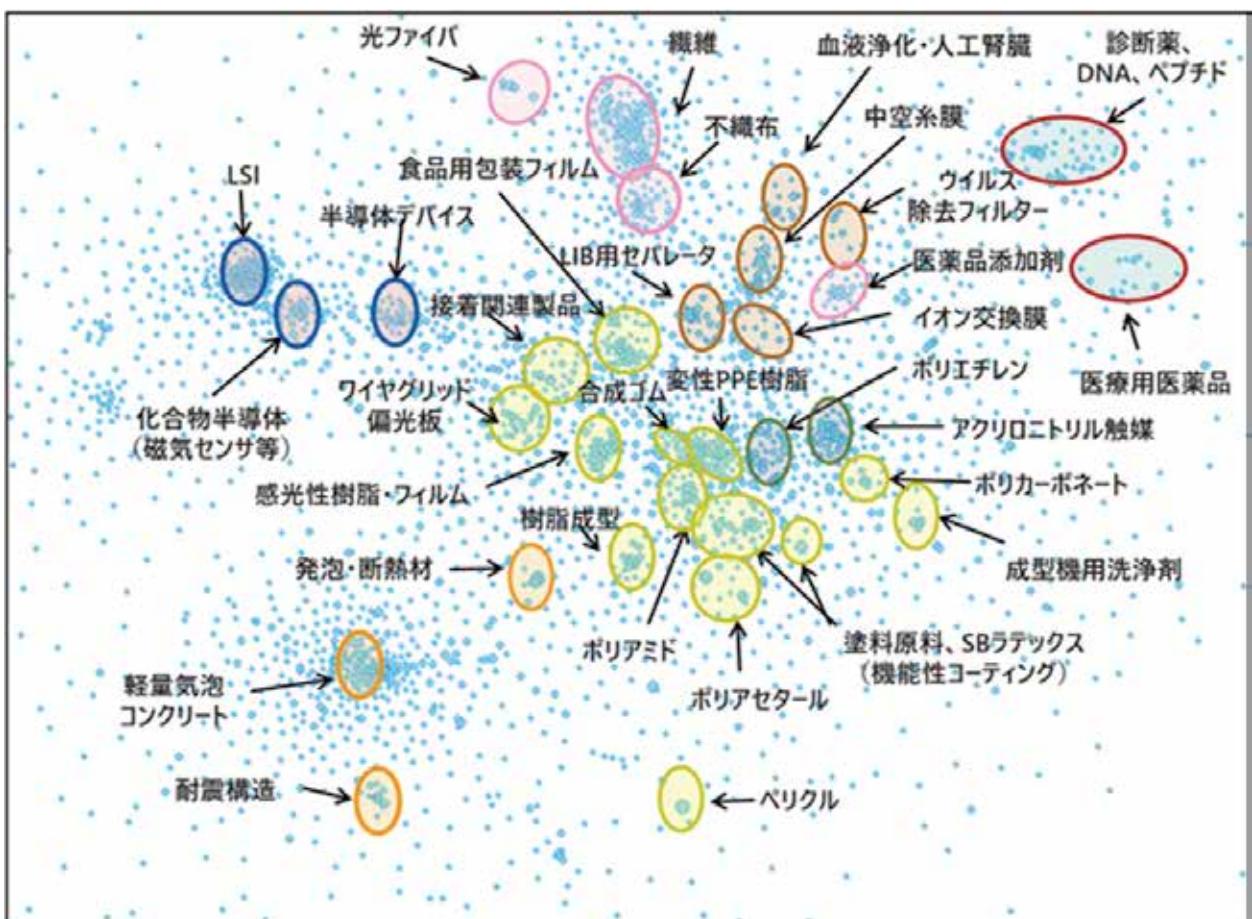
に開催される社長とビジネスリーダー（領域長、事業本部長など）のミーティングでは、毎回DXの進捗状況や成果が報告され、議論されている。ビジネスリーダーがDXを強く意識して事業を推進している。三つ目は人材で、「デジタル人材4万人化計画」を打ち出すなど、企業全体でデジタルリテラシーの向上を図っている。

知財(IP)分野でのDX推進事例

知財(IP)の分野でもDXを推進し、知財情報を経営判断に役立てる「IPランドスケープ」の取組を実施している。

知財(特許)は各社が戦略を具現化するために取得するもので、ビッグデータとして蓄積されている。これらを解析して各社の市場ポジショニングや戦略をあぶりだし、当社の事業を高度化する戦略を描く。これが知財DXたるIPランドスケープである。旭化成では、2018年から専門部署を設置してIPランドスケープを実施、事業強化や新事業創出、買収先の検討などの経営判断に役立てている。

旭化成のコア技術特許マップ



※特許解析により、旭化成のコア技術を示したもの。この解析により、旭化成が多角化の歴史の中で、繊維と高分子・加工技術から膜・セパレーション技術を生み出してきた戦略が見える

DX推進における課題

DXはあくまで手段である。解決すべき社会課題、経営課題に対して、道具としてDXをどう使うと最大の効果を発揮できるのか、そのテーマ設定が課題となる。DXをどう組み込むかによって、事業推進の成果が変わってくる。精度を高めるため、リソース配分や役割分担を明確にし、効果が高いテーマに集中するための議論を行っている。

SGホールディングス株式会社

1. DX戦略の概要

DX戦略の全体像

「DX戦略＝成長戦略」と位置づけている。宅配事業を主軸に、物流業界全体をターゲットとしている。3PL（サードパーティー・ロジスティクス）事業やグローバル事業を含めてトータルで顧客課題を解決する。その事業戦略の骨格にあるのがDXである。

DX戦略は、大別すると「デジタル基盤の進化」「業務の効率化」「サービス強化」の三つの施策に反映させている。「サービス強化」施策は新事業創出を指す。新規開拓領域には、宅配便では取り扱えない特殊貨物や大型貨物などの輸送や多様な運び方を提案するサービス「TMS」、コンサルティングから付帯業務を含む物流全般で顧客の経営課題にとっての最適解を提案するチーム「GOAL」、グローバル事業などがある。オープンイノベーション戦略に基づき、同業他社、顧客、ベンチャーなどとも協業しながら実現していく。

DX推進の経緯と背景

SGホールディングスグループは、ITで経営課題を解決する企业文化を持っている。これまでのIT戦略は三つのフェーズに分けられる。1985～2004年は、事業の拡張を図り、業界に先駆けて貨物追跡システムや代引きサービス「eコレクト」など新サービスも開発した。しかしさまざまなシステムが乱立し、後にレガシーシステム問題を生むことになった。2005年～2016年は、ITコストの高止まりが経営課題となり、メインフレームからオープン化にダウンサイジングし、内製化も進めた。

2017年以降はDX戦略と同期する。物流業界における労働力不足が深刻化する中で、先手を打つべく生産性向上にフォーカスしBPRに取組んでいる。加えて、GOALの組成、TMSの拡販、など新ビジネスの立ち上げに重点を置いている。

DX推進において重視するポイント

DXはビジネスモデルの変革であり、トップが変革にコミットメントすることがもっとも重要である。「DX戦略＝成長戦略」というメッセージを社内外に積極的に発信することによって、グループ全体で社員全員が同じ方向を向いて進むことができるようになった。さらに、大型のDXプロジェクトのオーナーはトップが担い、月1回以上トップを含めた検討や進捗管理を行っている。以前はトップがITプロジェクトのオーナーになることはなかったが、DXにおいてはトップが直接関与する体制となっている。

2. 組織作り、人材・企業文化

外部組織との関わり

スタートアップなどのオープンイノベーションの取組の一つに、佐川急便のアクセラレータープログラムがある。毎年100件以上の応募があり、5～7件に絞ってPoCを進めていく。採択されなかっとしても、関連部署やSGシステムなどのグループの事業会社と連携して再度佐川急便に提案することもある。

DX推進体制

グループの中では、SGホールディングスがグループ全体のDX戦略を立案し、佐川急便など事業会社

はDX戦略を受けて施策の企画を行い、SGシステムがシステム構築を行う、という役割となる。グループのIT人材はSGシステムに集結している。ホールディングスの執行役員が佐川急便取締役とSGシステム代表取締役社長を兼任しており、ITのガバナンスを担保している。

現場との連携

2005年のオープン化をきっかけに内製化を進め、大幅なコストダウンや開発期間短縮などの成果を得た。さらにDXへの貢献度を高めるため、2018年から、「高速開発チーム」と称してSGシステムの優秀なエンジニアの席を佐川急便の営業部隊の横に設ける組織を作った。セールスドライバーが使うスマートフォンアプリなどについての現場の要望をアジャイルに開発するといったスピードアップが狙いだが、今後はGOALなどと連携して顧客に提供するサービスの機能開発にも活かしていく。そればかりではなく、現場部門とSGシステムのメンバーとの親密度があがり、関係性が強化されるという効果も生んでいる。DXにおいて必要となる、現場のIT理解とIT側の業務理解の向上にもつながっている。高速開発チームはグループ内で高い評価を得ており、バックオフィス部門や物流センターへもIT人材を派遣するなど取組が広がっている。

3. データ活用の取組

データ分析への取組

荷物一つあたりの価格は顧客との契約で決まるケースが多いが、実際にかかるコストは人件費、時間、輸送工数などによって変わるため、方面や荷物のサイズ、取扱個数によって損益の違いが出る。そこで、適正な価格収受を目的とし、2011～2012年に、グループ共通プラットフォームとしてデータ分析基盤を構築した。70テラバイトに及ぶ膨大なデータを分析し、すべての荷物データを可視化する仕組みである。その成果として、荷物一つあたりの適正価格の算出を実現し、顧客に対して適正な価格交渉を行うことが可能となり、結果的に利益率向上につながった。

AIなど新技術の活用

新技術の活用にチャレンジするため、SGシステムにR&D部門を置く。業務効率化のためのシステム導入と異なり、AIなどの新技術は投資対効果が前もってわかりづらい。ただし、効果が大きいものであれば、年間数億円単位の効果を生む可能性もある。R&D部門設立において、積極的なチャレンジを行っていくことで経営と合意した。

R&Dを発端として成功した取組の一つが独自のAI-OCRを使った宅配伝票の読み取りである。手書き伝票の重量サイズ欄を、人手による入力からAI-OCRに置き換えた。AI-OCRでは読み取り精度を99.995%まで高めることに成功した。現在では全ての読み取りをAI-OCRに置き換え、作業時間を月間約8,400時間短縮して、貴重な労働資源を最大限に有効活用できるようにしている。さらに手書きの住所の読み取りなど利用範囲の拡大を進めている。

さまざまなデータ分析、データ活用を継続しており、SGシステムのデータサイエンティストは、佐川急便の経営企画部門の横に席をおいてデータの分析に取組んでいる。

中外製薬株式会社

1. DX戦略の概要

外部環境変化と自社事業への影響

中外製薬の事業のコアは新薬の創出である。医薬品の研究開発における生産性は世界的に低下しており、革新的な新薬を創出する難易度は上がっている。従来と同じやり方ではビジネスを持続できないという危機感がある。一方でCOVID-19に端を発したデジタル化・オンライン化の波は製薬業界にも大きな影響を与え、日本においても規制が厳しかったオンライン診療の利用が拡大するなどの変化が起きた。それ以外にも業界やビジネス全般で革新的な変化が加速しつつあり、その変革に対応して新たなイノベーションを生み出していく必要がある。

2021年2月に新成長戦略「TOP I 2030」を発表し3か年の中期経営計画は廃止した。経営環境の変化が激しい中では、3年後の計画にコミットするのではなく、環境変化を捉えてアジャイルに戦略・計画を更新していくことを重視したためである。

DX推進において重視するポイント

DXの進め方としては「全社ごと化」が重要である。中外製薬が目指すゴールには、全社を挙げて取組まないと到達できない。そのためには経営トップのリーダーシップが欠かせない。会長、社長、CFOを中心とした経営陣が積極的に社内外にメッセージを発信しており、それによって社員の意識も変化している。

2. 組織作り、人材・企業文化

外部組織との関わり

ロシュ社との戦略的アライアンスの下、ロシュ社のソリューションを共有・活用できるのは大きなメリットがある。ロシュ社はAIやデジタルのリソースが豊富であるばかりではなく、電子カルテデータ(リアルワールドデータ)を持つFlatiron Health社の買収など、M&Aも積極的に行っている。加えて、世界のさまざまなスタートアップ企業と連携している。

オープンイノベーションは成長戦略「TOP I 2030」のキードライバーの一つである。国内でさまざまなベンダーとの協業を進めるほか、海外のスタートアップとのマッチングも開始しており、日本にないソリューションや最新の研究結果の導入に期待している。

DX推進体制

2019年から、元日本IBMの志済聰子氏が、執行役員デジタル・IT統轄部門長としてDX推進組織を率いている。デジタル・IT統轄部門内のデジタル戦略推進部が各事業部門のデジタルリーダーと密にコミュニケーションを取り、予算の把握、現場にあるプロジェクトのピックアップ、デジタルプロジェクトの支援などをを行う。デジタルリーダーは全社のそれぞれの部門に配置され、デジタルの活用状況や、ビジネスの課題やニーズを把握している部長レベルの社員が任命されている。

企业文化については、新薬開発は長い年月がかかると同時に、厳格なルールの中で慎重に進めなくてはならないため、元々は石橋をしっかりと叩いて渡る志向が強かった。しかしDX推進においては、ルール遵守と慎重さを保つつつ、アジャイルでクロスファンクショナルな組織への変革を推し進めている。

もっとも注力する取組の一つが組織風土改革である。社員がDXを「自分ごと化」して考え、自ら取組

むムードを醸成する目的で、「デジタルイノベーションラボ」^{*1}、「デジタル・サミット」^{*2}といった取組やイベントを矢継ぎ早に行っている。意識改革には、スピードと熱量が命である。社員は「いったい中外製薬で何が起きているのだろうか？」と驚きながらも、実際に雰囲気が大きく変わってきた。

3. デジタル技術活用

データ利活用基盤の構築

2019年以降、全社の組織横断的なデータ利活用基盤「Chugai Scientific Infrastructure (CSI)」の構築を進めている。アマゾンウェブサービス(AWS)を基盤とし、アカデミアや医療機関など社外とのコラボレーションもしやすい、セキュアなプラットフォームである。志済氏が2019年に入社したとき、部門ごとにオンプレミスのシステムが散在する非効率的な状況に気づき、全体最適化を図るためにCSI構築に着手した。まず既存のレガシーシステムを廃止するのではなく、新システムを立ち上げ、使いやすさなどのメリットを実感してもらうことで、徐々に社内のシステムからの移行や連携を進め、CSIを社内統一のプラットフォームにしようとしている。

ITパートナー活用と内製の推進

従来はITシステムの開発・導入は取引実績のあるパートナーに委託することが多かった。今後、外部に委託する際も、社内で適切にレビュー・アセスメントする能力を強化し、最適なパートナーを選定していく。また、内製の能力育成も図っており、クラウド関連技術の教育を実施したり、アジャイル開発を学ぶ場を設けたりしている。学びに熱心な社員は多く、能力開発を強化していく考えである。

4. 成果評価とガバナンス

社長の奥田修を含む経営陣は、DXに積極投資すると共に、成果指標をしっかりと定めるという方針を持つ。

指標の一つは新薬開発のR&Dへのデジタルの貢献度となる。バリューチェーン全体では、FTE削減などの生産性指標をプロジェクトごとに設定し、定期的に評価し報告する仕組みを作る。人材面では、事業部門のデジタル人材育成数やデジタル人材育成の仕組み「CHUGAI DIGITAL ACADEMY」での人材育成数が指標の一つとなる。

経営会議でも少なくとも上期・下期1回以上DXの進捗状況を報告しているほか、毎月開催するデジタル戦略委員会でも審議や報告を行っている。

* 1 デジタル戦略推進部主導で現場からデジタル活用のアイデアを募り、審議に通ったプロジェクトはPoC（Proof of Concept：アイデアやコンセプトの実現可能性の検証）に進む、現場からのチャレンジの仕組み。2020年6月にスタートした。

* 2 部門がDX事例を発表し全社で共有するイベント。

日本郵船株式会社

1. DX戦略の概要

外部環境変化と自社事業への影響

外航海運は自由競争が原則であり、また収入や費用に影響するドル相場・燃料価格や運賃市況の変動が激しく、海運企業は国際競争力と変化への機敏な対応なくしては生き残れない。過去40年の間に日本の大手海運企業は7社から3社に淘汰された。日本が世界一の造船国、荷主国だった地の利は失ったが、グローバル経済の伸長に伴って世界の市場規模は拡大しており、日本郵船は世界最大級の運航規模を維持している。

船舶IoTデータモニタリングシステムSIMS (Ship Information Management System)は2008年まで遡る。初期のDXは燃料費削減が目的だったが、今日ではDigitalization & Greenというキーワードを掲げる中期経営計画とESG経営の旗のもとで多様な取組を進めている。

最近二つの大きな変化が起きている。まずコロナ禍がサプライチェーンを混乱させたため、荷主は効率よりもレジリエントなサプライチェーンを志向するようになり、海運に留まらない総合物流企業としての対応が求められている。もう一つはESG課題への対応である。温室効果ガス(GHG)を出す貨物を化石燃料を使って運ぶ現在のビジネスモデルを、より持続可能なものに変革しなくてはならない。日本郵船はデジタル技術をしっかりと活用してこうした大きな課題を解決していく。

2. データ活用の取組

SIMSの構築と発展

SIMSは船の速力や燃料消費量、船体の揺れや歪、エンジンの状態(排気ガスや各部の温度・圧力)、気象・海象など、1隻あたり数千個装備している各種センサーからのデータを収集・送信する。燃料効率のよい運航や無駄のない航海スケジュール実現のために、データ分析結果を船陸の関係者で共有する地道な啓蒙活動を行い、社内に根付かせていった。

現在、SIMS活用の高度化や範囲拡大を進めている。船舶からのデータ転送をリアルタイム化し、AIを活用した故障予防やCBM^{*1} (状態基準保全)にも活用している。AI任せにせず、専門知識を持つ人の判断を加えるExpert in the Loopが重要だと考え、2020年にフィリピンに機関士がAIの異常通報を常時監視する遠隔分析センターを開設し、異常値アラートの正誤判定や異常の原因解析を行っている。また、ESG経営の一環としてGHGの削減にも活用している。

「DX1丁目/2丁目/3丁目」の取組による全社的なデータ活用

全社的なデータ活用の取組を「DX1丁目/2丁目/3丁目」と三つのステップを設けて推進している。「DX1丁目」では全社でデータを整備し、「DX2丁目」で業務プロセスを改善、「DX3丁目」でデータ分析を業務改革や新事業創出などの意思決定に活かす。たとえばDX1丁目として、SIMSの運航データのみではなく、船のプロファイルデータ(型式、誕生年、エンジンなど)、船長や機関長が船上から送る各種報告データ、貨物データなどを整備し、DX2～3丁目において高度なデータ活用を行っている。MicrosoftのPower BIを使ってデータを分析できるよう、広く社員を教育する取組は2017年の開始以降これまでに一定の成果を出しており、昨今はDataRobotなどを使いこなす、より高度なユーザーも育成している。

* 1 Condition Based Maintenance

外部組織とのデータの共用

業界内の連係が強い外航海運の歴史的な背景もあり、協調領域のデータは積極的に外部組織と共用している。日本郵船は、中立団体である日本海事協会の傘下企業が運営する「IoS-OP（IoSオープンプラットフォーム）」に中核メンバーとして参画し、企業の枠を超えたデータの共用を進めている。船のIoTデータについては日本が世界をリードしてISO世界標準規格を作っている。

データの共用の主な狙いは次世代型の船舶開発である。具体的な取組を二つあげると、まず次世代エネルギー対応がある。GHG削減のための船舶燃料の転換(LNG、アンモニア、水素など)だけでなく、次世代エネルギー貨物の輸送船など次の競争力を高める開発に活かしている。また自社のR&D子会社MTI (Monohakobi Technology Institute)は造船所や海洋コンサル企業などと共に自動運航船の研究開発を行っている。

3. 新規技術獲得に向けた外部組織との連携

シリコンバレー、シンガポールやイスラエルを含む、スタートアップの技術を発掘して活用するグローバルなネットワークを持っている。イスラエルの海運専門ベンチャーキャピタルとの協業では、画像AI解析を使った障害物検知技術の自動運航船への適用や、GPS信号への妨害や欺瞞攻撃からの保護の実証実験などの成果を得ている。

また、2016年にウェザーニューズ、構造計画研究所と共にシンガポールにジョイントベンチャーとしてSCS (Symphony Creative Solutions)を立ち上げ、次世代物流ソリューションの共同開発を行っている。

4. 成果評価とガバナンス

SIMSなど新システムの導入件数、異常値発見件数、DXプロジェクトの取組件数、教育・啓蒙活動の開催数や参加者数などの定量的な評価を行っている。

SIMS導入件数は長年の取組の基礎指標であり、2020年度末時点では搭載船は支配船(自社が所有する船)を中心に206隻まで増えている。異常値発見件数が増えていることは、トラブルや不稼働を未然に防ぐことができている、と評価する。

DXプロジェクトの取組件数は、DX部門からの既存業務の効率化や合理化の呼びかけに応じて事業部門から寄せられた相談件数の増加に伴い、年々増えている。

教育・啓蒙活動に関するKPIには、デジタルアカデミーなどの教育プログラムの受講者数のほか、DXを社内全部門に浸透させるために実施している昼休み時間のオンライントークセッション「Dで挑戦！」の視聴者数なども含まれる。

株式会社りそなホールディングス

1. DX戦略の概要

外部環境変化と自社事業への影響

2020年5月、「中期経営計画～レゾナンス・モデルの確立～」を公表した。レゾナンス・モデルは、既存領域の深掘、脱銀行に向けた挑戦、これらを支える基盤の再構築で構成されるもので、これらに「デジタル&データ」「デザイン思考」「オープン」というイノベーションに向けたドライバーを掛け合わせ、さまざまな共鳴を起こし、お客さまに新たな価値を提供していくものである。

産業や社会構造が大きく変わり、お客さまの価値観やビジネス、金融行動そのものが大きく変化している。また、銀行を取り巻く環境は、Fintech企業やネオバンク^{*1}等の参入のほか、テクノロジーの進化・不可逆的なデジタル化が進展している。

引き続き、「お客さまのこまりごと」「社会課題」を起点に、これまで培ってきた「りそなの強み」をベースに、DXを通じてお客さまに多様な選択肢と新たな価値を提供するとともに、業務プロセスを構造的に変え、これまでにないビジネスモデルを構築するDXに取組んでいく。

「脱銀行」を掲げるDX戦略

DX戦略における重点的な取組として「オムニ・チャネル戦略」「決済ビジネス」がある。

一つ目の「オムニ・チャネル戦略」は、より多くのお客さまに「いつでも」「どこでも」最適なソリューションを提供していくことを目指すもので、「デジタル」「リアル」の両チャネルを強化し、連携・融合させる取組を進めている。

2018年2月、「りそなグループアプリ」をリリースし、スマートフォンを起点とした非対面チャネルを確立した。「スマホを銀行にする」をコンセプトにチームラボ株式会社と共同開発した。

たとえば、振込から相談・資産運用などさまざまな銀行取引をアプリひとつで簡単に完結できることで、銀行そのものが手のひらの上にあるような体験を提供している。また、店頭では、アプリ同様の操作性のシステムを搭載した「りそなグループタブレット」の導入を進めている。タブレットの利用を体験したお客さまが、次回以降、自分のスマートフォンで「いつでも」「どこでも」手続きが行えるよう、お客さまの行動変容にもつなげていきたい。

二つ目の「決済ビジネス」は、従来の預貸金ビジネスが新たな局面を迎える中、キャッシュレス決済・IT化ニーズ等の高まりを踏まえ、個人のお客さまの利便性向上、法人のお客さまのデジタル化支援に向けた取組を進めている。たとえば、イシュイング^{*2}では、りそなのデビットカードは普通預金口座への標準装備が特徴の一つで、2021年3月末に243万枚まで増加している。

新たな取組としてビジネスモデルの変革による「脱銀行」化も狙う。他の金融機関、異業種、地域などの幅広いつながりによる共創を軸に、オープンイノベーションによる新規ビジネス創出や、自社のシステムや商品を他の地域金融機関と共有するオープンプラットフォームの構築を進めている。2020年9月、銀行の枠に留まらない共創の活動拠点として「Resona Garage（りそなガレージ）」を設立した。

DX推進において重視するポイント

経営トップの関与は重視するポイントの一つである。南社長は、一貫して「健全な危機感を共有しな

* 1 銀行免許を持たず、既存の銀行との連携でインターネットサービス提供などを行う事業者。

* 2 カードを発行する事業。

がら、恐れることなく新たなチャレンジを続けること」や「従来の発想にとらわれることなく、外部知見やノウハウ、お客さま基盤とつながることで新たな化学反応を起こしたい」というメッセージを発信する等、社内に隅々までDX戦略を浸透させ、機運を高めようとしている。

2. 組織作り・人材・企業文化

DXを担う中心的な組織は、DX企画部、カスタマーサクセス部、データサイエンス部の3部門であり、IT企画部、プロセス改革部、グループ戦略部のほか商品所管部等が連携し、DXを推進している。なお、2020年4月、新事業創出を担う組織横断的な専任組織として、クロスファンクショナルチームを設立した。事業部門や営業店からの公募によるメンバーで組成している。

デジタル人材育成・確保の取組としては、2021年1月、日本IBMと共同で設立したりそなデジタル・アイへの出資比率を49%に引き上げたほか、社内のIT人材、DXに携わるノウハウや知識を持つ人材の育成を図っている。

3. デジタル技術活用

店舗オペレーション改革への取組として、「ペーパーレス」「キャッシュレス」「バックレス(事務作業を減らす)」の「3レス」を推進した。具体的には、お客さまに「待たせない」「印鑑を押させない」「伝票を書かせない」を目指し、業界に先駆けて先進的なデジタル化を実現した。その結果、店舗の事務量半減、人員数半減という成果を得ている。

絶えず変化するお客さまのニーズに寄り添うため、新たな開発手法や技術の活用を進めている。グループアプリはアジャイル開発で小規模な改善をこまめに追加しており、それが稼働率の高さにつながっている。新営業店システムはローコード開発ツールGeneXusを活用し、コスト削減と開発期間の短縮を図った。自社の技術者にとっては、これらの技術活用には思考の転換が必要であったが、コストやスピードなどの面で大きなメリットを得ている。

4. 成果評価とガバナンス

アプリのスローガンは「ひろく(KPI:ダウンロード数)・うすぐ(KPI:1人1日あたり収益)・ながく(KPI:アプリ稼働率)」であり、これらの指標に注目している。2021年3月現在、アプリのダウンロード数は367万件、1人1日あたり収益は+3.5円、アプリ稼働率は80%となる。引き続き、より多くのお客さまに利用してもらい、ストック型フィービジネスの強化につなげていく。また、デジタル化の進捗は、チャネル別の取引比率を確認している。ATM、インターネットバンキング、店頭、アプリの4チャネルが基本だ。取引内容によっては、アプリでの取引が大半を占めるまでになっており、今後どこまで伸ばせるかがポイントと考えている。

第3部 デジタル時代の人材

第1章――
日米調査にみる企業変革を推進する人材

第2章――
スキル変革を推進するためのデジタル時代の
人材に関する国内動向

日米調査にみる企業変革を推進する人材

はじめに

第3部では、複数の調査結果を基に「デジタル時代の人材」について述べる。まず、第1章では「企業におけるデジタル戦略・技術・人材に関する調査」の結果に基づき、デジタル時代の人材の特徴を明らかにする。日本企業と米国企業との比較により、デジタル時代の人材確保や人材施策、組織のあり方などについての特徴的な点を明らかにしている。

第2章では2020年度に実施した「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」の日本国内の企業調査および個人調査の結果を基に、日本における人材を取り巻く環境変化や採用や外部人材の活用、社員の学び直し(リスキル)といった人材確保のための施策などを述べる。くわえて、事業会社とIT企業による人材活用状況の違いや、施策の違いなどを明らかにしている。

1 人材確保と社員のデジタル化対応、その先の組織風土改革

DX推進において、「変革を推進する人材の確保」と「継続的な人材の育成」を自社の課題とする企業が多い。「変革を推進する人材の確保」の観点では、DXを推進するリーダーにくわえて、デジタル技術を活用した業務改善やデジタル事業を作り出すといった変革を担う人材の不足が問題となっている。「第1章 2.企業変革を推進する人材」では、企業変革を推進するためのリーダーのマインドおよびスキルと変革を担う人材の「質」「量」の面での充足度について論じた。

「継続的な人材の育成」の観点では、変革を担う人材の育成や、社員に求められるITリテラシーをいかにして高めるかが、企業における課題となっている。新たな技術の普及と既存技術の陳腐化加速といった環境変化は、DXの推進を担う人材のあり方にも変化をもたらしている。企業は、新しい技術や知識を取り入れ、新たな時代に合ったスキルを身につけた人材を継続的に獲得・活用できるようにしなければならない。そのために企業は、人材の能力を最大限に引き出すための施策を実施する必要がある。「第1章 3.人材の育成、学び、キャリアサポート」においては、変革を担う人材の育成や学び直しについて論じた。

今後、DXを全社へ浸透させるためには、IT部門以外の人材がデジタル技術を理解することが不可欠であり、全社員のITリテラシー向上に向けた具体的な施策を実施する必要がある。しかし、日本企業では全社員のITリテラシー向上に向けた取組が米国企業と比べて遅れている。「第1章 4.ITリテラシー」においては、社員のITリテラシーの把握状況や向上施策への企業の取組状況について論じた。

「人材不足」は重大な課題ではあるが、企業は、「人材不足」の声をあげる前に、企業の進むべき方向性と必要な人材のあり方を明確にし、社内環境の整備などを行っていくことで、自ら変わり、学ぶ文化を醸成していくことが重要である。「第1章 5.学習する組織、企业文化」においては、従業員体験(EX)の向上への取組や変革を進めるうえで求められる企业文化などについて論じた。

2 企業変革を推進する人材

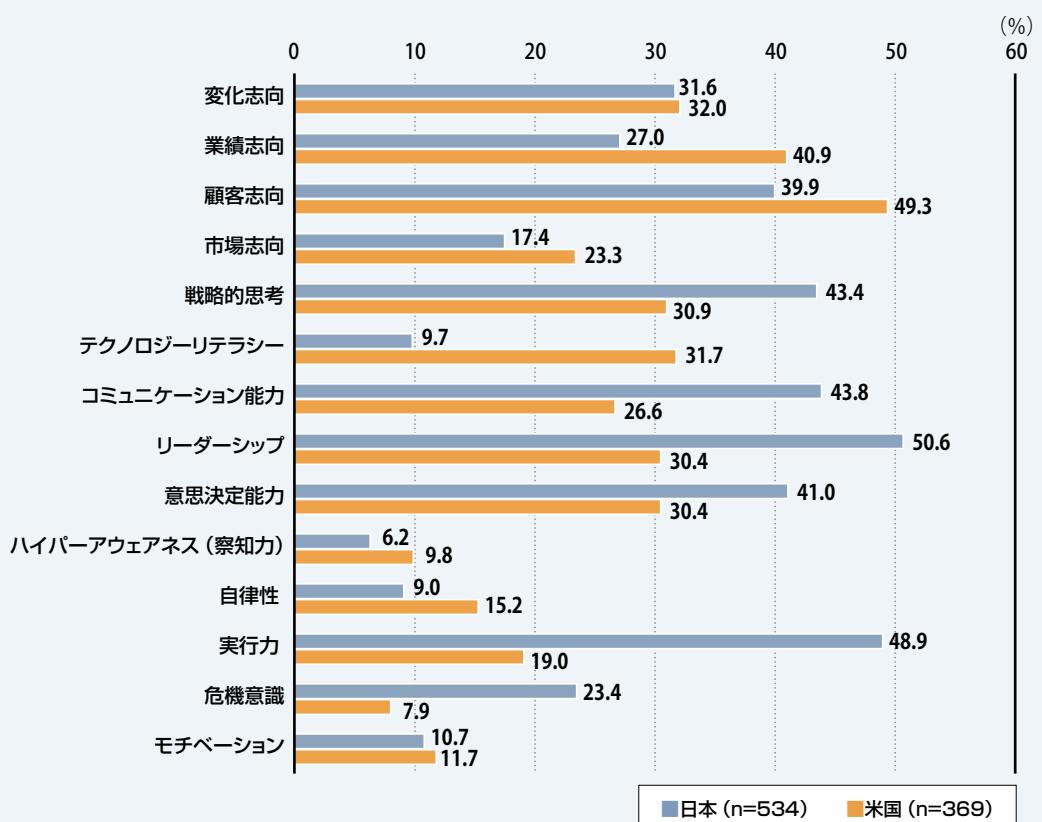
本章ではまず、「第2部DX戦略の策定と推進」で述べた日米企業のDX戦略を踏まえ、企業変革を推進するためのリーダーのマインドおよびスキル、企業変革を推進する人材の確保状況、デジタル事業に対応する人材の分類や人材の確保状況の詳細を説明する。

また、日本企業と米国企業の動向の比較結果をもとに、各企業の社員に対する教育方針、そのサポート状況、評価・処遇、社員のITリテラシーの把握、企業文化・風土、従業員体験価値などの指標に基づいて、企業がどういう方向性を打ち出して企業変革を推し進めているのかを、考察していく。

(1) 企業変革を推進するためのリーダーのマインドおよびスキル

企業変革を推進するリーダーにあるべきマインドおよびスキルを尋ねた結果を示す(図表31-1)。日本企業では、「リーダーシップ」が50.6%、「実行力」が48.9%、「コミュニケーション能力」が43.8%、そして、「戦略的思考」が43.4%と割合が高い。米国企業では、「顧客志向」が49.3%と一番高く、次いで「業績志向」が40.9%、「変化志向」が32%、「テクノロジーリテラシー」が31.7%の順で重視されている。日米企業間で差が大きいのは「実行力」と「テクノロジーリテラシー」である。「実行力」を選択した日本企業が48.9%に対して、米国企業は19%である。逆に「テクノロジーリテラシー」を選択した米国企業が31.7%に対して日本企業は9.7%である。日米企業でマインドおよびスキルについて重視するものが異なる。

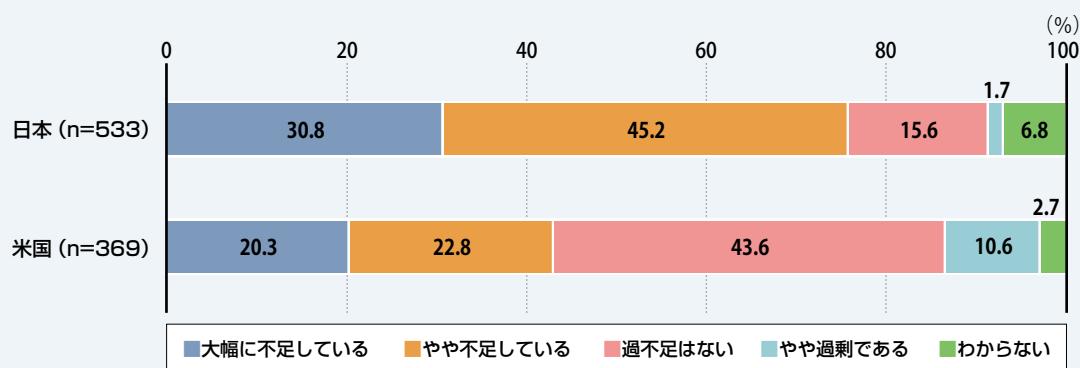
図表31-1 企業変革を推進するためのリーダーにあるべきマインドおよびスキル
(複数回答、「その他」非掲載)



(2) 企業変革を推進する人材の状況

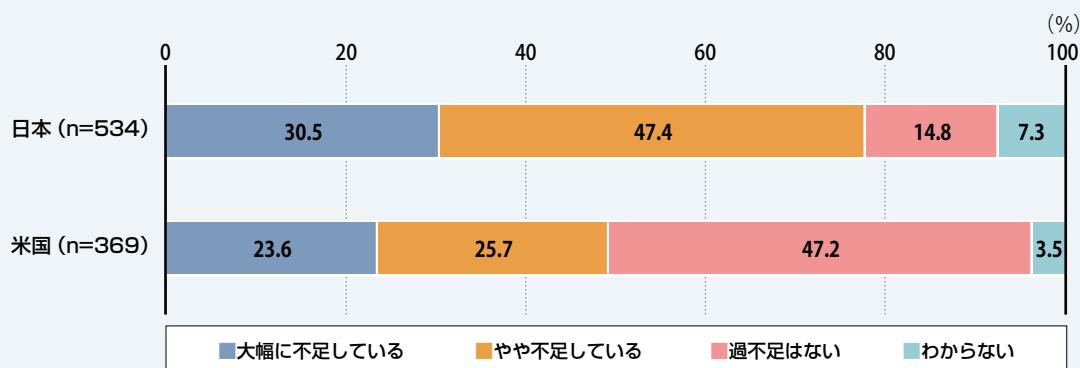
事業戦略上の変革を担う人材の「量」と「質」の確保について尋ねた結果を示す(図表31-2、図表31-3)。日本企業では、「量」の不足と回答している割合(「大幅に不足している」と「やや不足している」を足した割合)が76%であるのに対し、米国企業は43.1%と不足感に開きがある。また、米国企業で「過不足はない」と回答した割合は、「量」が43.6%、「質」が47.2%であるのに対して、日本企業は「量」が15.6%、「質」が14.8%となった。日米の人材の充足感で大きな開きがあり、日本企業では、量と質の両面で人材不足が課題であることがわかる。

図表31-2 事業戦略上、変革を担う人材の「量」の確保



※IPA「IT人材白書」の経年凡例に準じて表記

図表31-3 事業戦略上、変革を担う人材の「質」の確保



※IPA「IT人材白書」の経年凡例に準じて表記

デジタル事業に対応する人材を図表31-4のように分類し、その充足度に関する調査を実施した。

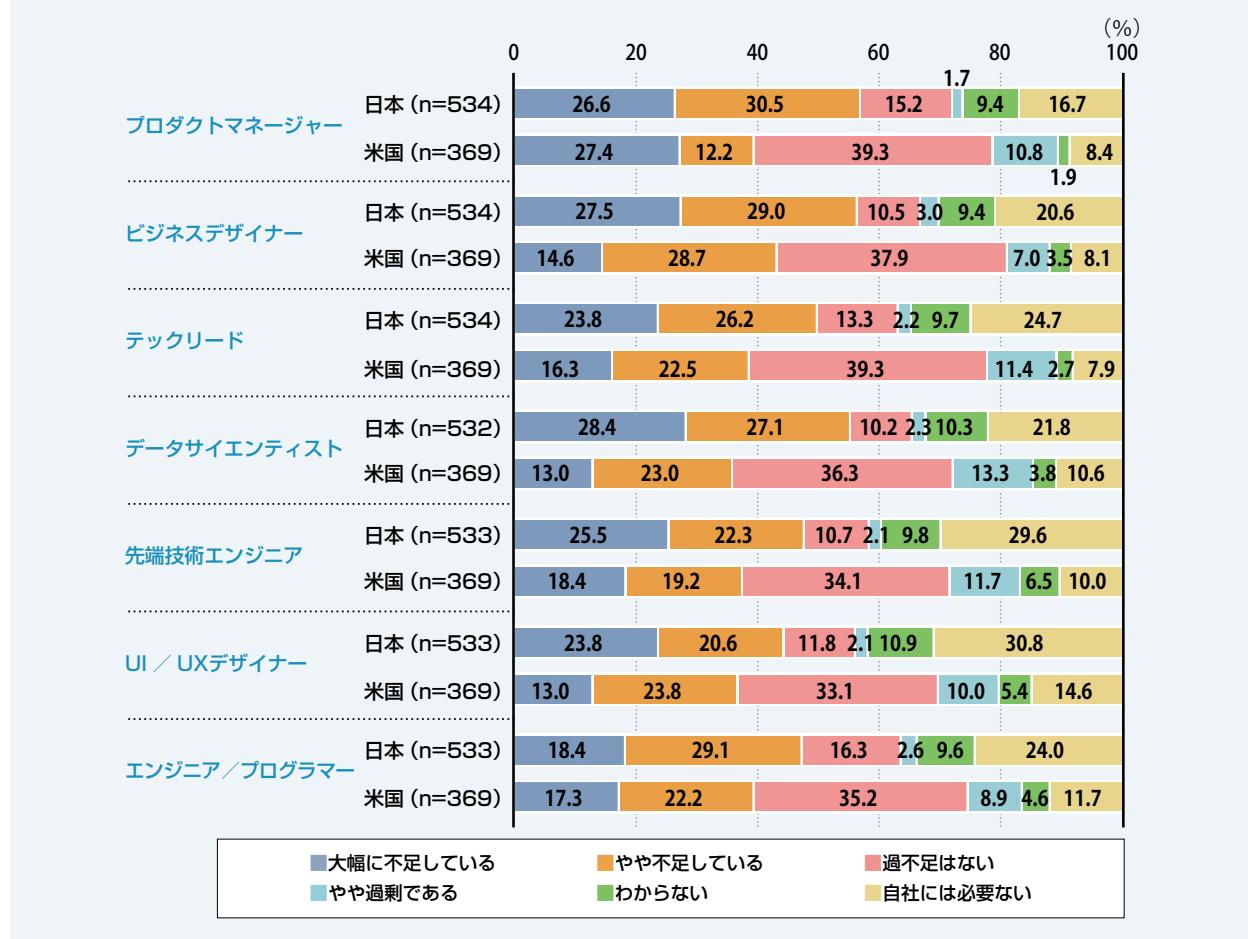
図表31-4 デジタル事業に対応する人材

職種(人材名)	説明
プロダクトマネージャー	デジタル事業の実現を主導するリーダー格の人材
ビジネスデザイナー	デジタル事業(マーケティング含む)の企画・立案・推進等を担う人材
テックリード(エンジニアリングマネージャー、アーキテクト)	デジタル事業に関するシステムの設計から実装ができる人材
データサイエンティスト	事業・業務に精通したデータ解析・分析ができる人材
先端技術エンジニア	機械学習、ブロックチェーンなどの先進的なデジタル技術を担う人材
UI／UXデザイナー	デジタル事業に関するシステムのユーザー向けデザインを担当する人材
エンジニア／プログラマー	デジタル事業に関するシステムの実装やインフラ構築、保守・運用、セキュリティ等を担う人材

※デジタル事業(ECやAI(人工知能)やIoT、ビッグデータをはじめとするデジタル技術を活用した事業)

デジタル事業に対応する人材の「量」の確保について職種別に尋ねた結果を示す(図表31-5)。米国企業では、「エンジニア／プログラマー」を除くすべての職種で「過不足はない」が日本企業より20%以上高い。不足と回答した割合(「大幅に不足している」と「やや不足している」を足した割合)は、日本企業では、「プロダクトマネージャー」「ビジネスデザイナー」「データサイエンティスト」が55%を超える割合が高く、米国企業は全職種とも40%前後である。なお、日本企業が「自社には必要ない」と回答した割合が20%から30%を超える職種については、米国企業ではいずれの職種についても10%前後の割合である。

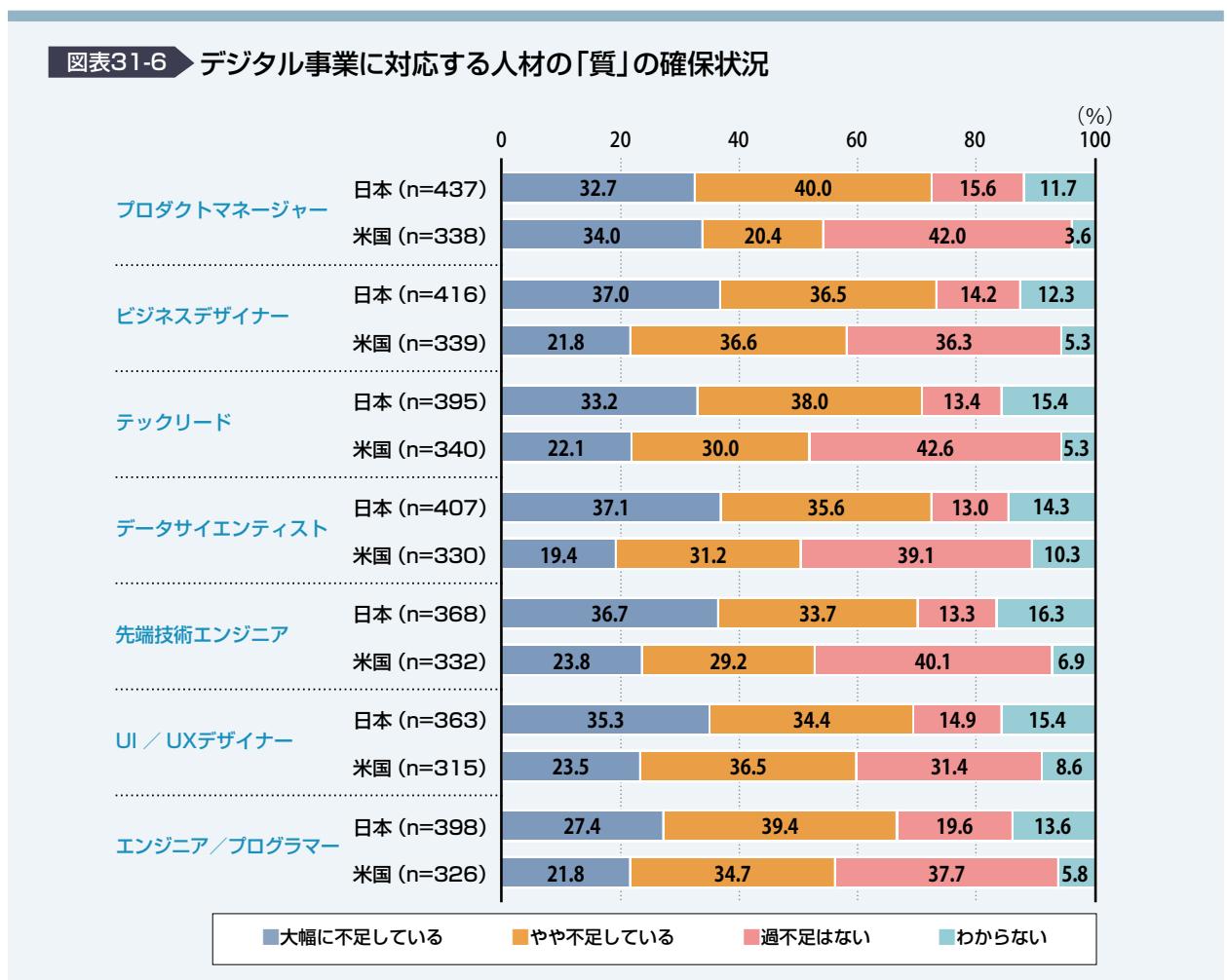
図表31-5 デジタル事業に対応する人材の「量」の確保状況



※IPA「IT人材白書」の経年凡例に準じて表記

デジタル事業に対応する人材の「質」の確保について職種別に尋ねた結果を示す(図表31-6)。米国企業では、「過不足はない」の割合が日本企業より20%以上高い職種が複数ある。不足と回答した割合(「大幅に不足している」と「やや不足している」を足した割合)は、日本企業は70%前後に集中し、米国企業は50%から60%の間に集中している。

図表31-6 デジタル事業に対応する人材の「質」の確保状況

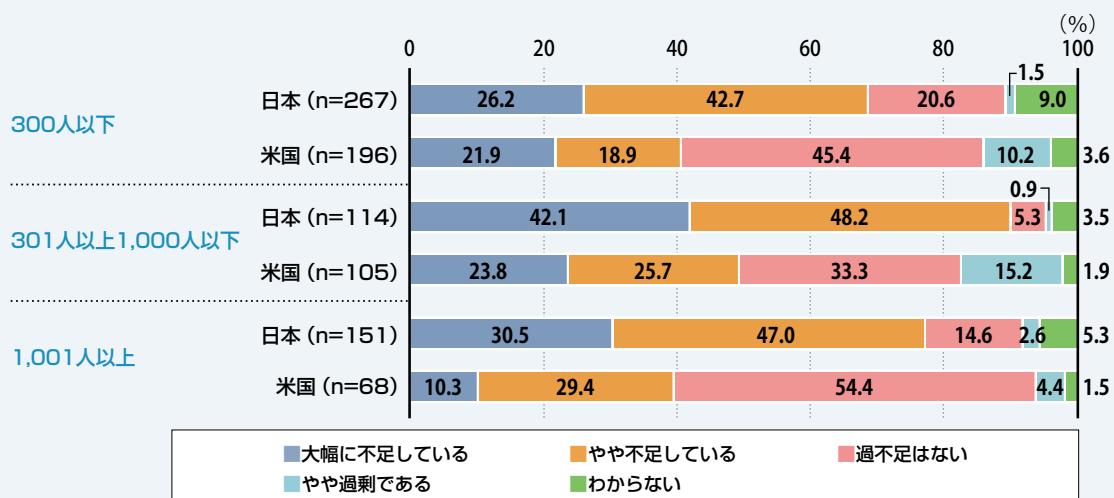


※デジタル事業に対応する人材の「量」で「自社には必要ない」と回答した企業は除く、IPA「IT人材白書」の経年凡例に準じて表記

① 従業員規模別で見る事業戦略上、変革を担う人材の「量」「質」

ここでは、企業変革を推進する人材の「量」と「質」の状況を日米企業の従業員規模別で見ていく。事業戦略上、変革を担う人材の「量」を尋ねた結果を従業員規模別で示す(図表31-7)。301人以上1,000人以下の日本企業で「大幅に不足している」が42.1%、「やや不足している」が48.2%で、従業員規模別で不足の割合が一番高くなっている。1,001人以上の米国企業では「過不足はない」が54.4%である。

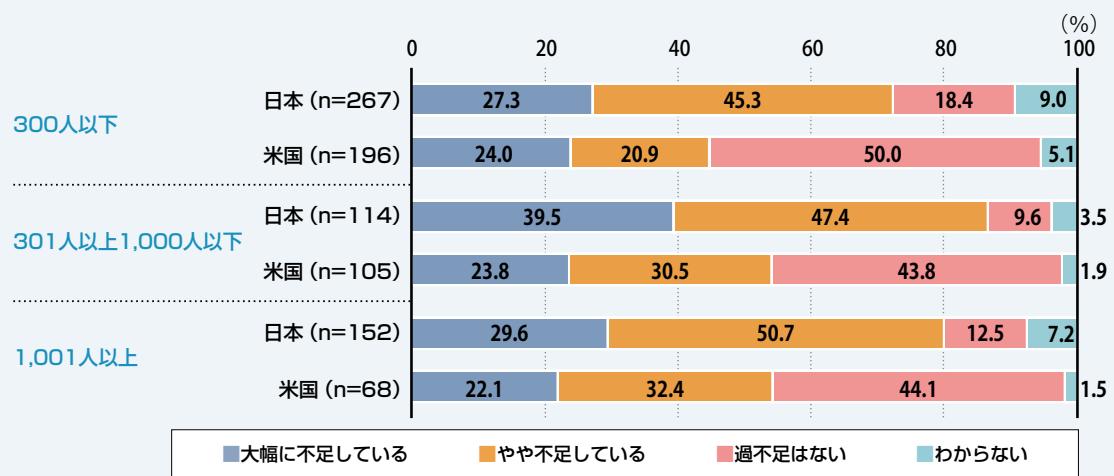
図表31-7 事業戦略上、変革を担う人材の「量」の確保状況(従業員規模別)



※IPA「IT人材白書」の経年凡例に準じて表記

事業戦略上、変革を担う人材の「質」を尋ねた結果を従業員規模別で示す(図表31-8)。301人以上1,000人以下の日本企業で「大幅に不足している」が39.5%、「やや不足している」が47.4%で従業員規模別で不足の割合が一番高くなっている。「量」「質」とともに301人以上1,000人以下の日本企業における不足感が高い。

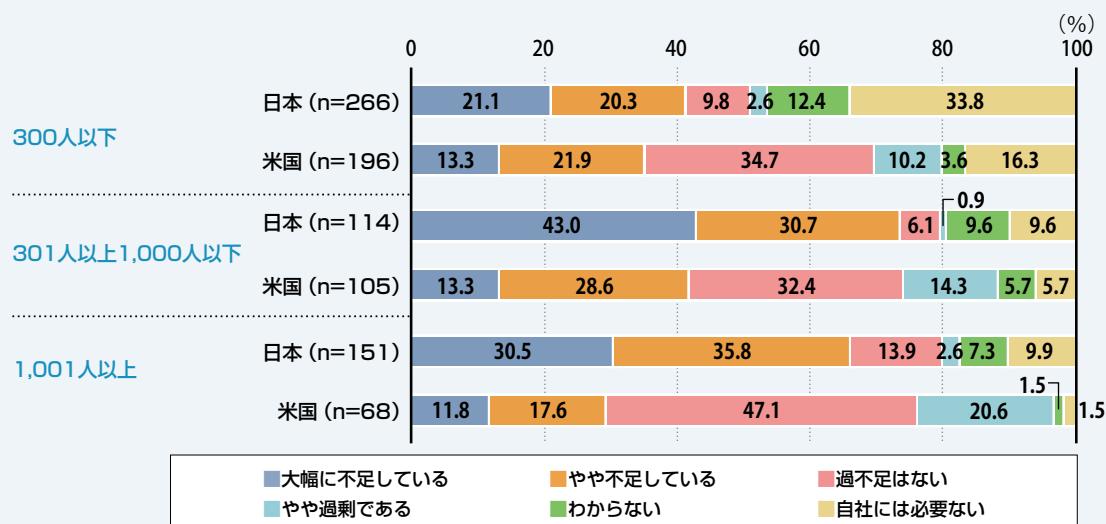
図表31-8 事業戦略上、変革を担う人材の「質」の確保状況(従業員規模別)



※IPA「IT人材白書」の経年凡例に準じて表記

デジタル事業に対応する人材の職種の中で、日本企業で「量」「質」とともに不足感が高かった「データサイエンティスト」と、米国企業で「大幅に不足している」の割合が高かった「プロダクトマネージャー」について従業員規模別で見ていく。「データサイエンティスト」の「量」の確保について尋ねた結果を従業員規模別に示す(図表31-9)。301人以上1,000人以下の日本企業で「大幅に不足している」の割合が43%ともっとも高い。米国企業は、いずれの従業員規模別においても「過不足はない」の割合がもっとも高くなっている。

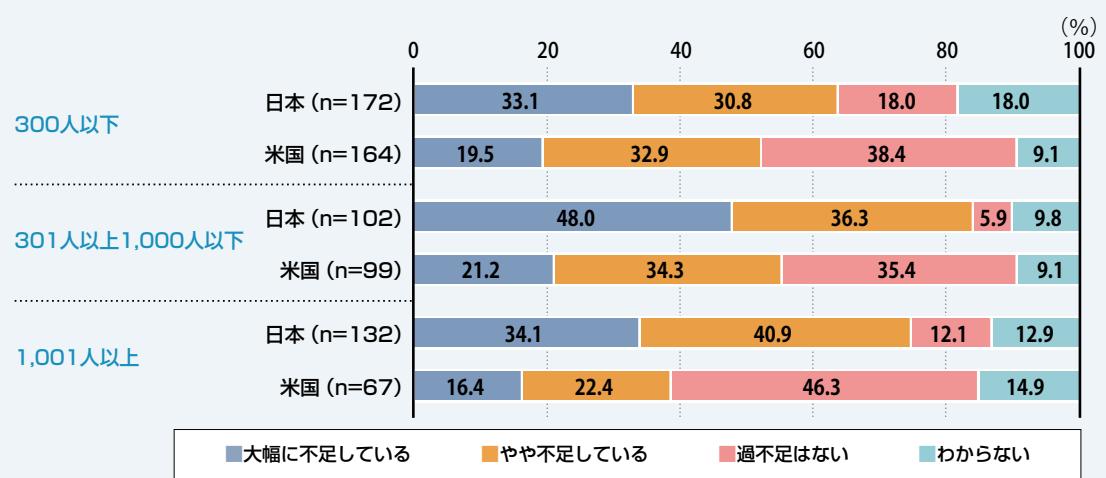
図表31-9 デジタル事業に対応する「データサイエンティスト」の「量」の確保状況(従業員規模別)



※IPA「IT人材白書」の経年凡例に準じて表記

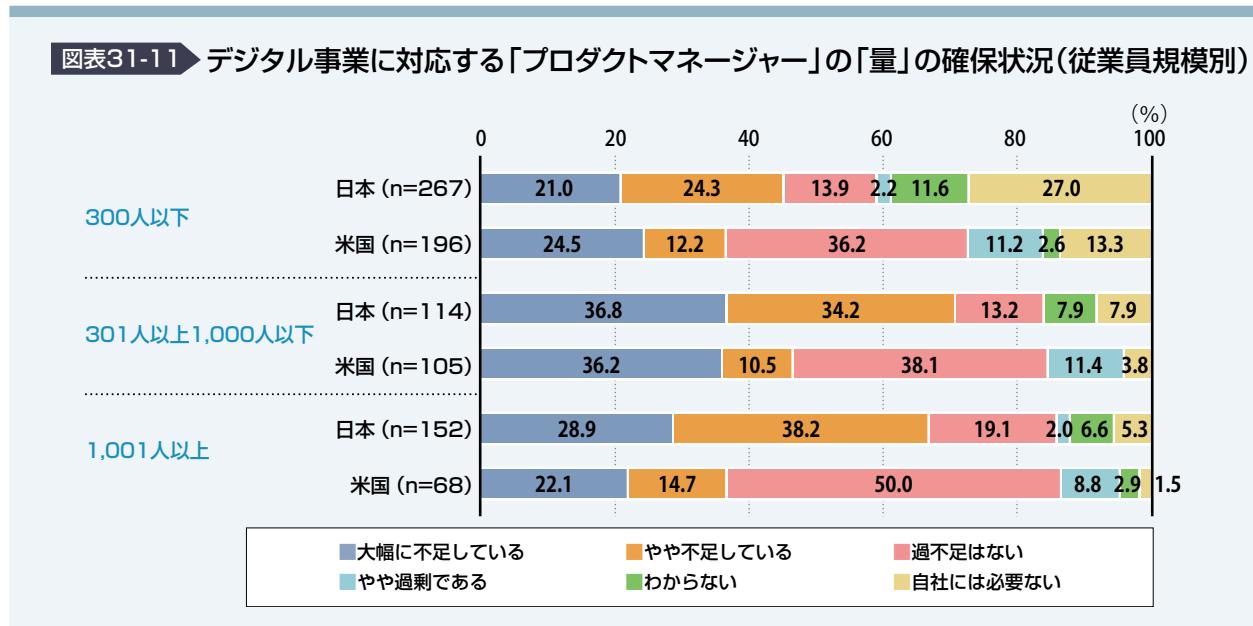
「データサイエンティスト」の「質」の確保について尋ねた結果を従業員規模別に示す(図表31-10)。301人以上1,000人以下の日本企業で「大幅に不足している」の割合が48%ともっとも高い。米国企業は、従業員規模別で見ても「量」と同様に、いずれの従業員規模においても「過不足はない」の割合がもっとも高い。

図表31-10 デジタル事業に対応する「データサイエンティスト」の「質」の確保状況(従業員規模別)

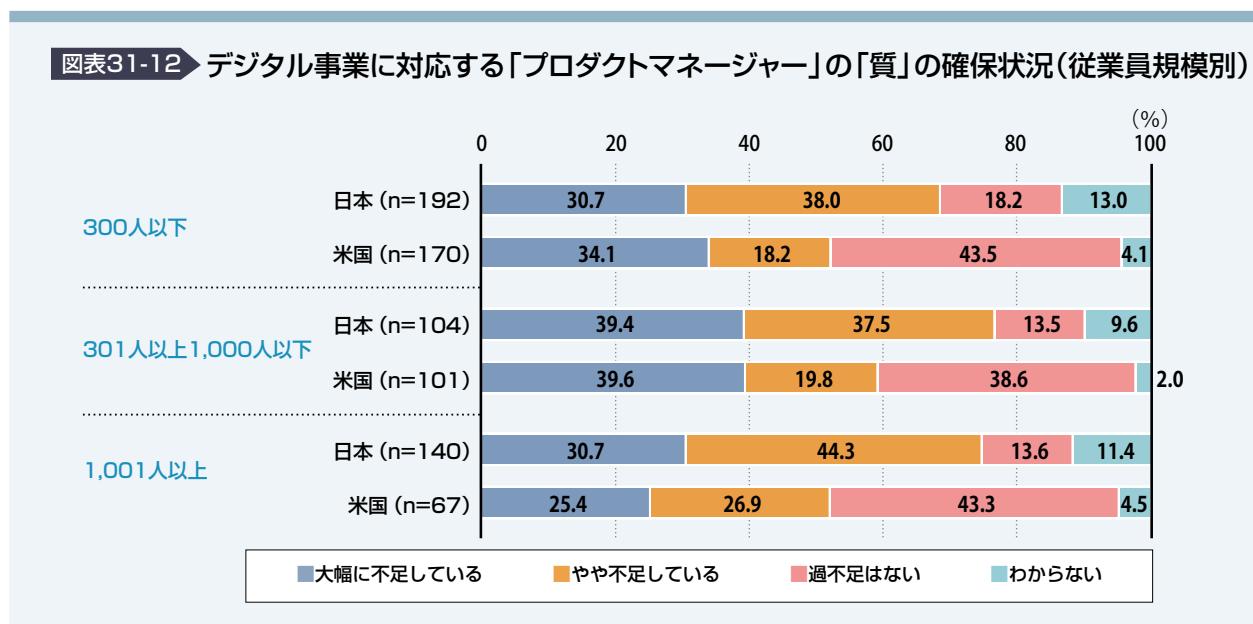


※デジタル事業に対応する人材の「量」で「自社には必要ない」と回答した企業は除く、IPA「IT人材白書」の経年凡例に準じて表記

「プロダクトマネージャー」の「量」の確保について尋ねた結果を従業員規模別に示す(図表31-11)。日本企業の従業員規模においても301人以上1,000人以下で「大幅に不足している」の割合が高く、日本企業で36.8%、米国企業で36.2%である。その一方で、同じ従業員規模の「やや不足している」の割合は、日本企業が34.2%であるのに対して、米国企業は10.5%と低くなっている。



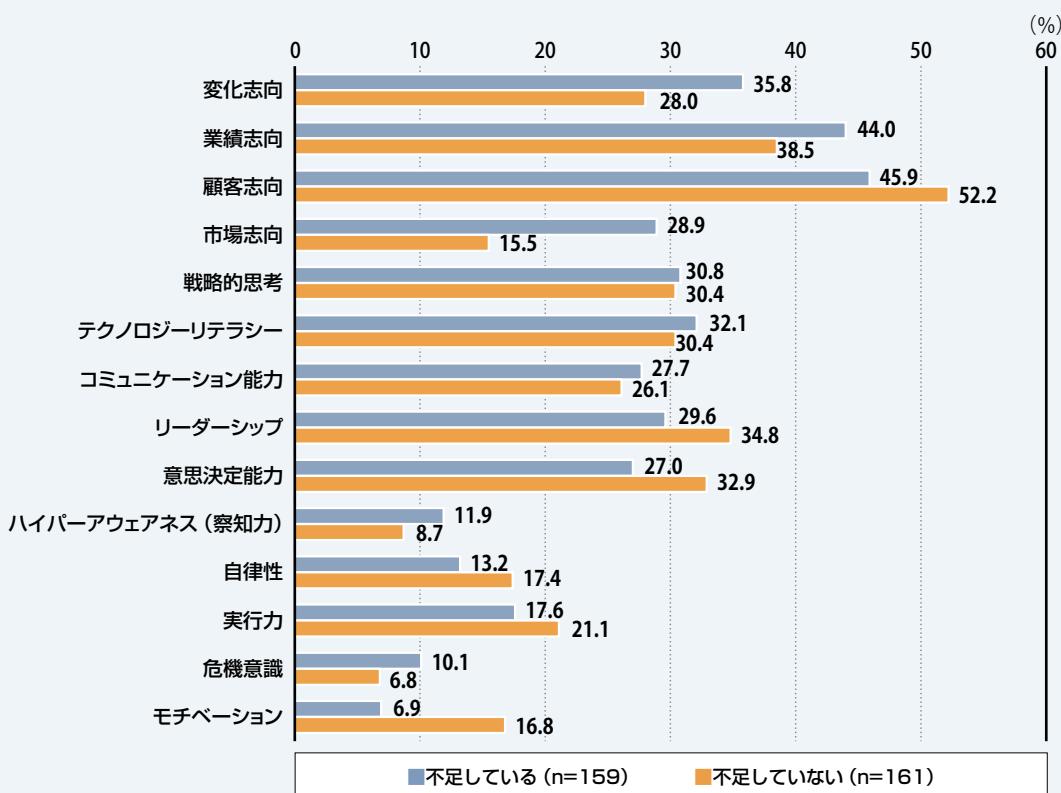
「プロダクトマネージャー」の「質」の確保について尋ねた結果を従業員規模別に示す(図表31-12)。日本企業の従業員規模においても301人以上1,000人以下で「大幅に不足している」の割合がもっとも高く、日本企業で39.4%、米国企業では39.6%である。その一方で、同じ従業員規模の「やや不足している」の割合は、日本企業が37.5%であるのに対して、米国企業は19.8%である。



② 米国企業の事業戦略上、变革を担う人材の「量」の充足

ここでは、米国企業で「量」の不足感が低い企業の特徴を明らかにする。米国企業で、事業戦略上、变革を担う人材の「量」が、「大幅に不足している」と「やや不足している」企業の割合を合計したもの(これ以降、「不足している」と言う)と、「過不足はない」(これ以降、「不足していない」と言う)とを比較する。企業変革を推進するためのリーダーにあるべきマインドおよびスキルを尋ねた結果については、「不足していない」企業は、顧客志向、リーダーシップ、意思決定能力、およびモチベーションを重視している(図表31-13)。

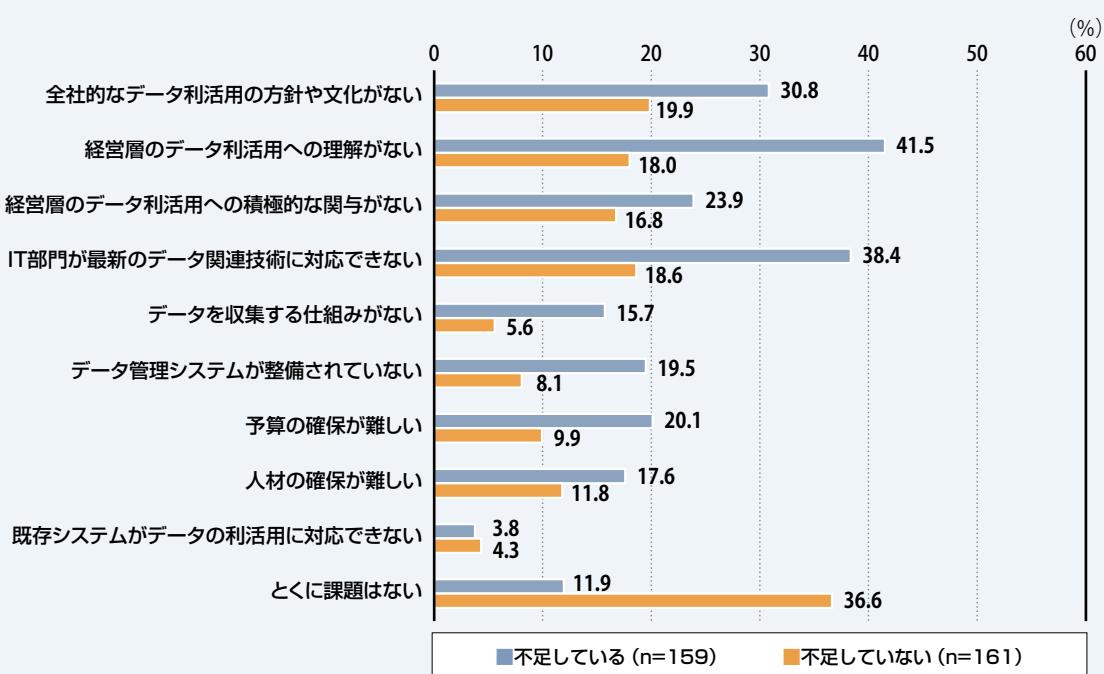
図表31-13　米国の企業変革を推進するためのリーダーにあるべきマインドおよびスキル
(不足感別、複数回答、「その他」非掲載)



図表31-14、図表31-15では、「第4部第2章 4.データ利活用技術の活用状況と課題」で分析している「データ整備・管理・流通の課題」(図表42-45)、「AIの導入目的」(図表42-49)のそれぞれについて、「不足していない」企業と、「不足している」企業とを比較する。

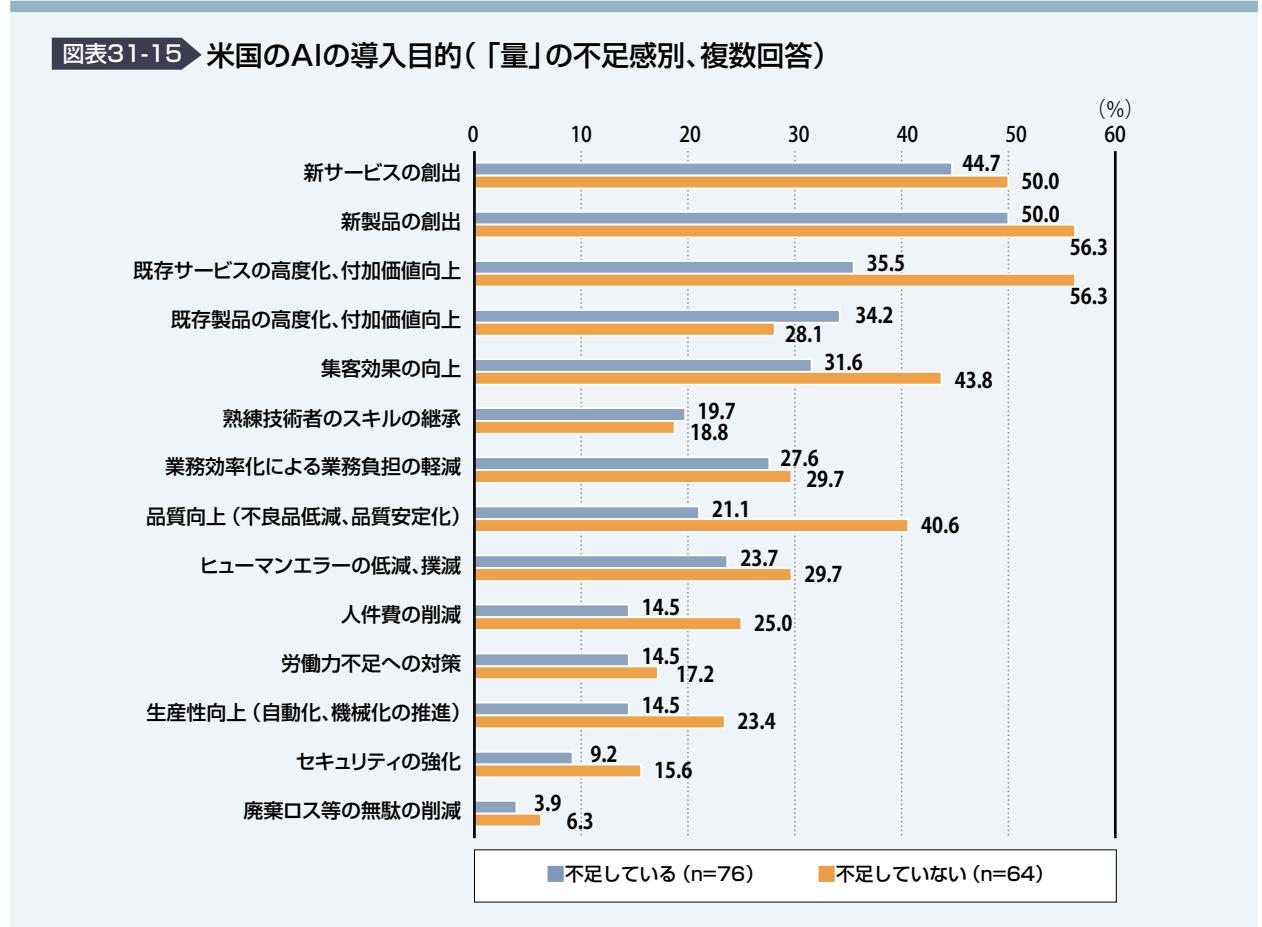
まず、米国企業の「データ整備・管理・流通の課題」について尋ねた結果を「量」の不足感別に示す(図表31-14)。「不足していない」企業は、「不足している」企業と比較すると課題が少ない傾向がある。「不足していない」企業は、経営層のデータ利活用への理解があり、IT部門が最新のデータ関連技術に対応できていることが推定できる。

図表31-14 ▶ 米国のデータ整備・管理・流通の課題(「量」の不足感別、複数回答)



次に、米国企業の「AIの導入目的」について尋ねた結果を「量」の不足感別に示す(図表31-15)。回答数は少ないが、「不足していない」企業は、「既存サービスの高度化、付加価値向上」(56.3%)、「新製品の創出」(56.3%)、「新サービスの創出」(50%)の割合が高い。「不足している」企業も「新サービスの創出」(44.7%)、「新製品の創出」(50.0%)の割合は高いが、「既存サービスの高度化、付加価値向上」「品質向上(不良品低減、品質安定化)」については「不足していない」企業より20%程度、低くなっている。また、「不足していない」企業は、「人件費の削減」が25%になっている。

図表31-15　米国のAIの導入目的(「量」の不足感別、複数回答)



※集計対象は、「AIの利活用状況」を「全社で導入している」「一部の部署で導入している」と回答した企業

DXに必要な人材像、エンジニアよりも重要な存在

株式会社日経BP 総合研究所 イノベーションICTラボ 所長 戸川 尚樹

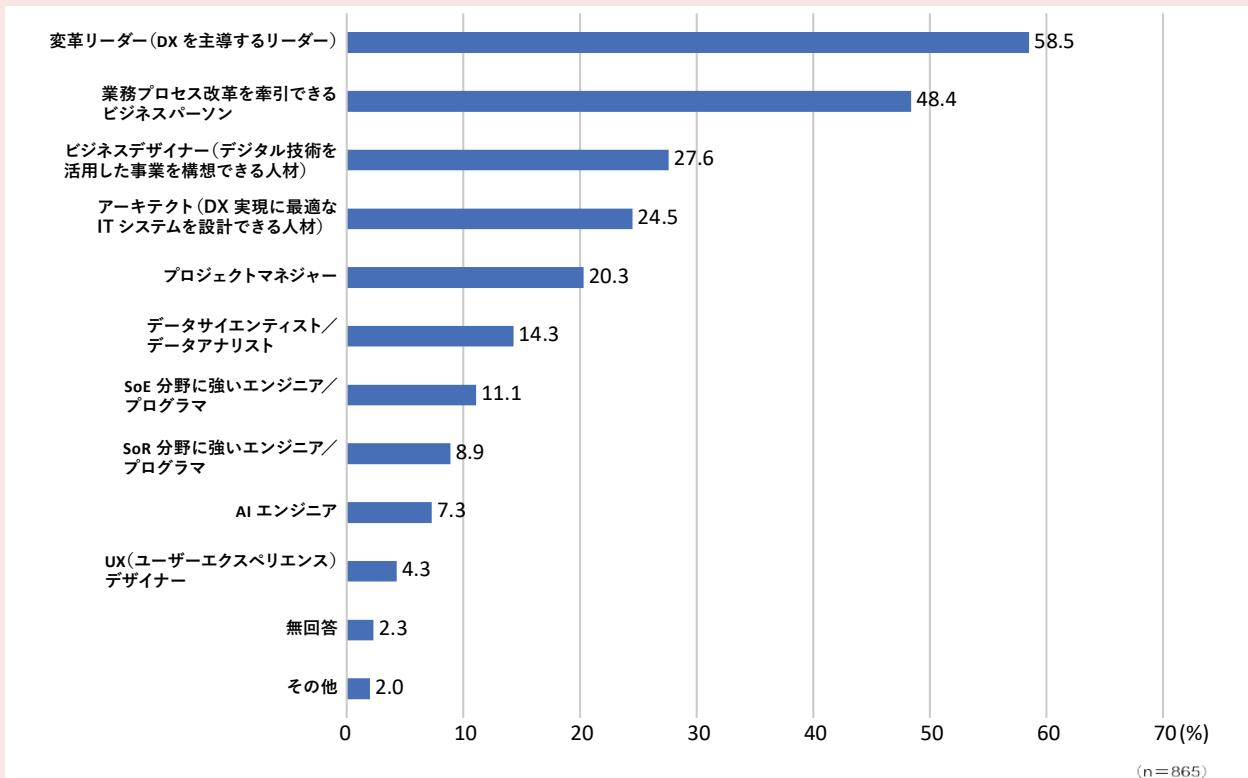
AI(人工知能)やIoT(インターネット・オブ・シングズ)に詳しいエンジニアやデータサイエンティストが不足していて、なかなかデジタルトランスフォーメーション(DX)が進まない——。このような悩みを聞くことは少なくないが、実態はどうなのだろうか。

下の図を見てほしい。これは「With／アフターコロナ時代に生き残るため、貴社がDX領域で採用・育成を強化すべき人材像はどれですか」に対する回答結果(複数回答可、有効回答数865

社)だ。日経BP 総合研究所 イノベーションICTラボが2020年7～8月にかけて独自に実施した「デジタル化実態調査(DXサーベイ)2020年版」の結果の一部である。

DX領域で採用・育成を強化すべき人材像の1番人気は、「変革リーダー(DXを主導するリーダー)」(58.5%)だった。2位は、「業務プロセス改革を牽引できるビジネスパーソン」(48.4%)で、この2つが他を圧倒した。

DX領域で採用・育成すべき人材像



「With／アフターコロナ時代に生き残るため、貴社がDX領域で採用・育成を強化すべき人材像はどれですか」に対する回答結果(複数回答可)

出典：日経BP 総合研究所 イノベーションICTラボ『DXサーベイ2』

DXで成果を上げるために必要なのは 変革リーダー

上位2項目よりもぐっと割合は低くなるものの、3位は「ビジネスデザイナー（デジタル技術を活用した事業を構想できる人材）」（27.6%）となった。ここで注目すべきは、DX領域で採用・育成を強化すべき人材像のトップ3はエンジニアではない、ということだ。

DXというと、AIエンジニアやデータサイエンティストの確保・育成が話題になることが多いものの、企業が本当に必要としているのは、「全社でDXを主導できる変革リーダー」や「現場で業務プロセス改革を牽引できるビジネスパーソン」なのである。DXが進まない理由を「技術者・専門家の不足」とし、エンジニア確保に奔走する企業は少なくない。この取組自体を否定すべきではないものの、変革リーダー不在のままでは、優秀なAI人材を確保できたとしても“宝の持ち腐れ”になるリスクがある。

変革リーダーと業務プロセス改革を牽引できるビジネスパーソン。いずれの人材像も、高いビジネススキルを備え、社内で一目置かれる存在である必要がある。ただし、「担当分野で仕事ができる」というだけでは不十分だろう。たとえば、コミュニケーション能力や“政治力”を備えている必要がある。DXでは、異なる複数部門の担当者がプロジェクトに参加するケースが少なくないため、各部門の文化の違いを感じ取りながらメンバーと対話したり、部門の責任者に根回ししたりしながら、物事を円滑に進めるスキルが求められるのだ。

変革に対する情熱。これも、変革リーダーと業務プロセス改革を牽引できるビジネスパーソンには必要といえる。「DXを通じて社内外の課題を解決する」ということに執念を燃やし、本気でプロジェクトを牽引できる人材でなければ、真のリーダーとはいえない。

最後に変革リーダーに適した人材の条件について、私見を述べさせていただく。それは「人間に興味を持っている」ということである。デジタル変革リーダーであろうとも、関心を持つべきは、最新のデジタル技術だけでなく、人間や社会の動向であるべきだろう。

そもそもデジタル技術は、企業や社会に幸せをもたらすための道具（手段）であって、その利活用が目的ではない。「DXの『D（デジタル）』はX（変革）のための手段の1つでしかなくて、極端に言えば無くてもよい。優先すべきはXであることをあらためて認識すべきだ」。こう警鐘を鳴らす日本企業の変革リーダーは少なくない。

DXの推進やSDGs（持続可能な開発目標）の実現、ウェルビーイング（幸福感）、パーパス（社会的な存在意義）経営などについて、「人間を中心にして取り組む」ことの重要性を指摘する経営幹部や有識者がここ最近、増えている。人間に関心を持ち、優しさや思いやりを持ったビジネスパーソンでなければ、企業・社会の課題を解決するための変革を推進することは難しいのではないだろうか。DXを牽引する変革リーダーに最優先で求められるのは「人間に対する優しさ」であって、「デジタル技術に関する知見」は二の次だと思う。

変革リーダーに該当する人材の発掘・育成は相当に難しいことであり、近道はない。まずは、社内に隠れた逸材がいないかどうかを再度、徹底調査する。必要に応じて、社外から優れた人材をスカウトする。さまざまな手法を駆使するしかないだろう。

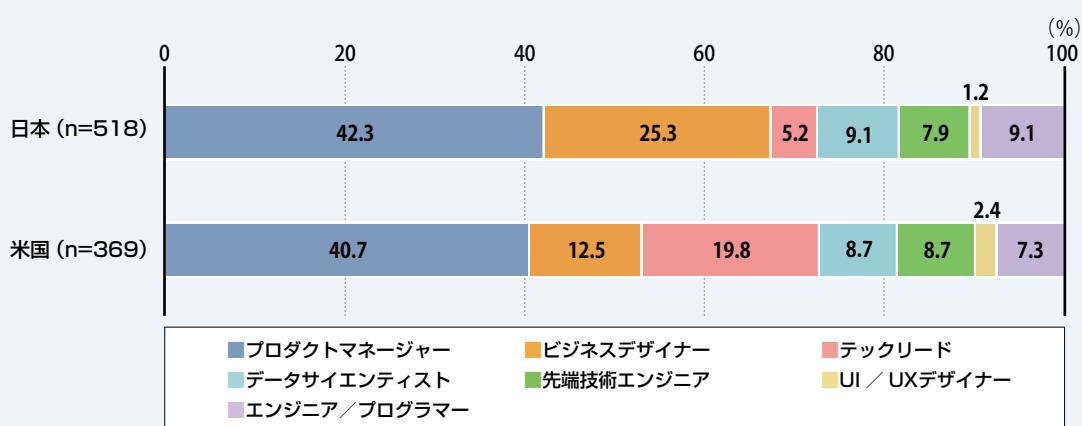
いずれにせよ、「AIエンジニアやデータサイエンティストなどのデジタル化人材が増えれば、DXは着実に進む」というのは幻想である。日本企業はDXというテーマを通じて、「変革リーダーの不在」という本質的な問題に向き合い、これまでの経営手法を見直すべきではないだろうか。

③ 人材の育成、学び、キャリアサポート(活用施策の改善)

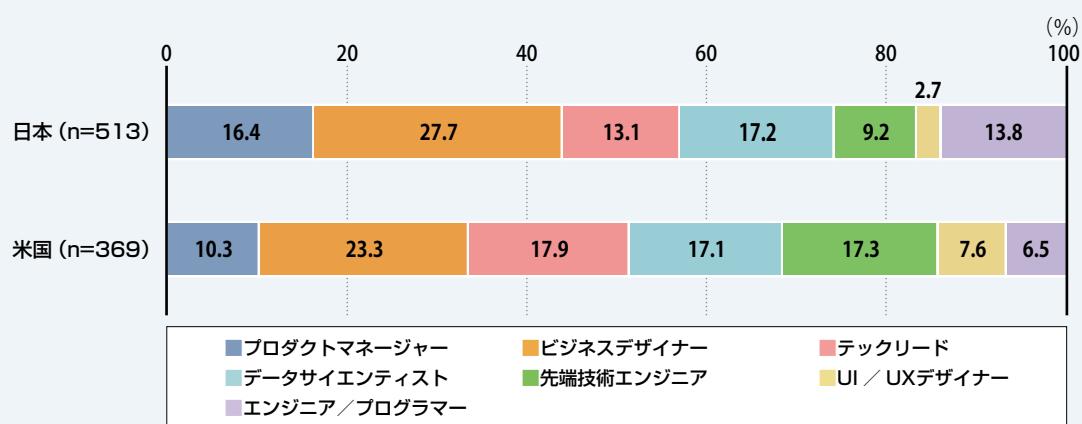
(1) 育成したい人材、学び直し、キャリアサポート

デジタル事業に対応する人材で重要と考え、育成したい人材の1位と2位を尋ねた結果を示す(図表31-16、図表31-17)。日米企業ともに、「プロダクトマネージャー」が1位で一番割合が高く、いずれも4割強がもっとも重要で育成したい人材の1位と回答している。日本企業では次いで「ビジネスデザイナー」(25.3%)の割合が高く、米国企業では「テックリード」(19.8%)、「ビジネスデザイナー」(12.5%)の割合が高くなっている。もっとも重要で育成したい人材の2位は、日米企業ともに「ビジネスデザイナー」の割合が高い。

図表31-16 デジタル事業に対応する人材で重要と考え、育成したい人材(1位)

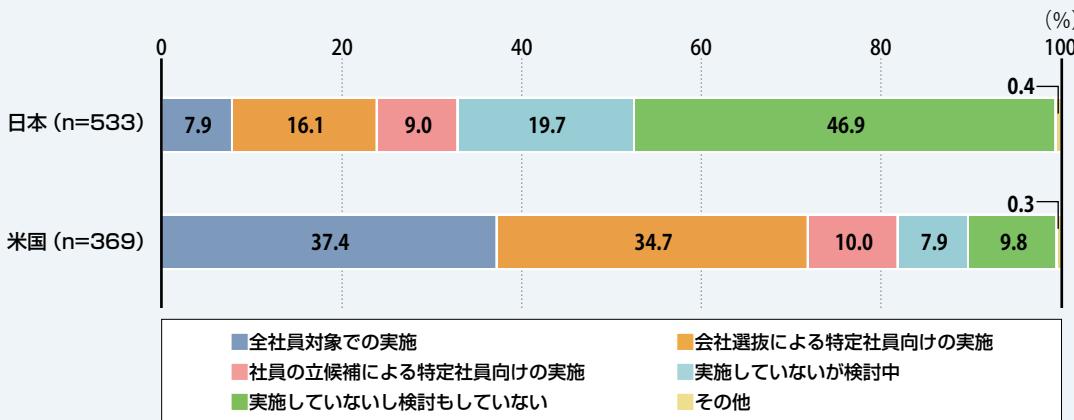


図表31-17 デジタル事業に対応する人材で重要と考え、育成したい人材(2位)



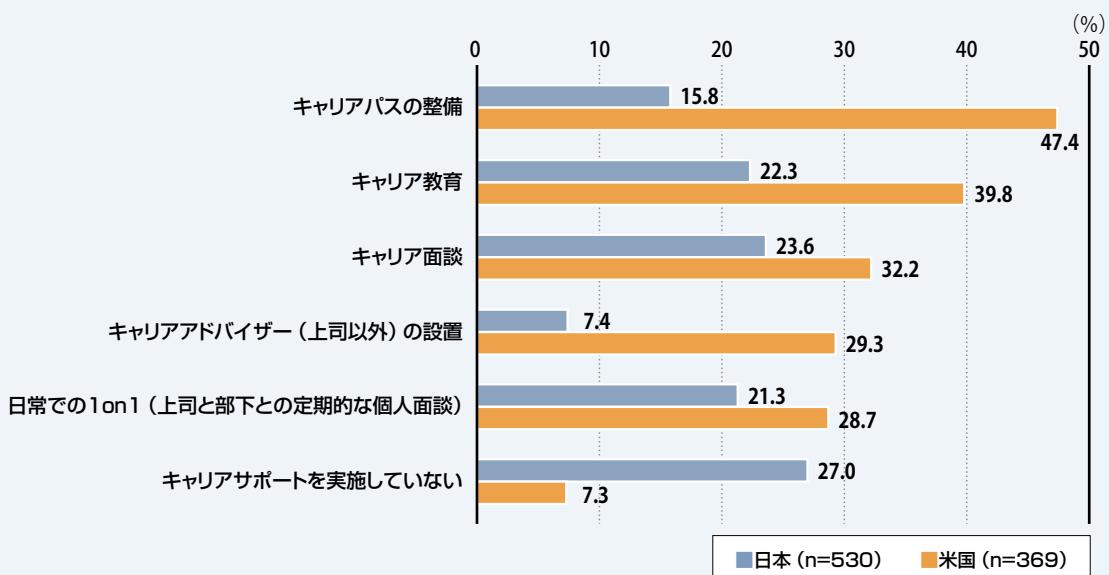
AI、IoT、データサイエンスなどの先端技術領域に関する社員の学び直し(リスキル)の方針を尋ねた結果を示す(図表31-18)。米国企業は、「全社員対象での実施」の割合が37.4%、「会社選抜による特定社員向けの実施」が34.7%で割合が高く、72.1%が企業として方針を明確に持っている^{*1}。日本企業では、企業として方針を明確に持っている企業が24%なのに対して、「実施していないし検討もしていない」の割合が46.9%である。学び直しの方針の有無の差が大きいことがわかる。

図表31-18 社員の学びの方針(学び直し)



企業変革を推進する人材のキャリアサポートについて、どのようなことを実施しているかを尋ねた結果を示す(図表31-19)。米国企業では、「キャリアパスの整備」「キャリア教育」「キャリア面談」「キャリアアドバイザー(上司以外)の設置」「日常での1on1(上司と部下との定期的な個人面談)」の全項目で実施割合が日本企業より高い。また、「キャリアパスの整備」「キャリアアドバイザー(上司以外)の設置」は日本企業の実施割合が低く、米国企業とは20%から30%程度の開きがあった。

図表31-19 企業変革を推進する人材のキャリアサポート(複数回答)



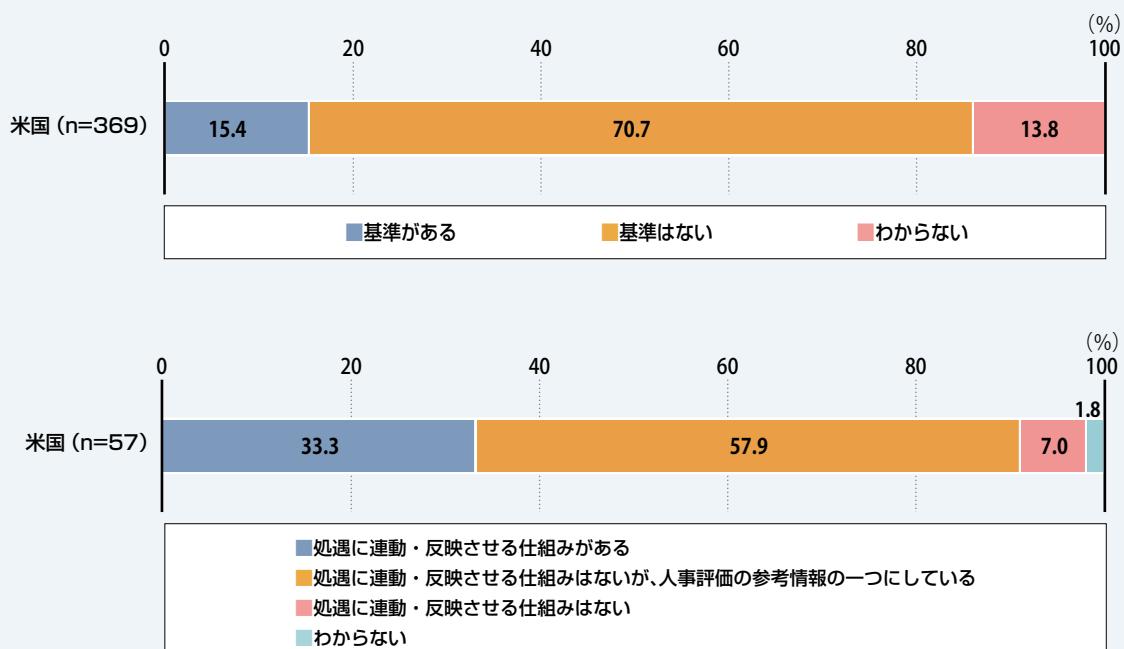
※項目「変革を推進していない」は非掲載

* 1 「全社員対象での実施」「会社選抜による特定社員向けの実施」の割合を足したもの。

(2) 変革を担う人材を評価・把握するための基準と基準に対する評価・処遇の連動、および競争力

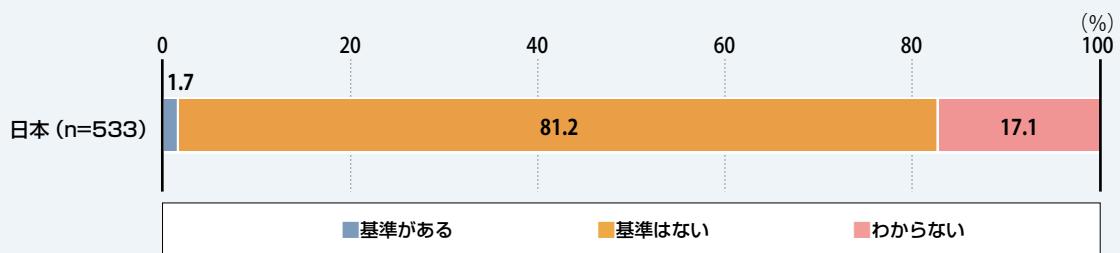
変革を担う人材を評価・把握するための基準とその基準と人材の評価・処遇との連動について米国企業に尋ねた結果を示す(図表31-20)。米国企業では、「基準がある」と回答し、その内「処遇に連動・反映させる仕組みはないが、人事評価の参考情報の一つにしている」が57.9%、「処遇に連動・反映させる仕組みがある」が33.3%である。

図表31-20 ▶ 米国企業の変革を担う人材を評価・把握するための基準の有無(上)と評価・処遇との連動(下)



変革を担う人材を評価・把握するための基準と基準に対する評価・処遇との連動について日本企業に尋ねた結果を示す(図表31-21)。日本企業では、「基準がある」の割合が1.7%、「基準はない」が81.2%である。

図表31-21 ▶ 日本企業の変革を担う人材を評価・把握するための基準の有無

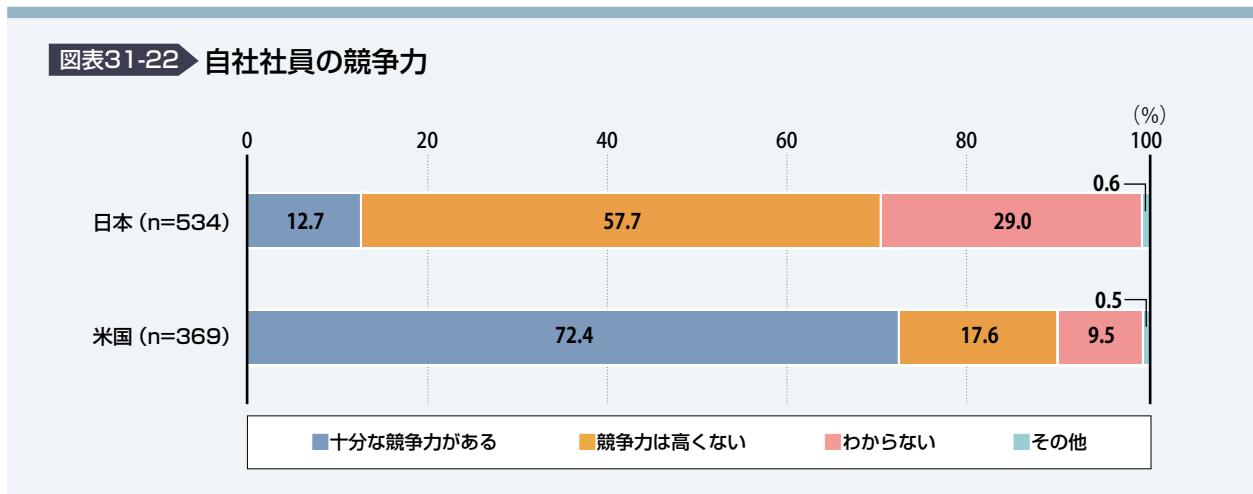


※日本企業の変革を担う人材を評価・把握するための評価・処遇との連動は回答数が少ないとため、非掲載

図表31-22は、企業が人材市場の中で人材をどのように認識しているのかを、以下の社員の競争力として尋ねた。

- ・IT企業やネットビジネス企業に所属する研究者やエンジニア
- ・一般の事業会社の情報システム部門に所属しIT業務に携わる人材
- ・ITを活用して新規事業創造、新技術・製品の研究・開発、既存製品・サービスの付加価値向上
- ・業務のQCD向上などを行う人材

日本企業では「十分な競争力がある」と回答した割合は12.7%で、「競争力は高くない」が57.7%と一番高くなっている。一方、米国企業では72.4%が「十分な競争力がある」と回答している。

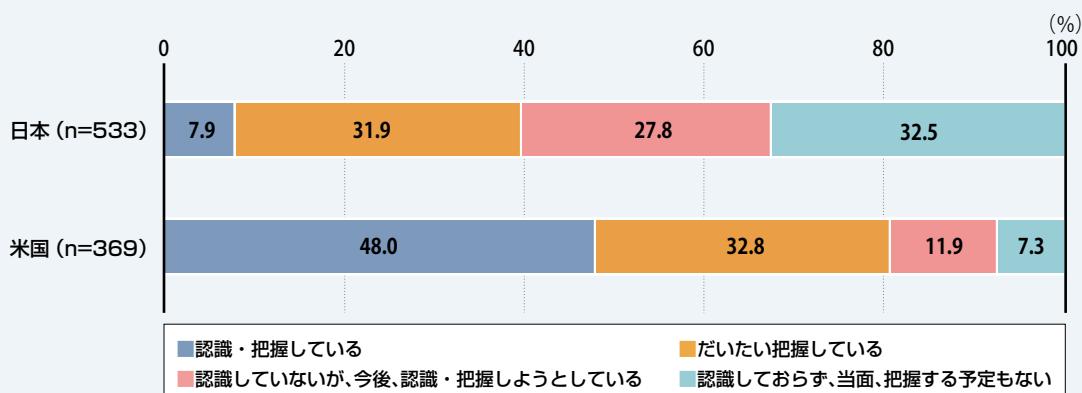


4 ITリテラシー

(1) ITリテラシーの把握状況

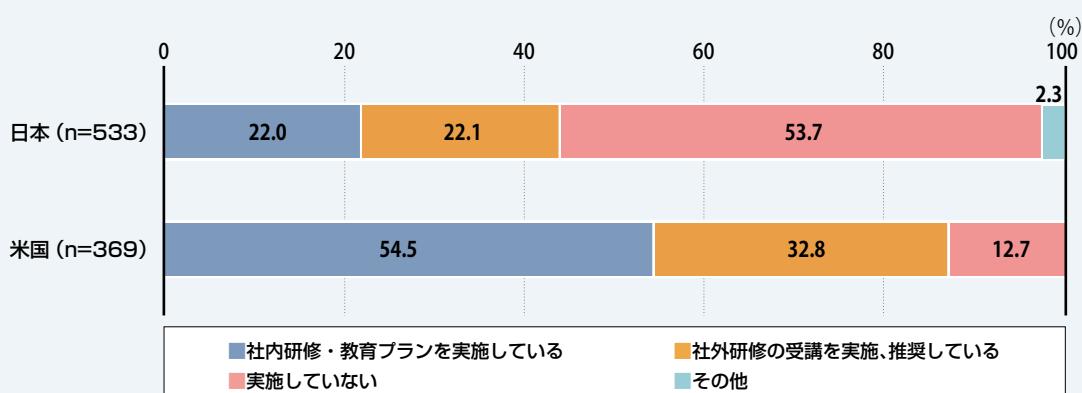
社員のデジタルへの理解、ITリテラシーについて企業の把握状況を見ていく。社員のITリテラシーレベルの認識・把握について尋ねた結果を示す(図表31-23)。日本企業は「認識・把握している」(7.9%)、「だいたい把握している」(31.9%)を合わせると39.8%が把握している。米国では、「認識・把握している」(48%)、「だいたい把握している」(32.8%)を合わせると80.8%が把握しており、ITリテラシーレベルの把握状況は大きく異なる。

図表31-23 ITリテラシーレベルの認識・把握



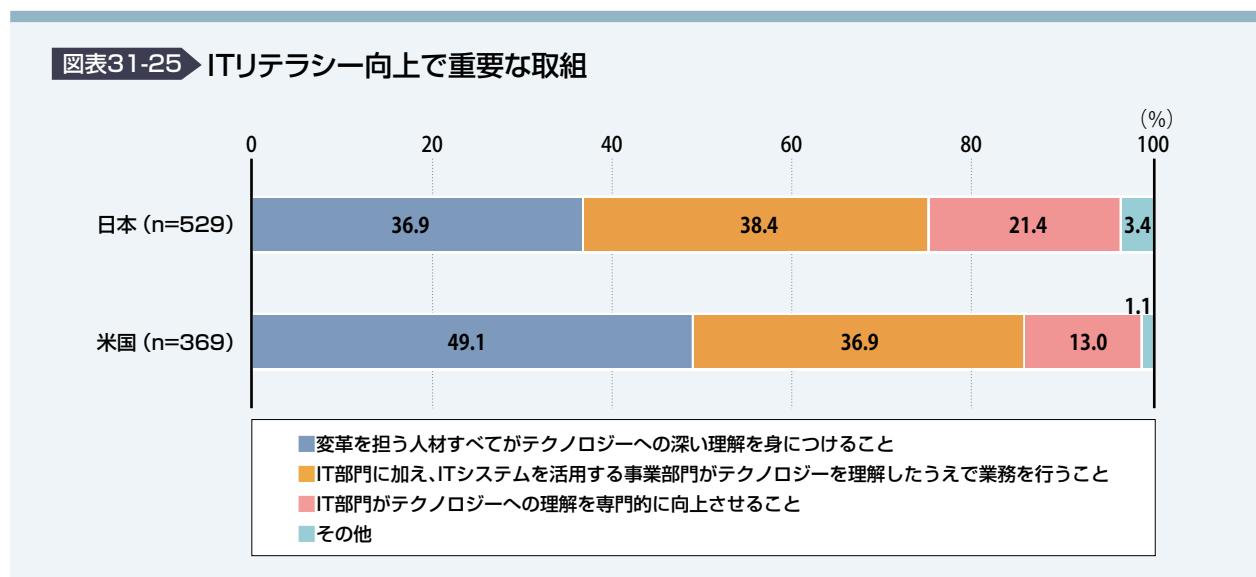
社員のITリテラシーの向上に関する施策状況について尋ねた結果を示す(図表31-24)。日本企業は「社内研修・教育プランを実施している」が22%に対して、米国企業では54.5%である。日本企業は「実施していない」が53.7%であり、日米で施策の実施状況に大きな差が出ていることがわかる。

図表31-24 ITリテラシー向上施策



自社のITリテラシーの向上について、重要だと考える取組を尋ねた結果を示す(図表31-25)。「変革を担う人材すべてがテクノロジーへの深い理解を身につけること」と「ITシステムを活用する事業部門がテクノロジーを理解したうえで業務を行うこと」を合わせると、米国において86%、日本でも75.3%が重要としている。日本企業が米国企業と同様に「変革を担う人材すべてがテクノロジーへの深い理解を身につけること」や「ITシステムを活用する事業部門がテクノロジーを理解したうえで業務を行うこと」を重要な取組と捉えていることがわかる。

しかし、日本企業は、全社員のリテラシー向上に向けた取組では米国企業と比べて遅れている。DXを推進するためには、IT部門以外の人材がデジタル技術を理解することが不可欠であることを念頭に置き、具体的な施策を実施する必要がある。



すべてのビジネスパーソンが持つべきデジタル時代の共通リテラシーを「デジタルリテラシー協議会」^{*2}が「Di-Lite」として定義している。同協議会は、この「Di-Lite」をベースに、増え続けるITスキルや知識をビジネスとの関連性から体系化することで各ビジネスパーソンが取るべきラーニングパスの見える化に取組む予定である。

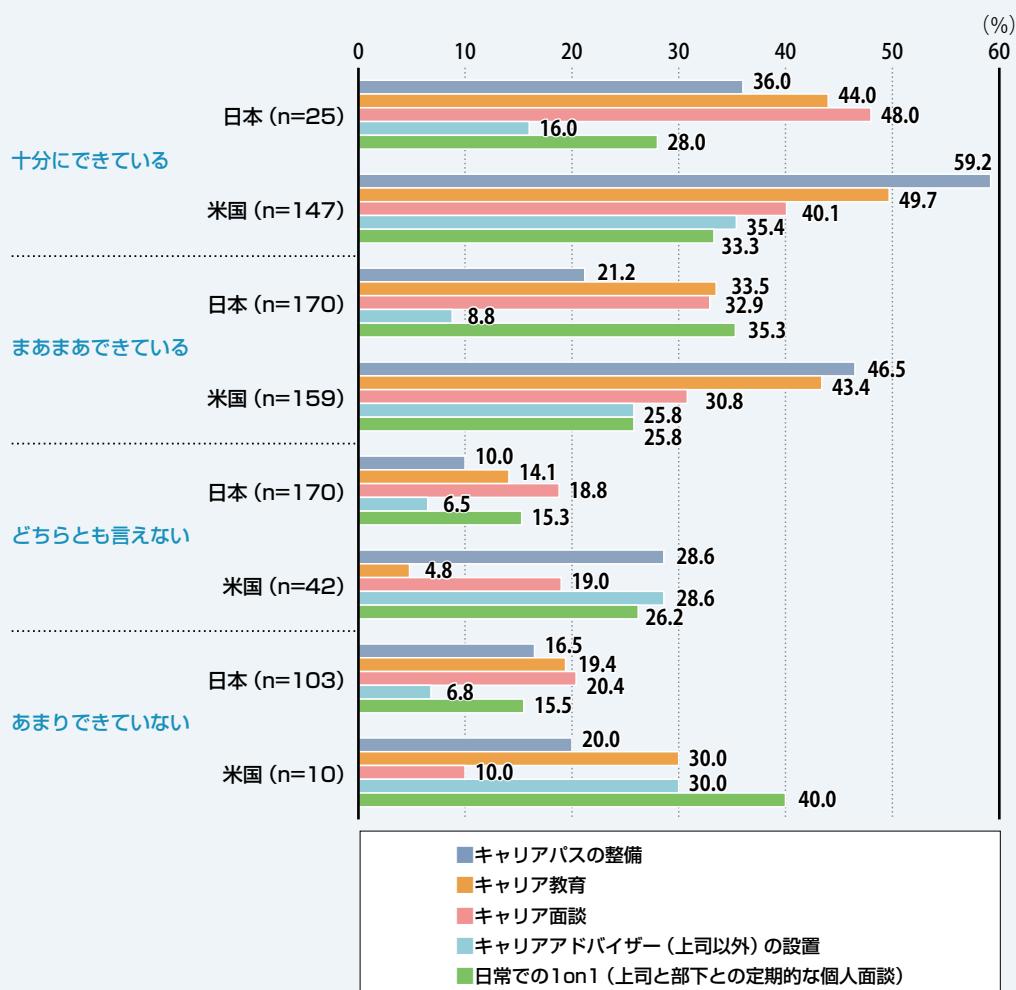
* 2 <https://www.dilite.jp/>

(2) 「組織を越えた協力・協業」によるキャリアサポート、ITリテラシーなど

本項では、「部門間などの組織の壁を越えた協力・協業」^{*3}（以降、「組織を越えた協力・協業」と言う）での人材活用施策などと、人材育成の関係について示す。

企業変革を推進する人材のキャリアサポートについて尋ねた結果を、「組織を越えた協力・協業」別に示す（図表31-26）。「組織を越えた協力・協業」が「十分にできている」「まあまあできている」と回答している米国企業は、多くの施策で割合が高くなっている。

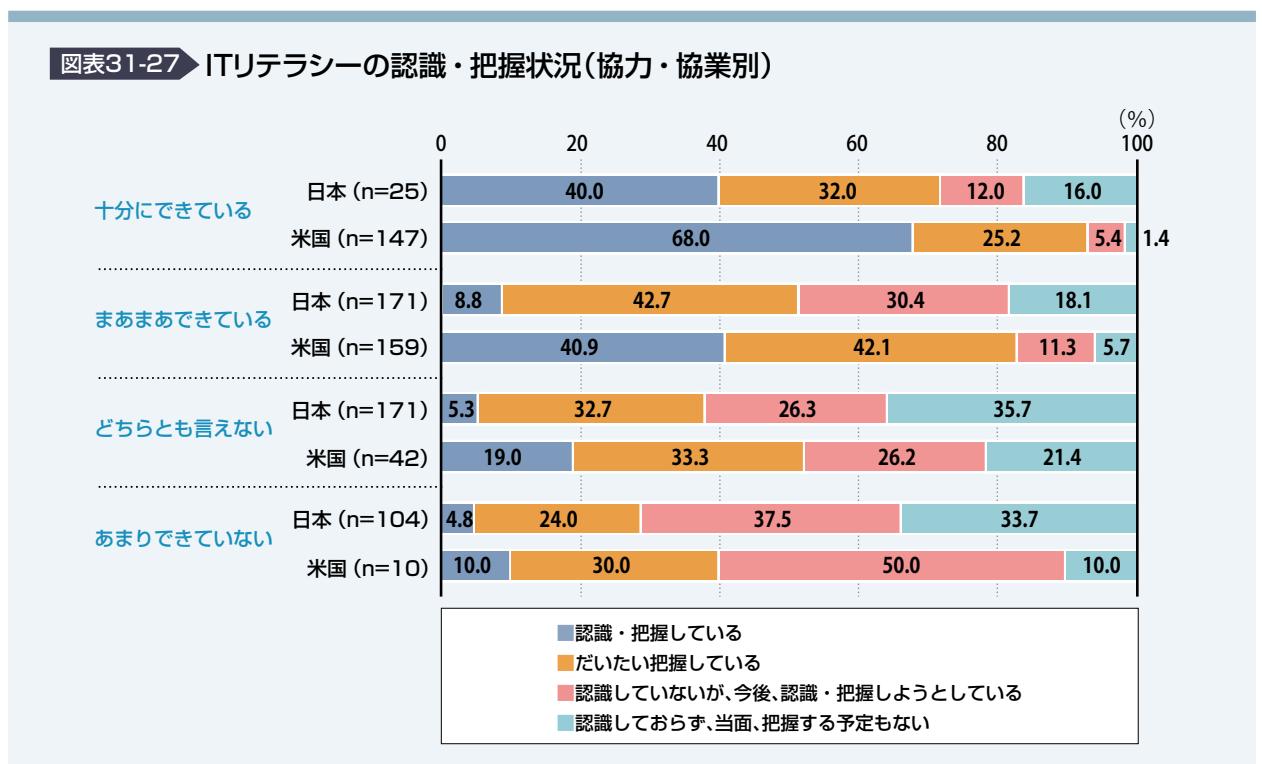
図表31-26 企業変革を推進する人材のキャリアサポート（協力・協業別、複数回答）



* 3 「第2部 DX 戦略の策定と推進」第4章1 組織づくり・人材・企業文化で、ビジネスモデルや組織風土など企業の変革を推進するためどのような組織づくりをしているか尋ねている内容。

社員のITリテラシーについての認識・把握状況を尋ねた結果を、「組織を越えた協力・協業」別に示す(図表31-27)。「組織を越えた協力・協業」が「十分にできている」「まあまあできている」と回答した米国企業では、他の項目に比べてITリテラシーを認識・把握している傾向がみえる。また、回答数は少ないが、日本企業も「十分にできている」と回答した企業は、ITリテラシーの認識・把握をしている。

図表31-27 ITリテラシーの認識・把握状況(協力・協業別)



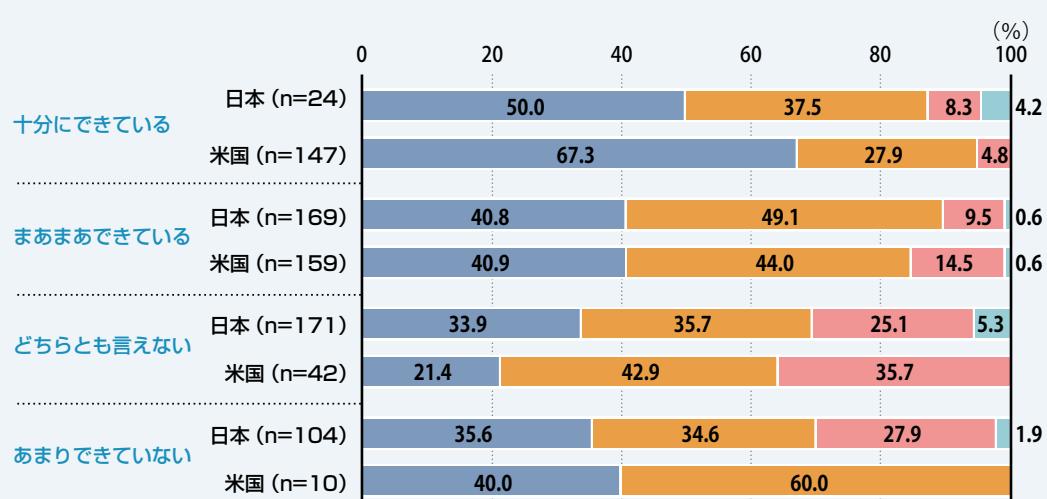
※「できていない」は、回答数が少ないとため、非掲載

自社のITリテラシーの向上で重要な取組を尋ねた結果を、「組織を越えた協力・協業」別に示す(図表31-28)。「組織を越えた協力・協業」が「十分にできている」と回答した米国企業では、「変革を担う人材(役員、管理者、担当者など)すべてがテクノロジーへの深い理解(リテラシー)を身につけること」の割合が67.3%ともっとも高くなっている。回答数は少ないが日本企業も50%の割合になっている。

「組織を越えた協力・協業」を明確にできている(「十分にできている」「まあまあできている」を足した割合)企業は、ITリテラシーの向上の取組を幅広く実施している。一方、「組織を越えた協力・協業」を明確にできていない日本企業は、「IT部門がテクノロジーへの理解を専門的に向上させること」が25%を超えており、ITリテラシーの向上はIT部門を中心としている。また、回答数は少ないが「どちらとも言えない」と回答した米国企業も35.7%回答がある。

ここまで「組織を越えた協力・協業」での人材活用施策などを図表31-26から図表31-28で示してきた。他の因子の影響も想定されるが、総じて「組織を越えた協力・協業」ができている企業ほど人材活用施策などの取組に熱心な様子がうかがえる。また、「組織を越えた協力・協業」をしている企業は、DXの成果、効果が出ており、DX推進にも繋がっている。そして、社内の経営者・IT部門・業務部門との協調も行っており、部門などを越えて交流している。

図表31-28 ITリテラシーの向上で重要な取組(協力・協業別)



- 変革を担う人材(役員、管理者、担当者など)すべてがテクノロジーへの深い理解(リテラシー)を身につけること
- IT部門に加え、ITシステムを活用する事業部門がテクノロジーを理解したうえで業務を行うこと
- IT部門がテクノロジーへの理解を専門的に向上させること
- その他

※「できていない」は、回答数が少ないので、非掲載

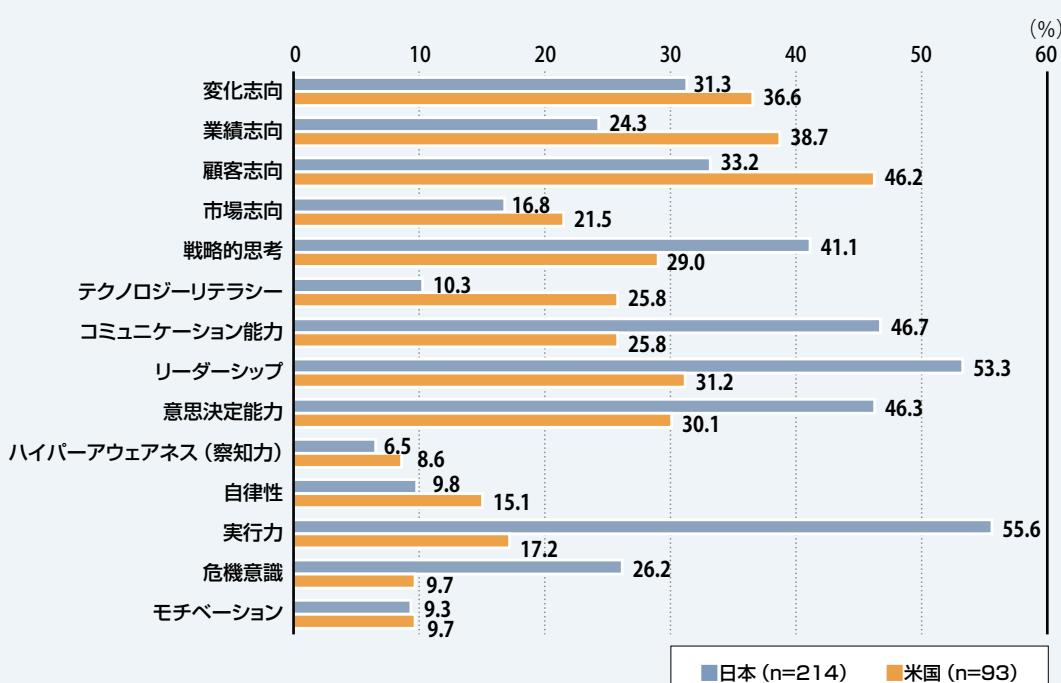
(3) 2業種別のリーダーのマインドスキル、キャリアサポート、学び直し、ITリテラシー

本項では、日米合計で回答数の多い製造業と日米の比較でテクノロジーリテラシーの差が大きい情報通信業を個別で示す。製造業での企業変革を推進するためのリーダーにあるべきマインドおよびスキルについて、日本企業では「実行力」「リーダーシップ」「コミュニケーション能力」「意思決定能力」の割合が高くなっている(図表31-29)。

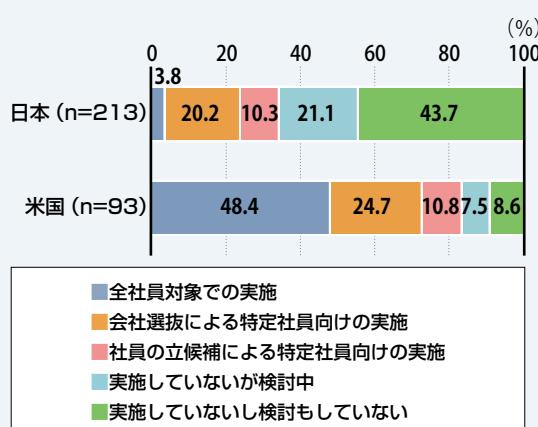
製造業の社員の学びの方針について米国企業では、「全社員対象での実施」、日本企業では「実施していないし検討もしていない」の割合が高い(図表31-30)。

製造業のITリテラシーレベルの認識・把握について、米国企業では、「認識・把握している」の割合が59.1%でもっとも高くなっている(図表31-31)。

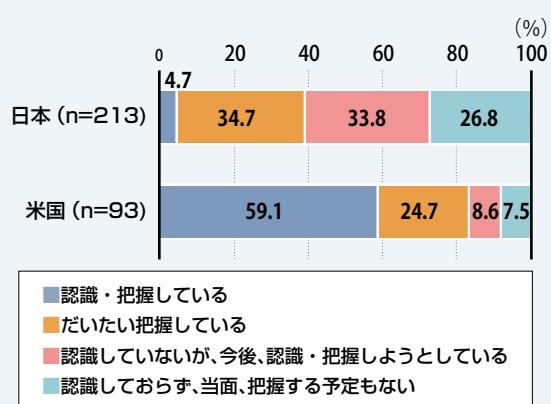
図表31-29 製造業の企業変革を推進するためのリーダーにあるべきマインドおよびスキル
(複数回答、「その他」非掲載)



図表31-30 製造業の社員の学びの方針
(学び直し)



図表31-31 製造業のITリテラシーレベルの認識・把握

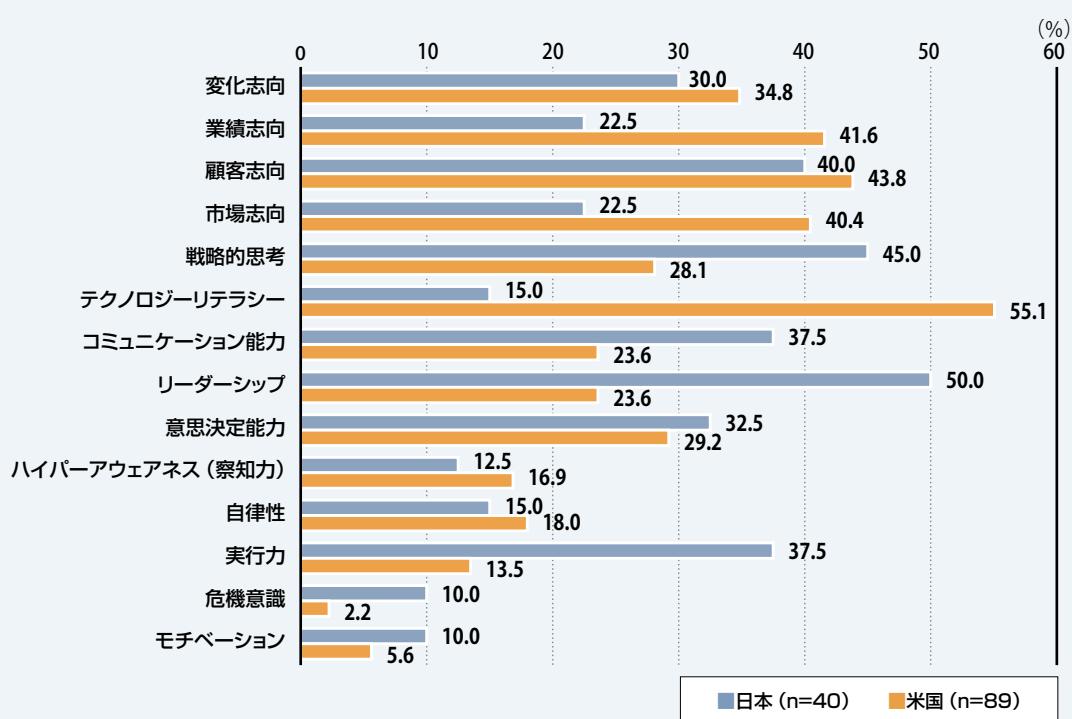


情報通信業での企業変革を推進するためのリーダーにあるべきマインドおよびスキルについて、日本企業では「リーダーシップ」「戦略的思考」の比率が高くなっている。米国企業では「テクノロジーリテラシー」が55.1%と割合が高いが、日本企業は15%で大きな開きがある(図表31-32)。

情報通信業の社員の学びの方針について米国企業は、「会社選抜による特定社員向けの実施」48.3%がもっとも高く、日本企業は22.5%で開きがある。また、日本企業は、「実施していないし検討もしていない」35%がもっとも高い。(図表31-33)。

情報通信業のITリテラシーレベルの認識・把握について米国企業では、「認識・把握している」が51.7%で、日本企業では「だいたい把握している」が50%である(図表31-34)。

図表31-32 情報通信業の企業変革を推進するためのリーダーにあるべきマインドおよびスキル
(複数回答、「その他」非掲載)



図表31-33 情報通信業の社員の学びの方針
(学び直し)



- 全社員対象での実施
- 会社選抜による特定社員向けの実施
- 社員の立候補による特定社員向けの実施
- 実施していないが検討中
- 実施していないし検討もしていない

図表31-34 情報通信業のITリテラシーレベルの認識・把握



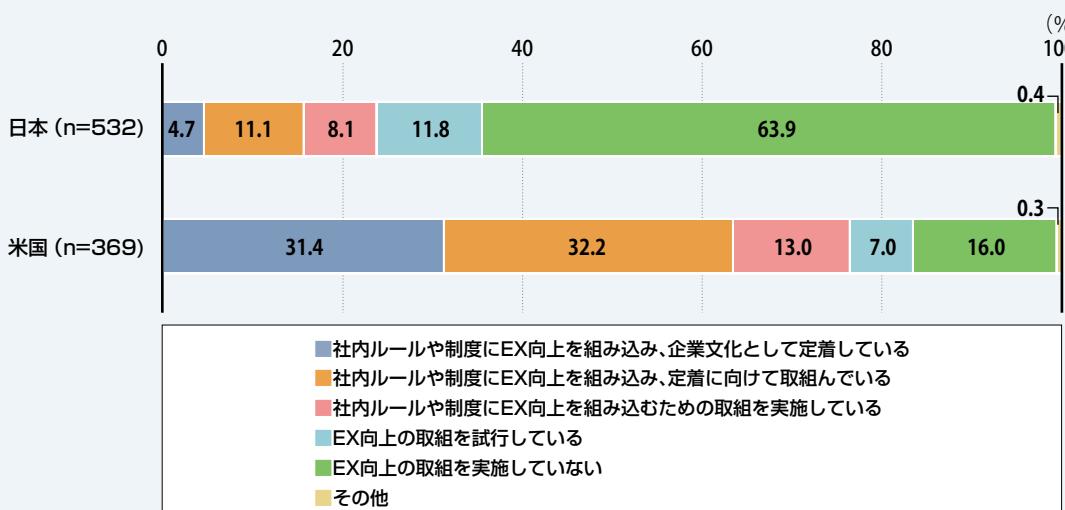
- 認識・把握している
- だいたい把握している
- 認識していないが、今後、認識・把握しようとしている
- 認識しておらず、当面、把握する予定もない

5 学習する組織、企业文化

本節では、社員が組織や会社の中で体験する価値の向上、変革を推進するための企业文化・風土を見ていく。

従業員体験(EX)の向上に向けた取組状況を尋ねた結果を示す(図表31-35)。日本企業は、「EX向上の取組を実施していない」の割合が63.9%を占めており、「社内ルールや制度にEX向上を組み込み、企业文化として定着している」が4.7%、「社内ルールや制度にEX向上を組み込み、定着に向けて取組んでいる」が11.1%である。一方、米国企業では、「社内ルールや制度にEX向上を組み込み、企业文化として定着している」が31.4%、「社内ルールや制度にEX向上を組み込み、定着に向けて取組んでいる」が32.2%であり、日本企業と米国企業で大きな開きがある。

図表31-35 従業員体験(EX)向上

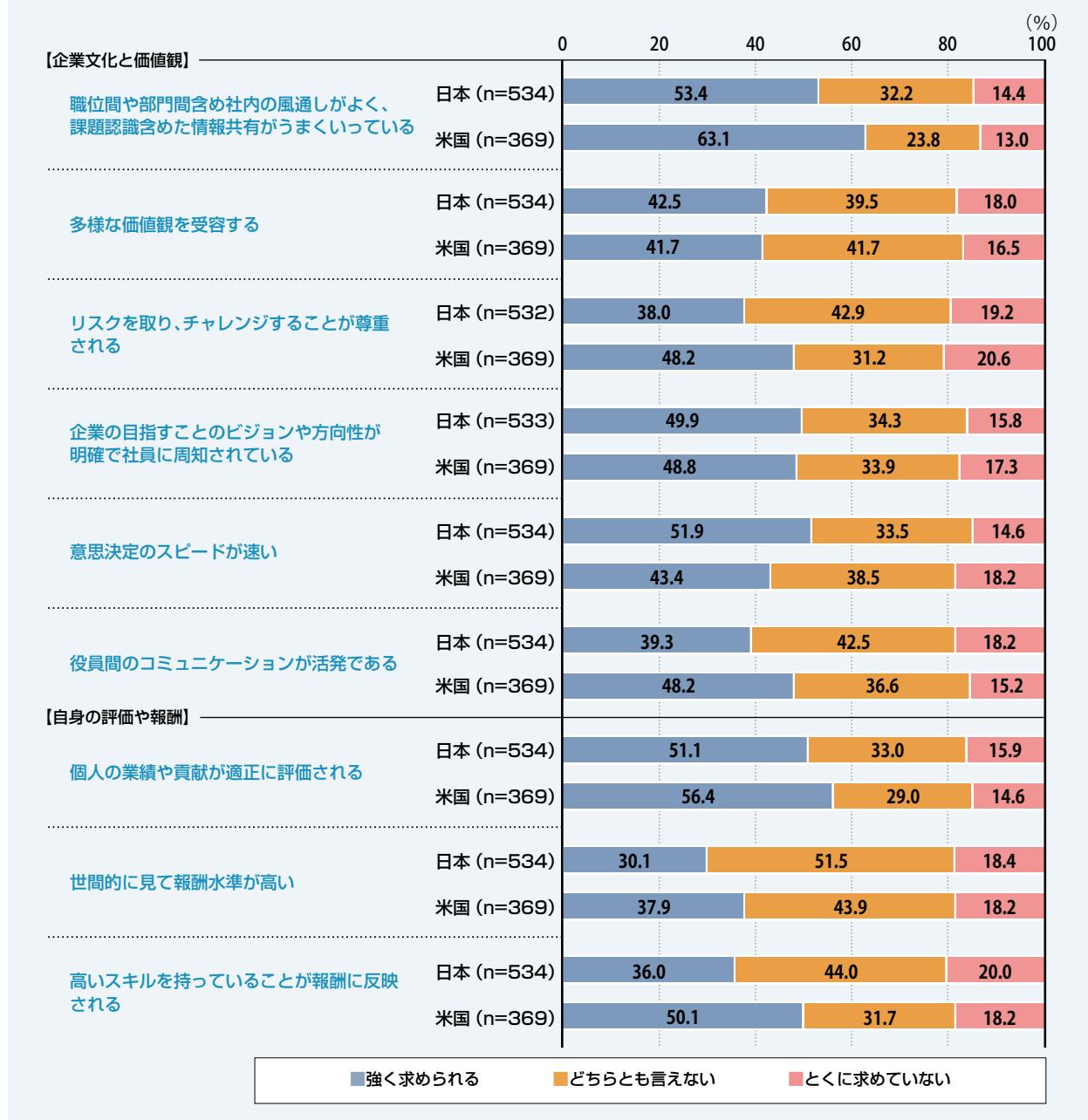


ここからは、「変革を推進するために社員から求められていること」、企業として「変革を推進するために優先度が高いもの」「変革を推進するために社員が満足していること」を以下に示す大項目6項目(小項目22項目)で尋ねた結果を示す。

- ・企业文化と価値観(企业文化の文化や企業で重視される価値観に関すること)
- ・自身の評価や報酬(自身の業績や貢献が適正に評価されること)
- ・働く環境(働く環境に関すること)
- ・組織の将来性や業績(組織の将来性や業績に関すること)
- ・人材開発(人材開発(スキルアップ、自己の成長等)に関すること)
- ・自分が携わる仕事(自分が携わる仕事に関すること)

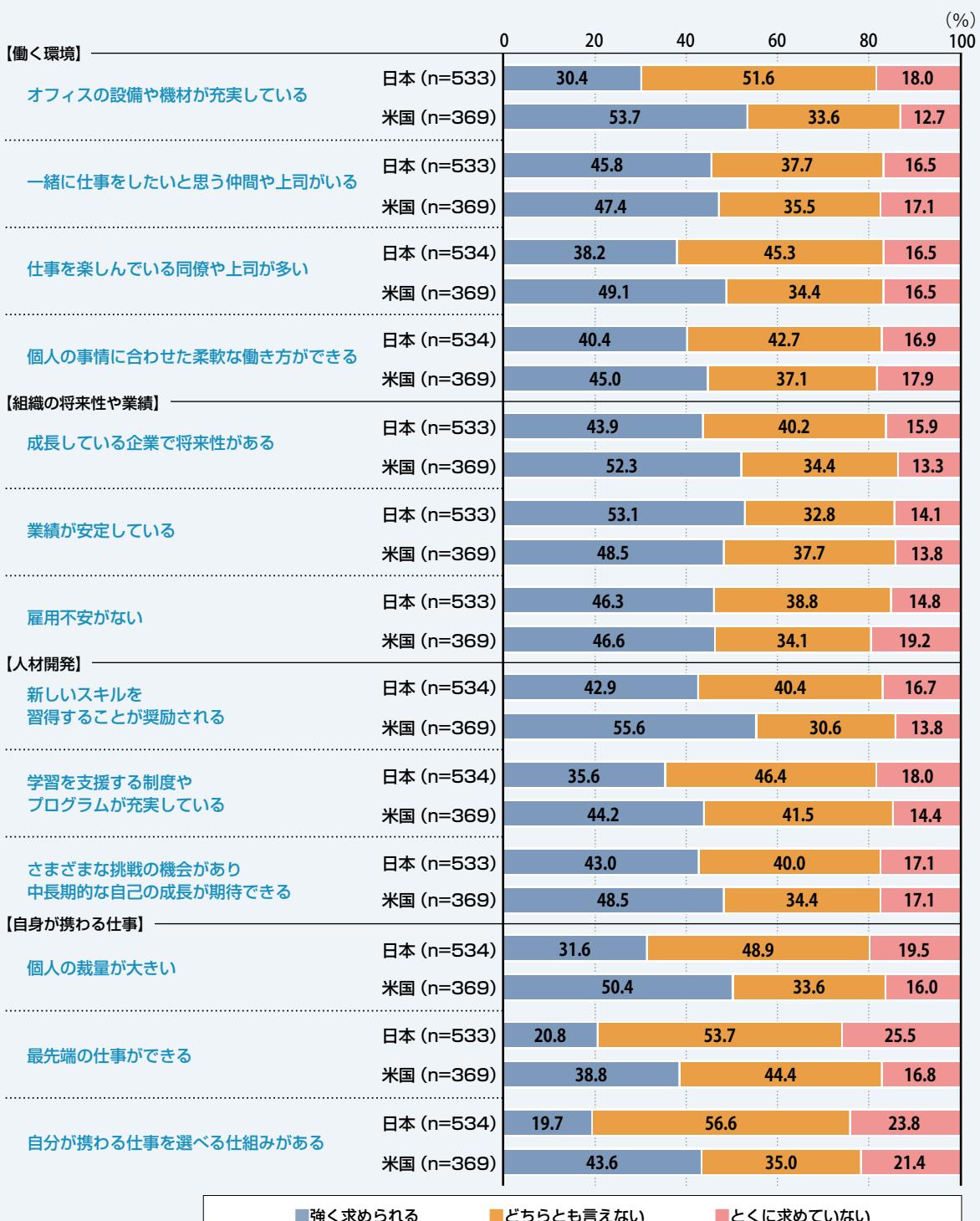
「変革を推進するために社員から求められていること」を大項目の「企業文化と価値観」「自身の評価や報酬」の小項目ごとに尋ねた結果を示す(図表31-36)。「強く求められる」の割合を見ると、「職位間や部門間含め社内の風通しがよく、課題認識含めた情報共有がうまくいっている」が日米企業とももっとも高くなっている。「高いスキルを持っていることが報酬に反映される」は米国企業が50.1%、日本企業は36%となっている。

図表31-36 変革を推進するために社員から求められていること①



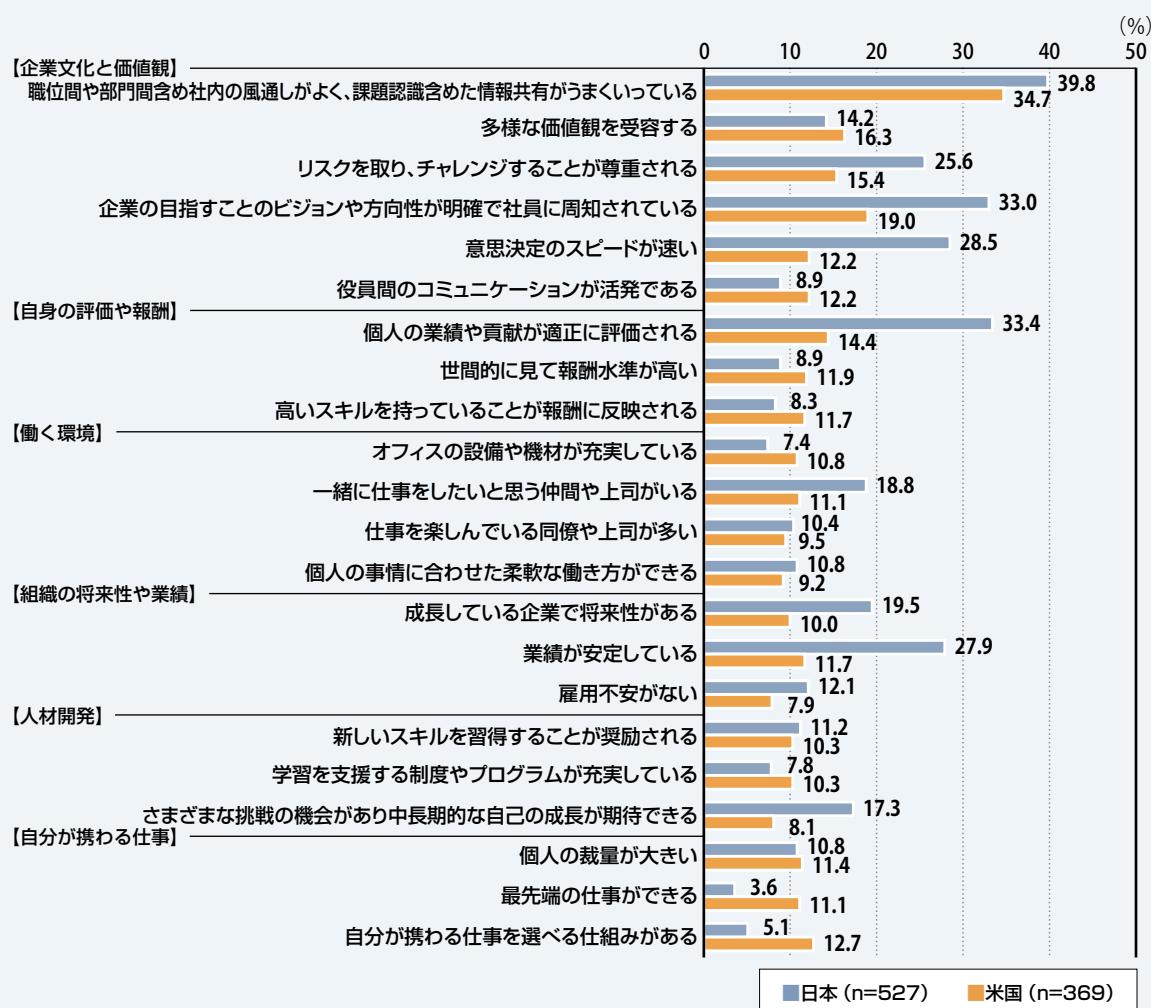
「変革を推進するために社員から求められていること」を大項目の「働く環境」「組織の将来性や業績」「人材開発」「自分が携わる仕事」の小項目ごとに尋ねた結果を示す(図表31-37)。「強く求められている」の割合を日米企業で比較すると、「働く環境」の「オフィスの設備や機材が充実している」と、「自分が携わる仕事」の「個人の裁量が大きい」「最先端の仕事ができる」「自分が携わる仕事を選べる仕組みがある」ではいずれも20%前後、米国企業の割合が高くなっている。

図表31-37 変革を推進するために社員から求められていること②



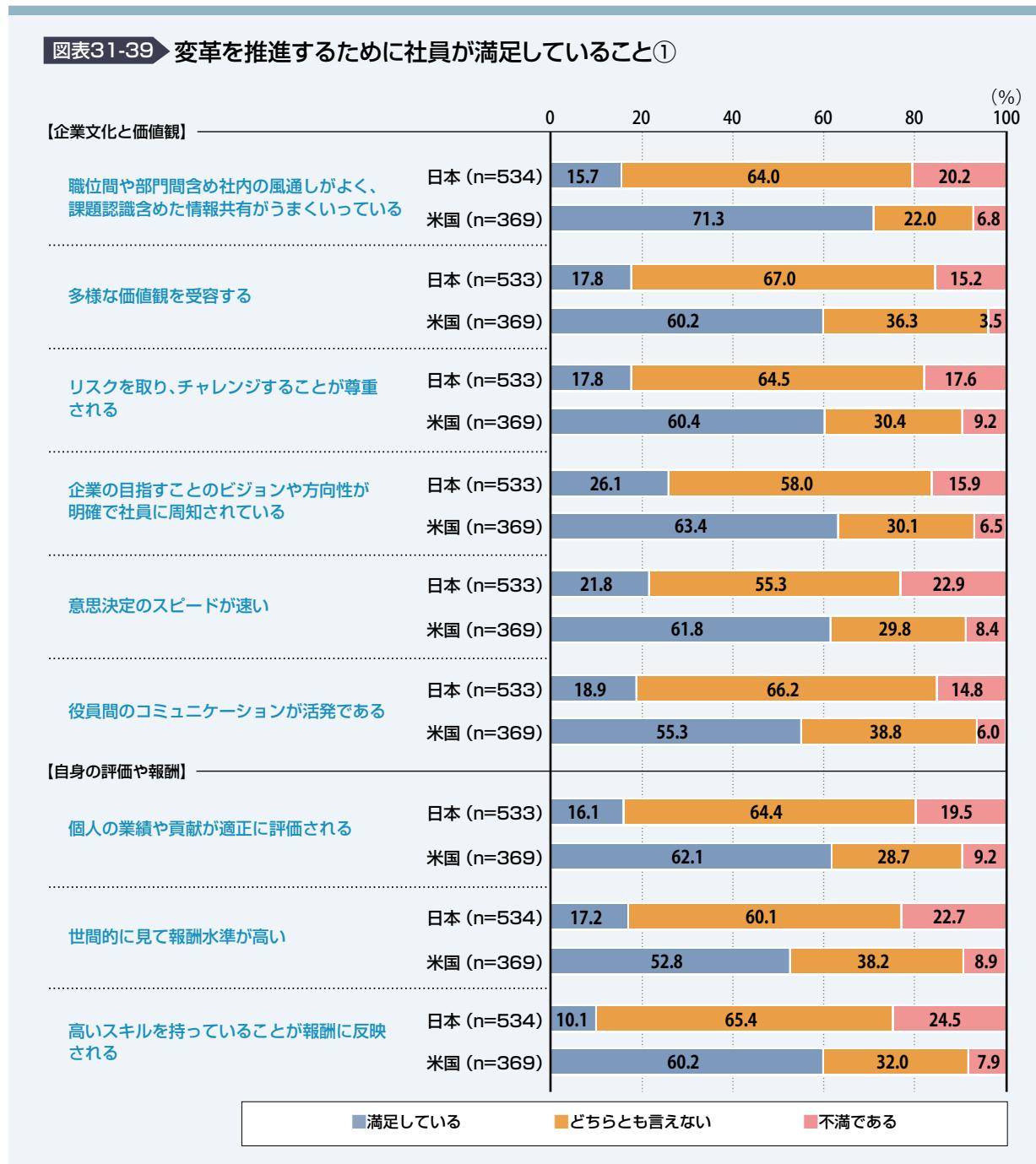
企業として「変革を推進するために優先度が高いもの」を尋ねた結果を示す(図表31-38)。日本企業では、「職位間や部門間含め社内の風通しがよく、課題認識含めた情報共有がうまくいっている」が39.8%、「個人の業績や貢献が適正に評価される」が33.4%、「企業の目指すことのビジョンや方向性が明確で社員に周知されている」が33%と割合が高くなっている。米国企業では「職位間や部門間含め社内の風通しがよく、課題認識含めた情報共有がうまくいっている」が34.7%と突出している。

図表31-38 企業として変革を推進するために優先度が高いもの(複数回答)



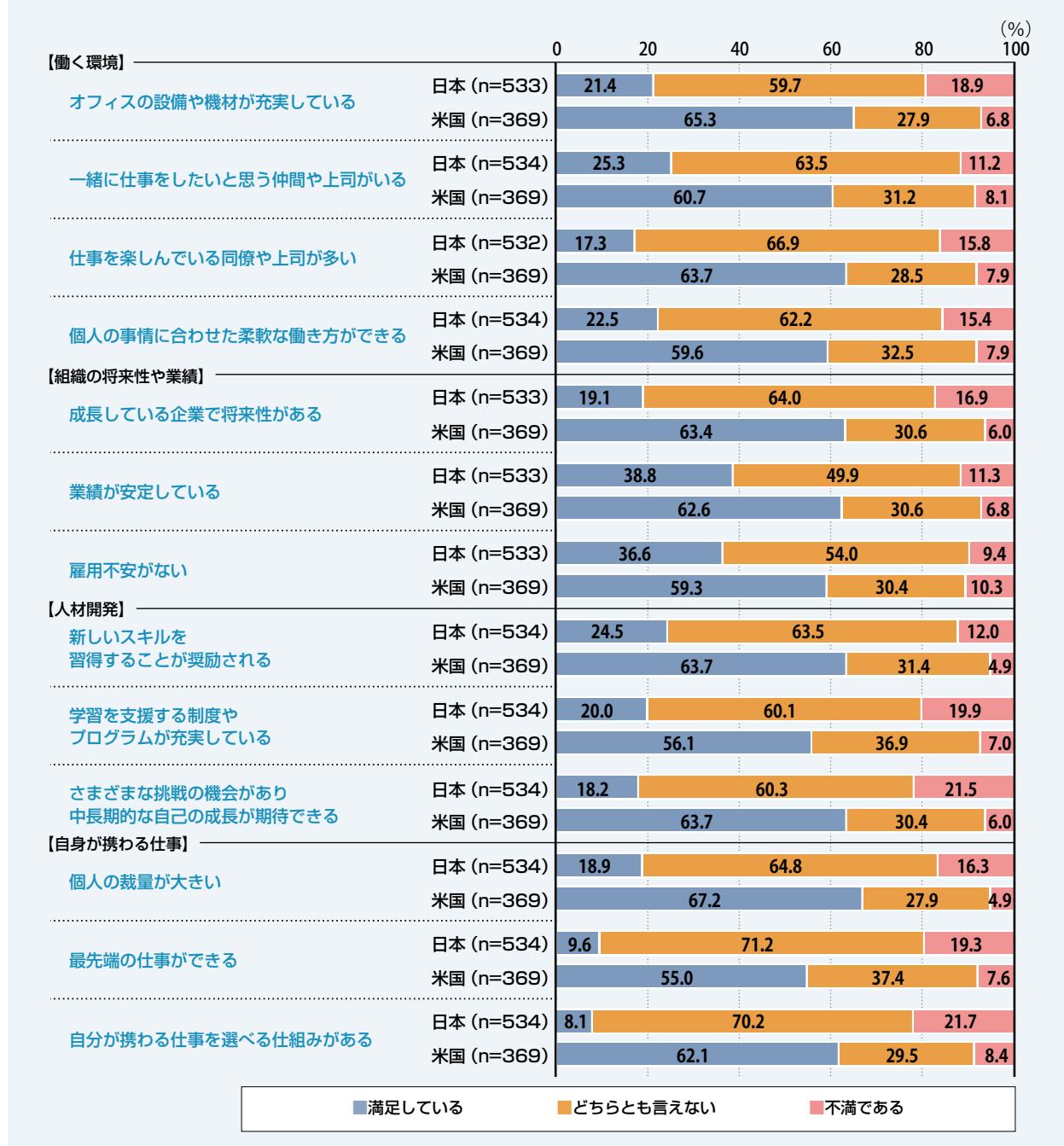
「変革を推進するために社員が満足していること」を大項目の「企业文化と価値観」「自身の評価や報酬」の小項目ごとに尋ねた結果を示す(図表31-39)。米国企業を見ると全項目で「満足している」の割合が高い。日本企業は全項目で「どちらとも言えない」の回答割合が高いのが特徴である。

図表31-39 変革を推進するために社員が満足していること①



「変革を推進するために社員が満足していること」を大項目の「働く環境」「組織の将来性や業績」「人材開発」「自分が携わる仕事」の小項目ごとに尋ねた結果を示す(図表31-40)。図表31-39と同様に、米国企業は全項目で「満足している」割合が高い。日本企業は全項目で「どちらとも言えない」の割合が大きく占めている。

図表31-40 変革を推進するために社員が満足していること②



6 まとめ

本章では企業変革を推進する人材について、日米調査を基に現状を把握してきた。調査結果より明らかになった日米企業の課題と、その差異について以下に述べる。

① 企業変革を推進する人材の確保

日本企業では、企業変革を推進する人材の確保で「量」と「質」の不足が課題であることがわかった。一方、日本企業と比較して米国企業では、不足感に関するすべての調査結果で、「過不足はない」との回答割合が高いという結果であった。米国では、ITに関する人材に限らず、人材の流動性が高く、必要に応じて人材を迅速に確保できる可能性が高いという傾向があり、企業変革を推進する人材の確保についても同様の状況にあると考えられる。また、日本においては、人材の流動性の問題に加え、そもそも企業変革に対応できる人材の絶対数が不足していることが考えられる。

人材確保の方法には、外部からの獲得や内部人材の活用がある。米国企業では、従業員規模1,001人以上の企業で、量の確保状況に「過不足はない」との回答が5割を超えており、社内のIT人材も豊富であることから、スキル向上によって必要な人材の獲得を行っていることが推測できる。日本企業においては、従業員規模1,001人以上の企業でも人材の量が充足している企業が少ないので対照的である。

② 企業変革を推進する人材の育成

日本企業では、先端技術に関する社員の学び直し(リスキル)における方針がない企業が5割近くある。キャリアサポートを実施している企業も少なく、組織的なスキル転換や学びの仕組みが整備されていない。自社のデジタル化においては、全社員のITリテラシーの向上が必要であるが、IT部門の専門性を高めることは多くの企業で行われているにもかかわらず、ITに深く関わっていない社員も含めた各社員のITリテラシーレベルの把握と、そのリテラシー向上には取組めていない。このままでは今後のデジタル化を組織として理解することは難しく、この理解のギャップがデジタル化を遅らせる要因となるだろう。企業変革に繋がる具体的なスキル目標の全社的な設定と、全社員のITリテラシー向上に対する人材育成の仕組みの一環も早い整備が求められる。

③ 企業変革を推進するリーダーにあるべきマインドおよびスキルの重要度の違い

米国企業と日本企業では、企業変革を推進するリーダーにあるべきマインドおよびスキルについて重視するものが大きく異なっている。

米国企業では顧客、業績、変化志向、およびテクノロジーリテラシーを重視する割合が高く、日本ではコミュニケーション能力やリーダーシップ、実行力を重視しているという結果であった。この結果からは、日本では変革においては調整や段取りを重視し、その解決のための能力が求められているとも考えられる。一概に米国の考え方方が優れているとは言えないものの、自社の変革を推進するうえで、どのようなマインドやスキルを持つ人材をリーダーとすべきなのかをあらためて考える必要がある。

④ 従業員体験価値向上と企业文化醸成の重要性

近年注目されている指標に、従業員体験(EX)がある。EXは従業員の離職率低下やパフォーマンスやモチベーションの向上との相関があり、結果的に企業業績にも影響があるとされている。また、DX取組内容と効果(図表23-8)で「従業員体験価値の向上」で十分な効果があったとの結果も出ている。しかしながら、日本企業では、EX向上への取組ができていない。従業員は企業を支える存在であり、企業側の都合だけでなく従業員視点を取り入れることが企業の存在価値を高めるとの思考転換が必要であろう。

海外比較を通じたDXに関する日本の人材育成とリカレント教育

早稲田大学 理工学術院 基幹理工学部 教授 鷺崎 弘宜

1. DXと人材に関する海外と日本の比較

海外と日本の違いについて、まず1点目は、エンジニアがデザイン思考やリーン・スタートアップ的なアプローチを体系的に学ぶ土壤は欧米のほうが整っている。アイデアを出したり実験的に確認したりするマインドやプロセスは、体験しないと体得できない。体験から入ることでマインドの変革が出てくる、その点を人材育成として心がけたい。そのうえで、それらを学んだ人材が組織において心理的安全性をもって取り組める場づくりという観点からも日本は遅れている。

2点目は、システム領域への「サステナビリティ」の概念の導入である。ヨーロッパでは持続可能なソフトウェアの開発や運用、さらにシステムが社会にとってどういう意義・価値があるか、といった議論がここ5年ほどで活発になっている。日本においても、システムが、多様なステークホルダーや環境とどう関わるかという視点を持つことがこれからますます求められるようになる。

企業はSDGsが企業価値につながると考えているが、何をすればよいかが分かっていない。東証の再編でプライム市場ではESG投資の必要性が表明されるなど、マーケットからのプレッシャーもある。IT側から、サステナブルな技術の採用などを働きかけていくことが必要と考える。

産学連携によるAI・IoT・DX分野のリカレント教育プログラム「スマートエスイー」では、多様なステークホルダーやそれらにおける価

値を考慮可能な枠組みを、講義や調査研究ワーキンググループにおいて扱っている。今後はより明示的に広義のサステナビリティというテーマに取組、社会のゴールに照らした教育を行っていきたい。スマートエスイー受講者の修了制作でも、単独組織に閉じないエコシステムを意識したものや、地域振興といった社会価値を意識したものが少しずつできている。教育プログラムでは安全に失敗できるため、将来役立つテーマにチャレンジできる。

2. 経営者のビジョンと現場の取組

経営者のマインドが変わらないと企業は変わらない。従来の延長線上で事業を捉えているとDXにはつながらない。

時代を先取りする能力を持っている経営者も多いのだが、事業部門やIT部門との間にギャップがありメッセージを共有・伝達できなければ変革は推進できない。トップのビジョンと現場の取組の整合性をどう取るか、それに役立つ手法が「GQM+Strategies」や「ロードマッピング」となる。前者は組織構造に沿ってゴールや戦略の展開および定量評価のための測定・データを整合化させるものであり、後者は中長期の目標やサービス・技術等のつながりを描くものである。いずれもさまざまな関係者間の対話の仕組みとして有用であり、経産省「DXレポート2（中間取りまとめ）」の付属ワーキンググループ資料においても紹介している。

3. DXを推進するための人材育成

企業、アカデミア、各種組織や機関などで行っている各教育プログラムを整理・体系化し、人材の育成目標に対して必要な教育を組合せていくことが望ましい。特定の教育で囲い込むのではなく、ネットワーク化である。私の研究においても、基準としてiコンピテンシディクショナリに紐付け、教育プログラムをマッピングしている。iコンピテンシディクショナリは技術面中心だが、ビジネス面はこれから拡充されるだろう。機械学習で自動マッピングする研究も行っている。

こうした整理体系化の取組をオールジャパンで進め、足りないところは海外も活用し、ネットワークの中で学ぶという構想を、スマートエスイーの数多くの連携大学・企業・業界団体や、さらにはその発端である文科省enPiT-Pro事業採択の他拠点などと連携して実現し

ていきたい。キャッチフレーズとして「Learn Anywhere, Anytime in Life」と提唱している。人生を通して、いつでも仕事を辞めて日本や世界のどこでも学びなおせて、またいつでも再就職しステップアップできる、そういったコンセプトである。

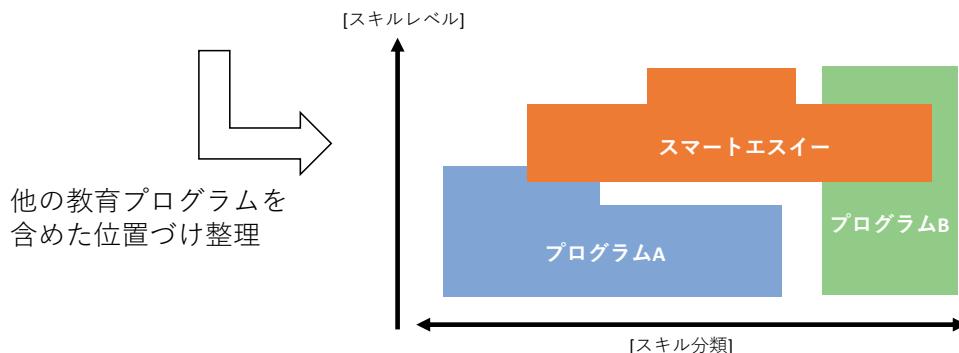
関連する構想としては、2020年10月にハーバード教育学大学院のジョン・リチャーズ氏とクリストファー・デデ氏が「60年カリキュラム(The 60-Year Curriculum)」を提唱している。教育モデルの進化を「Factory」「Office」「Global Network」の3つに分け、Factoryは製造・生産労働者を念頭にして情報伝達型の教育、Officeは知識労働者を念頭にして考え方を身に付ける教育であり大学やスマートエスイーでも扱っている部分である。さらにその先の将来像であるGlobal Networkとして、グローバルにさまざまな職種や専門が分散協調する環境下でコンサルタントや起業家を念頭にして、刻々

iCDマッピングと教育プログラム間整理に向けて(著者作成)

ほぼ全科目についてiコンピテンシディクショナリのスキルへ対応付け

K06_iCDスキルマッピング_2020 <https://smartse.jp/curriculum/>

スキルカテゴリコード	スキルカテゴリコード	スキル分類コード	スキル分類	スキル項目コード	スキル項目	知識項目コード	知識項目
S1	メソドロジ	S110010	(戦略) 市場機会の評価と選定	S110010010	ビジネス環境分析手法	K045	統計的ツールの活用(重回帰、判別分析、因子分析、クラスター分析、コージョイント分析、多次元尺度法)
S1	メソドロジ	S110020	(戦略) マーケティング	S110020030	マーケティングマネジメント手法	K002	サービスビジネスのマーケティング戦略策定手法
S1	メソドロジ	S110020	(戦略) マーケティング	S110020030	マーケティングマネジメント手法	K041	製品ビジネスとサービスビジネスの相違点の理解
S1	メソドロジ	S110060	(戦略) システム戦略立案手法	S110060010	システム化戦略手法	K014	KJ法
S1	メソドロジ	S110060	(戦略) システム戦略立案手法	S110060010	システム化戦略手法	K025	ビジネスモデル
S1	メソドロジ	S110060	(戦略) システム戦略立案手法	S110060010	システム化戦略手法		



と変化する新たな状況へと知識やスキルを転用・拡張するスキルを、それも教育機関を超えた取組や人生を通じた教育を通して深めさせ、教える側もメンターやコーチとして寄り添っていくという考え方である。

教育機関を超えたネットワークを通じて生涯を通して学ぶという我々の将来コンセプトに関連するだろうと思っている。

4. 人材育成の課題

まず1つの課題は、人材に投資し、心理的に安心感を持って活躍できる場を持たせることである。学ぶ機会を設け、学んだ事を活かして新しいことに取り組めるようにする。さらに、新しいことには失敗がつきものだが、失敗してもチャレンジできる場を設ける必要がある。

2つ目の課題は、雇用形態のメンバーシップ型からジョブ型への転換である。リカレント教

育や人生を通した学びと表裏一体となる。日本企業には、新卒採用を抱え込んで教育し社内で成長してもらうというメンバーシップ型の考え方方が依然として根強い。企業からは「外で学んで成長しても転職されると困る。」という本音を聞くが、本来そうした流動性は自然なことであり、社会として奨励されるべきことである。必要な時に仕事を辞め、しっかり学んだ後に、再度仕事に就くというキャリア形成を選ぶ人も出てきている。

IT系の仕事を手始めに積極的にジョブ型に変わっていくべきであろう。日本企業には、プロジェクトに必要な人材がその都度集まり終了後には解散して他に移るというやり方は馴染まないかもしれないが、組織として、退職する人もいる一方で人材育成の積極性を認めていい人材が入る、という形で流動性が高まっていくことが望ましい。

これからのリカレント教育に向けた論点(著者作成)

不確実な中での実践性と多様性ニーズ

- DX人材の育成コンテンツや教えるDX（データ分析応用・デジタル化による革新）
- コンピテンシやタスク対応整理と実践の場の確保、入門から専門まで

オンライン促進の弊害解消に向けて

- オンライン+リアルのハイブリッドな課題解決・価値創造を通じた学び
- 人材や成果の地域・講師側への循環、交流、産学地域共創

さらなる産学官ネットワークに向けて

- 大学・教育事業者・企業・地域を超えた連携
- オープンデジタルバッジと学習歴、コンテンツ共有

Learn Anywhere, Anytime in Lifeに向けた社会変革

- 高等教育との接続や大学のDX
- ジョブ型雇用、価値を重視した仕事のあり方



5. DXリーダーの役割

DXの枠組みをふまえ、ゴールや戦略の整合性を示すのがリーダーの役割となる。

その上で、仮説検証の取組が欠かせない。成功している企業ほどDXには何年もかかるといっている。短期的にはイノベーションに失敗し利益も出ないということにもなろうが、IPAのトラパタ（トランسفォーメーションに対応するためのパターン・ランゲージ）でいうなら「チャレンジ特区」つまりDXに特区を設け、理解を示して投資する。

リーダーは、この2つをリードすることが求められる。

6. マインドセットの変革とデジタルリテラシーの向上

アジャイルネイティブな若い世代の人が出でてきているが、アジャイルとはいきあたりばったりでやることではなく、顧客とビジネスに寄り添い根拠を持って仮説を立て、必要最小の価値を持つ部分からリリースして素早くきちんと検証することが求められる。そのようなマイ

ンド醸成は、人材育成においても実務においてもますます必要になる。

スピードが求められるデータドリブンの時代には、すばやく環境を構築しファクトを見て評価する、といったデジタルリテラシーの必要性も高まる。マインドも、教育できるという意味でリテラシーの一部と捉えてよいだろう。

7. コンピュータサイエンスの重要性

スマートエスイーでは実務に役立つ知識を学ぶニーズが高く、データサイエンスや応用のスキルの教育が中心になる。これにくわえて、革新をリードしていく人材として、抽象化しインサイトを得る力を持つためには、コンピュータサイエンスの素養も必要となる。その教育を得意としているのは情報系の大学学部・大学院である。

海外大手テック企業では、コンピュータサイエンスを修めていることが就職の条件になることが多い。日本でも大手企業の研究機関では重要性が理解されているが、専門性が高い人材は非常に少数である。どう解決していくかは、中長期の日本の課題となる。

スキル変革を推進するための デジタル時代の人材に関する国内動向

IPAが実施した2018年度「デジタル・トランスフォーメーション推進人材の機能と役割のあり方に関する調査」(以降、2018年度調査と言う)、および2019年度「デジタル・トランスフォーメーション推進に向けた企業とIT人材の実態調査」(以降、2019年度調査と言う)を通じて第4次産業革命の実現にはデジタル技術の有効活用という視点のみならず、それを推進するための基盤となる人や組織のマネジメントの変革も重要であることが明らかになった。上記を踏まえ2020年度「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」(以降、2020年度調査と言う)では、DXに閉じず広く変革を推進していくうえでの組織や人材のマネジメントのあり方を調査した。また、「IT人材白書(IT人材動向調査)」の調査内容を継承している。

2018年度調査：

「デジタル・トランスフォーメーション推進人材の機能と役割のあり方に関する調査」

<https://www.ipa.go.jp/ikc/reports/20190412.html>

2019年度調査

「デジタル・トランスフォーメーション推進に向けた企業とIT人材の実態調査」

https://www.ipa.go.jp/ikc/reports/20200514_1.html

2020年度調査

「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」

<https://www.ipa.go.jp/ikc/reports/20210422.html>

1 デジタル時代のスキル変革等の調査概要、IT人材総数の推計

(1) デジタル時代のスキル変革等に関する国内企業調査、個人調査概要

2020年度調査では、日本国内の事業会社およびIT企業の計6,400社を調査対象として2020年12月から2021年2月にかけて企業アンケートを実施し、計1,857社(事業会社:878社、IT企業:979社)から回答を得た。調査概要は図表32-1に記載している。また、個人調査では、従来のIT人材の範疇を越えてITをビジネスに活用する人材も対象とした。個人アンケートを2020年11月から2021年2月にかけて実施し、日本国内1,545名、米国・独国で各308名、合わせて計2,161名から回答を得た。また、ITフリーランス703名に対しても、試行的にアンケートを実施した(図表32-1)。

図表32-1 デジタル時代のスキル変革等に関する国内企業調査、個人調査概要

	個人アンケート	企業アンケート	個人インタビュー	企業インタビュー
調査先	<ul style="list-style-type: none"> 日本、米国独国の、企業に所属するIT人材 ITフリーランス(試行) 	<ul style="list-style-type: none"> IT企業：人事部門、デジタルビジネス推進部門など 事業会社：情報システム部門、デジタルビジネス推進部門、人事部門など 	<ul style="list-style-type: none"> IT企業の経営者やエンジニア ITフリーランス 	<ul style="list-style-type: none"> DXやデジタル人材の育成に積極的に取り組んでいる企業 IT人材エージェント企業
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> IT人材から選ばれる企業や組織の要件やマネジメント方式のあり方 先端IT従事者の学び方(方法、工夫点等)や、IT人材として今後習得すべきスキル領域 学び直しへの取組状況や、流動化実態 保有スキル等の見える化手段と活用状況 	従来から実施しているIT人材動向調査の項目 +個人アンケート調査項目など	<ul style="list-style-type: none"> 個人アンケート実施案に対する意見 個人アンケート分析結果に対する意見 	<ul style="list-style-type: none"> 個人アンケート分析結果に対する意見
調査対象数	企業所属者：調査会社のパネルを利用 ITフリーランス：約4,300名	IT企業：3,200社 事業会社：3,200社 計：6,400社	11名	8社
回収数	企業所属者 国内：1,545名 海外：米：308名 独：308名 ITフリーランス 国内：703名	IT企業：979社 事業会社：878社 計：1,857社	—	—
調査対象抽出方法や留意点	<ul style="list-style-type: none"> 企業所属者：調査会社のパネルを利用 ITフリーランスについてはITフリーランス支援機構を構成する人材エージェント企業への登録者からランダムに抽出 アンケートへの協力依頼を送付 	<ul style="list-style-type: none"> 業界団体(JISA、CSAJ、JEITAなど)やITユーザー団体(JUAS)の会員企業および民間データベース登録企業などからランダムに抽出 	<ul style="list-style-type: none"> 日本CTO協会およびITフリーランス支援機構からの紹介 	<ul style="list-style-type: none"> DXやデジタル人材の育成取り組み企業については、IT企業/事業会社に偏らないよう選択

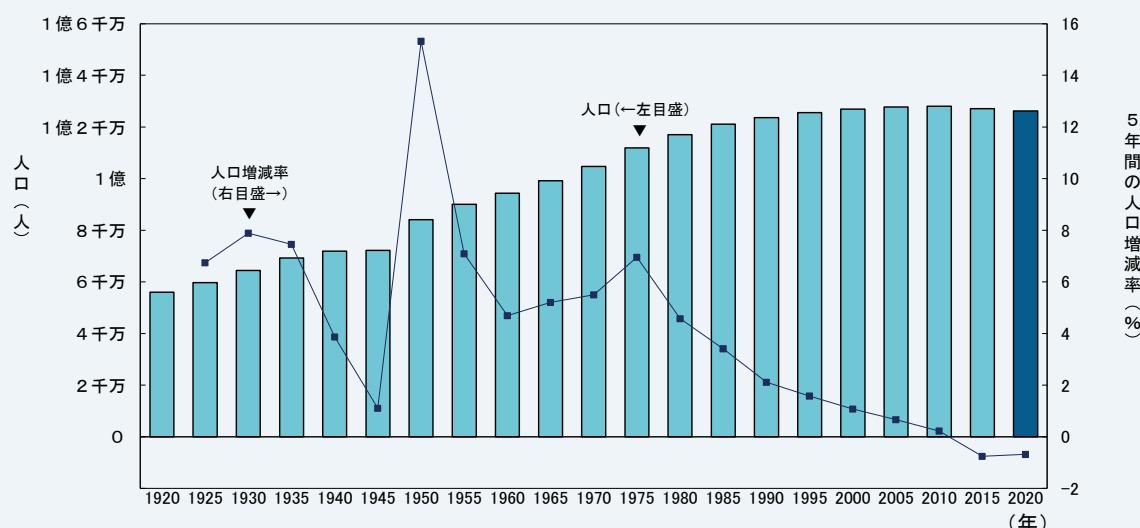
※本調査におけるIT人材には、IT企業のITエンジニア、IT企業以外の事業会社の情報システム部門要員のみならず、事業会社にてITを活用して事業遂行を行っている人材も含む

出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

(2) IT人材推計

我が国の2020年の総人口は、国勢調査の速報値によると1億2,622万7,000人である。人口は戦後増加を続けてきたが、2010年にピークを迎えた後、減少局面に入っている(図表32-2)。出生数の低下は止まらず、今後急激な人口減少が続くことが見込まれている。また、高齢化も急激に進む。2019年時点で、総人口に占める65歳以上の人口割合は28.4%であり、2040年には35.3%に達すると推計されている。

図表32-2 令和2年国勢調査人口



出典：総務省「令和2年国勢調査人口速報集計結果」2021年6月25日

IT人材の範囲を次のように定義して調査を行った。

- ・IT企業やネットビジネス企業に所属する研究者やエンジニア
- ・一般の事業会社の情報システム部門に所属しIT業務に携わる人材
- ・ITを活用して新規事業創造、新技術・製品の研究・開発、既存製品・サービスの付加価値向上、業務のQCD向上などを行う人材

① 事業会社のIT人材推計結果

2020年度調査結果に基づく事業会社のIT人材の推計数は約34万人となった(図表32-3)。総従業員数が多い業種(製造業、医療・福祉、卸売業・小売業)は、業種別で従業員数別に平均を求めたIT人材率を用いて推計を行った。その他の業種は、一律して従業員規模別に平均を求めたIT人材率を用いて推計した。

図表32-3 国内・事業会社のIT人材推計結果^{*4}

民間企業データベース登録データより			調査結果
業種大分類名称	企業数	従業員数	IT人材推計
製造業	10,220	4,950,311	85,925
医療・福祉	7,890	2,825,169	14,068
卸売業・小売業	6,378	2,505,661	58,184
建設業	2,007	1,218,463	
電気・ガス・熱供給・水道業	143	187,582	
情報通信業(※)	914	453,385	
運輸業・郵便業	3,740	1,640,295	
金融業・保険業	967	1,130,895	
不動産業・物品販貸業	1,072	443,569	
学術研究・専門・技術サービス業	1,592	648,415	
宿泊業・飲食サービス業	1,028	409,048	
生活関連サービス業・娯楽業	1,030	355,034	
教育・学習支援業	1,237	617,198	
複合サービス事業	599	420,845	
サービス業(他に分類されない)	3,254	1,455,877	
			341,000

*IT企業は除く(詳細は図表32-5参照)、従業員数100名以下は除く、業種は農業、林業、漁業、鉱業、採石業、砂利採取業、公務は除く、企業数は社数、従業員数、IT人材推計は人数

出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データと民間データベースを基に作成

* 4 株式会社東京商工リサーチより業種別従業員数のデータベースを購入。推計 IT 人材数の合計は百の単位を切り捨て表示。

IT人材の職種とIT人材レベル別のIT人材の推計を図表32-4に示す。

図表32-4 国内・事業会社のIT人材の職種・レベル別推計結果

	IT人材の割合(%)	社内・業界をリードする人材	指導者・リーダー	自立して業務を遂行できる人材	指導や補助が必要な人材	合計
ITストラテジスト	4.3%	850	2,405	6,892	4,516	14,663
システムアーキテクト	5.1%	1,009	2,852	8,174	5,356	17,391
プロジェクトマネージャー	14.8%	2,927	8,277	23,720	15,544	50,468
ITサービスマネージャー	5.8%	1,147	3,244	9,296	6,092	19,778
ネットワーク技術者・担当者	6.5%	1,286	3,635	10,418	6,827	22,165
データベース技術者・担当者	3.6%	712	2,013	5,770	3,781	12,276
エンベデッドシステム技術者・担当者	3.0%	593	1,678	4,808	3,151	10,230
情報セキュリティ技術者・担当者	4.7%	930	2,628	7,533	4,936	16,027
アプリケーション技術者・担当者	12.4%	2,452	6,935	19,873	13,023	42,284
プログラマー	16.4%	3,244	9,172	26,284	17,225	55,924
システム監査	1.2%			4,092		4,092
その他	22.2%			75,702		75,702

※推計IT人材数(人)の合計は百の単位を切り捨て表示、職種は情報処理技術者試験(<https://www.jitec.ipa.go.jp/>)に定義された職種などを用いた、小数点以下を四捨五入しているため、合計が一致しない場合がある

出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データと民間データベースを基に作成

② IT企業のIT人材推計結果

2020年度調査結果に基づき、IT企業のIT人材の総数を推計した。2020年度調査結果に基づくIT企業の推計数は約101万人となった(図表32-5)。

図表32-5 国内・IT企業のIT人材推計結果^{*5}

業種細分類名称	民間企業データベース登録データより			調査結果
	企業数	従業員数	IT人材推計	
受託開発ソフトウェア業	18,286	903,634	685,696	
情報処理サービス	2,583	235,859	149,870	
組込みソフトウェア業	1,991	66,505	46,205	
パッケージソフトウェア	779	83,503	52,805	
電気機械器具卸売	7,691	229,494	63,052	
電子計算機製造	448	25,676	7,002	
情報記録物製造	612	16,104	4,370	
			1,009,000	

※企業数は社数、従業員数、IT人材推計は人数

出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データと民間データベースを基に作成

* 5 株式会社東京商工リサーチより業種別従業員数のデータベースを購入。推計IT人材数の合計は百の単位を切り捨て表示。

IT企業のIT人材の構成比を用いて、IT人材の職種とIT人材レベル別のIT人材の推計を行った(図表32-6)。

図表32-6 国内・IT企業のIT人材の職種・レベル別推計結果

	IT人材の割合(%)	社内・業界をリードする人材	指導者・リーダー	自立して業務を遂行できる人材	指導や補助が必要な人材	合計
ITストラテジスト	3.3%	2,264	9,257	11,621	10,156	33,297
システムアーキテクト	3.0%	2,058	8,415	10,564	9,232	30,270
プロジェクトマネージャー	12.7%	8,714	35,624	44,722	39,084	128,143
ITサービスマネージャー	4.7%	3,225	13,184	16,551	14,464	47,423
ネットワーク技術者・担当者	5.6%	3,842	15,708	19,720	17,234	56,504
データベース技術者・担当者	2.7%	1,853	7,574	9,508	8,309	27,243
エンベデッドシステム技術者・担当者	8.7%	5,969	24,404	30,636	26,774	87,783
情報セキュリティ技術者・担当者	2.5%	1,715	7,013	8,804	7,694	25,225
アプリケーション技術者・担当者	21.5%	14,752	60,308	75,710	66,165	216,935
プログラマー	17.8%	12,213	49,929	62,681	54,779	179,602
システム監査	0.8%			8,072		8,072
その他	16.7%			168,503		168,503

※推計IT人材数(人)の合計は百の単位を切り捨て表示、職種は情報処理技術者試験(<https://www.jitec.ipa.go.jp/>)に定義された職種などを用いた、小数点以下を四捨五入しているため、合計が一致しない場合がある

出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データと民間データベースを基に作成

2020年度調査結果に基づく事業会社のIT人材の推計が約34万人、IT企業の推計が約101万人で、合わせて推計数は約135万人となった。

③ IT人材が所属する企業の国際比較

IPAでは、日本、米国、カナダ、イギリス、ドイツ、フランスのIT企業とそれ以外の企業に所属する情報処理・通信に携わる人材の割合を算出し、「IT人材白書2017」*6に掲載した。各国の状況と比較することで、日本におけるIT人材の特徴を明らかにすることを目的とした。

情報処理・通信に携わる人材の所属先企業を調べたところ、日本ではIT企業に所属する割合が72%であった。一方、日本以外の国では、IT企業以外の企業に所属する割合が5割を超えており、IT人材の所属先が大きく異なっていることがわかる。

そのほか、IT人材の増減率を職種別に集計し掲載した。日本ではIT企業以外に所属するシステムコンサルタント・設計者の増加割合が突出して高く、この傾向は米国には見られない。

なお、IT人材が所属する企業の国際比較は、2022年度に実施する予定である。

* 6 <https://www.ipa.go.jp/files/000059086.pdf>

2 デジタル時代の人材の環境変化

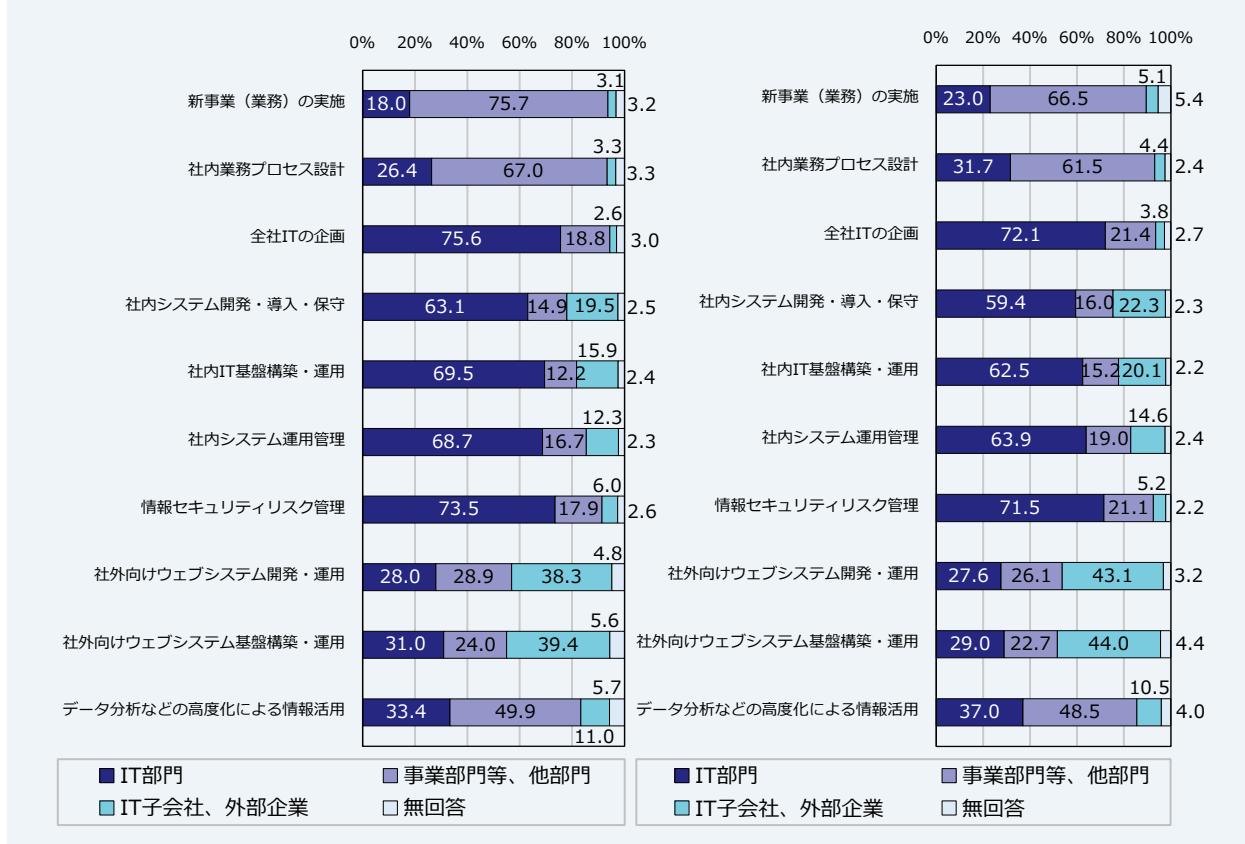
本節では、2020年度調査の結果を掲載する。事業会社のIT業務は、IT部門が担ってきたが、事業部門のIT業務への関わりが大きくなっている。そこでIT業務がどのように変化しているかを捉える。

(1) デジタル時代の人材を取り巻く変化

「ITに関する業務を担当している部門(部署)」について事業会社に尋ねた結果を「IT人材白書2020(2019年度に調査実施)」と比較したものを見(図表32-7)。2020年度調査の「事業部門等、他部門」では「新事業(業務)の実施」が75.7%、「社内業務プロセス設計」が67%で割合が年々高くなっている^{*7}。「IT部門」では、「全社ITの企画」が75.6%、「情報セキュリティリスク管理」が73.5%と割合が高い。

図表32-7 国内・事業会社のIT業務を担当している部門(部署)(経年)

2020年度調査 (n=878) 「IT人材白書2020」(n=821)

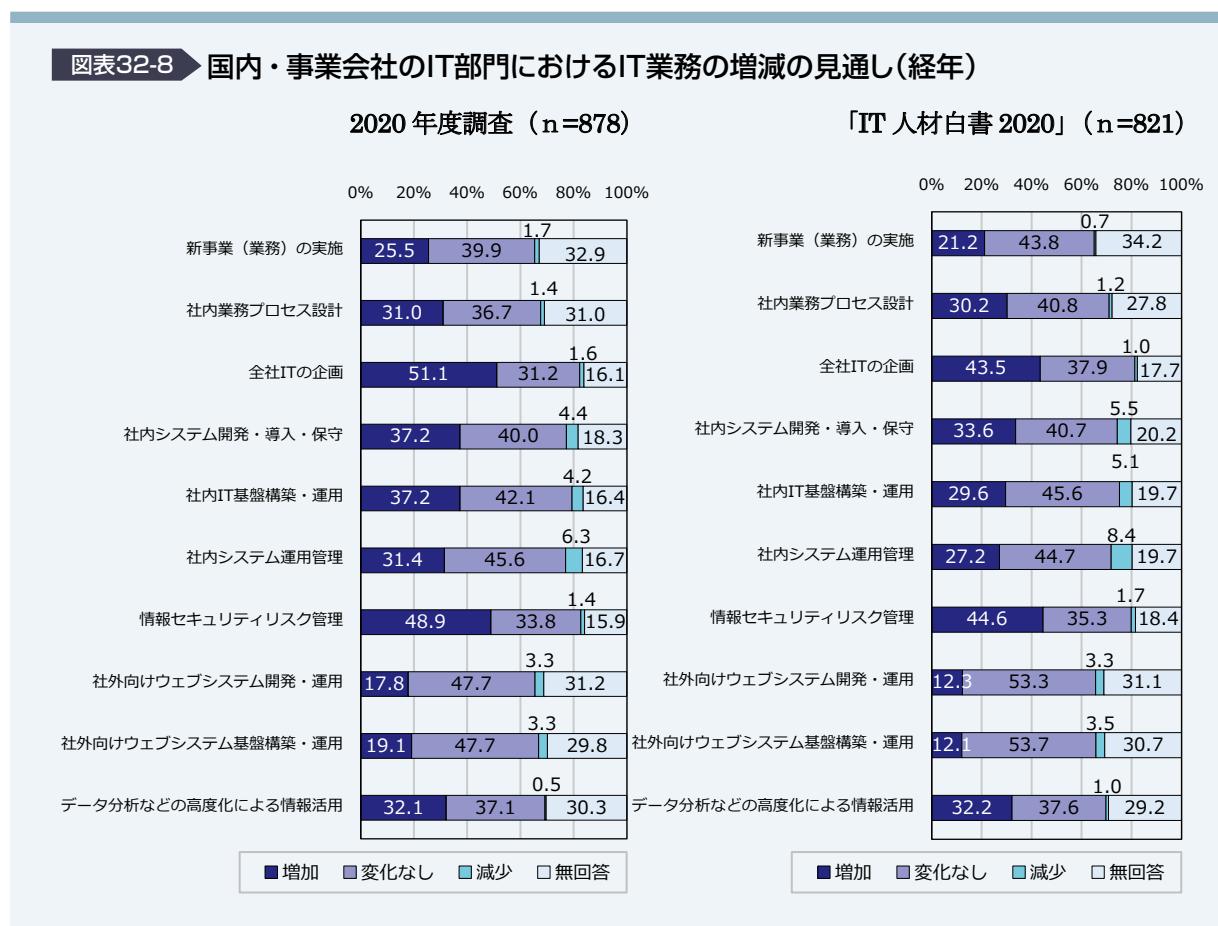


*「IT人材白書2020」の項目「新事業(業務)の実施」は「その他(新事業(業務)の実施)など」を置換
出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日「IT人材白書2020」

* 7 「IT人材白書2019」のデータとの比較も含め記載。

「IT部門」のIT業務の増減について事業会社に尋ねた結果を「IT人材白書2020」と比較すると、「全社ITの企画」「情報セキュリティリスク管理」の回答が5割前後で年々割合が高くなっている^{*8}(図表32-8)。

図表32-8 国内・事業会社のIT部門におけるIT業務の増減の見通し(経年)

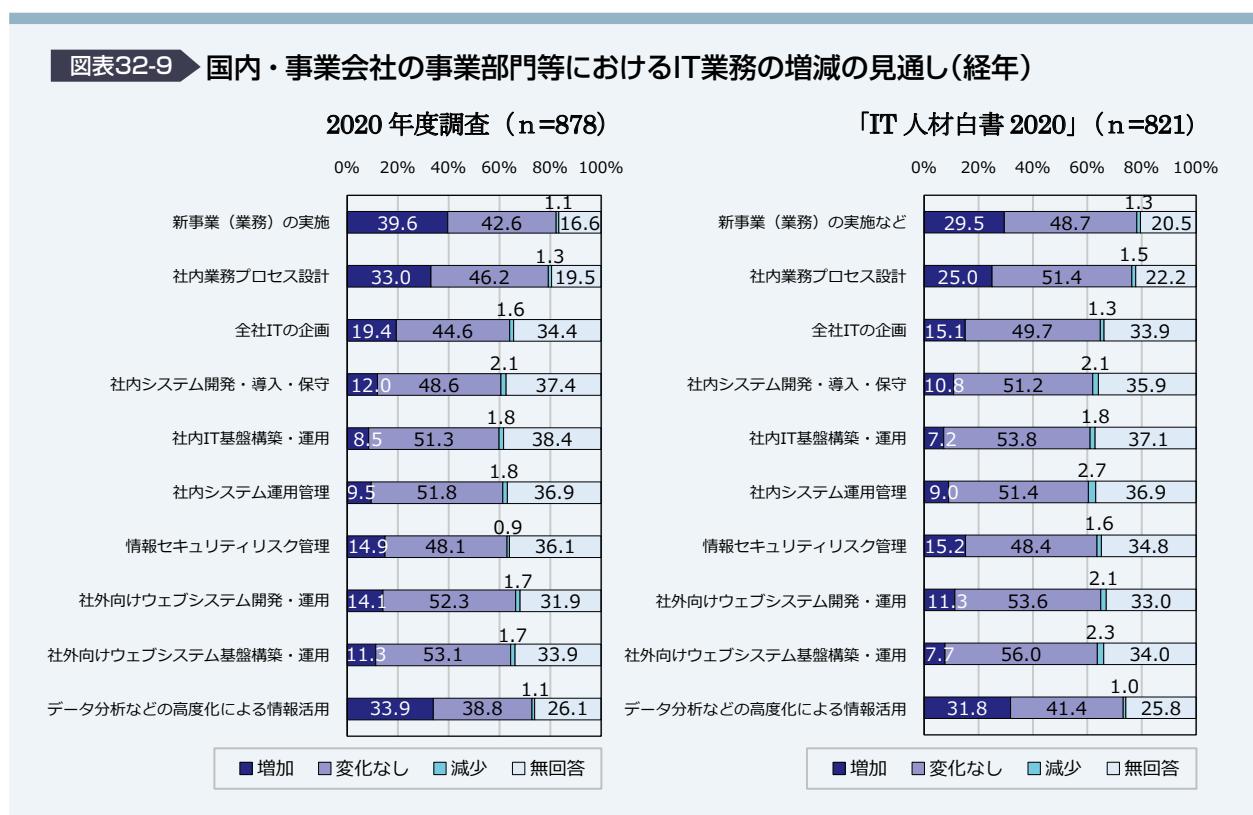


※「IT人材白書2020」の項目「新事業(業務)の実施」は「その他(新事業(業務)の実施など)」を置換
出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日「IT人材白書2020」

* 8 「IT人材白書2019」のデータとの比較も含め記載。

「事業部門等、他部門」のIT業務の増減について事業会社に尋ねた結果を「IT人材白書2020」と比較する(図表32-9)と、「新事業(業務)の実施」が「IT人材白書2020」より10.1%増加している。図表32-7の事業会社のIT業務を担当している部門(部署)の結果を合わせてみるとIT業務を担う業務の役割の増加が見て取れる。今後も「事業部門等、他部門」は、「新事業(業務)の実施」を担当することにより、いっそう多面的な業務を拡げていく可能性があり、他の業務にも波及していくと考えられる。

図表32-9 国内・事業会社の事業部門等におけるIT業務の増減の見通し(経年)

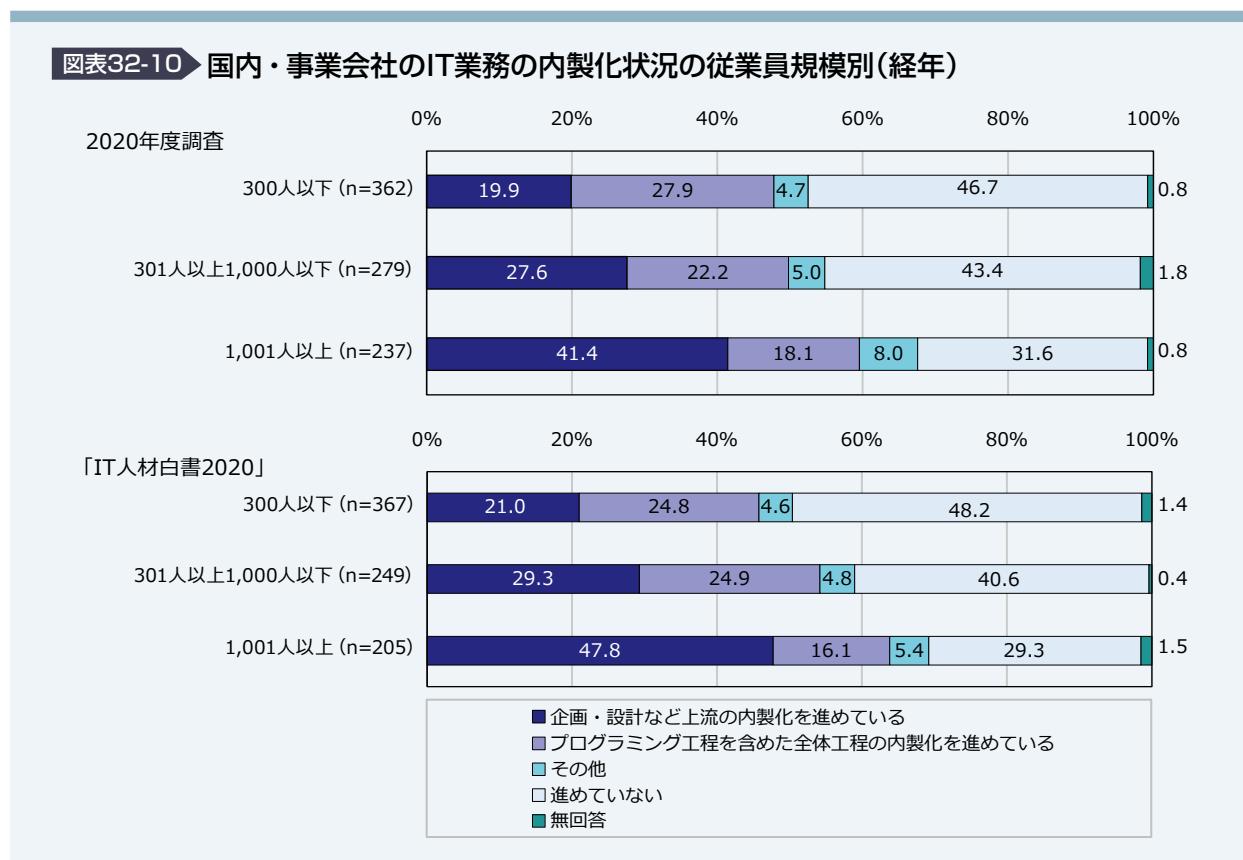


※「IT人材白書2020」の項目「新事業(業務)の実施」は「その他(新事業(業務)の実施)など」を置換

出典：IPA 「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日「IT人材白書2020」

事業会社に社内の「ITのスキルを蓄積・強化するための内製化状況」を尋ねた結果を「IT人材白書2020」と比較する(図表32-10)と、全体傾向の変化は見られない。「企画・設計など上流の内製化を進めている」は、従業員規模が大きくなるに従い割合が高くなり、「プログラミング工程を含めた全体工程の内製化を進めている」は、従業員規模が小さくなるに従い割合が高くなっている。

図表32-10 国内・事業会社のIT業務の内製化状況の従業員規模別(経年)

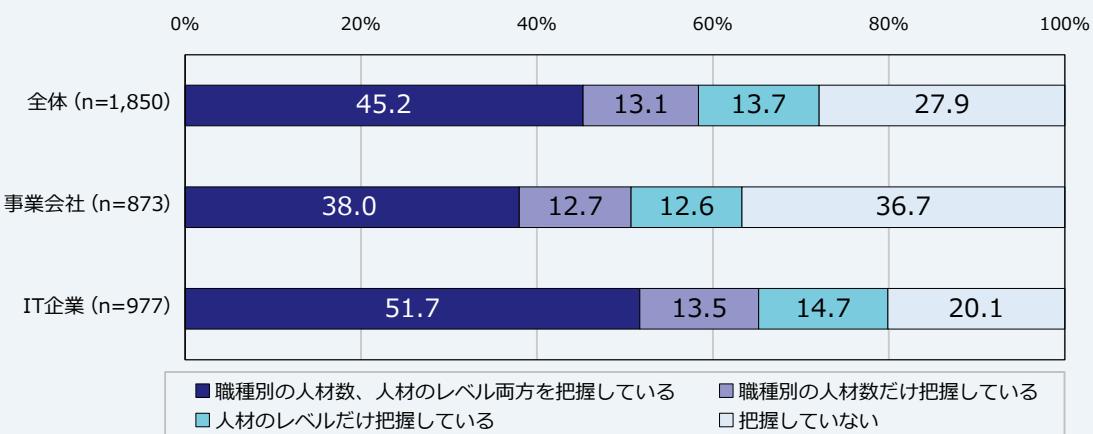


出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日「IT人材白書2020」

(2) IT人材の状況(量、質、経年変化)

アンケート結果を事業会社、IT企業別に見ていく。職種別IT人材の数とレベルの把握状況について尋ねた結果を企業区分別に示す(図表32-11)。全体で見ると、「職種別IT人材の数」「レベル」の両方かどちらかを把握している割合は7割強である。IT企業の把握割合の方が高くなっているが、事業会社は「把握していない」が36.7%となっている。

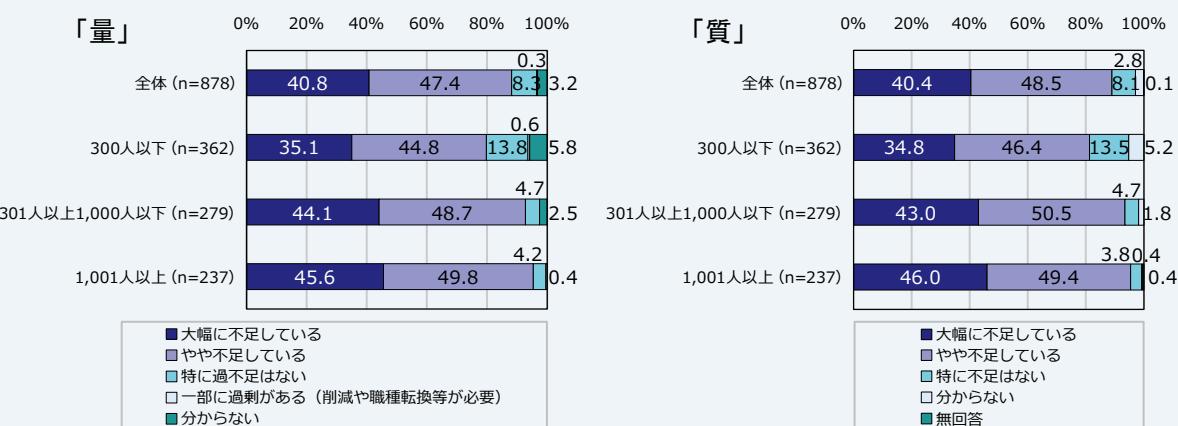
図表32-11 国内・職種別IT人材の数とレベルの把握状況(企業区分別)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

事業会社におけるIT人材の「量」に対する過不足感について尋ねた結果を従業員規模別に示す(図表32-12(左))。全体で見ると9割弱が足りないと回答しており、従業員規模が大きい企業の方が「大幅に不足している」の割合が高くなっている。事業会社におけるIT人材の「質」に対する不足感について尋ねた結果を従業員規模別に示す(図表32-12(右))。全体で見ると9割弱が足りないと回答している。IT人材の「量」に対する回答と同様の傾向である。

図表32-12 国内・事業会社のIT人材の「量」に対する過不足感と「質」に対する不足感(従業員規模別)

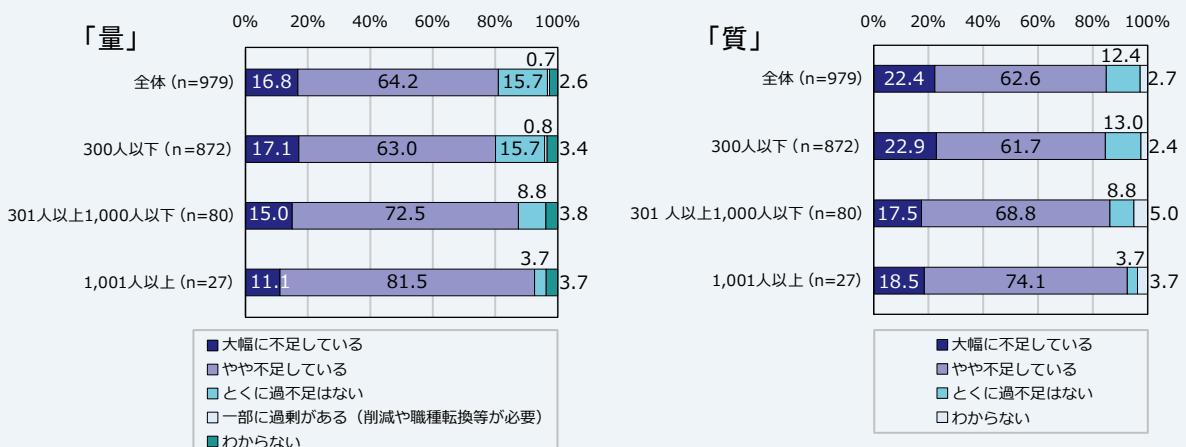


出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

IT企業におけるIT人材の「量」に対する過不足感について尋ねた結果を従業員規模別に示す(図表32-13(左))。全体で見ると8割強が足りないと回答し「やや不足している」は、従業員規模が大きくなるに従い割合が高くなっている。

IT企業におけるIT人材の「質」に対する不足感について尋ねた結果を従業員規模別に示す(図表32-13(右))。全体で見ると8割強が足りないと回答している。IT人材の「量」に対する回答と同様の傾向である。

**図表32-13 国内・IT企業のIT人材の「量」に対する過不足感と「質」に対する不足感
(従業員規模別)**



出典: IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データを基に作成

2020年度調査では、従来のIT人材(IT企業や事業会社の情報システム部門等に所属する人)にくわえて、ITを活用して事業創造や製品・サービスの付加価値向上、業務のQCD向上等を行う人も含み、IT人材の範囲を拡げた。

2020年度調査と「IT人材白書」のIT人材動向調査(2016～2019年度実施)において、IT人材の「量」に対する過不足感と「質」に対する不足感を尋ねた結果を図表32-14と図表32-15に示す。なお、2020年度調査と「IT人材白書」のIT人材動向調査では、IT人材の範囲が異なることに留意が必要である。

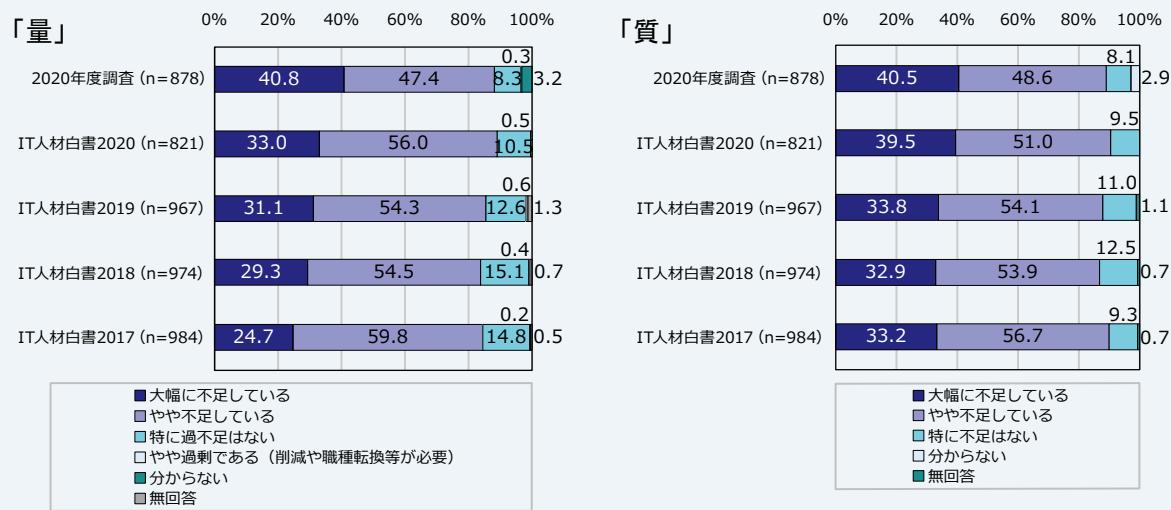
事業会社に尋ねた結果を見ると、IT人材の「量」と「質」の両方について「大幅に不足している」割合は、2020年度調査に至るまで上昇を続けている(図表32-14)。

また「量」の不足感については、2020年度調査で「大幅に不足している」割合が7.8%上昇を見せている(図表32-14(左))。

この背景には、企業変革に必要な人材を確保することが必要不可欠であるとの認識が事業会社で高まっていることがあると考えられる。また、「コロナ禍」によりデジタル化が「待ったなし」となった中、事業会社においてIT人材の「量」と「質」の両方について不足感が高まった状況は続くものと考えられる。

図表32-14 国内・事業会社のIT人材の「量」に対する過不足感と「質」に対する不足感(経年)*9

2020年度調査では、従来のIT人材(IT企業や事業会社の情報システム部門等に所属する人)にくわえて、ITを活用して事業創造や製品・サービスの付加価値向上、業務のQCD向上等を行う人も含む。



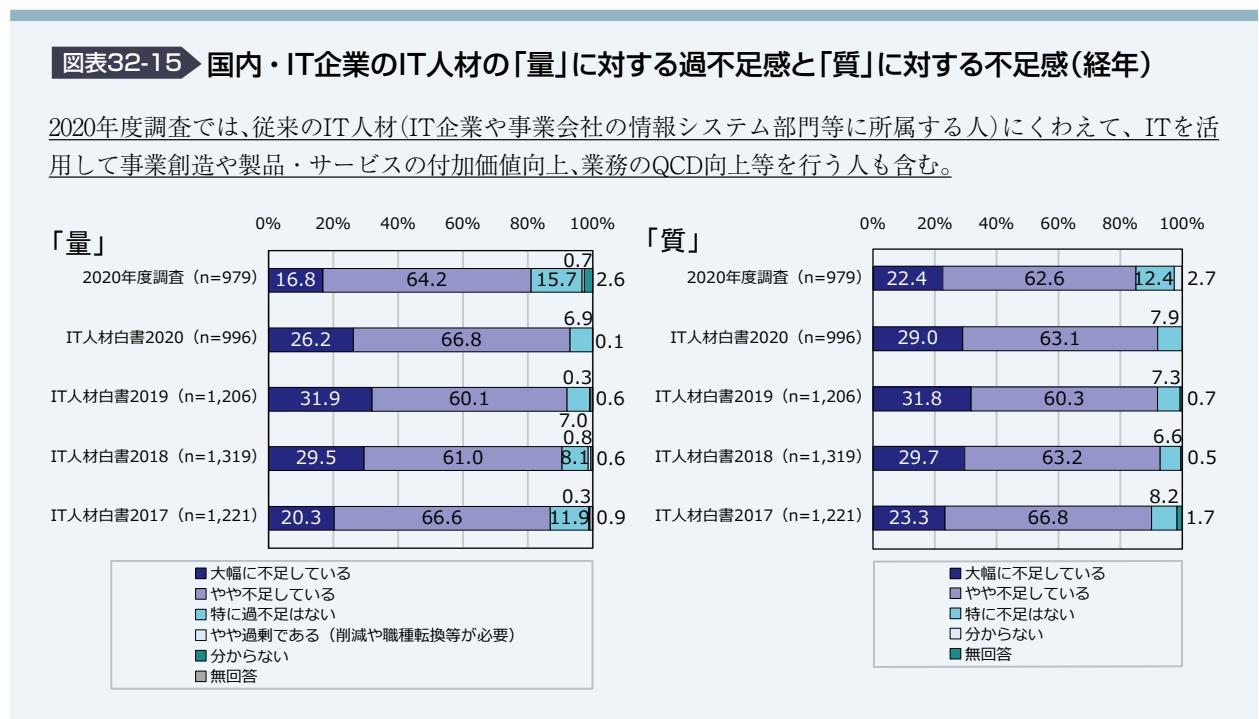
出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日「IT人材白書」

* 9 2016年度調査は「IT人材白書2017」、2017年度調査は「IT人材白書2018」、2018年度調査は「IT人材白書2019」、2019年度調査は「IT人材白書2020」、2020年度調査は、「デジタル時代のスキル変革等に関する調査報告書」を示す。

一方でIT企業について見ると、IT人材の「量」と「質」の両方について「IT人材白書2020」の結果から「大幅に不足している」割合が減少に転じている(図表32-15)。「IT人材白書2020」の結果は、大規模金融プロジェクトの終了や、消費税増税の影響があると見られるが、2020年度調査における「大幅に不足している」割合の減少は、日本銀行の「企業短期経済観測調査」^{*10}によれば、情報サービス業の雇用人員(過剰-不足)は、2019年9月では-47を示していたが、2020年3月から過剰に進み、2021年6月時点では-19である。「コロナ禍」による社会・経済への甚大な影響が見て取れる。

図表32-15 国内・IT企業のIT人材の「量」に対する過不足感と「質」に対する不足感(経年)

2020年度調査では、従来のIT人材(IT企業や事業会社の情報システム部門等に所属する人)にくわえて、ITを活用して事業創造や製品・サービスの付加価値向上、業務のQCD向上等を行う人も含む。



出典：IPA 「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」 2021年4月22日「IT人材白書」

* 10 <https://www.boj.or.jp/statistics/tk/zenyo/2021/all2106.htm/>

③ 効果的な人材確保

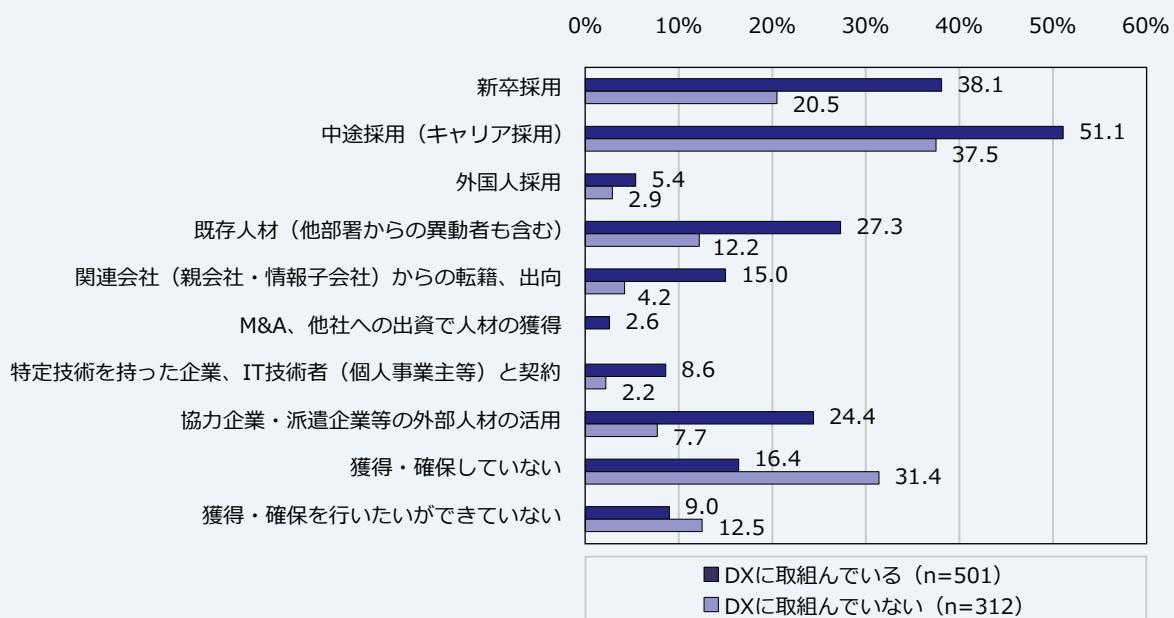
本節では、DXの推進を加速するための要因について事業会社のDX取組状況を見ながら、事業会社の人材確保の状況などを示す。

2020年度調査の事業会社のDX取組状況については、「全社戦略に基づき、全社的にDXに取組んでいる」と回答した137社、「全社戦略に基づき、一部の部門においてDXに取組んでいる」と回答した229社、「部署ごとに独自・個別にDXに取組んでいる」と回答した152社を足した518社を「DXに取組んでいる」企業とした。またDXに「取組んでいない」と回答した302社、「わからない」と回答した38社を足した340社を「DXに取組んでいない」企業とした。

(1) 人材獲得方法の現状と今後

事業会社に「過去1年間にIT人材を獲得・確保した方法」を尋ねた結果をDXの取組別に示す(図表32-16)。DXに取組んでいる企業では、「中途採用(キャリア採用)」が5割強で、「新卒採用」が4割弱の回答があり、DXに取組んでいない企業は、「中途採用(キャリア採用)」が4割弱、「新卒採用」が2割弱である。DXに取組んでいる企業は、人材の獲得・確保を活発に行っている様子がうかがえる。「既存人材」や「関連会社(親会社・情報子会社)からの転籍、出向」によって自社内での人材流動も行い、人材の獲得・確保に挑んでいる様子も見える。

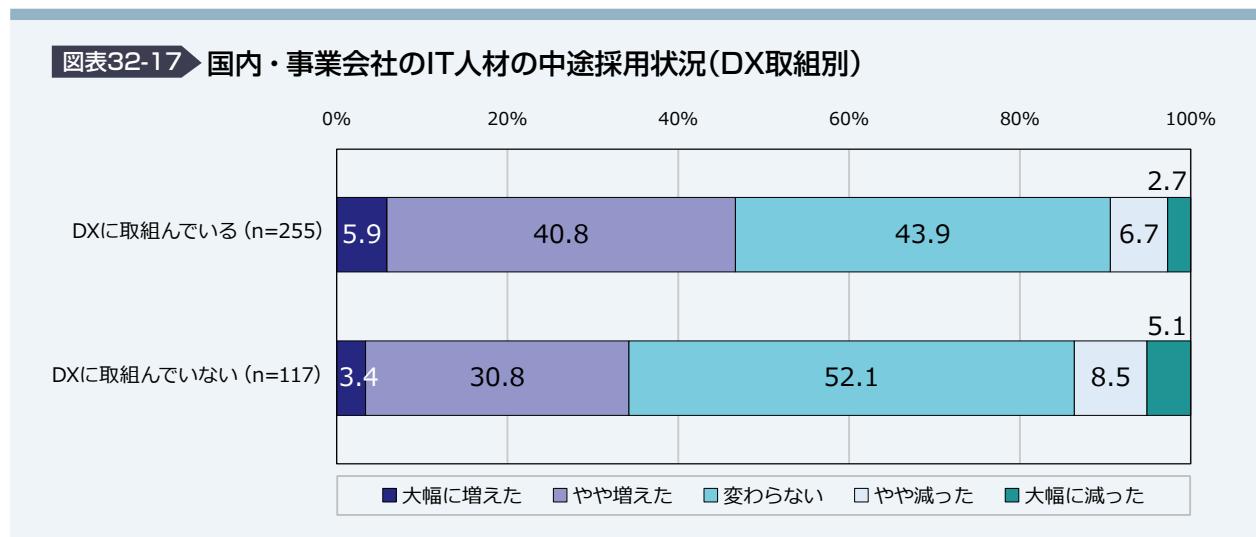
図表32-16 国内・事業会社がIT人材を獲得・確保した方法(DX取組別、複数回答)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データを基に作成

事業会社に「過去1年間にIT人材を中途採用した状況」について尋ねた結果をDXの取組別に示す(図表32-17)。DXに取組んでいる企業は、「大幅に増えた」が5.9%、「やや増えた」が40.8%であるが、「変わらない」も43.9%である。また、DXに取組んでいない企業では「大幅に増えた」が3.4%、「やや増えた」が30.8%になり、DXに取組んでいる企業の方が「やや増えた」が10%高くなっている。

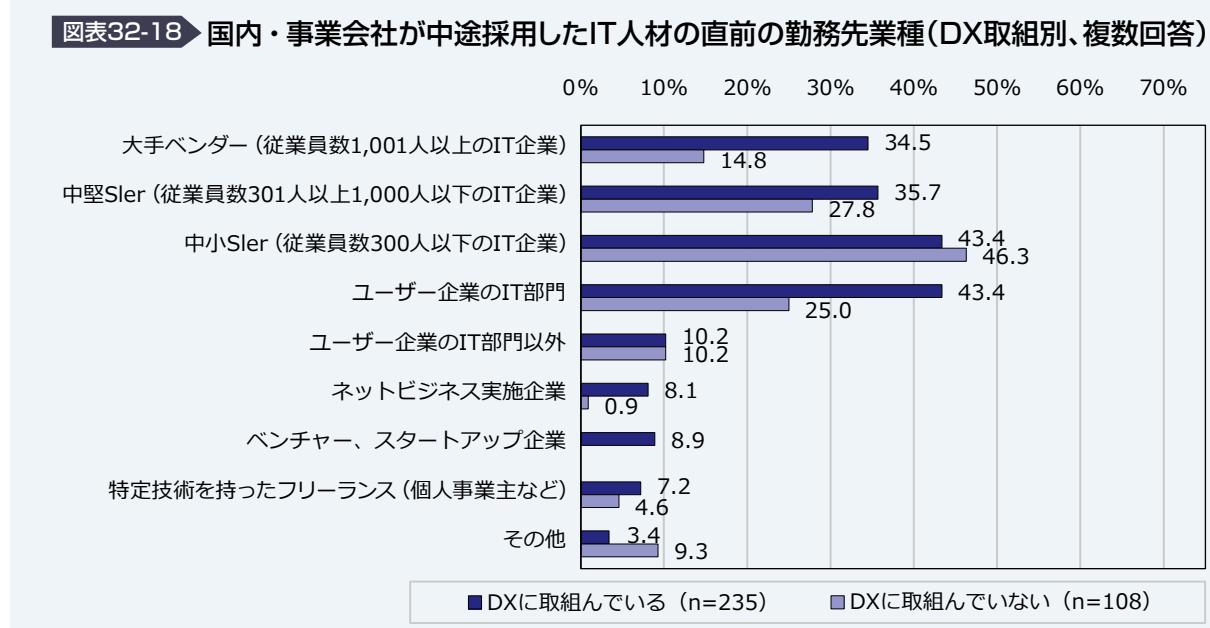
図表32-17 国内・事業会社のIT人材の中途採用状況(DX取組別)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データを基に作成

中途採用したIT人材の「直前の勤務先業種」について尋ねた結果をDXの取組別に示す(図表32-18)。「中小Sler (従業員数300人以下のIT企業)」の割合が取組に関わらずもっとも高くなっている。また、DXに取組んでいる企業の「ユーザー企業のIT部門」も同率である。「ユーザー企業のIT部門」の回答は、「IT人材白書2020」では、DXに取組んでいる企業は39.2%が、2020年度調査では43.4%になり、DXに取組んでいない企業は34.2%が25%と割合が低くなっている。中途採用したIT人材の確保・獲得先に変化が見えた。

図表32-18 国内・事業会社が中途採用したIT人材の直前の勤務先業種(DX取組別、複数回答)

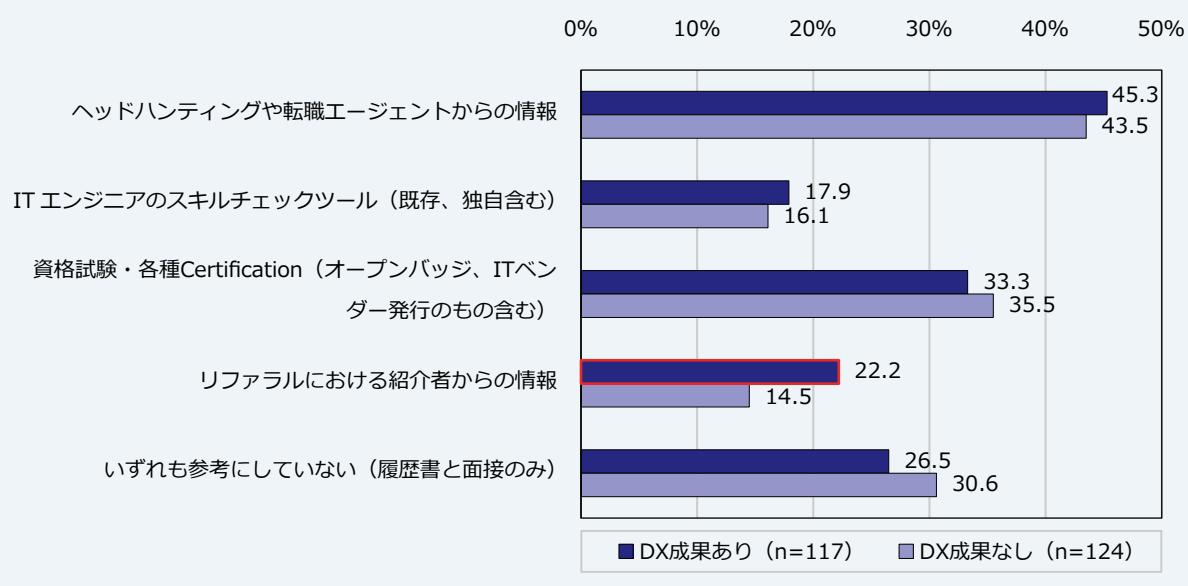


出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データを基に作成

ここからは、DXの成果^{*11}の動向を見ながら、事業会社の人材採用状況を見ていく。

IT人材を「中途採用する際に対象者の能力や価値の把握に参考にしているもの」について尋ねた結果をDX成果別に示す(図表32-19)。「ヘッドハンティングや転職エージェントからの情報」が成果別に関わらずもっとも割合が高くなっている。また、DXの成果がある企業は、「リファラルにおける紹介者からの情報」が22.2%で、DXの成果がない企業(14.5%)よりやや割合が高くなっている。

図表32-19 国内・事業会社がIT人材を中途採用する際に対象者の能力や価値の把握に参考にしているもの(DX成果別、複数回答)



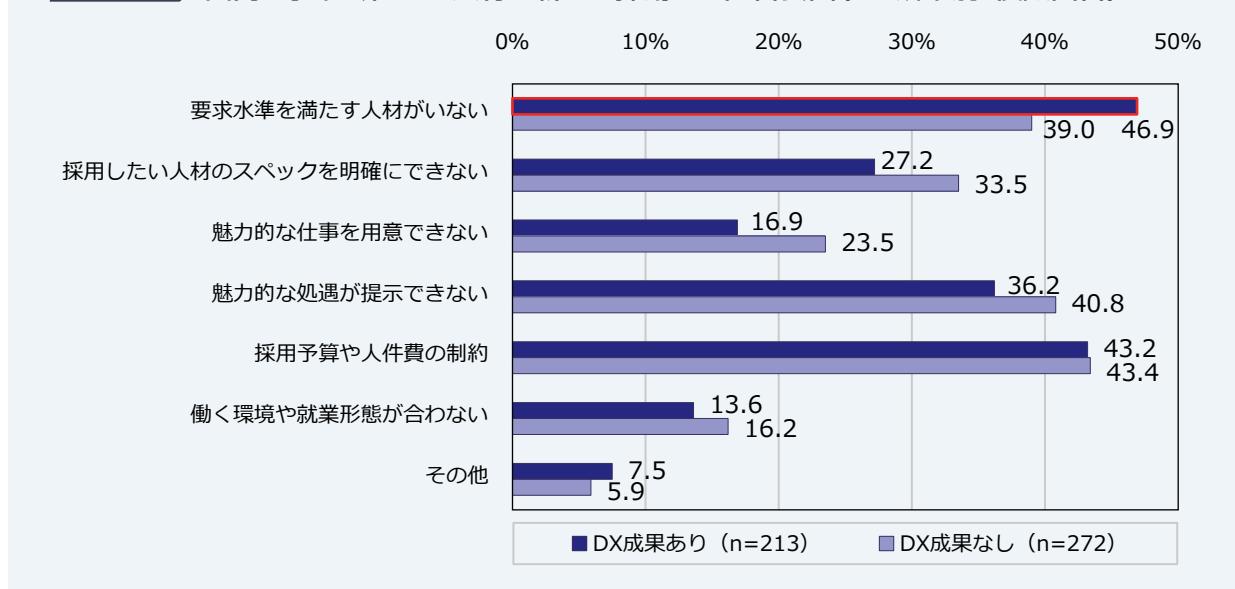
※項目は10%以上ののみ掲載

出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年04月22日公開集計データを基に作成

* 11 DXに取組んでいる企業でDXの「成果が出ている」をDX成果あり、「成果がでていない」「わからない」をDX成果なしに分類。

「IT人材を新たに採用する阻害要因」をDX成果別に示す(図表32-20)。DXの成果がある企業では「要求水準を満たす人材がいない」の割合が一番高く、次いで「採用予算や人件費の制約」が続くが、DXの成果がない企業でもこの項目の割合が高く採用する阻害要因として共通の課題である。

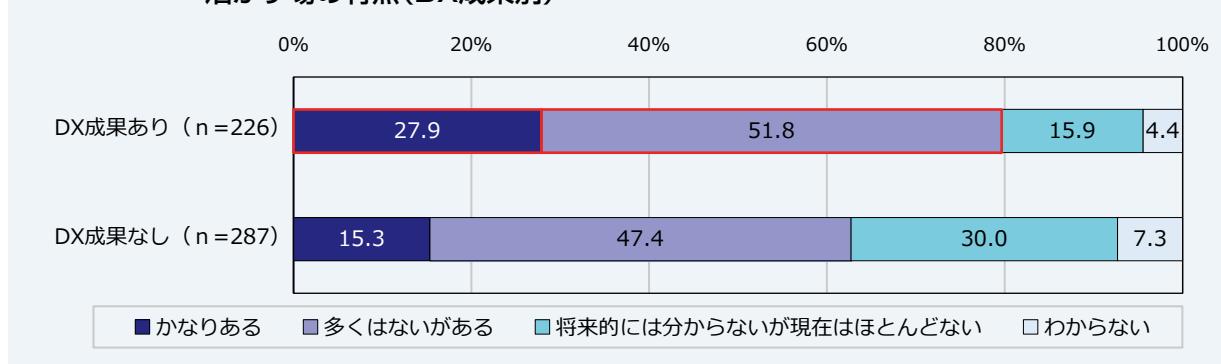
図表32-20 国内・事業会社がIT人材を新たに採用する阻害要因(DX成果別、複数回答)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

「IT人材がAIやIoT、アジャイル等の先端領域や領域スキルを活かす場の有無」をDX成果別に示す(図表32-21)。DXの成果がある企業では「かなりある」が27.9%、「多くはないがある」が51.8%である。DXの成果がある企業は、スキルを活かす“場”が用意できている。

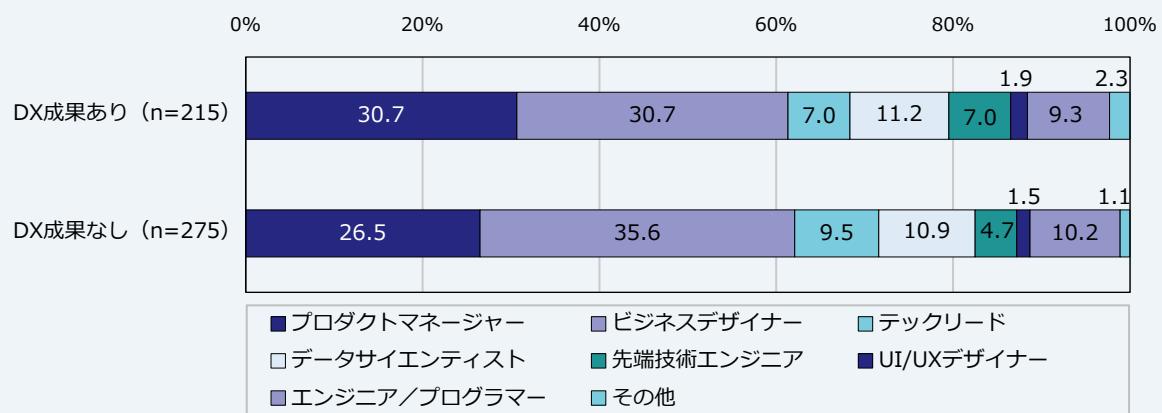
図表32-21 国内・事業会社のIT人材がAIやIoT、アジャイル等の先端領域や領域スキルを活かす場の有無(DX成果別)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

「今後重要と考え育成していきたい人材」をDX成果別に示す(図表32-22)。DXの成果がある企業では「プロダクトマネージャー」「ビジネスデザイナー」が同じ割合で一番高いが、DXの成果がない企業は「ビジネスデザイナー」の割合が35.6%ともっとも高くなっている。

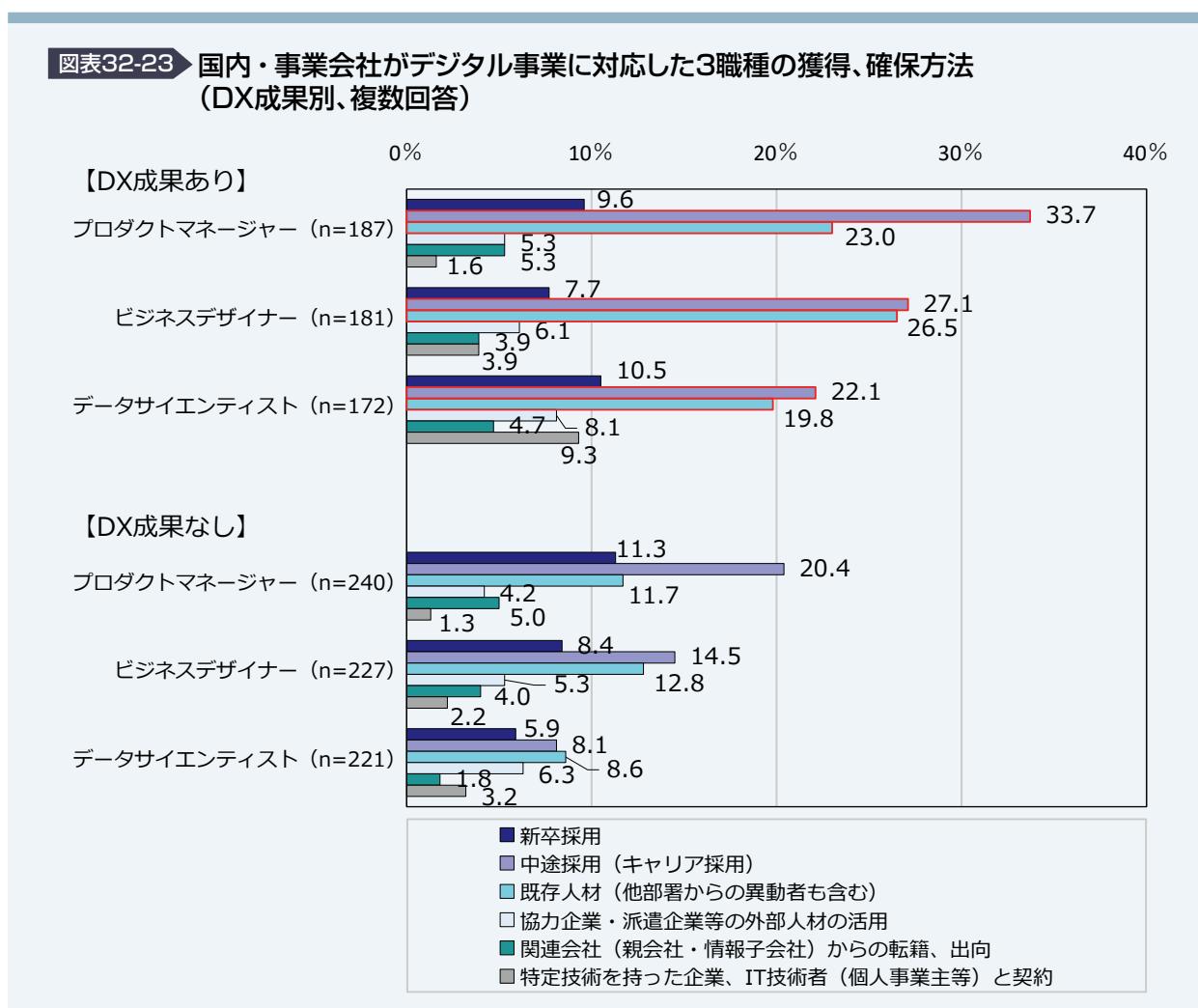
図表32-22 国内・事業会社の今後重要と考え育成していきたい人材(DX成果別)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データを基に作成

図表32-22で今後重要と考え育成したい人材として割合の高い上位3位の人材の獲得・確保方法を見ていく。事業会社がデジタル事業に対応した3職種の獲得・確保方法をDX成果別に示す(図表32-23)。DXの成果がある企業は、「中途採用(キャリア採用)」「既存人材(他部署からの異動者も含む)」の割合が高くなっている。

図表32-23 国内・事業会社がデジタル事業に対応した3職種の獲得、確保方法
(DX成果別、複数回答)



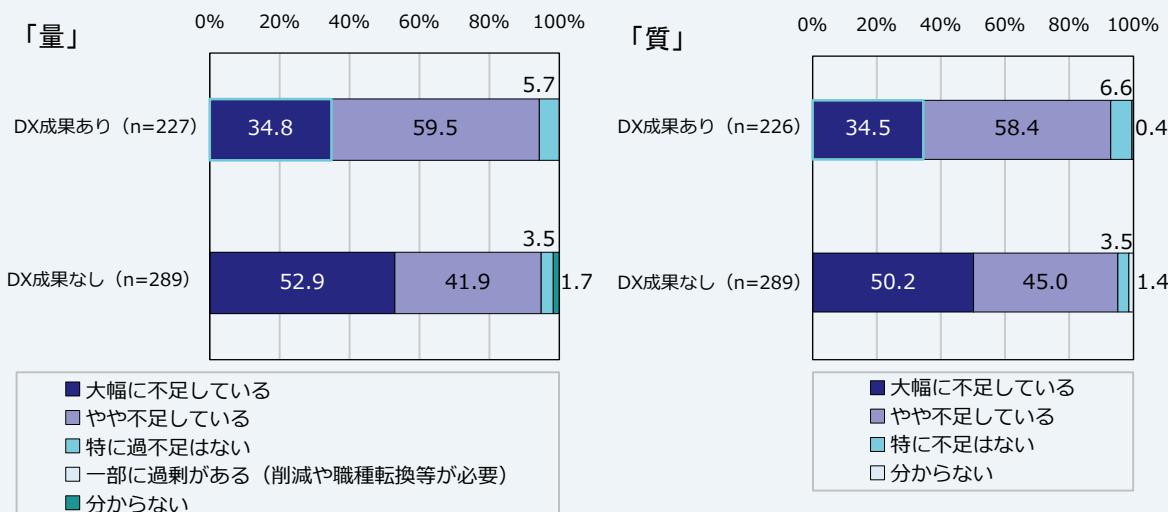
※1%未満のある項目、「獲得・確保していない」は除く

出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データを基に作成

事業会社におけるIT人材の「量」「質」について尋ねたものをDX成果別に示す(図表32-24)。DXの成果がある企業は、IT人材の「量」「質」の両方ともに「大幅に不足している」という割合がDXの成果がない企業より低くなっている。

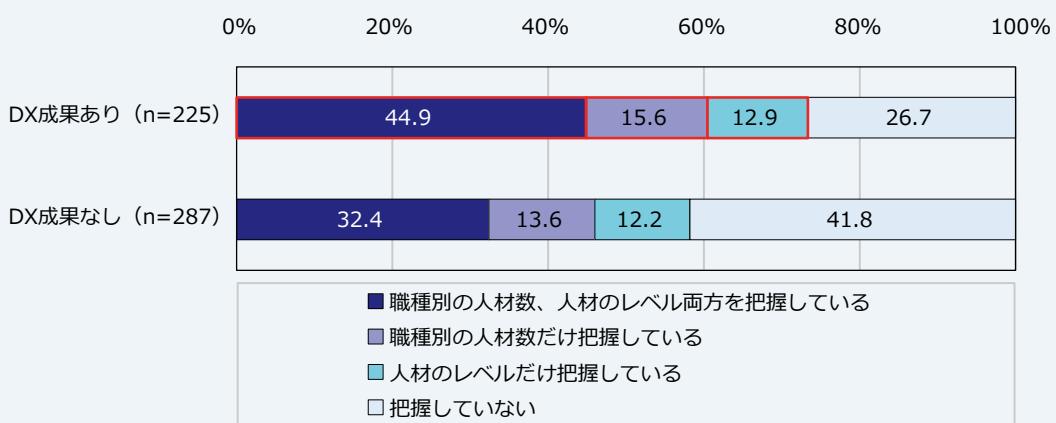
「職種別IT人材の数とレベルの把握状況」について尋ねた結果をDX成果別に示す(図表32-25)。DXの取組で成果が出ている企業は、「職種別IT人材の数」「レベル」の両方かどちらかを把握している割合が7割強であるのに対して、成果が出ていない企業は6割に届かず、「把握していない」が4割強である。

図表32-24 国内・事業会社のIT人材の「量」「質」の不足感(DX成果別)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

図表32-25 国内・事業会社の職種別のIT人材数とレベルの把握状況(DX成果別)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

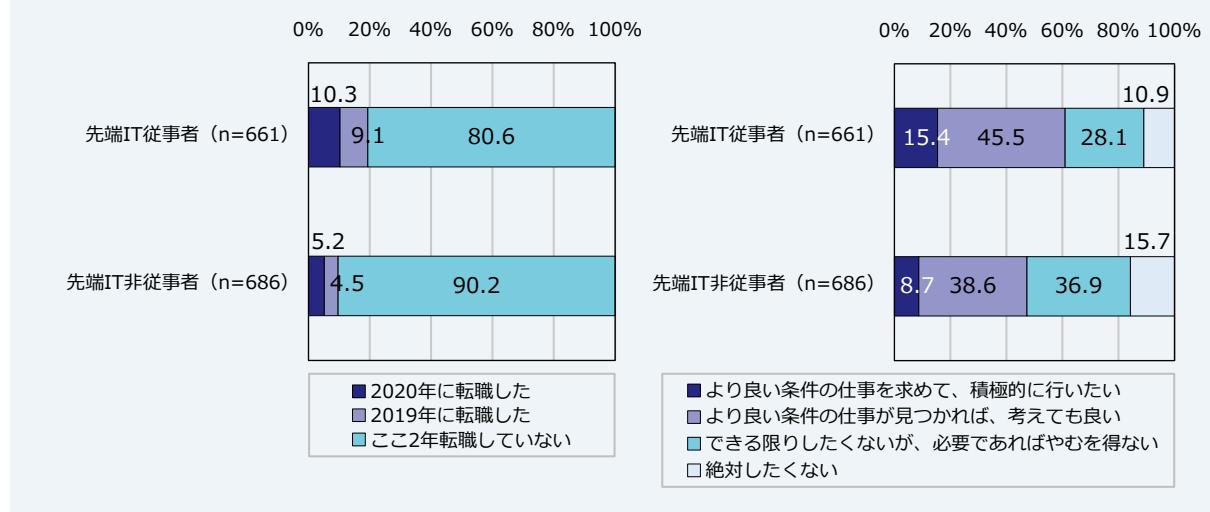
前段の調査結果と考え合わせると、DXの成果のない企業の方が、IT人材の量・質の両方とも大幅に不足しているという割合が高いものの、自社のIT人材の人数やそのレベルについてきちんと把握している企業は少ない。「人がいないから成果が出ない」という課題に対し、人材確保の取組に加え、事業戦略の明確化を出発点とし、それに必要な人材要件の明確化やマネジメント制度、育成環境の整備などにも取組むことが求められる。

(2) 転職状況

ここでは、個人調査の転職について記載する。

転職状況について尋ねた結果を先端・非先端別^{*12}に示す(図表32-26(左))。先端IT従事者では、この2年で転職を行った(「2020年に転職した」と「2019年に転職した」を足した割合)割合は2割に届かず、「ここ2年転職していない」が8割強を占めている。転職に関する考え方を尋ねた結果を先端・非先端別に示す(図表32-26(右))。「より良い条件の仕事が見つかれば、考えても良い」の割合が先端IT従事者45.5%、先端IT非従事者で38.6%と一番高いが、先端IT非従事者は「できる限りしたくないが、必要であればやむを得ない」が36.9%あり、転職に消極的な姿勢がうかがえる。

図表32-26 国内・転職状況(左)、転職に関する考え方(右)(先端・非先端別)



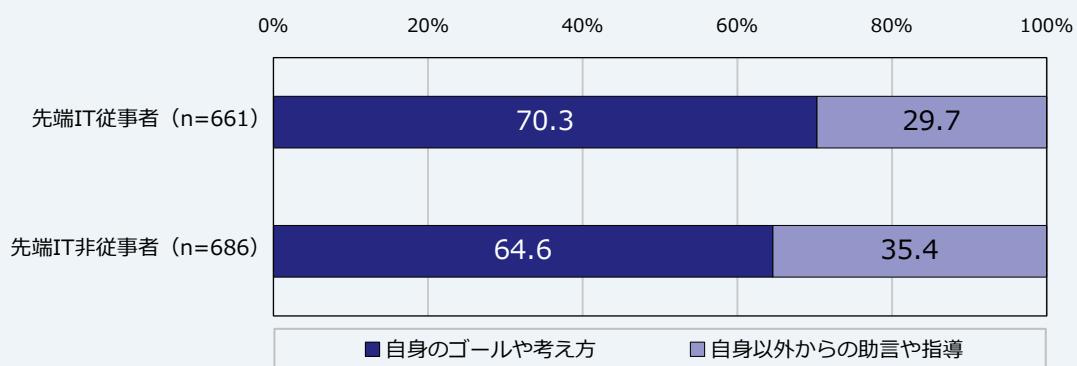
出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

* 12 先端IT従事者：先端技術・領域に携わっている、先端IT非従事者：先端技術・領域に携わっていない。先端技術・領域：データサイエンス、AI／人工知能、IoT、デジタルビジネス／X-Tech、アジャイル開発／DevOps、AR／VR、ブロックチェーン、自動運転／MaaS、5G、上記以外の先端的な技術や領域。

IT人材自身のキャリアを判断する基準を尋ねた結果を先端・非先端別に示す(図表32-27)。「自身のゴールや考え方」の割合は、先端IT従事者が70.3%、先端IT非従事者が64.6%である。一方、「自身以外からの助言や指導」の割合も先端IT従事者が29.7%、先端IT非従事者が35.4%である。

国内のIT人材の転職状況は、現在よりよい条件の仕事があれば転職を考える傾向はあるが、転職を積極的に行いたいIT人材は少ない。

図表32-27 国内・自身のキャリアを判断する基準(先端・非先端別)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

4 人材活用施策の改善

DXを推進する中でのIT人材について、企業は従業員のスキルを把握し、対応できる人材を確保する必要がある。取り巻く環境が急激に変わる中で生き残りを図るために、迅速な対応が必須である。

デジタル化の主軸を担うIT人材の意識や動向と、企業の人材活用施策の調査結果より、現状の把握と課題抽出を行った。

(1) ITに携わる人材の学び

企業においてDXを進めるうえでは、先端技術・領域^{*13}に対応可能なIT人材の存在も欠かせない。そのようなIT人材を確保するためには、従来の技術・領域に携わるIT人材の業務転換やリスキルも重要な要素となる。個人調査^{*14}の結果より、先端技術・領域に携わるIT人材の転換動向およびスキル習得方法等について分析を行う。

* 13 いずれかに該当するものを先端技術・領域とした データサイエンス、AI／人工知能、IoT、デジタルビジネス／X-Tech、アジャイル開発／DevOps、AR／VR、ブロックチェーン、自動運転／MaaS、5G、上記以外の先端的な技術や領域。

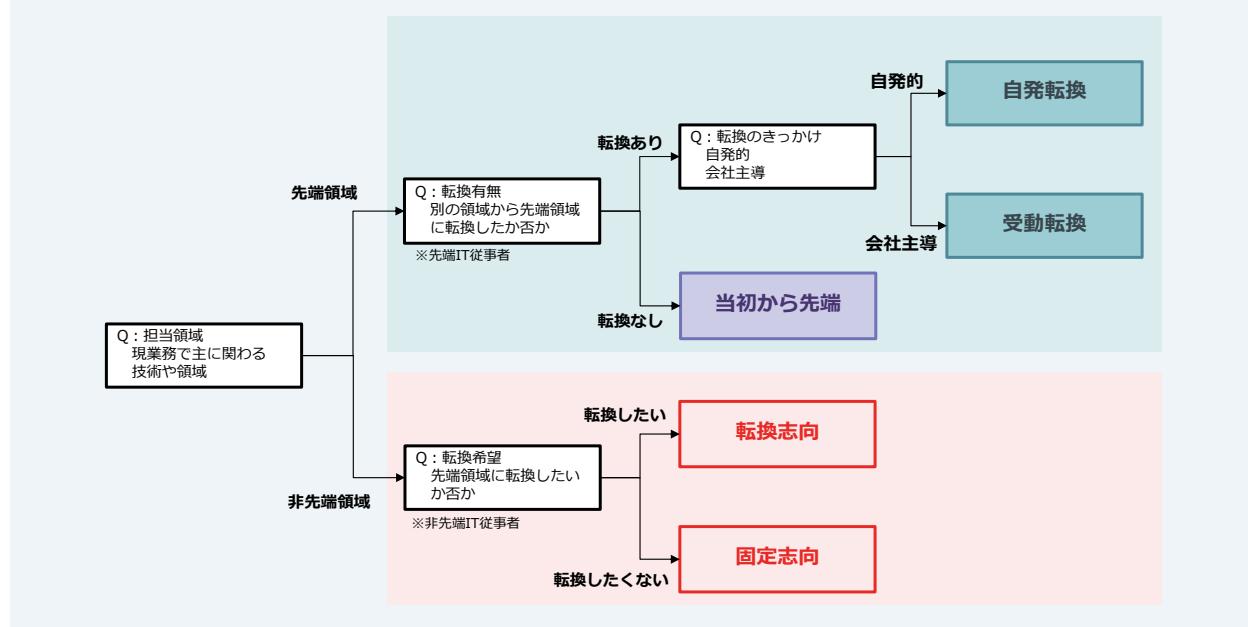
* 14 調査方法や調査機関等の調査概要については図表32-1を参照。

① IT人材の転換動向

個人調査では、現業種で主に関わる技術や領域について尋ね、先端技術・領域に携わるIT人材か否かの分類を行った。

先端技術・領域に携わるIT人材(以降、先端IT従事者という)に対しては、別の領域から先端技術・領域への転換を経験しているかどうかを尋ねた。業務転換を経験していると答えた者に対しては、転換のきっかけについて尋ね、自発的か会社主導によるものかの分類を行った。先端技術・領域に携わっていないIT人材(以降、先端IT非従事者という)には、先端技術・領域に携わりたいかどうかの意向を尋ねた。以上の結果より、転換タイプを自発転換、受動転換、当初から先端、転換志向、固定志向の五つに分類した(図表32-28)。

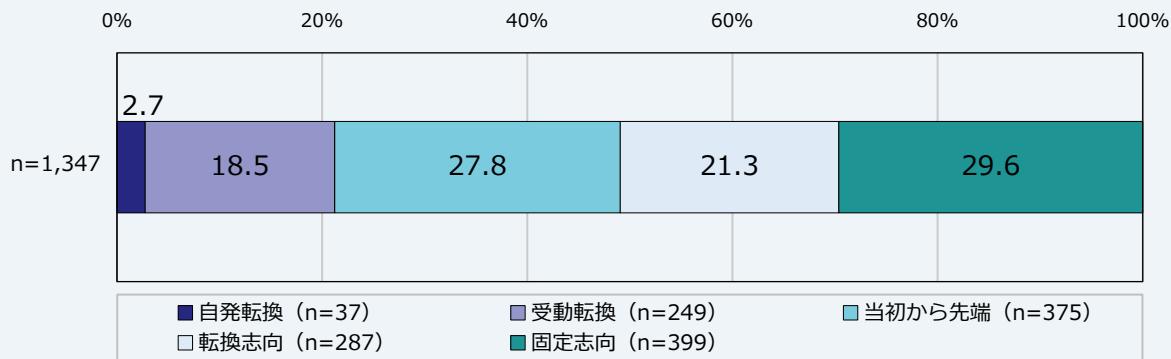
図表32-28 国内・IT人材の転換タイプの分類



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

図表32-28の分類方法にしたがって、IT人材の転換タイプの分類を行った結果を示す(図表32-29)。

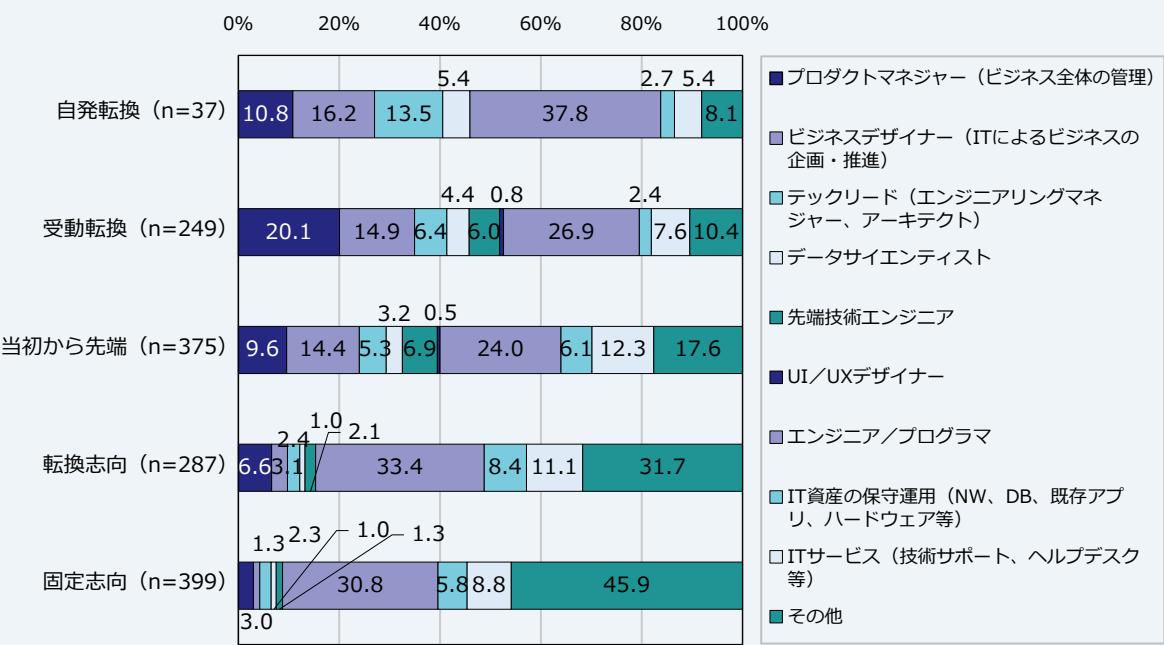
図表32-29 国内・IT人材の転換タイプ



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

IT人材に対して、現時点での主な役割について尋ねた結果を、転換タイプ別に比較して示す(図表32-30)。転換タイプが「転換志向」に分類された者は、現在の担当業務が「その他」(非先端領域)が31.7%を占める。相当な数の先端IT従事者の予備群が存在していると言える。

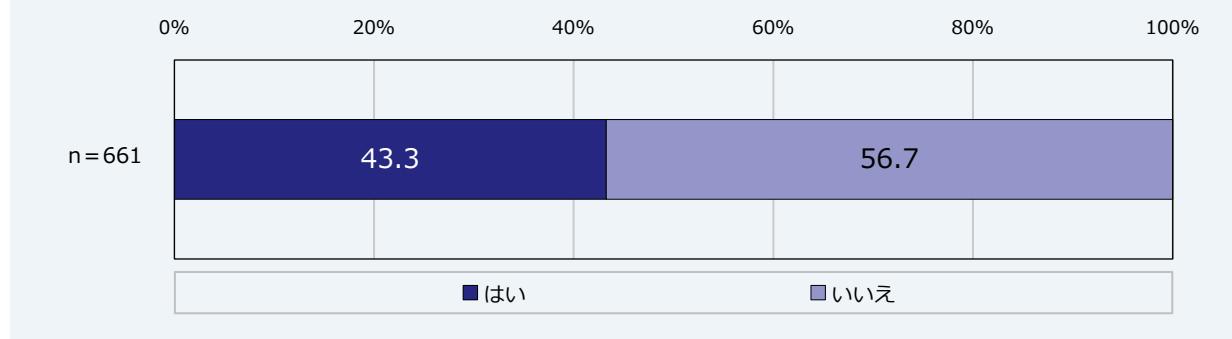
図表32-30 国内・現業務での主な役割(転換タイプ別)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

先端IT従事者に、先端技術・領域以外から先端領域への転換経験の有無を尋ねた結果を示す(図表32-31)。43.3%が業務転換を経験していることがわかる。

図表32-31 国内・先端IT従事者の業務転換経験の有無

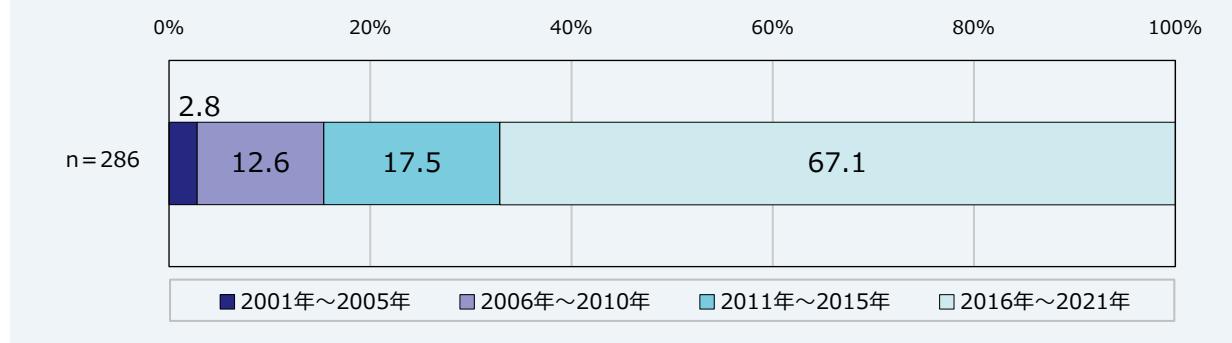


出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

業務転換を経験していると回答した者に対して、転換を経験した時期について尋ねた結果を示す(図表32-32)。67.1%が2016～2021年に業務転換を経験したことがわかる。

2016年以降、先端領域への人材転換が進んでいることがうかがえる。

図表32-32 国内・先端IT従事者の転換時期

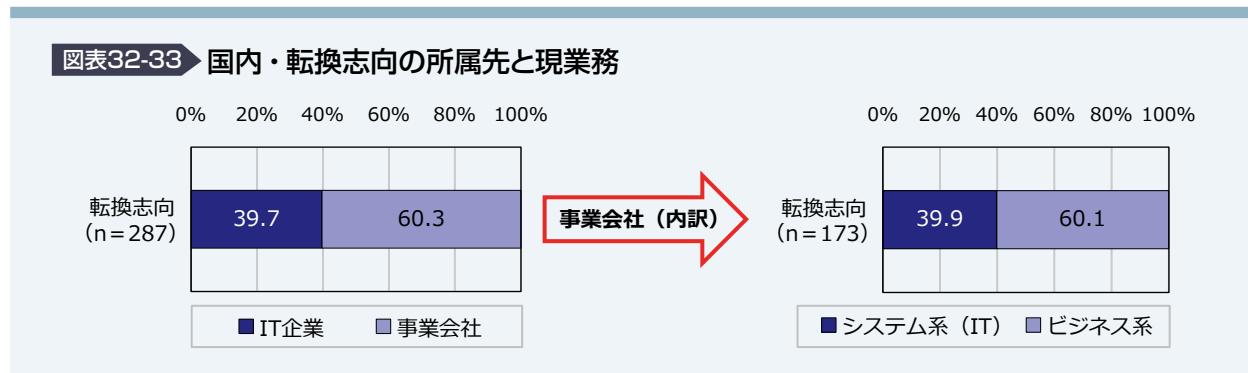


出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

転換志向に対して、所属企業がIT企業と事業会社のどちらに該当するかを尋ねた結果を示す(図表32-33 (左))。事業会社が60.3%であり、IT企業よりも多い結果である。

また、現業務について、システム系(情報システム部門の業務のように、ITを専門とする業務)と、ビジネス系(ITに関してはユーザーであり、ITを活用して事業創造や製品サービスの付加価値向上、業務のQCD向上等を行う業務)のどちらに該当するかを尋ねた結果を示す(図表32-33 (右))。システム系が39.9%、ビジネス系が60.1%になり、今回の結果では前段の結果が得られたが、IT企業や、事業会社のシステム部門以外にも転換志向者がかなり存在することが確認できた。これらの者を対象としたリスクリソース策も重要であると言える。

図表32-33 国内・転換志向の所属先と現業務



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

転換志向が先端業務への転換を行う際の課題について考察する。

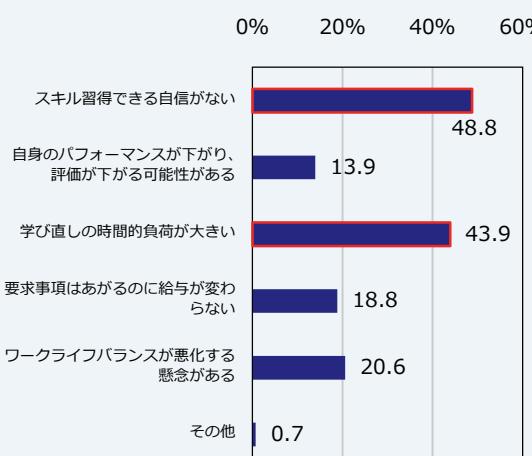
転換志向に「先端業務に転換する際に、あなたにとって特に障害と思われるもの」について尋ねた結果を示す(図表32-34(左))。「スキル習得できる自信がない」(48.8%)と「学び直しの時間的負荷が大きい」(43.9%)が突出して高い。

転換志向に「先端業務に転換する際に、あなたにとって特に助けになると感じるもの」について尋ねた結果を示す(図表32-34(右))。「給与の見直しや業績インセンティブ等の報酬上のメリット」(44.3%)と「学び直しの支援(教育研修、OJT、スクール等)」(40.8%)、「今よりも柔軟な勤務体系」(31.4%)が上位であった。

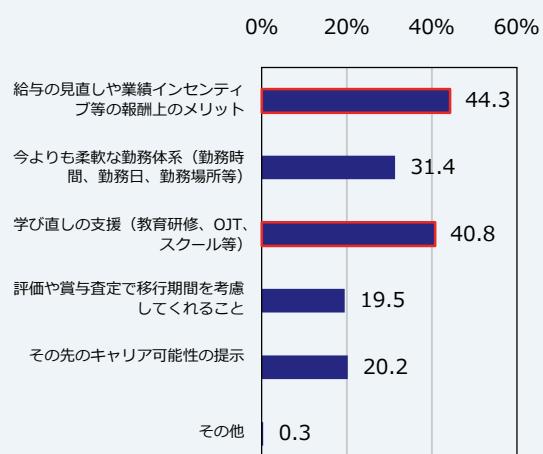
スキル習得への不安が大きいことについては、業務転換や転職経験の少なさが起因していることが推測されるが、学び直し(リスキル)への支援が有効との回答が多いことから、企業は業務転換を望む者が小さな成功体験を得られる場を提供することが、先端業務転換の際の障害を減少させるために有益と考えられる。また、時間的負荷に対しては、勤務制度等の人事制度の見直しおよび、負荷を軽減するための支援策を整備することが必要となる。

図表32-34 国内・転換志向の先端業務転換の際の障害および支援要因(複数回答)

【先端業務へ転換する際の障害(n=287)】



【先端業務へ転換する際の助けになるもの(n=287)】



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

② スキル習得

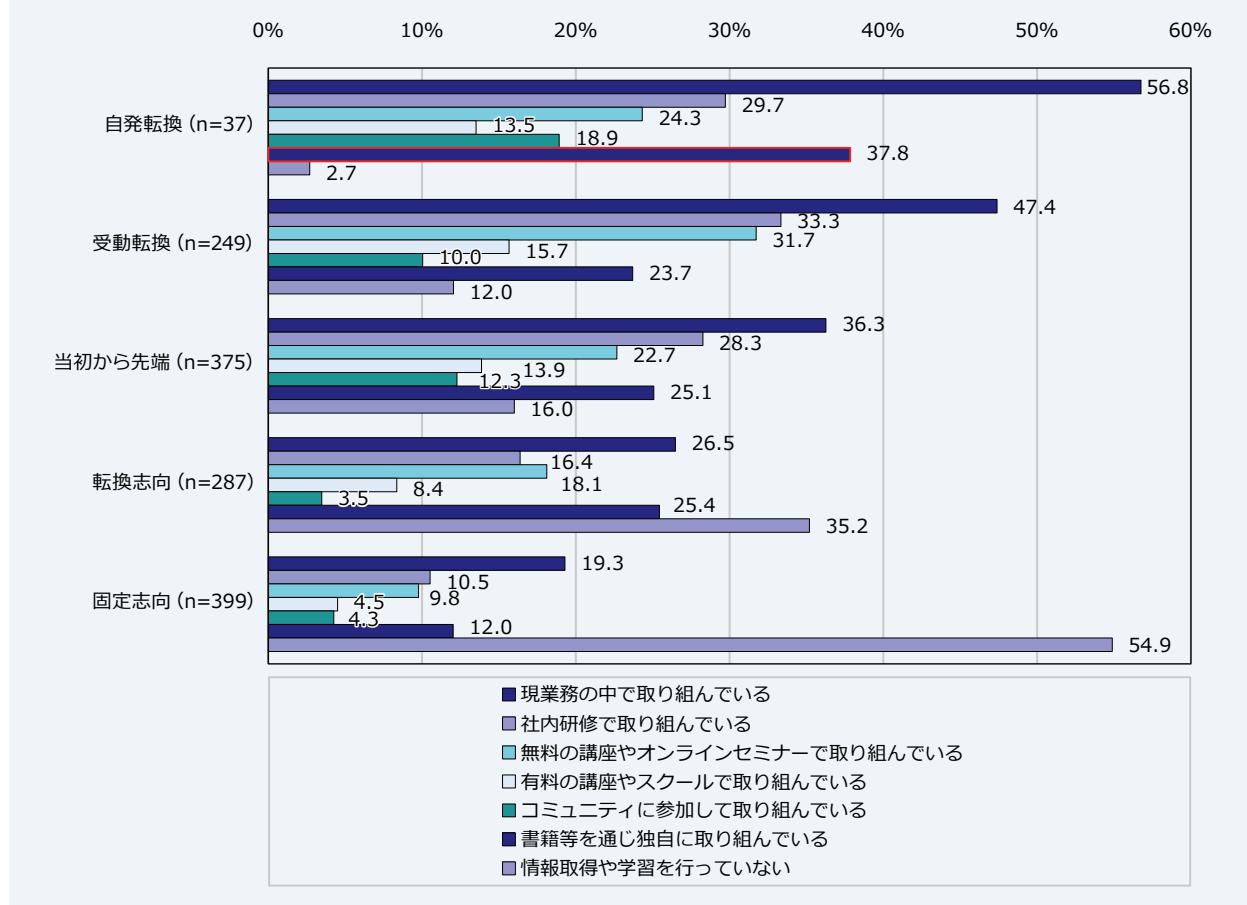
業務転換には、現在の業務とは異なるスキルの習得が必要となる。個人調査において「今後身につけるべきスキルに関し、情報取得や学習に取り組んでいるか」と尋ねた結果を、転換タイプ別に比較して示す(図表32-35)。

「現業務の中で取り組んでいる」「社内研修で取り組んでいる」と回答した者の割合は、自発転換、受動転換、当初から先端が高く、業務上必要なスキルとして情報取得や学習の環境が整っていることがうかがえる。

一方、独自の取組について見てみると、「書籍等を通じ独自に取り組んでいる」と回答した割合は、自発転換が37.8%ともっと多く、次いで転換志向が25.4%となっている。現在先端IT従事者でない場合、業務上新たな情報取得や学習に取組む環境を得ることは難しいものの、転換志向は独自の取組を行っていることがうかがえる。

なお、固定志向は、現時点では「情報取得や学習を行っていない」が54.9%で、全タイプの中でもっとも高くなっている。

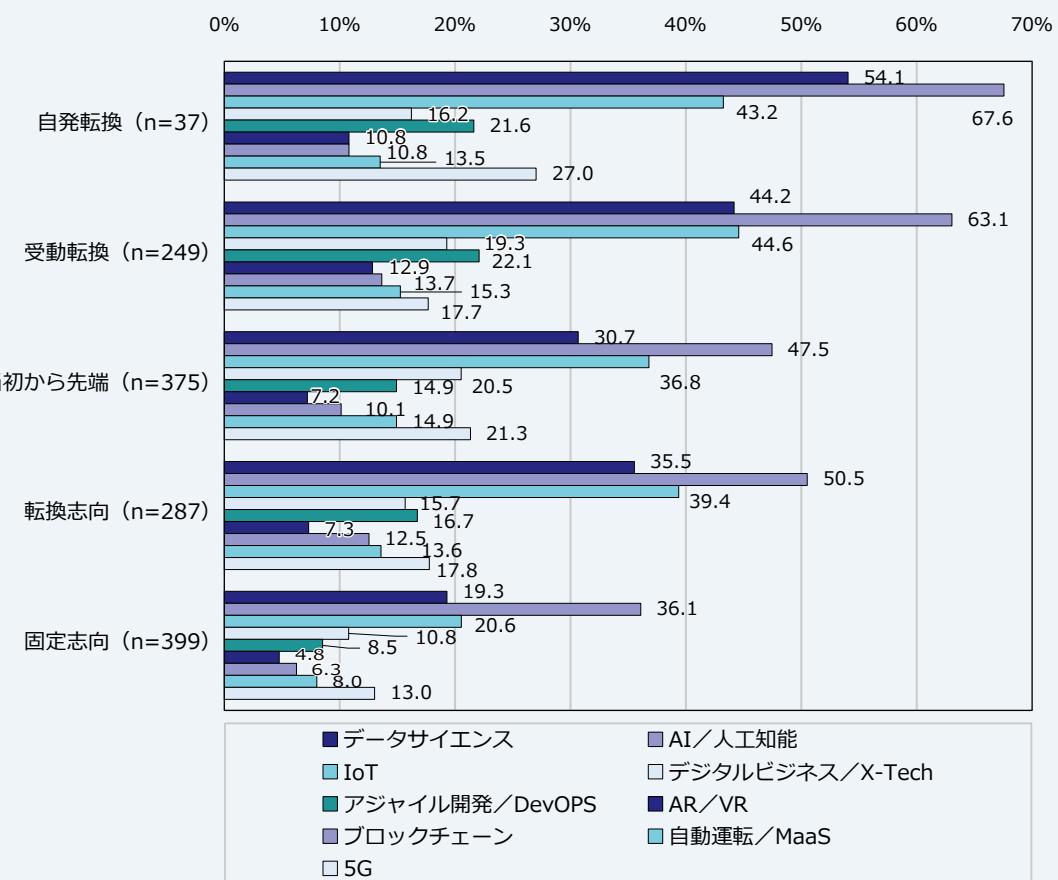
図表32-35 国内・スキル習得への取組(転換タイプ別、複数回答)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

「今後身につけるべき技術や領域のスキルとして重要度が高いと思うもの」について尋ねた結果を、転換タイプ別に比較したものを示す(図表32-36)。いずれのタイプでも、「AI／人工知能」がもっとも高くなっている。タイプ別の傾向としては、固定志向ではすべての項目の割合が低い。

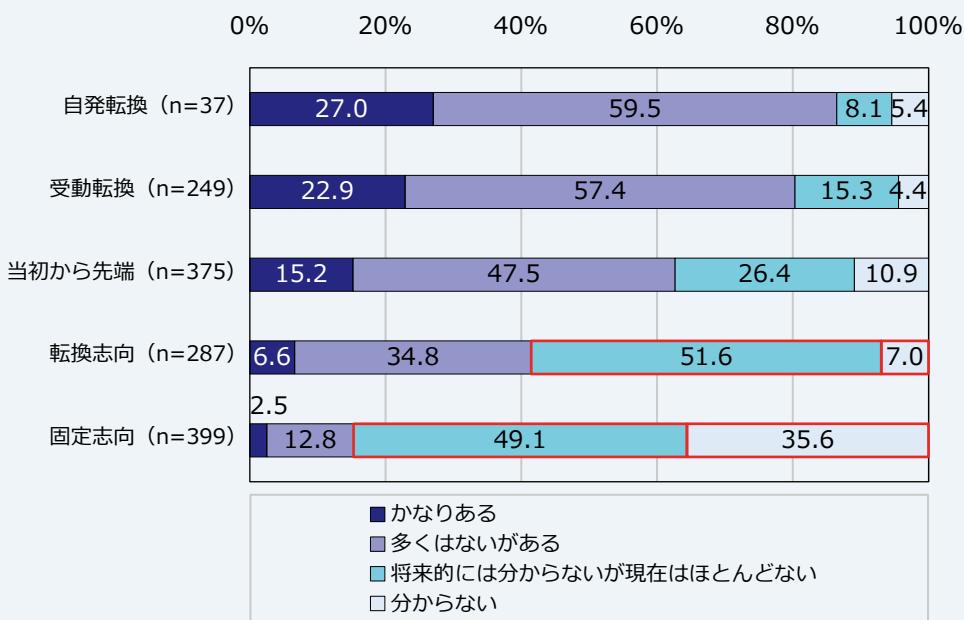
図表32-36 国内・重要度の高い技術・領域のスキル(転換タイプ別、複数回答)



※「他の先端的な技術や領域」「その他」を除く
出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

個人調査において「先端領域のスキルを学んだ場合、現在所属する組織の中でそれを活かす機会があるかどうか」について尋ねた結果を、転換タイプ別に比較したものを示す(図表32-37)。転換志向と固定志向は「将来的には分からぬが現在はほとんどない」と答えた割合が高い。なお、固定志向では「分からぬ」も多く、そもそも興味がない様子もうかがえる。

**図表32-37 国内・現在の所属組織における先端領域のスキルを活かす機会の有無
(転換タイプ別)**



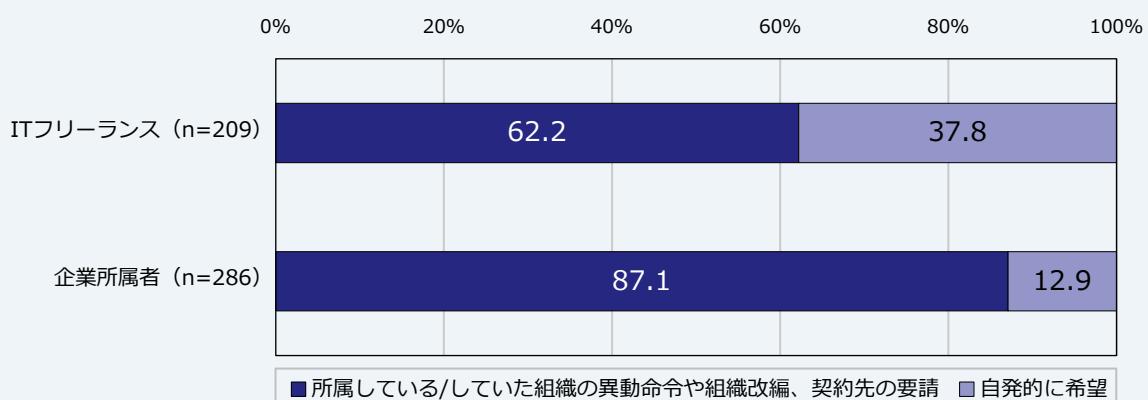
出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

国内個人調査の転換タイプ別を「スキル取得への取組」(図表32-35)、「先端領域のスキルを活かす機会の有無」(図表32-37)で示した。個人調査(2020年度調査)の米国、独国の中で転換志向の回答数は少ないが、スキル取得への取組については、「現業務の中で取り組んでいる」「社内研修で取り組んでいる」が5割を超えており、先端領域のスキルを活かす機会は、米国、独国の中でも転換志向を含む非先端で、日本の非先端より多くスキルを活かす機会があることがわかった。

③ ITフリーランスと企業所属者の比較

ここでは、個人調査の結果を基に、ITフリーランスと企業所属者の回答を比較することで分析する。「初めて先端技術や領域の業務に変わった時のきっかけは何だったか」と尋ねた結果を、ITフリーランスと企業所属者で比較したものを見ると(図表32-38)、フリーランスであっても、「所属している／していた組織の異動命令や組織改編、契約先の要請」と回答した割合が62.2%である。先端技術や先端領域分野の業務が増加する中で、企業がこれまで別分野の業務に携わっていた人材を業務転換させることで、人材確保を行っていることがうかがえる結果となった。

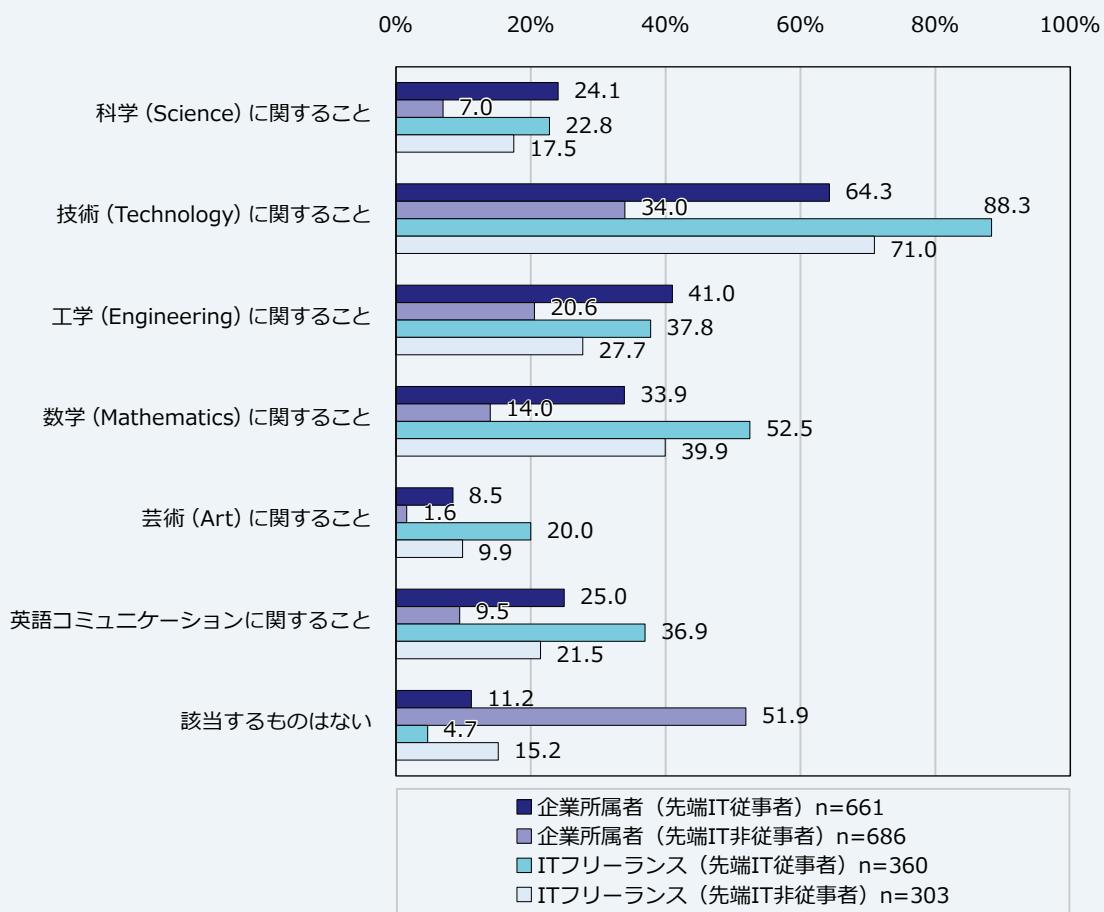
図表32-38 国内・初めて先端技術や領域の業務に変わったときのきっかけ
(ITフリーランスと企業所属者の比較)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

「現在の仕事に役立っているあなたの知的素養」について尋ねた結果を、ITフリーランスと企業所属者で比較したものを見ると(図表32-39)。ITフリーランス(先端IT従事者)では「技術」が88.3%に達し、企業所属者(先端IT従事者)の64.3%と比較して高い割合となっている。次に割合が高かった項目は「数学」の52.5%であり、企業所属者(先端IT従事者)の33.9%と比較して高い割合となっている。

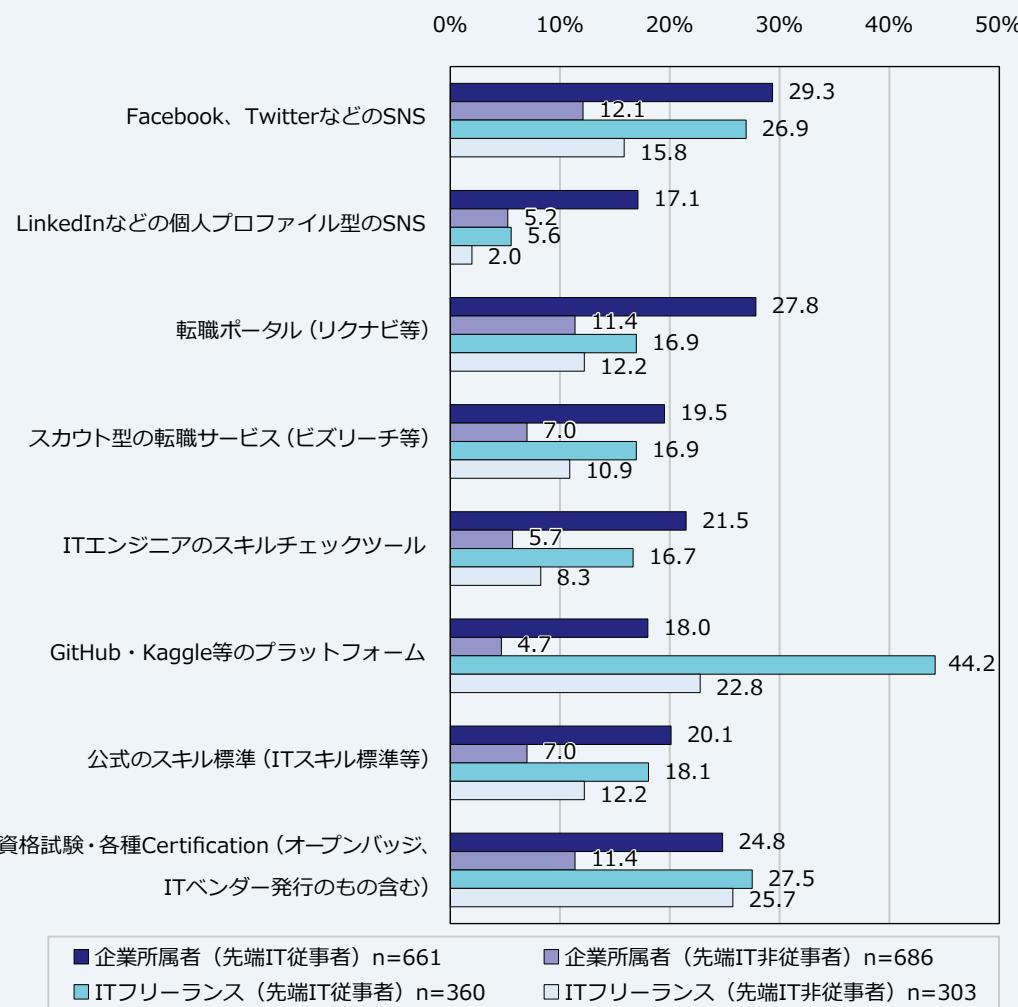
図表32-39 国内・現在の仕事に役立っていると考える知的素養
(ITフリーランスと企業所属者の比較、複数回答)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

「自身のスキルレベルや市場価値を測る、あるいは示すために役立っていると考えるツール」について尋ねた結果を、ITフリーランスと企業所属者で比較したものを示す(図表32-40)。ITフリーランス(先端IT従事者)は「GitHub・Kaggle等のプラットフォーム」の割合が44.2%ともっとも高く、企業所属者(先端IT従事者)の18%と比較すると2倍以上となっている。

図表32-40 国内・自身のスキルレベルや市場価値を測る・示すために役立っていると考えるツール
(ITフリーランスと企業所属者の比較、複数回答)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

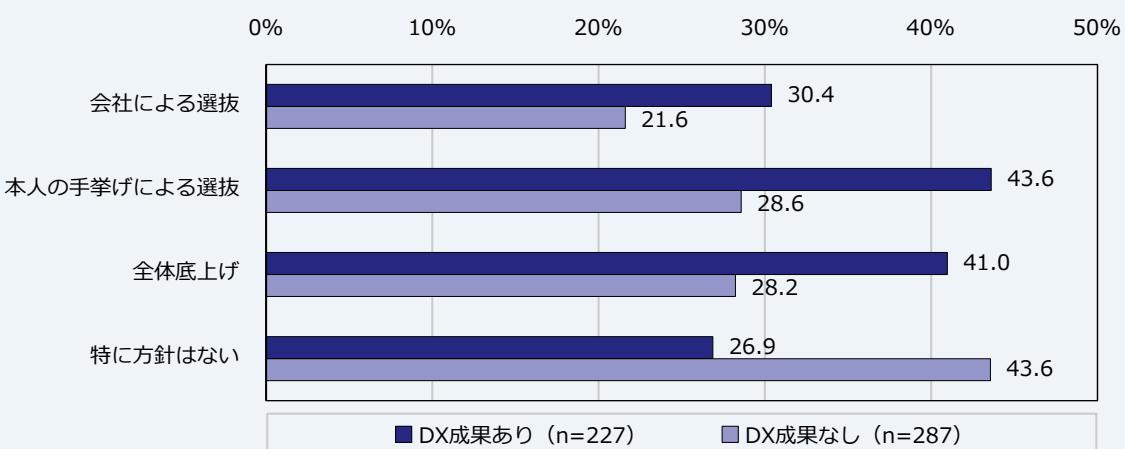
(2) 企業のIT人材育成、評価・処遇を含めたIT人材活用施策

① 事業会社のIT人材育成の動向

次に、2020年度調査の結果から、企業側のIT人材育成の動向について探っていく。DX成果を比較することで、DXを進めるうえで有効なIT人材育成方法や課題などを明らかにする。

事業会社に対して「IT人材の学びについて会社の方針に近いものはどれか」と尋ねた結果を、DX成果別に示す(図表32-41)。DXの成果がある企業では「本人の手挙げによる選抜」が43.6%ともっとも高く、次が「全体底上げ」の41%という結果であった。DXの成果がない企業では、「特に方針はない」が43.6%でもっとも高かった。

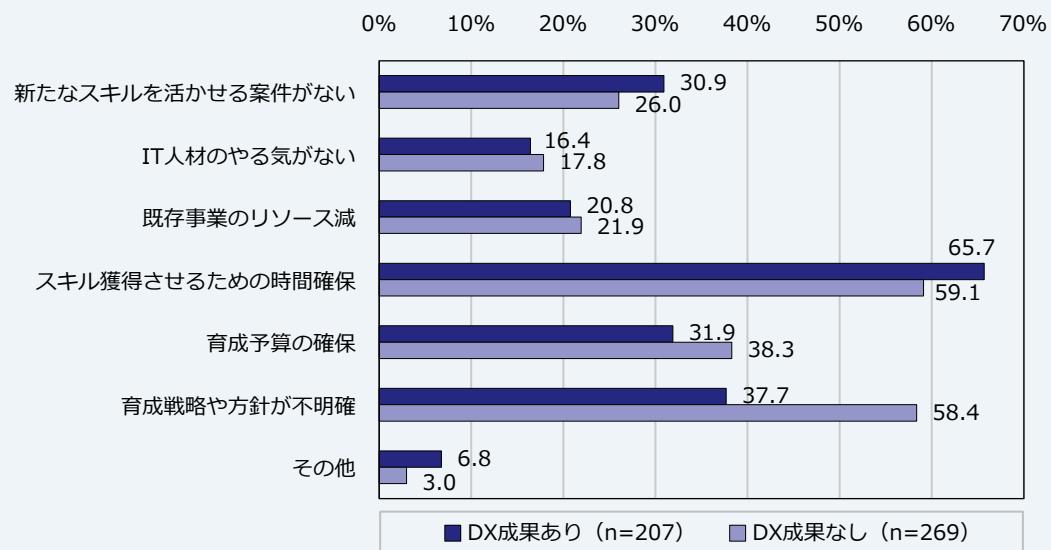
図表32-41 国内・事業会社のIT人材の学びに関する会社の方針(DX成果別、複数回答)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

事業会社に「IT人材に新たなスキルを習得させるにあたっての阻害要因」について尋ねた結果をDX成果別に示す(図表32-42)。DX成果あり、DX成果なしのいずれの企業でも、もっとも高い割合は「スキル獲得させるための時間確保」であった。次に割合が高いのはいずれも「育成戦略や方針が不明確」であったが、DX成果なしの企業では58.4%に上り、DX成果ありの企業の37.7%と比較しても高いことが特徴的である。

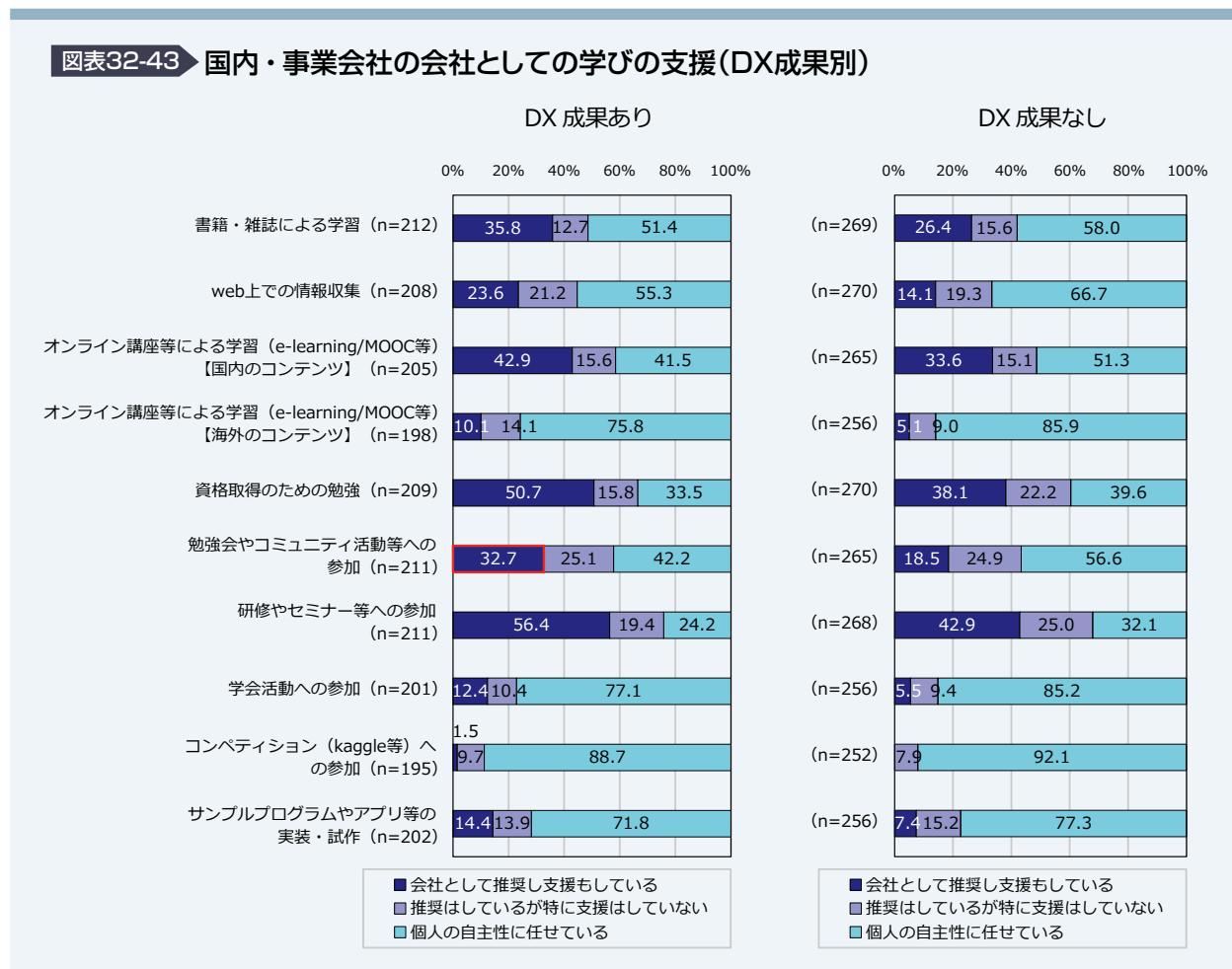
図表32-42 国内・事業会社のIT人材の学びのスキル習得にあたっての阻害要因
(DX成果別、複数回答)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

2020年度調査において事業会社に「会社としての学びの支援」について尋ねた結果を、DX成果別に示す(図表32-43)。DX成果ありの企業は、DX成果なしの企業に比べ、すべての項目で「会社として推奨し支援もしている」の割合が高い。「勉強会やコミュニティ活動等への参加」など個人任せとなりがちなものに対しても、会社として推奨・支援を行っている割合が高くなっている。

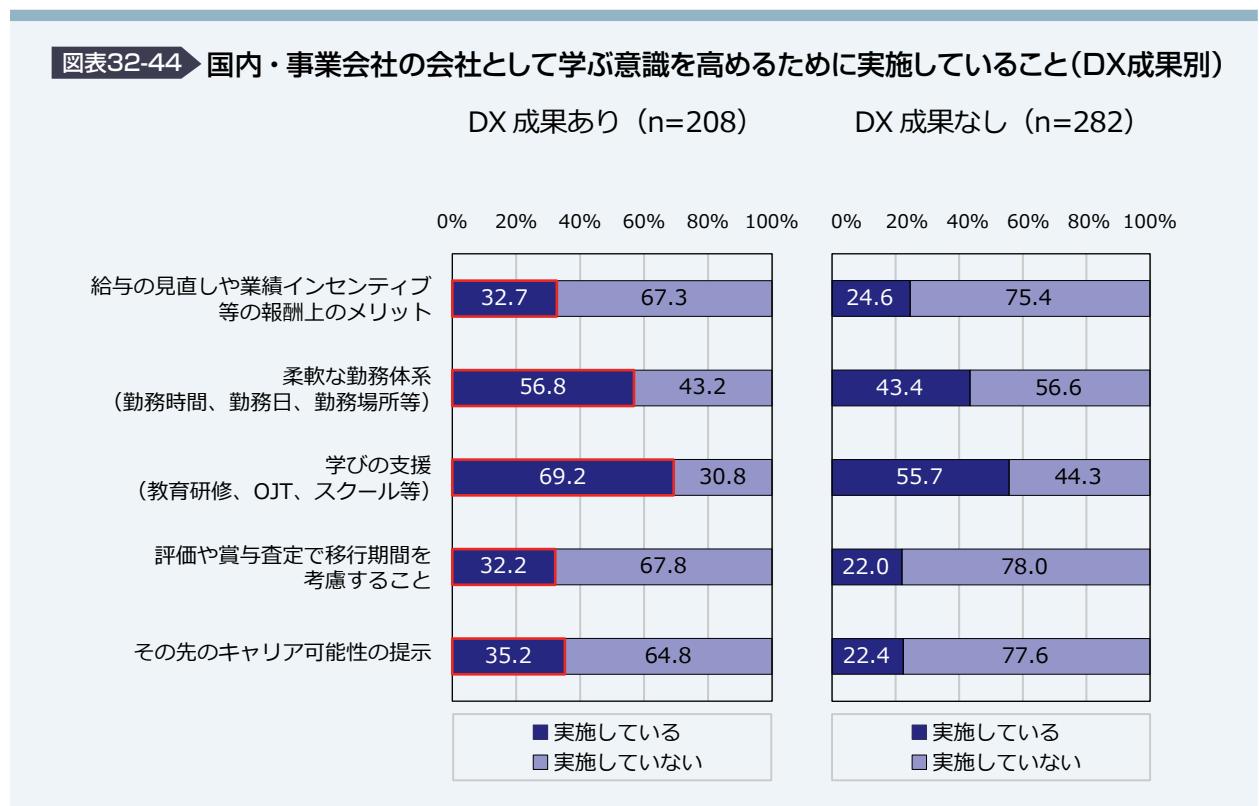
図表32-43 国内・事業会社の会社としての学びの支援(DX成果別)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

2020年度調査において事業会社に「会社として学ぶ意欲を高めるために実施していること」について尋ねた結果を、DX成果別で示す(図表32-44)。こちらも、DX成果ありの企業の方が、DX成果なしの企業に比べ、すべての項目で「実施している」の割合が高い。「IT人材に新たなスキルを習得させるにあたっての阻害要因」(図表32-42)について尋ねた結果からは「スキル獲得させるための時間確保」が課題であることがわかったが、「柔軟な勤務体系」は学ぶ時間を生み出し、課題解決につながると言える。また、評価・インセンティブ等の処遇面についても相対的に充実していると言える。

図表32-44 国内・事業会社の会社として学ぶ意識を高めるために実施していること(DX成果別)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

② IT人材評価の社内基準の有無

本節で個人調査の結果を見てきたが、転換志向タイプでは、先端IT業務への転換時に給与体系や勤務体系、学び直しへの支援等が助けになるという結果が出るなど、企業側の対応が影響を与えることが明らかになった。企業がDXを推進するためには、これらのIT人材活用施策を適切に行うことが求められると考えられる。

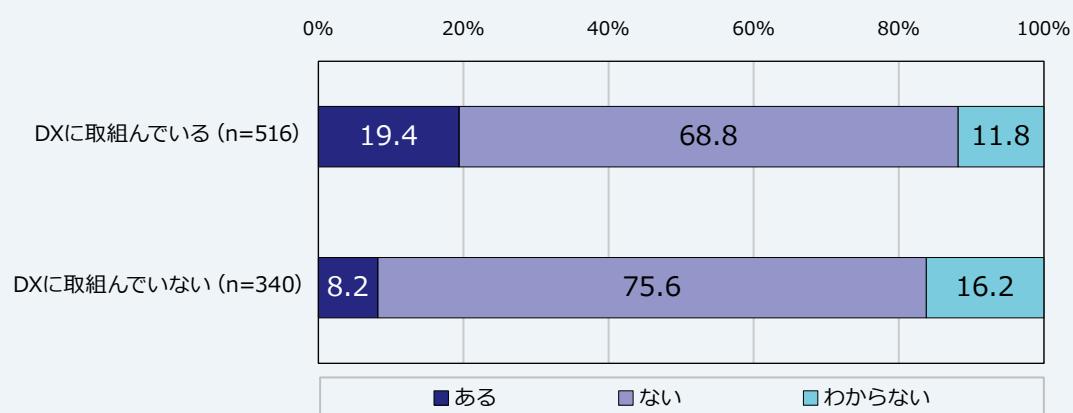
ここでは、2020年度調査の結果を基に、DXへの取組状況によって分類し、回答を比較することで、現状把握と課題の抽出を行っていく。

まず、事業会社のIT人材活用施策について述べる。

事業会社に「社内にIT人材を評価・把握するための基準の有無」について尋ねた結果をDX取組別に示す(図表32-45)。

「ある」と答えた割合は、DXに取組んでいる企業で19.4%であった。DXに対応して事業会社で社内にIT人材を獲得する企業は増えているものの、社内IT人材の評価基準を社内に持つ企業は多くなく、対応が追いついていないとみられる。DXに取組んでいない企業では、「ない」「わからない」のいずれの回答も、DXに取組んでいる企業と比較して割合が高く、社内に明確な評価基準を持つ企業は少ないと考えられる。

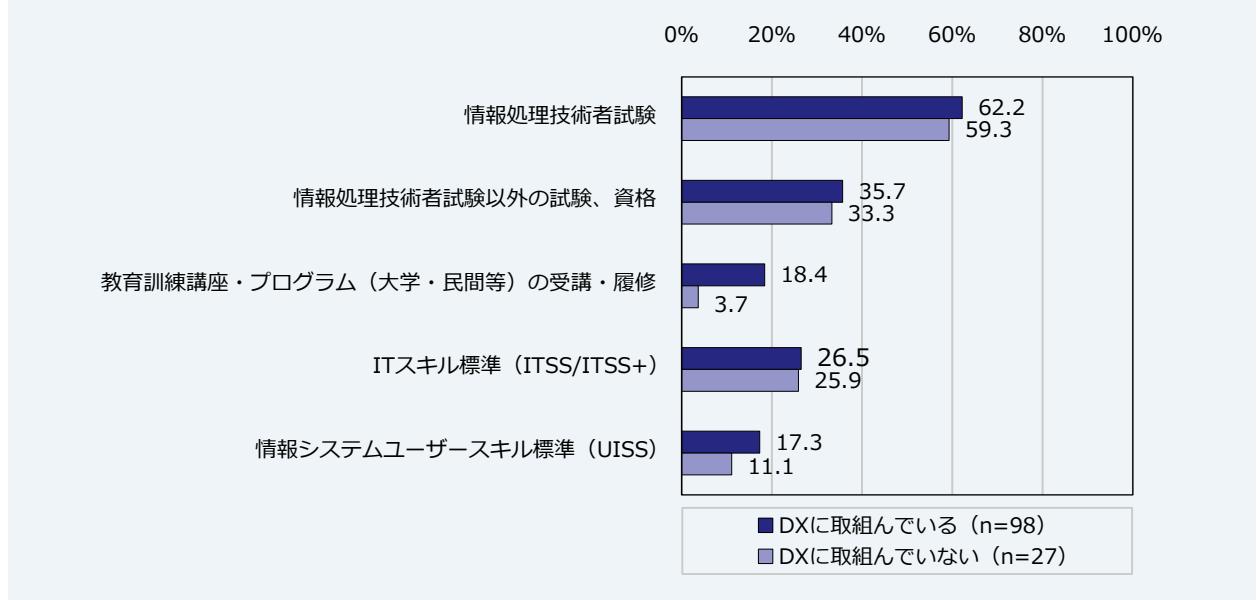
図表32-45 国内・事業企業のIT人材評価の社内基準の有無(DX取組別)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データを基に作成

図表32-45で「基準がある」と回答した企業に対して、「社内の基準において参考として利用しているもの」について尋ねた結果をDX取組別で示す(図表32-46)。回答数が少ないがいずれも「情報処理技術者試験」の割合がもっとも高くなっている。「教育訓練講座・プログラム(大学・民間等)の受講・履修」と答えた割合は、DXに取組んでいる企業と取組んでいない企業とで大きな差が出ている。

図表32-46 国内・事業会社のIT人材評価の社内基準の参考(DX取組別)

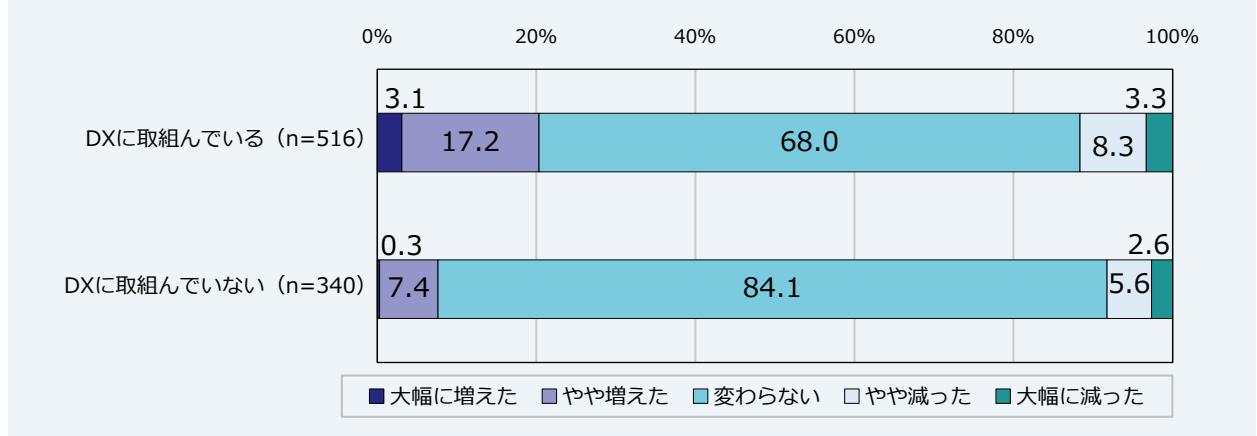


※三つまで選択可能。10%以下の項目は除く

出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データを基に作成

「IT人材の教育費の前年度に比べた増減」について事業会社に尋ねた結果をDX取組別(図表32-47)に見ると、DXに取組んでいる企業では、取組んでいない企業に比べて「大幅に増えた」「やや増えた」と答えた割合が高い。

図表32-47 国内・事業会社のIT人材の教育費の増減(DX取組別)



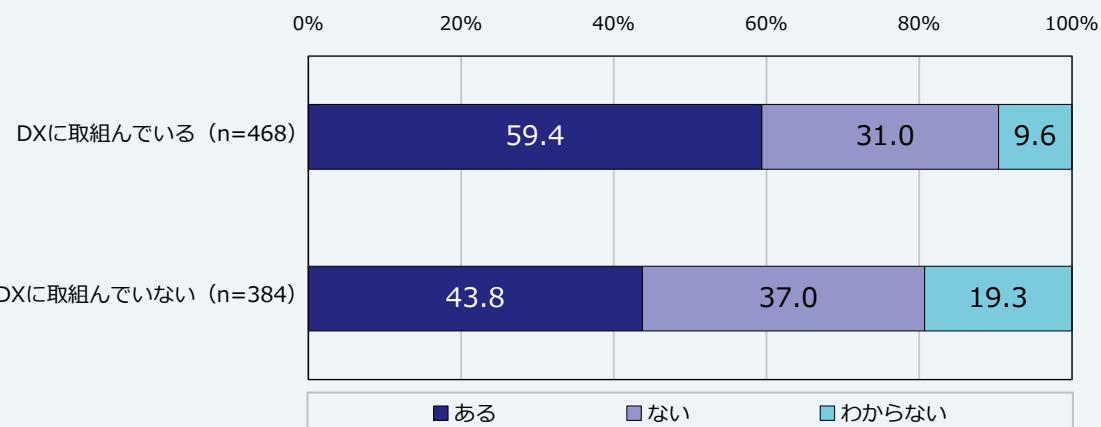
出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データを基に作成

次に、IT企業のIT人材活用施策について述べる。

IT企業に「社内にIT人材を評価・把握するための基準の有無」について尋ねた結果をDX取組別に示す(図表32-48)。

DXに取組んでいる企業では、「ある」と答えた割合が59.4%であった。事業会社と比較して、IT企業の方がIT人材の評価基準を社内に持つ割合は高い。事業の性質上、IT企業ではIT人材が主軸であるため、社内評価基準が整備されていると考えられる。

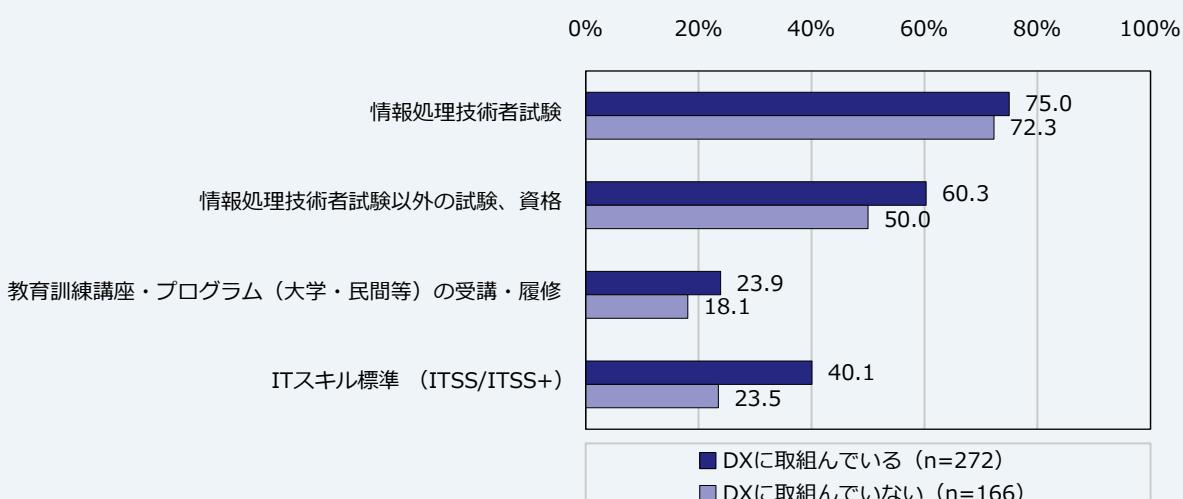
図表32-48 国内・IT企業のIT人材評価の社内基準の有無(DX取組別)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データを基に作成

図表32-48で「基準がある」と回答した企業に対して、「社内の基準において参考として利用しているもの」について尋ねた結果をDX取組別に示す(図表32-49)。いずれも「情報処理技術者試験」の割合がもっとも高く、次いで「情報処理技術者試験以外の試験、資格」が50%を超えており、「ITスキル標準」と答えた割合は、DXに取組んでいる企業と取組んでいない企業とで大きな差が出ている。

図表32-49 国内・IT企業のIT人材評価の社内基準の参考(DX取組別、複数回答)

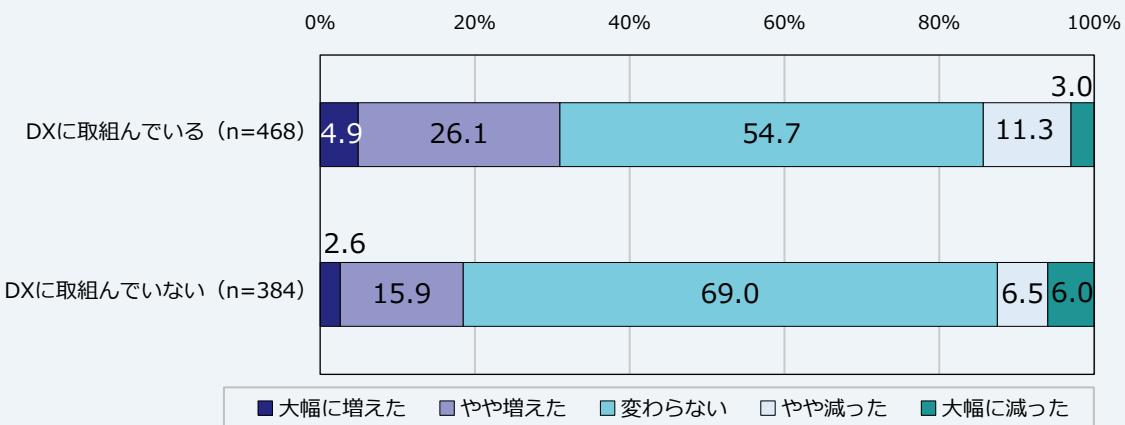


※10%以下の項目は除く

出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データを基に作成

2020年度調査において「IT人材の教育費の前年度に比べた増減」についてIT企業に尋ねた結果をDX取組別に示す(図表32-50)。DXに取組んでいる企業では、取組んでいない企業に比べて「大幅に増えた」「やや増えた」と答えた割合が高い。

図表32-50 国内・IT企業の教育費の増減(DX取組別)



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日公開集計データを基に作成

以上より、DXに取組んでいる企業では、取組んでいない企業と比べ、IT人材の教育に積極的に取組んでいると見ることができる。

5 組織と企業文化・風土

企業でDXなどの新たな取組を行っていくためには、制度作りだけでなく、個々の人材が受動的ではなく主導的に動けるような企业文化・風土が必要である。2019年度調査の結果からも、DXに取組んでいる企業は、企业文化・風土が良好であり、DXの取組を加速させる要素の一つと考えられると結論付けている。

これを踏まえて、企业文化・風土は重要な要素であるとの認識のもとに、2020年度調査では企業と個人の認識の違いについて考察する。なお、ここでは事業会社とIT企業を合算した値を「企業全体」として掲載している。

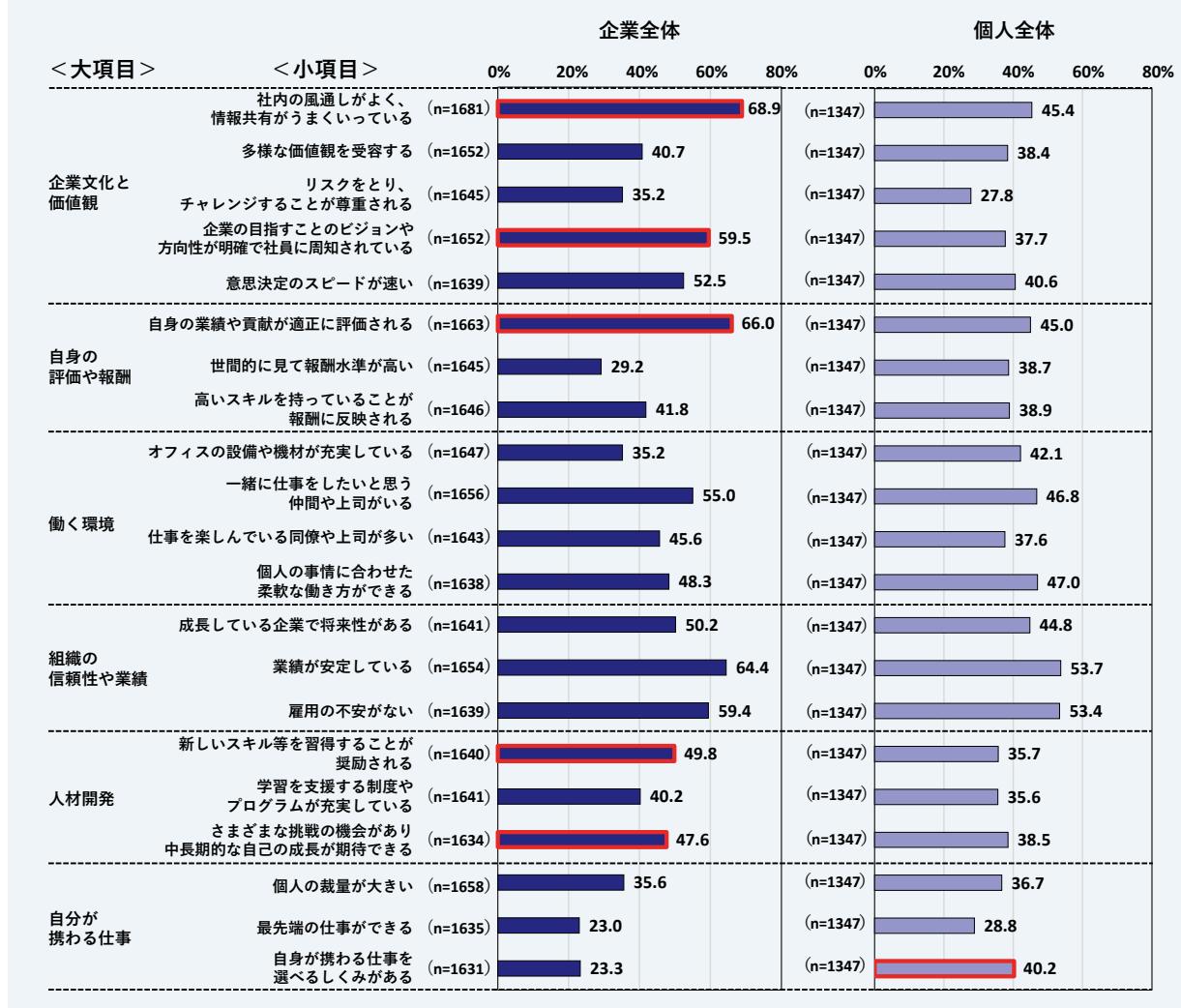
企業に対して「企业文化・風土、組織の雰囲気や傾向として社員から強く求められているもの」と、個人に対して「働きたいと思う組織に求めることで特に優先度が高いもの」について尋ねた結果を比較した結果を示す(図表32-51)。図の中の小項目に掲載したものが項目であり、性質の同じものを大項目にまとめている。

企業と個人の回答を比較すると、全体の傾向としては大きな乖離はないことがわかった。しかし、いくつかの項目においては差異が見られる。

企業の認識よりも、個人が重要と考える割合が高いものとして「自分が携わる仕事を選べる仕組みがある」がある。個人がより主体的に業務を選択していくける制度等の整備が望まれていることがわかる。ほかに「社内の風通しがよく、情報共有がうまくいっている」「企業の目指すことのビジョンや方向性が明確で社員に周知されている」があるが、これらは企業経営に与える影響という側面が強いため、個人にとっては重要度が低いと考えられる。

企業よりも個人が重要と考える割合が低いものとしては、「人材開発」がある。企業は学習や成長機会の環境整備が望まれていると捉えている一方で、個人はあまり重要と考えていないという認識のずれが生じていることがわかる。個人に学習意欲を持たせるためには、学びに対する個人の動機づけが必要と推察できる。

図表32-51 国内・重要と考える企業文化・風土(企業と個人別)



※企業全体は「強く求めている」項目の数値のみ表示

出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

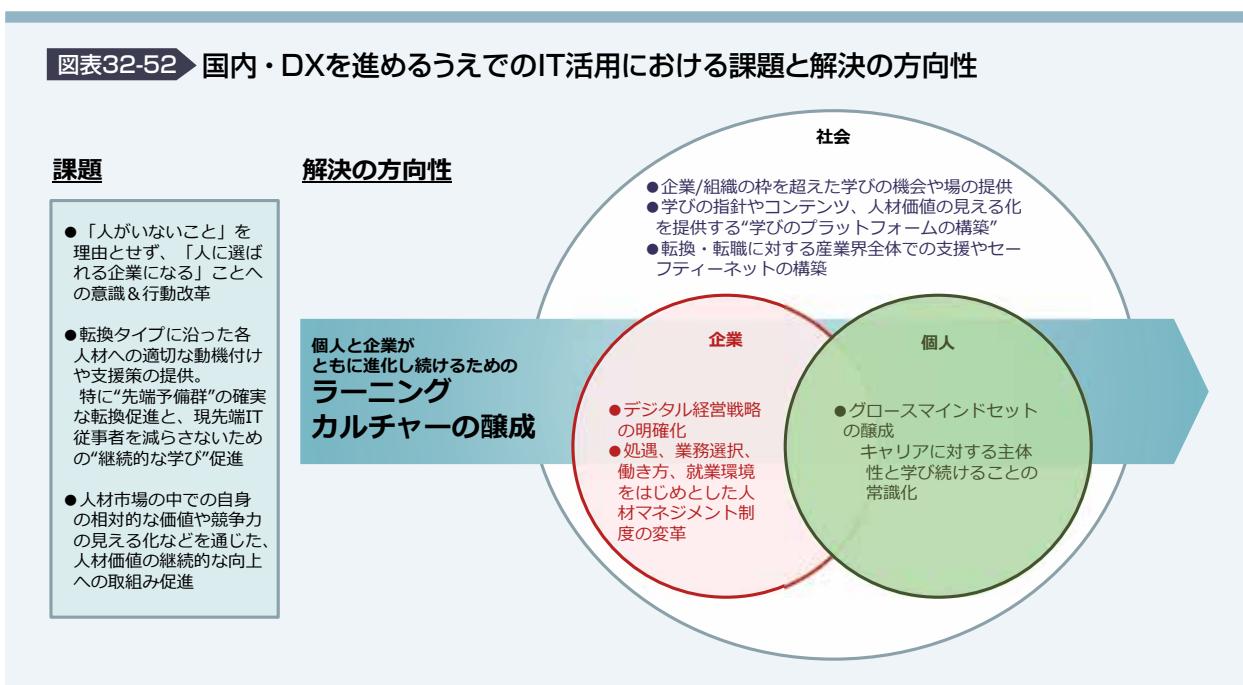
6 まとめ

2020年度調査結果では、国内企業では、DXに取組む企業が増加するなど、我が国のデジタル化に向けた明るい材料もあるものの、依然としてDXに無関心な企業や、成果が出ていない企業も多く、実態としてはDXの入り口で立ち往生している企業が大半である。

また、不足が叫ばれている先端IT従事者への転換可能性を持った人材が一定数存在しているながら、実際の転換行動を喚起するような動機づけや適切な支援が不十分であることも確認できた。

一方、個人側についても人材市場の中で自身の相対的な価値が把握できていないことに加え、競争力についての自信も持てていないことがわかった。

本調査結果を踏まえ、主要課題と解決の方向性を図表32-52のように整理した。



出典：IPA「デジタル時代のスキル変革等に関する調査」2021年4月22日

コラム

DX時代のリベラルアーツを体現したパターンランゲージ 『トラパタ』のススメ

株式会社豆蔵 取締役 グループCTO 羽生田 栄一

1. デジタル社会に生きていくということ

いま時代は大きく変わろうとしている。デジタルは技術よりも我々のビジネスや社会生活のインフラさらには第2の自然として受け止めたうえで、どのような作法で新たなビジネスや生活を実践すべきなのかという段取りで思考を進めていかなければならない時代に突入している。ここで重要なことは、デジタルは自然であり持続的に維持すべきリソースであり、その上でビジネスにせよ社会生活にせよ、いかに充実した営みを展開できるかが問われているということである。Society5.0というお題目はそのように理解される必要がある。そしてその中核に数理科学を含むコンピュテーション思考(文科省の用語ではプログラミング的思考)が存在する。産業革命時代にニュートン力学や熱力学は社会の背後に隠れていたが、DX時代にはサイエンスが各自の手元で見える化されるのだ。

2. 社会のパラダイムシフトとしてのアジャイルな振る舞い

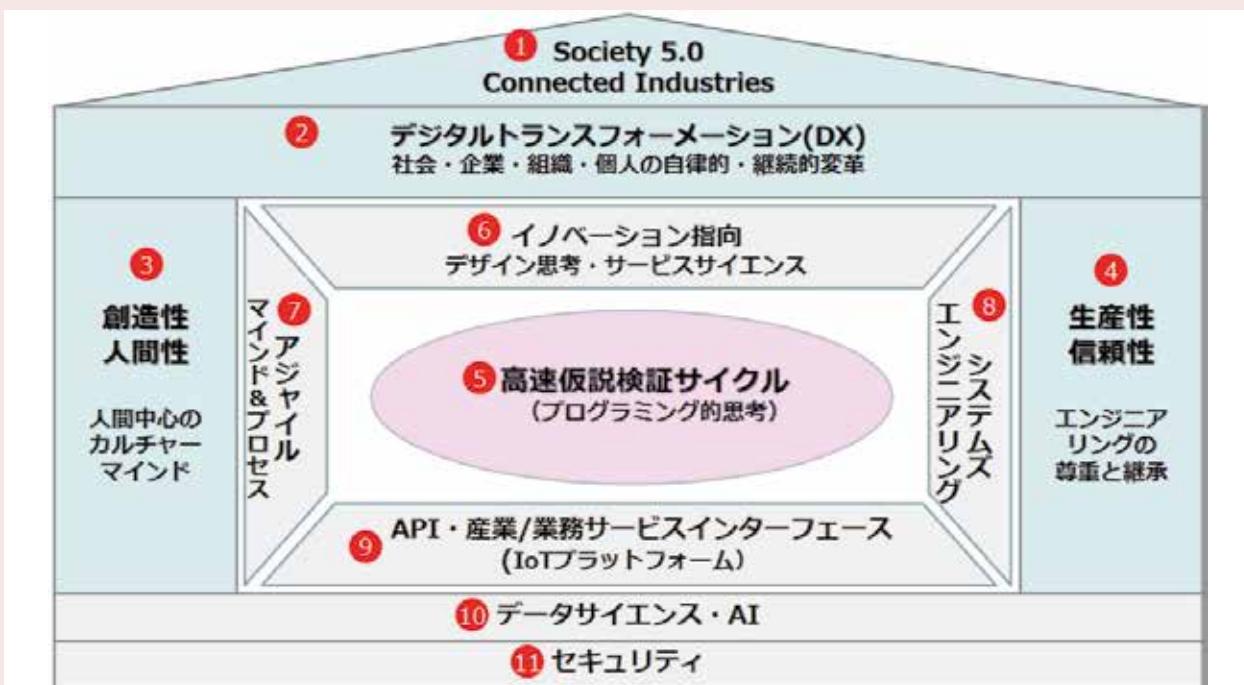
デジタルとはITエンジニアだけの問題ではない。ビジネス組織や社会のあらゆるコミュニティの中で活動していく際の基本的な振舞い方がデジタルを前提に変わっていくということだ。逆に言えば、不確実な社会やマーケットに対して手探りで前に進んでいく際の安全な作法を身に着ける必要がある。それがアジャイル

ルマインドであり、1)未来をつくる：不確実なら自分たちの手と感性で未来価値を決めて進んでいく、2)プロダクト進化：課題の現場やマーケットの声を直接聞きながら仮説検証を繰り返しプロダクトやサービスを創り進化させていく、という基本的な原則にもとづいている。その原則の下で、顧客志向・顧客との共創、現地・現物・当事者体験重視・価値駆動・仮説検証、自分事化と人間中心、ようこそ失敗・仮説検証と振り返りの反復、学習し続け進化し続ける組織、といったプラクティスがチームで実行されるのがアジャイルな活動の実践である。単なるソフトウェア開発の方法論だという誤った認識は捨てて、今後、あらゆる組織で取り組んでいくべきテーマである。

3. 暗黙知をパターンランゲージで見える化し社会で共有する

しかしながら今までの上意下達、計画きっちり、失敗厳禁、スピードより正確さ、顧客より規則、チームメンバーの幸福無視といった意識を、上記の未来ビジョン志向・顧客価値志向の失敗許容学習進化型チーム実践に切り替えていくのは大きなパラダイムシフトであり、並大抵の努力では進められない。そこでヒントになるのがパターンランゲージというAlexander が始めた建築・まちづくりの世界での取組である。今まで暗黙知として埋もれていた、ある分野の肝になるポイントをパターンとして「問題－状況－解決策－結果」としてテンプレート

Society5.0とそれを支える概念アーキテクチャ



出典：IPA「デジタルトランスフォーメーション(DX)に向けたスキル変革の方向—全体イメージ」

アジャイルな振る舞いのマクロな構造



出典：IPA「なぜ、いまアジャイルが必要か？」

化し、関連するパターン群をネットワーク化して、より大きな課題を分析し解決するために各パターンを基本語彙として、関係者全員でワークショップを開く。そこで大きな課題理解にもとづくプロジェクトビジョンを「パターンランゲージ」として複数のパターンを単語として用いた文章として記述し、全員の目の前に見える化し、解決の方向性を共有する手段とするものだ。現在、大学での学習、プレゼン、インバウンド時代のおもてなし、保育リーダーのあり方、地震サバイバル、認知症の方々とのよりよい生活、進路を考える、充実した読書体験、といったさまざまな分野の課題を扱うパターンランゲージの制作が進み、公開されている。

4. 変身を促すパターンランゲージ『トラパタ』のすすめ

IPAでもIT人材、デジタル人材、別分野からのリスクリキングといったテーマで過去行ってきたヒアリング調査の内容を単なる報告書という形だけではなく、調査の過程で出会った何百ものリアルな成功体験・失敗体験・組織や個人でのヒントとなる気づきや工夫を、なんとか形にして共有したいという思いがあった。そこで、個人・組織の「トランسفォーメーションに対応するためのパターン・ランゲージ」制作に思い至り、1年弱の悪戦苦闘を経て2020年5月にIPAとして公開^{*1}にこぎつけた。

DXやスキル変革に関する何百という組織・個人の調査内容から参考になりそうなパターンの素として約200のエピソードを抽出し、それらを整理・洗練して24パターンを浮かび上がらせた。大きく3カテゴリ(A: ビジョン、B: ストラテジー、C: マインド・カルチャー)でトラパタの家を有機的に構成し、その組織のビッグピ

クチャーをAで指示示し、その組織のビジョンに向かってどんな戦略で推進していくのかをBで具体化し、そうした組織が自由闊達に動けるためのカルチャー醸成やメンバー個人のマインドのあり方についてCでヒントを提示している。各パターンの内容はぜひ『トラパタ』をダウンロードして味読してほしいが、各パターンのタイトルもその意味が体感しやすい言葉を吟味して命名している点にも注目されたい。「未来妄想力」「社会課題は未来の芽」「顧客も知らない顧客」「データに価値を語らせる」「未知を力に」「ようこそ失敗」「人の輪、知恵の輪、ビジネスの輪」といった言葉遊びを敢えて使って、言葉が身体に働きかける力にも気を配った。ぜひ音読してほしい。

トラパタはアジャイルに組織を運営できているパイオニアたちの知恵の結晶であり、パターンの記述をチーム内で読み合わせしたり、複数のパターンを組み合わせて見ることで、新たな課題解決のヒントにつながることが多い。組織内でトラパタを共通言語として用いることで、メンバーを中心にプロジェクト実践を通してボトムアップにDX推進することも、経営層に対する啓蒙ワークショップという形でトップダウンに適用することも可能だ。DXがうまく進むと自分たちの組織がどんな状態になっているはずか仮想体験できる、自分たちの組織の本質的な課題が見えてきて、自分事としてマインドチェンジの気づきにつながる、といった点がトラパタワークショップを何度も施行してみて得た実感である。

5. 現代社会のリベラルアーツ

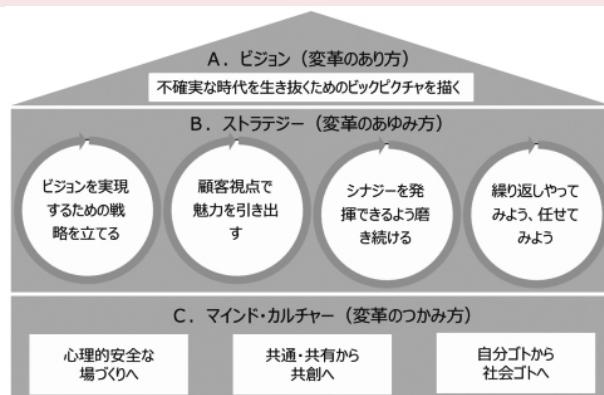
今までIT人材と想定していなかった人々が、ITとビジネスのブリッジを行う重要な人材と

* 1 IPA トラパタ公開サイト <<https://www.ipa.go.jp/files/000082043.pdf>>

見做され、組織や社会で重要な仕事を担うようになってくる。データサイエンスやAIやIoTという見かけに騙されず、「観察して」「問題をみつけ」「仮説を立て」「関係者と協力し」「失敗を恐れず」「すぐに実際に試して」「結果を検証し」「すぐに見直しを行う」ことを自分事として実行できる柔軟で健やかな好奇心のある普通人、これが現代の教養である。ITエンジニアだけでなく

社会のあらゆる分野の一般人が、この基礎の上に、デジタルやDXなど恐れず、知・情・意を備えて、個人と社会のいずれにとっても意味のある仕事と生活を実践できることこそ理想ではないだろうか。そのような社会と個人の「変身（トランسفォーメーション）」願望への期待を込めて『トラパタ』は制作されたのである。

トラパタ全体(24パターン)の概観



カテゴリ	グループ	パターン
A.ビジョン	不確実な時代を生き抜くために変革のビックビックチャを描く	A1 未来妄想力
		A2 社会課題は未来の芽
		A3 未来への羅針盤
B.ストラテジー	ビジョンを実現するための戦略をたてる	B1 価値創造のためのシナリオ
		B2 枠を外して考える
		B3 実現のためのあらゆる可能性

カテゴリ	グループ	パターン
B.ストラテジー	顧客視点で魅力を引き出す	B4 顧客も知らない顧客
		B5 共感は発信から
		B6 データに価値を語らせる
		B7 未知を力に
	シナジーを発揮できる様、磨き続ける	B8 常にアップデート
		B9 多文化の架け橋
		B10 チャレンジ特区
		B11 適時適任
		B12 高速仮説検証サイクル
C.マインド・カルチャー	繰り返し、やってみよう、任せてみよう	C1 自律自走する組織
		C2 ようこそ失敗
		C3 多様性が育む
	心理的安全な場づくりへ	C4 共通言語で協働促進
		C5 “サクサク”と“いきいき”
		C6 知のシェアリングエコノミー
	自分ゴトから社会ゴトへ	C7 自分に問い合わせ立てる
		C8 いつまでも学びたい力
		C9 人の輪、知恵の輪、ビジネスの輪

出典：IPA「トランسفォーメーションに対応するためのパターン・ランゲージ」

トラパタアイコン



コラム

人材像の変化と対策

名古屋商科大学大学院 准教授 小山 龍介

システム刷新から経営課題へ

DXを推進するための人材像は、ここ数年で大きく変化した。システム開発に関わる人材から、経営課題の解決に取り組む人材へという変化である。本稿では変化の背景と、そうした人材の確保、育成について述べてみたい。

2018年9月に公開された経済産業省のDXレポートでは、企業が主体的にDXに取り組むためにも、DXに精通した人材を自社内に確保することが重要であるという論調であった。ここでの人材像はあくまで、システム開発にかかるものにとどまっていた。

ところが、2年後の2020年12月に公開された「DXレポート2（中間取りまとめ）」においては、さらに高度な能力が要請されることになった。記述をそのまま紹介すると、「構想力を持ち、明

確なビジョンを描き、自ら組織をけん引し、また実行することができるような人材」とある。ここで想定されているのは、システム開発の領域にとどまらないビジネスリーダーであろう。

こうした背景には、DXを推進するためには、全社的な危機感の共有や意識改革が欠かせないという問題意識がある。たとえば、コロナ禍という緊急事態において、テレワークを始めとしたDXの取組が一気に進んだことからも明らかであった。そして、同じコロナ禍においても、DXを推進できた企業とそうでない企業の分かれ目となったのは、DXに関する知識やスキルではなく、それまで当たり前で疑いを持たなかった企业文化や慣習を変革する力であった。

私が普段行っている次世代リーダー育成の支援の現場でもDXが必須科目となるなど、大きな変化を実感している。DXが単なるシス

ビジネスモデルキャンバス^{*1}

* 1 アレックス・オスター・ワルダー、イヴ・ピニュール著、小山龍介訳、2012年『ビジネスモデル・ジェネレーション ビジネスマネジメント』翔泳社

ム刷新の問題から、次世代リーダーの取り組むべき、環境変化に対応するための経営課題として捉えられるようになってきたのである。

DXを推進する次世代リーダーの3要件

こうした新しい人材像について、その要件を三つにまとめてみたい。

一つ目は、**事業の全体像の把握**である。DXを推進する際、一部門の部分最適ではなく、全体最適を目指していくことが重要である。そうした発想をするためには、事業全体を捉えるビジネスモデル思考を身につけることが欠かせない。私自身、ビジネススクールでビジネスモデルの講義を受け持っているが、DXの導入によるビジネスモデル変革は今もっとも人気のあるテーマの一つだ。ビジネスモデルを記述する標準フレームワークであるビジネスモデルキャンバスを共通言語として導入する企業も増えている（ビジネスモデルキャンバスの図）。

二つ目は、**顧客との対話を通じた価値共創**である。近年、サービス・ドミナント・ロジックと呼ばれる、企業が顧客と価値を共創する考え方方が広がっている^{*2}。従来の製品中心の考え方（グッズ・ドミナント・ロジック）では生産プロセスを改善することで製品販売時の交換価値の向上を図るが、サービス・ドミナント・ロジックでは顧客の消費プロセスに入り込み、文脈価値の向上を図る。製品の使用状況を共有することで新しい価値を生み出すこの方法は、コムトラックの事例などに代表されるように、DXによって可能となることが多い。

三つ目は、**将来構想による関係者の巻き込み**である。社内の関係部署を巻き込むときにも、

ビジョンが重要になるが、ここではさらに取引先やさまざまなステークホルダーを想定しており、さらに長期的な構想が求められる。DXの普及により、企業間の協力関係も大きく変化した。プラットフォーム戦略においては、パートナー企業との共創により、自前主義ではできないような多様な価値を提供することが重要となる。このとき、短期的利得ではなく、長期的構想を語ることのできる人材が不可欠である。

人材を活かす企业文化の構築

こうした要件を満たすような人材を育成、獲得しても、実は企业文化によっては飼い殺しになってしまうことが多い。最後に企业文化の影響を指摘しておきたい。

Microsoftは、Windowsの成功のあと、立て続けに五つのトレンドに乗り遅れた。その五つとは、検索、スマートフォン、モバイルOS、コンテンツ配信、クラウドである。こうした状況でCEOに就任したサティア・ナデラは大胆な事業転換を進め、Microsoftはクラウドアプリケーション事業、SurfaceなどのタブレットPCなどの領域で再び成長を遂げている。そのナデラが積極的に取り組んでいるのが、企业文化の再構築であった。ナデラは、CEOのもっとも重要な役割は文化のキュレーションであるとまで言っている。

企业文化を構築するためのフレームワークとして、カルチャー・マップがある^{*3}。たとえばGoogleがイノベーションを持続できているのは、創造的な文化を持続させる施策が背景にある。フラットな組織、20%ルールなどのさまざまな施策によって、創造的な行動が促され、

* 2 R.F. ラッシュ、S.L. バーゴ著、井上崇通監訳、庄司真人、田口尚史訳、2016年『サービス・ドミナント・ロジックの発想と応用』同文館出版

* 3 アレックス・オスター・ワルダー、イヴ・ピニュール、フレッド・エティアンブル、アラン・スミス著、今津美樹訳、2021年『インビンシブル・カンパニー「無敵の会社」を作った39パターンのビジネスモデル』翔泳社

その行動の結果、イノベーションが生まれているのである。こうした施策と行動、成果を構造的に表現するのが、カルチャー・マップである（Googleのカルチャーマップの図）。

このように、人材を活かすにも埋没させてしまうにも、その原因の一つは企業の持つ文化にある。獲得した人材、育成した人材を活用でき

るかどうかは、企业文化にかかっているのである。DX導入を機に議論されるテレワーク、ジョブ型雇用、成果主義などの施策も、文化にどのような影響を与えるのか、十分に検討がなされているだろうか。文化構築という視点からもあわせて議論することが重要であろう。

Googleのカルチャーマップ（筆者作成）



データドリブンな企業になるための変革と人材育成

Design for People, AI Transformation Leader Jeff Hunter

1. 組織的取組

データ利活用を促進する際のCoEの役割・取組概要

データサイエンスCoE(Center of Excellence)は、CEOや経営者に対して、データドリブンな意思決定の実現や効率的なビジネスユニットの再構築方法などに関する知見の共有を行う。たとえば、社内にデータが分散しているとデータ収集の阻害要因になる。一方、データを一ヵ所に置いてしまうとデータの悪用リスクなどが高まる。こうした課題に対する認識がない経営層に対して知見を共有する。

データドリブンな意思決定を行うためには、データを収集・分析するだけでなくプロセスの再構築に取り組む必要がある。そのため、企業のDX支援も行っている。たとえば人事グループと協力して採用活動やデータマイニングの効率化を支援した。他にも、顧客理解向上のため、顧客データや生産データ等の社内データをもとに、AIを用いた予測分析を行うことで顧客に対するレコメンドや、地域ごとの傾向を分析し、他地域と比較して利益率や売上が大きい地域がなぜそれを実現できているのか、といった要因分析などを実施した。関わった案件の7割は、業務プロセスの自動化など業界に依存しない解決策があったが、3割は業界や企業別の対応が必要であった。

また、クライアント企業が社内にCoEを構築する際に、クライアント企業のみで運営できるようにトレーニングする。CoEを構築する場合、事業部門ごとではなく、組織横断的に対応するようにした方がより早く技術や方法論などの

ナレッジを組織内に広く共有できるため、効率的に運営できることなどを学ばせる。

CoEを構成する人材

最新のデータ基盤についての知識を有するデータエンジニア、データサイエンティストもしくは統計学やプログラミングについての知識を有する人材、そして課題解決に向けて業界や企業経営などについての専門知識を有している人材が必要不可欠である。

そこに、ビジュアライゼーション・エンジニアと呼ばれるUX／UI、ダッシュボードなどのデータアウトプットを作成する能力を持った人材をくわえてCoEを構成している。

経営や現場との連携、コミュニケーション

DXなどの取組を一気に推し進めようすると雇用が失われると懸念する現場従業員から反発されるだろう。だが、CoEはあくまでも現場の専門知識を活かした業務体制の再構築やプロセスの自動化を行い、業務の支援やビジネス体制の強化を支援するものである。そういうメッセージをトップダウンで明確に伝え、現場チームと一緒にプロジェクトの実行に取り組む。

データドリブンな企業になるために必要となる企业文化・風土

データドリブンな企业文化への変革の障壁となるのは若い世代ではなく、経験豊富な約10%の管理職である。彼らは従来のやり方で十分にビジネスが成り立つことを知っているため、変革の必要性を理解できない。その場合、從

来通りトップダウン方式で変革を推進するのではなく、ボトムアップで変革を進める企业文化を浸透させることが有効的である。なお、変革の必要性を理解できない人材は最終的には離職してしまうことが多い。

また、既に多くのデータを有している企業であればデータドリブンな企業となりやすい。製造ラインには多くのセンサーが設置されているが、そのデータを稼働時間やエネルギー消費量などの効率化のために利用していないという企業があった。多くのセンターデータや業務システムのデータを既に保有しているが、それらのデータをすべて1つの環境に集めて、消費者向け製品の改良や生産ラインの効率化に役立てる方法があるとは思ってもなかつたためだ。こうした企業はデータから価値を生み出す方法を知ることによって変わることができる。

分析プラットフォームの標準化

分析プラットフォームの標準化を行うことで、人によって計算方法が異なりアウトプットの品質のバラツキを防ぐことができる。くわえて、人材の採用や維持も容易になることが期待される。

2. データ利活用を推進する人材

データサイエンス人材の雇用・育成

企業はデータサイエンティストやデータエンジニアなどを社内から調達することが多い。その時点でスキルを有していないくとも、大学の専攻やこれまでの経験などからトレーニングするにふさわしい人材を抽出する。その後、外部から統計学や数学、コンピューターサイエンスに関する知見や経験を有する人材の獲得を行い、チームを補強する。最近はデータサイエンスに関する大学の授業内容やコースが整備されたため候補者を見つけやすくなっている。

なお、優秀な新卒であれば6～9か月程度のトレーニングで小規模なプロジェクトを手がけられるようになる。

米国では特にキャリア開発に注力しており、多くの企業では従業員の学習機会を与えるべく1週間の休暇が設けられたりしている。また、著名な大学には産業や職務に特化したスキルの育成に向けて多額の資金提供を行うこともある。一方で、優秀な人材であればあるほど他社に流出してしまうリスクも高まる。企業としては従業員のキャリアパスを支援すべく投資を続けることが重要である。そうすることで何年かハイテク企業などでスキルアップを図った後に人材が戻ってくる。

市民データサイエンティストの活用・育成

市民データサイエンティストの活用に取り組む企業は増えている。専門的な知識を有していない人材であっても、データサイエンスのビルディングブロック方式で利用できるツールが広まりつつあることが要因である。プログラミング等を行う必要なく、モジュールを使用することでデータの処理を行える「プラグ・アンド・プレイ・データサイエンス・モジュール」と呼ばれるものがでてきていている。たとえば、AWSやGoogle Cloud Platform、Azureなどではこうした機能を搭載している。

旭化成株式会社

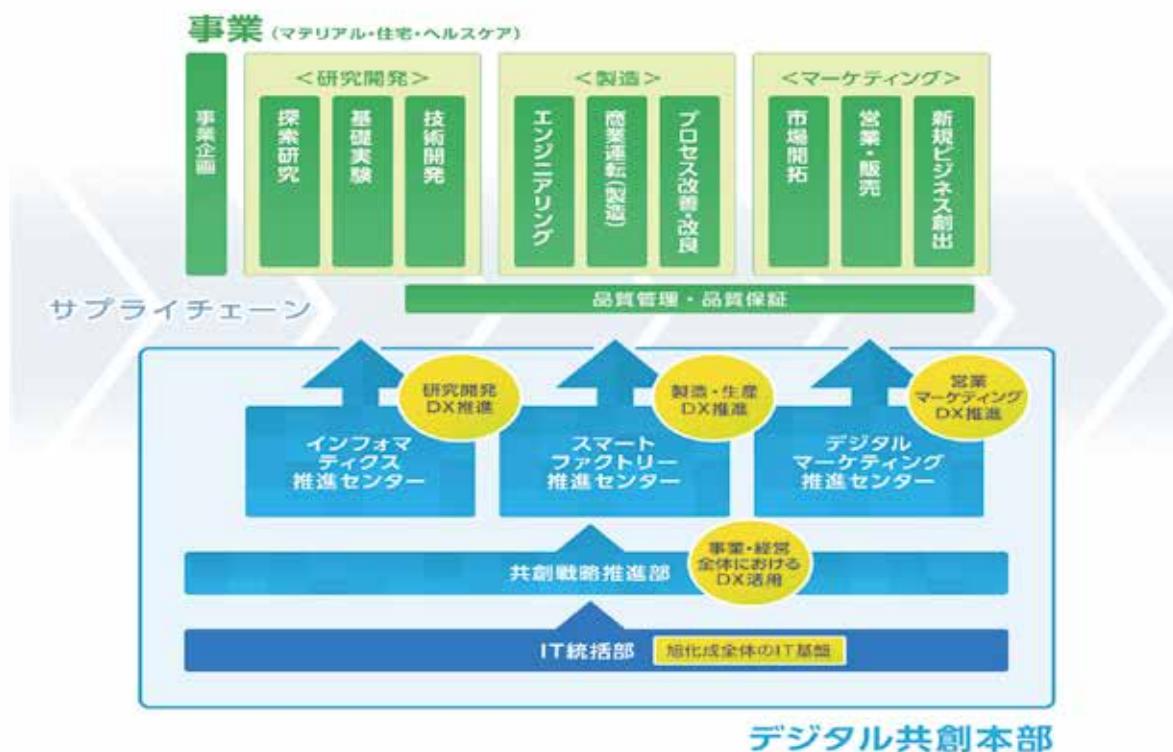
1. DX推進組織、体制

2018年～2020年には、マテリアルズ・インフォマティクス(MI)については研究本部、生産技術については生産技術本部のデジタルイノベーションセンターというように、それぞれの事業部門ごとにDX担当組織を置いて、DXに取組んでいた。これらの組織に横串を通して連携するため、2021年に全社DX推進組織としてデジタル共創本部を設立した。事業部門のDX担当チームの一部が統合されたほか、グループ全体のビジネス変革推進を担う共創戦略推進部も設置した。情報システム部門もIT統括部として加わる。

事業部門からは次世代リーダーとなる人材が参画し、デジタル共創本部でデジタルの能力を高めた後に、ローテーションで事業部門に戻りキーマンとして活躍してもらう。IT人材側は、業務理解を深め、事業への貢献度を向上させる。事業部門、IT部門双方で能力を育成する狙いである。

また、DX組織のトップには、旭化成とは異なるバックグラウンドを持つ人材を招き、2021年4月からIBMでCTOを務めた久世氏が本部長に就いている。経営に対する影響力も強く、幅広い外部ベンダーとの連携も進むなど、DXの加速に繋がっている。

旭化成グループの事業とデジタル共創本部の関係図



2. 人材に対する課題と人材の育成・獲得

人材の不足や能力・スキルのギャップは課題であり、人材育成に注力している。2021年4月にはデジタルプロフェッショナル人材を2021年度末に150人育成する目標を掲げたが、事業部門での取組も追い風となって順調に進んでいる。その後、目標を230人に上方修正したが、8月現在で7～8割達成した。

2018年にMIや生産技術に関して社内独自の認定制度を設置しており、この基準に到達する人材をデジタルプロフェッショナル人材として育成・獲得を進める。教育コンテンツも社内オリジナルで作成を行っており、2020年までにはほぼ揃った。学習のための環境整備も行った。MIなどは専門性が高く外部コンテンツが乏しいこともあり、自社課題の解決を実際に経験しながら学べる実践的なコンテンツを提供できることがポイントである。

キャリア採用も積極的に行っている。ITベンダー・コンサルタント出身者で、事業会社の中で働きたいという意向を持って入社する人は多い。昨今は多くの企業がデジタル人材の採用を拡大しているため、中途採用で入社した社員のインタビュー記事を掲載するなどして、旭化成でデジタルに関わる魅力や、現場の権限が大きくチャレンジできる企業文化であることなどを積極的に発信している。

3. デジタルリテラシー向上の取組

社員のデジタルリテラシー向上を重点テーマと捉え、「デジタル人材4万人化計画」を進めている。小堀社長は「終身成長」というキーワードを発信しているが、一人ひとりが専門性を高め続け、成長し続けようというメッセージとなる。若手からベテランまで、全員でデジタルを学ぶ教育の仕組みとして、2021年から独自に設計したオープンバッジ^{*1}制度をスタートした。初歩のレベル1からレベル5までコースを設け、レベル3は工場の現場の人も、社長も、全員が証明書を取得することを目指す。

外部の標準的な認証制度を活用した狙いとして、いずれはオープンなものとして社外にも公開したいという考えがある。業界内で意見交換をすると、どの企業もデジタルリテラシーの向上に悩んでいる。外部資格の多くはIT業界向けで製造業にとっては内容が難しい。他の製造業でも活用してもらえば、業界全体のレベルアップに貢献できる。結果的には自社にもメリットが還元される。学生が認定を取得した後に旭化成に入社するなどの波及効果もあれば理想的である。

多くの社員の中にはデジタルが苦手な人もいるだろうが、苦手な人にはデジタルリテラシーが必要ないかと言えばむしろ非常に必要である。業務の現場には長年蓄積した高度な技術や知見がある。デジタルの能力を持つことで、これまでとは違う視点でその技術や知見を活かすことができるようになる可能性がある。たとえば、製造工場の業務で、アナログの職人技をデジタルに還元できれば、後継者への技術継承が促進される。デジタルを使った一人ひとりの工夫の積み重ねが企業の力になる。

* 1 IMS Global Learning Consortium の国際標準規格に沿ったスキルのデジタル証明書。

清水建設株式会社

1. DX推進における組織開発

情報システム部門の役割は変化している。以前は市販のツールの種類が乏しかったためCADシステムまで自社開発したが、その分現場の業務をよく理解したうえで使いやすいシステムを開発することができた。昨今は、ツールやパッケージを選ぶ主体が業務部門に変わり、情報システム部門は、インフラ環境整備や業務部門からの依頼を受けた請負対応が主な業務となっていた。

しかし、DXの推進においては、情報システム部門が業務部門側への提案や積極的な協業を行う役割を担うことが必要となる。そのためには、現場の業務やデータ活用を十分理解した組織へと変わっていきたい。それによってDXを担う組織の存在価値が高まり、企業のデジタル化にいっそう貢献できるようになると考えている。

また、清水建設の事業も、建設後よりよい環境の提供や運用フェーズでのデータ活用支援まで拡大していったり、スマートシティのような新ビジネス領域に参画したりするなど、変化している。その上、あらゆる場面でITが必須となっている。変化を実現できる組織へと変わっていくことが重要である。

2. DX推進組織、体制

2019年4月に社長直轄のDX推進部門として、デジタル戦略推進室を設立した。情報システム部門の企画機能に加え、事業部門の企画担当や事業開発担当も兼任で所属する「デジタル化企画部」と開発や運用を担う「情報システム部」が統合した組織である。人員規模は2021年1月時点で60人規模、今後2~3年で80人程度まで拡大する計画で、これは管理系では最大規模となる。

全社的に、社内外双方でDXを推進するためには、企画担当チームと実行担当チームの良好なコミュニケーションを保ちつつ従来からの部門横断的な取組を継続していくことを重視し、情報システム部門の機能拡張が適切と判断した。

デジタル戦略推進室は、社内のDX関連プロジェクトのテーマや予算の管理に加え、建築と土木など複数部門の調整や連携の支援、営業段階から保全段階までのデータを横串で連携して管理するプロジェクトデータベースの構築や活用を担当していた。

デジタル戦略推進室設立前から、情報システム部門と事業部門の間での人材交流を行ってきている。事業部門に所属しているメンバーから組織をまたいで協力を得られる体制となっているが、今後は現場との接点をさらに増やし、交流を活発化させていく方針である。

新しい部門を立ち上げることで社内にDXへの取組姿勢をアピールする狙いもあり、初代の室長には今木副社長が就いた。今木副社長は主力事業の建築部門のトップで、ITにも明るく新しい取組にも積極的である。そのような経営陣がリーダーシップを発揮していることも、DX推進において重要なポイントとなっている。

3. 人材の確保と育成

人材不足の課題と人材獲得

人材に関する課題は、まず人材不足が挙げられる。デジタル戦略推進室への期待は高まっているが、業務範囲も拡大しており、人材の量・質ともに不足している。

中途採用と新卒採用によって人材の拡充を行うが、中途採用での人材獲得は難しいため、新卒採用が重要となる。デジタル戦略推進室への配属を前提とした採用を行っている。

採用においては、AIなど、特定の技術を持っていることを条件にはしていない。以前、第2世代のAIブームの時にAI人材の採用を行ったが、清水建設のような一般の事業会社では先端技術を研究し続けることが難しいばかりではなく、社内でニーズが高い別の技術に携わることとなり、専門性を活かすことはできなかった。先端技術は変化も早いため、社外から調達するほうが適切である。

社内で育成したいのは、問題を分析・整理する、課題を把握して実行するといった普遍的なスキルを持つ人材である。技術に関しては、新しい技術の何が重要かを見極め理解する能力を求めている。

人材不足への対応として事業部門から異動も進めていきたいが、社内での抵抗があるため、苦肉の策でデジタル戦略推進室との兼務として人員を確保している。ただ、事業部門内でも、IT化企画を行えるような上級の人材を育てたいという意向がでてきてている。そういう尖った人材については、事業部門向けの上級のカリキュラムを作り、現場で育成を図っていく。

人材の育成と教育

デジタルリテラシーは社内でもかなりばらつきがある。全社的な底上げの取組は、Windows95時代にはパソコン教育を行っていたが、最近はIT活用が当たり前になり、社内でも基礎的な教育は不要という声が強かった。

しかし、コロナ禍でリテラシーの差が顕著に見えるようになったことにより、デジタルリテラシーという課題が顕在化した。出社率を3割に抑えているため在宅勤務が増えると、ITについてわからない人が近くにいる人に尋ねて解決することができない。在宅勤務環境で問題なく仕事ができる人と、困っている人の差が開いている。そこで、社内の教育担当チームと協議して初級/中級/上級のランク別にカリキュラムを準備した。デジタルリテラシー向上のための初級教育は、受講したい人は全員受講できる。中級や上級は内容が高度化するため、部門推薦者を対象にするなど、受講方法も変えていく。

また、大卒や高専、文系理系などさまざまな学生を採用しており、新入社員間のリテラシーの差も大きい。Excelを使えない人もいればプレゼンでPowerPointを使いこなす人もいる。新入社員全員に対してIT基礎教育を実施する取組を始めており、本格的な実施は2021年度からである。

4. 成果評価とガバナンス

明確なKPIはまだ設定していないが、教育カリキュラムのレベル別の受講者数によって、上級者向けの受講者が増えるとレベルが向上したなどの状況把握ができると考えている。また、社内のヘルプデスクの問い合わせで初歩的な質問が減っていけば、デジタルリテラシー向上の成果が見えると予想する。

デジタル戦略推進室の人材のITスキルについては、ある年次までにこの技術講習を受講する、などのステップを設けている。しかし、担当業務によっては該当の技術を使わないなど業務とのギャップもあるため、今年度中にカリキュラムを見直そうとしている。

また、教育などの施策に対して社員が満足しているか、能力向上を実感しているなどを把握しようという考えもある。これまで社員側への聞き取りはコンスタントに行っていなかったが、今後は実施していくみたい。

日本郵船株式会社

1. DX推進における組織開発で重視すること

日本郵船のDXの根本にある考え方は「人間中心」と「顧客志向」である。テクノロジー主導のDXではなく、徹底的に人(=顧客や社内の事業運営部門)に注目し、その課題をテクノロジーとデータを使って解決できる社員を数多く育成することに取り組んでいる。

社内の隅々までDX文化を浸透させるために「Project Mt. Fuji」と称する、富士山型の人材育成の仕組みを持つ。DX牽引リーダーを育成するプログラム「デジタルアカデミー」に加え、データを実務面で活用するデータアナリスト層を分厚く育成する「データラボラトリ」を開設している。また、DX推進の要は全社員を巻き込んだ行動変容や企業文化の変革であると考えており、広い裾野の教宣のため、社内報、イベント、メールマガジンなど多様な情報発信を展開している。

2. DX推進組織

DX推進の中核となる組織は、2019年4月に技術本部内に発足させたデジタライゼーショングループである。技術本部にはIT以外に海務(航海／機関)や工務といった技術者も所属しており、DXの具体的展開を支えている。

デジタライゼーショングループは「デジタルアカデミー」や「データラボラトリ」の運営など人材育成機能を持つほか、社内DX案件の推進、社員のアイデアから生まれた新ビジネスの育成支援、イベント実施や契約管理などの役割を担う。新ビジネス育成支援チームは、現在はフィリピンの船員向け電子通貨プラットフォーム事業MarCoPayのサポートに注力している。

さらに、技術本部傘下のグループ会社として情報システム子会社NYK Business Systems (NBS)、R&DのMTI、海洋コンサルティングの日本海洋科学(JMS)と物流アプリを開発・販売するシンガポール法人のSymphony Creative Solutions(SCS)があり、さらに外部企業とのオープンイノベーションを含めて総合的にDXを推進する体制を整備している。

3. 人材の確保と育成

NYK Business SystemsやMTIとの人材交流

IT人材の育成について、人材交流を通じてビジネスとテクノロジーの両方を体得させる考えに基づき、IT人材の業務知識向上と事業会社のIT能力底上げを目的として、2009年からNBS・MTIから日本郵船グループの事業会社へ出向する「ビジネス・イン」、事業会社から技術会社への「デジタル・イン」を実施している。現在はIT人材・業務人材ともにデータ分析やアジャイル開発といった新たな能力を獲得させる施策に取り組んでいる。

「デジタルアカデミー」・「データラボラトリ」での人材育成

事業部門向けのDX人材育成プログラムには「デジタルアカデミー」と「データラボラトリ」がある。「デジタルアカデミー」は、事業を切り開く思考方法、行動様式、知識を持つ若手リーダーの育成を目的に2019年に開講した。デジタルのリテラシーを備え、洞察力を持って新事業を探索し、事業を立ち上げるビジネススキルを持ち、プロジェクトに参加する多様なメンバーの個性を活かして力に変える「デジタルリーダー」を育成する10人前後・半年の教育プログラムである。

カリキュラムはビジネスの基礎を学ぶ座学に始まり、海外グループ会社とのデザイン思考の集中演習などを経て、最終的には受講生がチームを組んで新規事業案を構想し、社長を含む経営陣に対して提

案する。既に実ビジネスにつながる具体的な構想が出ていることは注目に値しよう。修了生はアラムナイとして横のつながりを通じて連携しながらDXを具体化している。

「デジタルアカデミー」では、多様な視点や発想の刺激を得るために、受講者が社外・業界外のリーダーと自発的につながりを持つようリードしている。また、自社のニーズに合う研修にするためにテキスト・カリキュラムは内製しているが、同時に、外部の評価にも耐えられるよう業界団体や大学に向けた有償サービスも行い、クオリティの向上を図っている。

「データラボラトリー」は、事業部門で活躍するデータアナリストを育成する教育プログラムであり、くわえてAIや統計・数理科学を扱える高度人材の育成にも力を入れている。2020年の夏に開始し、今まで100人以上が受講した。業務部門の参加者が、自らの業務課題をラボに持ち込み、デジタライゼーショングループに所属するデータサイエンティストと一緒に解決に取組みながらデータ分析などのスキルを体得させる。なかには、個別の課題と一緒に取組むことでより大きなメリットが出るという判断のもと、一緒にチームを組むこともある。このように「データラボラトリー」は、日本郵船のDXのプラットフォームの一部になりつつある。

「データラボラトリー」の成果の全社共有も重要な活動となっている。富士山型人材の裾野メンバーのマインド変革につながるためである。社内報やメールマガジンへの掲載に加え、受講生が自ら成果について紹介するオンライントークセッションイベントを開催している。

外部人材の獲得

内部人材の育成に重点を置くものの、社員とは異なる能力や経験を持った人材を積極的に外部から獲得している。大学で専門的に研究を行った経験を持つ人材をチーフデータサイエンティストとして採用したり、スタートアップでの経験豊富な人材を新ビジネス育成支援リーダーに採用している。なお、獲得した人材が持つ知見の社内への展開・共有を重んじており、上述のチーフデータサイエンティストは「データラボラトリー」を率いている。

4. 成果評価とガバナンス

「デジタルアカデミー」や「データラボラトリー」受講生の個別技能あるいは個別社員のDX能力をKPI評価する近視眼的な評価制度ではなく、人事ローテーションや教育研修の履歴を把握したうえで社員の継続的な能力の開発と発揮を支援するのが基本的な考え方であり、人事グループと所属グループが共催する年次的人事評価会議で各人の能力・創造性・業績・モティベーションなどを多面的に評価して適材適所の人材活用に活かす仕組みを運営している。

株式会社ベネッセホールディングス

1. DX推進における組織開発

DXを推進する体制を構築するには、内部で組織を強化するやり方と、合弁企業の設立や外部組織との協業など社外リソースを活用するやり方がある。ベネッセは前者を選択し、組織開発を重視している。事業において当たり前のこととしてデジタル技術を使いこなせるようにするために、社内を変革し能力を向上させる、つまりDX推進を自社の血肉とする必要があると考えたためである。また、中長期的にみると、内部人材の育成やリスクは生産性が高く、企業が成長するための強いドライバーとなる。

2. DX推進組織、体制

2020年度に社長直下の組織としてDIP (Digital Innovation Partners) を設けた。コンサルティングやデータ解析などのスペシャリストを全社組織に集め、事業部に派遣して共同でDXプロジェクトを推進する。現在20人ほど所属している。

ベネッセの事業は、通信教育、学習塾、学校向け事業、介護サービスなど多岐にわたる。生涯にわたって人の成長に関わる課題解決を支援するという企業理念は共通しているが、ビジネスモデルは教育サービス業のみでなく、ECや施設運営などさまざまである。事業によって異なるデジタル化のフェーズに合わせてDX推進を行うため、自社に点在する高スキル人材を結集したDIPが支援できる体制を構築した。

DXのプロジェクトの数は、2020年のDIP発足当時は6だったが、2021年8月時点では20ほどある。最初はスマートスタートで短期間のうちにインパクトのある成果を出すことにこだわった。着実に成果が出せたことで社内の評価が高まり、加速していった。2021年現在、支援対象プロジェクトは経営とも合意して決定する体制となっている。

DIPの支援期間は3か月ほどとして事業課題のみでなく組織課題も解決し、事業部門が主体的に取り組める体制を作り、プロジェクト運営を効率よく進めていく狙いだったが、プロジェクト数が大きく増えたためDIPの人員不足が起きており、拡充を図っている。

グループ全体では人員数も多く、能力を磨きたい、他の事業領域でも活かしたいと思っている優秀な人材は一定数いる。しかし、そういった人材は部門が手放さない。そこで、各部門との兼務にして無理にでも全社組織に持っている。DIPの活動を続けていくことで、企業を変える力になると期待している。

3. 人材の確保と育成

中途採用と社内人材育成

プロジェクトオーナー、事業企画、デジタルマーケティング、データ活用などの人材はリスクによる育成を重視する。システム開発のPMやエンジニアは既存の人材からのスキルチェンジのハードルが高いので中途採用で獲得したり、情報システム子会社からの人材を取り込んだりしている。

DXを推進する人材の定義と育成

2020年度に、ベネッセのDXに必要な6職種(「企画」「開発管理」「エンジニア」「デジタルマーケティング」「データ」「デザイン」)×3段階のレベル別(「見習いレベル」「自走レベル」「人に教えられるレベル」)のスキルを定義したうえで社員全員にアセスメントを実施し、一人ひとりのレベルを可視化した。デジ

タル人材やITの能力が不足しているという認識はあったが、具体性がないままでは組織能力向上に繋げられない。人材の定義と可視化の取組は社長も以前からぜひやりたいと言っていたが、難易度が高く実現できていなかった。この度、努力の末に実現させることができた。

定義付けの観点は2つある。まずは、タレントマネジメントツールを使ってスキルやマインドを細かく分解し、社内での役割や働きぶりが明らかになるようにした。次に、自社ローカル版になりすぎないよう、IPAのITSS（スキル標準）など外部の指標を参照して取り入れた。

アセスメントにより、どこの部門でどれくらい人材が足りないか、どの職種がどう足りないかなどが個人レベルで具体的に分かったため、解決に向けて取組めるようになった。

人材の育成と教育

デジタルリテラシーの向上の目的で、全社員を対象に、最低限のスキルやリテラシーを身につけるための基礎研修を行う。社内の用語なども含めてオリジナルで教育コンテンツを作成し、経営層含む管理職も受講する。

DXを推進する6職種に対しては、職種別のプログラムで専門知識教育やスキル研修を行う。能力には2段階のレベルを設け、判定は外部のアセスメントも参考にする。専門性が高い人材に対しては、Udemy^{*1}の活用や、推奨資格取得支援なども提供する。また、座学だけではなく実務を通した学びとして、インターンとして専門部門に入って経験を積むこともある。

社員のマインドセットも変わってきた。教育サービス会社であることもあって、多くの社員が学びに対して高い意識を持っている。人材育成はこれから本格化するため、何人リスキルできるか、企業側がどこまで支援できるかは課題だが、最初の一歩は踏み出せた。

キャリアパスの提供

DXに定義した職種の専門性を早期に認めてキャリアパスを示す。既存の人事制度はある時点で総合職とエキスパートにキャリアが分岐する仕組みとしているが、より若いときから将来の方向性を示せるような新たなルールを作っている。そのための研修コースも提供する。研修コンテンツは半分ほど内製している。社内で活躍しており、目指すべきポジションにいる人が講師になると研修の効果が高まる。

とはいっても、究極的には、社員一人ひとりがキャリアを考え、自ら学び続けようという主体性がないと人材は育成できない。また、一人ひとりが学び続けられる環境がないと、個人も、企業も生き残ることはできない。

4. 成果評価とガバナンス

DXに必要な6職種の定義が完全なものだとは考えておらず、毎年見直す計画である。少しづつ変わっていくものなので、作って終わりにせず、見直すプロセスを持つことに価値があると判断している。

* 1 米国の Udemy 社が提供するオンライン講座のプラットフォーム。ベネッセが資本提携し日本でサービスを提供している。

第4部 DXを支える手法と技術

第1章—
開発手法・技術

第2章—
データ利活用技術

開発手法・技術

はじめに

DXを推進するためにはビジネス環境の変化に迅速に対応できるITシステムが必要となる。また、データを分析し、顧客の真のニーズを捉えて早期にサービスを立上げ、改善を繰り返すことで顧客価値を高めていくことも重要である。

第1章では、変化に応じた迅速かつ安全なITシステムの更新や外部サービスとの連携を実現するための企画開発手法・技術を紹介する。第2章では、データ利活用技術として、データ活用基盤技術、新たなデータ獲得手段であるIoT技術、高度なデータ分析や自動化を推進するために必要となるAI技術を紹介する。さらに日米の企業における企画開発手法・技術およびデータ利活用技術に関するアンケート調査結果を掲載し、関連技術の活用状況や課題について論じている。

1 企画開発手法

(1) 背景

① 環境変化が激しいVUCAの時代

現在はVUCA(「Volatility：変動性」「Uncertainty：不確実性」「Complexity：複雑性」「Ambiguity：曖昧性」の頭文字からなる)の時代であると言われており、ビジネスや市場、組織、個人などあらゆるものを取り巻く環境が激しく変化している。たとえば、ソーシャルゲーム業界では2013年頃に市場が急拡大したもの、現在では売上高は半減している。また、小売やビデオ業界ではAmazonやNetflixなどがITを活用した新たなビジネスモデルを構築し、既存のビジネスを破壊するデジタル・ディスラプションを起こしており、これらはまさにVUCAを表す象徴的な例である。

② VUCA時代にITシステムに求められるもの

VUCA時代においては、消費者ニーズの移り変わりも早く、より激しいものとなっており、企業側もその変化に柔軟に、素早く対応する必要がある。しかし、これまでのような3年や5年などの長期計画や戦略を立てて実行していくやり方では、その変化に追いつくことは難しい。仮に追いついたとしても、すぐにトレンドが変わってしまう可能性が高いのである。

このような状況に対応するには、顧客志向の徹底とデジタル技術の活用がカギとなる。

たとえば、IoTやビッグデータなどで得た消費者情報をもとに、AIなどのデジタル技術を活用し、消費者行動や何が流行っているかなどの趣味・嗜好を分析する。そして分析結果から、顧客が望むと思われる製品やサービスを、最新の開発手法や技術を活用して、迅速に提供していくのである。

たとえば「今期や今月は何が利用されたか」ではなく、「今週、もしくは今日何が利用されたか」を把握し、そのデータを次製品やサービス開発へつなげる。そのようなスピード感でのデータ収集・分析には、

これまでの人の介在が多い運用では対応が難しく、デジタル技術の活用が必須となる。また、こうした対応が既存の自社の能力だけでは難しいというケースも頻発し、その場合には、技術や能力を有する企業との提携が必要となる。その際、デジタル技術を活用することによってスピード感を持って各企業が有している機能を連携させることができが望ましい。このように、サービスや商品の開発、調整、生産などの多様な局面において、デジタル技術を用いて競争上の優位性を確保することが、DXの目指すところである。

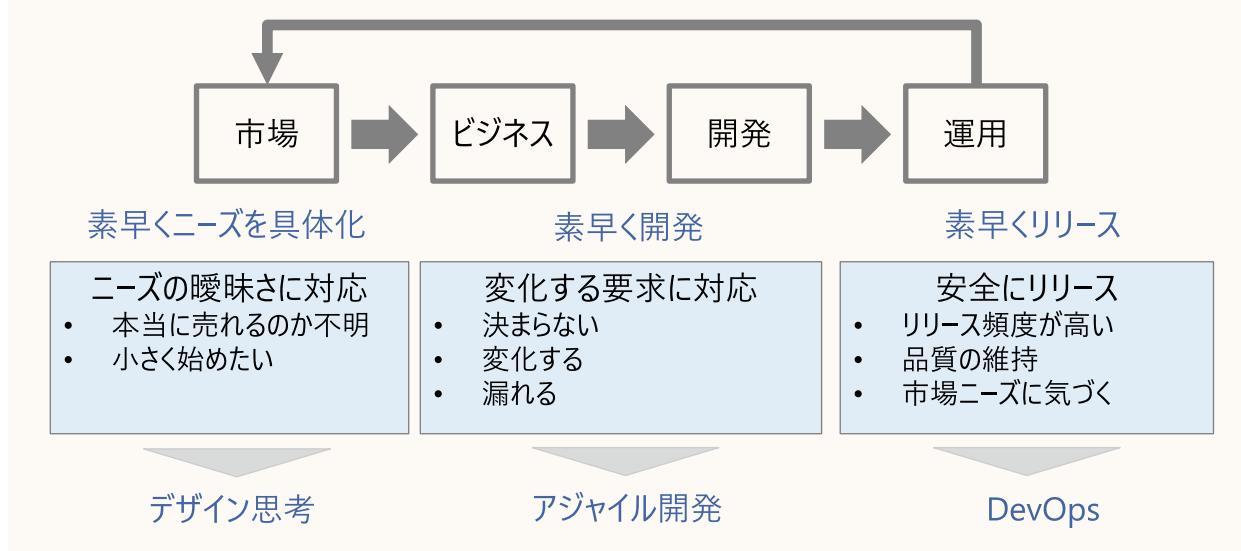
だからこそ、企業側の「変化に対応し続けることへのマインドチェンジ」も重要となる。これまでのビジネスモデルや企業文化などを変化させていかなければ、このような激しい変化の時代に適応できず生き残ることが難しい時代なのである。

(2) DX実現に必要な開発手法概要

前項では消費者のニーズをいかに早く捉え、サービス連携などにより実現していくことが重要かを述べた。

本項では、このような不断に調整が求められる環境の中で、迅速に消費者や顧客企業へのサービスを提供できるようになるための、一般的なIT開発プロセスおよび、開発手法を紹介する。

図表41-1 サービス開発を素早く実現するためのビジネス視点におけるプロセスとシステム開発手法



消費者が欲しいサービスを提供するためには、消費者の視点に立った企画が求められる。近年では、消費者の抱える問題と、その解決方法を素早く探索・実現するため、「デザイン思考(課題の発見から企画・デザインまでデザイナー的な思考プロセスを取り入れてプロダクトやサービスの検討に適用すること)」が多くの企業に取り入れられている。また、事前の要件確定が必要なこれまでの開発手法(ウォーターフォール型開発を指す)では、開発以外の多くの事柄の決定に時間がかかりすぎてしまい完成したころには消費者のニーズが変わってしまっているという可能性がある。外部環境の変化に柔軟に対応するには、スピードやアジャイルを実現するために、「アジャイル開発」におけるプロダクト責

任者と開発者の連携や、「DevOps」における開発者と運用担当の連携のように、関係性を構築して業務を進めることができ有効な手段となる。

ここでは、上記の3手法、およびプログラム言語でプログラムを書かなくても、webやスマートフォンなどで利用可能なアプリやサービス開発ができる「ノーコード/ローコードツール」について技術・手法の面での概要を説明する。

- ①消費者の本当に欲しいサービスを探るための、「デザイン思考」
- ②変化する要求に対応するための、「アジャイル開発」
- ③アジャイル開発を支え、運用・改善し続けるための「DevOps」
- ④システム開発を効率的に実施するための、「ノーコード/ローコードツール」

① デザイン思考

デザイン思考やデザインシンキングといった言葉がビジネスの世界で注目されている。デザインには製品や意匠・ブランドのデザインという意味での有用性があるだけでなく、近年は「デザイナー」的な視点・思考プロセスの企業活動への活用という動きも「デザイン思考」や「アート思考経営」という形で始まっている。ここではとくに活用が本格化しているデザイン思考について取り上げる。

デザイン思考とは、課題の発見から企画・デザインまでデザイナー的な思考プロセスを取り入れてプロダクトやサービスの検討に適用する、人間中心のイノベーションへのアプローチである。ユーザーは自身が抱える真の問題に気付けていないことが多い。そこでデザイン思考は、ユーザーの行動観察やインタビューにより、行動の理由や背景、社会や環境に対する考え方、その時の感情も含めて理解、すなわち「共感」する。そのうえで、ユーザーが抱える真の問題を類推し、絞り込み、解決のアイデアを導出する。それを基にユーザーが体験できる試作品を作成、提供し、フィードバックをまた真の問題を探索するインプットとして活用することを繰り返す。

物理現象がどう連鎖するかのみを考えればよい機械の設計と異なり、デザインの世界では作られたものを人間が見てどう反応するかを考えざるをえない。こうしたデザイン世界に特徴的な考え方や思考のプロセスを、人間による評価結果が重要となる製品やサービスの改善に転用し広く活用できるようにした手法といえる。

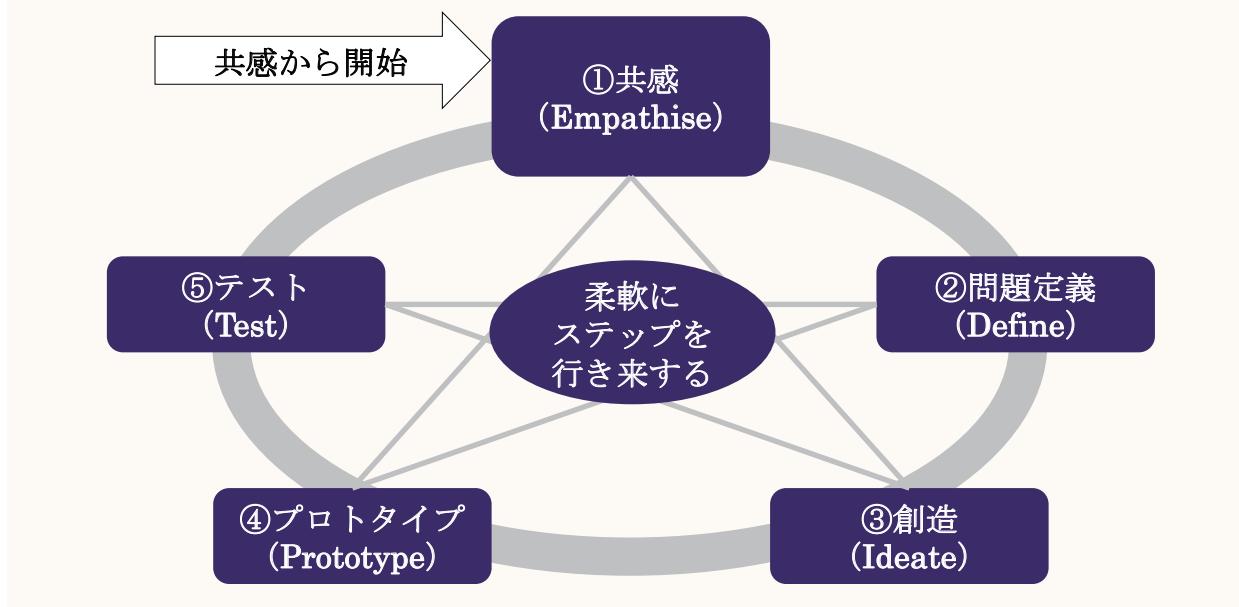
本項目では、デザイン思考を活用するうえで理解しておくべきポイントとして、デザイン思考を実践する際のプロセスとそれに臨むにあたっての態度について紹介する。

(ア) デザイン思考のプロセス

本書ではSAP(ドイツ)の共同創業者であるハッソ・プラットナー氏が創設した、スタンフォード大学(Stanford University、米国)のd.schoolでは5ステージのプロセスを用いて、デザイン思考を用いたアイデア創出の具体的なプロセスを説明する^{*1}。本プロセスは、共感(Empathise)、問題定義(Define)、創造(Ideate)、プロトタイプ(Prototype)、テスト(Test)として定義されている。重要な点は、これらのステージは基準となる進め方の順番はあるものの、後ろのステージで新しい気付きやフィードバックを得た場合に、前のステージに戻ることが推奨されていることである。5ステージのプロセスイメージを図表41-2に示す。

* 1 “5 Stage in the Design Thinking Process,” Interaction Design Foundation Website <<https://www.interaction-design.org/literature/article/5-stages-in-the-design-thinking-process>>

図表41-2 デザイン思考の5ステージのプロセスイメージ



ここからは、5ステージのプロセスについてそれぞれ具体的な内容を簡単に説明する。

① 共感(Empathise)

最初のステージであり、デザイン思考を進めるうえでもっとも重要なステージである。このステージではユーザーを理解するために、行動を見る、インタビューを行い会話から知る、またそれらの組合せを行うことになる。これら的方法はこれまでも行われてきたが、デザイン思考の共感ステージで重要な点は、行動やインタビューなどにおいて、具体的な事物やユーザー自身の意識に上っている事柄だけではなく、行動やインタビューの理由や背景、社会や環境に対する考え方について、そのときのユーザーの感情も含めて理解することである。

本ステージはSympathizeではなくEmpathiseであることに注意が必要である。日本語ではどちらも「共感」と訳されることが多いが、前者は相手の現在の感情に対して自分が同じ気持ちになるという意味であり「シンパシー」とも表現される。一方、後者は相手の過去から現在までの背景や置かれている状況なども踏まえ、相手と同じ境遇や立場などに自分を重ねあわせたうえで相手の感情や行動を自分事として理解する「感情移入」であり、より相手の来歴やパーソナリティに即して全体的に対象を理解することである。

② 問題定義(Define)

ユーザーが持つ真の問題の特定を行うステージであり、意味のある具体的な文章で問題を表現することがゴールである。ただし、問題の探索にフォーカスし、解決方法をこの時点では考えない。解決方法を考えてしまうと、解決可能な結果を出そうというバイアスが働いてしまい、真の問題にたどり着くことを阻害する場合があるからである。共感のステージを通じて収集したユーザーに関するさまざまな情報を踏まえて、特徴的な気付きをチームで共有したうえで問題の統合と選択を行う。このステージを通じてさらなる気付きを得て問題を深掘りしていく、最終的には特定した問題を具体的な問題定義文

にまとめて次のステージへつなげることになる。

問題定義文のフレームとして頻繁に用いられるものに「How Might We ○○?」(HMW)がある。「私たちはどうすれば○○することができるか?」という形で問題を表現する方法であり、ユーザーへの共感を踏まえて主語が「私たち」とされている部分が特徴である。

③創造(Ideate)

前のステージで定義した問題を解決するアイデアを出すステップであり、最終的には次のステージであるプロトタイプで作成対象とするアイデアを決めることが目的となる。このステージには十分な時間を取り、玉石混交で問題ないのでとにかく多数のアイデアを出すことが重要となる。また、最善のアイデアを特定することが目的ではないので、チームの中で数個のアイデアに絞っていく。このステージでは、ブレインストーミングやマインドマップといったツールを活用しながらアイデア出しに注力し、アイデア評価は後段のステージで実施していくことになる。

④プロトタイプ(Prototype)

創造のステージで数個に絞ったサービスのアイデアについて、チームメンバーやユーザーと具体的な会話をを行うために、目に見える、体験できるプロトタイプと呼ばれる物を作り、テストに向けた準備を行うステージとなる。プロトタイプというと実際に使えるアプリケーション等をイメージするかもしれないが、ポストイットによるペーパープロトタイプ、画面表示だけのモック、ロールプレイの設定や台本といったサービスを疑似体験しフィードバックを得られるものであれば形にこだわる必要はない。重要なのはテストをしたい事柄、テストでユーザーに反応して欲しいことを作り始める前に考えておくことである。

⑤テスト(Test)

作成したプロトタイプを活用してユーザーからフィードバックを得て、さらにユーザー理解を深めていくステージである。単純に機能の利用可否を確認するのではなく、ユーザーがどのように動くか、どのように感じるかのフィードバックを得て、新しい気付きを得る事が目的となる。ユーザーには機能を説明するだけではなく、プロトタイプを経験してもらうことで有益なフィードバックを得ることができる。上記の5ステージを繰り返すことによりユーザーの持つ真の問題とその解決方法に近づくことが可能となる。

(イ) デザイン思考に臨む態度

前段にてプロセスについて紹介したが、単純にプロセスをなぞるだけではデザイン思考を有効に活用したとは言えない。実践にあたっては、デザイン思考に臨む態度、心構えが重要になる。デザイン思考については方法論だけでなく、態度についてもさまざまな説明がなされており、ここではKamil Michlewskiが提唱した五つの要素を紹介する^{*2}。

* 2 Kamil Michlewski, *Design Attitude*, 2015

1. 不確実性および曖昧性を受け入れる
2. 深い共感に従う
3. 五感の力を用いる
4. 遊び心を持つことで物事に命を持たせる
5. 複雑性から新たな意味を創造する

これらの要素はデザイナーの行動だけではなく、デザイナーの考え方や感情にも着目することで抽出したものであり、デザイン思考の実践においても心掛けるべきものである。これらの態度がなければ、結局は自身の価値観を基準として、目に見えるものだけ、ユーザーが言語化できた事柄だけしか捉えられず、安易な単純化に走ってしまい、ユーザーがまだ言語化できていない真の問題やその解決アイデアを発見することが困難となる。

② アジャイル開発

ソフトウェアの開発は、プロジェクト全体のゴールを設定し、工程を複数に分解し、時間的計画と資源配分計画を策定したうえで、各工程を順番に実行していくウォーターフォール型開発で行われてきた。それに対してアジャイル開発は、一般消費者を対象としたWebサービスのように、ユーザーの要望が頻繁に変化するなど、サービス提供のタイミングやきめ細かい改善がより重視される分野あるいは事前に予測困難な要素を多く含む技術・事業領域においてとくに効果を發揮するものであり、体制の作り方や運用の仕方に関するプラクティスを含む手法である。そして近年の経営環境や市場は、アジャイルな開発スタイルを必要とする課題・ニーズがますます増えているのが現実である。

したがって、アジャイル開発は、現代の経営スタイルに求められるものに通じるところがあるといえよう。VUCAの時代においては、設定したゴールは日々変動するし、予期しなかったトラブルは日々起こる。そのため経営陣は、大きなゴール感を経営チームで共有しながら、単位プロセスを短期化し、小さく繰り返すことで不確実性に対処しようとしていくのではないだろうか。アジャイル開発では、同様の考え方に基づいてITシステムを開発する。

しかしながら、決定された中長期の計画を厳格に実行していくウォーターフォール型開発と、短期の計画を作り、実行し、見直すというサイクルを繰り返していくアジャイル開発とでは、実施するうえでのプロセスが大きく異なる。そのため、従来型のシステム開発者では対応できない場合がある。また、ユーザーや市場のニーズが変化する中で、あらかじめすべての機能セットを包括的に仕様定義し見積りを行うというウォーターフォール的な価値観を引きずったままの組織がアジャイルプロジェクトを見ると、ゴールに到達するまでのトータルコストが不透明だと見なしてスタートを切れない傾向がある。

なお、ウォーターフォール型のシステム開発でも環境変化によるコスト増減はあり、実際には余裕を見た予算計画や機器・サービスの事前購入などで対応せざるをえない。また、環境変化により実際には使われない機能やもう使う価値のない機能まで計画通りに開発してしまうという無駄が発生したり、開発が間に合わずにプロジェクト全体が遅延して大きな損失を生んだりするケースも多々見受けられる。

本章では、従来はウォーターフォール型の開発をしてきた企業がアジャイル開発を進めるにあたって、とくに注意したい点を紹介する。なおアジャイル開発にはさまざまな枠組みや手法があるが、ここでは代表的な「スクラム」を例に取り上げて説明する。

(ア) 経営層の理解と報告

まず前提として重要なのが、開発するシステムや開発元の企業の規模にかかわらず、「マネジメントを担う組織の長や役員がアジャイル開発を正しく理解したうえで推奨している」ことだ。

スクラムによるアジャイル開発では開発のアグリティやスピードを上げるために、ソフトウェアの実装からテストまでを「スプリント」と呼ばれる短期間で実施する(これが前述の「短期の計画」に相当する)。そしてスプリントを繰り返すことで、システムを作り上げていく。この繰り返しの中で、多くのスタッフは目の前の業務に集中している。

問題になるのは、ウォーターフォールの考え方が抜けきらない組織長が「いつ完成するのか?」「どんな機能にいくらかかるのか?」「設計書を確認したい」などと、現場とレベル感の異なる報告を要求してくるケースである。開発チームのメンバーが回答や準備に余計な時間を割かざるを得なくなり、肝心の開発が遅れかねない。こうした問題が起きる要因に、組織長が実際のシステム開発チームと、知識経験面や感覚心理面で距離があることが挙げられる。これにより、組織長は形式的報告を受けないと得心できなかったり、定期報告により現場に計画順守の圧力をかけたりするのである。

そのため、スクラムでは後述する「プロダクトオーナー」が開発チームと事業組織や経営層との間のインターフェース役となり、開発チームの手を煩わせないための防波堤になることが推奨される。また、開発プロジェクトが始動する前に、役員・プロジェクト責任者・各部門長など「組織のマネジメントを担い、かつソフトウェア開発のステークホルダーである人々」に対してアジャイル開発概要を説明し、その有効性を理解させたり、協力者を生み出してウォーターフォール的な対応をする人々との間に入って障害が緩和されるような体制を構築したり、責任と権限をなるべく開発チームに移譲するなどして、アジャイル開発のチームが円滑に活動できるような環境づくりを行っておくことを推奨する。

(イ) アジャイル領域の見極め

従来、システム開発は主にウォーターフォールで行われてきた。近年はアジャイル開発が台頭してきたが、それぞれの開発手法には特性があり、その適用において向き不向きがある。

一般にアジャイル開発は、「ビジネスIT(収益の源泉となる中核ビジネスや対顧客価値を提供するIT)」のような俊敏性・柔軟性を重要視するシステムに向いた開発手法と言われる。しかし、「コーポレートIT(社内で利用する業務サービスなど)」に全く向いていないとも言い切れない。頻度の高い(少なくとも1~3ヶ月ごとの)リリースが必要であったり、開発途中で要件変更が発生したりするシステムなら、「ビジネスIT」「コーポレートIT」に関係なく、アジャイル開発を導入する価値はある。また、システムの全体ではなく、システムの一部を後述するように細かいシステムに分割できるのであれば、アジャイル開発に適した一部分だけに導入するのも有効である。

逆に「要件が明確」「改修などの頻度が少ない」とあらかじめわかっているシステムの場合は、ウォーターフォールで開発した方がコスト的にも初期品質的にもよい結果が得られる可能性がある。ただし、要件が明確にFixできた・改修は起こらないというのも思い込みであることが多いので注意が必要である。

また、開発規模にも注意が必要である。一般にスクラムの手法でアジャイル開発を実施する際、適切な開発チーム(スクラムチーム)の人数は3名~9名と言われている。ところが大規模な企業情報システムの開発現場では、もっと多人数の開発メンバーを必要とすることが多い。この場合、取りうる手段は2

通りある。「大規模システムを3名～9名で対応可能な細かいシステムに分割したうえでアジャイル開発を導入する。その際、各アジャイルチームをとりまとめてマネージする大規模アジャイル手法(SAFeやLessなどの手法がある)を採用することも検討する」^{*3}、または「分割が難しいならアジャイル開発は採用せず、システム全体をウォーターフォールで一括開発する」かのどちらかである。

前者の場合、システムの一部だけにアジャイル開発を導入する手もある。まず、システム全体をサブシステム単位または機能単位に分割し、「改修などの変化が多いと想定されるもの」と「そうでないもの」に分類する。前者はアジャイル開発とDevOps、後者はウォーターフォールと、特性に合わせて開発手法を選択するのが理想的である。

なお、大規模システムへのアジャイル開発は、まず小規模なアジャイル開発チームでの成功体験を得てから進めるべきである。社内的に思想もノウハウも十分に育っていない状況では、開発を進めても混乱するだけでありスピードとアジリティは実現できない。アジャイル経験とチームの成熟度合に合わせて、適切な形で大規模アジャイルの導入を進める必要がある。

(ウ) プロジェクト体制

アジャイル開発におけるスクラムチームの人数は、前述のとおり3名～9名程度と考えられるが、アジャイル開発に関する先進企業の経験や研究によれば、その中の役割分担の構成上も、定式化されたパターンが認められる。

まず、組織の中核を占めるのが、プロダクトオーナー(PO)とスクラムマスター(SM)である。

プロダクトオーナーは、チームにビジョンを示すもっとも重要な役割である。ユーザーとの要求事項の合意や、必要機能の優先順位付け、成果物の受入れ確認など業務は多岐にわたり、体力的・精神的に大変負荷がかかる。そのため、意思決定を行うプロダクトオーナーは一人に定めるものの、その負荷を分散するためビジネスサイド(事業部門)や現場から「PO補佐(ビジネス)」、システム開発サイドから橋渡し役の「PO補佐(システム)」を選出しプロダクトオーナーをサポートするなど、POチームを組成して業務を分担することもある。ただし、この場合は、他の役割のチームメンバーがどのPO補佐と話せばよいか混乱しないよう、担当範囲をしっかり定めて周知しておく必要がある。

SMは、サーバントリーダーシップを発揮してアジャイル開発のプロセス(スプリント)が気持ちよく自然に「回る」ようにチームメンバーを後押しする役割を担う。チーム内の障害を取り除き、プロダクトオーナーやメンバーが力を出し続けられるような環境を守るのがスクラムマスターの役割である。そのため、チームメンバーに対して処理しきれないような膨大なタスクをプロダクトオーナーが要求した場合には、タスク量を減らすように進言をする必要がある。一方、チームメンバーに対しては守るべきルールを課すケースがある。スクラムマスターは組織の上下両方向と信念をもって戦い、協調もできるスキルが求められる。そして、チームを同じ方向に導き、モチベーションを高めることもスクラムマスターの重要な役割なのである。

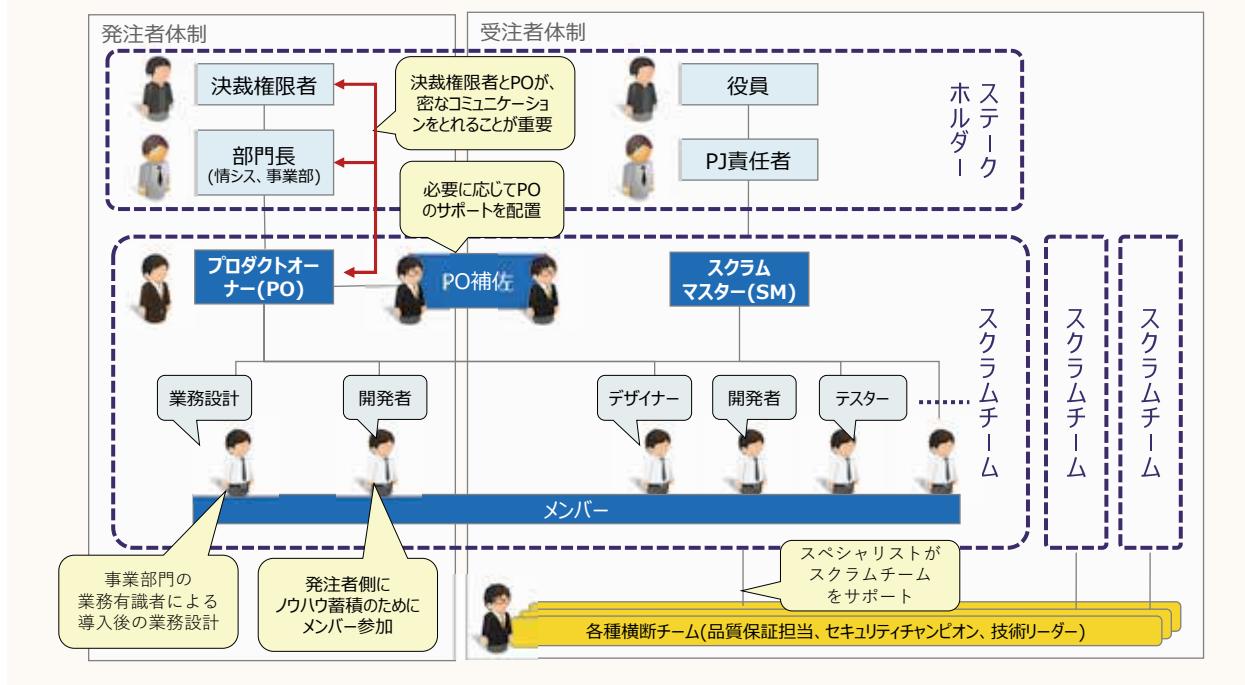
このようなチーム全体のサーバント的な管理者ともいるべきスクラムマスター役にくわえて、場合によっては、後述の品質保証担当やセキュリティチャンピオン、技術リーダー、UIデザイナーといった、

*3 スクラムのチームのリーダーを集めた上位のチームを構成し、その上位の懸案管理(バックログ)や振り返り(レトロスペクティブ)の結果を各チームに割り振って持ち帰って反映させるという階層構造を形成することによって大規模化を実現するScrum of Scrumsという考え方方が提案されている。その派生であるLarge Scale ScrumやScaled Agile Frameworkとともに、大規模システムで適用され始めている。

仕事のある側面における担当管理者(というよりもチーム支援者と言った方が適切である)を設けることもある。いずれにしても、こうした付加メンバーの技術的・環境的サポートのもとでチーム全体が、要件定義・設計・UI・実装・テスト・DB・インフラ・品質といったソフトウェア開発の全側面に関して、そのスプリント内で必要最小限に絞り込んだ機能を最大効率のメンバー間コミュニケーションの下でスピード感をもって実行することを目指さなければならない。

スクラムチームは、自社の重要な差別化要因となるプロダクトやサービスに関わるため、自社のメンバー(内製メンバー)で構築するのがよいとされているが、しかし、日本企業においては技術やスキル、人材面で難しいケースが多い。そのため、図表41-3では日本でよく見られるシステムインテグレーションの現場をイメージした構造図を示したが、ここでは「開発をITベンダーが準委任契約で受託する」ケースを想定している。

図表41-3 開発受注時のアジャイル/DevOpsチームの体制



品質保証担当とは、チームの中で、品質(ここでは、システムが期待通り動くこと、アジャイル開発をし続けていくために適切な構造になっていること、社内外の他のシステムと上手く協調することなどを指す)に関する検討をリードする役割である。アジャイル開発ではテスト駆動開発や継続的インテグレーション/継続的デリバリー(Continuous Integration; CI/Continuous Delivery; CD)に基づくテストの自動化といった手法も含めて、テスト戦略も重要となる。具体的にはコーディングルールの整備やチェックの自動化、レビュー頻度の決定、ブランチ戦略(機能の違う複数の開発を同時に進める場合に、相互に影響が少なくなるよう分離・統合する際の取り決めや考え方)の立案、レビュー観点・運用方法の整備、評価指標の決定、社内のリリース判定との整合性など、多岐にわたるが、これらの戦略をリードする存在が品質保証担当である。

セキュリティチャンピオンとはチームの中で、セキュリティに関する検討をリードする役割である。最新のセキュリティ情報を収集し、企画・設計段階からセキュリティの観点における作りこみやレ

ビューを牽引する。ビジネスITの世界では、これまでの事前・事後のセキュリティ対策では対処しきれない状況が増えているため、セキュリティテストの自動化を、後述する、継続的インテグレーション/継続的デリバリーのプロセスに組み込む。これにより、セキュリティリスクの自動的な検出と低減を目指す。

最後の技術リーダーは、チームの中で、最新の技術調査やツールの導入をリードする役割である。システム開発について、信頼できる限りにおいて有用なツールやサービスを利用して、なるべく効率的に高品質のシステムを作り、リリースしていくことが肝要である。中でも、クラウド環境に関しては、近年、Amazon(米国)のAWS(Amazon_Web_Services)やGoogle(米国)のGCP(Google_Cloud_Platform)などのクラウドベンダーからアジャイル開発・DevOpsに役立つサービスが次々とリリースされている。技術リーダーは自社の開発に関する技術動向を把握し、利用可能なツールやサービスを的確に見極め、チームメンバーを巻き込みながらツールの使い方を紹介し、導入や自動化を推進していく。初めてアジャイル開発・DevOpsに携わるメンバーが多い場合、チーム内に技術リーダーとそれをサポートするメンバーが複数人いるとチーム内での新技術への適用が格段にスムーズになる。

③ DevOps

(ア) アジャイル開発とDevOps

従来の情報システム部門がDXの求めるスピードや柔軟性(アジリティ)に対応できない原因には、開発プロセスにおける「ビジネス変化と開発スピードのギャップ」「スピードを上げたい開発部門と安全性・安定性を重視する運用部門とのギャップ」という二つのギャップがあった。前者の解決手段として提案してきたのがアジャイル開発であり、後者の解消手段として注目されているのがDevOpsである。

アジャイル開発では、開発のスコープを小さい複数のイテレーション(通常1~2週間の単位。アジャイルの典型的な手法スクラムではスprintと呼ばれる)に分解し、この短いイテレーションの中で「要件定義・設計・開発・テスト・リリース」までを行い、それを反復することによってアジリティを向上させる。一方、DevOpsは、従来、分業・分断されていた開発(Dev)と運用(Ops)の担当者がそのシステムやサービスのビジネスゴールを共有し、テスト・構成管理・デプロイ等ができる限り自動化することで、スピードと品質を担保したうえで、柔軟かつ迅速な開発を目指す。

アジャイル開発とDevOpsをあわせて導入すると、リリースサイクルの短縮や品質の向上の観点で大きな恩恵を受けられる。本章では、DevOpsを実現するためのポイントを解説する。

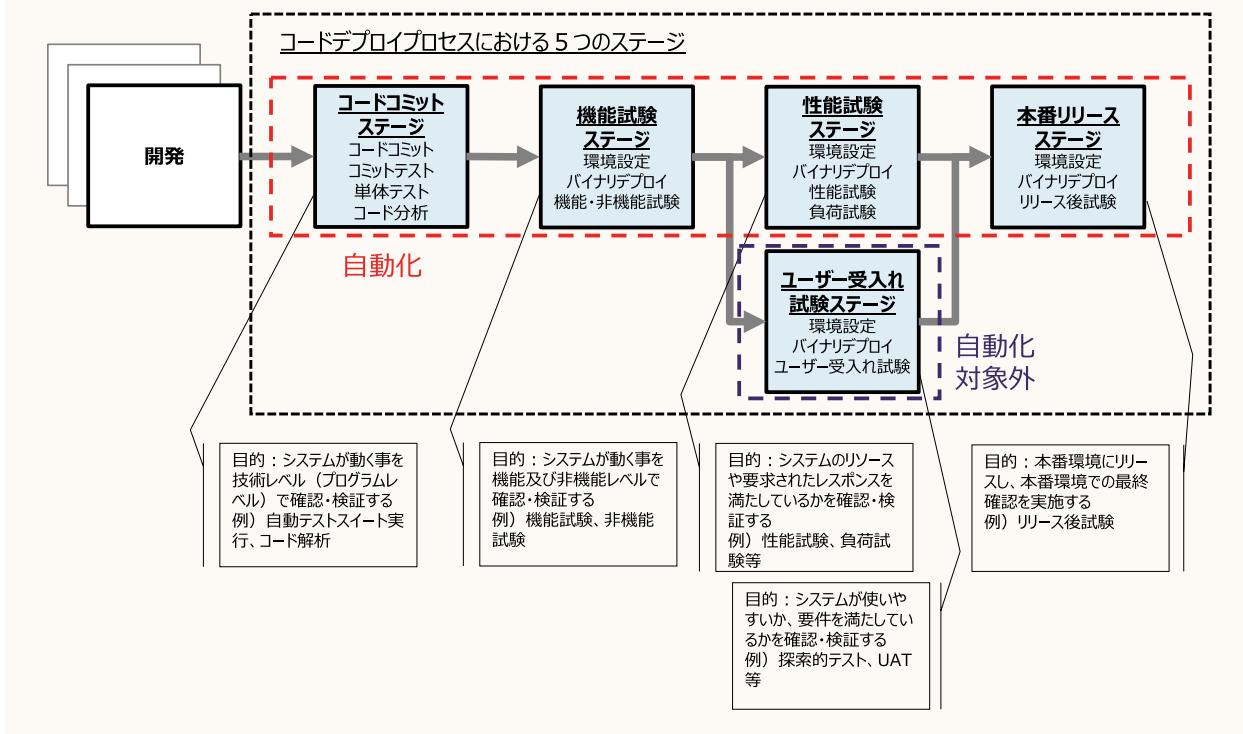
(イ) コードデプロイプロセス

システム開発においては、まず、ソフトウェアの改訂がなされ、それが要求通りに動作するか、所要のインフラ環境や協働する外部システムとの連携環境の下で期待通りに動作するかを確認後、これを本番環境にデプロイ(開発したソフトウェアを利用可能な状態にすること)するというようにステージを刻んで進む。このうち、開発環境や一部の本番環境で、コードコミット(開発・修正したソースコードをバージョン管理システムに反映させること)のステージでの自動化やテスト自動化を実現している企業は多い。だが企業の商用システムにおいて、コードコミットから本番環境へのデプロイまでのプロセス全体を自動化できているケースはまだ少ない。

アジャイル開発/DevOpsにおいて自動化は、スピードとアジリティを実現する重要な要素だ。しかし、ソフトウェア開発の各工程の担当者が個別に自動化を進め始めると、結果的に「自動化範囲の重複や欠落」「セキュリティ試験など必要なテストが不十分」「リリースの受け入れ基準が不明確」といった問題が起こりかねない。

こうした事態を避けるためには、ソフトウェア開発の全体プロセス設計と自動化を一貫して整備する必要があり、アジャイル開発・DevOpsで一般的に使われている「コードデプロイプロセス」を描いたうえで、それに沿って進めることが重要となる(図表41-4)。

図表41-4 基本的なコードデプロイプロセスの例



出典：NRIにおける実装例を簡略化して記載

一般的に、ソフトウェアをコーディングし始めてからユーザーに提供するまでには一連の段階(プロセスステージ)に分けてソフトウェアの検証を行っていくことになるが、その構造を、図を例にとりつつ、家を建てるごとに対比しながら各ステージを説明すると、次のとおりである。

- ・ **コードコミットステージ**：単体テストとコード解析を自動化し、技術レベルでの検証を行う。いわば、建物を設計し、くみ上げた段階でのチェックであり、構造設計にミスがあり目の前で壊れないかとか、おかしなゆがみがないかなどを確認するステージである。
- ・ **機能試験ステージ**：機能および非機能レベルの検証を行う。家が建ったのはよいとして、そもそも当初設計した通りに各部屋が配置してあるか、歪みでドアが開かないなどの不具合はないかなどを確認するステージである。
- ・ **ユーザー受入れ試験ステージ**：実業務の確認に加え、魅力品質(使いやすさ)などのユーザー価値の検証を行う。実際に試験的に居住するなどすることで、その価値を検証することである。
- ・ **性能試験ステージ**：性能面での検証を行う。家単体では十分な建築物になっているとしても、たとえば

設置場所の自然環境や地盤強度、電気やガスの供給事業者との関係できちんと接合できるかなども考えなくてはならない。こうした実際の環境における十分な性能を確認するのがこのステージである。

- ・本番リリースステージ：ユーザー環境へのリリースを実施し、最終確認を行う。

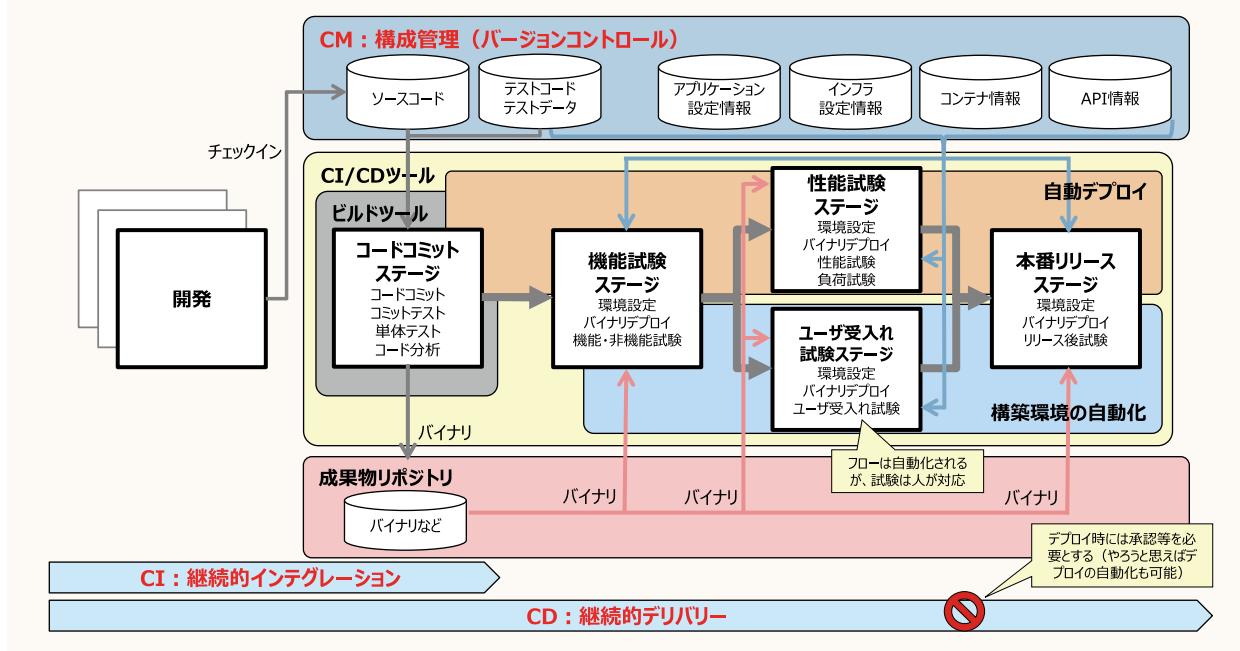
上記はあくまで一般的なプロセスステージの例であり、会社における品質基準やレビュープロセスに合わせてカスタマイズが可能であるが、いずれにせよ、こうした多段階の検証を経てソフトウェアがようやく利用できるようになるということは変わりない。

こうした煩雑な検証の省力化、確実化のために、たとえばコードコミットステージにおいてソフトウェアの構文解析・バグ検出ツールを導入するように、各段階における自動化の試みは行われていた。コードデプロイプロセスでは、こうした各ステージ単位での部分的なテスト作業にとどめず、可能な限り全体プロセスまで自動化するという工夫である。いわば、出来上がった家に関するさまざまな検証を一気通貫に行ってしまう自動検証サービスを作ろうということである。これにより、作業者毎のばらつきなく、高速に必要な検証を確実に行うことが可能になり、より高速かつ高品質な開発が可能になる。

(ウ) コードデプロイプロセスを支える二つの要素

コードデプロイプロセスのこの自動化の実現には、①構成管理(Configuration Management : CM)、そして②CI/CDという二つの要素が重要となる。これとコードデプロイプロセスの関係を図表41-5に示す。

図表41-5 基本的なコードデプロイプロセスを支える三つの要素



出典：NRIにおける実装例

(a) 構成管理

構成管理とは、各種の設定情報やプロジェクトの内外を含めた環境などを管理することである。なお、ここでいう「環境」は、OSやアプリケーションの設定だけではない。パッチの適用状態や、ネットワークトポロジーなどインフラに関する情報、外部サービスのバージョンおよび設計書なども含む。管

理するアプリケーション数やそれを組み合わせた環境数が多いほど、構成管理がリリース時の品質を左右する。

一般的にソフトウェアは決まった環境で実行されることを想定している。したがって、ソフトウェアの検証において、その前提とされているような環境を設定することは必要な作業である。

しかし、コンピューターは数多くのソフトウェアが連携作動して一つの環境を形作るため、ある適切な環境を設定するということは、極めて煩雑な作業なのである。

そのため、各ステージで求められる適切な環境を準備できるようにしておくことで、いつでも誰でも必要な環境を使ったデプロイが可能となる。もちろん、本番と同じ環境を準備することも可能で、これにより、「開発環境や検証環境ではうまくいったものの、本番環境のリリース時に失敗する」といった状態も回避しやすくなる。利用環境の数が多くなりがちなエンタープライズシステムでは、とくに重要な要素である。

(b) CI/CD

継続的インテグレーション(CI)とは、コードコミットステージにおけるプログラムの開発と単体テストまでの検証を自動化することである。これに対して、継続的デリバリー(CD)は、CIの自動化範囲をコードコミットのステージからさらに拡大したもので、コード変更が行われた段階で、変更されたコードが実行可能なソフトウェアに自動的に組み込まれ、テストや運用環境へのリリースに向けた準備も自動的に済んでしまう状態を目指す。従って、CI/CDとは、システム開発におけるコードコミットから各種検証、調整を経て本番環境へのデプロイまでの各工程を一つの大きなプロセスとしてつないでいくことを意味する。これにより、デプロイまでの業務負荷を大幅に下げられる。

従来、コードコミットステージではプログラムコードの作成や修正から単体テストまでを人手でこなしており、それ以後の各ステージでも「インフラを構築し、その上でアプリケーションを構築。その後UT、IT、STやユーザーテストを経て…」と、同様であった。CI/CDとは、これら作業の大部分をクリック一つで実現できる姿を目指すことである。ただし、単に自動化による高速化を図るだけではなく、従来は人力ゆえに、作業者毎の解釈やミスに基づく検証作業のばらつきが生じやすく、ソフトウェアの品質も低下しがちであったところ、自動化(画一化)によってその品質を向上させるという意図がある。技術的には、CMを十分活用して行うべきものである。

もちろん、CI/CDではテスト自動化を可能な限り推し進めるべきではあるが、実際には一定以上の自動化はそれだけで大変な時間とコストがかかるため、無理なく実現できる範囲から始め、段階的に自動化範囲を増やしていくべきであろう。この点については三つの重要な視点がある。

一つ目は、セキュリティの取扱いである。一般的にCI/CDにおいては必ずしもセキュリティ検証は含まれるものではないが、各種セキュリティ検証もこの自動化範囲内に括り込むことでより効率よい検証が可能になるので、可能な限り目指すべきである。

二つ目は自動化の範囲である。CDにおいては、「ユーザー受入れ試験ステージ」は人間が実際に使ってみての評価を得るべきステージなので自動化の対象外となる他、「機能試験ステージ」や「性能試験ステージ」でも、開発者だけでなくテスターや利用ユーザーを巻き込むことを前提に計画することが望ましい。開発者よりもテスターやユーザーのほうがユーザーシナリオ上の欠陥を見つける可能性がはるかに高く、実態に近い適切なテストシナリオを作成できるためである。

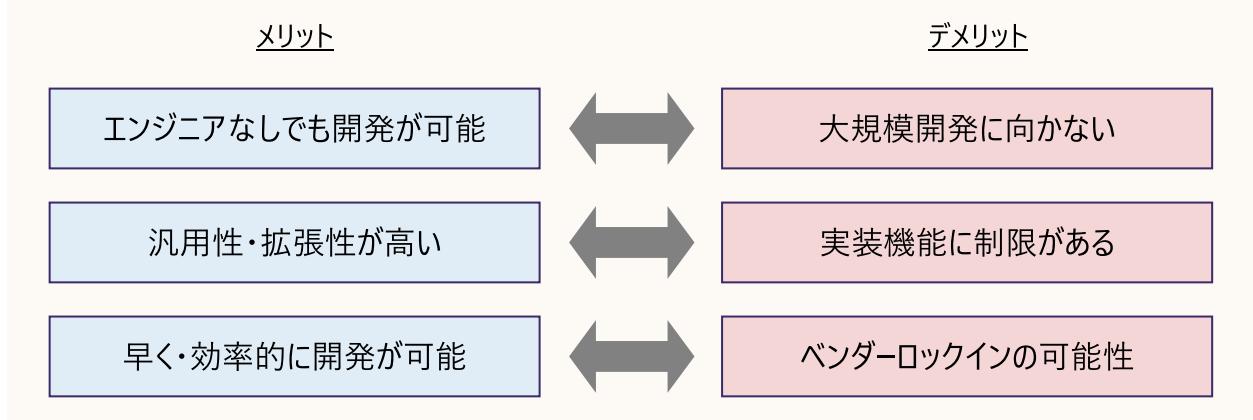
三つ目は、開発者にも設計やコーディングの段階からテストを意識させるべきだということであり、テスト駆動開発手法の実践を段階的に取り入れていくべきである。これは、ある機能に対応したコードを書く前にその機能コードが完成した場合に成功するはずの単体テストコードを開発者自身がまず書いたうえでコードを完成させ、「対応する単体テストコードがすべて成功することを開発者自身が確認したうえでコードコミットする」という文化を徹底するというものである。

テスターや利用ユーザーと密接に協力し合ってテストシナリオを作るというこのプロセスは、開発者たちに自然と必要とされている機能(=ビジネス価値)の改善に集中することを促す。これにより、定まった開発業務の効率性を高めるだけでなく、ビジネス価値の向上のためにいかなる開発を行うべきかという視点が育ち、企業にとってよりよいシステム開発に近づくことも期待できる。すなわち、事業/開発/保守の各担当者がチームとして一体となってビジネス価値=共通ゴールをめざすカルチャー醸成がもっとも大事なことである。

④ ノーコードツール / ローコードツール

近年はアプリケーションの開発ツールとして、プログラミング言語なしで実装可能なノーコードツールや、簡単なプログラミングで実装が可能なローコードツールが注目を集めている。以前は、こうしたツールは一部のツール専業ベンダーのみが提供していたが、近年では大手ITベンダーからもツールが提供されるようになり利用が拡大している。まだ、開発速度を上げるための手段としての認知も高まっており、スピードとアジャイルが必要とされるアジャイル/DevOpsとの相性もよい。一般的なノーコードツール/ローコードツールのメリット・デメリットは図表41-6のとおりである。

図表41-6 ノーコードツール/ローコードツールにおけるメリット・デメリット



(ア) 誰でも開発者となれるのが最大のメリット

これまで専門的な開発知識を持つエンジニアでない限り作成が難しかった業務アプリケーションが、業務部門などの非エンジニアでも開発が可能になるというのがノーコードツール/ローコードツールの最大のメリットである。そのため、業務ロジックや業務フローを熟知した業務部門主導での推進が可能となり、より現場のニーズにマッチしたサービスも期待できる。ツールによっては、さまざまな業務を実装するためのテンプレートもあらかじめ準備されており、汎用性・拡張性も高い。既存のシステムの維持保守に手一杯でIT人材が不足する企業においては、有益なツールである。

ただし、開発に際してビジネスロジックの考え方やセキュリティ面などその企業の開発ルールを押

さておく必要はあるため、システム部門のサポートも重要なとなる。

(イ) ノーコードツール/ローコードツールのデメリット

開発をサポートするツールを利用するという前提のため、プログラミング言語やフレームワーク、ライブラリーなどを使ってゼロから開発することができない。そのため、他のさまざまな機能と接続する大規模な業務システム開発には向かない場合がある。

また、ノーコードツールは、一般的な機能実現の範囲であれば汎用性・拡張性ともに高いといえる。しかし、目的とするシステム実現に必要な機能が提供されていなければ、そのツールの利用価値はない。ローコードツールでは他言語によるコーディングを組み込むことによる実装も一部可能であるため、その点においてはノーコードツールに比べて制約が少ないといえる。

一方で、こうしたツールの利用は、妥当な設計や保守品質の確保、組織を跨いだデータ管理といった観点で問題を抱えているのも事実である。

現状のノーコードツール/ローコードツールは、ツール間の互換性がなく移植は一般的に困難である。また、ライセンス費用が高額になるものも多いため、一度使い始めると他サービスへ移行するときのハードルが高い製品もある。さらに、標準的なツールが確立しているというわけでもない。したがって、ツールの選定に際しては、これらの課題を考慮して意思決定する必要がある。

(ウ) どのようなシステム開発から始めるべきか

前述のメリット・デメリットを考慮した場合、費用をかけてシステム化するほどではないが、実現できれば業務の効率化が見込めるシステム(例：部内における案件・物品管理や、簡易な承認システム)がパイロットプロジェクトとしての選定候補になると考えられる。これらシステムであれば、必要な業務ロジックは整理されており、失敗してもリスク(業務面・セキュリティ面)は少なく、恩恵もすぐに受けられる。

一方で、こうしたツールの利活用を組織的に進める際のルール作りも必要であり、個別事業部門ごとに勝手に蛸壺化したシステムが増えていくことのないように、情報システム部門やCIO、CDOといった役割と連携して、組織間でのデータの連携やAPIのオープン化と合わせて、真のDXが推進できるような方針の下でそれらの開発を進めていく必要がある。事業部門でスピード感をもって小回りを利かせて開発する部分と全社として組織横断で取組むべきシステム化とを棲み分け、きちんと統制しながら経営にとっての全体最適を目指すべきである。

(エ) 社内の体制

ノーコードツール/ローコードツールは、業務部門でもある程度の知識があれば開発可能なツールであることは紹介したが、システム部門が全く関わらなくてよいかといえばそうではない。業務部門に任せきりとなっていては、保守や管理がきちんとされず、セキュリティホールが生まれる可能性もある。業務部門に主体的にシステム開発を進めてもらうのはよいが、システム部門は技術リーダーとしてツールの目利きや、セキュリティ面のアドバイザーとしてサポートを実施するとともに、事業部のスピード感を殺さないように十分注意しながら、全社最適の観点でエンタープライズアーキテクチャーと整合するように管理の方針をルール化していく必要がある。

(3) 導入プロセス

前項ではDX実現のための新しいITシステム開発手法として、デザイン思考、アジャイル開発、DevOps、ノーコード／ローコードツールを紹介した。多くの企業ではすでに従来の開発手法を活用してITシステムを構築・運用している。新たな技術や手法の導入を行う場合には、既存システムとの接続や既存の手法との使い分けについて留意する必要がある。

既存システムを活用している企業が新しい開発手法を導入する際には、「小さく立ち上げて育っていく」ことを意識することでスムーズに導入が進む場合が多い。重要なポイントを3点紹介する。

(ア) 新しい開発手法は業務への影響・リスクを考慮して導入する

これらの新しい開発手法は一度にすべてのITシステムに対して導入を行う必要はない。すでに導入済みのITシステムを用いて既存の業務を行っており、とくに経験が蓄積されていない状態で新しい技術を導入してトラブルを発生させては本末転倒である。

そのため、既存の業務へ影響が少ない一部のITシステム、たとえば内部業務向けのITシステムを対象とすることで既存業務への影響を極小化しながら導入を進めるという方法がある。とくに、新しい開発手法のメリットを最大限享受する意味でも、エンドユーザーのニーズに合わせたシステムへの機能追加や改修が高い頻度で発生する想定のITシステムや、業務自体が「小さく立ち上げて育っていく」ことを目指している業務のITシステム化を対象とすると親和性が高いと考えられる。

また、前項で紹介したすべての開発手法を一度に導入する必要もない。スキルの蓄積がない状態で多くの手法に手を出すと、中途半端な状態での導入となることも多く、こちらも既存の業務に影響を与えるかねない。業務に与えるリスクと新手法導入による波及効果を勘案した適切な対象プロジェクトの選定が大切である。

(イ) 小さい組織で立ち上げる

多くの場合、導入を開始する時点では、自社に新しい開発手法に関するノウハウやそのスキルを持った要員の蓄積は少ないもしくは全くない状態である。この状態で組織内の多くの要員を集めて大きな組織として立ち上げるのは得策ではない。明確な適用方法が定まらない中では集められた要員の考え方や思いを統一することができず、望んでいた効果を得ることは難しい。そのため、まずは、小さく始めたうえで、その小さいプロジェクトのシステムの運用状況や業務に対してのインパクトを計測することで、効果を業務部門や経営幹部に示していく。これによって開発リソースを確保するとともに、機能拡張のアイデアを膨らませてプロジェクトを大きくしていく。これにより、ノウハウと実績の蓄積、将来的に新しい開発手法活用の中心となり組織の中でもモデルケースとなる要員のスキルアップを目指す。

また、自社にないノウハウの獲得に外部の詳しい人材を雇用したり、自社にないノウハウを持った企業を活用したりすることによって、プロジェクトのリスクを下げると同時に、外部のノウハウの継承といった人材育成などの観点も踏まえたメンバー構築が大切である。そうした中で、徐々にメンバーのスキル・経験が蓄積されていき、複数チームが構成できるようになったところで少しづつ中規模の組織的な取組を開始すべきである。その際、こうした活動をサポートしてくれるような組織間の連携体制と経営層の積極的な社内啓蒙活動の推進が非常に重要となる。

(ウ) ビジネス部門を巻き込んで体制を作る

部分的な導入から進める、小さな組織から立ち上げるといった、範囲を限定する方向性のポイントを紹介したが、範囲を広げる方向としてビジネス部門を巻き込んだ体制作りを行うことも重要なポイントである。

そもそも、新しい開発手法を導入する目的はユーザー部門にビジネス価値を素早く提供することで競合他社に対する優位性を確保することである。従来のITシステム開発ではユーザー部門が発注側、IT部門が受注側のような関係性であり、コミュニケーションのスピードは十分に速いとは言えず、IT部門ではエンドユーザーのニーズに直接触れているわけではないためニーズ理解が弱くなり、結局新しい開発手法を導入したとしても得られる効果が小さくなる。IT部門とビジネス部門が連携し、よりエンドユーザーに近い要員を直接巻き込んだ体制で推進することが例え小さな組織であっても効果的にノウハウと実績を蓄積するためには重要となる。

そのためには、IT部門はビジネス部門の業務を理解し、どこに困っているのかを実感できるようにする必要がある。またビジネス部門は、自分たちの悩みがデジタル技術によって解決できるものなのかどうかの感覚を持てるようにする必要がある。このために、両部門の間で人材ローテーションを行うなどの工夫をしている組織も存在する。

基本的には企業の規模によらず「小さく立ち上げて育てていく」ことが有効である。比較的規模の小さい企業は、既存システムの規模も小さい、システム化されていない業務も残されている、と考えられるので現行システムで行っている業務への影響は小さいためよりスムーズに新しい開発手法の導入を進めることができると考えられる。一方で、大企業に比べると、中核ビジネスに集中した人員配置となっていることが多い、その分IT関連に割ける人員もコストも少なく、ノウハウが蓄積されていなかったり、そもそもIT専門の部署がなかったりすることもある。そうした中でDXを推進していくためには、ビジネス部門がリードしつつも会社全体としてIT関連のケイパビリティを得るために、社内外のリソースを適時活用していく事が必須となる。そのためにも、経営層がリーダーシップを発揮することがもっとも大事なポイントとなる。

(4) まとめ

本節では、現在注目されている新しいITシステム開発手法を4種類紹介した。それぞれの特徴について、本項でまとめる。

デザイン思考

VUCA時代のサービス開発において必要となるユーザーの真の問題とそれに対する解決方法を、具体化と抽象化を繰り返して洗練していく、デザイナーの思考プロセスをビジネスに適用した思考方法である。ユーザーへの共感(Empathise)を軸として、問題定義(Define)、創造(Ideate)、プロトタイプ(Prototype)、テスト(Test)のステージを繰り返すプロセスである。デザイナーの思考プロセスだけでなくそれに臨む態度(不確実性を受け入れる態度など)も重要となる。

アジャイル開発

ウォーターフォール型の開発プロセスで進めることが難しいスピードやアジリティが求められるITシステムの開発に有効な開発手法である。アジャイル開発は「何度も改修や機能追加を実施する」「要件や環境の変化に柔軟に対応する必要がある」といった特徴を持つITシステムに適用することが望ましい。推進にあたってはアジャイル開発において必要な各メンバーの役割と必要なスキルとを理解したうえでチーム構成することが重要である。

DevOps

開発者と運用担当者が連携することによって、ソフトウェアによる新しいビジネス価値を迅速に顧客に提供するための手法であり、アジャイル開発とも相性がよい。DevOpsでは、開発と運用を一体運営するとともに、プロセスを自動化することにより従来の開発プロセスにおける「スピードを上げたい開発部門と安全性・安定性を重視する運用部門とのギャップ」を解消する。その実現のためには自動化技術とそれを支える事業/開発/保守チームの共通ゴールをめざすカルチャー醸成が重要な要素となり、コードコミットやテストを越えてコードデプロイまでの自動化(CI/CD)を各種ツール等を活用して実現する。

ノーコード／ローコードツール

プログラミング言語を使わない、あるいは一部簡単なプログラミングでシステム実装を可能とするツールである。従来は専門的な知識を持つエンジニアでないと開発が難しかった業務アプリケーションを非エンジニアである業務部門のメンバーでも開発を可能とすることが最大のメリットであり、IT人材不足の補完にも寄与する。

既存システムを多く抱える企業では、これらの新しい開発手法を導入するITシステムおよびツールの範囲と組織規模を絞り、ビジネス部門を巻き込んだ小さい体制で立ち上げて育てていくことで、既存システムへの新しいITシステム開発手法のスムーズな導入の実現を目指すべきである。

本章で紹介した手法は、顧客や事業部門のニーズを満たすために生まれたものである。そのため、ユーザー、消費者、顧客やビジネス組織のそれと近接したところにシステム開発を近づけていく、という志向性をもっている。本節で紹介した各種開発手法が企業変革としてのDXを支える技術の根幹を成すものだと考えられる。

② ITシステム開発技術

(1) 背景

① はじめに

デジタル技術の革新により、従来のビジネスモデルを変革する新規参入者が次々と登場している。GAFA(米国の主要IT企業であるGoogle、Amazon、Facebook、Appleの4社の総称)を筆頭としたIT

新興企業の勢いは凄まじく、既存企業は競争力維持のためにはDXの積極的な推進が求められるようになってきた。日本では2018年に経済産業省が2025年の崖^{*4}の問題を提唱し、旧態依然としたITシステムの調達・整備への取組方について警鐘を鳴らすとともに、DX推進ガイドライン^{*5}を作成するなど、国を挙げてDXを促す取組を続いている。さらにはコロナ禍でリアル(店や人)での接点を低減し、デジタルによる繋がりが必要になるという急激なビジネス環境の変化も相まって、DXの推進はよりいつそうその必要性を増したと言えるだろう。

DXを推進していくためのITシステム開発は、従来と異なる部分も少なくない。従来とは全く異なるビジネスモデルを実現することや、新技術の採用が必要になることなど、これまでの取組の延長線上で捉えることが難しいケースが多い。DXで実現されるデジタルサービスは非連続な進化を続けていくことを前提に考える必要がある。さらには、既存のITシステムも独立した存在ではなく、非連続な進化を続けるデジタルサービスとの連携が求められることが出てくる。したがってDXを推進していくためには、企業の経営戦略や課題に対し、高度なIT知識と広範なIT技術を複合的に取り入れ、システム全体を俯瞰したITアーキテクチャー(業務アプリケーション、データ、システム基盤を含むシステム全体の構造)をデザインしなければならない。

では、どうすればそのようなITアーキテクチャーを実現できるのだろうか。本節では、昨今のITアーキテクチャーのトレンドの変遷を振り返り、現在主流となっている考え方を踏まえ、DX時代に求められるITアーキテクチャーの特徴を整理する。

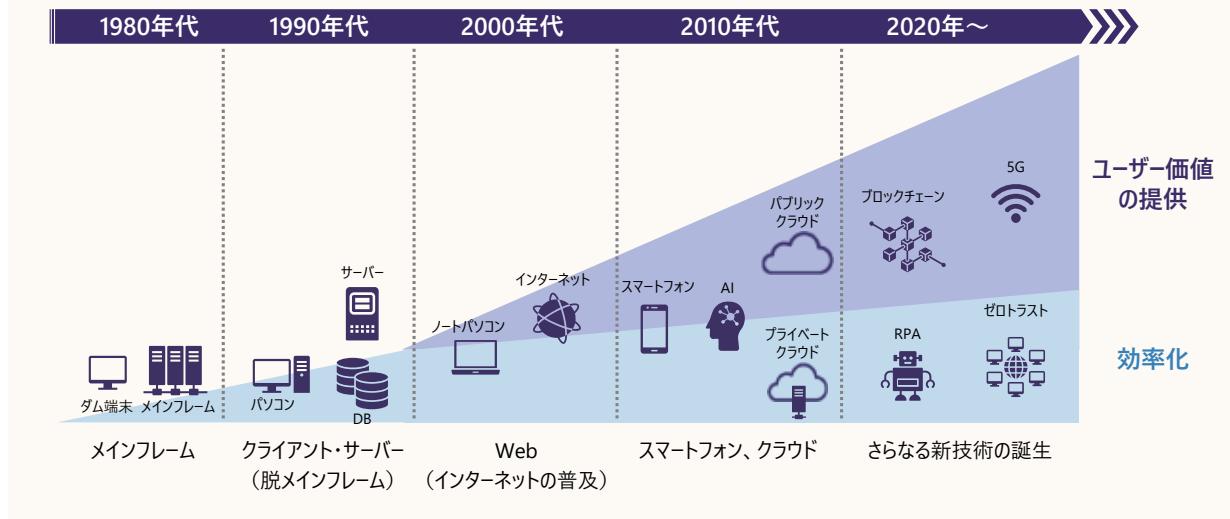
② ITアーキテクチャーのトレンドの変遷

技術革新によって、システム開発で採用される技術のトレンドは変化を続けている(図表41-7)。1980年代末までのメインフレーム、1990年代のクライアント・サーバーシステムによるオープン化(脱メインフレーム)、2000年代のインターネットの普及によるWeb化を経て、今ではスマートフォンやクラウドの積極的な利用が主流となっている。今後もブロックチェーンや5Gなどの新技術が普及していくことで、ITアーキテクチャーのトレンドは変化していくと予想される。

* 4 「DX レポート～IT システム「2025年の崖」の克服と DX の本格的な展開～」経済産業省ウェブサイト
<https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation/20180907_report.html>

* 5 「デジタルトランスフォーメーションを推進するためのガイドライン(DX 推進ガイドライン)」経済産業省ウェブサイト
<<https://www.meti.go.jp/press/2018/12/20181212004/20181212004.html>>

図表41-7 技術革新の変遷



技術のトレンドが一極集中型のメインフレームからクライアント・サーバー化による分散システムへ変化したことにより、アプリケーション開発の世界では、標準化されたプログラムをさまざまなコンピューターで自律、分散的に実行することが求められるようになり2000年代からオブジェクト指向での開発が盛んになった。

それ以前のエンタープライズにおけるITシステムは、強力な一台のコンピューターに一つのプログラムを実行させるという考え方で作られていた。そのため、プログラムは業務単位でモノリシックな構造をとることが多かった。モノリシックとは「一枚岩」という意味で、各サブシステムが適切に分割されず密結合な状態となっている。そのため一部のサブシステムに変更を加えた場合のシステム全体に対する影響範囲を見極めることが難しく、システム改修時に影響調査やテストに時間がかかる、開発規模が大きくなり費用がかさむ、結果として頻繁なシステム改修が困難になる、などのさまざまな問題が発生しやすい。

こうした課題を解決するために、一つのプログラムをより小さな機能の独立したプログラムの連携として記述しようというオブジェクト指向のプログラミング、ソフトウェア開発が登場した。その後、古い既存システムを分割して再利用性や汎用性を高める技術が流行した。

こうした、独立したプログラム = 機能サービスが連携して一つのソフトウェアの全体を形作るというSOA(Service Oriented Architecture)などのコンセプトをより発展させたものとして、最近注目されているのが、マイクロサービスアーキテクチャーである。マイクロサービスアーキテクチャーとは、小規模かつ軽量で互いに独立した複数のサービスを組み合わせて、システムを実現するという開発コンセプトである。マイクロサービスアーキテクチャーの導入によってITシステム内部構造におけるアプリケーションの疎結合化を図り、個別のサービスの変更に伴う影響範囲を小さくすることにより、デプロイ(開発したソフトウェアを本番環境に配置し、利用可能な状態にすること)の柔軟性、拡張性を高める狙いがある。先に挙げた問題を低減されデプロイがやりやすくなると、システム開発のスピードが高まり頻繁な改修が可能になる。

また、技術の進化もシステム開発のスピードを高めることに貢献している。とくにクラウドは利用したい時に必要な分のリソースを確保できるため、調達や構築に多くの時間を必要とするオンプレミスのシステムと比べアジャイルな環境構築が可能となる。

③ DX 時代に求められる IT アーキテクチャーの特徴

開発スピードを高める方向へITアーキテクチャーは進化を続けているが、その適用範囲はシステム・サブシステムの種類や特徴に応じて検討していくべきとするのがITアーキテクチャーの基本的な考え方である。

企業が保有するシステムの特性を踏まえて、全社業務の効率化を支援する品質安定性重視のシステム(現状維持機能)と、収益拡大を目指す俊敏性重視のシステム(差別化機能)の2種類に大別し、それについて適した実現方法で臨むということである。

現状維持機能には、業務オペレーションを遂行するためのシステム群、社内ユーザーが利用する人事給与、財務会計、生産管理といった企業の業務と直接関わる業務向けシステムが含まれる。こうしたシステムは、品質と安定性を重視して、ウォーターフォールでしっかりと開発することの合理性が高い。(ただし、経営環境の変化もそれなりに激しく、アジャイルでの開発経験が豊富で、アジャイルでの社内開発要員の確保も容易なユーザー企業を中心に、基幹系システムに対するアジャイル開発も米国を中心に徐々に進んできているという実態もある。)

他方、差別化機能には顧客との接点として利用するWebやモバイルアプリなどのシステム群が含まれる。差別化機能は、その機能や品質が事業のあり方に強く影響を及ぼすもので、DX推進においてはとくに重要とされる。競争力強化を目的としたサービスの高度化が不斷に求められるため、ユーザーの動向や趣味嗜好に合わせてシステムを柔軟に変更していくことが求められる。

この領域のシステムに対しては、開発やシステムのリリースサイクルを速めるため、アジャイル開発やDevOpsを採用する傾向にある。昨今の技術の進化との親和性が高く、クラウドやマイクロサービスアーキテクチャーなどを活用した新しいITアーキテクチャーの採用が望ましい。

(2) 技術概要

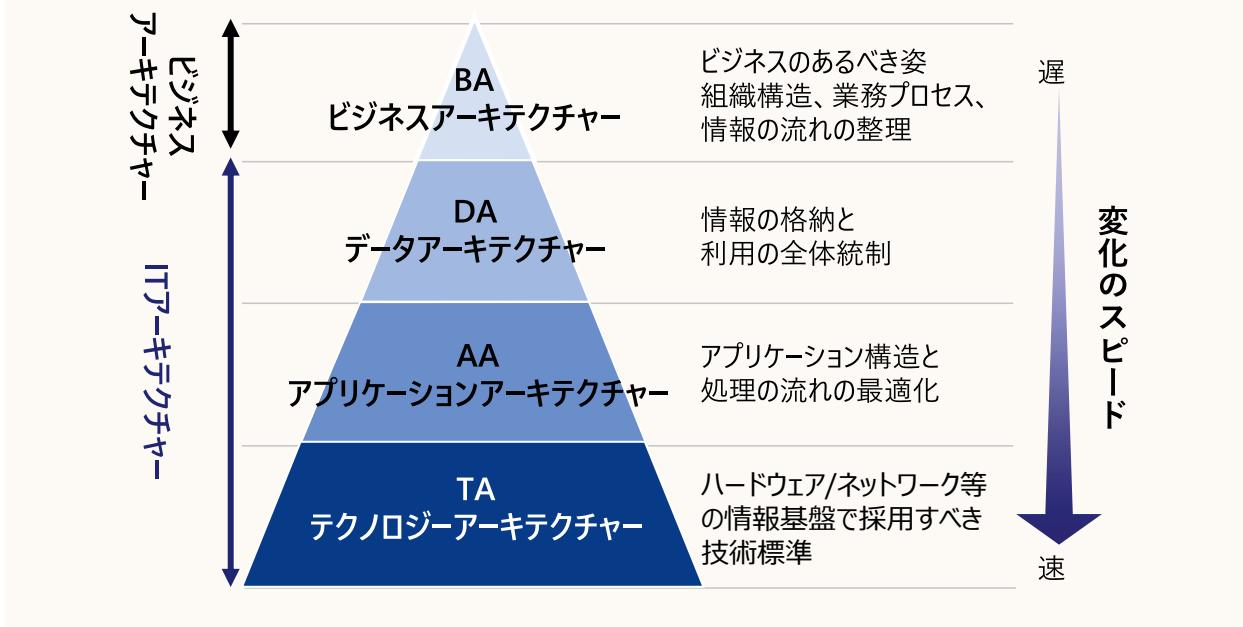
① 基本的な考え方

昨今のITアーキテクチャーは、デプロイを容易にして開発スピードを上げる方向に進化しているが、ITアーキテクチャーの進化だけで開発スピードが高まるものではない。ウォーターフォール型開発からアジャイル開発への転換、DevOpsの登場などによって開発スピードが高まり、システムの変更頻度が増した結果として、ITアーキテクチャーも変化への強さを求められるようになったという事情を無視することはできない。

上記のような高頻度の変更の要請に耐えられるアジリティの高いITアーキテクチャーをいかに構築するかという考え方については、EA(Enterprise Architecture)の構造を把握すると理解しやすい。EAは2000年頃に流行ったフレームワークで、上からビジネス、データ、アプリケーション、テクノロジーの四つのアーキテクチャー階層から成る。経営戦略とITシステムの一貫性を維持し、全体最適化を実現するのに有効な手段である。この中でビジネスとデータの2階層については、ビジネスモデルが変化しない限り、大きく変わらない。一方、アプリケーション、テクノロジーの二つの階層においては技術の進化が速く、技術トレンドの移り変わりも激しい。本項では、ビジネスとデータの2階層を支えるアプリケーションアーキテクチャーとテクノロジーアーキテクチャーの両階層の動向について、とくに理解しておくべきポイントについて説明する。まずはテクノロジーアーキテクチャーとしての「クラウ

ド」と「コンテナ」、そしてその技術を基に構成されるアプリケーションアーキテクチャーである「マイクロサービスアーキテクチャー/API」について説明する。

図表41-8 エンタープライズアーキテクチャーと変化のスピード



② クラウド

(ア) クラウドの概要

従来、自前でデータセンターやサーバーを用意してITインフラを構築していたが、近年では、クラウドサービスがITインフラとして利用され始めてきている。クラウドという言葉は広く使われており、多くの企業がクラウドを活用したITシステムを開発、提供しているが、クラウドにはさまざまな形態があり、定義が不明瞭である。米国国立標準技術研究所(NIST)の2009年の公表資料^{*6}では、クラウドの明確な定義はなされておらず、「オンデマンド・セルフサービス」「幅広いネットワークアクセス」「リソースの共用」「スピーディな拡張性」「サービスが計測可能であること」の五つの特徴をあわせ持つもの、との表現にとどまっている。

明確な定義はないものの、さまざまなクラウド活用事例から、クラウドの利用パターンは大きく「プライベートクラウド」と「パブリッククラウド」に分類できる。自前でITインフラのハードウェア自体を保有、運用するオンプレミスに対して、「プライベートクラウド」は特定の組織専用で利用するクラウド、「パブリッククラウド」はクラウドベンダーが広く一般向けにITインフラとして提供するクラウドであり、他の組織と計算リソースなどを共有して利用する形態となる。またほかにも、オンプレミスあるいはプライベートクラウドとパブリッククラウドを組み合わせた「ハイブリッドクラウド」、複数のパブリッククラウドを組み合わせた「マルチクラウド」等のパターンも存在する。

(イ) クラウドサービスパターン

クラウドの代表的なサービスにIaaSとSaaSがある。IaaSは単なるハードウェア機能のみが提供され

* 6 “The NIST Definition of Cloud Computing (SP 800-145)”, NIST Website
<https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final>

OSやアプリケーション開発は利用者側が用意することを前提としている。一方、SaaSではソフトウェアが提供する機能をサービスとして使うため、その機能は提供者側で設計、開発されたものとなる。

クラウドサービスパターンは、IaaSやSaaSにくわえて近年のコンテナ技術やサーバーレス技術の発展により増加傾向にある。近年の技術動向も踏まえたクラウドサービスの提供パターンを図で表現すると、図表41-9のとおりである。

図表41-9 クラウドサービスパターン

						凡例	
						利用者管理	クラウド事業者管理
オンプレミス	IaaS Infrastructure as a Service	CaaS Container as a Service	PaaS Platform as a Service	FaaS Function as a Service	SaaS Software as a Service		
データ	データ	データ	データ	データ	データ		
アプリケーション	アプリケーション	アプリケーション	アプリケーション	アプリケーション	アプリケーション		
ミドルウェア	ミドルウェア	ミドルウェア	ミドルウェア	ミドルウェア	ミドルウェア		
コンテナ	コンテナ	コンテナ	コンテナ	コンテナ	コンテナ		
コンテナ管理	コンテナ管理	コンテナ管理	コンテナ管理	コンテナ管理	コンテナ管理		
OS	OS	OS	OS	OS	OS		
仮想化 (ハイパー-バイザー)	仮想化 (ハイパー-バイザー)	仮想化 (ハイパー-バイザー)	仮想化 (ハイパー-バイザー)	仮想化 (ハイパー-バイザー)	仮想化 (ハイパー-バイザー)		
ハードウェア	ハードウェア	ハードウェア	ハードウェア	ハードウェア	ハードウェア		

(a) IaaS (Infrastructure as a Service)

クラウドベンダーは、ハードウェア、仮想化(ハイパー-バイザー)を提供する。利用者は、IaaS上でOSやミドルウェア、アプリケーションなどを構築、管理する。

(b) CaaS (Container as a Service)

クラウドベンダーは、クラウド上で構築されたコンテナ管理環境を提供する。利用者は、コンテナ上にミドルウェア、アプリケーションを構築、管理する。なお、コンテナの詳細に関しては次項目で紹介する。

(c) PaaS (Platform as a Service)

クラウドベンダーは、クラウド上で構築されたミドルウェアを提供する。クラウドベンダー側がミドルウェアの管理、運用を行うため、利用者はミドルウェアの利用のみを意識すればよく、ミドルウェアを組み合わせてアプリケーションの実装を担う。

(d) FaaS (Function as a Service)

クラウドベンダーは、アプリケーション実行環境を提供する。つまり、利用者はプログラムだけ用意すれば、その実行に必要な環境整備はクラウドベンダーに委ねられる。利用者が意識する必要がある要素はアプリケーションのロジックとデータのみであり、アプリケーションの実行に関連する管理、運用

はクラウドベンダー側が担う。また、アプリケーションの実行時間に依存した課金となるため、IaaSやPaaSなどと比べると料金の圧縮が見込まれる。ただし、ロジックの実行が終わったら環境自体が消去される作りになっているため、永続保存するデータについては、別のDBやストレージなどのPaaSサービスを活用して保持する必要がある。

(e) SaaS (Software as a Service)

クラウドベンダーは、アプリケーション自体を提供する。利用者は、アプリケーション利用者として設定、利用はするが、アプリケーションのカスタマイズはできない場合が多い。一般的に、利用量に応じた料金設定となっていることが多い。

(ウ) クラウドの利用のメリット・デメリット

クラウドの利用を検討するにあたっては、コスト削減や期間短縮などのメリットだけではなく、そのデメリットの把握も必要である。本項目ではクラウドの特徴として、クラウド活用のメリット、デメリットの両方を、①品質、②コスト、③スピードの観点で整理する。

クラウド活用によるメリットは次のとおりである。

(a) 品質のメリット

クラウドベンダー側からセキュリティ機能が提供され隨時最新パッチが適用されることや、国内、海外を問わず信頼性の高いデータセンター運用が享受できること、サービスパターンによってはシステム運用の一部をクラウドベンダーに任せることができること、業界で標準化されたベストプラクティスと考えられるソフトウェア等が利用できること、などが挙げられる。

(b) コストのメリット

初期投資やシステム更改時の機器費用を削減できること、利用した分に対する課金であり利用しない分はコスト抑制できること、IT資産を保有しないため固定費が変動費化できること、などが挙げられる。

(c) スピードのメリット

先進技術が積極的に提供されること、機器の購入設置が不要で迅速にシステム利用ができること、サービスを中止したい場合に減価償却を気にせずにすぐに利用中止できること、ITインフラの拡張や縮小が迅速、柔軟にできること、ITインフラの構成をコードの記述内容に従って設定するInfrastructure as Code(IaC)の機能を利用することによりインフラの構成管理をアプリケーションと同様にコードで管理できることなどが挙げられる。

一方、クラウド活用によるデメリットは次のとおりである。

(a) 品質のデメリット

クラウドベンダーのセキュリティ対策内容が公開されずブラックボックス化することや、他社システムに起因する障害、性能問題が起こる可能性があること、クラウドベンダーによるメンテナンス時間

などの制約を受け入れる必要があること、クラウド事業者がより厚い環境提供をするほど、その上に構築するシステムの当該環境への依存性から、ベンダーロックインが起き、当該システムを他のクラウドに移行できなくなる危険性があること、適切な統制や管理ができないと、クラウドベンダー側から自動的に提供されるITシステムの自社職員による勝手な利用(シャドーIT)が横行してしまう可能性があること、利用者側にもクラウドの知識が求められ重厚なサポートは受けづらいことなどが挙げられる。

(b) コストのデメリット

料金体系によっては自社構築より割高になる可能性があることが挙げられる。とくにサーバーの常時起動が必要、大容量のストレージが必要、クラウド外部との大容量のデータ送受信が必要な場合は、割高になる可能性が高い。

(c) スピードのデメリット

スピード面での大きなデメリットはないが、あえて言えば、迅速さを実現するために拡張単位が提供メニューによって制限されておりカスタマイズ性が低いことや、クラウドベンダー側の都合で機能の改廃がなされるため変化のスピードに追従し対応が求められることが挙げられる。

このように、クラウドは多くのケースでメリットを享受できる可能性の高いITインフラである。一方で、クラウド利用に対応できる技術者が不足していたり、構築するITシステムのプログラムとしての実行量や外部とのデータのやり取りの頻度、量など、コストに直結する要素を適切に見積もるノウハウがなかったりするなどの理由で、クラウド利用を躊躇している組織が存在することも事実である。利活用にあたっては、中途採用や社内でのエンジニア育成、外部パートナーの積極的な活用等をとおして、クラウド技術のケイパビリティがその組織の経営やビジネスに資するように動くことがDXの推進という観点でも非常に重要である。

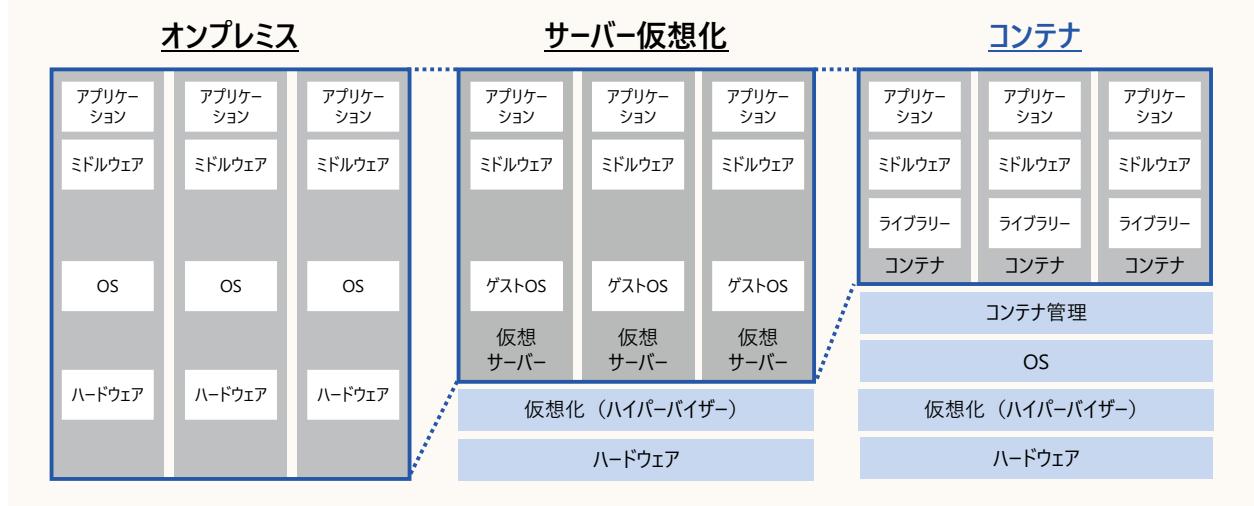
③ コンテナ

(ア) コンテナの概要

サーバーの仮想化とは、1台の物理サーバーをあたかも複数台のサーバーのように利用できる仕組みである。仮想化技術によって作られたサーバーは仮想サーバーと呼ばれ、物理サーバーにハイパーバイザと呼ばれる仮想化ソフトウェアを用いることによって動作環境を作る。それぞれの仮想サーバーは独立しており、異なるOSやアプリケーションを実行させることが可能である。

仮想化には多様なOSやミドルウェアなどを必要とする開発環境の構築を容易かつ素早く実現できるというメリットがあり、開発環境構築という点でも必要不可欠な技術となった。コンテナサーバーは仮想化と異なり、OSを含まない形でアプリケーションの実行環境をパッケージ化したものである(図表41-10)。そのため、サーバー仮想化よりも高速に実行環境を構築したり、移行・起動・削除することが可能となり、より早くシステムを開発し顧客に届けるというビジネスニーズに応えるための技術として注目が集まっている。

図表41-10 コンテナ概要



(イ) コンテナの特徴

コンテナイメージ内にはOSが含まれず、アプリケーションやミドルウェアを稼働させる最低限のライブラリーのみでよいため、各コンテナ内に実装するシステム分量は仮想化環境に構築した場合よりも軽量となる。そのため、管理が容易になり、コンテナの構築や廃棄も迅速に行うことができる。また、コンテナは、オンプレミスやクラウドを問わずさまざまな環境で稼働したり、稼働環境を移動したりできるといった可搬性が高いという特徴を持つため、開発環境で開発したアプリケーションが本番環境で動かないリスクを軽減することができる。

また、実運用する場合には多数のコンテナを稼働させる必要性があるが、それを管理するためのツール(コンテナオーケストレーションツール)を用いることで、実行処理の負荷を複数のホストを跨いで管理するなどの高度な調整を行うことができる。これはシステムを安定的に実行していくには便利な特性である。

一方、コンテナが向かないシステムも存在する。具体的には、上記の特徴が求められない、頻繁な変化を必要としないシステムに対しては、仮想化で十分なケースも多い。

④ マイクロサービスアーキテクチャー / API

(ア) マイクロサービスアーキテクチャーの概要

アジャイル開発やDevOpsによる高速開発を支えるためアプリケーションアーキテクチャーとして本命と目されているものがマイクロサービスアーキテクチャーである。マイクロサービスアーキテクチャーは「あるサブシステムでの変更が、他のサブシステムにおよびにくくする」ことを目的としたAPI(Application Programming Interface)による疎結合化を強く推し進めた形である。ここでは現在主流のアーキテクチャーとしてマイクロサービスアーキテクチャーについて説明するが、実装においては目的に応じた適切な粒度での疎結合化が肝要である。

マイクロサービスは2014年にJames Lewis氏とMartin Fowler氏によって提唱され^{*7}、図表41-11に示す九つの特徴を持つとされる。これらは当時の先進的な事例に共通する特徴として見出されたものであり、

* 7 “Microservices” <<https://martinfowler.com/articles/microservices.html>>

厳密な定義ではないとされているが、多くのマイクロサービスアーキテクチャーではこれら九つの特性を示すと考えられた。

図表41-11 マイクロサービスアーキテクチャーの九つの特徴

- | | |
|---|--|
| 1. サービスによるコンポーネント化
Componentization via Services | 6. 非中央集権的なデータ管理
Decentralized Data Management |
| 2. ビジネス機能に基づいたチーム編成
Organized around Business Capabilities | 7. インフラの自動化
Infrastructure Automation |
| 3. プロジェクトではなく製品と捉えた開発・運用
Products not Projects | 8. 障害発生を前提とした設計
Design for failure |
| 4. スマートエンドポイントとシングルパイプ
Smart endpoints and dumb pipes | 9. 進化的な設計
Evolutionary Design |
| 5. 非中央集権的な言語やツールの選択
Decentralized Governance | |

(イ) マイクロサービスアーキテクチャーの特徴

マイクロサービスにおけるアプリケーションアーキテクチャーの観点の特徴としては、以下に示す3点が重要となる。

(a) APIによる疎結合化

コンピューターのプログラムは、繰り返し何度も同じパターンを実行することが多く、そうした一定の処理を別のプログラムとして独立させ、元のプログラムは必要に応じてそのプログラムを呼び出すという構造化が多段階に起きるようになった。マイクロサービスアーキテクチャーの思想においてこの考えはさらに徹底され、現在ではシステムが複数の独立したサービス（仮想化されたコンピューターといつてもよい）としてモデル化され、二つのサービスの間で予め定められた仕様に基づき通信を行うイメージで捉えられることが多い。こうしたモデル化の中で、相手のサービスを呼び出すための接続仕様（名称や引き渡すデータやその形式等）をAPIと呼ぶ。複数のサービスがAPIを通じて連携することで、全体として一つのシステムとして動作するのがマイクロサービスアーキテクチャーの特徴である。

このように、複数のサービスがAPIを通じてのみ通信するようにした結果、APIで規定された通りの挙動を保証する限りにおいて、呼び出される側のサービス改修は自由に実施可能となる。これによってサービス単位でのデプロイ、言い換えれば所要の部分ごとに改修することが可能となり、システムの改修頻度を高めることに繋がっている。また、新旧のAPIを併用することによって、サービスに対する仕様変更の影響を最小限に抑えることもできる。

なお、APIには軽量なHTTPプロトコルが使用され、REST APIが用いられることが多い。また、APIの管理可能性を高めるため、API Gatewayと呼ばれるプロダクトを利用することも一般的で、API Gatewayを用いることでトラフィック管理、認証認可、アクセスコントロール、APIバージョン管理などの機能を集約することができる。

(b) 個々のサービスに閉じたデータ格納

マイクロサービスアーキテクチャーは分散システムであり、各サービスが独自にデータベースを管理する。あるサービスが他のサービスのデータベースにアクセスする場合は、そのサービスが提供するAPIを経由してデータを操作する。

モノリシックなシステムではしばしば複数のサービス間でデータベースを共有するように実装されるが、この場合、データベースへ修正を加える際に他サービスに与える影響を見極めることが難しくなる。しかし、データベースを共有せず、その操作をAPI経由に限定することで、サービス間の疎結合な状態を保つことができる。

マイクロサービスアーキテクチャーにおいて各サービスが自律的にデータベースを分散管理することはマイクロサービスアーキテクチャーの思想に基づいたスタイルであるが、同時に、モノリシックな実装にまつわる不確実性を抑止する有効な方法となっている。

(c) データ内容の一貫性に対する妥協

他方で、マイクロサービスアーキテクチャーのような分散型システムの原理上の限界によって、通信障害によりシステム全体が機能不全になることを避けるように考えられているマイクロサービスアーキテクチャーは、システム内において、各サービスが矛盾したデータベース状態を保持する可能性がある。

もちろん、システム内での矛盾状態は放置できないので、各サービスの状態を確認できなかった段階で更新のキャンセルを行う方法や、問題があれば元の更新を打ち消すような処理をするなど、結果的に矛盾を解消するような措置を実装することで問題を緩和できる。しかしながら、時間的な制約が厳しい場合に厳密な整合性の確保は苦手であるということは特徴の一つとして指摘できる。

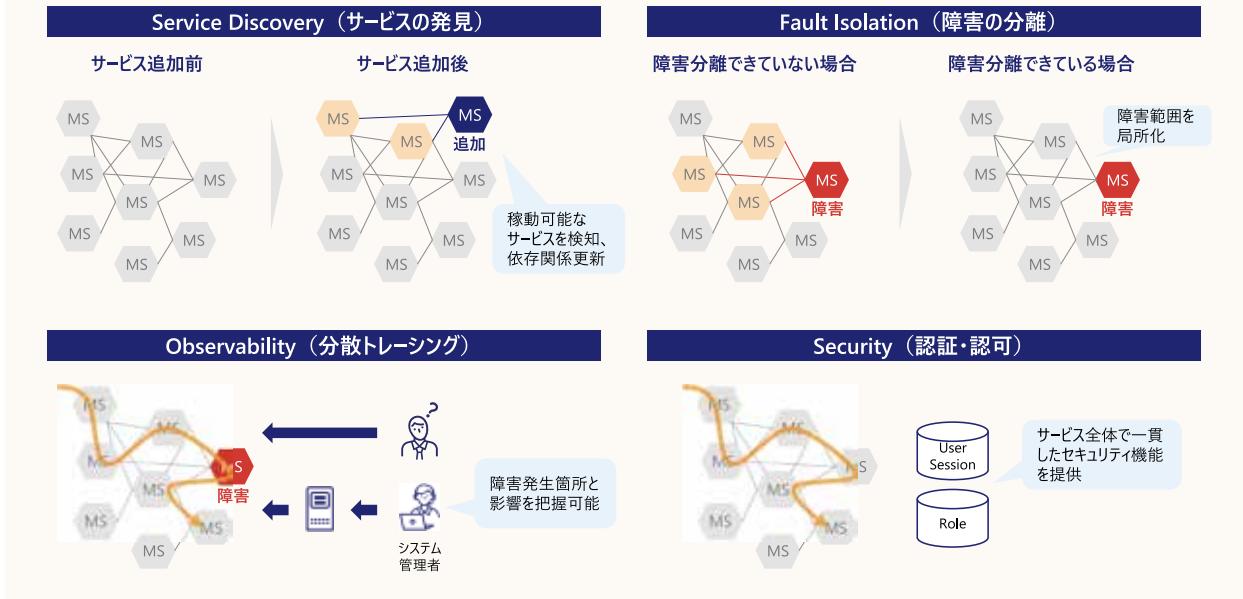
(ウ) マイクロサービスアーキテクチャーの構成要素

マイクロサービスアーキテクチャーの実現に必要な構成要素は複数存在するが、中でも重要な役割を持つのは、コンテナとサービスメッシュの二つである。各サービスを実装するためにコンテナを用いることにより、アプリケーションの可搬性と自由度が上がり、デプロイの容易性を高めることができる。

サービスメッシュはマイクロサービスアーキテクチャーにおいて、各サービス間で行われる通信を支えるネットワークサービスである。主に、サービスの発見(サービスがデプロイされる度に依存関係にあるサービスを調査し、システム側で適切な接続先を決定する)、障害の分離(通信障害が起きた時に他のAPIを遮断し、波及を防止する)、分散トレーシング(サービス間の通信内容を監視、追跡して問題発生時に発生個所の特定等を支援する)、認証・認可(セッション情報やアクセス権限などを一元管理する)といった役割を担う。

こうした機能はマイクロサービスアーキテクチャーの実装には必須と言ってよいが、それを共通のシステム基盤として実装することで、通信に関する問題を各サービスが個別に実装する必要がなくなり、システム開発者はアプリケーションのロジック開発に集中することができるという利点もある。

図表41-12 サービスマッシュ



(3) 導入プロセス、事例

① 基本的な考え方

本項では、前項で挙げた「クラウド」「コンテナ」「マイクロサービスアーキテクチャー」の導入の進め方について概略を説明する。

DXを実現するためのITシステムに求められるものの第一は柔軟性である。そのため、実行環境の制約を可能な限り小さくすることがまず考えられ、その具体的なあり方としてクラウドを念頭においてコンテナ技術による実装を考えることになる。そして、システム内部においては、コンテナの中にサービス単位で実装し、それらが互いに通信するスタイルで連携するというマイクロサービスアーキテクチャーで全体機能を実現していくのである。

そのため、まずはオンプレミスで稼働しているITシステムを、ITシステムの作りを大きく変えず、主にクラウド活用を中心にインフラのみを変革する対応を行う(リフト)。その後、DXに最適化されたITシステムへ、クラウドネイティブ化を軸にアプリケーションの作りも含めて変革していく(シフト)という方法が一般的である。

「リフト」は、オンプレミスで稼働しているITシステムに対して、クラウド上のIaaSやCaaSを活用したり、オンプレミス環境にコンテナを導入したりするものである。アプリケーションの構成が大きく変わらないため短期間に移行可能で、クラウド活用によるオンプレミスからの脱却や、コンテナ活用によるサーバー集約などにより、データセンター・サーバーの費用削減を見込むことができる。

「シフト」は、クラウド上で提供されるソフトウェア資源を活用し、実装部分を軽量化しながら、よりDXに最適化した構成へとITシステムを作り変えていくものである。この段階で、マイクロサービスアーキテクチャーやFaaSを取り入れ、アプリケーションの抜本的な作り直しも含めた変革を行い、あわせてアプリケーションの開発方式も変革していく。これにより、より変化に強いITシステムを実現することが可能となる。

以降では、「リフト」を実現するための要素として「クラウド」「コンテナ」「シフト」を実現するための要素として、「クラウド」「コンテナ」にくわえて「マイクロサービスアーキテクチャー」に関する導入プロセスや事例を説明する。

② クラウド導入の進め方

(ア) クラウド活用方針策定

クラウドは、気軽に利用が開始できる反面、統制についての考慮が欠かせない。たとえば、クラウド活用方針を曖昧にしたままクラウド活用を進めてしまうと、各部署が自由に利用してしまい、結果として情報漏洩や高額な利用料請求に繋がってしまうリスクがある。そのため、クラウド導入を進める際には、まずは、企業のクラウド活用に関する方針をまとめ、社内で合意する必要がある。クラウド活用対象とするシステム種別(例：顧客接点を担うシステムは対象とするが、基幹系システムは対象としない)や取り扱うデータ(例：個人情報や機密情報はクラウドにアップロードしない)、セキュリティ(例：社内LANから専用線経由でしかアクセスさせない)、ガバナンス(例：クラウド契約は社内の管理部署経由で行う)などの活用方針、利用規定を定める。

クラウド活用方針の策定においては、企業ルールとの適合性とシステム特性が問題になりやすい。

企業ルールとの適合性は、クラウドの持つ特性が従来のオンプレミスのITシステムと異なることによるものである。たとえば、クラウドの課金体系は従量課金であるため予算を定めて調達する自社調達プロセスと合致しない場合や、自社のセキュリティルールでITシステムの現地監査が求められるのにクラウドは現地監査を許可していない場合などである。基本的にはクラウドを考慮したものに社内ルールを作り直す必要があるが、たとえば課金体系については定額サービスの利用や利用費用のアラーム機能を用いつつ日々の注意深い運用でカバーすることで代えることも可能であろうし、現地調査については、別途証明書の提示で代替できないか調整するなどの対策も考えられる。

システム特性の観点では、クラウドの特性を考慮する必要がある。たとえば、一般的にクラウドからデータを持ち出す場合に、データ容量に応じて課金される場合が多い。そのため、大容量のデータのやり取りは可能な限り同一クラウド内でやり取りするようにしないと、高コストなシステムとなってしまう。

(イ) クラウドへの移行

利用するクラウドプラットフォームを選定する。これは、利用しようとしているサービスの有無や、耐障害性などのサービスレベル、オンプレミスからの移行のしやすさ、セキュリティ基準に準拠しているか、コスト見込みなどから選定する。

次に、クラウド移行の進め方を検討する。まずは、クラウド活用方針に従い、クラウド化するシステムとクラウド化しないシステムを選別し、その後、クラウド化する場合の移行先(プライベートクラウドかパブリッククラウドか、IaaS～SaaSのどれを選ぶか)を決定する。事前に判断基準を明確にできない場合は、クラウド移行先を相談する部隊を設置するやり方でもよい。

政府情報システムにおける事例では、基本方針として、クラウド・バイ・デフォルト原則^{*8}を挙げている。具体的には、システム開発を検討する際に、コストや利活用条件(情報セキュリティに関する諸規

* 8 「政府情報システムにおけるクラウドサービスの利用に係る基本方針」政府CIOポータルウェブサイト
<https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/cloud_policy_20210330.pdf>

定との整合性なども含める)などを総合的に勘案しつつ、まずはSaaSを利用できないか、その後、IaaS/PaaSの利用で対応できないかと評価し、こうしたクラウド基盤での実現が不適切であると判断された場合にのみオンプレミスの利用を検討するものである。これらの検討は、有識者(府省CIO補佐官)の関与の下で行われる。

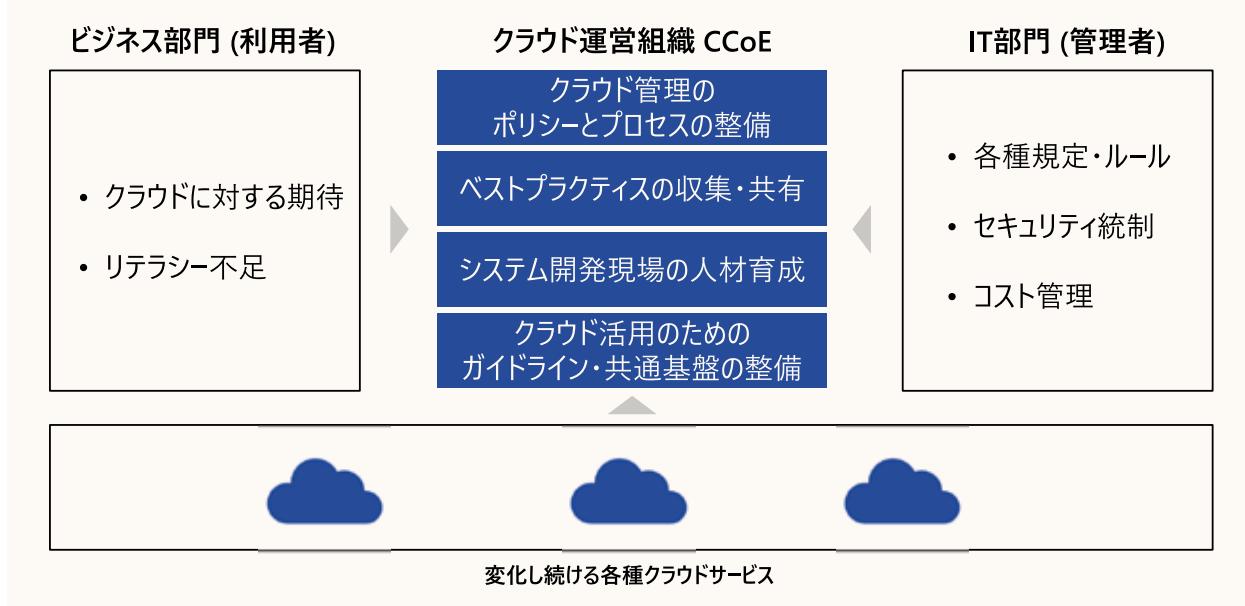
次に実際に決定し、調達されたクラウド環境にITシステムを移行するわけであるが、この場合にも、そのまま移行作業に入るのではなく、クラウドの特徴である、容易に利用開始、利用停止できる点を活かし、これまで検討したクラウド活用方針やクラウドプラットフォーム、移行方式に則したクラウド活用を進められるか、概念検証(Proof of Concept; PoC)の実施を推奨する。少数の個別システムに対して、先行してクラウド活用を進めてもらい、クラウド活用方針が現実的か、選定したクラウドプラットフォームで問題なくシステム構築、運用、移行ができるか、を検証する。

こうした段階的な準備を踏まえ、「リフト」「シフト」によるITシステムの移行を行うのである。

(ウ) クラウド導入後の運用に関する検討

クラウドは日々進化を続けるため、クラウド導入時だけでなく、クラウドを導入した後、どう活用していくかについても検討が必要である。構築時にはベストプラクティスだった構成も、数年経てば新たなサービスが提供され状況が変わることが容易に起こりうる。また、クラウドは利用者が適切に自身を理解して使うことを求めている。そのため、クラウドは利用する側にもスキルを身に着ける必要があり、進化するクラウドに追従可能なクラウドを活用する人材の育成も必要となる。そのような状況に対応するため、クラウド関連の状況と情報を把握し対応を進めるための専門部署(Cloud Center of Excellence; CCoE)(図表41-13)を導入する企業も出てきている。

図表41-13 CCoE概要



③ コンテナ導入の進め方

(ア) コンテナ活用方針策定

コンテナ導入の第一歩として、コンテナ活用方針をまとめること。どのようなシステム種別であればコン

テナ化対象とするのか、活用方針を定める。また、コンテナ実行環境として、オンプレミスにするか、クラウドを活用するか、コンテナオーケストレーションツールはどう運用するかなど、コンテナに関する全体方針の検討を行う。

コンテナ導入は、単体で検討を進めるよりも、前述のクラウド導入も含めた、企業全体のITインフラ検討の一環として進める必要がある。コンテナの実行環境自体は、オンプレミスでもクラウド(CaaS)でも可能である。また、本当に今のシステムにコンテナが必要か、の考慮が求められる。2(2)③(イ)で述べたような、コンテナに向かないシステムではないか、メリット、デメリットを比較したうえで、コンテナを導入した方が効果を見込めると判断できる場合に導入することを推奨する。

(イ) コンテナ実行環境、移行方式の決定

コンテナについては、これを実現するためのさまざまなツールがすでに数多く提供されているため、コンテナ活用方針に基づいて決定されたコンテナ化の方向に従って、最適なものを選ぶという作業が中心となるであろう。

選定にはトレンドや実績、コストなどを総合的に勘案する必要がある。コンテナ技術はまだ比較的新しい技術であり、業界標準として採用される実行環境・ツールも日々変化していくと見込まれる。そのため、クラウドベンダーをはじめとした業界動向や採用事例をもとに、採用するコンテナ実行環境、コンテナオーケストレーションツール等を選定する。また、コンテナ移行作業についても、一般的にはコンテナ移行ツールを選定し、利用することが多い。

なお、実際のコンテナ導入にあたっては、コンテナ導入のベストプラクティスを参考にすることが望ましい。また、NISTは2017年にコンテナセキュリティガイド^{*9}を発行しており、コンテナに関連する潜在的なセキュリティリスクと、リスクに対処するための推奨事項を提供している。なお、このようなベストプラクティスをそのまま採用するのではなく、導入対象となるシステム種別や特有の事情に合わせた判断やカスタマイズが必要な点は、留意が必要である。

(ウ) 概念検証

コンテナについても、概念検証の実施を推奨する。コンテナ環境上で業務サービスを提供しているケースを想定し、構築・テスト・リリースに関してコンテナ環境特有の要素を洗い出す。とくに、コンテナは構成管理の機能を包含しているためIaCやCI/CDといった自動化と相性がよい技術なので、これら自動化関連技術を組み合わせて想定通りの効果を得ることができるか、検証を行うことが望ましい。また、性能や耐障害性といった非機能要件の観点での検証を行い、業務サービスが実用に耐えうるかの検証も合わせて行う。

④ マイクロサービスアーキテクチャー / API 導入の進め方

(ア) マイクロサービス化の始め方

マイクロサービスアーキテクチャーの導入の先進企業として有名なNetflix（米国）の取組はPoCから始まった。モノリシックなシステムに対して100人以上の開発者が書いたプログラムを集めて2週間に一度本番リリースすることに限界を覚え、その解決策としてマイクロサービスアーキテクチャーに

* 9 “Application Container Security Guide (SP 800-190)”, NIST Website
<<https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-190/final>>

辿り着いたとされる。また、マイクロサービスアーキテクチャーの導入は一部の対象から徐々に適用範囲を広げるアプローチをとり、小さなプロジェクトを重ねてマイクロサービスアーキテクチャーの導入への取組を洗練させていった。その結果、今では同社のサービスは多数のマイクロサービスで構成されている。Netflixの取組は絶対的なものではないが、開発の不確実性を下げるためのPoCの実施や、小さく始めて徐々に適用範囲を拡大するスマールスタートのアプローチは一般的に有効だと考えられている。

なお、Netflixの事例では、開発スピードを加速するための手段としてマイクロサービスアーキテクチャーを採用した点に注目する必要がある。一般的にシステム再構築が必要となる原因是多様であり、常にマイクロサービスアーキテクチャーの導入が正解だとはいえない。マイクロサービスアーキテクチャーの導入は後述のとおり試行錯誤を重ねながら取組むことを求められるため、その導入目的およびKPIを初期段階で設定することが重要となる。マイクロサービスアーキテクチャーの構成要素で触れたような複雑化したシステムを支える仕組みや技術者のスキルも求められるので、こうした諸条件も勘案してマイクロサービスアーキテクチャーの採用可否を判断すべきである。

(イ) システムと体制の段階的移行

マイクロサービスアーキテクチャーの導入によって、各マイクロサービスが他サービスとの調整なく自律的にシステムを改修できるため、開発スピードが高速化される。

このため、マイクロサービスアーキテクチャーの導入は、それぞれの業務を最高速でこなせるようなシステム開発・運用体制への変更も要請する。この点について、Amazonでは創業者のJeff Bezosが提唱する、「各チームの人数はピザ2枚を分けられる人数を超えてはならない」という Two-Pizza Teams^{*10}と呼ばれるルールが存在し、これによれば、各チームの最大人数は8名に制約される。こうした小さなグループが自律的にシステムを開発していくが、これを協調的に動かすために、実装を進める過程での齟齬や振り戻しは必ず発生すると考えることが重要である。

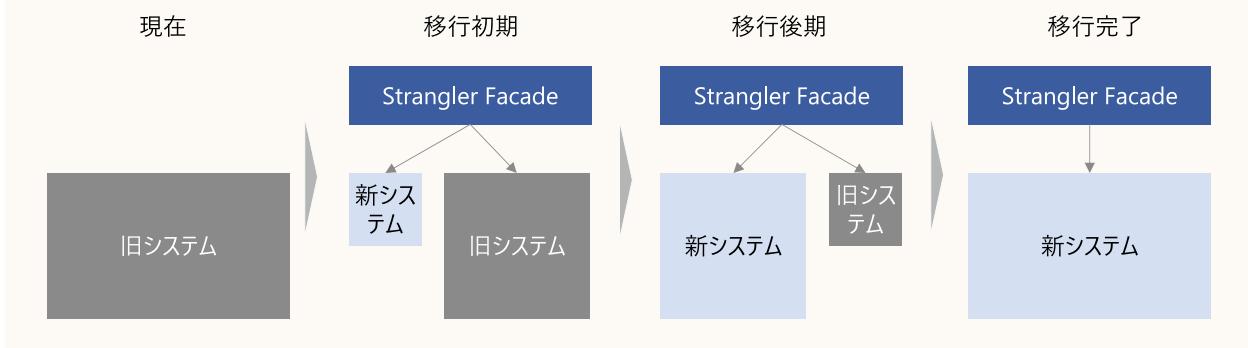
このようにマイクロサービスアーキテクチャーの導入はそもそも漸進的なシステム開発であり、したがって、システム再構築も、従来の一括(ビッグバン)でのシステム切替えではなく、段階的に切替えていくことが有力な選択肢となる。また、とくに長期間稼働しているシステムは、改修を重ねて大規模になっている場合が多く、大規模システムの一括切替えは、リスクが高く制御不可能なプロジェクト規模になってしまことから、数多くの機能の中から変更が頻繁に行われる機能を中心にマイクロサービスアーキテクチャーへ段階的に移行することによって、プロジェクトのリスク管理、制御可能性を確保できる。

段階的な切替え方式としては、まずシステム間連携を担うゲートウェイ(Strangler Facade)を通じて内部システム間で連携を行う方式にシステム全体を切替えてから、徐々にシステムを切替えていくやり方がよく知られている(Strangler Application Pattern)。

* 10 “Two-Pizza Teams”, AWS Website

<<https://docs.aws.amazon.com/whitepapers/latest/introduction-devops-aws/two-pizza-teams.html>>

図表41-14 Strangler Application Pattern



(ウ) 複合的な推進

マイクロサービスアーキテクチャーをITアーキテクチャーの観点だけで取組むことは推奨されない。アジャイル開発やDevOpsの採用、CI/CD環境の導入などと合わせて開発スピードを高めていくための手段であることは強く意識するべきである。また、市場や利用者の変化に追随するために設計時についてすべてを確定させることは困難であるという特性上、システム開発会社に請負契約で開発を任せている場合は、成果物の定義が難しくなる。システム開発の内製化やシステム開発会社との契約体系の見直しが必要になる可能性もある。また、社内の組織運用も、Two-Pizza Teamsルールが示唆するように、小規模化、自律化が望ましい。このように、マイクロサービスアーキテクチャーは会社組織の機能や運用を改革するさまざまな取組と組み合わさり、複合的に推進されていくことで効果をより発揮するのである。

(4) まとめ

本節では、DXを実現するためのITシステム開発技術として、主に「クラウド」「コンテナ」「マイクロサービスアーキテクチャー / API」について取り上げ、技術概要や導入プロセスについて説明した。「クラウド」については、メリット、デメリットや、クラウドサービスパターン、導入の進め方や体制について紹介した。「コンテナ」については、仮想化技術との違いやコンテナが向くシステムと向かないシステム、コンテナオーケストレーションツールについて紹介した。「マイクロサービスアーキテクチャー / API」については、特徴や特有の構成要素、マイクロサービスアーキテクチャーの導入の進め方について紹介した。

これらが示唆する今後のITシステム開発技術での重要なポイントは、多様性と最適化、自動化、そしてそれらを実現するための各種ツールの活用であろう。ITを利活用するユーザー企業では、企業全体、あるいは部署ごとに多様なニーズがあり、それはITシステムの各部分において異なるニーズがあることを意味する。市場で提供されるITインフラ・サービスはインフラの提供形態、クラウドのサービスパターンが示唆する通り多様化の方向に進んでいるが、どれをとっても企業全体のニーズを過不足なく満たすものではなく、結局のところ、それぞれに最適な選択をせざるを得ない。

問題は、この多様な選択、多様な開発を認めつつ、それらを協調させて、企業として統一的な運用を実現しなくてはいけないということであろう。この調整作業は極めて煩雑で、これを人の手で行うことは

極めて困難であり、そしてその巧拙がITシステムの動作品質に、ひいては企業のパフォーマンスに影響してしまう。そのため、これをカバーする各種ツールが提供されており、技術的対応も、どのツールを利用するか選択するかの重要性が増している。

このツールによる調整の自動化は、開発面においても大きな省力化につながっていることは、CM(構成管理)やCI/CD(継続的インテグレーション/継続的デリバリー)について説明した通りである。これにより、ITシステム開発者はITシステム開発の環境準備に心を碎く必要なく、アプリケーションに必要なロジック部分に注力することができるようになっている。前節で取り上げたローコード/ノーコードは、このトレンドが事業部の現場にまで広がってきていることを示唆しており、DXの実現において、現場でのIT開発は必須要件とまで言われている。そして、それを実現するためには、それを支える適切なアプリケーション、ツールの導入が不可欠なのである。

アプリケーションやテクノロジーの進化は早い。近年のITシステム開発技術では欠かせないクラウドを中心に、ITシステム開発技術のトレンドを日々追いかけ、自社に最適なITシステム開発技術を模索していくことが肝要である。

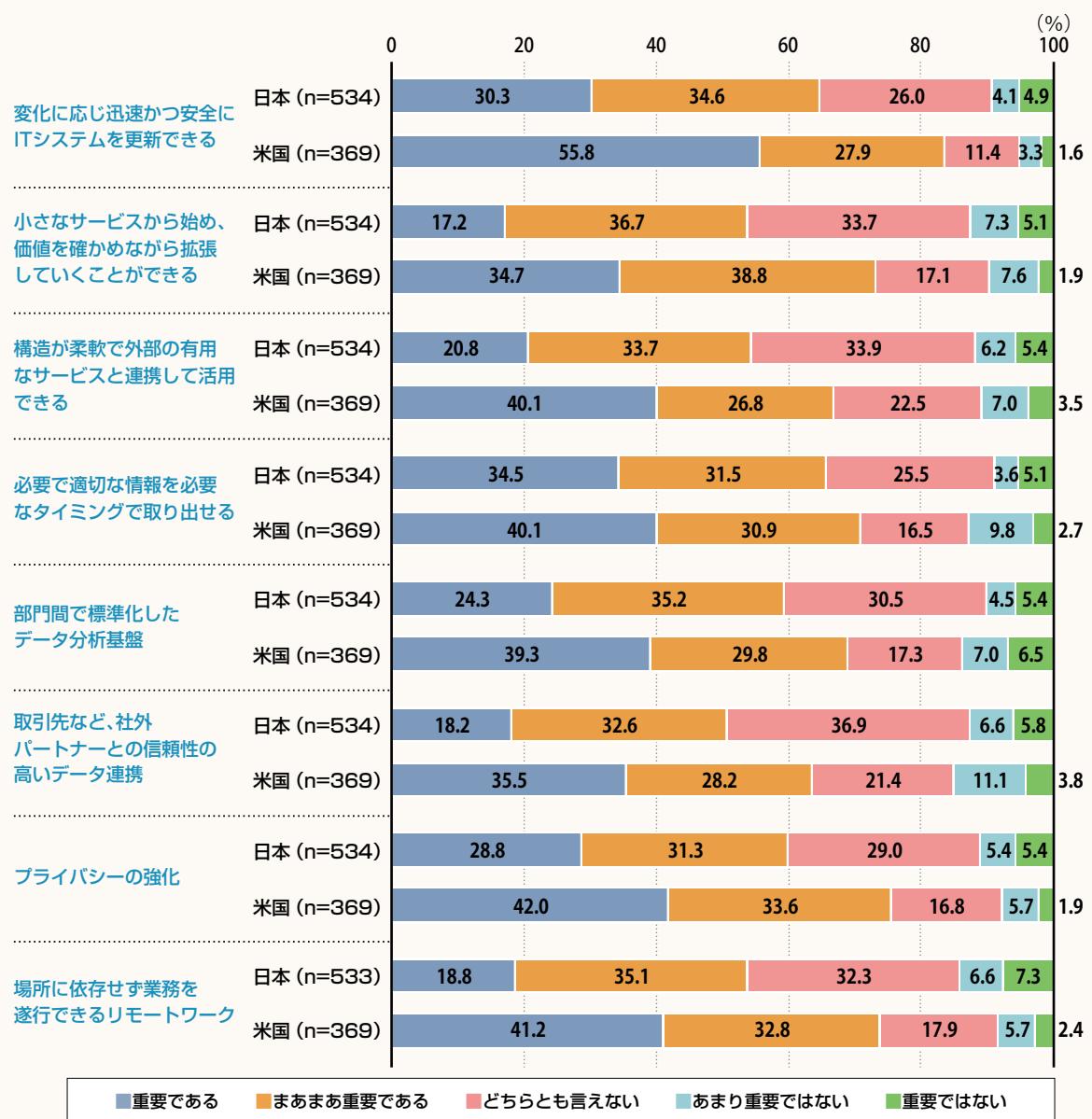
③ 開発手法・技術の活用状況と課題

本節では、前節までに紹介した手法・技術についてアンケート調査を実施し、それらの活用状況や導入課題を把握するとともに、活用の方向性を検討した結果を説明する。

(1) ITシステムに求められる機能

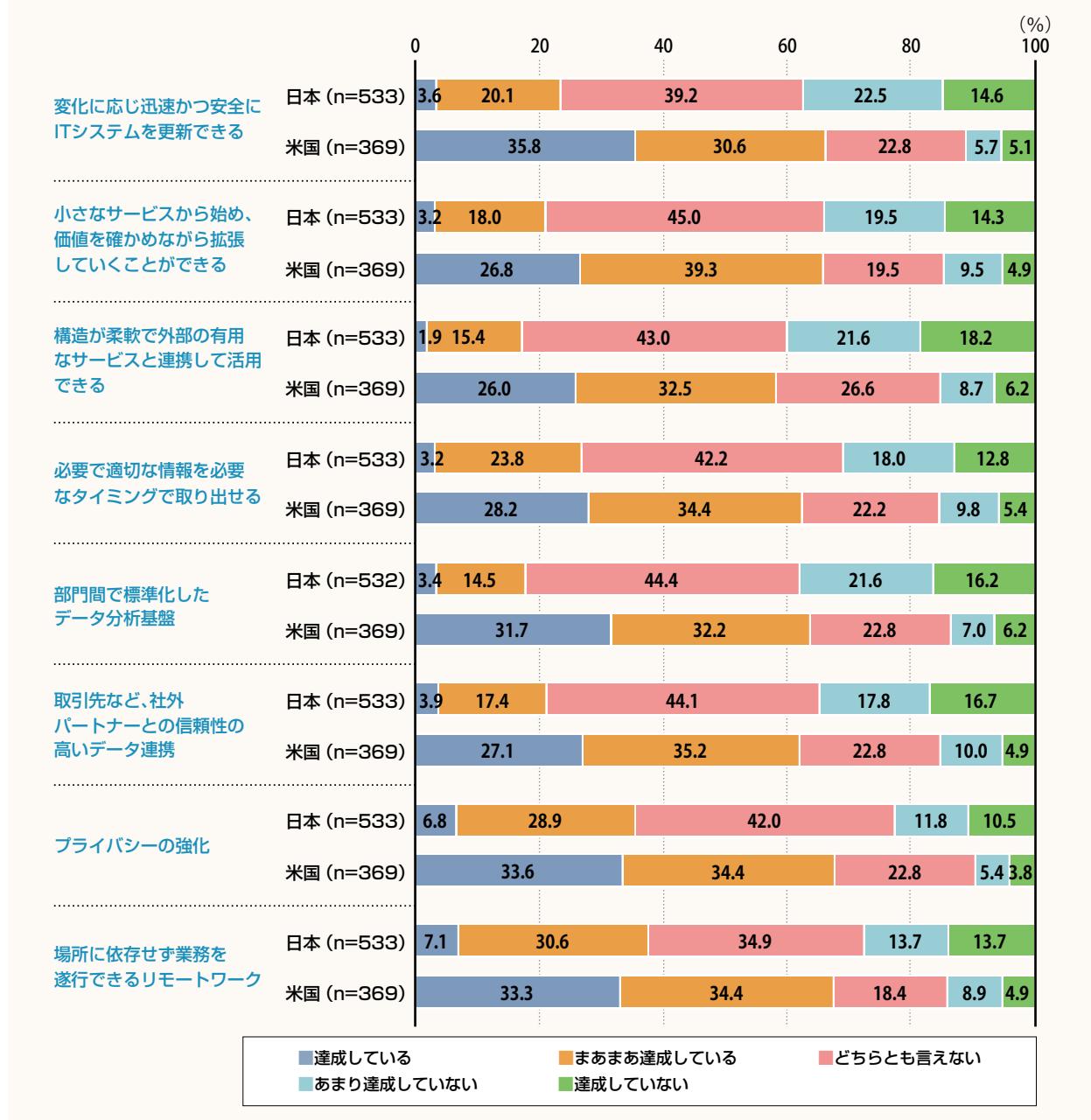
企業が環境変化への対応に向けてデータ分析を行ったり、新しいアプリケーションを追加したり、新サービスを短期間で立ち上げたりするために、ITシステムには「スピード・アジリティ」や「データ利活用」を実現する機能が求められる。図表41-15は、このようなビジネスニーズに対応のためにITシステムに求められる機能について、各社における「重要度」の認識を尋ねたものである。日米企業の差は顕著であるが、とくに「変化に応じ迅速かつ安全にITシステムを更新できる」については、「重要である」と回答した企業が日本では30.3%、米国では55.8%と2倍近い差がある。

図表41-15 ビジネスニーズに対応するためにITシステムに求められる機能(重要度)



図表41-16は、前述のビジネスニーズに対応するためにITシステムに求められる機能について、各社の「達成度」を尋ねたものである。日本企業を見ると、前設問の「重要である」「まあまあ重要である」の合計値に対し、「達成している」「まあまあ達成している」の合計値は、多くの項目で半分以下であるが、「プライバシーの強化」は約6割、「場所に依存せず業務を遂行できるリモートワーク」は約7割と比較的高い。米国企業を見ると、「達成度」は「重要度」より低いものの差は小さく、重要視する機能を着実に実現していることがうかがえる。

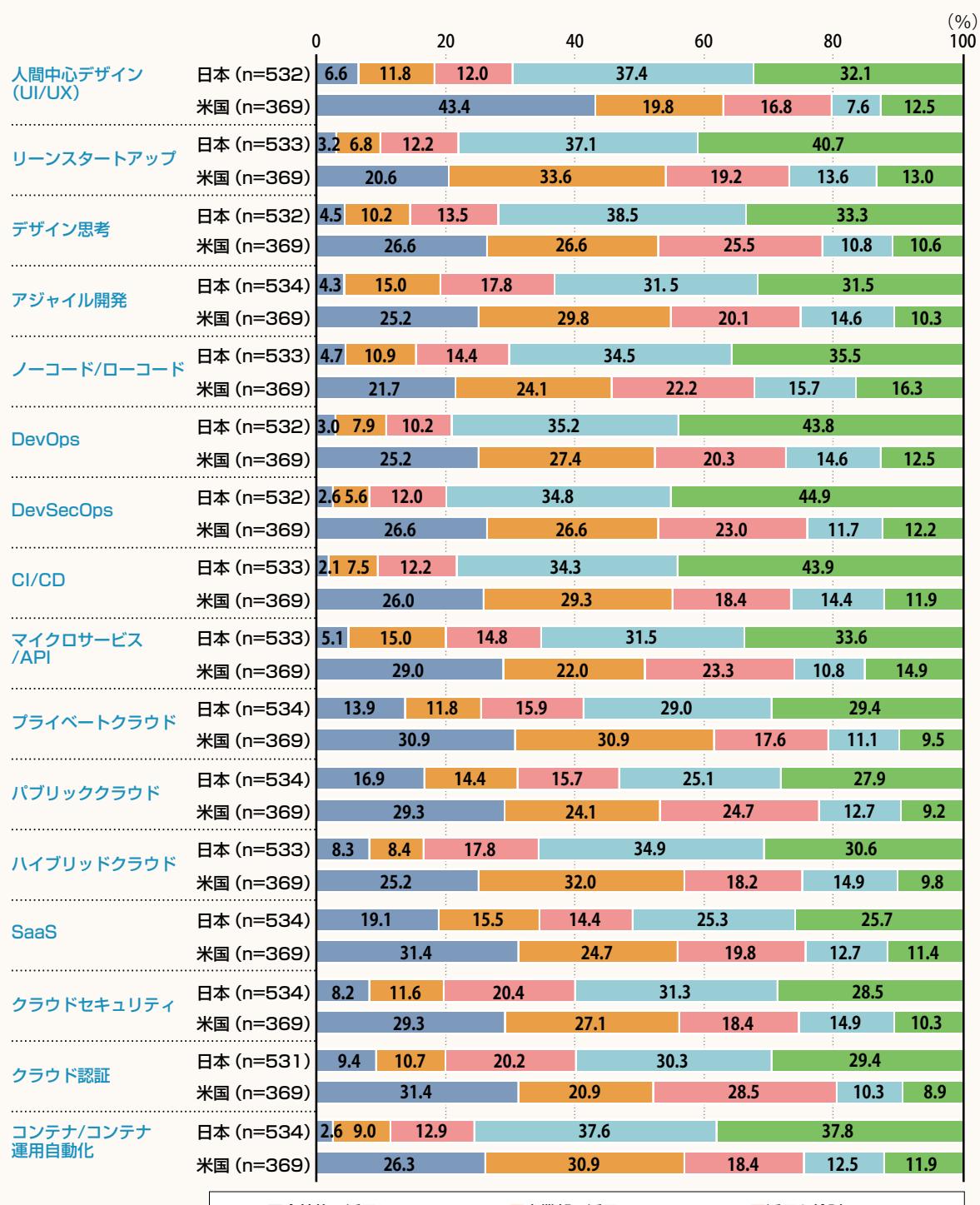
図表41-16 ビジネスニーズに対応するためにITシステムに求められる機能(達成度)



(2) 開発手法・技術の活用状況

図表41-17は、ITシステムの開発手法・技術の活用状況である。米国企業は「全社的に活用している」「事業部で活用している」の割合が日本企業より大幅に高い。とくに「人間中心デザイン(UI/UX)」は「全社的に活用している」が4割を超えており、誰もが利用しやすいITシステムの実現に全社的に取組む姿勢がうかがえる。

図表41-17 ITシステムの開発手法・技術の活用状況

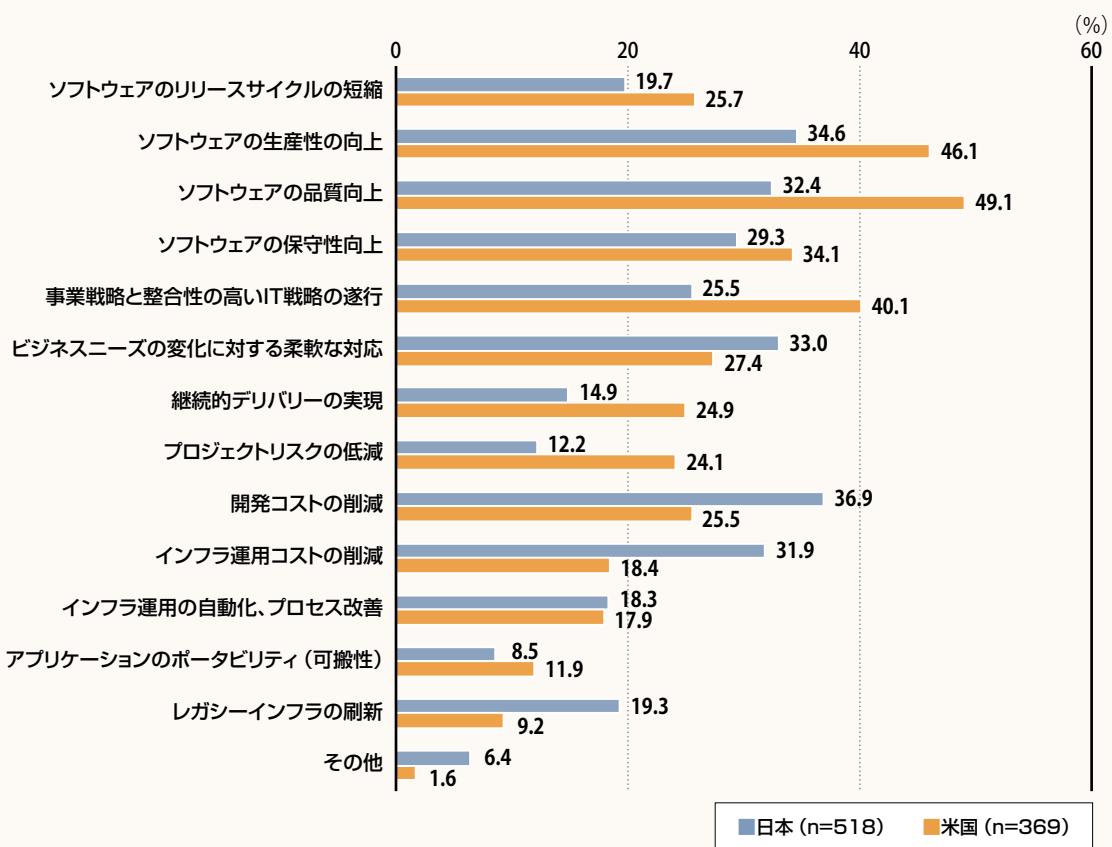


■全社的に活用している
■事業部で活用している
■活用を検討している
■活用していない
■この手法・技術を知らない

これに対して日本企業は、「この手法・技術を知らない」の割合が25.7～44.9%と、米国企業(10%前後)と比較して著しく高い。図表は掲載していないが、日本企業に関して企業規模別で見ると従業員数が30人以下の企業において各技術について知らないと回答する割合が50%以上となっており、中小企業における技術理解の向上が望まれる。

図表41-18は図表41-17に示した手法・技術の導入目的を尋ねたものである。開発コストやインフラ運用コストの削減、レガシーインフラの刷新については日本企業の回答率が高く、ソフトウェアのリリースサイクルの短縮、生産性や品質、保守性の向上、事業戦略と整合性の高いIT戦略の遂行、継続的デリバリーの実現、プロジェクトリスクの低減においては米国企業の回答率が高い。

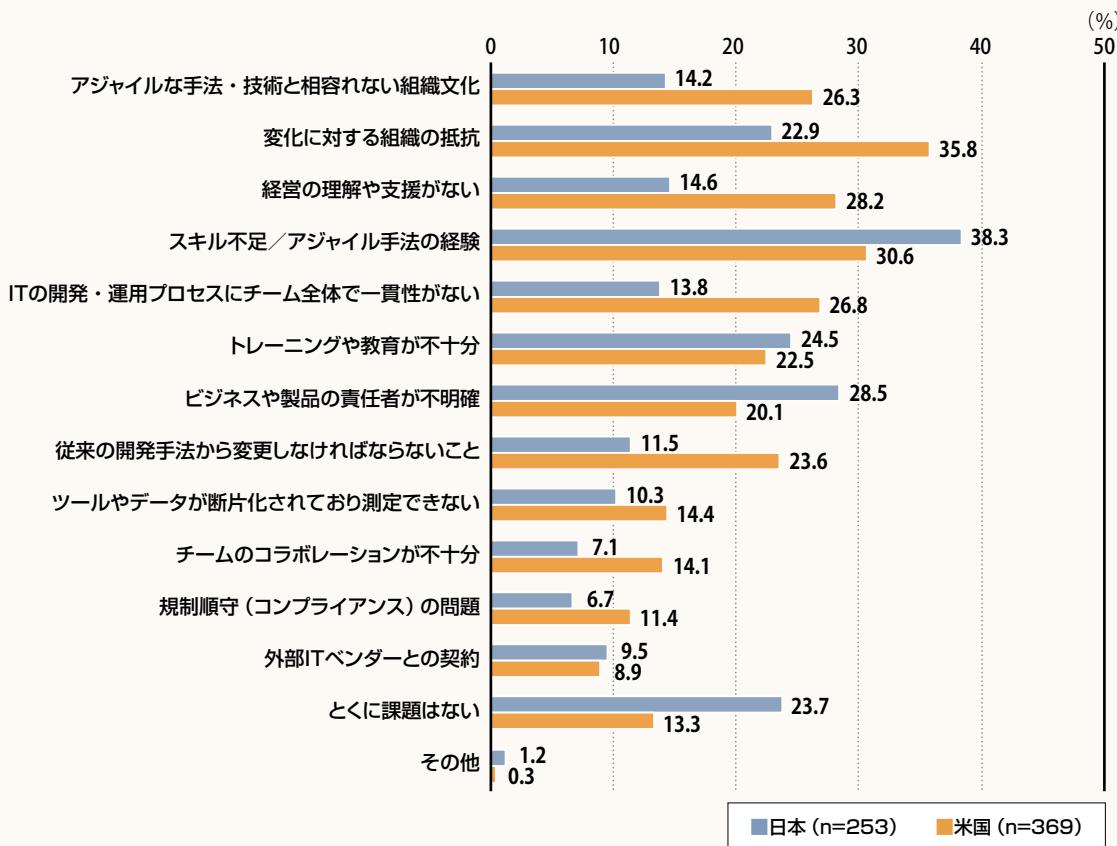
図表41-18 ITシステムの開発手法・技術の導入目的(複数回答)



図表41-17に挙げられたクラウドやマイクロサービス／API、DevOps、CI/CDなどの技術は、図表41-15で米国企業のトップであった「変化に応じ迅速かつ安全にITシステムを更新できる」を実現するとともに、ソフトウェアのリリースサイクルの短縮、生産性や品質、保守性の向上、継続的デリバリーの実現にも資するものもある。米国企業は、ITシステムの「スピード・アジリティ」に対する意識が高く、手法・技術の導入においてもその意識が表れていると考えられる。

図表41-19は、ITシステムの開発手法・技術を活用する際の課題を尋ねたものである。

図表41-19 ITシステム開発手法・技術の活用課題(複数回答)



図表41-20に日米差を整理する。米国企業の方が割合が高い課題は「組織文化」「変化への抵抗」「経営の理解」「チームの一貫性」「従来からの変更」など、企業の文化に関連したものが多い。経済産業省「DXレポート2」^{*11}では「DX推進の本質はレガシー企業文化からの脱却にあるという認識の下、企業が取り組むべきアクションを具体的に示すことにより変革の加速を目指す」ことを目的の一つとしているが、DX取組の遅れ(第2部第1章図表21-1 DXへの取組状況参照)が日本企業の企業文化に関連する課題認識の低さに関係している可能性がある。

図表41-20 ITシステムの開発手法・技術の活用課題の日米差

日米の差	ITシステムの開発手法・技術の活用課題(選択肢)
米国が高い(50%以上)	アジャイルな手法・技術と相容れない組織文化、変化に対する組織の抵抗、経営の理解や支援がない、ITの開発・運用プロセスにチーム全体で一貫性がない、従来の開発手法から変更しなければならないこと、チームのコラボレーションが不十分、規制順守(コンプライアンス)の問題
米国が高い(50%未満)	ツールやデータが断片化されており測定できない
日本が高い(50%未満)	スキル不足／アジャイル手法の経験、トレーニングや教育が不十分 ビジネスや製品の責任者が不明確、外部ITベンダーとの契約
日本が高い(50%以上)	とくに課題はない

* 11 経済産業省「DX レポート 2(中間取りまとめ)」

<<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201228004/20201228004.html>>

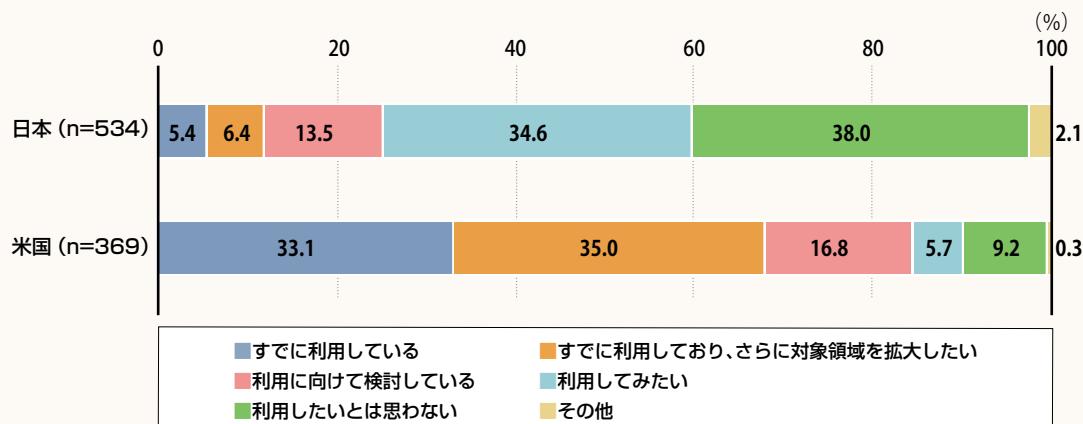
また、日本企業の「とくに課題はない」の割合も米国企業と比較して高いが、日本企業は米国企業より内製の比率が低いことが要因として推定される。今後、日本企業においても、変化への対応のため、アシリティを重視するシステムの内製比率を上げるのであれば、米国企業と同様の課題への対応が必要となる可能性がある。

(3) 共通プラットフォームの利用意向

経済産業省「DXレポート2」では、今後の新たなベンダー企業像の形態の一つとして「協調領域における共通プラットフォーム提供主体」を挙げており、具体的機能として「中小企業を含めた業界ごとの協調領域を担う共通プラットフォームのサービス」などを示している。また一般の企業に対して、「IT投資の効果を高めるために、業界内の他社と協調領域を形成して共通プラットフォーム化することも検討すべきである」との提言がされている。

今回の調査では、「共通プラットフォーム」を「企業が経営資源を競争領域に集中するため、自社の強みとは関係の薄い協調領域を業界内の他社と合意形成してプラットフォーム化することで、IT投資の効果を高める」ものと定義しており、図表41-21はその利用意向について聞いた結果である。米国企業は、7割近くが「すでに利用している」「すでに利用しており、さらに対象領域を拡大したい」と回答している。

図表41-21 共通プラットフォームの利用意向



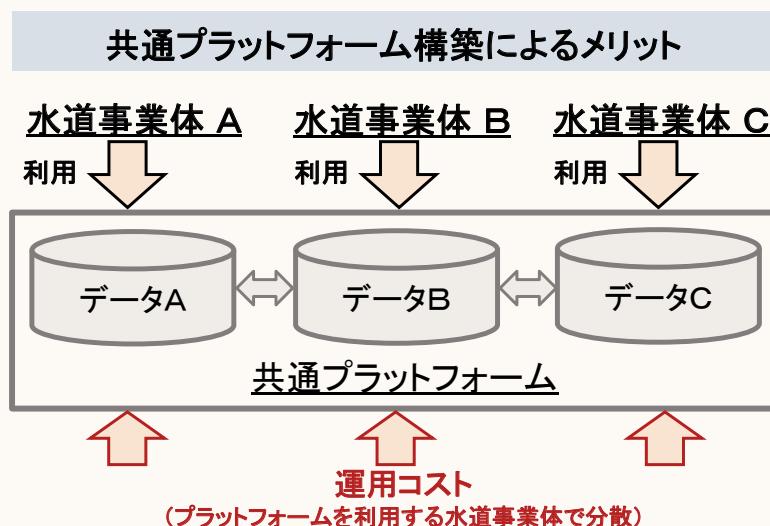
この結果に対して考えられる要因が二つある。一つ目は、日本では取次店などの非システム的な共通ビジネスブロックが発達しているために、プラットフォームとしての共通化に対する直接的なニーズが少ないのでないか。産業界毎に共通で利用するのが合理的な機能を個社の外に構築し利用するという考え方そのものは、たとえば出版産業における主要取次書店のように、我が国で必ずしも全く新しい考え方であるとはいえない。ITサービスとして同種の役割を担うものとしても、全国銀行資金決済ネットワークなどすでに稼働しているものもある。二つ目は、日本では、欧米のように業務のモジュール化が進んでおらず、それぞれの業務がすり合わせをしながら進んでいくため、共通化部分を切り出すためには業務の可視化、モジュール化が必要となる。このため、次の取組である共通プラットフォームに問題意識がいっていないのではないか。

いずれにしても、このことが、米国に比べて業務の生産性を低下させる要因ともなっているので、非システム的なビジネスブロックの共通システム化や、業務のモジュール化を行ったうえでの非競争領域の切り出しと共通プラットフォーム化は地道な活動として行っていくべきである。

こうした共通プラットフォームの導入は、一般的に、コストセンターを共通化して個社の負担を抑えるだけではなく、共通の接続方法やデータの扱いが確立していくと、その部分を共通に担うITシステムは十分な競争環境の下で合理的な費用を実現できると考えられることから、二重の合理化効果が見込まれる。しかしながら、実際にこれを実装するには、業界内の各社間で、個社の事情によりどこが共通化すべきかの理解が異なったり、共通プラットフォームのビジネスモデルや負担水準の設定がしにくかったり、また、短期的には自社のITシステムの改修コストがメリットを上回ってしまうことがあるなど、課題はいくつもある。

現在日本においても経済産業省の主導のもと、水道事業における共通プラットフォームの推進がなされているが(図表41-22)、これは公開された共通の接続方法等に沿った共通プラットフォームの実装を目指す事業であり、上記の考え方を実現していく先駆的プロジェクトである。もちろん、共通プラットフォームの構築のあり方はこれに限らないが、こうした考え方を鑑みても、また米国の調査結果を踏まえても、今後、日本においても、さまざまな形で共通プラットフォームの活用が重要になるのではないだろうか。

図表41-22 共通プラットフォーム構築によるメリット例(社会インフラ部門: 水道)^{*12}



- データ流通の共通ルールを定め、異なる水道事業体間のデータ連係・利活用を促進
- 共同利用によりITコストを割り勘、低コスト化を、セキュリティの確保も含め実現

* 12 「デジタル時代の新たなIT政策大綱(案)」の概要 内閣官房情報通信技術(IT)総合戦略室
令和元年6月 <<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai76/siryous1-1.pdf>>

データ利活用技術

1 データ活用基盤技術

(1) 背景

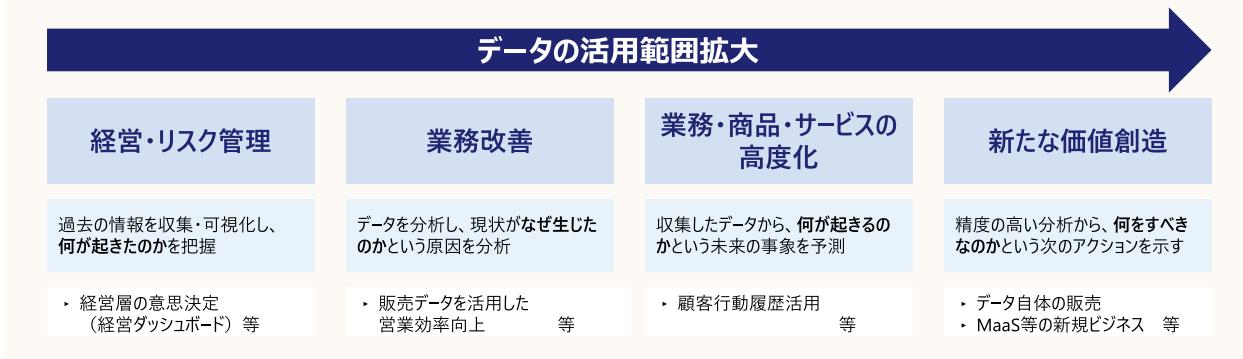
(ア) ビジネスニーズ

ITの技術革新により、従来のビジネスモデルを変革する新規参入者が続々と登場している。

そういった激しい環境変化の中、既存業務の効率化だけでは企業の競争力を維持するのは難しく、新たな価値創造に企業の競争力の源泉は移りつつある。

市場や消費者の変化についていき競争力を維持するため、企業のデータの活用範囲も、自社の経営・リスク管理や業務改善から、業務・商品・サービスの高度化やデータから新しい価値を創造することへ拡大してきている(図表42-1)。

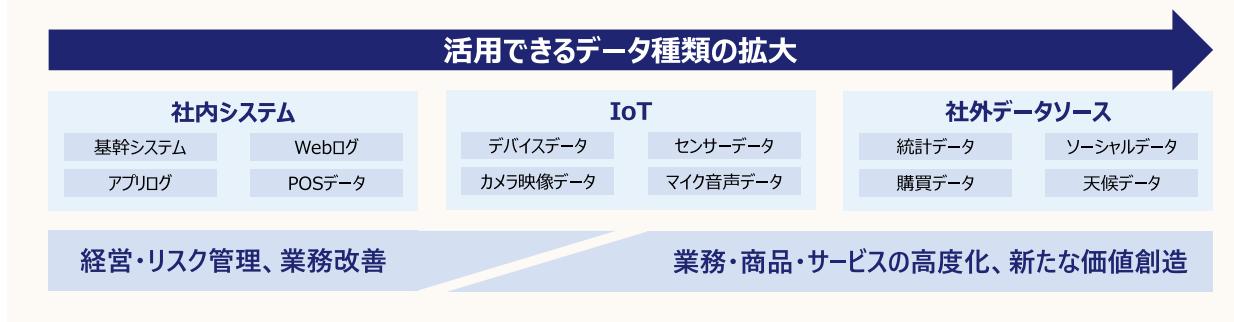
図表42-1 データ活用範囲の拡大



データを分析してビジネスに活用することは以前から行われてきたが、昨今のデータの活用範囲の拡大の背景には、ビジネスニーズはもとより、活用できるデータの種類が増えたことも大きい(図表42-2)。社内システムに格納されたデータだけでなく、設備や機器などからのIoT(Internet of Things、センサーを活用しさまざまな場所にあるモノからデータを取得するコンセプト)データや社外データといったさまざまな情報を収集・活用することができるようになった。

その結果、社内システムのデータだけでは実現できなかったような、サービスの高度化や新たな価値創造が期待されている。

図表42-2 活用できるデータ種類の拡大



このようなデータ活用を実現するプラットフォームとして、必要性が高まりつつあるのが「データ活用基盤」である。データ活用基盤は、サービスの高度化や新たな価値創造の実現に向けて、社内外のさまざまなデータを収集し、分析しやすい形に整形・蓄積し、活用を行うシステム群を指す。

(イ) 課題

近年のデータ活用において特徴的なのは、ビジネス環境変化に応じて、必要なデータや分析手法が頻繁に変わることである。そこを考慮せず、データ活用基盤として初めから完全なものを揃えようすると、「機能不足や拡張に時間・コストがかかる」「使われない機能が実装され、投資が無駄になる」といった問題が生じる。そうならないように用途や優先順位に応じて必要な機能を実装し、機能を順次拡張する方針やそれが可能な構造とすることが重要である。

一方、データ活用基盤の全体像を見据えずに個別機能の構築を進めてしまうと、システムやデータの個別最適化が進み、企業全体としての最適なデータ活用が達成できない。そこで、データ活用基盤の全体像(1(2)技術概要参照)をおさえたうえで、どのようなデータを活用したいのかというデータ構造(図表42-3)や、どのようにそのデータを取り扱いたいのかという処理方式(図表42-4)の観点を踏まえ、自社のデータ活用基盤に必要な機能や技術を取捨選択することが重要となる。

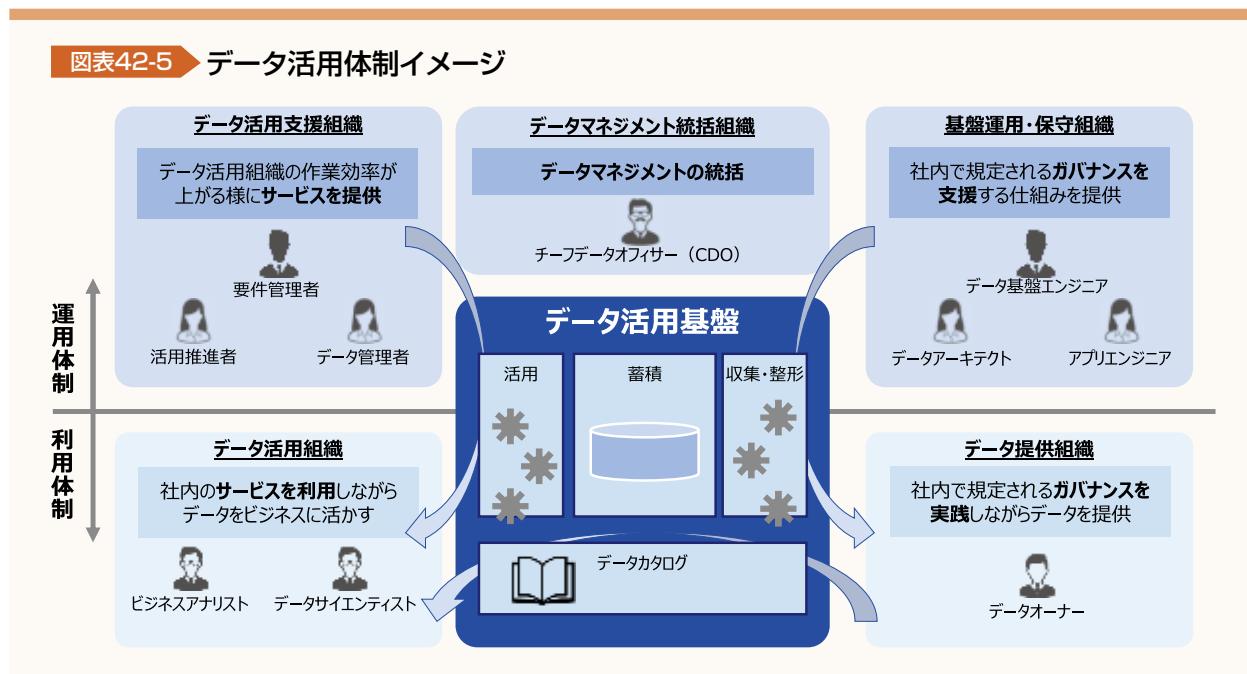
図表42-3 データ構造の種類

種類	概要	例
構造化データ	データ構造を定義してリレーションモデルを基にしたデータベースに格納できるデータ	顧客・品目等のマスタデータ 等
非構造化データ	文書や画像の様にデータ構造の定義が困難なデータ	画像、動画、ドキュメント 等

図表42-4 処理方式の種類

種類	概要	例
バッチ	一定期間データを蓄積してからまとめて処理する方式	財務会計データの支払処理 等
リアルタイム	時系列に発生するデータを連続的に処理する方式	IoTセンサのリアルタイム分析 等

また、企業全体の最適なデータ活用に向けては、データ活用基盤の提供だけでは不十分であり、データ活用を組織に浸透させ、統制をかけることも必要である。したがって、企業のデータ活用をサポート・推進する体制(図表42-5)や、ルールやプロセスもあわせて整備しなくてはならない。

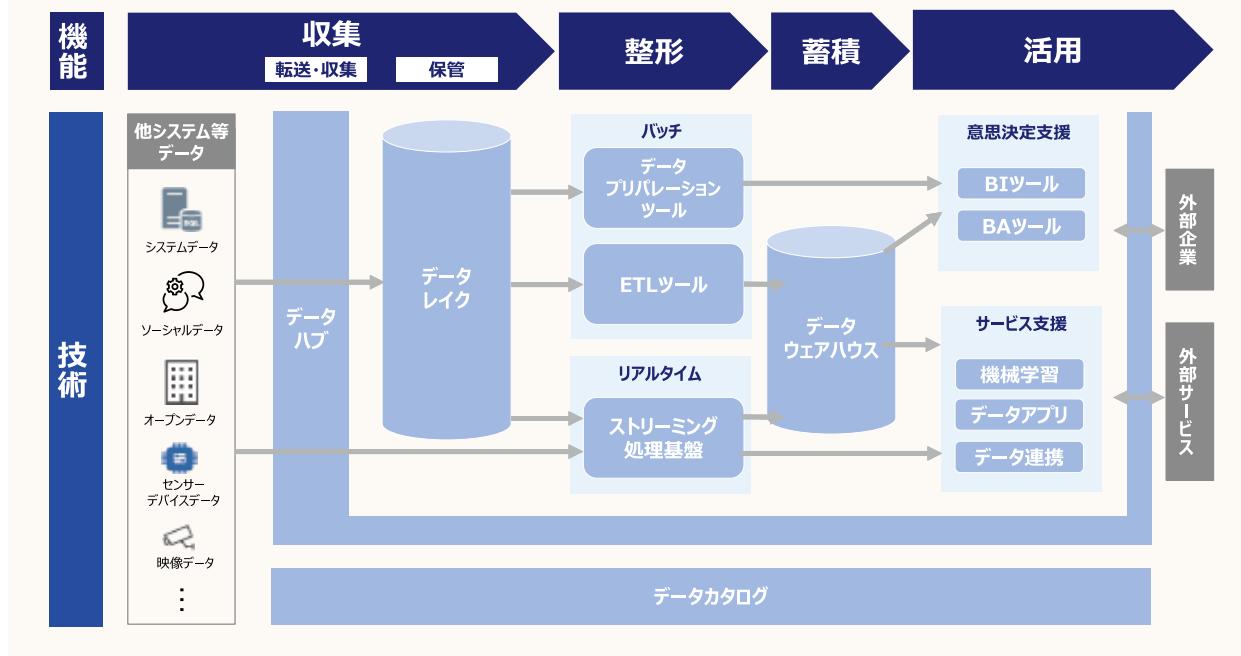


(2) 技術概要

本項では、まずデータ活用基盤の全体像として、データ活用基盤に必要な機能とその機能を実現するための技術について、技術間の流れがわかるような形で示す(図表42-6)。

そして、その全体像に含まれる各機能の概要(図表42-7)、および各技術の概要(図表42-8)を示す。その上で、個々の技術毎に、それぞれ概要、特徴、ポイントに分けて紹介する。

図表42-6 データ活用基盤の全体像



図表42-7 データ活用基盤の機能概要

機能	説明	
収集	転送・収集	データ元のシステムやIoT機器などのデバイスを管理・監視し、各種データ元が生成・蓄積するデータを収集する機能。
	保管	データ元から収集したデータ（ローデータや生データと一般的に呼ばれる）を保管する機能。
整形		収集したデータに対して、扱いやすい、扱って問題ない形に整形する機能。具体的には、データ形式変換、表記のばらつきの整形、データ重複排除などを実施する。
蓄積		整形の済んだ加工データを保持・保管する機能。
活用		データを活用するための機能。単なる可視化から分析、機械学習、データ連携など、目的により必要な機能は異なる。また、データのメタデータ管理など、データを正しく、効率的に活用するための支援機能などもある。

図表42-8 データ活用基盤の技術概要

機能	技術	説明
収集	転送・収集	データハブ (1(2)(ア)) 社内外のさまざまなシステムとデータ活用基盤を接続し、データソースやデータレイク、データウェアハウス間でのデータ送信を行うための仕組み。
	保管	データレイク (1(2)(イ)) 多様なデータソースからデータの加工や変換をせずに、元の形式のままデータを保存する領域。
整形	データプリパレーションツール (1(2)(ウ))	技術的なスキルを持っていない分析者やビジネスユーザーが、簡単で迅速にデータの確認や整形を行うためのツール。
	ETLツール (1(2)(エ))	さまざまなデータソースから分析を開始するために必要となるさまざまなデータの整形をバッチで自動処理するツール。主にITエンジニアなどにおいて、処理設計・構築される。
	ストリーム処理基盤 (1(2)(オ))	IoT機器などから発生する大量のデータを溜めずにリアルタイムで処理、活用するための仕組み。
蓄積	データウェアハウス (1(2)(カ))	加工済みの構造化データを目的別に蓄積するための領域。複数のデータソースから集めたデータを活用して分析を行うための保存場所となる。
活用	データカタログ (1(2)(キ))	データの意味や構造、作られ方のようなデータに付随する情報をメタデータと言い、メタデータを管理する仕組み。
	BIツール	Business Intelligenceツールの略。 データプリパレーションツールやETLツールで整形されたデータを可視化し、意思決定に活用するツール。
	BAツール	Business Analyticsツールの略。データプリパレーションツールやETLツールで整形されたデータをインプットに分析処理を行い、統計分析や予測、最適化を行うツール。
	機械学習	システムが大量の学習データをインプットに学習を繰り返すことによって、ルールやパターンを導き出し、判別や予測などを行う技術。
	データ連携	集計や分析、機械学習した結果などに関する、外部企業や外部サービスなどへの連携。

(ア) データハブ

(a) 概要

データハブとは、社内外のさまざまなシステムとデータ活用基盤を接続し、データソースやデータレイク、データウェアハウス間でのデータ連携を行うための仕組みである。

データ活用を進めるうえで、データ活用基盤はさまざまなシステムと連携してデータを収集・提供する必要がある。このとき、場当たり的にデータの受け渡しを行う機能を構築していくと、データフローが複雑化し、システムの管理が難しくなる。そのため、データ活用基盤内外のデータの受け渡しを

一元管理し、インターフェースを削減・統一するためにデータハブが必要とされている。データハブの機能についてはETLツール(1(2)(エ)参照)などに一部含まれる場合もあるが、ここではデータ連携のための機能をデータハブと捉えて整理している。

(b) 特徴

さまざまなシステムからデータを収集するにあたり、IoT機器や、クラウド上のシステム、パッケージソフト、ホストシステムなど、さまざまなシステムと接続できなければならない。接続するシステムに応じて取りうるデータ連携方式は異なるため、データハブは、必要なデータ連携方式を備える必要がある。主なデータ連携方式を図表42-9に示す。

図表42-9 主なデータ連携方式概要

データ連携方式	概要説明
API連携	外部とデータを連携するアプリケーションにより、データを連携する方式。ゲートウェイ機能により、アクセス制御等のセキュリティが確保される。
ファイル連携	ファイルの受け渡しによってデータを連携する方式。データを一括して転送するバッチ処理によって転送される。FTPやSCP等のプロトコルが利用される。
メッセージ連携	メッセージ単位でデータを連携する方式。送信データは受信者が取りだすまでキューと呼ばれる領域に保存される。メッセージ指向ミドルウェア等で管理される。
DB連携	データベースに直接接続し、データを連携する方式。テーブル構造の変更により、既存の参照元の設定変更が必要になるなど、データ連携に影響が出る可能性がある。

データハブは、データの連携のみでなく、接続する機器の管理機能も備えている。IoT機器を監視して故障を検知する機能や、接続する機器やシステムの認証を行う機能、各システムからのアクセスログなどの監査証跡を取得する機能など、データ連携を効率的・安全に行うための機能も備える。

(c) ポイント

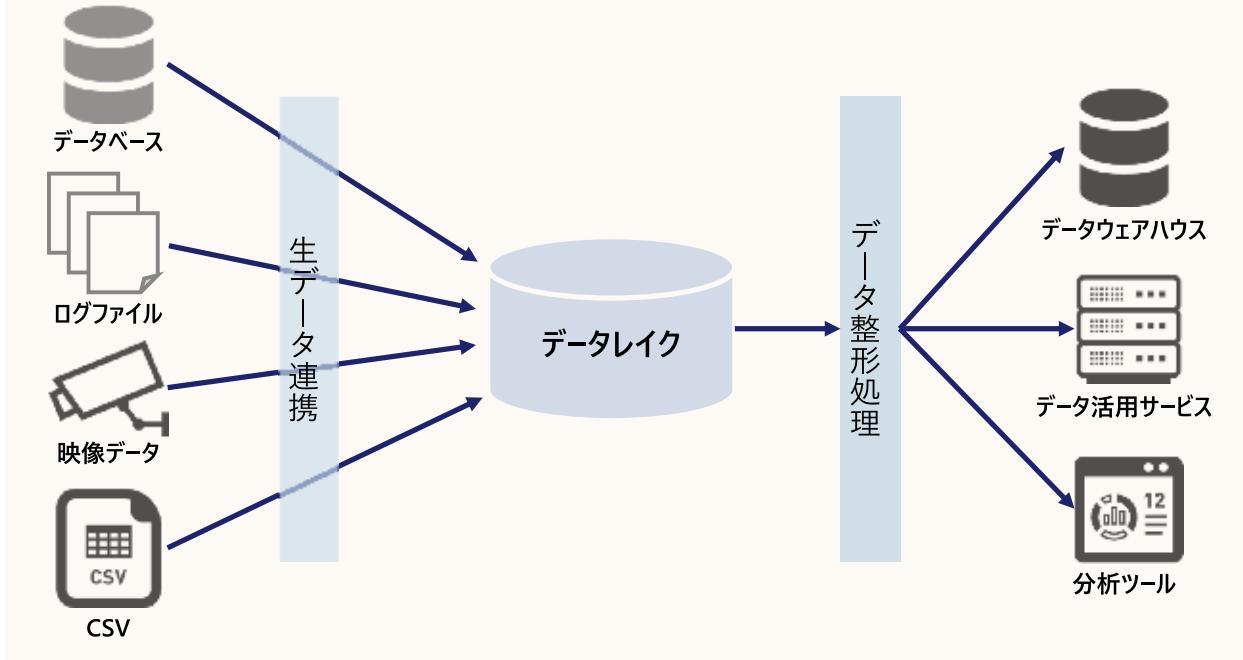
データソースやデータを活用するシステムとデータ活用基盤は、疎結合であることが望ましい。密に結合した構成となると、データソースのシステム改修の影響を受け、データ連携機能も改修する必要が出るなど、メンテナンスのコストが増大する原因となるためである。そのため、システム間の連携方式は基本的にはAPI連携が採用されることが多い。データ連携の共通のインターフェースとしてAPIを定め、データの操作をAPI経由に限定することで、データソースやデータを活用するシステムとデータ活用基盤の間を疎結合な状態に保つことが可能となる。また、インターフェースをAPIで統一することで、トラフィックの管理機能や認証機能などの機能を集約し、効率的な運用も可能となる。

(イ) データレイク

(a) 概要

データレイクとは、多様なデータソースからデータの加工や変換をせずに、元の形式のままデータを保存するデータストアである。名前のとおり「データの湖」として、あらゆるデータを蓄積するためのストレージという位置づけである。データ活用基盤で扱うデータは、一度データレイクに集約され、目的に応じて各システムが必要なデータを取り出して加工・変換して活用する流れ(図表42-10)となる。

図表42-10 データレイクの活用イメージ



(b) 特徴

データレイクでは、行と列で構成された構造化データに加え、画像や動画、音声などの非構造化データも取り扱うことが大きな特徴である。すべてのデータをそのままの形式で保存できるため、データを事前に構造化する必要がない。膨大なデータを扱う場合、必要なデータを事前に選別することは難しい。将来的に必要となる可能性があるデータを保管するためにも、データレイクの必要性が高まっている。

また、年々扱うデータ種別やデータボリュームが増え続けるため、データレイクは膨大なデータを蓄積することが求められる。一般的に、オンプレミスで同様の仕組みを実現する場合、実現のコストが高額となることが多い。そのため、クラウドベンダーが提供するオブジェクトストレージサービスを活用して、データレイクを構成することが多い。同サービスを活用することで、多様なデータを元の形式のまま、安価に保管することが可能となる。データソース側で適切にデータが管理されている場合や、リアルタイムでデータを分析したい場合は、データレイクに保管せずに各システムに直接連携する構成を取るなど、データレイクに保管するデータ量を減らす考慮も重要となる。

(c) ポイント

データレイクには、生データがそのまま蓄積されるため、機密性の高いデータが含まれることが多い。そのため、データの暗号化やデータレイクへのアクセス制限、監査証跡の取得など、セキュリティ面の考慮が必要である。

また、データレイクには膨大なデータが蓄積されることになるため、蓄積されているデータやその来歴等の情報を利用者にわかるように共有することも重要となる。どこにどのようなデータが蓄積されているのかが共有されなければ、利用されないデータが蓄積されるだけになってしまふ。データカタログ(1(2)(キ)参照)を利用し、蓄積されているデータの情報を共有することが重要となる。

(ウ) データプリパレーションツール

(a) 概要

データプリパレーションは、直訳するとデータの準備であり、分析に必要な形にデータを整形することを指す。データプリパレーションツールとは、プログラミングやデータベース操作といった技術的なスキルを持っていない分析者やビジネスユーザーが、簡単で迅速にデータの確認や整形を行うためのツールとなる。

データ分析・活用の民主化(一部の技術者だけがデータ分析・活用するのではなく、非技術者などもデータ分析・活用を行う状況が望ましいとする原則)を目指す企業が増える中、データプリパレーションツールはビジネス部門におけるデータ活用を促進できる技術として注目を集めている。

(b) 特徴

データプリパレーションツールは、分析者やビジネスユーザーが、データの分布を把握し、試行錯誤を繰り返しながらデータの整形仕様を決めていくという使い方を想定している。そのため、データの中身を確認するための機能があり、またスクリプトを書くことなく、整形処理をUIで簡易に作りこむことができる。

図表42-11 データプリパレーションツールの主な機能

機能名	説明
データ接続	データベースやファイルに接続し、目的のデータを取得する機能。
データ確認	取得したデータの分布や、整形処理前後のデータを確認する機能。
データ整形	欠損データの補完や、表記ゆれの修正、データの分割、重複データや外れ値データの削除などといったデータを整形する機能。ツールにより整形パターンは限られる。
データ結合	指定する条件のもと、複数のデータを結合する機能。

なお、バッチでの整形処理を担うツールとしては、ETLツールも存在する。ETLツールとは、利用者や用途が以下のように異なる(各ツールの機能詳細については、本ページと1(2)(エ)を参照)。

図表42-12 データプリパレーションツールとETLツールの比較

観点	データプリパレーションツール	ETLツール
利用者	分析者、ビジネスユーザー (プログラミングやデータベース操作といった技術的なスキルは必要でない)	ITエンジニア (プログラミングやデータベース操作といった技術的なスキルが必要)
用途	データの分布を把握し、試行錯誤を繰り返しながらデータ加工の仕様を決めていく。 決めた仕様に沿ってデータを整形する。	定義されたシステム処理のワークフローやスクリプトに沿って定期的に自動でデータを整形し、データウェアハウスへ格納する。

(c) ポイント

ユーザーが非技術者であるデータ分析者、ビジネスユーザーになるため、簡単に使いこなせるようになっているか、わかりやすいドキュメントやナレッジが充実しているかといった習得性や、機能の充実度や手入力の少なさなどといった生産性が重要なポイントとなる。

(エ) ETLツール

(a) 概要

ETLは、Extract（抽出）、Transform（変換）、Load（格納）の略である。ETLツールはさまざまなデータソースからデータを抽出したうえで、分析や活用しやすい形へ整形し、データウェアハウスなどへ格納するという一連の処理を、人手を介さずバッチで定期的に自動処理させるためのツールとなる。

(b) 特徴

ETLツールは、ITエンジニアが、データ分析者やビジネスユーザーなどからのデータ整形要件に沿って、ETL開発画面上で処理の流れや整形内容などに関するワークフローやスクリプトを作成し、その内容に沿ってデータを整形することを想定している。そのため、データ整形要件や仕様自体を定めるためのデータの確認の機能はとくにない。一方、整形処理については、スクリプトを作成するなどにより、きめ細かなデータ整形要件への対応が可能となっている。

図表42-13 ▶ ETLツールの主な機能

機能名	説明
データ接続	データベースやファイルに接続し、目的のデータを取得する機能。
データ整形	欠損データの補完や、表記ゆれの修正、データの分割、重複データや外れ値データの削除などといったデータを整形する機能。 スクリプトの記述などにより、きめ細かな整形処理を行うことが可能。
データ結合	指定する条件のもと、複数のデータを結合する機能。
データ格納	整形、結合したデータをデータウェアハウスへ格納する機能。

ETLツールでは、ワークフローを可視化しながら処理を作りこめる開発画面などが用意されていることから、自分で整形処理を開発することと比較して、開発工数・期間の削減が期待できる。また、開発した処理は自動で定期実行されることから、人為的なミスによるデータ品質の低下を防ぐことができる。

ただし、ETLツールを使用するためには、プログラミングやデータベース操作といった技術的なスキルが要求されるため、基本的にはITエンジニアが開発することになる。そのため、データプリパレーションツールと比較すると、データ分析者やビジネスユーザーが整形データを利用できるまでには時間がかかる。

(c) ポイント

大量のデータを限られた時間内で処理することが必要になることから、データ活用ニーズを満たせるよう十分な処理性能を確保すること、将来的な拡張も可能であることを確認しておく必要がある。

整形処理のタイミングとしては、一般的には日中発生したデータを夜間まとめて処理するが多く、処理タイミングに偏りが発生しやすい。そのため、処理のスケジュールを工夫する必要もある。

また、データ活用範囲が拡がるにつれてデータの追加や変更などが入るため、管理しきれずデータ品質が確保できないようにならないよう、管理性や保守性が高いことも重要なポイントとなる。

(オ) ストリーム処理基盤

(a) 概要

ストリーム処理基盤とは、WebサイトやIoT機器などから絶えず発生するデータをリアルタイムで処理するための仕組みとなる。リアルタイムで処理した結果は、データウェアハウスへ格納して活用したり、そのまま機械学習やデータアプリで活用したりする。

従来は大量のまとめたデータをバッチで定期的に処理することが多かったが、よりリアルタイムでのデータ活用ニーズが増えてきていることや、大容量のデータをすべて蓄積していくにはコスト効果が見合わないなどの理由からストリーム処理基盤のニーズが高まっている。

前者は、たとえばWebサイト上のユーザー行動をリアルタイムで捉えてのレコメンデーションや、IoTデータからのリアルタイムでのダッシュボード表示や異常検知などが挙げられる。後者は、たとえば映像データそのものではなく特定の物体検出の結果のみ保存することや、特定のイベントが発生した時刻の映像データのみ保存するなどが挙げられる。

(b) 特徴

大量の保管データを溜め込み定期的に処理するバッチ処理と比較して、データを溜めずに発生するデータを隨時、短時間で処理するのがストリーム処理の特徴である。バッチで処理を行うデータプリパレーションツールやETLツールでは、データを活用しやすい形へ整形したうえで活用することが中心であったが、ストリーム処理基盤では、リアルタイムでの集計や判定を行い、集計や判定結果をそのままデータアプリなどで活用し、不要なデータは破棄する。

ストリーム処理には、画像データの物体検出などといった一つのデータ毎に処理するだけでよい場合もあれば、IoT機器からのデータが一定時間内でしきい値を超えるなど複数のデータをまとめて集計・判定が必要となる場合もある。後者は時系列を意識した処理を行う必要があり、ウィンドウ集計と呼ばれる。

図表42-14 ストリーム処理とバッチ処理の比較

観点	ストリーム処理	バッチ処理
処理対象	随时発生するデータ(フローデータ)	大量の保管データ(ストックデータ)
処理タイミング	随时	定期(日次、月次など)
処理時間	数ミリ秒～数秒	数分～数時間

(c) ポイント

リアルタイム性が求められることから、データ処理性能が十分であることや、データ活用範囲が拡がることに備えて、将来的な拡張も可能であることを確認しておく必要がある。

また、ストリーム処理はバッチ処理と比較して、開発や運用の難易度が高くなる。とくにウィンドウ集計が必要な場合、集計期間をどの程度の時間とするのか、遅延して到着したデータの扱いをどうするのかなど、さまざまな考慮をする必要がある。製品選定の際には、意図した処理が実現できるか確認しておく必要がある。

(カ) データウェアハウス

(a) 概要

データウェアハウスも、データレイクと同様に、さまざまなデータを統合し蓄積するための技術であるが、その位置づけは異なる。

データウェアハウスは、加工済みの構造化データを目的別に蓄積するためのデータストアである。「データの倉庫」という名前のとおり、複数のデータソースから集めたデータを整理して保管し、活用・分析を行うための領域となる。データウェアハウスには目的に応じて加工されたデータが蓄積されるため、蓄積されているデータを取り出すことで、意思決定のためのレポートや機械学習等を利用した分析にそのまま活用することができる。データレイクとデータウェアハウスは、どちらか一方のみしか利用しないというものではなく、用途に応じて使い分けられるものである。データレイクには生データを、データウェアハウスには目的別の加工データを保存するという共存関係になる。

(b) 特徴

従来の技術に、データベースが存在するが、データウェアハウスもデータベースの一種に位置付けられる。ただし、汎用的なデータベースとは異なり、膨大なデータの分析に特化した仕組みになっているところが大きな特徴である。主なデータストアの特徴を図表42-15に示す。

データベースの場合、扱うデータ量が増加し容量の上限を超えると、明細データを集計したサマリの形式に変換する必要が出てくる。ストレージ容量の大きいデータウェアハウスでは、長期間の明細データを時系列に保管することが可能であり、過去の履歴を含めた詳細な情報を分析・活用することが可能となる。

また、データベースとデータウェアハウスでは、データの処理方式においても異なる特徴を持つ。データベースはテーブルの列全体を読み込んで処理を行うが、データウェアハウスは必要な列のみを選択して処理を行う。大量のデータを処理する場合、必要な列のみを読み込んで処理を行うデータウェアハウスの方が、高速に分析を行える。

データウェアハウスは、オンプレミスの分散処理基盤を利用した構築や、近年ではクラウドベンダーが提供するマネージドサービスを利用し、容易に構築・運用することが可能となっている。

図表42-15 データストアの特徴比較

	データレイク	データウェアハウス	汎用的なデータベース
データ形式	構造化・非構造化データ	構造化データ	
保管するデータ	用途未確定含む生データ	用途が明確な加工済みデータ	
扱えるデータ量	極大	大	小

(c) ポイント

データウェアハウスにデータを格納する際、ETLツール(1)(2)(エ)参照を利用し、欠損データの補完や修正、削除によりデータの品質を高め、正規化により異なるデータを特定のキー情報により結合する必要がある。蓄積するデータのアセスメントを行い、データ整形のフローや蓄積方法の設計を事前に行うことで、品質の高いデータを管理することが可能となる。

また、データレイクと同様に、データカタログ(1(2)(キ)参照)を利用して、蓄積データの情報共有を行うことが重要となる。

(キ) データカタログ

(a) 概要

データの値そのものではなく、そのデータの意味や構造、特性などといった、データに関する付随情報をメタデータと言う。そのメタデータを登録・管理し、データ利用者に公開する仕組みを、データカタログという。

データの意味や構造などを知らなければ、正しいデータ活用・分析はできず、誤った意思決定などに繋がりかねない。

データ分析・活用の民主化を目指す企業が増える中、データカタログはビジネス部門も含めた企業全体のデータ活用を促進し、その品質を確保する技術として注目を集めている。

図表42-16 主要なメタデータ

メタデータ名	説明
データ意味	データのビジネス・業務上の意味
データ構造	データの形式(データベースの場合、テーブル名や列名、データ型など)
データリネージ	インプットとなるデータソースや、データの活用先
データ鮮度	データの生成タイミング
データオーナー	データを生成、管理する部署や担当者

(b) 特徴

データカタログでは、大きくメタデータを登録・管理する機能と検索・参照する機能がある。

データカタログの導入により、メタデータの自動収集や一元管理といったメタデータ登録・管理負荷の軽減や、さまざまな切り口でメタデータの検索・参照が可能となる。

図表42-17 データカタログの主な機能

機能名	説明
メタデータ登録・管理	メタデータを登録・管理する機能。ツールによって、データ構造やデータリネージなど一部のメタデータを自動的に登録・最新化してくれるものや、項目名などからAI技術などにより自動的にメタデータ候補を提示してくれるものもある。
メタデータ検索・参照	データ活用・分析に必要なデータが存在するかどうかや、そのデータを活用するにあたって把握しておくべきメタデータを検索・参照する機能。

(c) ポイント

古いメタデータを参照することでの誤ったデータ分析や、登録されたメタデータが信頼できず活用されないようにならないよう、メタデータをいかに最新化し続けられるかがポイントとなる。そのためには、自動で登録・最新化できるメタデータは自動化し、自動化できないメタデータについては

登録・最新化するためのプロセスや体制を整備しておくことが必要である。

自動化できないメタデータの登録・最新化はそれなりの負荷がかかる。一気にすべてのメタデータを整備するのではなくニーズの高いメタデータから順次整備することや、初期登録は有識者が行い最新化は有識者とデータ分析者で分担して最新化するといった工夫を行い、無理なくメタデータ品質を確保することが重要となる。

(3) 導入プロセス、事例

(ア) 導入プロセス概要

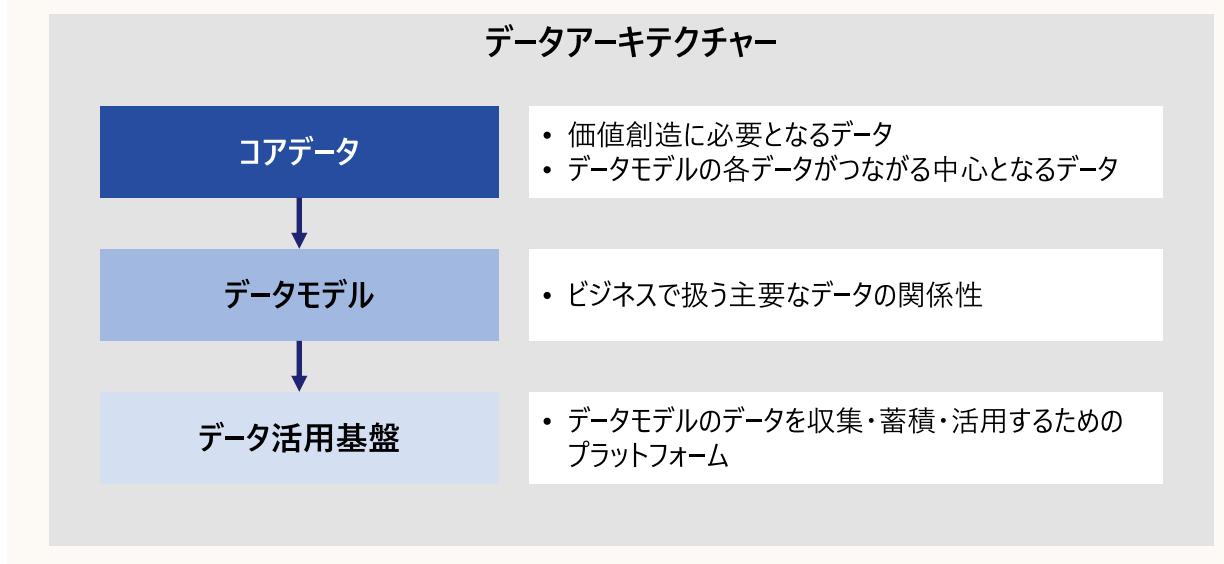
データ活用基盤の導入を検討する際、まずはデータアーキテクチャーを定義することが重要である。データアーキテクチャーは、ビジネスの中心となるコアデータと、コアデータを中心に構成されるデータモデル、そして、データモデルで表現されるデータを活用するためのデータ活用基盤の三つの要素からなる(図表42-18)。

コアデータとは、ビジネスで活用するさまざまなデータの中に位置づけられるデータであり、コアデータを中心に各データがつながる。ビジネス目標の達成に向け、データから価値創造を行うために必要不可欠なデータとして定義される。

データモデルとは、データの構造や関係性を整理した概念図である。コアデータを中心に、ビジネスで活用するデータ間の関係が表現される。データモデルを整理・共有することで、データの関係性の共通理解を持つことが可能となる。

データ活用基盤とは、ビジネスに必要なデータを収集、蓄積して活用するためのプラットフォームである。定義したデータモデルに則した、活用可能なデータを整備するために必要不可欠な要素となる。

図表42-18 データアーキテクチャーの概要

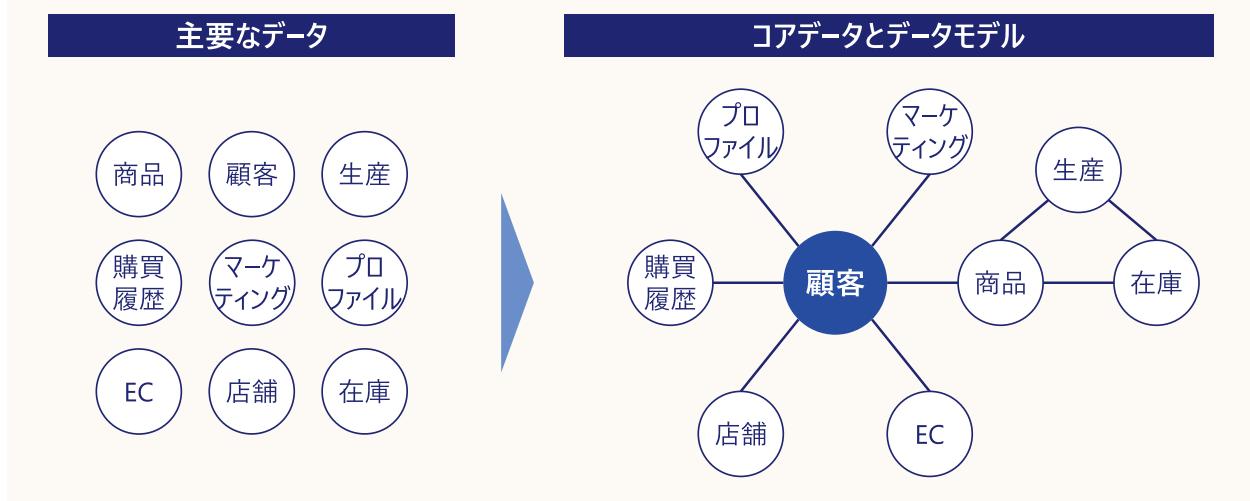


データアーキテクチャーはデータ活用を進める中で、継続的に見直しを行うことが重要である。コアデータが変われば、データモデルも変わり、必要な基盤の要件も変化する。ビジネスの変化に合わせて、データアーキテクチャーを柔軟に対応させていくことが重要である。データアーキテクチャーを考慮

せずにデータ活用基盤だけ構築しても、データ活用は進まない。コアデータとデータモデルをベースとして、データ活用基盤が整理されなければならない。

コアデータは、自社のビジネスやサービスに必要なデータを整理したうえで、価値創造に必要なデータを見極め定義する。たとえば、さまざまな商品を扱う小売業の場合、ビジネスで扱うデータは、商品や店舗、顧客、購買履歴などが考えられる。その際、顧客視点に立って価値創造を進める場合、コアデータは顧客となる。定義したコアデータを中心に、それぞれのデータの関係性を整理することで、データモデルが構成される(図表42-19)。このデータモデルに則したデータを扱う基盤を構築することで、顧客の行動を捉え、顧客理解を深めることが可能となる。

図表42-19 コアデータとデータモデルイメージ

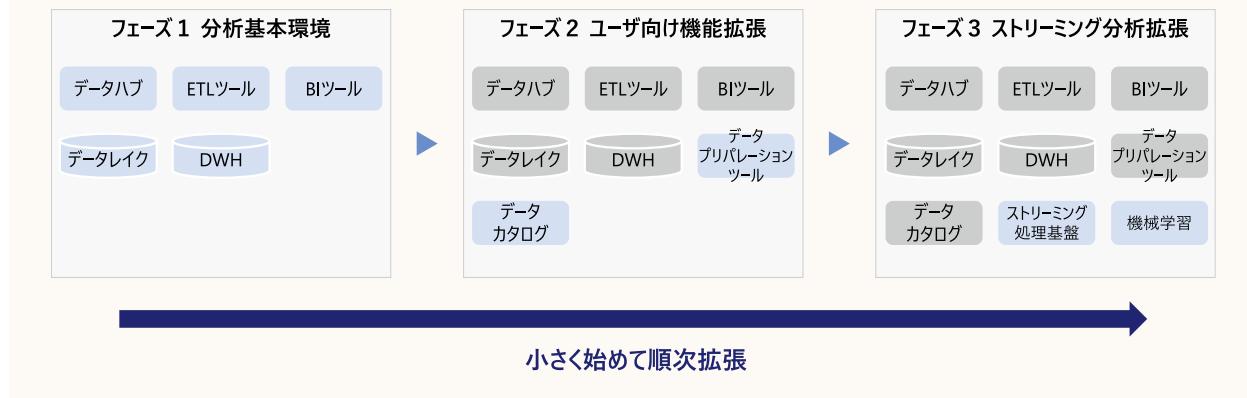


データ活用基盤の構築は、スマールスタートのアプローチが望ましい。データ活用は試行錯誤を伴い、基盤に求められる要件も変化するためである。そのため、とくにこれからデータ活用に取組む企業においては、最初から完璧なデータ活用基盤を構築するのではなく、必要な機能に絞って素早く構築し、徐々に拡張していくアプローチが適している。

たとえば、まずは社内の既存システムのデータを収集・蓄積し、構造化データの活用が行える基本的な環境を整える。次に、データ分析が社内に浸透してきたタイミングで、社内ユーザーが独自で分析するための機能を強化する。さらに、IoT機器の導入が進んできたタイミングで、ストリーミング処理や非構造化データを活用する機能を強化するなど、必要に応じて順次拡張していく進め方となる(図表42-20)。

ただし、社内外の多様なシステムと接続しデータを連携する中で、個別機能にのみ目を向けて構築を進めると、データフローが複雑化し、運用コストの増大やシステムの拡張性が確保できないなどの問題が発生する可能性がある。そのため、まずはデータ活用基盤の全体像を検討したうえで、小さく始めるアプローチを取ることが多い。

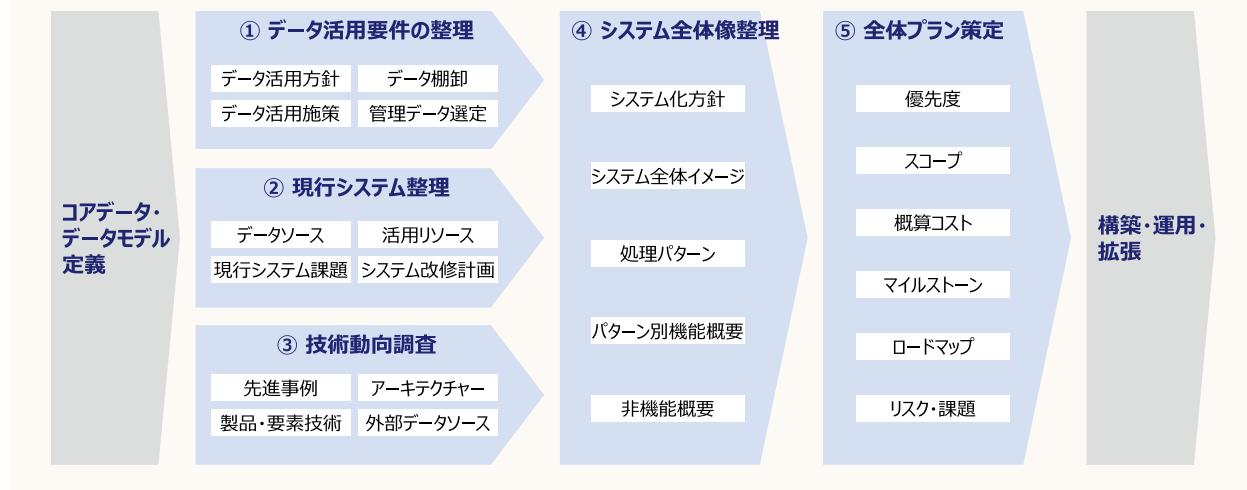
図表42-20 データ活用基盤拡張イメージ



(イ) データ活用基盤の検討プロセス

データ活用基盤の構築は、データ活用要件を定め、システム全体像を整理し、システム構築の全体プランを整理して進めていく。このとき、現行システムの状況や、技術動向・事例を踏まえて、検討を進めることが望ましい。検討の進め方を、以下の五つのタスクで整理する(図表42-21)。

図表42-21 データ活用基盤の検討プロセス



(a) データ活用要件の整理

自社におけるデータ活用の目的や方針を整理し、具体的な活用用途から必要となるデータを整理する。既存システムが保有するデータ資産の棚卸を行い、データ分析に活用するデータの選定やデータの特性を整理する。また、データ分析施策やデータを活用した新サービスを検討し、データ活用の要件を具体化する。

それらの整理・検討結果を踏まえ、データ活用基盤で扱うデータの範囲やデータのライフサイクル、セキュリティ要件などの満たすべき要件を整理する。また、今後必要となるデータボリュームについても整理を行い、費用試算のインプットとする。

(b) 現行システム整理

自社の現行システムや現状の課題、活用できるリソース、データソースとなりうるシステムを整理し、データ活用基盤と連携またはデータ活用基盤の一部として活用する既存システムの範囲を整理する。これらの整理結果は、データ活用基盤の全体像やロードマップ策定のインプットとなる。データソースとなるシステムを踏まえ、データ活用基盤として備えるべきインターフェースを検討し、既存システムの改修計画を踏まえ、データ活用基盤構築スケジュールの検討を行う。

(c) 技術動向調査

必要に応じて、直近の技術トレンドやデータ活用事例を調査し、データ活用基盤検討に取り込むべき示唆を抽出していく。トレンドに沿った技術を活用することで、コストを抑えて長期にわたって活用できるプラットフォームを構成していくことが重要となる。レガシーな技術の活用を続けると、システムの運用に必要な人材の枯渇や提供サービスの終了に伴う大規模なシステム刷新が必要となり、コストが必要以上にかかってしまう。技術領域の変化のスピードは速いため、隨時トレンドを調査し、情報をアップデートすることが望ましい。

また、近年、オープンデータや購入可能なデータなど、外部のデータを取り入れて活用できるサービスが出てきている。社外のデータソースの活用も視野に入れ、外部環境の調査を行うことが重要となる。

(d) システム全体像整理

ここまで検討結果を踏まえ、システム化の方針やシステム全体構成を検討する。処理パターン別の機能要素や非機能の方針を定め、データ活用基盤に求める要件を具体化していく。管理するデータの種別や処理方式に基づき、データフローの定義や必要なデータストアの選定を行う。また、自社の組織構造を考慮して、データ活用基盤の運用方針を定める。それらの各種要件を踏まえて、データ活用基盤の全体構成イメージを描いていく。

(e) 全体プラン策定

データ活用要件に基づき、各機能要素構築の優先順位を整理する。機能構築・データ活用のロードマップを定め、各スコープの概算コスト算出やリスク・課題の整理を行う。スマートスタートで迅速に構築を進めるために、優先順位に基づいて、構築の計画を検討することが重要となる。

これら五つのタスクにより、データ活用基盤の構築計画を定め、計画に沿って順次構築をすすめていく。ただし、前述のとおり、ビジネスの状況やデータ活用ニーズに合わせて、データ活用基盤の機能の見直しを図っていく必要がある。整理した計画をベースに、要件や全体像をアップデートし、柔軟に拡張していくことが求められる。

(ウ) データ活用基盤導入事例

データ活用基盤はさまざまな企業で検討・導入が進んでいるが、ここでは全日本空輸株式会社

(ANA)の事例を紹介する^{*13}。

ANAでは、これまでデータ活用基盤を利用したデータ活用に取組んでいたが、システムの複雑化による運用負荷増大に対応するために、データ活用基盤の刷新を行っている。従来の基盤は、オンプレミス環境で運用されており、度重なる追加開発によるシステムの複雑化や、増え続けるデータを保存するディスク容量の逼迫、データ処理の長時間化、運用業務の負荷増大という課題を抱えていた。新たな分析データの追加にもデータ容量に限界があるため容易に対応できず、システム運用を担うIT部門も機能の追加開発やディスクの増設対応に大きな負荷がかかっている状況であった。

データの戦略的な活用のためには、柔軟性と拡張性を備えた基盤が必要と考え、パブリッククラウドを活用してデータ活用基盤を再構築する決断に至った。クラウドベンダーが提供するオブジェクトストレージサービスやデータウェアハウスのマネージドサービスを利用し、1年ほどの期間をかけて環境を構築、システムテストやデータ移行を経て本稼働を開始した。国内線・国際線の予約・発券・搭乗データや航空機の運航実績などのデータが蓄積されており、経営企画やマーケティングなどの部門にて、外部データと組み合わせた分析やレポート作成に活用されている。データ処理のパフォーマンスの向上や、機器調達のリードタイムの短縮などにより、従来抱えていたデータの活用や運用における課題の解決を実現している。

データ活用基盤は、データボリュームの増大や機能の追加に柔軟に対応できる拡張性を備えていることが重要となる。ANAの事例のように、長年使い続ける中で、システム面での課題が顕在化し、思う様にデータ活用を進められなくなってくるというケースも少なくない。構築して終わりではなく、ニーズの変化や利用量の増加に素早く対応していくなければならない。

(4) まとめ

本節では、企業のデータ利活用を支えるプラットフォームであるデータ活用基盤の概要と、データ活用基盤の技術要素、導入プロセスについて紹介した。

データ活用基盤は、企業を取り巻くさまざまなシステムと接続し、データを収集・蓄積・活用するための機能を備える。データ構造や処理方式に応じて必要な機能を取捨選択して構成し、データの活用をより効率的に行うために、データカタログやデータプリパレーションツールなどの社内ユーザー自身が分析を行うための機能も提供する。導入プロセスについては、ビジネスの目的を踏まえてコアデータ、データモデル、データ活用基盤からなるデータアーキテクチャーを定義したうえで、スマートスタートで導入していくアプローチが適していることを紹介した。

データ活用基盤で扱うデータは、今後よりいっそう増加していくと考えられる。IoTの導入が進み、さまざまな機器にセンサーが埋め込まれることで、あらゆる情報を扱うことができるようになる。また、企業間のコラボレーションが進み、データの連携もさらに増えていく。膨大なデータや非構造化データを扱うAIを活用するニーズもより大きくなる。

これに伴い、膨大なデータから効果的に価値を創出していくことが求められ、データ活用の巧拙がビジネスの成長をより大きく左右する時代になると考えられる。

その際も、データ活用を考える際に、データアーキテクチャーが中心となる点は変わらない。データ

* 13 <https://aws.amazon.com/jp/solutions/case-studies/ana/>

量が増えると、データの管理はより複雑化し、データの品質が悪化すると、データから新たな価値を創出することはよりいっそう難しくなる。とりあえずすべてのデータを集めただけでは、データ活用で効果を上げることは難しい。プラットフォームにのみ目を向けるのではなく、ビジネスを捉え、コアデータやデータモデルを含めたデータアーキテクチャーを確立することが、新たな価値創造につながる。

本節では、完璧なプラットフォームを求めて製品やツールに目を向けるのではなく、できるところから小さく始めて、自社に適したプラットフォームに育てていくことが重要であると述べてきた。将来像・全体像を見据え、まず効果が出そうな特定の領域で小さな環境を作り、効果が得られたら段階的に規模を拡大していく「Think Big, Start Small」のアプローチでデータ活用を進めていくことが望ましい。

2 AI技術

(1) はじめに

本節では、さまざまな人工知能(AI)技術が浸透しつつある現状を技術の進展と社会実装の視点から俯瞰する。2020-2021年は、「現実の物理世界の中でどのようにAIと関わるべきなのか?」「人間とAIによって実現するエコシステムとは?」といった議論が本格化した年である。これは新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の影響が少なくはないものの、本質的には、これまで情報世界(デジタル)で活躍してきたAIが物理世界(リアル)で利用されることで、一部にとどまっていた社会実装が進むことへの期待と、本格的な社会実装に取組み始めたことで生じた課題意識によるものではないだろうか。

AIを活用することで企業がビジネス環境の急激な変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基にプロダクトやサービス、ビジネスモデルを変革する機運が高まっている。もちろん、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立することにも適用できる。たとえば、いち早くCOVID-19用のワクチンを開発したPfizer(米国)^{*14}、Moderna(米国)^{*15}の両社では、AIの活用が早期の開発、臨床試験、実用化に結び付いた^{*16}。

目の前の変革の一つの切り口として、デジタルとリアルの視点で現在の社会を捉えなおすことが挙げられる。このデジタルとリアルという言葉は目新しいものではない。これまで、どちらかといえば両者は分離され、先進的な企業のみがこれらをシームレスにつなげていたが、AIによってどのような企業であってもデジタル・リアルの垣根を越えてイノベティブに仕事を進めることが重要になる。mRNAベースのワクチンがデジタル(情報-mRNA)とリアル(物理抗体)を図らずもつないだことは偶然以上の意味があると考えるべきである。

一方で、ほとんどの企業が直面している課題はリアルのものであり、データはその一面を捉えているにすぎない。そのような課題をデジタルのデータのみで解決することが可能とは思えないのではないだろうか。ではAIはどのようにしてリアルの課題を解決しているのであろうか。ネット小売りの雄であるAmazon Goの事例は今やだれもが知っている。しかし、近年、実店舗を主軸としているWalmart(米国)が似て非なるAI技術の応用によってCOVID-19の影響下においても増益となるという快挙を報告し

* 14 <https://www.outsourcing-pharma.com/Article/2020/03/09/Pfizer-Saama-team-up-on-AI-data-project>

* 15 <https://www.zdnet.com/article/moderna-leveraging-its-ai-factory-to-revolutionise-the-way-diseases-are-treated/>

* 16 FDAが緊急使用の承認。FDAによるPfizerのmRNAワクチンの正式承認は2021/8/23。

ている^{*17}。まずはWalmartの自社の強みを最大限生かす取組であるIRL (Intelligent Retail Lab)^{*18}を例にAI技術の導入例を紹介する。Walmartは人的リソースとAI技術の両者を生かすことリアルの環境とデジタルデータの融合による顧客体験の向上を図っている。本事例は、デジタルデータを活用してリアル環境の課題を解決する優れた事例と言えるのではないか。

Walmart IRL

Walmartは2019年4月25日にAIを実店舗に展開するためにWalmart IRLの実験的店舗をニューヨーク州レビットタウンでオープンした。在庫管理に主軸を置いているWalmart IRLでは米国内の4,700店舗に10万種類以上の商品を取り揃えている。実店舗に実際にこれだけの品物が並んでおり、顧客が直接商品を選ぶという環境は根本的にAmazonとは異なる。では、WalmartはどのようにAIを取り入れたのか。Walmart Labのデータサイエンス・チームは、商品の動きに焦点を当てた。店舗別の組み合わせで毎週5億アイテムの需要予測をAIで行うこととしたのである。

Walmart IRLでは、多数のカメラを使用することで死角のないデータ取得を行っている。カメラは顧客の行動ではなく、棚に並ぶ製品に焦点をあてることで在庫管理と需要予測につなげる。たとえば一袋のポテトチップ。棚の位置から製品が特定できる可能性は高いものの、顧客が間違った場所に返しているかもしれない。あるいは、袋の変形で製品が特定できないかもしれない。これらの問題をカメラ・センサー群とAI技術により解決するのである。刻々とかわる状況のもと今現在、棚に並んでいる製品を把握することでの在庫管理と需要予測を行う。

レジを利用すれば十分ではないかという疑問も生じるであろう。しかし、Walmartは、在庫管理とは店頭での陳列までを含むものと捉えており、常に店頭に商品を並べ続けることを重要視している。顧客が商品を手に取り、カートに入れた瞬間、陳列棚の空きを埋める作業が開始され、その結果を需要予測につなげる。このような在庫管理・需要予測の視点は実店舗ならではのオペレーションでありAmazonにはない。しかもWalmartがIRLで取組んだのは生鮮食品、日用品に特化したネイバーフッド・マーケットの一つで、取り扱うアイテムは3万点である。鮮度が重要視される食品は時間単位での管理が必要であり、また欠品が直接店の利益に影響する。通常のWalmartでは売り場スタッフが担当の棚を常に回ってアイテムの確認を監視、補充のタイミングを見極めている。生鮮食品は实物を見ることが重要であり、データのみで管理することは非常に難しい。生鮮食品は補充だけではなく、見た目の鮮度により撤去を行うことも必要であるからである。そこで死角のないカメラと画像解析を行うAIの登場となる(図表42-22)。

AIには毎秒1.6TBで取得されるデータが使用される。そのためデータは有線・ローカルで処理する必要があり、データセンターを店舗建屋内に設置している。このデータセンターは意図的に外から見える位置にあるため顧客はAIを物理的に認識できる。AIを身边に感じてもらうことで顧客の理解を得ることも可能となる。最終的にはデータの活用によって、AIを導入した店舗では、朝、売り場のドアが開く前に補充のタイミングと量を知ることができるようになるという。では、食品・製品の補充のための見回りが必要なくなった店員は何を行うのか。Walmartでは、皆が口をそろえて言う、「よりきめ細やかな接客です」。

WalmartのAIはNVIDIA GPU上でCUDA-X AIを利用して構築、導入された。導入前の汎用クラスタ

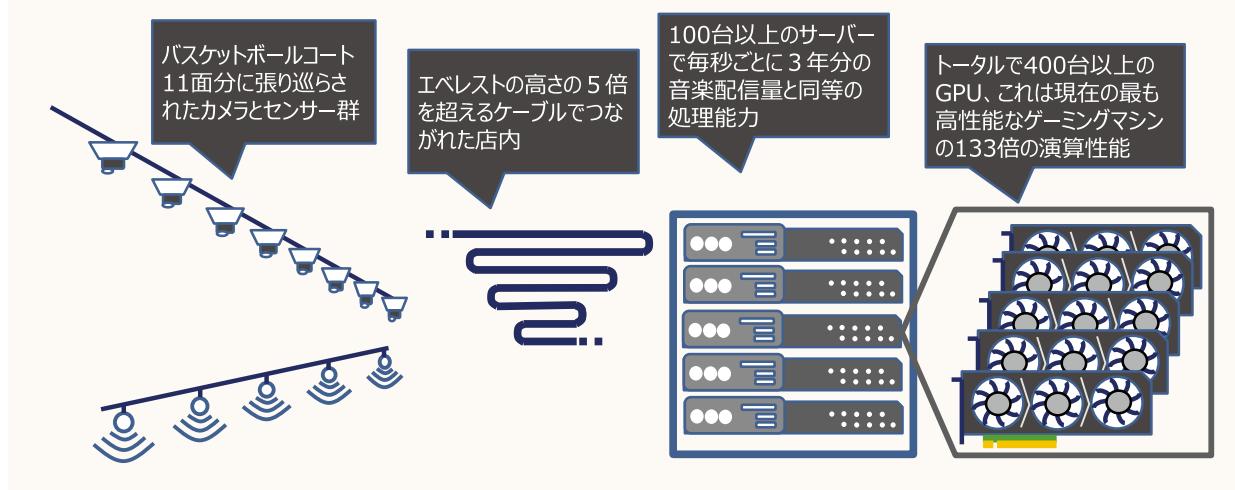
* 17 [https://s2.q4cdn.com/056532643/files/doc_financials/2022/q2/Earnings-Presentation-\(FY22-Q2\).pdf](https://s2.q4cdn.com/056532643/files/doc_financials/2022/q2/Earnings-Presentation-(FY22-Q2).pdf)

* 18 <https://corporate.walmart.com/IRL/>

に比べ100倍に高速化し、機械学習アルゴリズムは20倍速にまでにもなった。その結果、需要予測精度が向上し、製品の迅速な納品、リアルタイムでの対応や在庫コスト削減に期待を持てる状況にある。

WalmartはCOVID-19の吹き荒れるなか好調な業績を示している。ここで紹介したIRLは実験的な店舗であるため、この店舗で収益を確保することにはならない。Walmartは、AI技術を活用し、トラックから商品を降ろし、フロアに届けるまでの時間を短縮する自動化プロセスを導入している。この技術は1,800店舗で採用される予定とのことである。パートナーであるロボットベンチャー企業のBossa Nova Robotics(米国)のロボットを使って床の清掃や棚の補充を行っており、カメラを使ってセルフチェックアウトを監視して盗難防止を行うなど先駆的な応用を行っている。Walmartは、個々の小さな変化を積み重ねることで、店舗のエコシステムを構築していくことが重要と考えているように見える。

図表42-22 Walmart IRLの特徴



出典：The Tech Inside IRL^{*19}を参考にIPAにより作成

その後、WalmartはBossa Nova Roboticsとの提携を解消したとの報道があった。(2020/11/2)^{*20}在庫管理ロボプロジェクトは5年にわたり運用検証されたものの、現時点ではロボットでも人間でも作業スピードや効率に大差なしとの結論を得たようである。引き続き、掃除、レジなどの店舗内でのロボット運用計画は進められている。

Walmartはスマート化に対して引き続き積極的であり、P2P商品配達のJoyRun(米国)の一部資産を買収することで傘下に置くなど^{*21}の動きもみられる。Walmartは新規の技術を取り入れつつ、有用ではないとの判断も素早く行い絶えず進化しようとしているように見える。

2021年、第1・四半期(2-4月)決算では、営業利益は69億1,000万ドル(前年同期比32.3%増)。総売上高は1,383億1,000万ドル(前年同期比2.7%増)だった。

* 19 The Tech Inside IRL <<https://corporate.walmart.com/IRL/>>

* 20 <https://www.wsj.com/articles/walmart-shelves-plan-to-have-robots-scan-shelves-11604345341>

* 21 <https://techcrunch.com/2020/11/20/walmart-is-buying-joyrun-assets-to-add-peer-to-peer-product-delivery/>

(2) 技術動向

本稿では、「AI白書2020」の知的活動の分類を引用しながら、AIの主要な機能について述べる。

「AI白書2020」では、人間の知的活動を実現する技術群として、認識、理解、学習、判断、予測、言語、知識、身体性、創作の九つに分類した。本白書ではその概略を付録に記載した。個々の技術の詳細に関しては必要に応じて「AI白書2020」の「第2章 技術動向」を参照されたい。

(ア) 知的活動を実現する基礎技術

ヒトの知的活動とキーワードの概念を示したのが図表42-23である。この分類はAIに関してのさまざまな定義がある中で、初学者に対してもわかりやすいものと思われる、「AI技術は人間等の知的活動をコンピューターで実現するための技術群である」という考え方^{*22}に基づいてIPAが知的活動を整理したものである。この分類は学術的な観点から導出したものではなく^{*23}、本書でのAI技術の説明を行うに当たって便宜的に作成したものであり、AIの機能をわかりやすく分類するための手がかりにしてほしい。現在のAIの課題処理に関して一つの目安として理解が深まるであろう。

図表42-23 知的活動を実現する技術



図表42-24に、知的活動を実現するAI技術の概要を示す(詳細は付録参照)。

* 22 (研究開発の俯瞰報告書)システム・情報科学技術分野(2019年)／CRDS-FY2018-FR-02、JST

* 23 学術的な俯瞰図としては、JSTの研究開発の俯瞰報告書や、人工知能学会の「AIマップβ」<<https://www.ai-gakkai.or.jp/resource/aimap/>>を参照されたい。

図表42-24 「知的活動」の概要、および、主な技術、最新技術動向

活動	概要	主な技術	技術動向例
認識 (付録第1章.1)	AIによる「認識」とは、物体認識、音声認識、行動認識など、与えられたデータに対して対象とする要素の有無を判定、区別することである。	物体認識、行動認識、音声認識	隠れた物体の認識、顔認識・顔認証、カメラによる体温測定、Vision Transformerによる画像認識
理解 (付録第1章.2)	AIによる「理解」とは、言葉の意味理解、画像の理解を分散表現を利用して行うこととなる。	分散表現による意味理解、画像認識を介した理解、VQA (Visual Question Answering) 等、画像内の物体ラベル化技術	マルチモーダル学習による分散表現獲得、Transformerによる分散表現獲得と画像および自然言語での共通分散表現
学習 (付録第1章.3)	AIにおける「学習」は、学習の基本的考え方としてデータの種類とそれに合わせた学習方法に基づくことになる。学習モデルは推論として未知のデータを扱える。	教師あり・なし学習、強化学習、SVM、ディープラーニング、ノーフリーランチ定理、醜いアルゴリズムの子定理	学習自動化、「拡張分析」、データサイエンスの民主化、超大型学習モデル
判断 (付録第1章.4)	AIによる「判断」とは、データを解析した結果に基づく判断=意思決定となる。	プランニング技術、推薦システム、マッチング、行動経済学、意思決定過程の可視化・自動化技術	各種センサー利用による自動意思決定、不完全情報ゲーム解法の応用、議論マップ、議論マイニング、脳の意思決定メカニズムの研究
予測 (付録第1章.5)	AIによる「予測」には、分類、回帰、クラスタリングなどが使用される。とくにシミュレーションを用いることで説明可能な予測が実現しつつある。	分類、回帰、クラスタリング、ベイズ推定、アンサンブル学習、グラフ構造の学習と予測、マテリアルインフォマティクス、バイオインフォマティクス	タンパク質構造予測(AlphaFold2)、工場内故障予測
言語 (付録第1章.6)	自然言語処理は、伝統的なルールベース翻訳から、統計機械翻訳、ディープラーニングによる機械翻訳へと進歩してきた。最新のBERTやGPTについては注目技術としてとりあげる。	ルールベース翻訳(RBMT)、用例に基づく機械翻訳(EBMT)、統計的機械翻訳(SMT)、ニューラル機械翻訳(NMT)、言語モデル	Transformerによる自然言語処理能力の飛躍(BERT、ELMO、GPT)、自然な会話の実現(Duplex)
知識 (付録第1章.7)	AIにおける「知識」および「データ」は、ルールベースに始まりセマンティックWebに至る知識処理の考え方の変遷、データ基盤を経て、知識を使った推論や、知識グラフの補完などにつながっている。	オントロジー、セマンティックWeb、LOD、共通語彙、知識獲得、データ処理基盤技術、データ保護技術、知識グラフ、知識獲得、データ処理基盤技術、データ保護技術	知識を使った推論(推論チャレンジ)、知識グラフの埋込と補完、情報の信憑性判定、データバイアス問題
身体性 (付録第1章.8)	ロボティクスおよび「身体性」はAI応用分野では注目されている。動作の自動獲得、認知発達ロボティクスや、ミラーニューロンシステム(MNS)等行動する知能を目指す。	認知発達ロボティクス、身体性、予測学習、MNS(ミラーニューロンシステム)の応用、利他行動の創発	ソフトロボティクス、リザーバーコンピューティング、人工意識に関する認知科学的考察、世界モデル
創造 (付録第1章.9)	AIによる「創造」とは、学習されたデータに新しいデータを創造する技術が中心となる。統計学の「生成モデル」を利用したGANが代表となる。	オートエンコーダー、VAE、GAN、確率的生成モデルの利用	GANのさまざまなバリエーションの提案(BigGAN、CycleGAN等)、マテリアルズインフォマティクス/創薬への応用、Transformerによる大規模モデルからの自動生成

(イ) 2021年注目すべき先端技術

AIが流行っているから活用するというのではなく、業務プロセスの全体を見直し、全体最適となるようAIを活用することが理想といえる。しかし、常にAI技術のトレンドを理解し、自社の課題解決につなげられないか検討することがその一歩になることはいうまでもない。ここでは最近の技術について紹介することでAIの実装において見通しがよくなるよう注目すべき技術をピックアップする。

最初に、昨年度BERTにより大きく進展した自然言語処理関連について紹介する。自然言語処理が「理解」をどう攻略しつつあるのか、その進展をみることができる。

AI、機械学習の導入に関して現在は、高度な専門的知識と経験をもった人材が大量のデータを前提にシステムを作り上げていくという状況であり、だれでも簡単に導入できる環境とはいがたい。この問題に対して、AI研究者や先進企業も手をこまねいているわけではなく、いくつかの技術的なアプローチを進めている。次にこのAI技術の開発・運用を含めた新しい取組を示す。

現在のAI、機械学習は大量のデータを取得することが前提となっている。ここで問題になるのはデータが集まらない状況や、独自のデータであるので社外に出せない、あるいは必ずしもデータを処理するAI資源が十分な計算能力を持っていない等の課題である。フェデレーテッドラーニングはまさにこの種の問題を解決するための技術であるため、その概要を紹介する。

最後に機械学習と量子コンピューティングを組み合わせる次世代の取組を紹介する。

(a) 自然言語処理

自然言語処理の歴史は長く、AIの本命技術の一つとして常に期待された領域であった。深層学習がAIを席巻してからもさまざまな取組がなされたもののすぐには大きな進歩がなかった。これは自然言語の特性が阻害していたともいえる。深層学習の発展のひとつにGPUの利用、いわゆるGPGPU^{*24}がある。これはGPU上にある多数の積和演算ユニットを並列かつ効率的に利用する方法となる。ところが言語のように意味や指示語、代名詞等を文の中で前後して扱うような構造の場合はRNNと呼ばれる時系列を扱うための構造が用いるのが一般的であり、この場合、順序による依存関係を考慮する必要があるため、依存関係間での待ちが発生し並列化しづらい。結果としてGPUが効率的に使用できない。

そこで登場したのがAttention^{*25}という考え方である。文章中の単語に焦点を当てることでその単語と関係する文章中でのあらゆるつながりを見つけるという方法である。その際に重要であるのは、つながりのみに焦点を当てて、文法的な性質を考慮しないことである。注目すべきはこのときにメモリ上に文章のすべてが格納できれば、あたかも画像内的一部分の特徴を他の場所と比較するかのように並列計算が可能になる。すなわち自然言語であっても時系列からはなれて並列処理を行えるのである。

このようなAttentionを中心とした基本的な機械学習はTransformerと呼ばれている。

Transformerでは、普通のテキストを学習データに、計算資源を効率よく使用することで膨大なパラメーターを処理することを可能にしたのである。Transformerを理解するための追加のキーワードをいくつか紹介する。これらのキーワードは現在の自然言語処理技術を特徴づけている。

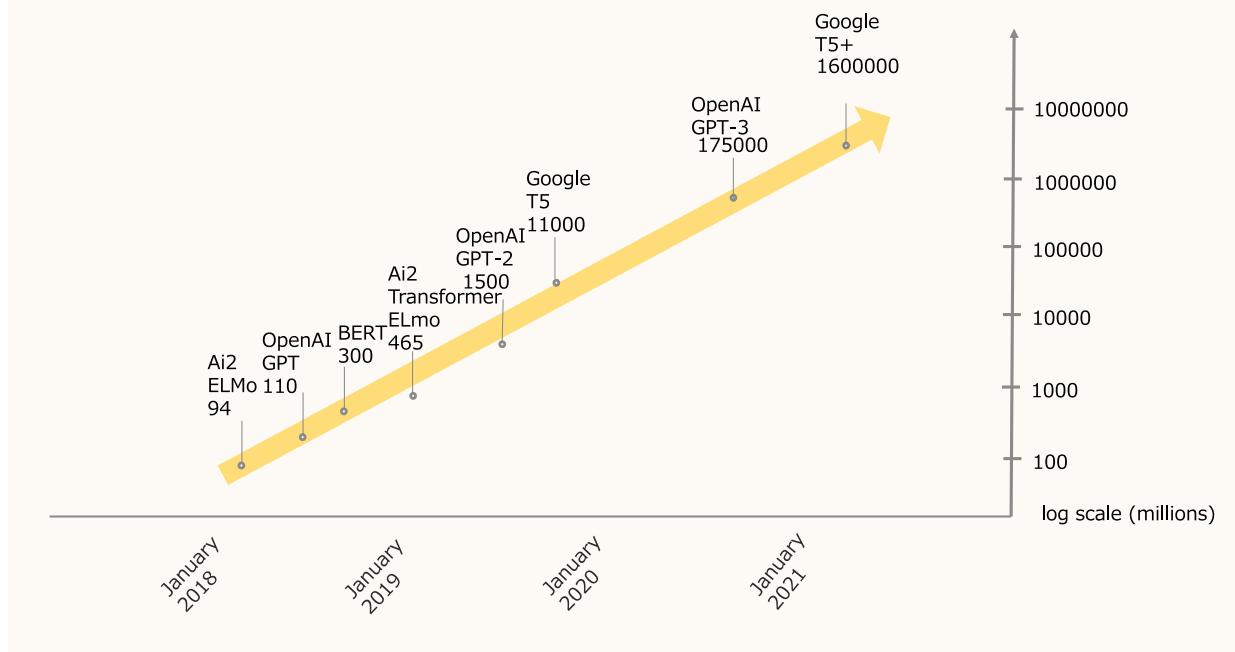
* 24 GPGPU: General-purpose computing on graphics processing units; GPUによる汎用計算を示す。GPUの演算資源を画像描画処理以外の目的に応用する技術。

* 25 Attention is all you need. <<https://arxiv.org/abs/1706.03762>>

1) パラメーター数の拡大

パラメーターが多ければ、たとえば学習時の参照範囲を広げることができ結果も期待できることになる。つまりパラメーターのスケールを大きくできれば、現在のモデルの限界を押し上げることと同時に性能が上昇することが期待できる。実際、Transformerにおいてスケールの拡大保証は確かめられており、パラメータースケールの拡大はそのまま性能上昇につながる。一方で、大きくなつたモデルを圧縮して効率化する手法もまた研究開発されている^{*26}。

図表42-25 言語モデルのパラメーター数変化



出典：The Future of Natural Language Processing^{*27}を基に一部データを更新しIPAにて作成

2) 言語モデル

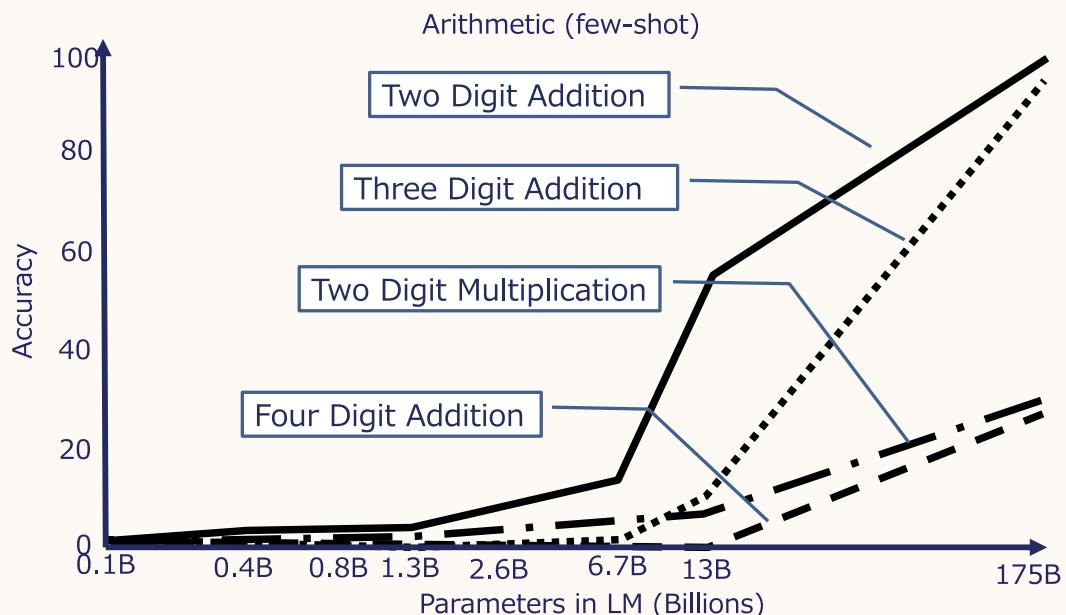
言語モデルは自然言語処理を行ううえで機械学習の中心となる部分である。基本的には文章のどこにどの単語が出現するのが自然なのかをTransformerでは文章中の特定の位置での単語の出現確率によって計算する。前後の単語との相互参照を含めて決めるこにより確率ベースで計算することができる。その結果、膨大な数のパラメーターにより事前学習された言語モデルはトレーニングデータから驚くほど多くの知識、つまり単語の関係性を学習することに成功したことにとどまらず、記述内容の論理的なつながりさえ学習している。これによりテキストの要約や会話といった文章生成タスクが正確かつ構成上も問題ない水準に押し上げられるだけでなく、簡単な計算やプログラムの自動生成すら可能になることがわかった。図表42-26は言語モデルの学習パラメーターが大きくなるにつれ、足し算や掛け算が可能になったことを示している。10億パラメーターが一つの目安となる。さらに計算だけではなく自然な言語記述を入力することでプログラミングコードが自動で生成できる技術に発展している^{*28}。

* 26 ALBERT: A Lite BERT for Self-supervised Learning of Language Representations <<https://arxiv.org/abs/1909.11942>>

* 27 The Future of Natural Language Processing <<https://ja.stateofaiguides.com/20200914-future-of-nlp/>>

* 28 Codex <<https://openai.com/blog/openai-codex/>>

図表42-26 言語モデルのパラメーター数を増やすことで翻訳だけでなく計算も可能になる



出典：Language Models are Few-Shot Learners^{*29}の内容を基にIPAにて作成

3) Zero(Few)Shot学習

前述したように事前学習モデルには、データに使用したテキストに記述されたすべての参照関係が含まれるため、例示なしもしくは一例二例の提示でのタスク推定を可能にした。Few-shot学習はタスク（推論時）に少数（10から100）の例を示す場合を、One-shot学習では一つの例示のみを与える場合となる。そしてZero-shot学習では例示なしとなる。たとえば、ライオン、サイ、キリン…を学習させた属性モデルは、学習していないヤギやゾウに対しても属性クラスを参照し、クラス判定が可能となる（図表42-27）。

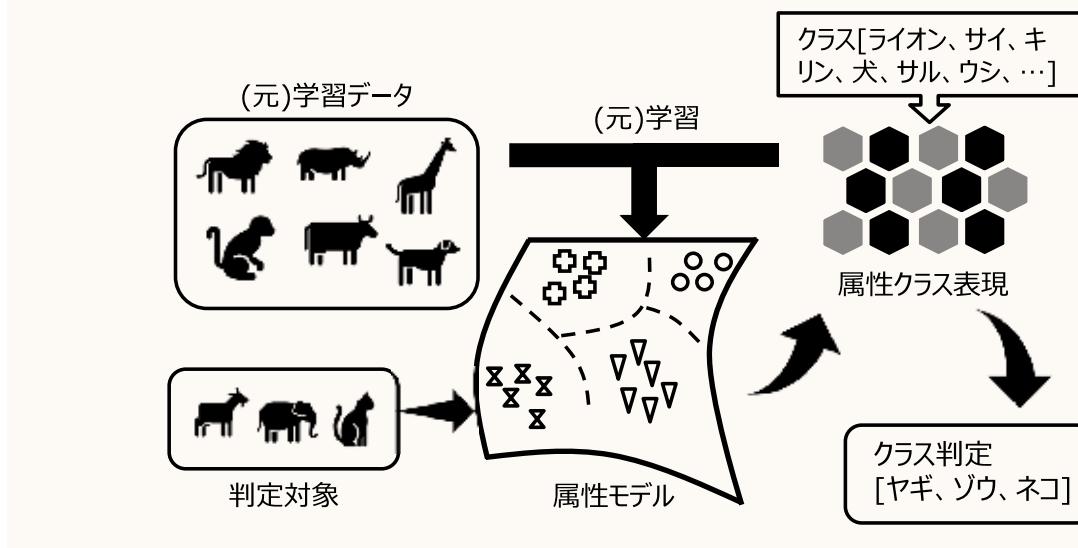
これらは事前学習モデルの性能に大きく依存することになるが現在では、実際タスク例がないか、一つのタスク例を示すことで、タスク達成性能としてほぼ最高のパフォーマンスを上げることに成功している。

2020年、OpenAIによるGPT-3^{*30}の発表は大きな衝撃を与えた。言語モデルの規模も話題を呼んだが、そのデモの内容は言語モデルこそ汎用AIにつながる王道なのではないかと考える人も少なくなかつた。2021年はVision Transformerが学会をにぎわした。これは自然言語用に設計されたTransformerを画像分野に応用するという試みである。自然言語処理では穴埋め問題で学習するが、では画像ではどうするのか。ジグソーパズルを組み立てるかのように画像の穴埋めを行う。

* 29 Language Models are Few-Shot Learners.:2020 <<https://arxiv.org/abs/2005.14165>>

* 30 GPT-3 <<https://openai.com/blog/gpt-3-apps/>>

図表42-27 Zero-Shot Learning

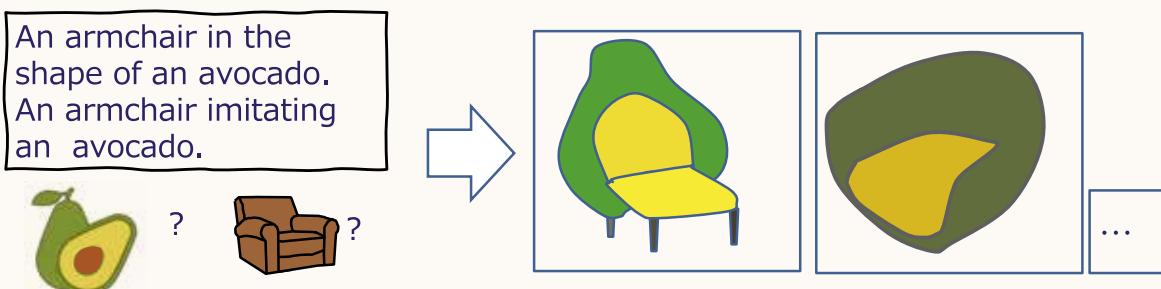


出典：Transductive Zero-Shot Recognition via Shared Model Space Learning^{*31}を基にIPAにて作成

穴埋めとパズルはヒトにとっては何とも簡単な方法である。AIがヒトの学習方法を真似て理解のフェーズへ進みだしたといえるのかもしれない。実際にOpenAIが発表したDall・E^{*32}は、言葉とイメージに関して完全に理解しているようにふるまう。実際デモでは、言葉を理解してその内容に応じたイメージを作り出す。言葉の端々とイメージ内の各ピクセルが本当につながっているかのようである。もちろんこれは、Transformerが、見方によっては全結合のアーキテクチャーに戻った結果と考えることができ、メモリ内にある全データに対して重みづけの計算を行うことによって、これまで実現しなかった理想的な機能が実現できたと考えることもできる。

「アボカドのようなアームチェア」「アボカドを模したアームチェア」と入力すると何十種類ものパターンで結果を返す(図表42-28)。データで与えられてさえいれば、イメージと言語表現のあいだでそれらしいものが出来上がってくる。ヒトの知的活動が総合的に実現されるまでに至ったといってもいいだろう。

図表42-28 DALL・Eの例



出典：OpenAI DALL・E^{*32}デモを基に概略をIPAにて作成

* 31 Transductive Zero-Shot Recognition via Shared Model Space Learning: 2016, AAAI16
[<https://ojs.aaai.org/index.php/AAAI/article/view/10448>](https://ojs.aaai.org/index.php/AAAI/article/view/10448)

* 32 DALL・E <<https://openai.com/blog/dall-e/>>

最近、万能性を見せる超巨大事前学習モデルをFoundation Modelと名づけ、社会に与える影響を可能性とリスクの視点でまとめた論文がスタンフォード大学(Stanford University、米国)のAI科学者約100人の共著で発表された^{*33}。この領域について非常に詳しく調べられており参考となる。

(b) AIの導入・運用を容易にするための技術

AI、機械学習の導入に関しては課題も多い。まず、大量のデータをどのように扱えばいいのか、そもそもデータが集まるのかを検討する必要がある。そしてデータが集まったあとには高度な専門的知識と経験をもった人材がデータに合わせて個別のシステムを作り上げることになる。これではどの企業でも簡単に導入するわけにはいかず、結果として取組が進まないという課題が生じている。ここではAIの導入・運用を容易にするための新しい取組を示す。

1) API化

自然言語処理に関わるAIタスクは毎回一からシステムを作り上げる必要がある。たとえば少しのタスク追加、もしくは削減を行う場合でも一から再設計する必要がある。これに対して、自然言語処理で使用するタスクに対応するAPIを作成することで、事実上すべての自然言語処理関係のタスクをAPIの呼び出し・組み合わせで構築することが可能になった。たとえばOpenAIでは自然言語処理系AIの汎化の例としてGPT-3(1,750億のパラメーターを調整した自然言語処理系)にアクセス可能となっている^{*34}。

さらにGPT-3を使用する/予定のある商用アプリケーションのショーケースも公開されている^{*35}。

2) AutoML(Automated Machine Learning)

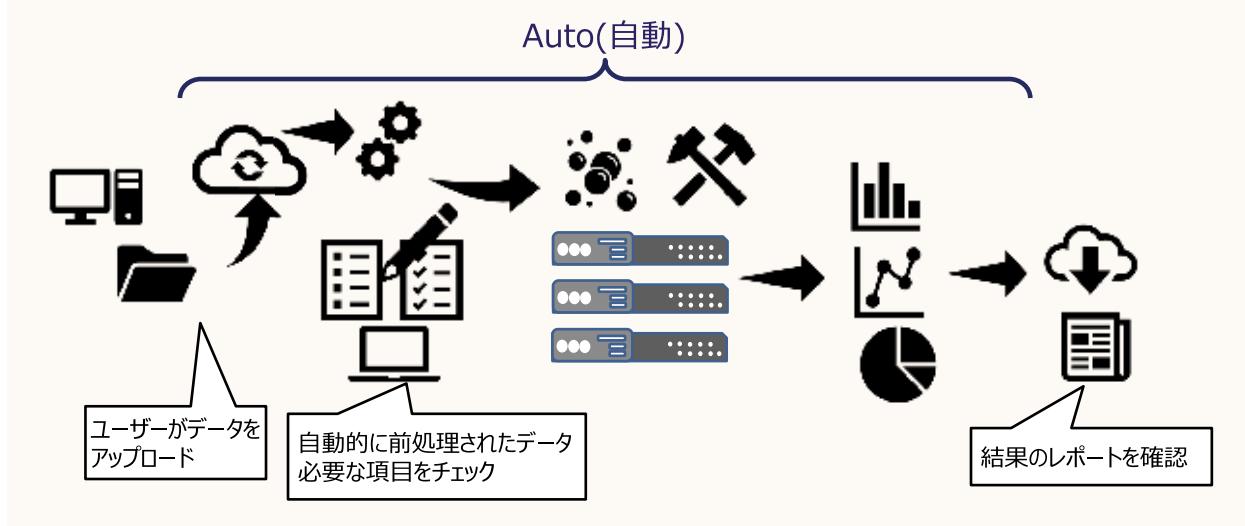
機械学習には多くの作業が必要なため、活用が進みにくい状況である。AutoMLは機械学習の各プロセスを自動化してエンジニアの生産性を向上させること、また誰でも機械学習を使えるようになることを目指した技術である。究極的な目標は、生データを与えれば自動的に処理を行い、ユーザーにとって有用な結果を出すことである(図表42-29)。これにより、企業内のデータサイエンティストの不足を補ったり、AIの知識がない人材でも機械学習による成果をえたりすることが可能となる。具体的にはAutoMLでは大きく「ハイパーパラメーターチューニング」「モデル選択」「特微量エンジニアリング」の3点を行う。

* 33 On the Opportunities and Risks of Foundation Models <<https://arxiv.org/abs/2108.07258>>

* 34 <https://beta.openai.com/>

* 35 <https://gpt3demo.com/>

図表42-29 ユーザーからみたAutoMLのイメージ



「ハイパーパラメーターチューニング」とは、機械学習モデルに存在するさまざまなハイパーパラメーターを文字通り最適な値に調整するプロセスである。たとえば、ランダムフォレストであれば木の深さや数をハイパーパラメーターとして持っているが、学習フレームワークのデフォルトのパラメーターでは推論の対象に合わず、よい性能が出ないことが多い。そこで、AutoMLでは、従来人手で行っていたハイパーパラメーターチューニングを自動化する。このとき性能が向上するだけでなく、人が直感的に決めたパラメーターによるバイアスを取り除くことにも繋がることが利点の一つになっている。

「モデル選択」とは、データを学習させるために使う機械学習アルゴリズムを選ぶプロセスである。モデルにはSVMやランダムフォレスト、ニューラルネットワークなど多くの種類がある。その中から解きたい問題に応じてモデルを選択する。たとえば、解釈性が重要な場合は決定木などのモデルを選ぶべきであり、とにかく性能を出したいという場合はニューラルネットワークが候補になる。モデル選択が必要な理由として、現状、すべての問題に最適な機械学習アルゴリズムは存在しないという点を挙げることができる。そのため、これまでの経験例からモデルを適切に選択することが重要となるため選択のための工夫が必要である。たとえばモデルの名前と課題があり、よい結果となったモデルが並んでいる中などから判断することも可能となる。選択された機械学習モデルのパフォーマンスを最大化する特徴量設定を行うのが「特微量エンジニアリング」となる。

AutoML-Zero^{*36}では、人の手をできる限り排除して最適なアルゴリズムを探索、開発させるというアルゴリズムを目指している。現状では最高性能には及ばないものの、二層ニューラルネットワークのバックプロパゲーション^{*37}の自動発見等、今後が期待できる。

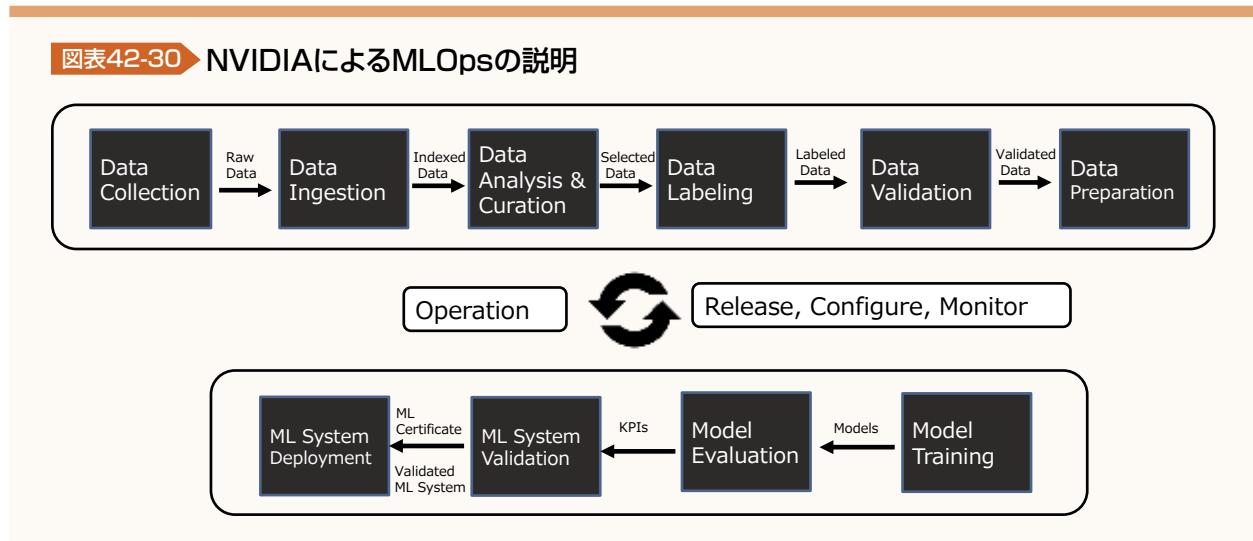
3) MLOps

DevOpsとは、プログラムの設計・実装を担う開発(Dev=Development)チームと、当該プログラムの実行環境を監視・維持メンテナンスする運用(Ops=Operations)チームの二つがシームレスに連動し、

* 36 AutoML-Zero: Evolving Machine Learning Algorithms From Scratch <<https://arxiv.org/abs/2003.03384>>

* 37 ニューラルネットの代表的なパラメーター更新の方法。前方の重みづけに基づき後方に次々と伝搬させることにより更新する方法。

協調的な活動を行うものでDev+Opsのチームの協働体制および、それによって得られる「機能改善と安定稼働の両立」を行うこととなる。つまりアジャイル型開発を志向し、日々、仕様変更や機能追加がDev側で行われ、それをOps側で運用していくにあたり一丸となって設計・開発・運用をシームレスに行うこととなる。そしてこの概念を機械学習にとりいれたのがMLOps（Machine Learning + Operations）となる（図表42-30）。



出典：NVIDIA What is MLOps?*³⁸を基にIPAで作成

機械学習の日々の学習と円滑な運用、安定稼働がなぜ問題となるのか。これは機械学習システムが抱える根本的な問題が強く影響している。つまり現在の機械学習システムは、明示的なプログラミングで機能しているのではなく、データを学習することでパラメータチューニングされたモデルにより機能している。そのため本質的には、新たなデータに対しては、既存のデータでチューニングされたパラメーターは意味をなさなくなる危険性を内包している。そのため常に学習とその結果となる推論の精度を検証しつつ運用する必要がある。そのため開発・運用が一丸となる必要が出てくるのである。「データ加工、学習作業の前処理の自動化」「継続的に再学習する仕組み」「デプロイの自動化」「監視およびアラートの仕組み」「疎結合なアーキテクチャー」といった仕組みを各種ツール、コンポーネントを駆使した「機械学習基盤」として組み上げることが、MLOps、つまり、Machine LearningとOperationsの融合となる。

(c) フェデレーテッドラーニングと分散学習

1) フェデレーテッドラーニング(Federated Learning)

オンデバイスで複雑な処理がこなせるようになると、機械学習に必要なデータを収集し、端末上でよりセキュアに管理できることになる。一方で、機械学習によって端末単位でトレーニングしたデータをクラウドとして学習しないことは学習結果がいつまでたっても反映されないという課題が生じる。この問題を解決するのがフェデレーテッドラーニングである。

Googleでは、個人情報保護とユーザー体験の向上を両立させるべくフェデレーテッドラーニング技術に着目した。たとえば端末上でのある操作に関連する機械学習のベースとなる「モデルA」をクラウ

* 38 What is MLOps? <<https://blogs.nvidia.com/blog/2020/09/03/what-is-mlops/>>

ドからスマートフォン等の端末にダウンロードし、端末上で鍛え上げてから「改善情報」だけを抽出、暗号化してクラウドに送り返すというフィードバックを繰り返す。端末内の機械学習データは自動的にブラッシュアップ、改良され続ける。この間、ユーザーの個人情報などのデータは端末から外に送り出す必要がないためセキュリティは担保されることになる。この仕組みを使い、たとえばカメラアプリに関係するアルゴリズムに対して、多くのユーザーから送られてくる改善情報を基に解析評価し、差分更新により使い勝手のよいものにすることが可能になる。そこでGoogleはこのフェデレーテッドラーニングをPixel 3で初めて取り入れた。Pixel 4ではタッチ操作にフェデレーテッドラーニングを用いている^{*39}。評価解析の結果、強く押す動作と長く押す動作の区別は、ユーザーには識別困難であることがわかったため両者を統一的に扱うべきという興味深い結果を得ている。

個々のデバイス向けには空間的な特徴量に対応するための畳み込みネットワーク(CNN)とその時間的進展に対応するためリカレントネットワーク(RNN)を組み込んでいる。各信号フレームは、タッチセンサーから受信したときに、その都度ネットワークによって逐次処理され、RNNの状態ベクトルはフレーム間で保持されることになる。ネットワークは、デバイス上で実行するため意図的にシンプルな構成に保たれている。スマートフォンなどのデバイス上で他のアプリケーションと同時に実行される事を考慮し、推論コストを最小限(フレームあたり約50μsの処理時間とTensorFlow Liteを使用して1MB未満のメモリ消費量)に抑えこんでいることも特筆すべきであろう。端末ごとにこれらの個別処理を行い、その結果のみをクラウドに送信する。クラウド側では共通のモデルクラスを更新し、結果をまたデバイスに送ることになる。

別の例としてエッジ側がとくに重要な要素となるマルチホップ無線の適用例がある。マルチホップフェデレーテッドラーニングでは、複数のデバイスのグループがデータをローカルかつプライベートに保ちながら、共有されたグローバルモデルを共同で学習することを可能とする。シングルホップの無線通信を利用する古典的な連合学習システムとは異なり、マルチホップシステムの更新は、ノイズや干渉の多い複数の無線リンクを経由する必要があり、更新が遅くなる可能性が大きい。そこで通信の遅延、システムやデータの不均一性などの課題に体系的に取組むことで、安定性、高精度、高速な収束速度が保証された新しい無線マルチホップ連合学習システムを開発することで、この課題の克服を目指すことになる。

機械学習には大量のデータが必要であり、そのためには学習基盤にデータを渡す必要がある。しかしデータは今や企業の生命線の一つであり容易に外部に出すことはできない。また個人情報に紐づけされたデータに代表されるデータ、たとえばヘルスケアデータに関してはさらに慎重に扱う必要がある。

このことは、エッジと分離することでデータ秘匿を果たすことが可能となるフェデレーテッドラーニングには適している。もともとエッジで処理を行う理由は、リアルタイムでの結果をエッジ側で処理、使用することが目的であったが、たとえばクラウドに学習結果および学習モデル更新に必要な情報のみをあげることで、データの秘匿性を維持しつつ機械学習を進めることができる。OWKIN^{*40}ではこの技術をデータ秘匿と機械学習の効率化の両立という視点で応用している。

さまざまなバイオマーカーのパターンを解析し標的を発見するプロセス、親和性が高く低毒性となるよう最適な分子を設計し新薬をデザインするプロセス、臨床試験で最適な結果となるよう薬物反応を予測するプロセス、そして類似する症例を発見し医学の精度を高める市場分析プロセスといった新

* 39 <https://ai.googleblog.com/2020/06/sensing-force-based-gestures-on-pixel-4.html>

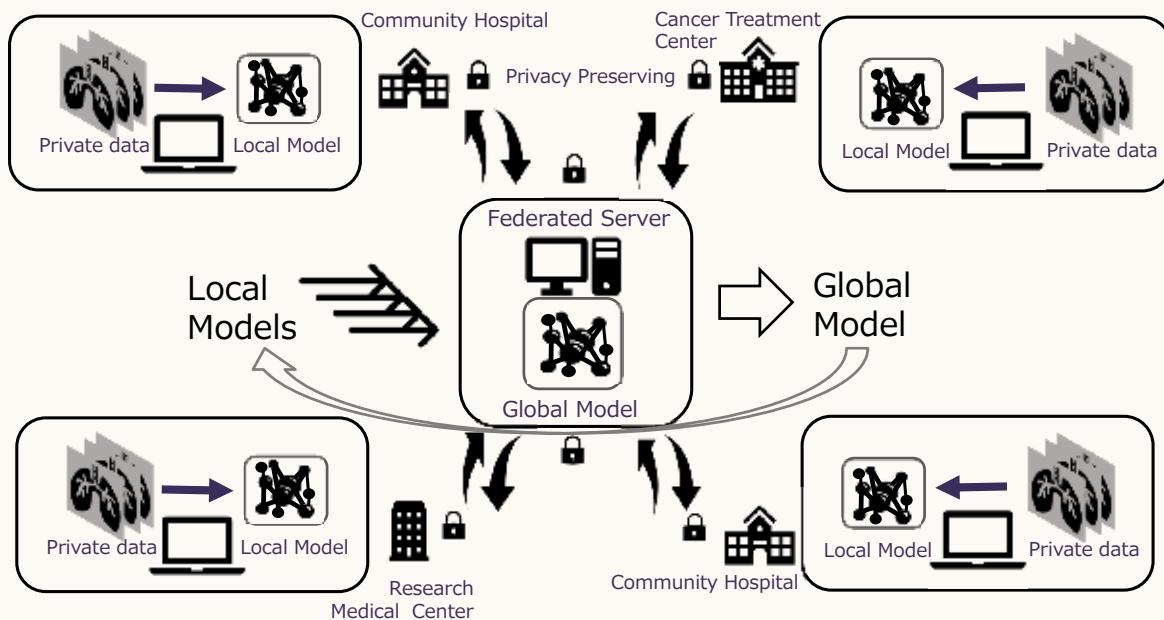
* 40 <https://owkin.com/federated-learning/>

薬開発におけるあらゆるプロセスにおいてフェデレーテッドラーニングによる最適化は、患者のデータ・プライバシーを尊重すると同時に、根底にある病気のメカニズムと新しい治療法を発見することを可能とする。

フェデレーテッドラーニングは、データ・プロバイダーがデータのコントロールを可能にするもののそれでもなおプライバシーのリスクが潜んでいる。そこでOWKINでは優れたトレーサビリティーと透明性を持つブロックチェーンによりこのリスクを軽減することを狙う。スマートコントラクトを利用して、アルゴリズムがネットワークのプライバシー基準に違反していない場合にのみ交換されるセキュリティデポジットを要求することで、悪意のあるプレイヤーをそもそも抑止することが可能となるためだ。(ブロックチェーンに関してはコラムを参照のこと)

NVIDIAは、医用画像によるフェデレーテッドラーニングを医療機関と協力のもと推進している。図表42-31にNVIDIAのフェデレーテッドラーニングの概念図を示す。各医療機関の個人情報は他の機関には渡されず、医用データでの学習結果のみがフェデレーションサーバーに集まり、学習が進む。COVID-19でもここで利用されたフレームワークを利用し、胸部X線、患者のバイタルサイン、検査値を使用するものの、ローカルのトレーニングとグローバルモデルを組み合わせたフェデレーテッドラーニングを行った。このシステムではプライバシーを保護する手法で、モデルのパラメーターのサブセットのみ共有する。20日間で20の病院で学習を行った結果、酸素の需要を予測するAIモデルを構築することに成功した^{*41}。

図表42-31 フェデレーテッドラーニングの例



出典：NVIDIA federated-learning-clara^{*42}を基にIPAで作成

AIは今後もハイパフォーマンスコンピューティングとハイパフォーマンスデータアナリティクスのパイプラインを融合させ、マルチワーク LOADの収束をもたらすだろう。現在、データ解析、トレーニン

* 41 <https://blogs.nvidia.co.jp/2020/10/09/federated-learning-covid-oxygen-needs/>

* 42 NVIDIA federated-learning-clara <<https://developer.nvidia.com/blog/federated-learning-clara/>>

グ、推論は、同じコンピューティングプラットフォーム上で実行されており、GPUの使用だけでなく、FPGA、グラフプロセッサ、特殊なアクセラレータを用いるケースも増えてきている。コンピューター・ビジョンに始まったAI応用は、マルチモーダルAIや会話型AIに移行している。またディープラーニングは、LinkedInではパーソナライゼーション、レコメンデーション、Googleでは翻訳、YouTubeでは動画の低遅延推論でも使用されている。その結果使用するディープラーニングは数十億個のハイパー・パラメーターは普通であり、一兆個にも届く勢いである。複雑化した中でフェデレーテッドラーニングは、AIデータパイプライン内で、それぞれが異なるストレージとI/O要件を持つ異なるステージを同居させることを可能とする。たとえばIntel(米国)は複雑なDNNにさらに数百、数千億のエッジデバイスをつなぐにはフェデレーテッドラーニングが解決策の一つになるとみている。

ICML2020^{*43}において、フェデレーテッドラーニングは分科会として以下のように取り上げられており、関心を集めていたようである。「フェデレーテッドラーニング(FL)への敵対的な攻撃」「FLのためのブロックチェーン」「FLの公平性」「FL・オン/用・ハードウェア」「FLの新しい応用」「FLの運用上の課題」「FLでのパーソナライゼーション」「FLでのプライバシーに関する懸念」「FLのためのプライバシー保護手法」「資源効率の高いFL」「FLのシステム・インフラ」「FLへの理論的貢献」「FLの不確実性」「協調投稿方法」等が議論されている。ICML2021^{*44}においても国際ワークショップが開催されており、この分野の注目度は引き続き高い。

2) 分散学習

現在の機械学習、とくに深層学習では1か所にデータを集約し、画像・音声認識等のモデルを学習することが一般的である。しかし、あらゆるモノがネットワークに接続するIoT時代において、膨大なデータを1か所に集約することは困難となる。さらに言えば、プライバシー保護の観点でデータをローカルにあるサーバー・機器にとどめたいという需要も増加していく一方である。関連して、EUの一般データ保護規則(GDPR)^{*45}のようなプライバシー保護のための法的規則が強化されつつあることも重要な視点である。こうした時代において、データを蓄積・分析・処理するサーバーを分散化し、上位システム(クラウド)や通信網の処理負荷を低減させ、応答速度やプライバシー保護の観点でユーザーの利便性を高めるエッジコンピューティングへの期待が高まっている。そこでエッジコンピューティングのように分散配置されたサーバー群に分散してデータが蓄積されていく環境でも、あたかも1か所にデータを集約して学習したかのようなグローバルモデルを得るために学習アルゴリズムが必要となる。そこで①統計的に非均一なデータがサーバー群に蓄積されており、かつ②サーバー群がモデルに関連する変数を非同期に通信・交換することで全部のデータを1か所に集めて学習したのと同等のモデルが得られるというアプローチが分散学習である(図表42-32)^{*46}。

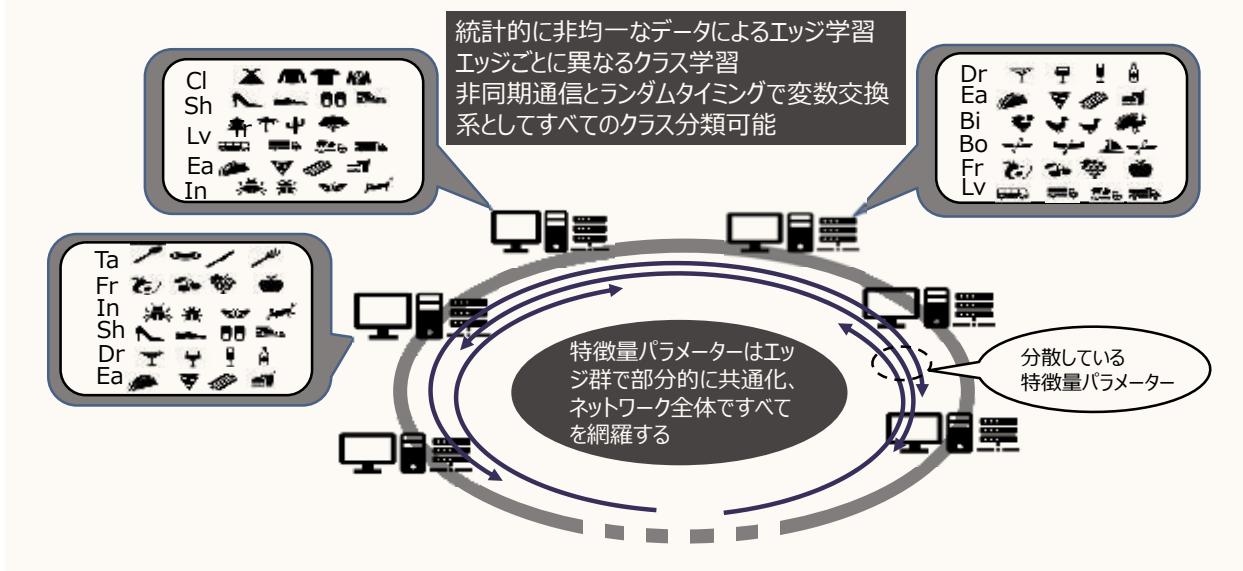
* 43 <http://federated-learning.org/fl-icml-2020/>

* 44 <https://icml.cc/Conferences/2021/ScheduleMultitrack?event=8359>

* 45 <https://www.ppc.go.jp/enforcement/infoprovision/laws/GDPR/>

* 46 <https://www.ntt.co.jp/news2020/2008/200824a.html>

図表42-32 分散学習の例



出典：NTT発表資料^{*46}を基に一部変更IPAで作成

(d) 量子機械学習

機械学習では教師あり学習、教師なし学習、強化学習の3種類があることは本文で述べた。たとえば教師あり学習であれば、入力ベクトルaに対して出力ベクトルbになるための行列Aを求めるということがその基本にあることは容易に推測できる。この場合に行列Aを求めるためにbを中心に展開するにはAの固有ベクトルを知らなければならないがここで量子アルゴリズムを使用すると展開状態そのもので計算が可能となる。つまり固有ベクトルをいちいち計算しなくとも逆行列が計算できるのである。このように量子計算アルゴリズムを使用することで学習アルゴリズムの一部を置き替えた機械学習を量子機械学習と呼ぶ。たとえば教師あり学習で使用する線形回帰にはHarrow-Hassidim-Lloyd(HHL)アルゴリズム^{*47}、K-meansではデータベース検索のためのGrover検索(G検索)アルゴリズム^{*48}、サポートベクトルマシンではHHLアルゴリズムおよびGアルゴリズムの両者のアルゴリズムを使える場合があることがわかっている。この場合には従来の計算と比べて量子計算による効果がどの程度になるのか、量子加速と呼ばれる効果を見積もることができる。HHLアルゴリズムでは指数の効果、Gアルゴリズムで2次のオーダーでの効果があることが知られている。同様に教師なし学習でよく用いられる主成分分析ではHHLアルゴリズム、同様にK-means(クラスタリング)ではGアルゴリズムの適用が可能であり、強化学習のQ学習ではGアルゴリズムが適用できる場合があることがわかっており、いずれも量子加速が見込まれる。そしてもう一つ重要な視点は、量子機械学習では消費電力が大幅に削減できる可能性が高いことである。少なくともその性能と消費電力の2点において、AIと量子コンピューティングの融合は今後の発展に期待が寄せられている。

* 47 Quantum linear systems algorithms: a primer.:2018. <<https://arxiv.org/pdf/1802.08227.pdf>>

* 48 A fast quantum mechanical algorithm for database search.:1996. <<https://arxiv.org/pdf/quant-ph/9605043.pdf>>

(3) 利用動向

この節では最新の利用動向を紹介することで自社の課題を解決するためのヒントになることを期待する。

(ア) 医療分野での利用

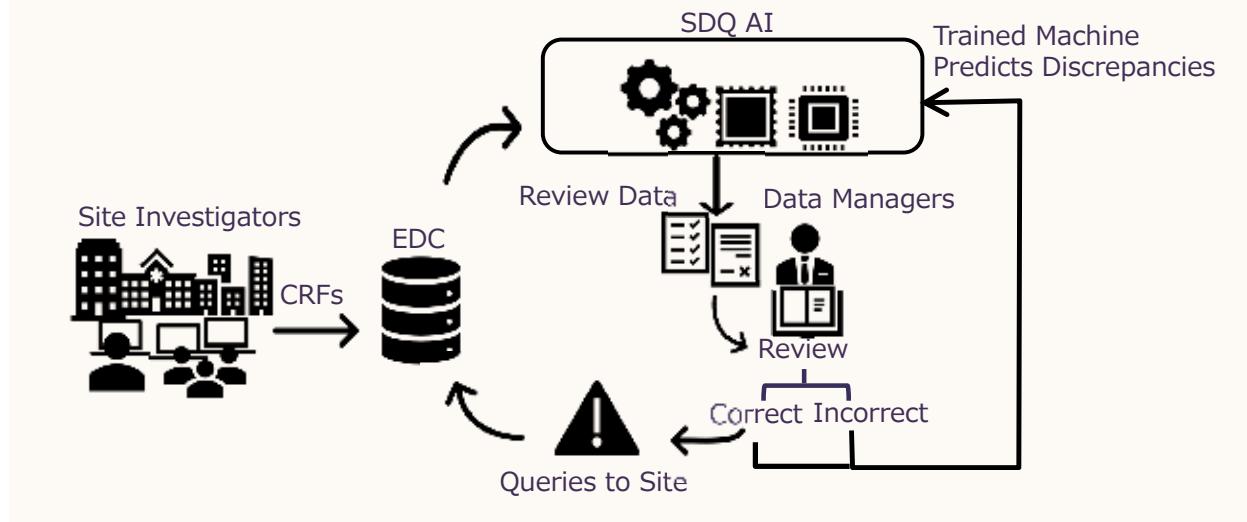
医療分野においてAIは、分析と予測モデリングにおいて重要なブレークスルーを実現した。その結果、学習サイクルの大幅な加速を可能にし、これまでアクセスできないことで有効利用できなかった研究データ、生産データから重要な洞察を導き出すことが可能になった。さらに近年DeepMindに代表されるようにタンパク質の折り畳み構造予測はAIの独壇場である。AIによるバイオインフォマティクスもまた重要な研究開発の武器なのである。

Pfizerはデジタルデータの活用に力を入れており、創薬の研究開発の効率化、早期実用化のための仕組みが作られている。mRNAに関しては、その第一人者Karikó Katalin博士が在籍するBionTechと早くから協力関係を築き、COVID-19のワクチン開発においてもいち早く実用化に成功している。ここではその中でとくに複雑で手間がかかる臨床データ解析を高効率化させるために利用したAIについて紹介する。

Pfizerではデジタルプレーヤーと多くのパートナーシップを結び、ハッカソンを実施して適切な相手を選ぶことで時間を節約しつつ貪欲に技術を取り入れている。臨床試験用AIスタートアップSaama Technologies(米国)のデータ解析とライフサイエンス・アナリティクス・クラウド(LSAC)を使用することにより臨床試験モデルと臨床データのクエリーの多面的な解析について進めていた。とくにSaamaのモデルが必要な精度を達成するために、Pfizerの臨床データとドメインの専門知識によってモデルを訓練し、その結果、深層学習技術を用いて臨床データのクエリーを集計、変換、分析、モデル化、予測することが可能になった。

通常、臨床試験または試験段階が終了すると、患者データが「クリーンアップ」されるまでに30日以上かかることがある。これは従来データサイエンティストがデータセットを手動で検査して、数千万のデータポイントを収集するときに発生するコーディングエラーやその他の不整合をチェックしているためだ。Smart Data Query(SDQ)と呼ばれる新しい機械学習ツールを含むプロセスとテクノロジーの最適化は、COVID-19ワクチンの臨床試験データに関して主要な有効性の症例数を満たしてから、わずか22時間でレビューまでもっていく。Pfizerの歴史的にみても速いワクチンの市場投入が可能になった一因である。PfizerとSaamaが提携して開発したAIベースのSDQデータ管理ソリューションがCOVID-19のワクチン開発においてデータの不一致を予測し、それらの理由を特定し、「ヒューマンインザループ」の監視の下でクエリーテキストを自動生成することで、クエリー管理を自動化したのである。図表42-33は、PfizerのデータマネージャーがAIと連携して、COVID-19研究の臨床クエリーを迅速に、多くの場合は自動的に、検査する方法を示している。

図表42-33 スマートデータクエリーのワークフロー



出典：Saama's SDQ Speeds COVID-19 Vaccine^{*49}を基にIPAにて作成

ワークフロー内では、eCRF(電子カルテ)を介して、EDCシステム(Electronic Data Captureシステム:電子カルテ取得システム)に情報を提供することから始まる。クエリー（担当医師への照会）はeCRFをもとに自動的に生成され、EDCに保存される。AIは信頼区間ごとにクエリーを確認し不一致のデータポイントを自動で探しだす。米国の場合、通常このプロセスを人が行っており時間がとられる部分である。SDQ AIは、提案されたクエリーテキストが正しくかつ適切であったことを認識し、基盤となるSDQアルゴリズムを改善する。

クエリーテキストが正しいか否かを確認し、正しくない場合にはどの点が正しくないのか、詳細を検討、修正したクエリーテキストを再作成する。eCRFエントリから自動クエリーの生成とレビューまでのこのプロセス全体は、わずか数分で完了し、SDQでより多くの臨床データが渡されてレビューされるため、かなり高速になる。SDQのパフォーマンスの予備的な結果は印象的であり、わずか4か月で1億500万を超えるデータポイントが調整された。

従来、データキャプチャからクエリー生成までの曆日中央値は、25.4日(すべてのワクチン研究)であり、これがわずか1.7日に短縮された、つまり15倍の時間の節約が可能となった。データの確認とクエリーテキストの自動化で節約された合計時間は、2,800～3,500時間と推定される。非構造化テキスト分析においては自然言語処理を使用して、750,000を超えるフリーテキストの文を解析し、有害事象の信号を検出、病歴や症例報告フォームと照合させることに成功した。

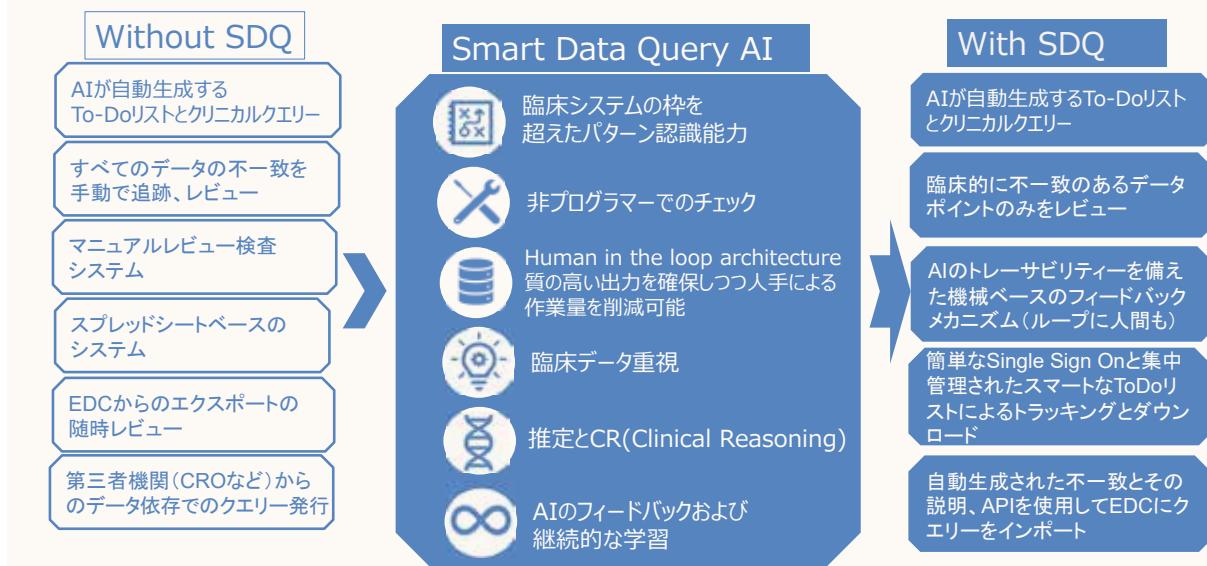
上記のように今回非常に高速に処理されたワクチンで有名になったPfizerはたとえば臨床記録においてはSaamaとの協業によりSDGによる高速処理を手に入れている。SaamaのAIクラウドサービス(図表42-34)の特徴を一言であらわせば、医療に特化した自然言語処理であり、たとえば下記の点が特別な自然言語処理基盤によって構成されている。

NLP Attention based Graph NN, Biomedical Text => BioBERT

PHI Scrubber: Deep Learning Modelを使用し患者の個人情報を消去

* 49 Saama's SDQ Speeds COVID-19 Vaccine <<https://www.saama.com/saamas-sdq-speeds-covid-19-vaccine/>>

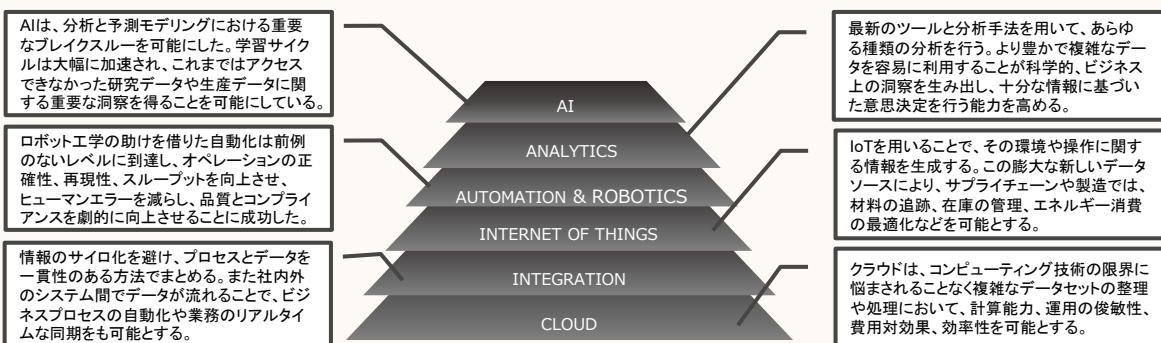
図表42-34 SaamaのAIクラウドサービスの特徴

出典：Saama-Smart-Data-Query-Fact-Sheet^{*50}を基にIPAにて作成

ModernaはmRNAをそれ自身、情報基盤として捉えており2010年の創業からAIを含む高度なIT技術の中で創薬することを重視していた。たとえばLoockerはその一つであり、COVID-19の感染が拡大する中であっても、さまざまなデータの一元化と分析を行うことが可能であった。

そのため常にプラットフォーム技術を進化させるのと同時に強化し、mRNAのソフトウェア的性質の深掘りと活用、mRNA医薬品の超並列研究開発、そして全体として機能するmRNAエコシステムを進化させることを積極的に行っていった。

図表42-35 Modernaの階層的なデジタルプラットフォーム

出典：Saama-Smart-Data-Query-Fact-Sheet^{*51}を基にIPAにて作成

* 50 Saama-Smart-Data-Query-Fact-Sheet

<<https://www.saama.com/wp-content/uploads/2020/06/Saama-Smart-Data-Query-Fact-Sheet.pdf>>* 51 Moderna_The_Digital_Biotech_Company_White_Paper_6.22.17_FINAL <https://www.modernatx.com/sites/default/files/Moderna_The_Digital_Biotech_Company_White_Paper_6.22.17_FINAL.pdf>

そもそもModerna(オランダ)は、タンパク質の折り畳み研究に不可欠なメッセンジャーRNA(mRNA)に基づいたバイオテクノロジーの会社である。COVID-19ではModernaは一貫したデジタルプラットフォームによって人間でテストできるプロトタイプワクチンの開発に必要な時間を大幅に短縮することに成功した。ModernaはmRNAを情報として捉え、mRNA創薬プロセスそのものをいち早くデジタル化したことでCOVID-19に対応できたといえる。

(イ) エネルギー分野での利用

Royal Dutch Shell(オランダ)は、DXを加速させようとする中で、AIをいち早く採用した企業である。機械学習からコンピュータービジョン、ディープラーニングから仮想アシスタント、自律走行車からロボットまで、Royal Dutch ShellはAIの進歩を支えてきたさまざまな技術に注目しており、さらにAIアプリケーションを大規模に展開する計画を持っている。たとえば新しいAIプラットフォームを利用した予知保全への取組を推進しつつ、AIを活用したアプリケーションを全社的に普及させている。コンプレッサーやバルブなどの機器のメンテナンスが必要な時期を予測したり、シェール鉱床を通るドリルビットの操縦を支援したり、従業員や顧客の安全性を向上させる、これらすべてが目的なのである。

たとえば、ドリルビットから送られてくるリアルタイムのデータを解析しながら、地質学者が井戸のより正確なコースを把握するためにAIを利用する水平ドリルの取組は、生産性を向上させ、ドリルの消耗を減らすことができるようになる。まるで自動運転車のように、データを自律的に解釈できるアルゴリズムがあり、AIと連携することで、地質学者は複雑なデータ解釈に費やす時間を減らし、代わりに多くの井戸を監督し、新たな問題に取組むことができるようになっているのだ。そしてプラットフォーム上は二つの予知保全アプリケーションが構築されており、そのうちの一つは、オーストラリアでコールシームガス生産を行う上流機器を対象とし、もう一つは下流のバルブの異常を検出するために、それぞれ予知保全アプリケーションが稼働している。

データ分析を使用して機器がいつ故障するかを予測することで、Shellは機器が壊れる前に介入して修理することができる。予測によって不意の機器交換を定期的な交換にすることで資産の予期せぬダウンタイムを防ぐことができるため効率性を高めてコストを大幅に削減することができるようになる。

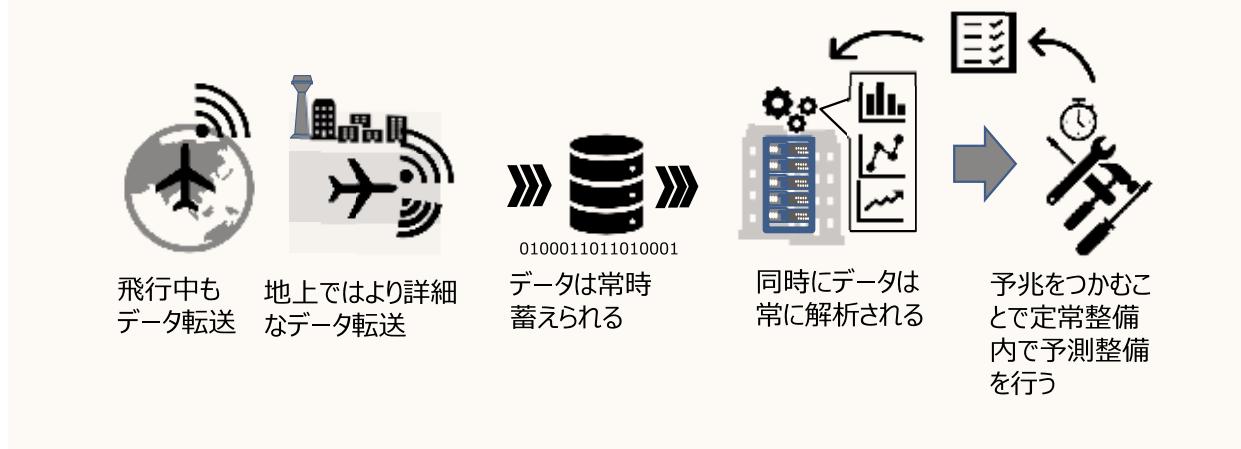
(ウ) 航空分野での利用

航空会社がAIをMRO(Maintenance Repair Overhaul：整備・修理・分解点検)戦略に結びつけるケースが増えている。これはメンテナンスを予測できれば、不意の故障を避けることができるためである。また予測メンテナンスは民間航空会社にとってまだ黎明期であるものの、将来的にはそれ自身が大規模フリートの民間事業者向けのインテリジェントメンテナンスへと進化していくことも期待できる。実際にその一歩としてメンテナンスチームの意思決定ツールとしてのAIの使用が拡大している。もともと米国、欧州、アジアに拠点を置く航空会社は、データモデリングやシミュレーションのためのインテリジェントエージェントの形で、コグニティブコンピューティングの利用にAIツールを採用しており、大量のデータを集約して分析し、そのうえで実行可能な結果を出している。

Air France-KLM(フランス)は、自社のMROラボを利用して、航空業界内外の大学、メーカー、ソフトウェア開発者と提携し、新しいアイデアやコンセプトを航空MROで実現する方法を模索していた。そ

の中の議論で予知保全戦略には、Air France-KLMによるデータマイニングのためのAIの将来的な活用を可能にするためのデジタルインフラが検討されている。

図表42-36 PROGNOS Predictive Maintenance の概要



出典：Air France-KLM Predictive Maintenance^{*52}の説明を基にIPAにて作成

MROラボで開発されたPrognos(図表42-36)は、利用可能な接続リンクを介して飛行中および地上の航空機からデータを取得するように設計された予知保全ソフトウェアとなる。このデータは保存され、AIアルゴリズムを使用して分析され、事前に定義されたパラメーターのセットに従ってコンポーネントのアラートをトリガーする。これらの結果はリアルタイムで航空会社のメンテナンス・コントロール・センターにアップロードされ、メンテナンス作業の指示につながる。将来的にはモデルを用いてより長期の予測を実現する必要がある。長期の予測が可能になることで突発的なメンテナンスを計画的なメンテナンスに組み入れることができ、多くのコストを削減できることになる。

(エ) 海運分野での利用

Maersk(デンマーク)は現在、AIの多くの可能性を見出すために集中的に取組んでいる。コンテナの品質管理は課題の一つである。リモート・コンテナ・マネジメント(RCM)技術は、貨物がコンテナ内にロックされてから、最終目的地に届けられるまでのコンテナ内の状態を監視する(図表42-37)。キャプテン・ピーターはコンテナ内の温度、湿度、CO₂レベルを監視し、何か注意が必要なことがあれば顧客に通知する、貨物の航海をより深く理解できるように支援するAIバーチャルアシスタントである。これらのデータはクラウドベースになったことで俊敏性が増し、簡単に共有できるだけでなく、顧客の特定のニーズに合わせて設定することも可能になる。

* 52 Air France-KLM Predictive Maintenance <<https://www.afiklmem.com/en/solutions/about-prognos>>

図表42-37 Maersk RCMの概念図



出典：Maersk RCM^{*53}の説明を基にIPAにて作成

海運では片便でも燃料費が数億円となるので燃費改善は直接利益とつながることになり大きな課題となる。AIは船の性能をより深く洞察することで、船の燃費を向上させるためにも活用できる。実際コストを削減し、人命へのリスクを低減しながら、船舶の性能を明らかにするのに役立ち、海運業の運営方法を変えつつあるのが現状である。CMA-CGM(フランス)、Maersk、Stena Line(スウェーデン)などの海運会社は、AI支援技術を導入して、船舶の性能をより深く理解するようになっており、老舗企業と新興企業の両方がAIの限界を押し広げる新しい方法を見つけている。

(オ) 購買テック(小売り)分野での利用

Target Corporation(米国)は、機械学習・AIを使用してビジネスプロセスを改善し、顧客満足度を高めることに早期から取組んでいる。彼らは新しいAIアプリケーションとアルゴリズムに取組み、顧客の満足度を上げることで販売を促進することを目指している。独自の商品カテゴライズと顧客のショッピングパターンとのAIによる分析と学習を行う。同社は2014年から小規模なテクノロジー企業を買収し、また他のAI企業と提携して、常にAIソリューションを革新、向上させている。

フランスのスーパー大手CarrefourもまたAIの導入を積極的に行っている。注目されたのはAiFi^{*54}のナノストアをベースにした食料品店でのレジなし購買システムを導入し、販売、在庫、顧客行動に関するAiFiの分析を利用して、リアルタイムプロモーションや新商品のプロモートをテストしている。目指しているのは店舗とオンラインショッピングのメリットを一つにして、これまでにない体験を目指している。Amazon GoとWalmart IRLの両者を合わせた体験を受けられるとのことである。

オンライン食料品大手のOcado(英国)^{*55}は、AIとロボットを駆使した最先端の顧客満足向上センター(中央集約型倉庫／以下、CFC)と精緻な宅配システムを独自に確立し、英国ネットスーパー業界でもっとも早い成長スピードを誇る企業である。毎日58万人に顧客サービスを行っており、そのため絶えず、効率的、生産的、そして競争力を持つために技術革新を進めている。現在のその中心は機械学習を主体とするAI強化によるものである。Ocadoの倉庫は完全に自動化されており、そのためのピッキン

* 53 Maersk Remote Container Management(RCM):
<<https://www.maersk.com/supply-chain-logistics/captain-peter/services>>

* 54 <https://aifi.com/>

* 55 <https://www.ocadogroup.com/about-us/what-we-do/how-we-use-ai>

グロボットを自社開発したことでも有名である。倉庫は一言でいえば、IoT、ロボット工学、ビッグデータ、機械学習、AI…これらをどう使うべきかを具現化している。コンタクトセンターはすでに顧客サービスの改善に成功しており、現在はGPUを搭載した機械学習とコンピュータービジョンを従来のバーコードシステムに置き換えて、ピッキングプロセスを迅速化し、注文の精度を向上させている。イオンが独自の次世代ネットスーパーを立ち上げるためにOcadoの子会社と提携したことでも有名である。

(カ) 製造業での利用

製造業では、常に効率性を上昇させて高い品質を追求しながら作業に取組む必要がある。たとえば作業ミスが発生している現場では、より厳格なチェック、指導体制を強化することが急務となる。しかし恒常的な人材不足との関係もあり、これらの体制が十分に機能していない例は少なくないのが現状である。

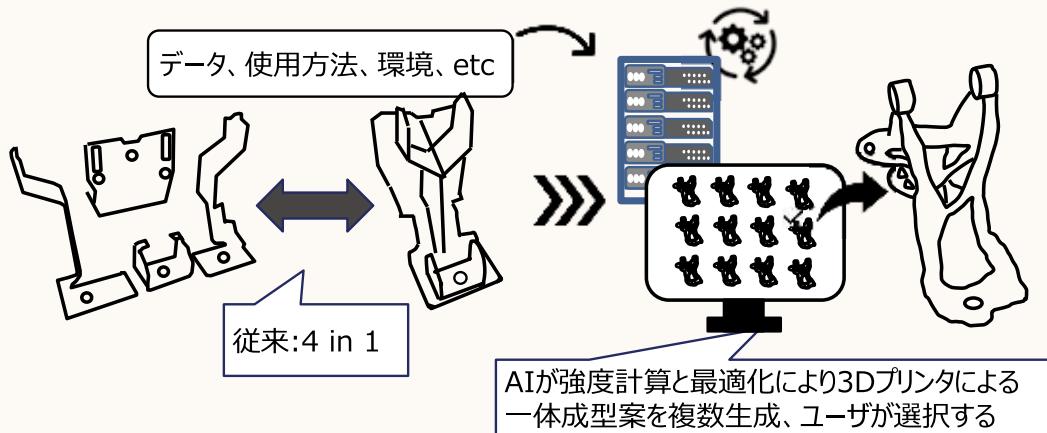
BMW Group(ドイツ)はAIを使用して、進行中の生産ラインを評価し、標準からの逸脱をリアルタイムで発見している。人間の経験と洞察、そしてAI技術を組み合わせることで、コストを削減しながらマージンを保護できる新しい手法を確立しつつある。これは現在の厳しい経済状況の中でも、成長し続けるという課題に対応するためにも有効に働いている。

Nokia(フィンランド)は、製造プロセスに不整合がある場合に、機械学習を使用してアセンブリオペレーターに警告するビデオアプリケーションを導入している。フィンランドのオウルにある自社の工場の一つで、機械学習を使用して組立ラインプロセスを監視するビデオアプリケーションを立ち上げている。このアプリケーションは、画像解析の結果からプロセスの不整合をオペレーターに警告して、問題をリアルタイムで修正できるようにする。彼らは5G環境により600km離れたオフィスであってもリアルタイム処理が可能なことを証明している。Nokiaでは、自社での使用にとどまらず、リアルタイムで集められる情報を統合して、さまざまな解析・分析を行うSpaceTime scene analytics^{*56}というサービスを外部に提供している。

また、競争の激化によって複雑な業務プロセスでの稼働が増え、ミスが多発するような状況が生まれ、結果として生産性の低下を招くことになっている。General Motors(GM、米国)は、Autodesk(米国)と協力して、機械学習技術による生成的設計アルゴリズムを実装し、設計の制約を考慮に入れつつ最適化された製品設計を可能にしている。CAD設計環境内に制約最適化ロジックをいれることで3Dプリンタによるラピッドプロトタイピングを可能としている。制約条件内で機能要件、材料、製造方法、およびその他の制約の定義を行うとAIが製品設計を行う。2018年5月からGMでは、積層造形の設計部品に対して、重量やその他の主要製品基準を最適化するために、Autodesk Generative Design(図表42-38)を採用している。実際にシートベルトブラケットパーツのプロトタイピングでテストした結果、元のコンポーネントデザインよりも40%軽量で20%強力な単一ピースのデザインが可能になり、その有効性を確認した。

* 56 <https://www.nokia.com/networks/solutions/spacetime-advanced-analytics-technologies/>

図表42-38 GMのAutoCAD利用のGenerative Design



出典：general-motors-generative-design^{*57}を基にIPAにて作成

製造業の現場においてもAIは期待されており、生産性の向上や安全性の確保といった具体的な成果が挙げられたことで、製造業における諸問題に解決の兆しが見えてきている。

(4) まとめ

(ア) 総論

事例紹介からわかってくるのは、単独の機能をAI化するだけではなく、複数機能を組み合わせることで自社の問題点を克服、強みに変えることがかなり進んでいるということである。COVID-19に関するワクチン開発で早期に実用化につながったPfizerとModernaはどちらもAIを活用することで異例の速さでの研究開発そして実用化を行った。mRNAといういわば情報そのものをワクチンとして利用するという、これまでにない種類のワクチンを採用したことでAI導入が加速したと考えることもできるだろう。両社ともクラウド環境を利用し、最新の環境で最新の解析方法を使用し、そしてデータのデジタル化によって人手を介することなく圧倒的な高速化によって実用化にこぎつけた。COVID-19に揺れる世界においてAIとデジタルデータの活用が史上かつてない速さでのワクチン開発につながったのである。

PfizerにしろModernaにしろ、COVID-19のためにAI基盤を作り上げていたわけではなく、むしろ日常業務のためにAI基盤を作り上げてきている。Pfizerは、医療クエリー、これは米国の複雑な保険と関係しており、この業務にとられる時間と人手が根本的に問題であると考えその大幅な削減に取組んだ。なぜならこの手間と時間が臨床実験の結果そのものに大きな影響を与えるためであり、SaamaとともにAIの活用に取組んでいた。ModernaはmRNAを社の主軸の一つとしていたこともあり、mRNAの自然(タンパク質)情報の効率的な利用法という目的から元々一貫したデジタル基盤上での創薬を目指していた。今回のCOVID-19では、その日常での意識改革がそのまま早期実用化をもたらしたといえる。

両社ともBERTを含む最先端のAI、機械学習技術を使用しており、そのためクラウドを使用している

* 57 general-motors-generative-design

<<https://www.autodesk.com/customer-stories/general-motors-generative-design>>

という共通点も興味深い。自分たちの課題、強みを整理し、AIまたは他の先端技術を利用しながら常に進化しつづける環境を作り上げることが重要であろう。

(イ) 今後の展望

AI技術の展望として、我が国の社会課題の解決に資する人工知能技術開発の方向性を提起するためNEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)から出されたアクションプラン^{*58}を紹介する。

政府はこれまで2017年に「人工知能技術戦略及びその産業化ロードマップ」、2019年の「AI戦略2019」、科学技術・イノベーション基本計画や統合イノベーション戦略でAIに多数言及しており、AIの研究・実装を積極的に推進している。

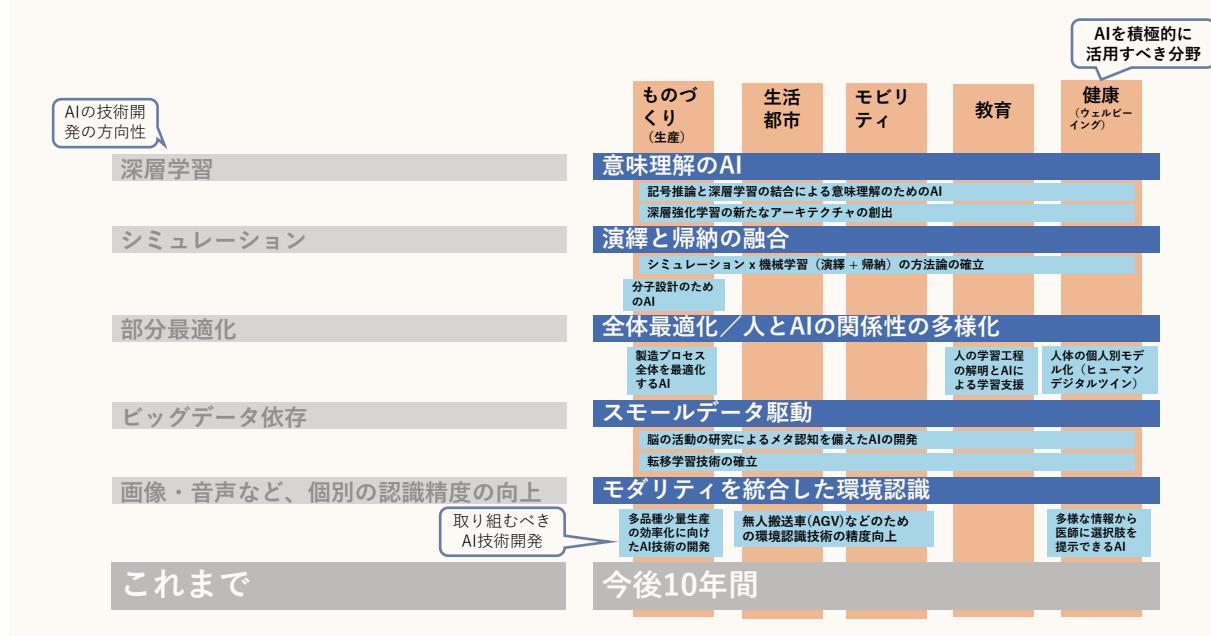
海外では、アメリカは2026年までに320億ドル(約3兆5,000億円)を各分野のAI技術開発に投じ、中国も最新の5ヵ年計画に向けて新世代のAI開発を標榜している。民間ではGAFAM(Google、Amazon、Facebook、Apple、Microsoft)は画像認識や自然言語処理などに膨大なデータと巨費を投じており、各国政府や巨大企業がこれまで以上にAIに注力している。米国、中国はAI関連技術に輸出制限を課し、EUはAIの利用についての包括的な規制案を発表するなど、規制・管理面の取組も活発化している。

こうした情勢を踏まえ、NEDOは、新たなAI技術戦略の策定およびプロジェクトの早期開始に向けて、日本がAI分野で世界をリードしていくためのAI技術やAIに密接に関係する技術、さらにAIを含む新技術に関する開発の方向性などを大局的に検討・整理した「人工知能(AI)技術分野における大局的な研究開発のアクションプラン」(以下、AIアクションプラン)を策定・公表した(図表42-39)。

AIアクションプラン策定委員会(委員会)では、AIを積極的に活用すべき分野として、農業などの第一次産業も含めた「ものづくり(生産)」「生活・都市」「モビリティ」「教育」「健康(ウェルビーイング)」などを掲げ、「期待される社会像」を描いたうえで「社会像に向けた取組」を整理し、期待される社会像に向けて12の「取り組むべきAI技術開発」を抽出したのが、AIアクションプランである。本章にヒントとなる技術例が示されているものもあり、今後の方針を見定めるための視点となるだろう。たとえば意味理解のAIでは「記号推論と深層学習の結合による意味理解のためのAI」「深層強化学習の新たなアーキテクチャの創出」が、提案されたAI技術となる。演繹と帰納の融合として「シミュレーション×機械学習(演繹+帰納)の方法論の確立」「分子設計のためのAI」、全体最適化/人とAIの関係性多様化として「製造プロセス全体を最適化するAI」「人の学習工程の解明とAIによる学習支援」「人体の個人別モデル化(ヒューマンデジタルツイン)」、スマートデータ駆動として「脳の活動の研究によるメタ認知を備えたAIの開発」「転移学習技術の確立」、そしてモダリティを統合した環境認識として「多品種少量生産の効率化に向けたAI技術の開発」「無人搬送車(AGV)などのための環境認識技術の精度向上」「多様な情報から医師に選択肢を提示できるAI」が提案された。これらの技術を横串に、積極的に活用すべき分野を縦串に描いたものがアクションプランの図となる。

* 58 NEDO 人工知能(AI)技術分野における大局的な研究開発のアクションプラン
<https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101439.html>

図表42-39 NEDOアクションプラン



出典：人工知能(AI)技術分野における大局的な研究開発のアクションプラン^{*58}

コラム

AI倫理とは何であるべきか？

札幌市立大学 理事長・学長 中島 秀之

AIシステムの能力が上がり、人事考査、融資の可否などの判断までに進出している。そうなってくるとAIシステムは正しい判断をしているのか？ということが問題になり始め、システムの動作の健全性や、システムの使い手が悪用しないことを保証するという要求が出てくる。また、アメリカではAI兵器の開発も進んでおり、その使用に歯止めをかける必要がある。そのため「AI倫理」の議論が世界的に盛んになっている。日本でも人工知能学会の倫理委員会などで議論されている。それ自体は大変好ましいが、基本的に「悪いことをしてはいけない」という主旨になっている。倫理とは「正しいこと」の判断基準であるから、それは当然であ

るが、問題にすべきは「何が悪いことなのか」である。これは簡単には定義のできない問題である。以下ではAIの倫理について、どうあるべきかについて議論を展開する。

最初に断っておくが、筆者は倫理学の専門家ではない。ここでは倫理そのものを議論するのではなく、AIプログラムが正しく作られ、正しく使われるための条件を考えたいのである。

IBMは2014年以来、Everyday Ethics for Artificial Intelligenceという冊子を公開している。中身は以下の項目になっている（2019年版、日本語の説明は筆者の意訳）。

- Accountability: 開発者はAIのデザインから

- アウトカムまでの全プロセスに責任がある
- Value Alignment: AIはユーザーの規範や価値に沿ったものでなければならない
- Explainability: AIの意思決定プロセスは人間にとて理解可能でなければならない
- Fairness: 判断のバイアスを最小化しなければならない
- User Data Rights: ユーザーのデータ利用の権利を守らなければならない

人工知能学会が2017年に発表した倫理指針も似たような感じで、人工知能学会員(つまり作り手)への要請として以下の項目を列挙している。

1 人類への貢献、2 法規制の遵守、3 他者のプライバシーの尊重、4 公正性、5 安全性、6 誠実な振る舞い、7 社会に対する責任、8 社会との対話と自己研鑽、9 人工知能への倫理遵守の要請

どちらの倫理規定もメタレベルであり、至極当然と思うものばかりである。すなわち「正しいことをしましょう」としか言っていない。もう一つの疑問は、これら(項目9以外)はAIに特化したものではないということである。すべての人間にも通じる倫理指針ではないか?

IEEEはEthically Aligned Designという概念をWeb公開(初版は2017年、2019年に第2版)して、一般に議論を呼びかけている。これは自律知能システムが人間の幸福を優先することを目的としており、項目としては以下のものがあげられている。

- Human Rights: 人間の権利を侵害しない
- Well-being: 幸福指標を優先するデザインと利用
- Accountability: デザイナーとオペレーターが責任を持つ
- Transparency: 透明性を持った動作
- Awareness of misuse: 誤用リスクの最小化

ただし、自分たちで倫理を規定するのではなく、その決め方を議論している点が特徴的である。倫理というのは人間の本性に深く根ざしているから、誰かが決めれば良いというものではないという認識が感じられる。また、将来の問題として自律兵器の枠組みの見直し、AGI(Artificial General Intelligence)とASI(Artificial Super Intelligence)、感情計算、混合現実(mixed reality)などにも触れている。

筆者はAI倫理として、もっと具体的な指針と、そのための議論が必要だと考えている。例としてアシモフのロボット3原則が参考になる。これは倫理というよりは行動指針であるが倫理の具体化と見ることもできる。

第1原則：ロボットは人間に危害を加えてはならない。またその危険を看過することによって、人間に危害を及ぼしてはならない。

第2原則：ロボットは人間に与えられた命令に服従しなくてはならない。ただし、与えられた命令が第1原則に反する場合はこの限りではない。

第3原則：ロボットは第1、第2原則に反するおそれのない限り、自己を守らなければならない。

これらの原則は小説内では具体味を帯びて使われているが、ロボットの設計に組み込むにはまだ抽象的で実装可能性は怪しいものである(人間の危険の予測だけでも実装困難)。それでも、少なくともIBMや人工知能学会のものより具体的である。

第1原則に近いものであるが、筆者は「AIは人の生死の判断をして良いか?」ということを考え続けている。第一感としては「不可」だと思う。医療の場合だと、せいぜいが医師の補佐として提案をするぐらいで、判断は人間の医師が行う

というものであろう。

しかしながら、トリアージ(災害医療等で、大事故、大規模災害など多数の傷病者が発生した際の救命の順序を決めるもの)が必要な場面を考えると、大量の怪我人に対して迅速な判断が求められる。このような場面でロボットが自律的にトリアージを行うということは認められないであろうか? ロボットに様々なセンサを装備することにより、人間よりは適確な判断を高速に下すことができるはずである。筆者はこの問題に対して明確な答えは持っていないが、そのような議論が必要なのだと考えている。AI兵器の使用を不可と宣言することは簡単であるが、軍事国家に対して現実的な効力は持たないであろう。彼らは自国の兵士が死なないことをメリットとしている。敵国に対する使用を制限するためには使用条件などに関する緻密な議論が必要である。

また、最近問題になっているのは、データの偏りにより、機械学習の結果が統計的には正しいものの、政策的には望ましくない場合があるということである。たとえば「医師の写真」を求

めた場合に、男性が出てくる確率が高い一方、「看護師の写真」は女性になりがちである。「犯罪者」に黒人が結びつけられたことも問題になった。これらのバイアスは人間の判断にも存在する。データに存在するバイアスをどう扱うべきかということは自明ではない。逆バイアスをかけて確率を同じに揃えれば良いとも限らず、逆差別につながるかもしれない。もっと議論が必要である。

なお、この問題に関しては人工知能学会、日本ソフトウェア科学会、電子情報通信学会が共同で2019年暮れに「機械学習と公平性に関する声明」を出している。「機械学習は道具にすぎません」というメッセージが印象的である。道具という認識なしに機械学習の結果を全面的に信用することにより問題が拡大されているようと思われる。

すべての場面に通用する倫理基準を作ることはまず不可能であろう。人間の倫理観も文化によって多少異なっており、できるだけ具体例に即した議論が必要だと感じている。具体化したレベルでは差異が小さくなるし、その差異を追求することも容易になる。

3 IoT技術

(1) 背景

現在、世界中で未だ収まらない新型コロナウイルス感染症の感染拡大への対応や、深刻化する環境問題の解決に向けた環境負荷軽減、激しく変化する顧客ニーズへの対応が企業に求められている。国内に目を向けても、少子高齢化およびそれに伴う人口減少への対応や働き方改革の推進など、外部環境の変化は著しい。今後も絶えず変化する外部環境に適応するため、企業はデータを収集・分析し既存事業の改善や新規価値創造に取組んでいる。このようなDXの潮流が強まる中、データ利活用の基盤となるデータ獲得手段として、IoT(Internet of Things: モノのインターネット)の重要性がいっそう高まっている。

(2) 技術概要

IoTとは、インターネットなどのネットワークにコンピューター類のみならずセンサーやカメラ、工作機械や家具などさまざまな物が接続され、データを収集したり相互に情報をやり取りしたりすることを指す。身近な消費者向けの活用例としては、ネットワークに接続した家電やスマートスピーカー、スマートウォッチなどがあげられる。スマートフォンやスマートウォッチを用いて、外出先から家電を操作したり、心拍数や運動量を計測してアプリで分析したり、自宅の機器、家族やペットの現在の状態を確認したりといったことは今日では珍しくない。IoTは、離れた場所にある多くのデバイスが生成するデータをリアルタイムで取得することを可能としたのである。IoTは消費者向けサービスだけでなく産業でも活用されている。AIやデジタルツインなど、高度化するデータ分析・シミュレーション技術の基盤となるデータ収集技術として、企業の規模や業界を問わず国内外で導入が進んでいる。

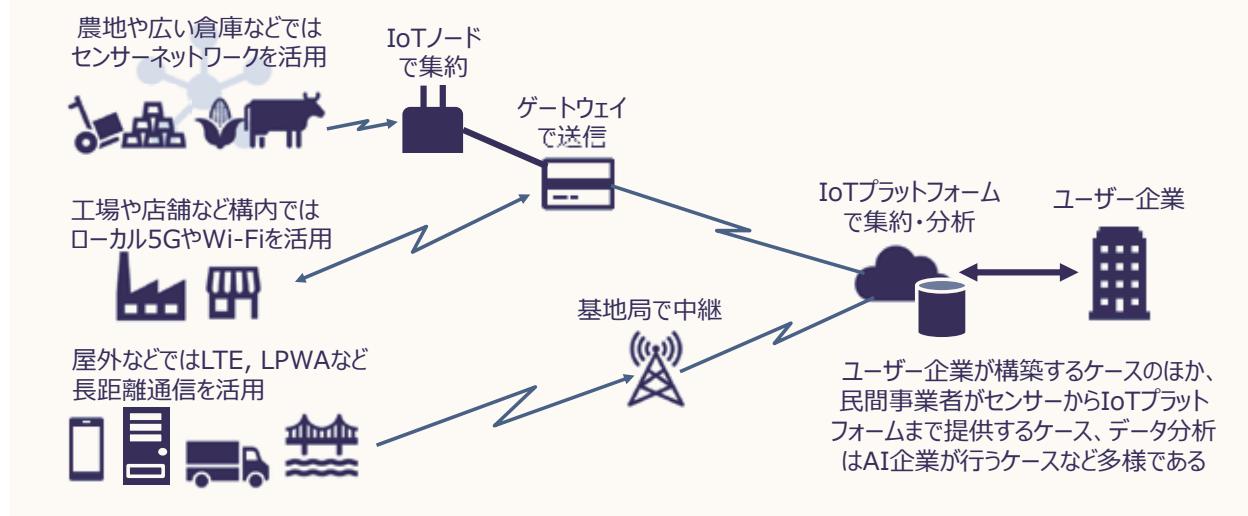
IoTの活用において、工場内の生産設備や製品の状態の収集のように、業務プロセスの中でIoTを用いて生産性向上や業務プロセスの最適化を図る場合と、IoT家電のように製品をインターネットに接続して利用状況を把握するなど、製品・サービス改善による顧客価値向上のために情報収集を図る場合について以下で紹介する。

生産性向上や業務プロセスの最適化を目的とした活用の場合、生産物や設備の状況、周辺の環境などのデータをセンサーで取得し、通信を介してIoTゲートウェイやプラットフォームなどを経由したのち、クラウドや中央のサーバーでデータの分析・シミュレーションを行うというシステムが一般的である(図表42-40)。IoTを用いることで、企業は大量のデータを取得可能になる。取得した大量のデータに対し、AIなどのデータ分析技術により高度な分析・予測・シミュレーションを行うことで、コスト削減・生産性向上に寄与することができる。最近では、製造業・農業・医療・建築・流通といった幅広い業界でIoTが活用され、業務プロセスの効率化や製品品質の向上といったビジネス上の価値を産みだしている。また、機器がネットワークに接続することで、データを収集できるだけでなく、異常発生を予測して機器を停止するなど、データから得られた知見に基づいて、離れた場所から機器をリアルタイムに制御・操作することも可能になる。データの分析結果をすぐさまフィードバックする場合には双方向性が重要となる。

製品・サービス改善による顧客価値向上を目的とした活用の場合は、製品にIoTセンサーを搭載し、製品の状態や、顧客による製品の利用状況・利用頻度などのデータを収集する。得られたデータを分析することにより保守サービスの品質向上や各顧客向けにカスタマイズしたサービスの提供が可能となり、顧客への提供価値を向上させることができる。近年、顧客の行動や従業員の判断など、ヒトに関するデータが収集対象となっていることは重要なトレンドである。新型コロナウイルス感染症の拡大後、都心部の人流データが盛んに報道されるようになったように、個人の端末を経由してデータが収集されている。ウェアラブル端末などから取得した健康状態のデータをもとに個人の生活習慣の改善を勧めるといった医療・ヘルスケア業界の例のように、企業の顧客データなどから得た知見を個人にフィードバックし、助言・注意を行うIoTの使い方も注目されている。

なお利用目的によらず、企業内部の重要なデータや、顧客・利用者のプライバシーに関わるデータを収集する場合には、IoTに求められるセキュリティとプライバシー保護の水準が高まる点に注意が必要である。

図表42-40 IoTを活用したシステムの模式図



通信技術やプラットフォームなどのIoT構成要素の発達によって、IoTによって取得できるデータのリアルタイム性は大きく向上している。即時にデータを得られるようになったことで、精密さが要求される遠隔手術・建設機械などの遠隔操作や高度な自動運転など、これまで実現が難しかったサービスや製品が実用化されることが期待される。

図表42-40で示したような、IoTの各構成要素の発達によって、IoTはより洗練され、高品質・低価格になっている。センサーの小型化・高精度化・低価格化・高性能化、コンピューティング処理能力の向上・低廉化やストレージの可用性向上などによってもたらされたプラットフォームの進歩の影響などにより、IoTが活用される場面が増加している^{*59}。

ここではIoTの構成要素の進歩の中でも、近年とりわけ注目を集めている5G・ローカル5G、エッジコンピューティングおよびデジタルツインについて述べる。

1) 5G・ローカル5G

5Gとは、第5世代移動通信システムの略であり、①超高速通信(eMBB: enhanced Mobile BroadBand)、②超低遅延通信(URLLC: Ultra Reliable and Low Latency Communications)、③多数同時接続(mMTC: massive Machine Type Communications)の3項目のうち、利用シーンに対応した項目について、定められた要求値以上の性能を持つネットワークが5Gネットワークと定義される。図表42-40における、IoTデバイスとIoTゲートウェイ間のネットワーク、ないしは広域ネットワークの部分における先端技術である。

5Gに関して、スマートフォンでの利用を想定したコンシューマー向けの話題を耳にすることが多いが、産業においても、上記定義の①の性質により映像などの大容量データを高速に伝送する、②の性質により遠隔操作などをよりリアルタイムに行い安全性を高める、③の性質により膨大な数のセンサーからのデータを収集できるようになるなど、多くの面でメリットがある。我が国における産業・社会を支える基盤として5Gへの期待が集まっており^{*60}、日本国内でも通信各社を始めとして、5Gネットワー

* 59 デロイトトーマツコンサルティング「Tech Trends 2020 日本版」

* 60 総務省「令和2年版 情報通信白書」

クの敷設が進められている。

また、日本国内では事業者向けの制度としてローカル5Gもスタートしている。これは通信事業者による全国向け5Gネットワークサービスとは別に、地域の企業や自治体などのさまざまな主体が工場内・施設内・地域内など限定されたエリアにおける5Gネットワークを構築する仕組みである。無線局としての免許を取得し、5Gの定義に則り使用用途に応じて必要となる性能を柔軟に設定可能、ローカルネットワークゆえに他の場所の通信障害などの影響を受けにくいなどのメリットがある。スマートファクトリー・スマートシティなど、多数の機器をネットワークに接続する必要があるケースにおいて、とりわけ活用が見込まれている。

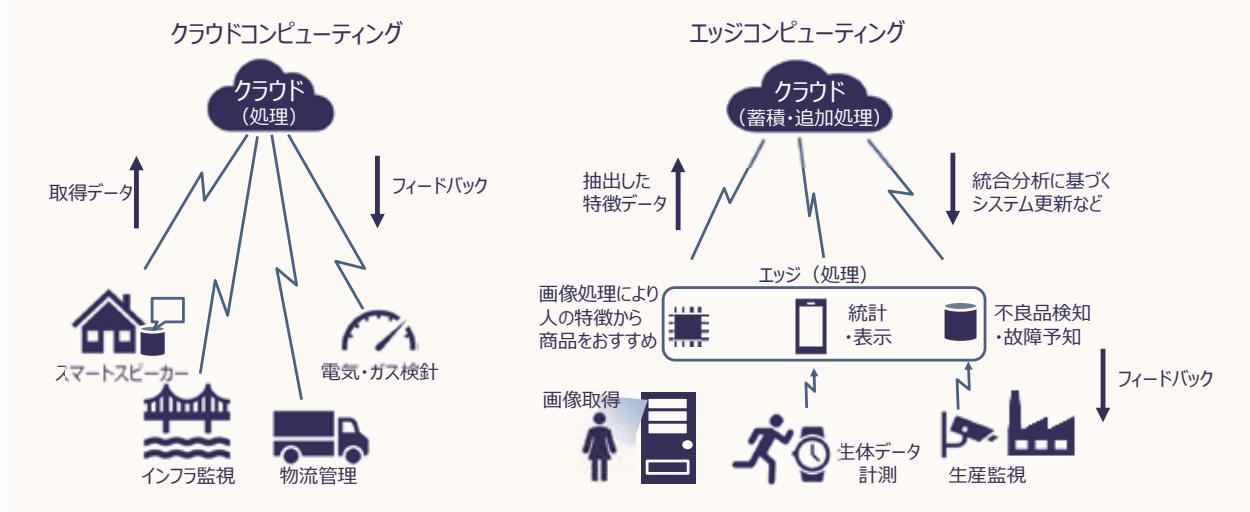
図表42-41 5Gとローカル5G

	構築・運用の主体	エリア	セキュリティ	ユースケース例
(全国) 5G	特定の通信事業者	全国を対象に通信事業者各社が敷設エリアを拡大中	4Gをベースに強化	コネクテッドカー 遠隔診療
ローカル5G	無線局免許を取得した各事業者・自治体	敷地内・建物内など限られた範囲	5Gのセキュリティ水準に加え、独立したネットワーク故に外部からのアクセスリスクが低い	スマートファクトリー 自動農場管理 建機遠隔制御

2) エッジコンピューティング

エッジコンピューティングとは、収集したデータの処理をすべてサーバー上(クラウド上)で行うのではなく、データを収集した末端のIoT機器やその近辺(エッジ)で行う方法のことである(図表42-42)。データをクラウド上で集中処理するクラウドコンピューティングの対義語だと考えると理解しやすいであろう。

図表42-42 エッジコンピューティング



エッジコンピューティングを用いる主なメリットは2点挙げられる。

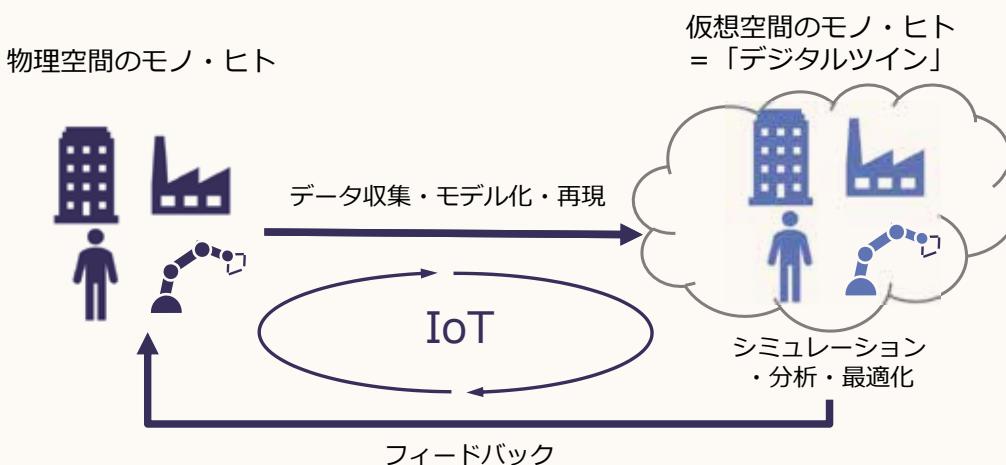
1点目のメリットは通信に伴う遅延を低減してリアルタイム性を改善したり、インターネットやクラウドの障害時でも処理を継続したりできることである。自動運転など、末端のIoT機器周辺の環境に対する即時制御が必要とされる場面での利用が期待されている。また、5Gと組み合わせることで、IoTデバイスとエッジサーバー間の通信遅延も軽減し、全体として遅延を小さくすることができる点も重要である。

2点目のメリットはエッジで生データを処理し、安全または必要なデータのみをサーバーへ送信することで、セキュリティを高めたり、通信データ量を軽減して通信コストやストレージのコストを下げたりできることである。近年注目を集めている、ヒトに関するデータ収集においては、個人の行動履歴や個人の外見の画像など極めてセンシティブなデータを収集するケースも少なくない。したがって、エッジでの匿名化・暗号化といったデータ処理によるセキュリティの向上がより重要になっており、エッジコンピューティングの活躍が期待されている。

3) デジタルツイン

IoTと密接な関係にある技術として、デジタルツイン^{*61}が挙げられる。デジタルツインとは物理空間に存在するモノやヒトを仮想空間上に再現したもの、あるいはそれを活用したシステムを指す(図表42-43)。デジタルツインは、シミュレーションに用いられるほか、3Dモデリング技術を活用し、目で見てわかりやすい形での可視化に用いられる場合もある。工場生産ラインの変更や都市計画など、実空間で実物・模型を作成してシミュレーションし、試行錯誤を重ねるには多大なコストや時間がかかる場合がある。そこで仮想空間上に作成したデジタルツインを用いてシミュレーション・分析・最適化を行い、その結果を物理空間へフィードバックすることで、コストや時間を短縮し、設計や生産などの効率化・改善が可能となる。時間とともに変化する対象や環境の状態を仮想空間内のデジタルツインに反映する際に、物理空間からのデータ収集が必要となるため、IoTセンサーによるデータ収集が必要不可欠である。

図表42-43 デジタルツイン



* 61 近い概念として物理空間と仮想空間が緊密に連携したシステム全体を指すサイバーフィジカルシステム(Cyber Physical System: CPS)があり、デジタルツインとほぼ同義で用いられることがある。

また、近年ではヒトのデジタルツインの作成も試みられている。生体組織としての人体、意識や思考などの内面の双方がデジタルツインの対象として研究されている。前者は医療・ヘルスケア業界での活用が見込まれており、現在では心臓など一部の臓器のデジタルツイン化プロジェクトが進められている。後者のヒトの内面のデジタルツインとは、ヒトが行う判断や思考を個人差も含めて再現する試みである^{*62}。将来的にはデジタルツインが本人の代理として会議での仮判断を行ったり、故人のデジタルツインに助言をもらったりするという使途が想定されている。現時点ではこのような活用は研究段階であり、実用化にはまだ遠いと考えられるが、実現した場合の社会への影響は大きいであろう。

(3) 事例・導入プロセス

1) 事例

IoTは、センサーから得られた情報を可視化するシンプルな活用から、予測・最適化といった知的な処理まで行う技術的に高度な活用まで、幅広い事例が存在する。本項では、(ア)可視化、(イ)ITとOTの連携、(ウ)AIを用いた分析・予測、(エ)デジタルツインの四つのIoT活用法について、事例を紹介する。

(ア) 可視化

製品のIoT化により製品状態を可視化し、サービスの向上を行った事例として、アクア株式会社(日本)による、コインランドリーのIoT化が挙げられる。各店舗の洗濯機の稼働状況をIoTによって可視化し、店舗および本部による機器の管理やメンテナンスに活かすとともに、稼働状況を顧客からもweb上で確認できるようにすることで、近隣の店舗に洗濯機の空きがあるかを来店前に確認したり、自分の洗濯の終了時刻を手元のスマートフォンから確認したりできるようになった。この事例では、待ち時間の短縮という顧客への価値提供と同時に事業者側の運営の効率化を行っている。

また、近年、感染症の拡大、事故や自然災害、貿易摩擦など、調達に大きな影響を及ぼすリスク要因は多く、予測不可能な事態に対し、迅速に影響を把握し供給を安定させられるようなサプライチェーンマネジメントが求められている。そのため、流通業、小売業、製造業、農業などにおいて、サプライチェーンの可視化・効率化のニーズが高まっている。こうしたニーズに応えるため、IoTを利用することにより、製品やコンテナの状態・位置を追跡し、盗難の防止、保管状態の監視、サプライチェーンの中継地点への到着時刻予測、ルート計画の改善などにつなげ、運送を効率化しつつサービスの質を高める事例も増えてきている^{*63}。IoTによる追跡・監視をサプライチェーンの可視化に役立てた事例として、Rockwell Automation(米国)の事例が挙げられる^{*64}。海上での石油掘削場からガソリンスタンドに至るまで、数百キロメートルにも及ぶサプライチェーンから自動でセンサーデータを収集・統合・構造化し、リアルタイムな洞察、予測や予防保守が可能になっている。

* 62 NTT デジタルツインコンピューティングセンタ <<https://www.rd.ntt/dtc/>>

* 63 BLUME global: How the Internet of Things Is Transforming Supply Chain Management <<https://www.blumeglobal.com/learning/internet-of-things/>>

* 64 Microsoft Customer Story-Fueling the oil and gas industry with IoT <<https://customers.microsoft.com/en-us/story/fueling-the-oil-and-gas-industry-with-iot-1>>

(イ) ITとOTの連携

生産機器の制御に代表されるOT(Operational Technology)領域もIoTプラットフォームに連携されるようになりつつある。この潮流は以前から存在したが、新型コロナウイルス感染症の感染拡大によって、稼働状況を遠隔監視する取組の需要が高まり、統合が加速している。Daimler Trucks North America(米国)の事例では、Cisco Systems(米国)およびRockwell Automationと提携し、PLC(Programable Logic Controller)などからなるOTシステムとITシステムを統合した。工場での生産を中断することなくシステムを移行し、部品管理の改善やダントンタイムの低減に成功した。この事例のようにOTとITの統合を図り、さまざまな機器を一括で管理するプラットフォームも使われ始めている。

これまでOT環境はインターネットなどの外部ネットワークから切り離されていた。しかし、OT・ITの統合においては、OT環境が外部のネットワークと接続されるため、セキュリティの確保は非常に重要となる。また統合に際しては、最新の脅威に対応することが求められるITと、安定して稼働することが優先されるOTとの文化の違いも大きく、注意が必要である。

(ウ) AIを用いた分析・予測

AIを用いてIoTから取得したデータを分析し、予測や最適化を行ったり機器へのフィードバックを行ったりすることで、製品品質の向上や障害の予防などの効果が見込まれる。収集データの可視化による現在の状況の把握に加え、AIなどの活用により未来の状況を予測できるようになったという点は重要である。取得・蓄積したデータを適切に処理し、企業内外で共有することによる価値創出も期待されている。

AI技術の発達により、これまで計算機での分析が難しかった画像や音声などのデータの活用が可能になったことで、IoTセンサーによってこれらのデータを収集する事例が増えている。たとえば、製品の異常や人の危険な行動(危険な機械への接近など)の検知などを目的とした画像処理に用いる入力画像の取得において、IoTが活用されている。ASUS(台湾)は、自社が取引する数百のサプライヤーの製造品質の改善・業務効率化のため、高精度で機械部品の欠陥を検出する自動光学検査や、ファンの回転音の波形分析による品質検査といったAIとIoTを組み合わせたソリューションをサプライヤーへ提供している。小売やヘルスケア分野にもAI・IoTソリューションを展開するほか、自社工場のスマート化も進めており、AI・IoTを組み合わせた取組が十分な成果を上げていることが伺える。

リアルタイム性を高めることを目的とした、エッジでのAIの活用も始まっている。たとえば、高レベルの自動運転において、車載カメラなどのセンサーから危険な状況を認識し、ブレーキなどの操作を自動で行う場合、操作開始は可能な限り早いことが求められる。このような場合、事前の学習によって生成したAIモデルを自動運転車に搭載し、データの送受信を介さずに状況認識・操作を行うことで応答を早め、安全性を高めることができる。

(エ) デジタルツイン

デジタルツインの活用は、製造業におけるスマートファクトリーでの活用を中心に広まりつつある。工場内の機器・機械に加えヒトの情報も取り込んでデジタルツインを構築する取組も進んでいる。

日本国内では、キオクシア(日本)が四日市工場を中心にスマートファクトリーの先進的な取組を進めている。膨大なセンサーデータや検査計測結果を集約・構造化し、人の作業履歴や判断結果、文書と組み合わせてデジタルツインを作成している。AIを用いたデータ分析やシミュレーションによって、

不良になりそうな状態の事前検知・欠陥の原因特定に役立てており、その結果をフィードバックして生産性や品質の向上を見込んでいる。

2021年にはBMW(ドイツ)がNVIDIA(米国)と提携して、従業員を含む工場全体のデジタルツイン化に取組んでいることを発表した^{*65}。NVIDIAのプラットフォーム“Omniverse”を活用し、シミュレーションや機械学習によって工場のライン変更の効率化を可能にした。今後、時間短縮や柔軟性・精度の向上が見込まれる。

工場のデジタルツインがスマートファクトリーの取組に用いられるのと同様に、都市のデジタルツインは公的機関と企業、大学などが連携したスマートシティの取組に用いられている。シンガポールでは、政府関係機関によって、3D都市モデルと交通状況・エネルギー関連情報などを組み合わせ、都市レベルでのデジタルツインの実現を目指す「バーチャル・シンガポール・プロジェクト」が2014年から始まっており、注目を集めている。国内では、国土交通省が主導するプロジェクト「PLATEAU」が進んでいる。全国約50都市の3D都市モデルを整備・オープンデータ化して、モニタリングや防災シミュレーションなど、企業によるユースケース開発が進められており、新たなソリューション創出が期待されている。中国の杭州市では、市内に本社を持つAlibaba(中国)が主導的役割を果たしてスマートシティ化を推進し、渋滞緩和・治安向上といった成果を上げるなど、自治体や企業主導での取組も国内外で進んでいる。企業はこのようなスマートシティの取組を注視し、自社事業での活用や、取組への参画も検討していくべきであろう。

2) 導入プロセス

本項ではIoTの導入プロセスにおける課題やIoT特有の注意点について述べる。

(ア) 導入手法

十分な人材・予算の確保が難しい場合には、スマートスタートのアプローチが役に立つ。これまで取得していなかったデータの可視化を第一目標とし、一定の成果を出してからAIでの分析を試みるといった順序でシステムを拡張していくこととなる。シンプルな構成であれば、センサーとシングルボードコンピューターなどを活用して安価にIoTを導入可能であり、中小企業でも十分に活用が検討できる。また、多くの業種・業界に向けてIoTプラットフォーム・ツールが国内外の企業から広く提供され、相互連携が進んでいる。IoTを導入する際、これらを活用することで、導入・運用コストや導入までにかかる時間を抑えられる可能性がある。

(イ) 複合的技術であることによる導入・運用上の障害

図表42-40に示したように、IoTはセンサー・無線/有線通信・IoTゲートウェイ・IoTプラットフォームなど、複数の構成要素からなる複合的技術である。それゆえに技術的な複雑さがプロジェクトの障害となることが多い。たとえば、複数の構成要素のうちセンサーの設定など一部を変更した場合に他の部分で意図しない変化が生まれてしまう可能性がある。運用中にIoTを用いたシステムに障害が発生した場合にも、その対応は容易ではない。本白書の発行に先立って行った、日米の企業を対象としたIoT導入課題についてのアンケート結果(図表42-60)からは、米国ではこの点が主要なIoT導入課題として捉え

* 65 NVIDIA GTC2021 Keynote <<https://www.nvidia.com/en-us/gtc/keynote/>>

られていることが読み取れる。日本企業の回答率も低くなく、今後IoTが国内でより普及するにつれて、この複雑さが米国同様に導入・運用上の障害として顕在化する可能性がある。この問題を回避するため、各構成要素のテストだけでなく、連携するシステムも含めたシステム全体のテストを行うことが重要である。また、障害発生時の対応や責任者についても、予め明確にしておくことが望ましいだろう。

(ウ) セキュリティ

先述のアンケート結果(図表42-60)において、セキュリティ・プライバシーのリスクを課題と認識している日本企業の割合は16.9%と低いが、IoTの利用に際して、情報セキュリティは極めて重要となる。IoTで扱う社内機密やプライバシーに関わる情報の流出のリスクがあるほか、外部からの攻撃の影響が医療機器や工作機械、自動車といった機器の制御にまで及んだ場合、人命に関わる事故を引き起こす可能性もあるためである。

たとえば、処理能力の都合上対策レベルを高くできなかったIoTセンサーなどのデバイスが攻撃を受け、そのデバイスから他の機器やシステム全体に影響が広がるといったケースが考えられる。このようなケースに対しては、異常な状態を検知し、当該機器やシステムをネットワークから切り離すなどの対策を事前に講じる必要がある^{*66}。IoT機能を搭載した製品を顧客が利用する場合、セキュリティに関するアップデートを周知する、遠隔でアップデートを行うようにするなど、ユースケースごとに脅威分析を行い、各種ガイドラインなどを参照し適切に対策を行う必要がある。

(4) まとめ

IoTの構成要素や、関連するデータ利活用技術の進歩により、IoTが生みだす価値は高まっている。AIの進歩により、データからこれまで以上の知見を得られるようになったことに加え、画像や音声などこれまで自動処理が容易ではなかったデータも積極的に収集されるようになった。現在のトレンドとして、データ利活用においてヒトに関連するデータの重要性が増していることを見逃してはならない。設備などのモノについてのデータに加え、従業員・顧客などについてのデータもIoTシステムによって収集され、デジタルツインを用いたシミュレーションやAIを用いた分析・予測に活用され、その結果が物理世界へフィードバックされて製品やサービスの改善等に役立てられている。また、ヒトが感じ取った情報とセンサーが収集した情報を組み合わせて活用する取組も始まっている。今後、IoTセンサーによって収集されたデータは、企業内での共有のみならず、企業間のデータ連携、社会的なシステム構築へと用いられていくであろう。データ利活用がいっそう重要となる今後の社会において、IoTはその基盤としてイノベーションを支えていくと期待される。

* 66 IoT 推進コンソーシアム・総務省・経済産業省『IoT セキュリティガイドライン』(平成 28 年)

コラム

DX推進の困難とそれを乗り越えるための手法

北陸先端科学技術大学院大学 知識科学系 知識マネジメント領域 教授 内平 直志

はじめに

中堅中小企業でも使え、システムからビジネスモデルまでトータルにカバーしたシンプルな設計方法論として「デジタルイノベーションデザイン」を提唱している。企業がデジタルの活用によって得られる最大の価値は、すべての情報をサイバー空間で統合することにより、サプライチェーン、バリューチェーン全体で起きているムリ・ムダ・ムラを削減できることだと考える。実空間でかかっていたコストがなくなり、制約によりできなかつたことがサイバー空間で可能になる。「DXによる新しい価値創出」と言われてもピンとこない中小企業も、DXの目的は究極のムリ・ムダ・ムラの削減といわれれば理解できるのではないか。デジタルイノベーションを推進する上での重要な点は「明確なデジタルビジネス戦略、リーダーシップ」「DXを推進する組織文化」「対象やフェーズごとに適したDX推進の仕組みづくり」「組織内外の知識の活用」である。

経営者と現場の対話

我々の研究において、ステークホルダー間のギャップを「情報(形式知)」「経験(暗黙知)」「将来認識」「評価基準」「利害」「信頼」の6つに整理した。これらのギャップがDXにおける本質的な推進阻害要因であると考えている。

経営者・DX推進部門・現場の間で、情報、経験知値、将来認識、危機意識が必ずしも一致していない。現場部門のキーマンをDX推進部門に派遣して欲しくても、抵抗されるのはよくあ

る話だ。ITベンダーとユーザー企業で、データやモデルの共有について利害関係が生じ、話が進まないこともある。お互いの信頼関係がないと、ただでさえ不確実性が高いDXを進めてみよう、とはならない。これらのギャップを埋めるためには、対話ツール、フレームワークが必要である。

デジタルイノベーションデザイン手法のフレームワークは対話ツールの一つである。たとえばロードマッピングでは、企業の中でDXが5～10年先の将来どう展開していくかを共有するが、第一人者であるケンブリッジ大学のファール博士はロードマップ自体が正しいかは重要ではなく、作成段階で関係者が議論し、相互理解を深めることが本質だと言っている。

知識のデジタルイノベーションへの活用

暗黙知と形式知をトータルに扱う知識経営をベースにしている。最近の研究では、AIで得られる知識と人間の知識の協働がキーになるとを考えている。研究事例としては、プロジェクトマネジメントにおいて、定量的な品質管理の分析をAIが行い、プロジェクトマネジャーに気づきを与えるものがある。過去の経験に根ざしたバイアスを補正することができる。また、IoTのデータ取得はモノだけではなく人にも広がる。人の気づきをスマートフォンを介して音声でクラウドにあげ、物理的なセンサーデータと共に分析する取組を行っている。たとえば、農家は投資力が限られるためセンサーは簡易的なものになり、人が見回ることも依然重要である。そこで、生育状況などに関する気づきを農作業者が音声で入力し、センサーデータを合

わせて分析する。高齢化が深刻な農業では、知識の共有・継承が課題となっているので、とても重要なフィールドといえる。

中堅中小企業でのDX推進

石川県で多くの中堅中小企業と交流する中で、成功企業に共通するポイントは次の通りである。まずはビジョンが明確で、それに基づいてAIやIoTを活用していること。従業員2～30人規模の企業では、全社が1つのチームとして議論し、データは改善に直結し、「自分ごと」のDXとなっている。小規模企業ほどその感覚が共有されやすい。

次に、社長のITリテラシーが高いことである。社長が自らシステムを作ることも多くて驚くほどである。社長が現場を理解し、要望をリアルタイムにシステムに反映し、高速にPDCAを回している。社長に共通するのは、二代目で、大学卒業後大手企業に就職し30代半ばくらいで自分の会社に戻ってきてていることだ。大企業

でIT活用体験をしている。

また、自社で成功したシステムを他社に展開しているところも多い。

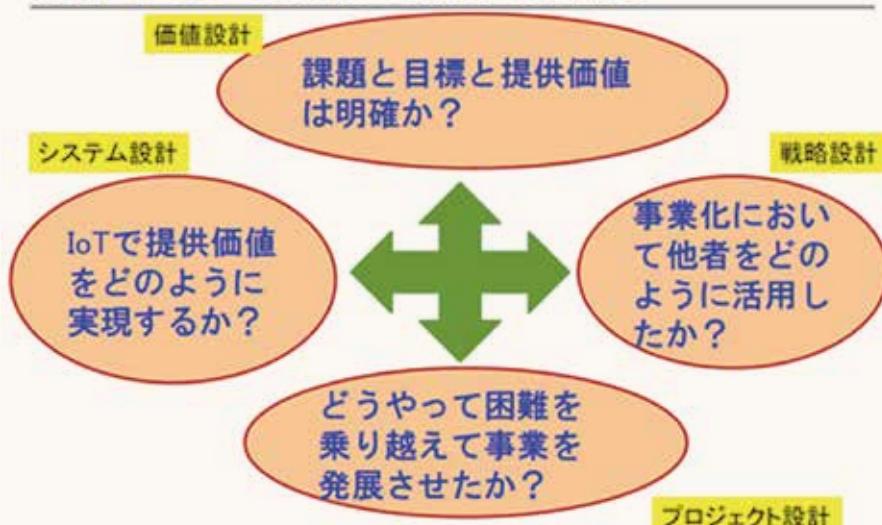
DX事例と整理軸

注目事例としては、コマツ、日立建機、アクアなどがある。キオクシア(元東芝メモリ)は日本でも特に進んでいるスマートファクトリー事例であろう。デジタルイノベーションデザインでは、成功事例を「①DXの提供価値の明確化(価値設計)」「②AI／IoTでどのように実現するか(システム設計)」「③エコシステムの中で他者をどのように利用するか(戦略設計)」「④DXプロジェクト推進上のリスクを把握し対策するか(プロジェクト設計)」の4つの視点で分析・整理している。

ポイントは、どうやって困難を乗り越えたか、困難のパターンとその対応の整理である。コマツは有名な成功事例であるが、話を聞くと「世

分析の4つの視点

分析の4つの視点（成功の勘所）



間で言われるほど簡単ではなかった」という。どのような成功事例も困難を乗り越えて成功に至っており、そこに学びがある。成果が出ずにならぬまま止めてしまう企業もある一方で、成果が出るまで我慢して継続できたところが成功している。

人材育成について

中堅中小企業の工場の中においては、技術をどのように活用し、何ができるかを体感すると取組が進む。ファクトリー・サイエンティスト

協会は、中小規模製造業でIoTデータを扱える人材の育成を、カリキュラムを設けて体系的に進めている。教育プログラムによる人材育成は重要であるが、個別企業が教育を行うのは難しい。北陸先端科学技術大学院大学の社会人大学院は有効な学びの場であり、第一線の社会人が会社の枠を越えて講義やゼミで議論できる。そのような場において刺激を受け視野が広がる。リカレント教育の重要性を訴求していくたい。

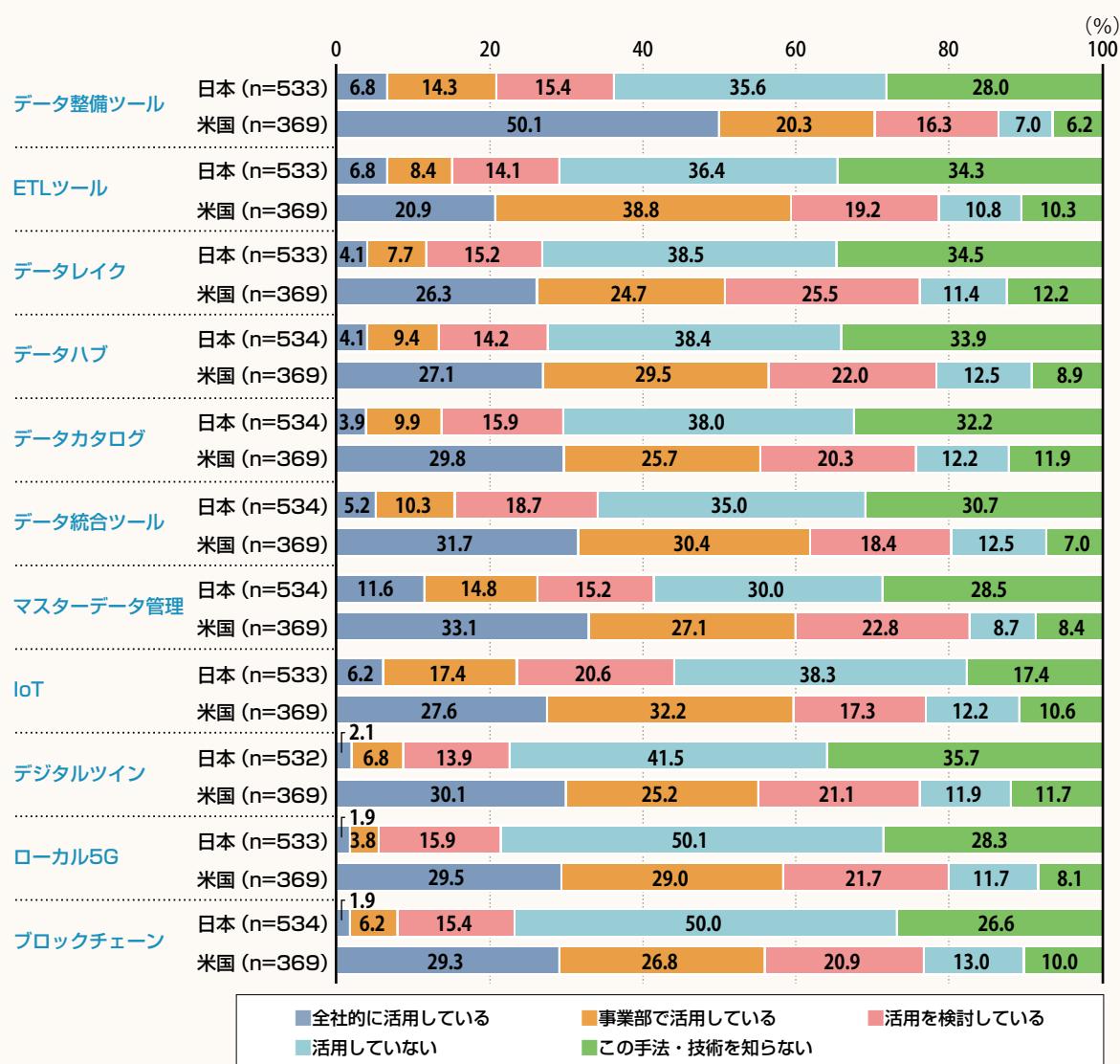
4 データ利活用技術の活用状況と課題

本項では、企業のデータ利活用技術に関する現状や課題を調査し、日米比較を行うことで、日本企業のデータ利活用促進のポイントを探る。

(1) データ利活用に関する技術

図表42-44は、データ利活用に関する技術の活用状況を尋ねたものである。ITシステムの開発手法・技術(図表41-17)と同様、すべての技術において日米差は大きい。とくに顕著であるのが「データ整備ツール」であり、「全社的に活用している」が日本企業の68%に対して米国企業は50.1%と約7倍になっている。第2部4章の「図表24-14 目的を把握したうえでのデータ収集」や「図表24-16 専門的で高度なデータ分析への取組状況」でも明らかなどおり、米国企業においては、経営や事業企画、営業や製造現場などあらゆる部門においてデータ利活用の文化が浸透しており、関連技術の利用率を押し上げている。

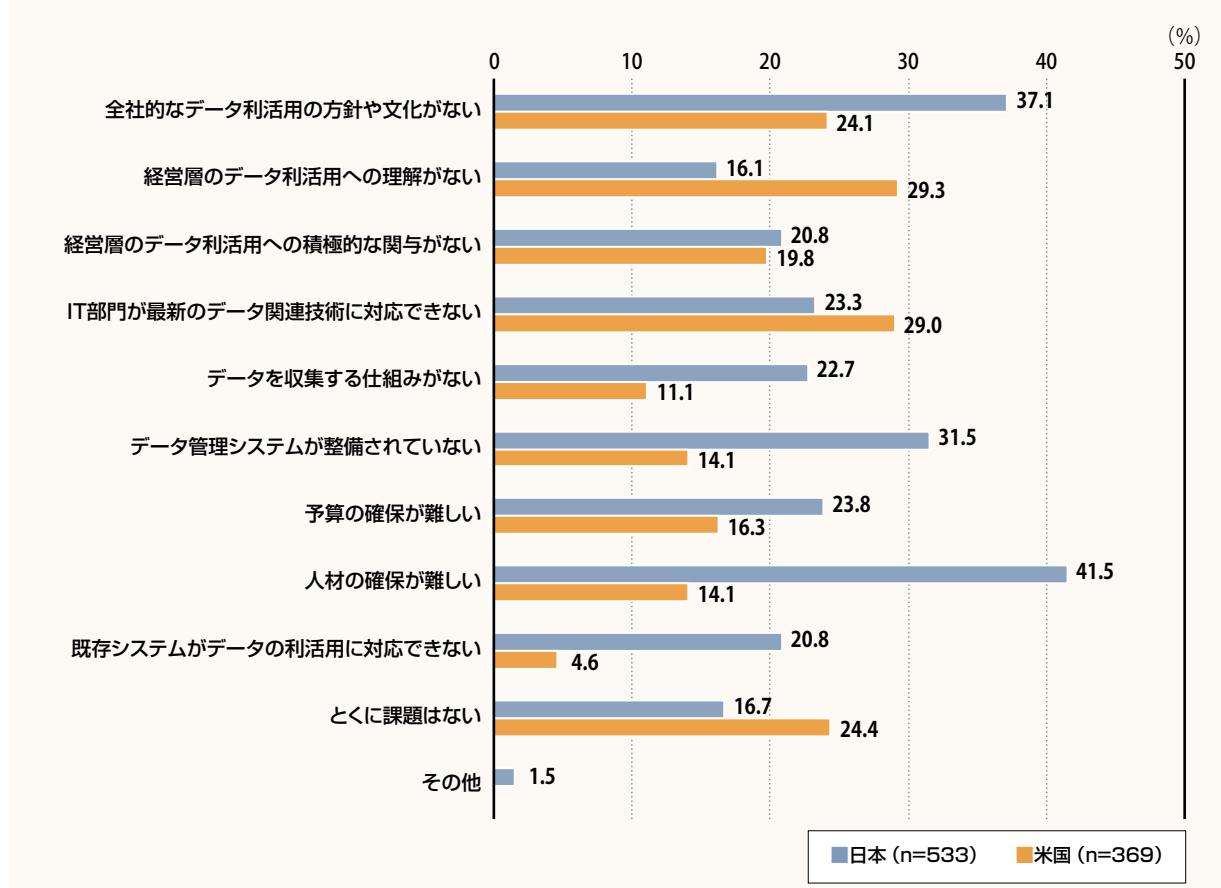
図表42-44 データ利活用に関する技術の活用状況



また、ITシステムの開発手法・技術と同様、日本企業は「この手法・技術を知らない」の割合が3割前後と、米国企業(1割前後)と比較して著しく高い。

図表42-45は、データ整備・管理・流通の課題を尋ねたものである。日本企業においては、人材(「人材の確保が難しい」)が、後述のAI(図表42-54)およびIoT(図表42-60)同様、最大の課題となっている。米国企業では、開発手法・技術の活用課題(図表41-19)と同様、「経営層のデータ利活用への理解がない」「経営層のデータ利活用への積極的な関与がない」「IT部門が最新のデータ関連技術に対応できない」といった経営者や組織の課題が上位に来ている。ただし、文化(「全社的なデータ利活用の方針や文化がない」)に関しては日本企業の方が大きく上回っている。日本企業の3割以上が本項目を課題として認識していることから、今後のデータ利活用に関する方針策定や企業文化の醸成に期待したい。

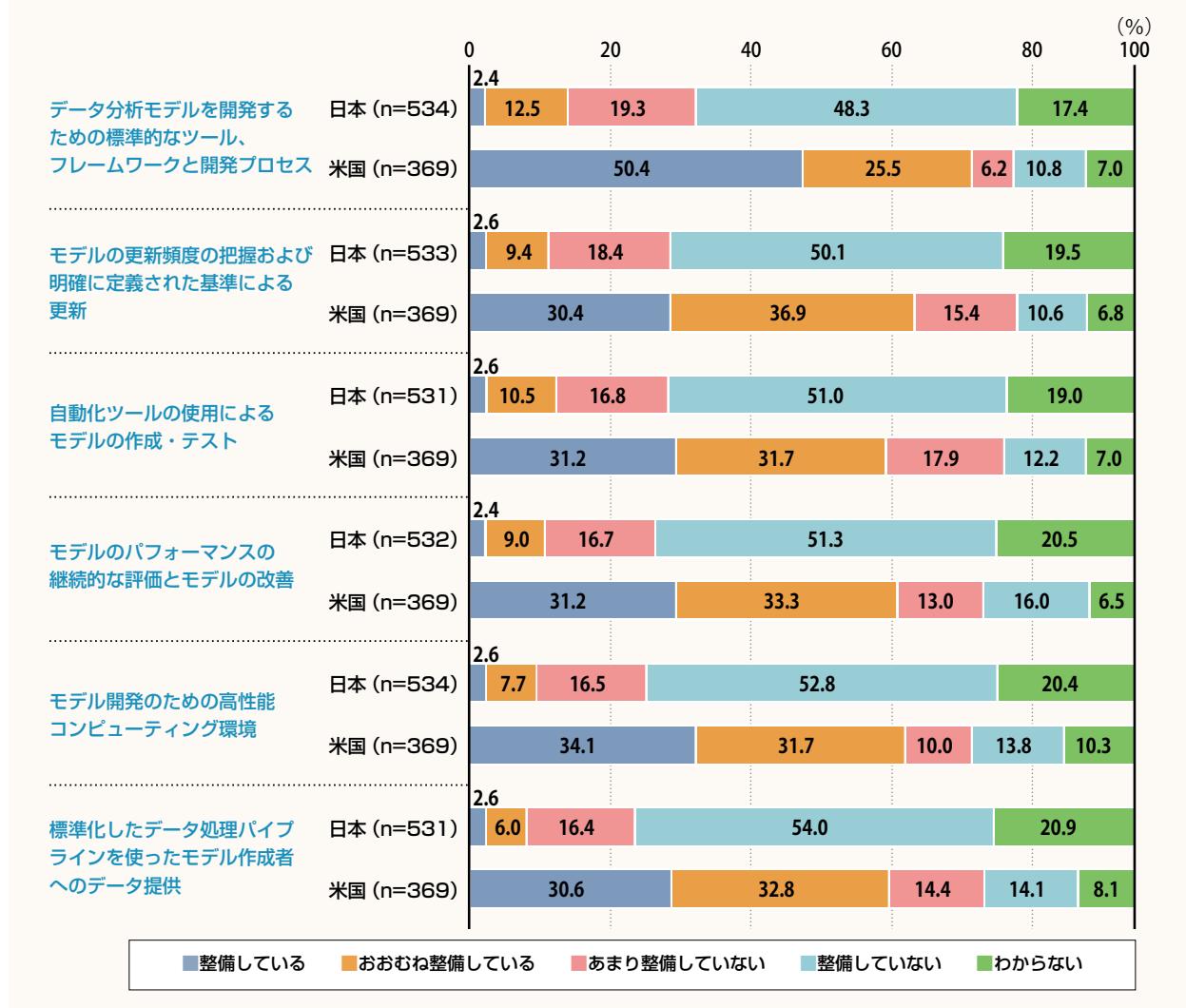
図表42-45 データ整備・管理・流通の課題(複数回答)



図表42-46は、データ分析(AIを含む)を実施するためのIT環境の整備状況を尋ねたものである。総じて日米差が大きい状況は他の設問と同様であるが、とくに「データ分析モデルを開発するための標準的なツール、フレームワークと開発プロセス」については米国企業の半数以上が「整備している」と回答しており、「おおむね整備している」を含めると75.9%に上る。

日本企業は各項目とも、「整備している」「おおむね整備している」を合わせても15%にも至っておらず、データ分析環境の整備の遅れがうかがえる。

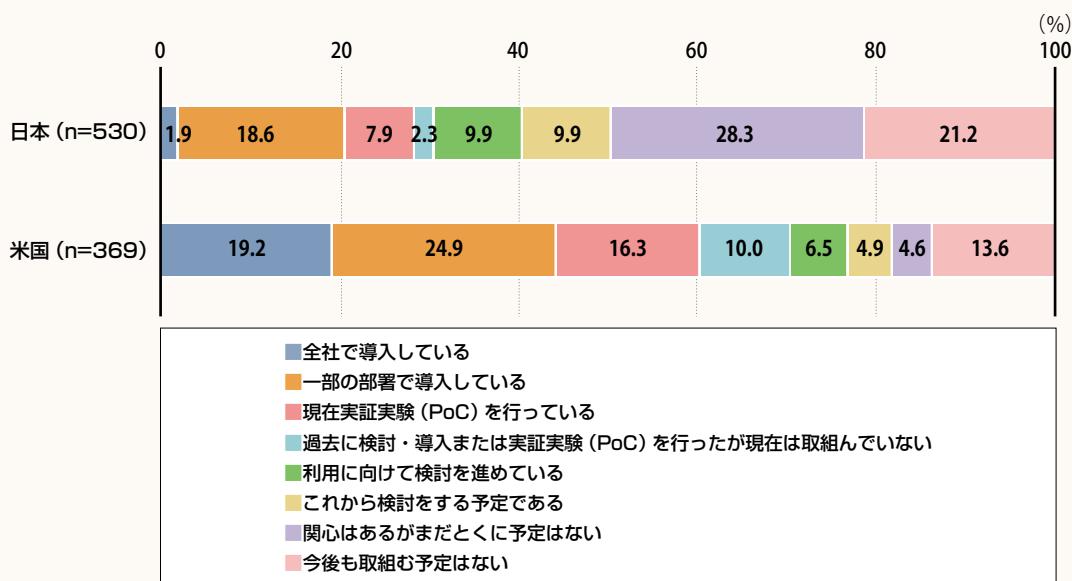
図表42-46 データ分析(AIを含む)を実施するためのIT環境の整備状況



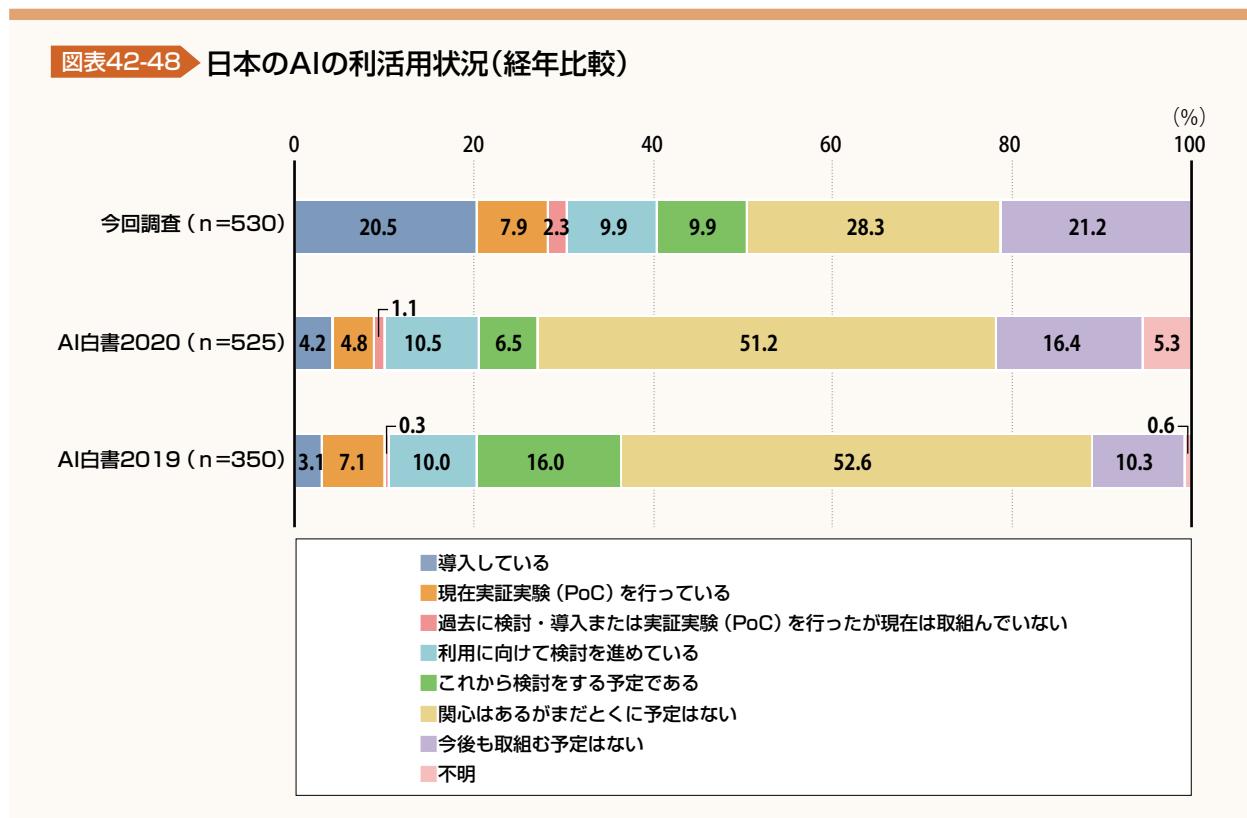
(2) AI技術

図表42-47はAIの利活用状況を尋ねたものである。日本企業は「全社で導入している」「一部の部署で導入している」を合わせても20%強であり、米国企業との差は大きい。

図表42-47 AIの利活用状況(日米比較)

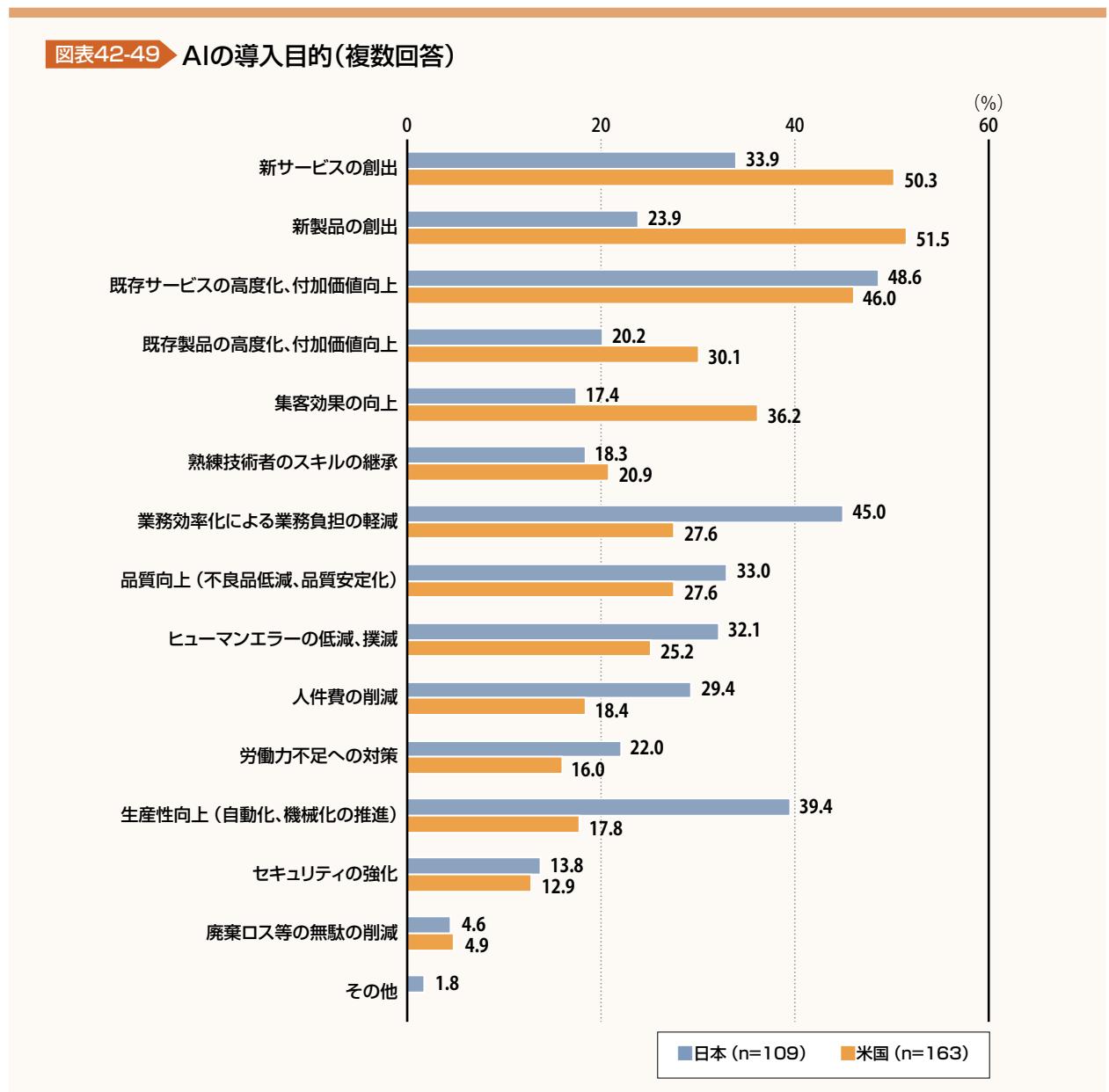


図表42-48は日本企業におけるAIの利活用状況の経年変化である。米国企業と比較すれば少ないものの、利活用率は大幅に増加していることがわかる。また、「関心はあるがまだとくに予定はない」が大幅に減少しているのは、AIの理解が進み(図表42-54)、AIの導入を進めたり、自社に必要でないと判断して「今後も取組む予定はない」に変化したりしたためと推定される。



図表42-49は、AIを導入している企業に導入目的を尋ねたものである。米国企業では「新サービスの創出」「新製品の創出」「既存製品の高度化、付加価値向上」「集客効果の向上」など顧客価値の向上に関する項目が日本企業より高い。日本企業では「業務効率化による業務負担の軽減」「生産性向上」など業務改善に関する項目が米国企業より高い。

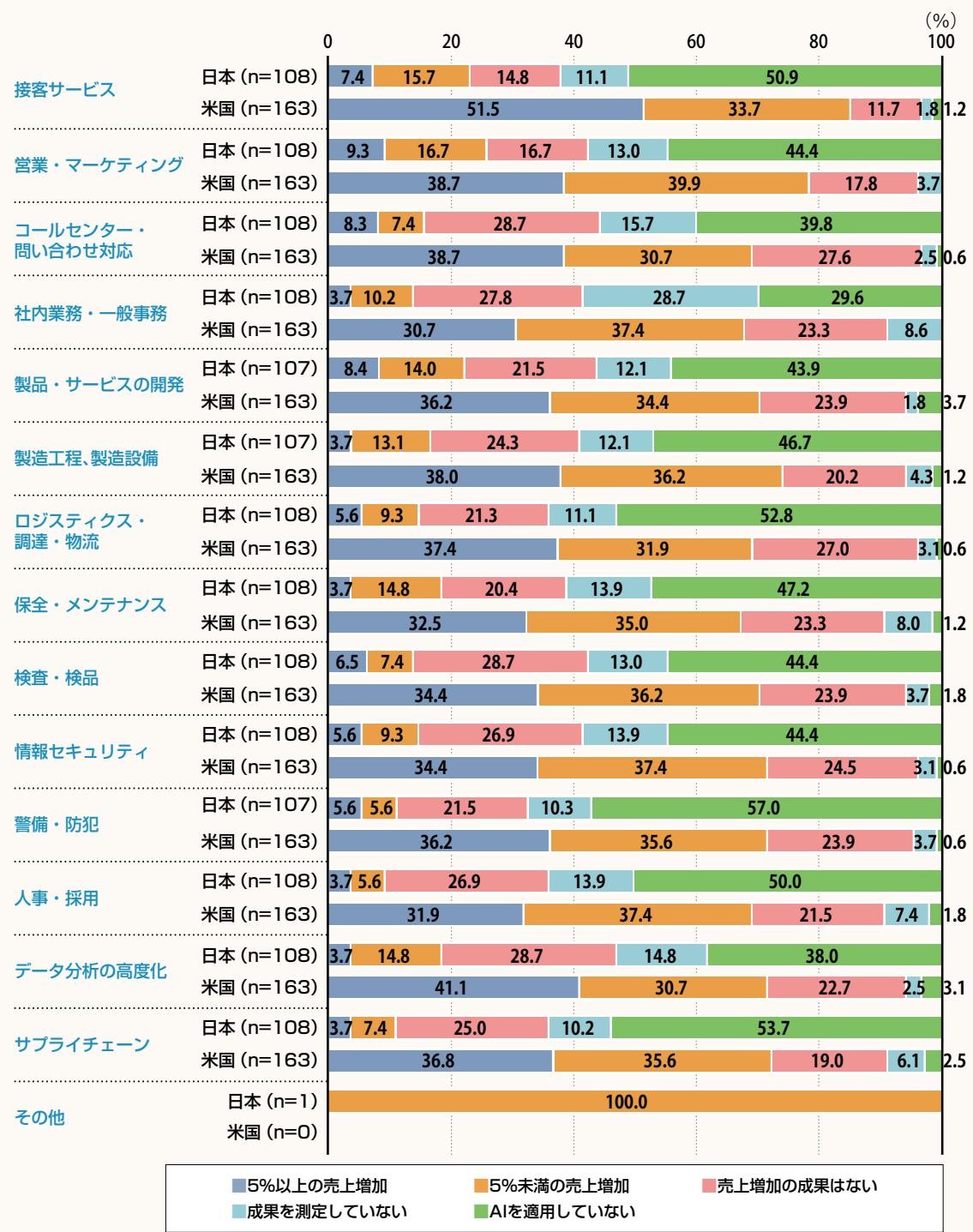
図表42-49 AIの導入目的(複数回答)



※図表42-47において、「全社で導入している」「一部の部署で導入している」企業に尋ねた

図表42-50は、AIを導入している企業に「売上増加」効果の有無を尋ねたものである。総じて米国企業の方が売上増加効果が高く、とくに「接客サービス」においては、日本企業の23.1%(5%以上、5%未満の合計)に対して米国企業では85.2%となっている。米国企業では、AI導入目的(図表42-49)において「新サービスの創出」「新製品の創出」「既存サービスの高度化、付加価値向上」など顧客関係の割合が高いことが要因として挙げられるが、極端な日米差(62.1%)を説明するには十分ではない。

図表42-50 AI導入による「売上増加」効果

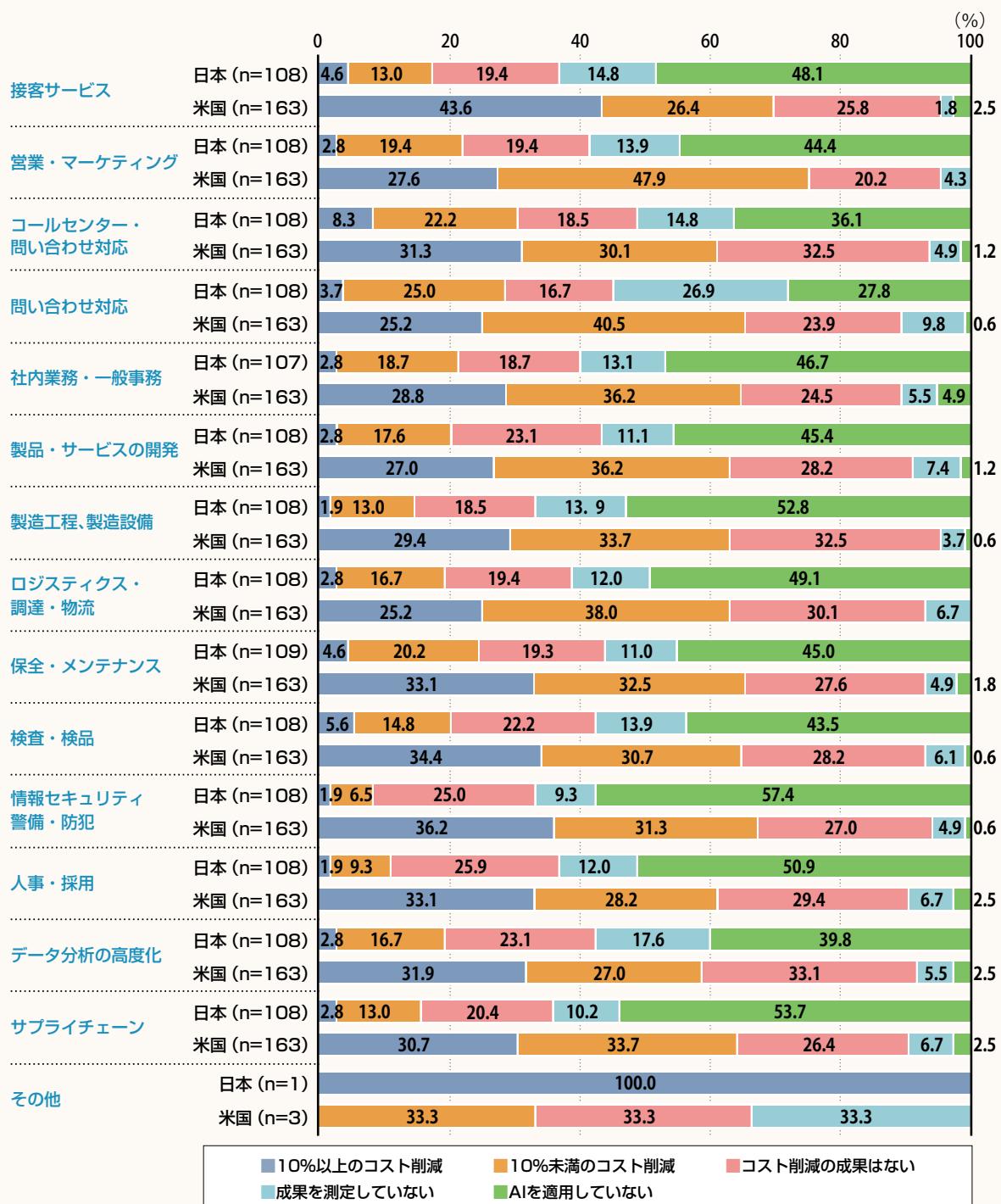


※図表42-47において、「全社で導入している」「一部の部署で導入している」企業に尋ねた

図表42-51は、AIを導入している企業に「コスト削減」効果の有無を尋ねたものである。AIの導入目的(図表42-49)で、日本企業では「業務効率化による業務負担の軽減」「生産性向上」などコスト削減に関する項目が米国企業より高かったが、実際のコスト削減効果は米国企業より総じて低い結果となっている。

このように「売上増加」「コスト削減」とも日本企業の効果は上がっていないが、今後、日本企業のAI導入が進むことで、どの程度、効果が上がるかを経年調査により明らかにする必要がある。

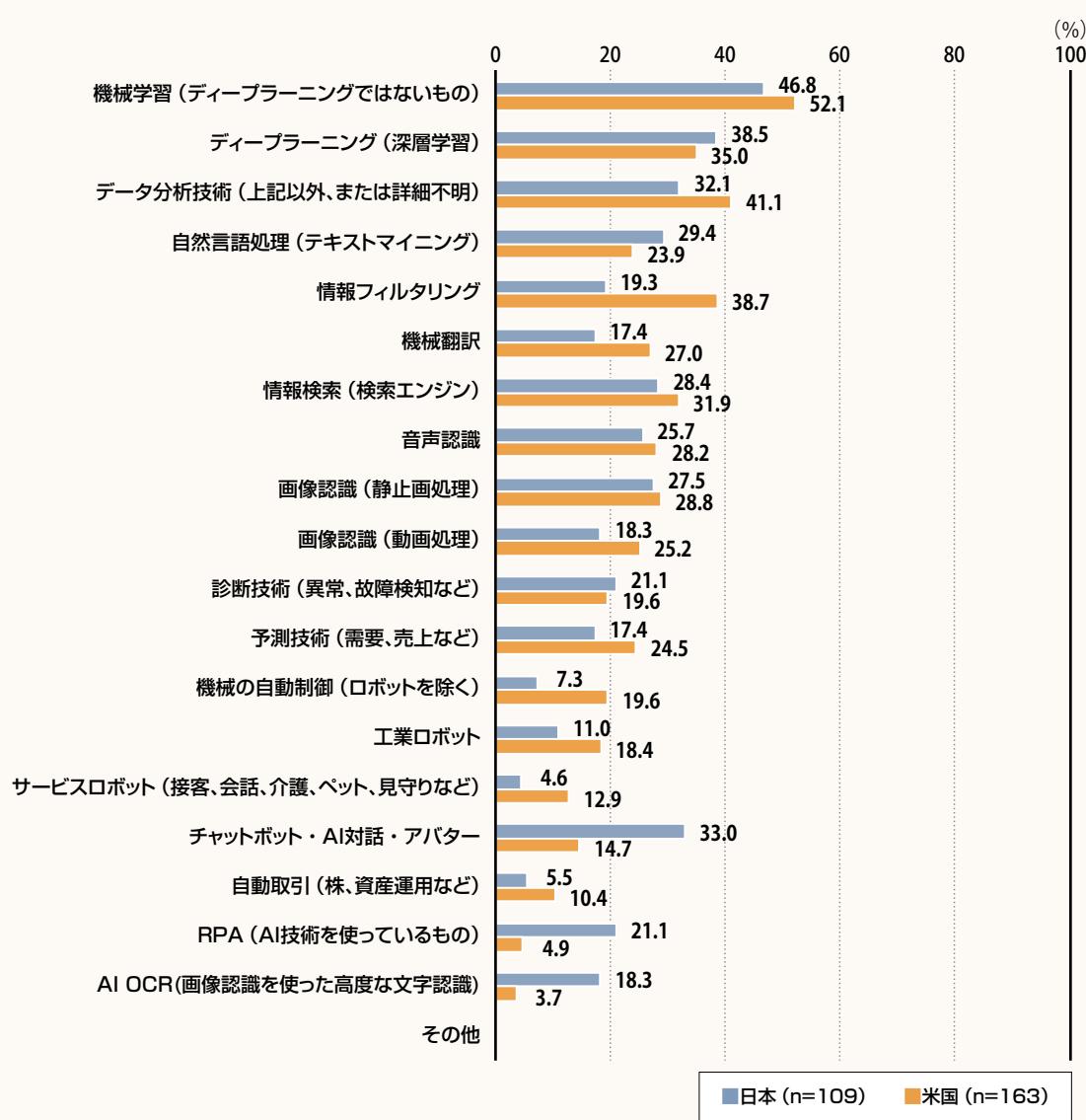
図表42-51 AI導入による「コスト削減」効果



※図表42-47において、「全社で導入している」「一部の部署で導入している」企業に尋ねた

図表42-52は、活用しているAI技術について尋ねたものである。「機械学習(ディープラーニングでないもの)」については、データ関連技術の活用(図表42-44)が進んでいた米国企業の方が割合が高いが、「ディープラーニング(深層学習)」に関しては逆転している。

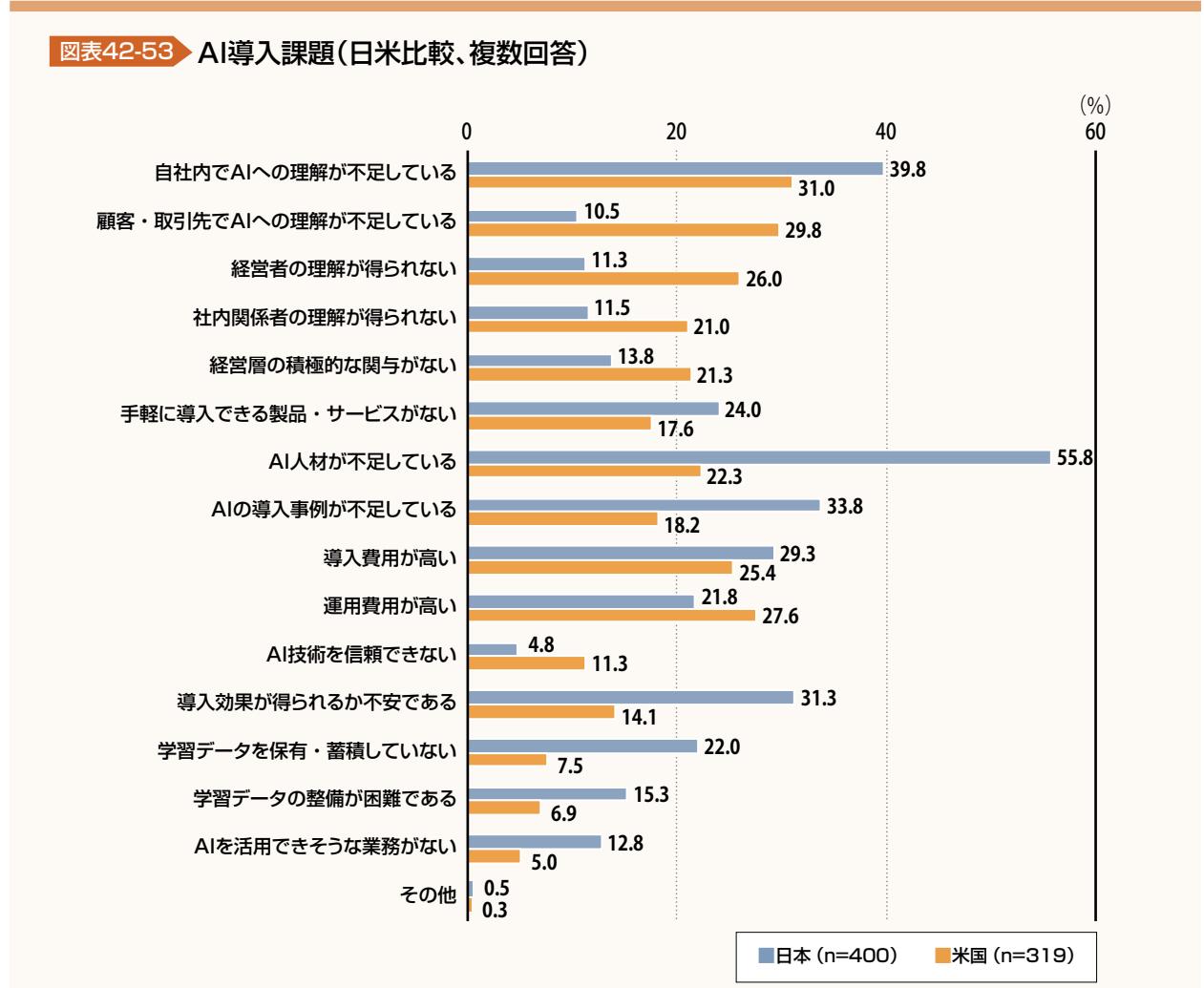
図表42-52 活用しているAI技術(複数回答)



※図表42-47において、「全社で導入している」「一部の部署で導入している」企業に尋ねた

図表42-53は、AI導入課題について尋ねたものである(AI利活用に「今後も取組む予定はない」企業を除く全企業)。米国企業では、顧客・取引先、経営者、社内関係者の理解や経営者の積極的な関与に関する課題が日本企業よりも割合が高い。米国企業へのインタビューでも、本調査結果に対して、AIの普及が進んでもユーザーのAIリテラシーの課題は継続する旨が説明されており、日本でも今後、課題となる可能性がある。また日本企業ではAI人材不足が5割を超えており、不足しているAI人材の詳細については図表42-55の調査結果を参照願いたい。

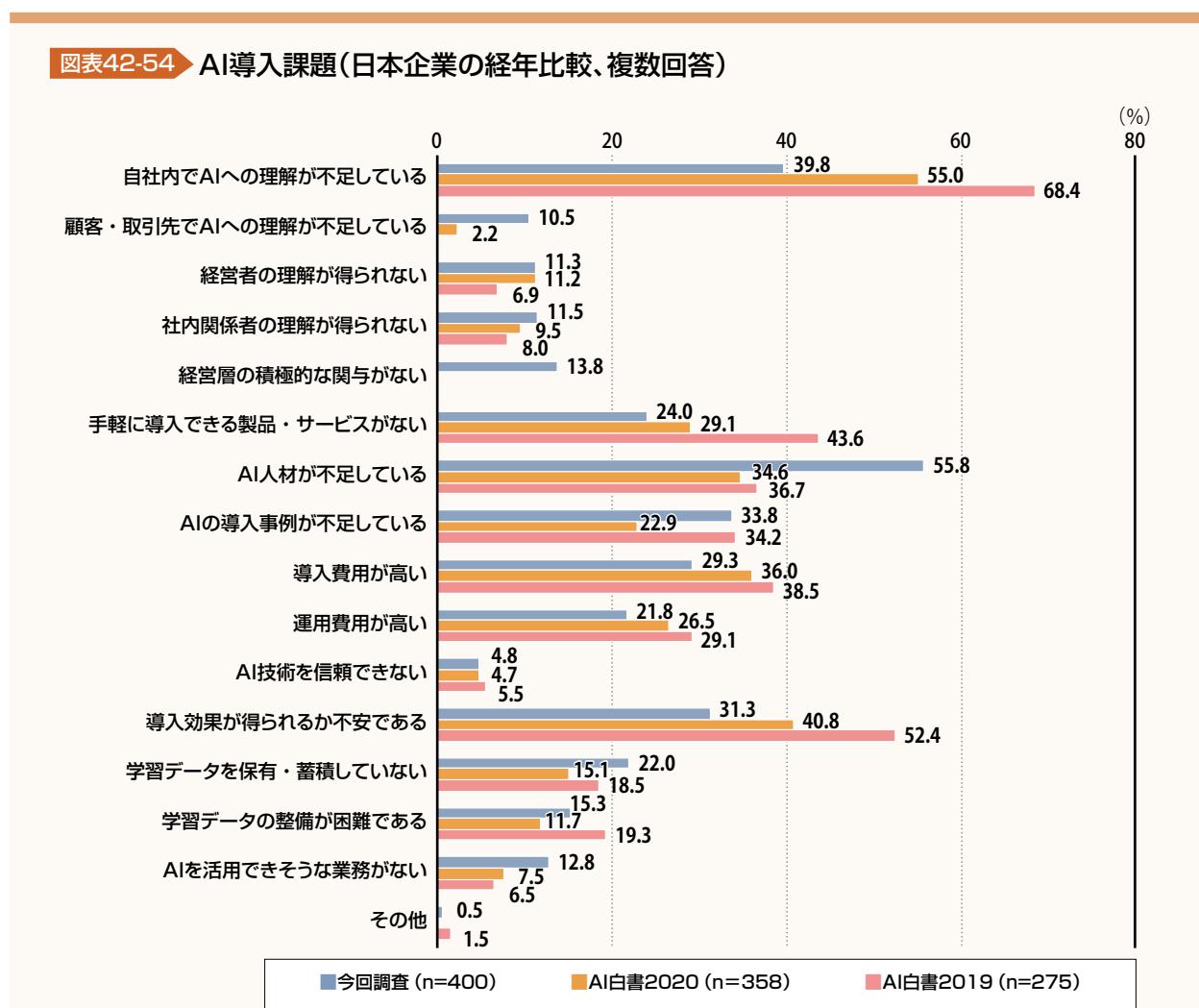
図表42-53 AI導入課題(日米比較、複数回答)



※AI利活用に「今後も取組む予定はない」企業を除く全企業

図表42-54は、AI導入課題について、今回の日本企業の調査結果と、「AI白書2019」「AI白書2020」の調査結果を比較したものである(今回調査は全企業、「AI白書2019」「AI白書2020」はAIについて「利用に向けて検討を進めている」「これから検討をする予定である」「関心はあるがまだとくに予定はない」と回答した企業が対象)。「AI白書2019」の上位3位であった「自社内にAIについての理解が不足している」「導入効果が得られるか不安である」「手軽に利用できるAIのサービスや製品がない」は今回調査ではすべて40%以下に減少している。これに対して「AI人材が不足している」は増加している。AI白書発刊当初はAIに関する総合的な参考資料が少なかったが、近年は書籍でもWebメディアでもAIに関する情報が充実している。このため、AIの理解や製品・サービスに関する課題は大幅に減少したが、実際に導入に取組んだり、データ分析を行ったりする人材の課題が表出していると推定される。国のAIに関する技術開発施策や人材育成施策は積極的に進められているが、とくに後者はAI導入を加速するためにも急務であろう。

図表42-54 AI導入課題(日本企業の経年比較、複数回答)



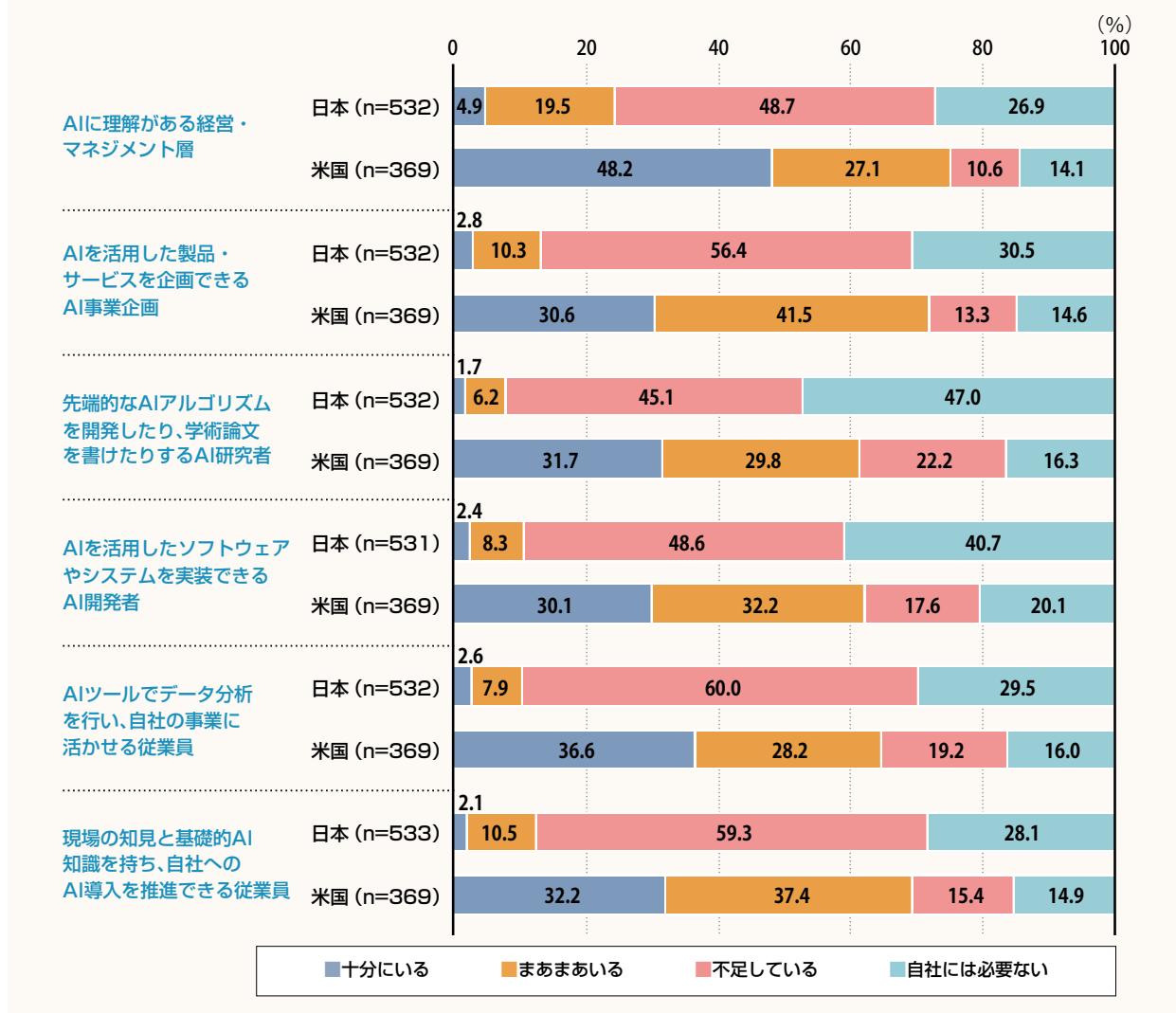
※今回調査はAI利活用に「今後も取組む予定はない」企業を除く全企業、「AI白書2019」と「AI白書2020」は「AIについて検討中／関心あり」の企業が対象

※「顧客・取引先で…」は「AI白書2020」から、「経営層の積極的な…」は今回調査から選択肢を追加

図表42-55は、AI人材の充足度を尋ねたものである。図表42-53で日本企業の最大の課題であったAI人材不足については、職種に限らないものであることがわかる。とくに「AIに理解がある経営・マネジメント層」における日米差は顕著である。

なお、日本ではAI研究者およびAI開発者において「自社には必要ない」が45%前後と、他のAI人材と比較して高い理由は、AIシステム開発のソーシング手段(図表42-56)にも関連していると想定される。

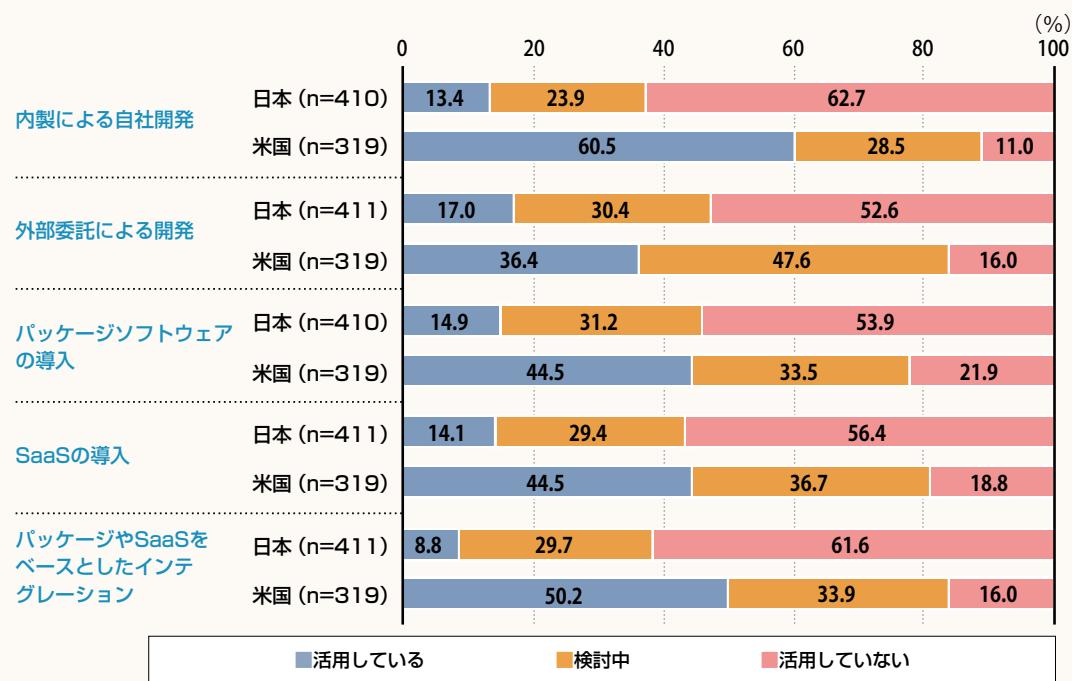
図表42-55 AI人材の充足度



図表42-56は、AIの開発・導入という観点からソーシング手段(現在の活用状況)を尋ねたものである。「内製による自社開発」の日米差が極端に大きいが、日本企業ではAIに限らず内製比率が低いことだけでなく、以下の要因も影響していることに留意いただきたい。

- ・日本企業のAI利活用は米国企業の半分以下(図表42-47)であったため、本設問には「検討を進めている」「関心はある」段階の回答者も含めた。このため各ソーシング手段を「導入している」の割合が低くなる

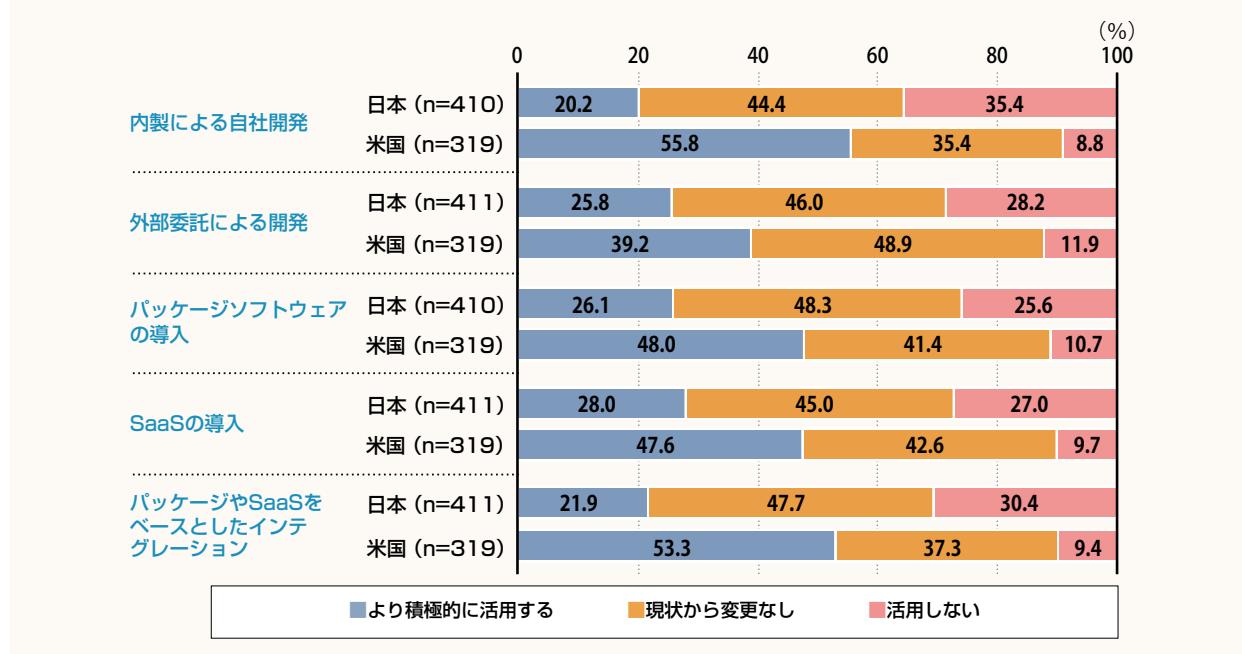
図表42-56 AIの開発・導入という観点でのソーシング手段(現在の活用状況)



※AI利活用に「今後も取組む予定はない」企業を除く全企業

図表42-57は、AIの開発・導入という観点からソーシング手段(今後の予定)を尋ねたものである。今後の予定のため、AI未導入が多い日本企業も「より積極的に活用する」が総じて増加、「活用しない」は総じて大幅に減少している。米国企業は、「内製による自社開発」で「より積極的に活用する」が減少、その他のソーシング手段は微増になっている。より迅速なソリューション導入のためにパッケージソフトウェアやSaaSの導入が利用されている可能性があると考えられる。

図表42-57 AIの開発・導入という観点でのソーシング手段(今後の予定)



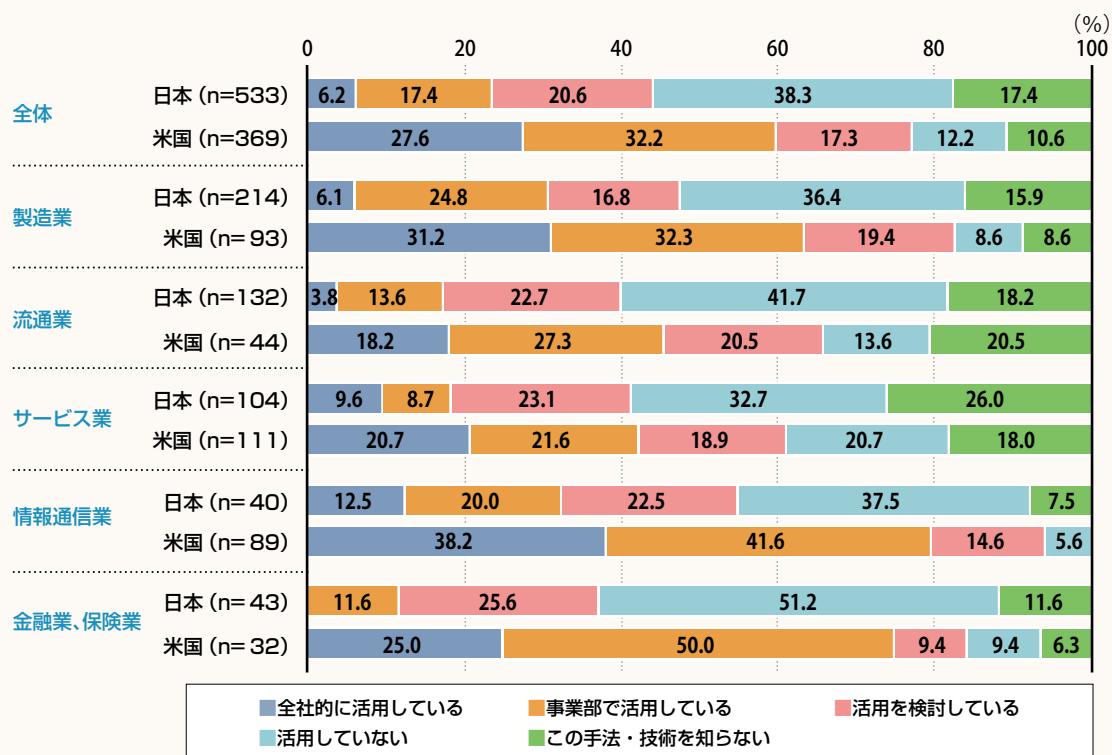
※AI利活用に「今後も取組む予定はない」企業を除く全企業

(3) IoT技術

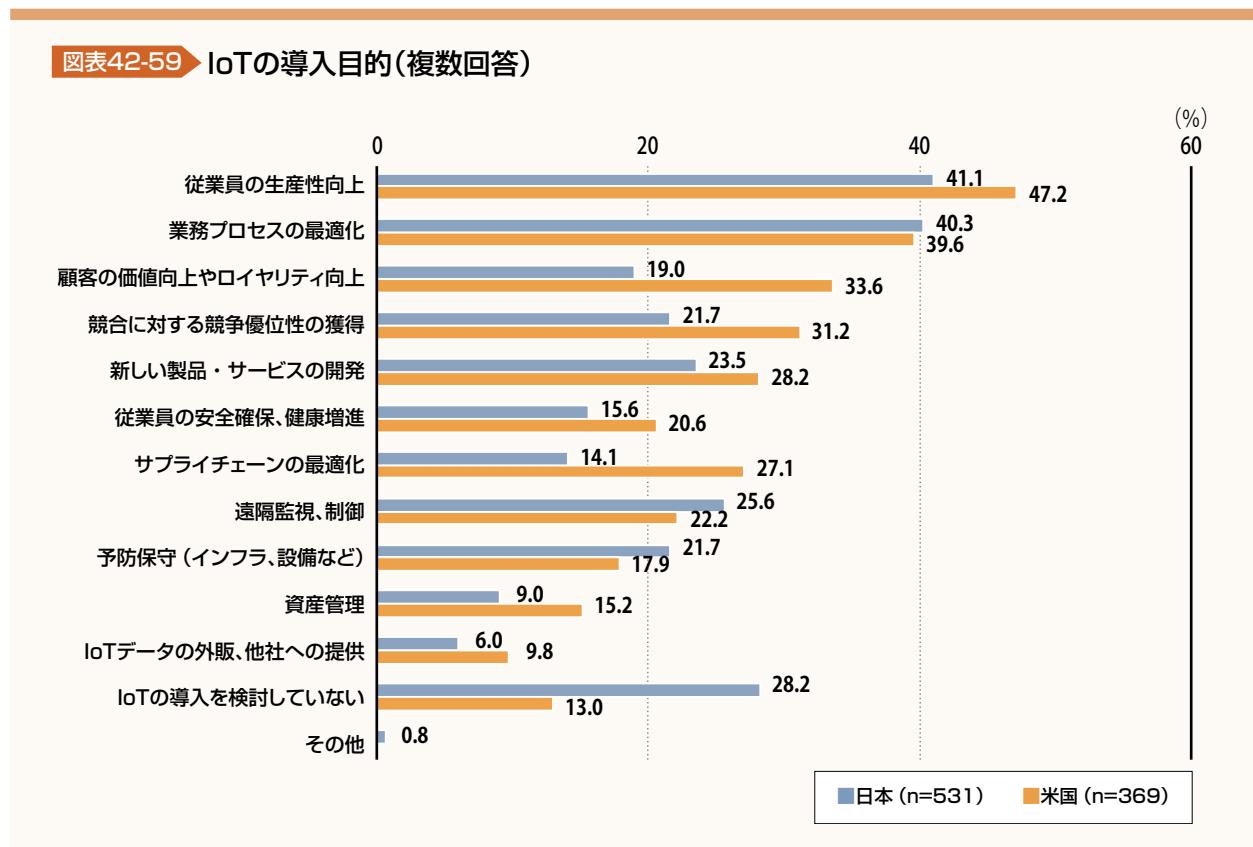
図表42-58は、データ利活用に関する技術の活用状況(図表42-44)においてIoTを活用している企業を対象に、業種とのクロス集計を行ったものである。全体で見ると、「全社的に活用している」「事業部で活用している」日本企業は23.6%であり、米国企業の59.8%と比較すると差は大きい。目的を把握したうえでのデータ収集(第2部第4章 図表24-14)やデータ分析を実施するためのIT環境の整備の状況(図表42-46)などが影響していると推定される。

業種で見ると、日米企業とも製造業および情報通信業での「全社的に活用している」「事業部で活用している」を合計した割合が他業種より高い。日本の製造業では、「活用している」の合計が30%を超えており、ものづくりの現場での活用がうかがえる。

図表42-58 IoTの活用状況(業種別)



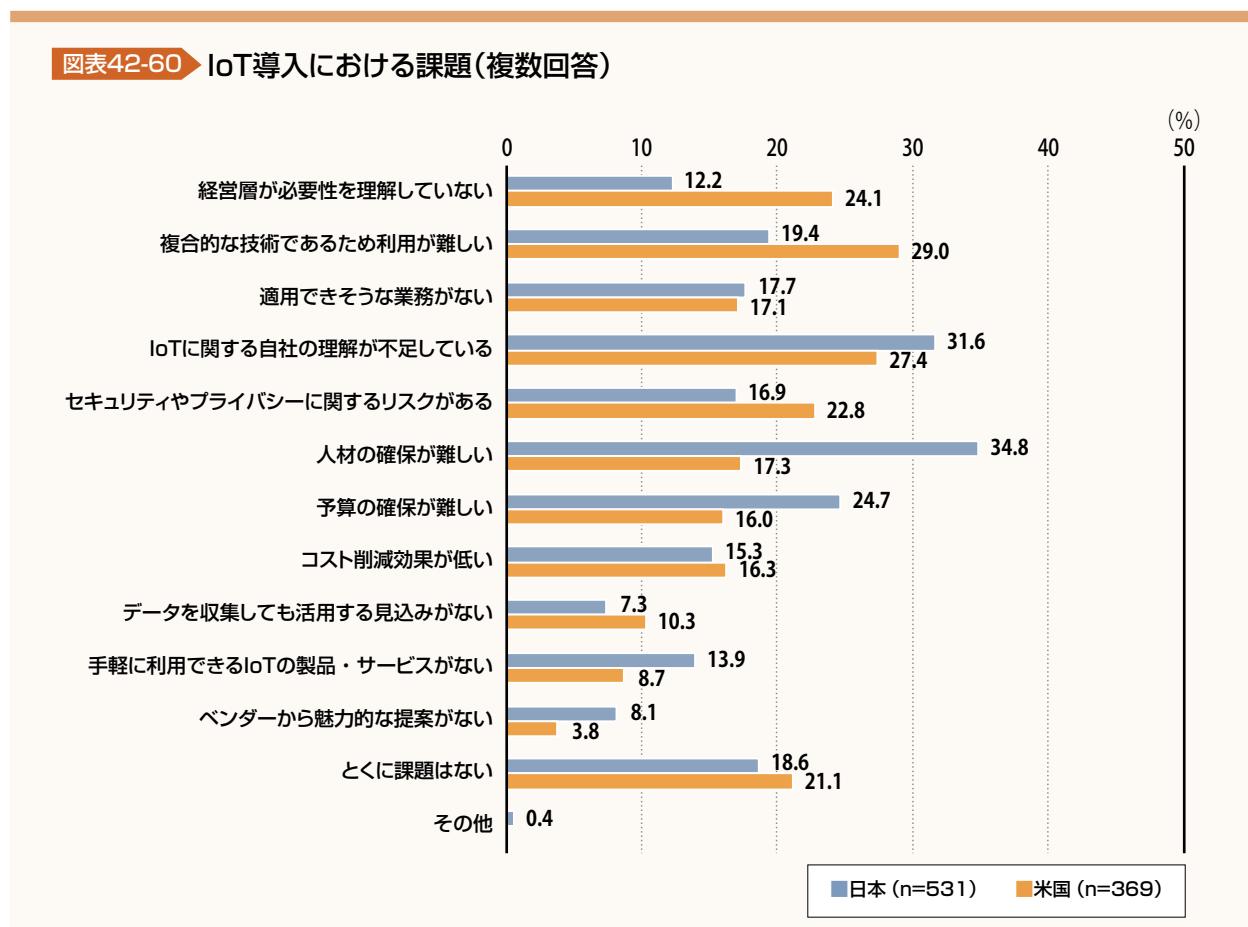
図表42-59は、IoTを導入する目的について尋ねたものである。「従業員の生産性向上」「業務プロセスの最適化」は日米共に1、2位になっているが、「顧客の価値向上やロイヤリティ向上」「サプライチェーンの最適化」については、米国企業が日本企業の2倍近くになっており、顧客価値志向の高さがうかがえる。



図表42-60は、IoTを導入するうえでの課題を尋ねたものである。米国企業では「経営層が必要性を理解していない」「複合的な技術であるため利用が難しい」「セキュリティやプライバシーに関するリスクがある」「データを収集しても活用する見込みがない」の割合が日本企業より高い。これに対し、日本企業では「IoTに関する自社の理解が不足している」「人材の確保が難しい」「予算の確保が難しい」「手軽に利用できるIoTの製品・サービスがない」が高い。

日本企業のIoT活用の遅れ(図表42-58)を改善するためには、日本企業の上記の課題への着実な対応が必要である。なお「セキュリティやプライバシーに関するリスクがある」は16.9%と低い。日本でもICカードやスマートフォンによる個人情報の扱いが問題になった経緯を踏まえれば、課題認識を高める必要がある。

図表42-60 IoT導入における課題(複数回答)



コラム

外部組織を交えたデータ流通におけるブロックチェーンの活用

独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター イノベーション推進部
主任 安田 央奈

DXを推進する上で、データ分析を活用した業務改善や新サービスの実現が必要不可欠となっている。今後、企業は自社内のデータだけでなく、社外にあるデータを活用することによって、顧客やビジネスの状況への理解をより深めることができると予想される。しかし、そのためには取引相手や競合他社と言った外部組織との間でデータを流通・共有させる仕組みの実現が必要不可欠である。

データ流通や共有を実現する際に重要なのが、関係者間でデータの真正性を保証する仕組みである。従来から、共通ポイントのように企業間でのデータ共有が行われているが、特定の企業がすべてのデータを中央集権的に管理することによって真正性を保障してきた。これに対して、より多様な組織間で生成されるデータの真正性を担保してデータを流通・共有する仕組みとして、近年注目を集めているのが分散型のデータ管理の仕組みである。

ブロックチェーンは分散型のデータ管理を実現する技術のひとつである。ブロックチェーンは、特定の者に権限や管理コストを集中させることなく複数の関係者でのデータ共有を可能にし、且つ高い改ざん耐性を有している。こうした特徴を利用して、ブロックチェーンを取り扱う企業間だけでなく、競合関係にある企業間でデータを共有する仕組みとして利用され始めている。

1. 企業間のデータ流通 サプライチェーンにおけるトレーサビリティーのコスト削減・効率化

ブロックチェーンは改ざん耐性の高さと、分散型の特性により、モノやデータがどのような

経路で取引されてきたのかというトレーサビリティーの記録の信頼性を特定の管理者に権限やコストを集中させることなく検証できる。

食品のトレーサビリティーにブロックチェーンを活用する事例では、生産現場から販売店舗まで流通に係る複数の業者のデータを分散型台帳で効率的に記録して、流通にかかるデータをより早くより正確に参照できる成果を活用し、廃棄品を減らすという効果へ繋げている。IBM社の食品サプライチェーン向けブロックチェーン「Food Trust」は、大手スーパー Walmart社やフードサービス会社 Gollden State Foods社で活用されており、配送の遅れや気温変化など鮮度に影響が出そうなデータを加工業者や輸送業者からリアルタイムに参照することが可能となり、Walmart社やGolden State Foods社は「Food Trust」からのデータをもとに、輸送先を近隣へ変更するなど鮮度への影響を最小限にとどめる行動を起こすことができる。

他にも、ダイヤモンドの产出や加工、販売を記録する「Everledger」や、ハイブランドが非正規品を排除するため、正規品の流通証明にブロックチェーンを活用している。

2. 競合他社とのデータ流通 フェデレーテッドラーニング併用による競合企業の協調

ブロックチェーンは台帳記録を分散させて複数で共有する特性があるため機密性の高いデータの取扱いには向かないとされるが、学習データではなく学習モデルを統合するフェデレーテッドラーニングと組み合わせて活用することで、競争領域のデータ利用で競合他社との協調ができる。

アステラス製薬、アムジェン、メルクなどの

製薬大手が参加する「MELLODDY(Machine Learning Ledger Orchestration for Drug Discovery)」は、化合物ライブラリーのデータを各社で秘匿状態を維持しながら、コンソーシアム間で機械学習に利用することができるプロジェクトである。製薬会社は各社で化合物ライブラリーを所持しており、そのデータを機械学習に利用することで新たな薬の研究・開発を進めている。他社が保有する化合物ライブラリーのデータを活用することができれば機械学習モデルを高度化できるが、化合物ライブラリーは機密情報であり製薬企業の競争力の源泉でもあるため、競合他社に対し容易に開示することはできなかった。しかし、MELLODDYではブロックチェーンの機能を利用してフェデレーテッドラーニングを実装することにより、各社のライブラリーのデータを開示することなく、高度な学習モデルの生成と管理を実現した。機密保持と学習モデルの高度化が両立されたことにより、機密開示を躊躇する製薬会社がコンソーシアムに参加しやすくなり、コンソーシアムから得られる深い洞察は創薬に大きな進歩をもたらしていく。

創薬に限らず、ブロックチェーンとフェデレーテッドラーニングを併用することで、各社の機密や競争力は守りつつ、協調によって個社ではありえない深い洞察を得ることができる。

3. 企業と個人間のデータ流通 自己主権型 アイデンティティによるデータ流通への 個人の参加促進

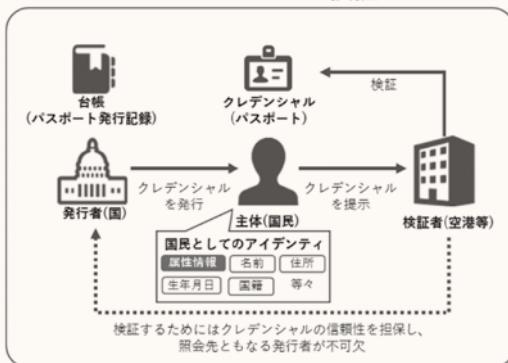
ユーザーや消費者の行動や思考を分析できる個人のデータはますます企業にとって重要であるが、本来のデータ所有者である個人ではなく企業が中央集権的にデータを所有・管理していることはプライバシーの侵害やデータ寡占、市場競争の阻害といった問題を生み出し、データ流通に向けて解消すべき課題となっている。

個人が企業などの仲介なく、自身に関するデータや自身のアイデンティティ情報を自分で所持しながら、開示先や開示範囲を自己裁量で管理できる「自己主権型アイデンティティ」が、クレデンシャル(証明書、信任状等の意)や行動履歴データの流通において活用されている。自己主権型アイデンティティにおいてブロックチェーンを活用すると、極端ではあるがクレデンシャル発行者が消滅してもクレデンシャルの有効性は検証できるため(下図表)、国連などの国際組織は紛争や災害で行政システムが不安定なために身分証明手段を持たない人々に向けて自己主権型アイデンティティを発行するプロジェクト「ID2020」を推進している。

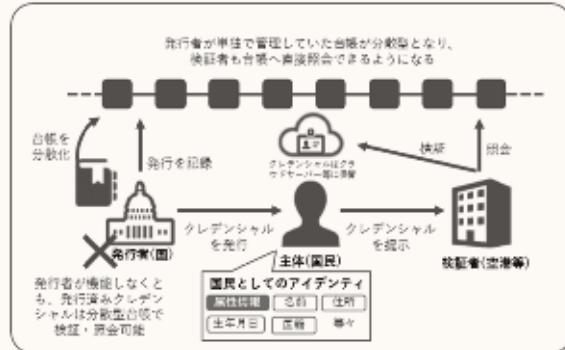
自己主権型アイデンティティの機能を実装

クレデンシャル検証における信頼の拠り所(パスポートの例)

発行者を信頼の拠り所とする クレデンシャル検証



分散型台帳を信頼の拠り所とする クレデンシャル検証



するデータ流通プラットフォームは、その透明性や信頼性からよりスムーズにユーザーや消費者といった個人をデータ流通の当事者として巻き込んでいけると考えられる。モビリティのブロックチェーンコンソーシアム「MOBI

(Mobility Open Blockchain Initiative)」のワーキンググループでは、自動車産業の他に保険会社、広告会社等データ流通を想定した幅広い業種を加え、ブロックチェーンや自己主権型のデータの利活用に向けて活動を進めている。

コラム

量子コンピューティングの自社導入に向けて

独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター イノベーション推進部
主任 鷲見 拓哉

1. 量子コンピューティングによる新たな価値創出

DXを推進する上で重要な「データ利活用」の側面において、量子コンピューティングは究極の武器となる。ビジネスで解きたい計算には非常に複雑なものが存在し、中には古典コンピューティングでは太刀打ちできず、経験則や、何か月も要する実験に頼らざるを得ないものもある。量子コンピューティングは、そのような手に負えない計算の一部について、解を提供する。

たとえば、化学や材料開発の分野では、新たな化合物を一つ作り出すために、数千という数の試料を実際に作り、そのすべての性質を評価した上で最終的に一つに絞り込み、その後ようやく量産に辿り着く。この工程には通常数年を要するが、量子コンピューティングを応用することで数か月まで短縮できる可能性がある。これは、量子コンピューティングによるシミュレーションにより、実際に作るべき試料の数を数百まで事前に絞り込むことができるからである。これにより、試料の原材料費や作成・評価に要する時間を削減できるだけでなく、結果的に製品の市場投入までの時間を劇的に改善できる可能性が生まれる。また、金融の分野では、古典コンピューティングでは不可能な大量の

データを用いた高度な分析により、顧客ごとに最適なアドバイスを導き出し意思決定を支援するような顧客体験の向上を目指す取組が進められている。

これらの事例に見られるように、量子コンピューティングの応用は、既存の業務やプロセス全体の効率化を実現するだけにとどまらず、古典コンピューティングの限界により持て余していた膨大なデータを処理できるようになることで、これまで提供し得なかった新たな価値を生み出すことをも意味する。

2. 量子コンピューティングの魅力

量子コンピューティングでは、「量子ビット」に計算過程を記憶させる。一つの量子ビットは0と1の両方を同時に記憶することができ(「重ね合わせ状態」)、「もつれ状態」という特別な状態にある量子ビットを操作することで計算を実現する。巧妙に設計されたある種の「量子アルゴリズム」は、時間計算量において古典コンピューティングを凌駕する。これが、量子コンピューティングが「超高速」と表現される所以である。たとえば、量子アルゴリズムの一種である「グローバーのアルゴリズム」の時間計算量は理論的に最も小さく、これよりも時間計算量の小さ

い古典アルゴリズムは存在しないことが証明されている。また、「ショアのアルゴリズム」は、現在知られている同種の計算を行うどの古典アルゴリズムよりも時間計算量が小さい。

量子コンピューティングの凄さは時間計算量だけにとどまらず、記憶域の観点でも古典コンピューターを凌駕する。もつれ状態にある量子ビットが n 個あるとすれば、その量子コンピューターは 2^n 通りの情報を同時に表現することができる。日本が世界に誇るスーパーコンピューター「富岳」の総メモリ容量が4.85 PiB（ペビバイト。1 PiBは 2^{50} バイト）であるから、仮にこのすべてを使って情報を表現するすれば、 2^{52} バイト= 2^{55} ビットの記憶域を利用することができるが、この記憶域で同時に表現できるのは 2^{49} 通りが限界だ。つまり、もつれ状態にある量子ビットを50個備える量子コンピューターが取り扱うデータは、富岳のメモリには収まり切らない。しかも、量子ビットが一つ増加する度にそのデータ量は指数関数的に増大するから、あっという間にスーパーコンピューターをもってしても対抗できない世界まで行ってしまうところに量子コンピューティングの凄さ、魅力がある。

3. 量子コンピューティングの自社導入

華やかに見える量子コンピューティングだが、その先行きは不透明だ。実は、大規模な計算に必要となる量子ビット（論理量子ビット）が一つも実現していない。つまり、量子コンピューターというハードウェアの研究開発がまだまだ必要なのである。このような状況の中、ユーザー企業はハードウェアの成熟を待つていればよいのだろうか。いや、そうではない。「もし量子コンピューティングが実用化したら、我が社のビジネスはどう変化するか」「その時、他社に先駆けて我が社が量子コンピューティングの応用に乗り出せるとしたらどうか」、これを理解した先進的なユーザー企業は、

量子コンピューティングへの投資、自社導入の準備を既に進めている。

ユーザー企業がまず行うべきは、「自社ビジネスにおける応用先の検討」と「利用可能な量子アルゴリズムの検討」の二つである。先進企業は、量子コンピューティングの専門知識を内製又は外部活用してこれらを検討している。内製の場合、自社ビジネスに直結する量子アルゴリズムを開発できる人材を自社内に確保する。そのため関心事項に応じて集中的かつ独占的に取り組むことができるが、人材の教育や採用、雇用維持には大きな投資が必要となる。外部活用の場合、外部の専門家や専門企業を活用する。この場合、社外の経営資源も動員して専門知識を素早く利用することが可能となるが、得られた知識をいかにして社内に定着させるかが課題となる。現在のところ、専門人材を個社が獲得することが難しいこともあり、外部活用が利用されることが多い。多数の企業が参画するコンソーシアム型の外部活用先としてはIBM(米国)の「IBM Q Network」が有名である。このほか、先進企業では、自社ビジネスへの応用に最も寄与するであろうパートナー企業を自ら見出だし提携する場合もある。これら先進企業では、小規模ながらも実際に利用可能な量子コンピューターを用いて、実際の業務データを入力とする試行的な計算実験が行われるなど、いつか来るであろう量子コンピューティング実用化の日に備えた実践的な取組が行われている。

4. 結び

量子コンピューティング実用化の日がいつなのかは誰にも分からぬ。だからこそ、量子コンピューティングの自社ビジネスへの影響調査や応用方法の検討、準備を早期から進めておくことが肝要であろう。量子コンピューティングが他社との差別化因子と認識した企業は何歩も先を進んでいることになる。

コラム

いかにして新しい手法や技術を組織に取り入れるか

Digital Transformation Executive & Principal Consultant Janus Insights LLC
Gustav Toppenberg

1. 米国企業における導入状況・リーン開発 やデザイン思考を導入する目的

現状、多くの米国企業でリーン開発やデザイン思考を用いている。特に、革新的な価値を実現したいと考える企業は、アジャイルやデザイン思考を意思決定プロセスのフロントエンドに取り入れようとしている。

リーン開発やデザイン思考を導入する目的として、プロセスの適正化／効率化が挙げられる。グループ内の意思決定を迅速に行い、それに基づいてリソースを適切に配置することにつながる。他にも、ビジネスで最適化すべきポイントや課題となるポイントの発見、製品を早期に市場に出すなどのために用いる企業もある。IT部門での利用や組織のデジタル化、データ活用などの領域が最もリーン開発のメカニズムに合致するとみる。様々な業界で、テクノロジーやデータ使用がますます加速しているので、リーン開発やデザイン思考を用いることで課題を抽出し、これまで以上のスピードで改善につなげることができる。一方、企業によって適切なデリバリーの頻度は異なるため、従来型企業がGAFAを真似て短期間のサイクルを取り入れようとするところがサービスの変革のスピードについていけず、これまで築き上げてきたバリューを破壊してしまう恐れもある。

2. リーン開発やデザイン思考における成功 要因と阻害要因

リーン開発やデザイン思考は実践を通じ、継続的に発展するものである。ただし、こうした

変革の成果が出るまでには2～3年かかる。変革に成功している企業では、トップマネジメントから組織の一番下まで、従来とは異なるオペレーションであることが共有されているほか、「失敗しても良い」という考え方を持ち、企業文化の変革に多額の投資を行っていることが多い。リーダーへの投資も重要である。DX推進においては、リーダーやマネジメント層の意識合わせは欠かせない。リーダーの考え方方がウォーターフォール型のままであると、企業文化の変革に失敗する。リーダーシップはDX推進における重要な要素であるにも関わらず、投資が十分に行われていないことが多い。

他にも、リーダーシップによるサポートは重要であり、リーダーシップがチーム外であったとしても、見守り、支援することはDX成功における重要な要素となる。加えて、DXの初期段階で解決したい課題や実現したい目的、具体的にどういった技術を取り入れ、どういったことを行うのかまで明確にしておく必要がある。

3. AI導入などにおける成功要因と阻害要因

たとえば、AIを使うことで、採用担当者を支援することができる。必ずしもリクルーターや採用係をAIに代替させるということではなく、彼らにより多くの洞察を提供することで支援を行う。現在、自分が業務で関係しているコンビニやガソリンスタンドでは、顧客の購買行動に対してAIやMLを使うレコメンデーションモデルの構築を進めている。AIベースのレコメンデーションエンジンを構築することで、顧客だけでなく、店舗に置くべき商品を決定する力

テゴリーマネージャーも支援している。AIを活用したインサイトや予測分析、プロテクトアナリティクスの判断を評価する。異なるシナリオを実行する前に成功の可能性を測定することもできる。

AIの最大の阻害要素は、AIに対する理解の欠如であると感じている。AIのブラックボックス的な部分を取り除くことで個々のユースケースを他のケースにも活用することが期待される。導入候補のツールの評価・選定支援を行ったことがあるが、各国の規制を考慮したり、バイアスを排除する必要があることから、大変センシティブなものであった。その他の課題としては、「AIの利用を従業員に説得すること」がある。AIが人の行った決定の検証だけではなく、AIが意思決定そのものの支援もするということを説明する必要がある。もう一つの課題は人材スキルの欠如である。人材やスキルの獲得能力は企業にとっても挑戦である。

4. 米国におけるAI技術のソーシング戦略について

多くの従来型企業では社内開発、社内構築といった手段をとることが多い。ソーシング戦略は企業によって様々である。AIの実装・開発が企業にとってコアビジネスに関連しないものなのであれば、外部アウトソーシングという手段も考えられる。

また、昨今、オンプレミスからクラウド/SaaSソリューションへ移行する動きが目立っている。SaaSをコスト削減目的で利用する企業は多く、実際にIT人材が不要になるといったコスト面での効果はあるが、ライセンス契約であれば利用期間に応じたコストがかかる。SaaSの最大のメリットは、アジリティである。日々変化するビジネス要件や顧客要件に対し、これまで以上のスピードで対応することができる。

5. テクノロジー獲得のためのM&Aについて

DXとは、新製品などの市場投入プロセスのデジタル化や、CX、EXのデジタル化などによって市場進出の方法を変革することと考える。その上で、外部からテクノロジーの能力を獲得するためにM&Aが行われている。

ソーシング戦略と同様、M&A戦略も企業によって様々で、買収した企業をそのまま独立させておき、経済的／企業価値が上がった際にスピナウトさせる場合や、社内でインキュベーションを行う場合がある。最も多く見られる戦略としては、会社を買収して企業文化に完全に統合する方法である。

Target社は企業の買収を通じて一部業務のデジタル化に成功した事例として挙げられる。Target社では複数の小規模テクノロジー企業を買収し、顧客接点や顧客体験における変革、サプライチェーンやオペレーションの分野における変革に成功した。製造業においては、顧客や市場へのアプローチではなく、製造プロセスの強化／効率化に向けた企業の買収が多い。機械学習やニューラルネットワークを用いた分析によって、より大きなスケールでのアウトプットの予測に取り組む事例もある。製造業は巨大なデータセットを持っているため、買収による相乗効果は非常に興味深いものとなる。小規模なパートナー企業を早期の段階から支援し、パートナー企業の市場価値が認められれば買収し、競争相手が同じサービスを使うことを防ぐといった戦略をとることもある。なお、非テクノロジー企業では、テクノロジーを獲得し、維持すること、テクノロジーを扱える人材を獲得することがいかに難しいか理解できていないケースもある。買収を行った企業のエンジニアをスタッフに留めることは難しく、経済的なインセンティブを与える必要がある。だが、そのような待遇を提供しない限り、人材は流逝し、テクノロジーは進化しなくなってしまうだろう。

旭化成株式会社

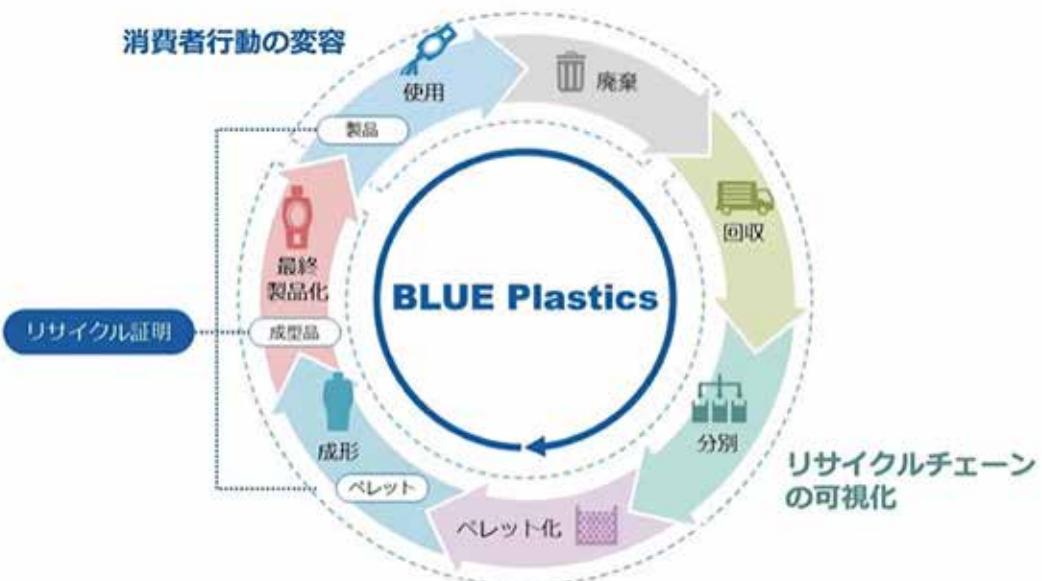
1. DXにおけるデジタル技術活用

AI・IoT・ブロックチェーンなどの先進技術活用状況

技術分野によって、導入済み、動向をウォッチ、など様々なフェーズがある。機械学習、クラウド、IoTといった技術は、MIなどやスマートファクトリー領域においてはすでに実践的に活用している。先進事例を参照しながらトライアルを行い、積極的に自社に取り込んでいる。IPランドスケープでは大量のテキストデータの解析を行っている。自然言語処理技術は、定性情報を解析して経営判断に役立てるといった取組にも活用する。一方で、脳科学や量子コンピュータなど、本格的な実用フェーズが先にある技術は、将来の活用に向けてウォッチしている。

ブロックチェーン技術の活用例は、「Fresh Logi」(生鮮食品の物流高度化)や、IBM等との共同プロジェクトである「BLUE Plastics」(プラスチックの資源循環)等がある。Fresh Logiでは生鮮食品のサプライチェーン管理、BLUE Plasticsは再生プラスチックのリサイクル証明にブロックチェーン技術を適用している。これらは、新事業として育成を図っている事業領域となる。

BLUE Plasticsプロジェクトにおけるプラスチック資源循環のイメージ



AIは日常的に活用している技術であり、サランラップを始めとする製品製造ラインでの画像認識による製品検査、異常検知、異常予測など、多くの工場で実装済みである。

DX推進担当と現場が一体となって、PoCで効果がわかるとすぐ実装に移る、スピード感を持った実施体制となっている。また、すでに社内で実績が多いため、勘所を押さえてPoCを実施し、社内事例をふまえて実装検討を行えるため、実装が加速している。

ITベンダー活用と内製

内製率の向上は明確な方針となっている。全て内製とすることはできないので、ベンダーとの協業は継続するものの、関係は変えようとしている。これまで、仕様が曖昧なままベンダーに丸投げすることもあった。これからは、プロジェクトに自社メンバーも参加し、ベンダーと「ワンチーム」になって推進する。グローバルテックベンダーの豊富なノウハウを学ぶことができるなど、IT人材の育成にもつながるメリットがある。

2021年1月にはデジタル共創ラボ「CoCo-CAFE」を開設した。社外の様々な組織・団体や人材とオープンにコラボレーションする場である。ベンダーともCoCo-CAFEを使ってプロジェクトを進めており、ワンチームとしてフラットな関係を築いていっている。

アジャイルとデザイン思考の活用

内製化の最大の目的の一つは、変化への対応スピードを上げることである。社会の変化、社内の変革に迅速に対応できるシステム開発のプロジェクトは内製化しないとスピードが追いつかない。

共創戦略推進部ではGarage(アジャイル開発+デザイン思考)を推進するためにGarage Teamを立ち上げた。2021年からの取組だが、8月時点では10テーマ以上すでに活用が進められている。

上述のBLUE PlasticsもGarageを適用しているテーマの一つであり、デザイン思考でストーリーを描き、アジャイルに開発を進めている。その他にもデザイン思考でストーリーを描いている段階のテーマにおいて、事業部メンバーや外部ベンダーも参加し、多様性が意識された取組となっている。

データ活用基盤

旭化成の事業領域は、マテリアル、住宅、ヘルスケアとタイプが異なる3つの柱があり、全社的にデータを流通させることで、強みを明確に発揮できるのではないか、という課題意識を持ち、データマネジメント基盤の構築に着手している。

まずはシンボリックに経営課題である領域で、カーボンフットプリントのデータを全社的に可視化しようとしている。基幹システムから取れるデータを活用できるため、取組やすいこともある。領域の壁を超えてデータを共有できるようにすることはハードルが高いが、良い事例を作りつつ、数年かけて全社展開を進めていく。

インフィック株式会社、株式会社まごころ介護サービス

1. デジタル技術活用の概要

インフィックのバックボーンは2001年から始めた介護事業である(子会社である株式会社まごころ介護サービス)。介護事業を取り巻く環境を見ると深刻な人材不足があり、2025年には介護人材が40万人不足すると言われている。対策は外国人の力を借りるか、IoTなどデジタル技術を活用するか、である。このままでは日本の高齢者を支えられないという危機感を持ち、介護の現場から必要にかられて約10年前からデジタル分野を開拓した。

まごころ介護サービスの介護現場で高齢者やヘルパーの声をダイレクトに聞きつつ、インフィックは3つのデバイス、室内空間センサー LASHIC(ラシク)-room、ベッド睡眠センサー LASHIC-sleep、ナースコールLASHIC-callの開発を行った。事業化において、こだわったのは価格である。介護事業者は投資力が限られるという現状をふまえ、精緻で高価なセンサーを使うのではなく、安価で使いやすいことを追求し、SaaSで月980円/台という価格設定とした。

LASHIC-roomが使っているセンサーは、人感センサー、光センサー、温湿度センサーである。LASHIC-sleepは、元は静岡の大手精密部品メーカーの技術を使っている。

介護施設向けLASHIC-careでは、センサー情報の組合せで高齢者がベッドで寝ている、ベッドの上にはいないが部屋にいる、などの状態がわかる。LASHICはカメラがなくても状態を把握できる技術として評価され、特許も取得している。他社のベッドセンサーシステムでは、ベッドを離れたことはわかるが、部屋にいるかどうかがわからないので見回りに行かなくてはならない。LASHICを利用すれば、夜間巡回がほぼ不要になる。

また、7年かけて独自に離床予測(いつ起きるかの予測)の技術を開発した。高齢者の入院原因のトップ3に転倒骨折が入る。転倒骨折は、睡眠後起きた時にふらついて倒れて起こることが多い。目を覚ます前の対応が必要だと考えていた。精密部品メーカーから離床予測ができるかもしれないという話を持ち込まれ、これまでない技術だったので、共同開発に着手した。途中で精密部品メーカーから技術を買取り、滋賀大学や東京電機大学の力を借りながらリリースに至った。離床予測ではルールベース中心であるが、AI分析を行っている。今後はディープラーニングを使って精度を上げたり、未病や介護予防にもつなげようとしている。

2. データ活用への取組

外部データと連携するLASHICプラットフォームを開発している。インフィック製品のセンサー以外の他のセンサーデータや、血圧、遺伝子情報、食事データなど様々な外部データと連携することで、個人の状態や健康に関する情報が充実する。

また、ヘルパーへのレコメンド機能を実装している。ベテランヘルパーは高齢者の状況から肌感覚でするべきケアがわかるが、経験の浅いヘルパーに対しては、システムがレコメンドする仕組みである。熱中症のリスク、軽度の認知症で起こる異常行動など、20ほどレコメンド項目がある。大手印刷会社とローンチしたLASHIC+で、AI分析することでさらにレコメンド項目が増える。

最初に高齢者10人分1か月分のデータで分析を開始したが正解率は3割だった。そこで100人分1年間のデータを入れると9割に改善した。ビッグデータを持っていると正解率が上がる。リアルな教師データを取れることができグループ会社のまごころ介護サービスで介護事業を自ら行っている強みとなる。

3. 成果評価とガバナンス

LASHICを利用した場合は夜間巡回がほぼ不要になる。また、離床予測は、夜間のヘルパーの先進的なフォローになる。特別養護老人ホームやサービス付き高齢者向け住宅では一人のヘルパーが夜勤で20～50人もの高齢者を担当しており、精神的肉体的に重労働である。加えて、一人ひとり朝起こすモニングケアも大変な仕事になる。誰から起こすかは勘に頼ることになるが、手が行き届かず、起き抜けに倒れ入院する人が出るなどの痛ましい事故も起こる。誰がいつ起きるか分かるとヘルパーの生産性が大きく向上する。

自社グループ介護施設での実績だが、見回りをしなくて良くなったことによる夜間巡回業務負担の97.5%削減、104床の特養で月間160万円のコストカットを実現した。夜間の転倒事故は1/3に削減した。他の施設でも同様の数値になるとを考えている。

4. 将来展望

インフィックの将来展望として3つの方針がある。まず1つ目は、健康寿命の分析サービスである。介護施設での健康改善の取組にヒントを得て、健康寿命を可視化する分析を進めている。運動や食事による健康寿命の伸長を支援する狙いである。宅配弁当事業者や大手サプリ事業者と連携してビジネス化を図っている。

2つ目は、グローバル展開である。中期経営計画で「世界No.1のICT活用介護会社を目指す」と打ち出し、増田社長は従業員にことあるごとに話している。こと介護分野ではGAFAに勝てるという意気込みを持ち、日本の課題を解決した先には、大きな戦略目標としてグローバル展開を図る。

3つの方針は、「IT介護士」資格の創出である。これは、ITのスキルと介護のスキルを兼ね備えた介護士に対する資格認定をイメージしている。介護施設にはIT介護士が必須という状況にもっていかたい考えだ。インフィックがエンジニアの人員不足解消のために2019年に買収したSES企業はITスキル教育ノウハウを持っており、ヘルパー育成の知見をあわせ、IT介護士育成に向けた働きかけを行っていく構想を持つ。介護業でLASHICのユーザのネットワークができてきていることから、業界を束ねて仕掛けていけると良いと考えている。

SBIインシュアランスグループ株式会社、SBI損害保険株式会社

1. DX戦略の概要

DX戦略

SBIグループは、1990年代末の「インターネット革命」「日本版金融ビッグバン」の潮流を捉え、インターネットを介して真に顧客中心の金融サービスを提供し、もって社会に貢献する企業グループとして誕生した。創業以来「顧客中心主義」を掲げ、その方法として新技術を先んじて活用し、金融サービス事業を行っている。また、スタートアップへの投資事業に関しても20年ほどの実績がある。ベンチャー投資事業は「21世紀の中核産業に投資する」という方針を持ち、デジタルテクノロジーやバイオ分野で新技術を持つスタートアップに集中的に投資を行っている。

その中で、SBIグループは基本戦略に「投資」「導入」「拡散」を掲げる。有望な技術を持つスタートアップに「投資」し、投資先企業の最新技術をグループ内で積極的に「導入」して検証・評価し、さらに新技術を使った製品やサービスを地域金融機関など外部にも提供して「拡散」する。こうして自らの投資活動の枠も超え、社会変革にも貢献していく取組を進めている。SBIインシュアランスグループは、こうしたSBIグループ独自の「投資」「導入」「拡散」のサイクルの中で、先進技術にいち早くキャッチアップ・適応し、新しいサービスやビジネスを生み出し、他社との差別化を図っていくことで持続的に成長していくことを目指している。

DX推進体制

SBI損害保険(以下、SBI損保)ではDX推進を経営戦略課題の一つに掲げ、昨年度7月にイノベーション推進室を創設した。イノベーション推進室は、先進技術を活用した各事業部の取組をとりまとめ、全社のDX推進を担当している。イノベーション推進室はアジャイルオーガニゼーションの考え方に基づき構成されており、室長が情報システム部の部長も兼任となり、DXの企画の段階から情報システム部とスムーズに情報共有を行っている。各部門から兼務で人材がを集められており、各事業部のDX推進状況の共有や、新しい技術と各部門の業務課題をつなげている。具体的には、部門ごとにアンケートや課題を収集し、イノベーション推進室に持ち寄って検討し、結果を各部門にフィードバックする。担当者には、現場の状況をよく知る若い層を多くアサインしている。

具体的なDX取組と成果評価

SBI損保は今年度、「DX Force 2021」を立ち上げた。最も主要なプロジェクトはAI活用であり、3ヶ年計画で推進中。SBIホールディングスのビッグデータ室とDataRobot社と三者で、AIによる保険金の不正請求検知、コールセンターの受電予測(受電状況の予測に基づくシフト配置など)などの取組を進めている。DX Force 2021の目的は3ヶ年の間にSBI損保独自でAI・機械学習によるデータ分析に基づく業務改善・社内改革を行える人材を育成することである。各事業部よりアサインされた市民データサイエンティスト^{*1}候補は、DataRobot社のトレーニングを受け、実際のテーマをDataRobot社と一緒に実施するなどのOJTにより育成している。

AI・機械学習への取組のKPIとして、ローカルCoEの組織構築、データサイエンティストの育成人数、実施するアイデア、モデリング(AIモデル)の数、業務へのデプロイ数、プレス発表数などがある。ビッグデータ室とDataRobot社とSBI損保の三者によるCoEで隔週の定例会を行い、KPIの進捗率を管理し

* 1 同社では、統計学やプログラミングなどの専門知識がなくてもツール(同社の場合はDataRobot)を使ってAI・機械学習を活用したデータ分析ができる人材を市民データサイエンティストとして育成している。

ている。他のプロジェクトではウォーターフォール型でリリース後に成果が出てから評価するが、DX Force 2021では複数のテーマを同時進行で管理しており、また機械学習のテーマは進捗により予測される効果が変動するので、CoEが常にKPIを監視し優先順位をコントロールしていくことが重要である。

2. デジタル技術活用

開発手法や技術の活用

金融システムには高い信頼性が求められるため、開発手法の主流はウォーターフォール型である。業務によっては、アジャイル開発とする場合もある。DXの推進と並行して、システム開発方針をオンプレミスからクラウドサービス活用に変更した。がん保険、団体保険はすでにクラウドへの移行が完了しており、クラウド化に際しては、シンプレクス社の「Simplex xInsurance」というプラットフォームに載せ換えている。今年度中にはすべての基幹系システムのクラウド化が完了する見込みである。SBI資本関係の企業(投資先のベンチャーなど)の先進的サービスを導入し、カスタマイズして利用することでDXを加速していくケースも多い。たとえばAI-OCRはSBIグループ投資先の技術を利用し、SBI損保向けのカスタマイズを行い、従量課金で利用している。他方、火災保険のAI受電は外部サービスを活用して開発している。社内の技術者が全てAIを内製するのではなく、グループ内外のサービスを組み合わせることでスピードを実現している。

データ整備と活用

現在はデータを使いたい場合はシステム作業依頼を出す必要があり、データ提供にも長くて2～3週間程度かかることもある。そのためビッグデータ室とデータ連携の自動化を検討している。データレイクに近い形で基幹系システムのデータを連携し、AI・機械学習に使う予定である。全社的なデータ活用については、各部門の市民データサイエンティストが広く意見を聞いて課題を集め、DataRobot社と検討している。日常業務からデータ分析のテーマやソリューションを探していくというDXを意識した姿勢は、既に全社にスケール化ができている。

2020年10月、SBI損保契約者アプリにおいて、安全運転を計測するサービスの提供を始めた。自動車保険契約者がアプリをダウンロードすると、契約内容の紹介、事故の連絡、ロードサービス手配を行えるほか、安全プログラムでは加速度センサーの入ったデバイスでデータを収集・分析し、平均数値と比較した運転の安全性を評価し、危険運転エリアを地図上に表示する。お客様の事故やトラブルを未然に防ぐことを目的としており、現在運転データを蓄積中で詳細はこれから分析していく段階である。

市民データサイエンティストの育成

営業本部、カスタマー本部、損害サービス本部から1～4人の市民データサイエンティスト候補をアサインし教育している。市民データサイエンティストは各事業部の課題を出し合い、DataRobot社やビッグデータ室と一緒に検証し、業務改善のテーマを機械学習し、効果があるとわかれれば業務プロセスに機械学習効果をデプロイする。一人のデータサイエンティストが一つの課題を集中的に担当し、効果がないと評価した場合は、次のテーマに取組む。アイデア出しについては業務部門ごとに収集し、テーマとして定義したうえで、効果が大きいと推測できるテーマから一件一件検証している。

日本航空株式会社

1. DX戦略の概要

DX戦略

デジタル・IT戦略のゴールは、顧客体験価値(CX : Customer Experience)と社員体験価値(EX : Employee Experience)の最大化である。デジタル技術を活用し、航空に限らない移動(MaaS)、物販なども含めた新しい価値を提供することでCXを向上させる。また、オペレーティブな作業から社員を開放し、付加価値領域にシフトしていくEX向上の取組も最終的にはCXの向上につながる。AIやRPAによる業務効率化はもちろんのこと、整備領域では異常が起きる前に対処する予兆検知へシフトしていく。これらの取組により事業領域の拡張とサービスの価値向上を進め、デジタルを活用して事業全体を変革していく戦略となる。

DX推進体制

2021年4月にJALグループのDX推進機能を集約し、デジタルイノベーション本部を設置した。DXの取組は3つのレイヤーからなり、DXに必要な「次世代IT基盤の構築」をIT企画本部、「ビジネスプロセスのデジタル化」をデジタルイノベーション本部のデジタル推進部、「DX推進」を同本部のイノベーション推進部が担当している。また、グループ会社のJALインフォテックがシステム開発・運用の実働部隊となっている。DX推進に伴い、JALインフォテックを含めた内製化を強化する考えである。

外部組織連携の推進

外部ベンダーとの協業においては、従来型の発注側/受注側という関係性から脱却し、フラットな協業関係を築くことに重点を置く。この気づきを得たきっかけは、50年間利用していた旅客基幹システムを、メインフレームから海外ベンダー Amadeus IT Group社(以下アマデウス)のSaaSシステムへ移行した経験である。同社は、たとえば日本のビジネスマンは精算に領収書が必要であるなど、日本固有のニーズは要件が理解できないため、日本の文化から学んでもらった。一方、当社も彼らからグローバルスタンダードの考え方を学ぶことで業務変革を進めることができた。IT部門、業務部門、ベンダーがいわば「同じ船」に乗って一体となり、大型プロジェクトの成功を目指した。

アマデウスを最終リリースした2018年にDX拠点として「JALイノベーションラボ」を開設した。さらにデジタル関連企業や異業種のデジタル部門と相互連携してオープンイノベーションを推進する仕組みとして「ラボ・アライアンス」を構築した。ベンダー、事業会社という立場を意識することなく、対等な立場で共に新しいテーマにチャレンジしている。

2. デジタル技術活用

開発手法や基盤技術の活用

デザイン思考、アジャイル開発、DevOpsなどの活用は組織的な取組となっており、実働部隊であるJALインフォテックの中期経営計画にも組み込んでいる。

デザイン思考の一例が、羽田空港のチェックイン体験を見直すプロジェクトである。従来であれば、チェックインカウンターのファシリティは設計会社、システムはベンダーに委託して作っていたところだが、本プロジェクトでは空港本部などと協業し、顧客思考で体験をデザインすることからスタートした。顧客向けのスマートフォンアプリなどでもデザイン思考を取り入れている。

マイクロサービス化は、MaaSなど事業領域が広がる中では重要性が増すと考えている。旅客基幹シ

システムをSaaSへ移行した顧客向けサービスはマイクロサービス化を進めやすい。一方、運航システムなど他領域へ展開していくには、レガシーシステムが課題となる。老朽化更新のスケジュールや投資をふまえてシステム全体の構成を考えていく必要がある。

新技術の活用と評価

IoT、5G、AI、量子コンピューター、xR^{*1}、デジタルツイン、ロボティクスの7つの技術をキーテクノロジーに据え、まずは小規模に実用化を進め、業務変革や新しいビジネスチャンスの獲得につなげる方針である。新技術を使うことを目的化せず、「足元で役立つこと」と「将来的に役立つこと」の2つを考えることがポイントとなる。

アイデアを出し、プロトタイプを作成してPoCに進むが、その際イノベーション推進部のメンバーは「近くのゴール」と「遠くのゴール」を設定する。近くのゴールは3か月後で、プロトタイプ作成やPoCは必ず3か月後にレビューを行う。アイデアを素早く形にし、多くのトライアルを行い、早いタイミングで失敗か成功かを見極めることが目的である。但し、3か月で近くのゴールに到達しなければ止めるとは限らず、想定外の結果であっても遠くのゴールに対しては有益という見通しがあれば、さらに踏み込んで進めることもあり、これが2つのゴールを設定する意義である。また、まったく新しい技術が使えるかどうかを確認する目的でPoCを実施することもある。

役立つかどうかの見極めにおいては、メンバーの目利きも重要になる。業務で役立つかについては業務部門と、技術の可能性についてはベンダーやスタートアップなどとコミュニケーションを深めることで目利き力を磨こうとしている。

スマートスタートで始めた後に社内でスケールさせることは難しい課題である。投資判断をするには、事業部門が成果にコミットしなくてはならない。イノベーション推進部は、現場に深く入り込んでプロジェクトを進めることで信頼感や納得感を得、さらにマネジメントや役員と合意形成をしながら、ゴールに近づけている。

3. データ活用の取組

パーソナライズした顧客体験の提供など、CX向上のためには顧客データの活用が重要なテーマとなる。マイレージ会員のみならず、現在は会員以外のデータも対象としており、様々なシステムから顧客データを収集して活用を進めている。全社的にデータ活用を推進するため、大規模なデータ基盤構築を行った。顧客、レベニュー、運航、整備など、分散していた多種多様なデータを集め、ETLツールを使ってデータマートやデータレイクを構築し、必要な部分ではリアルタイム分析も行える仕組みとしている。データアナリティクス人材の育成も進めている。デジタルマーケティングや予兆検知などでは、AIによる高度なデータ分析も試行している。

* 1 VR(仮想現実)、AR(拡張現実)、MR(複合現実)の総称。

付録 第1部

AI技術

第1章 —
AI技術～知的活動を実現する基礎技術～

AI技術～知的活動を実現する基礎技術～

本章は、「AI白書2020」の「2.2 知的活動を実現する技術」を再整理したものである。

1 認識

コンピューターの「認識(recognition)」とは、データの中に対象に関するパターンを見出す「パターン認識」処理といつてもよい。データからある規則(パターン)を発見したり、規則(パターン)を使って、データがどのパターン=クラス^{*1}に属するかを分類し、判定したりする「クラス発見とクラス分けの問題」であると考えればわかりやすい^{*2}。つまりデータの中に潜む特徴量を基に判定する技術である認識は、コンピューターの初期からの課題の一つである。人間の作業をコンピューターに代行させようすると、人間のように実世界を認識できる必要がある。このときの基本になるのが、人間の視覚や聴覚などに相当する機能だ。しかし、視覚や聴覚に対応する生データは、コンピューターからすれば背景が写り込むなど情報が過多であり、その中から対象に関連した特徴やパターンを抽出する手法が考えられてきた。

認識技術は認識対象に基づいて、「物体認識」「文字認識」「顔認識」「行動認識」「(自然)言語認識」などに分類される。また、認識するデータ構造に着目すれば「画像(静止画)認識」「映像(動画)認識」「音声認識」などに分類されることもある。認識の流れを図表(付)11-1に示す。

図表(付)11-1 認識の流れ



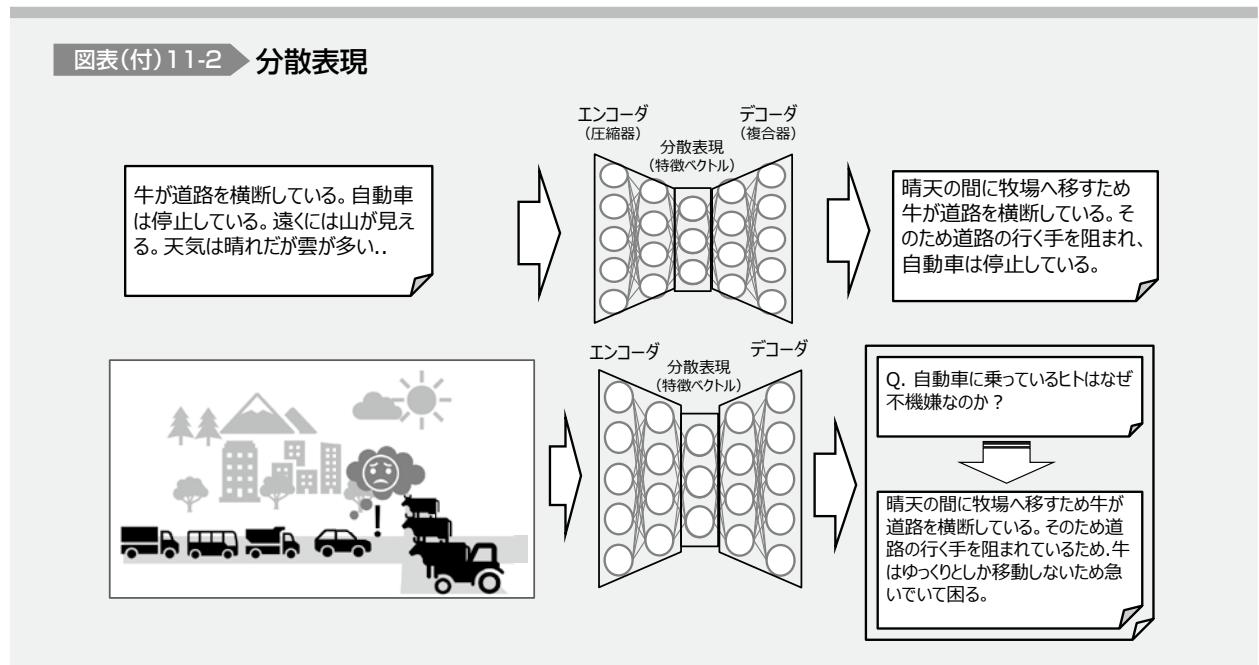
2 理解

「理解」とは「物事の道理や筋道が正しくわかること。意味・内容をのみこむこと。」「他人の気持ちや立場を察すること。」(デジタル大辞泉)である。しかし、人間同士であっても、自分が何かを理解できたか、相手が自分の気持ちを理解しているかを確認することは容易ではない。ましてや、コンピューターが何かを理解したか否かを外部から確認することは極めて困難である。そこでここでは、コンピューターが画像や言語を認識し、適切な応答をした場合に、コンピューターが「理解」したと表現する。とくに現在では特徴ベクトルによる分散表現をどのように扱えるかという点が重要な技術になっている。

* 1 クラスとは、たとえばネコやイヌや花などのカテゴリを指す。

* 2 M. Bishop ("Pattern Recognition and Machine Learning", Springer, 2006)によると、「パターン認識の分野はデータから自動的に規則(regularities)をコンピューターのアルゴリズムを利用して発見することと、発見された規則を用いてデータを複数のカテゴリに分類するなどのアクションを起こすこと、に関連している」と定義される。

文章における単語の意味は、その単語の周辺の単語や文脈に依存し、コンピューターがこれらを考慮した応答ができれば意味を理解しているとみなせる。このような意味の理解に資する技術に分散表現がある。分散表現とは、簡単にいうと、与えられた文章において、単語が出現する周辺の単語の情報を使って、その文章における単語の特徴を多次元のベクトル(特徴ベクトル)で表したものである^{*3}。分散表現の求め方の代表的なものに、大量の例文データを使い、ニューラルネットワークに分散表現を学習させる手法がある^{*4}(図表(付)11-2)。分散表現が意味を表すという根拠となるのは、意味の似ている単語は、似ている文脈(文章中の単語の並び)に出現するという「分布仮説」である。意味の似ている単語の分散表現は、ベクトルとして距離が近い分散表現に対応する。



ある画像に対して何が写っているのかをコンピューターに言語表現させたとき、ほとんどの場合に人間と同じと判定できるのであれば、コンピューターは画像の「意味」を理解しているとみなせる。そこで、画像を介して異なる言語で表現させることで、翻訳が可能になる。たとえば、日本語の「ネコ」という単語を使い画像を検索させ、表示された画像に対して英語で学習した画像認識を行わせることで“Cat”という英単語を得ることができる。さらに、さまざまな言語の単語に対して、同様の手順を繰り返すことで、画像を介して、複数の言語の単語を結びつけることが可能になり、画像の意味を理解したかのように見える^{*5}。またVQA(Visual Question Answering)^{*6}技術は、提示した画像の内容に関する質問に対して適切な回答を返す(例：バスの色は何色？→バスの色は赤色です)機能を深層ニューラルネットワークで実現し、コンピューターが画像の内容を理解しているかのように見せられることを示した。

*3 ニューラルネットワークを用いて文章・単語を学習することで中間層に生成される一種のベクトル。

*4 情報を圧縮するエンコーダと復元するデコーダを組み合わせる場合に圧縮した状態を分散表現で使用する。

*5 Hewitt, John, et al. “Learning translations via images with a massively multilingual image dataset.” Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers), 2018.

*6 H. Gao et al., “Are You Talking to a Machine? Dataset and Methods for Multilingual Image Question Answering”, In Proc. of NIPS, 2015.

3 学習

コンピューターにおける「学習(Learning)」は、とくに「機械学習(Machine Learning; ML)」と呼ばれる。機械学習とは、データの背後に潜む規則性や特異性を発見することにより人間と同程度あるいはそれ以上の学習能力をコンピューターで実現しようとする技術^{*7}である。機械学習の処理は、大きく「学習」ステップと「推論」ステップに分かれる。データを利用してコンピューターに何らかの学習・推論を行わせる仕組みが「機械学習」となる。

「学習」とは、事前に与えられたデータからモデルをつくることをいい、「学習」に使われるデータをとくに「学習データ」と呼ぶ。学習が終わったモデル(「学習済みモデル」とも呼ばれる)には、学習データの統計的な傾向や規則性が反映されている。モデルの出力は、判定結果や、分類対象のクラスや、予測結果を示す数値になる。また出力の確かさ(確率)を出力する場合もある。

これに対して「推論」とは、実用環境で得られるデータなどを使い、学習済みモデルを使って判定、分類、予測などを行うことをいう。正確な推論を行うためには、学習時にデータから過不足のない特徴を抽出し、モデルを得る必要がある。

有用な学習モデルを作成するために機械学習では、代表的な三つの学習の枠組みがある。それぞれの学習の方法から「教師あり学習」「教師なし学習」および「強化学習」と呼ばれる(図表(付)11-3)。

「教師あり学習」とは、学習データに正解ラベルが付与されたデータを用いることで、正解ラベルに基づくデータを学習する。データと正解ラベルが質問と回答の関係、つまり教師の役目となるためこの名前がついている。たとえばネコとイヌを認識させるためにネコとイヌのラベルを付与した学習画像データを用いて教師あり学習を行う。学習後は、未知の画像がネコとイヌのどちらであるか、どちらにより近いかを推論できるようになる。これに対して「教師なし学習」は、正解ラベルを付与していない学習データからデータに内在する特微量(構造、規則性等)を見つけ出すものである。たとえば、ラベルを付与していない大量のデータに対して、その中から何らかの特徴を見出してグループ分け(クラスタリング)を行うことができる。「強化学習」は、行動を選択可能なシステムに対して選択結果に沿った報酬^{*8}を与えることで、どの行動を選択すべきなのかという「方策」を学習させるものである。技術的な特徴を含めた詳細に関しては「AI白書2020」の「2.2.3 学習」を参照、確認されたい。

図表(付)11-3 機械学習手法の3分類

学習の種類	概要
教師あり学習	学習用データは正解値等のラベルが付与されている。このデータを利用して学習モデルを作成する。推論では、正解ラベルのない新たなデータに対して分類や予測を行う。応用には、自然言語処理、スパムメールフィルタリング、手書き文字認識、故障診断等がある。
教師なし学習	学習データには、ラベル等の情報は付与されていない。データそのものに隠されている構造や規則性を学習する。クラスタリングやデータ次元圧縮技術などがこれに含まれる。
強化学習	強化学習では、「エージェント」 ^{*9} が学習を行う中で、行動により変化する状態を観察し、あらかじめ決めた報酬(行動の良し悪し評価)を最大化するように試行錯誤しながら行動を選択し学習する。必ずしも、あらかじめ報酬を最大化する条件は決めない。システム自身が試行を繰り返すことで学習が進む。ロボットの動作学習に使われている。

* 7 JST(研究開発の俯瞰報告書) システム・情報科学技術分野(2019年):2.1.1 機械学習
<https://www.jst.go.jp/crds/report/report02/CRDS-FY2018-FR-02.html>

* 8 報酬とは、行動の評価、簡単には良し悪しに関する情報を指す。

* 9 環境とのインタラクションをしながらタスクを実行する機能。

4 判断

ここでは、「判断」とは、複雑な制約がある中で、何らかの評価関数^{*10}を用い意思決定することとする。意思決定の対象は、単独の行動や、組み合わせ(マッチング)や順番の決定(プランニング)である。

「意思決定」は、活動中は常に行われている。この仕事を誰に頼むか、昼食はどこで食べるか、気に入った商品を注文するなど、さまざまな局面で意思決定を行う。業務であれば意思決定の誤りが、重大な結果に繋がることもある。そのため業務上の意思決定は、できるだけ多くの判断材料を集め、分析し、適切な意思決定を行わなければならない。インターネットを用いることで短時間に大量の判断材料を集めることが可能になったが、大量の情報が流れ込むことで、むしろ判断に迷うこともある。こうした状況で、大量の情報を基にAIが判断材料を提示し、「意思決定」の参考とすることは有用となる。また自動運転車やロボットのように、AI自身に「判断」を行わせるケースもある。

AIが判断を行う手法としては、第二次AIブーム^{*11}のときに知識処理として注目されたエキスパートシステムがある。専門的かつ高度な問題をエキスパートと同等のレベルで解決するための知的問題解決システムとなる。たとえば、専門家が意思決定する際には、法律や企業の内規、経験や嗜好からつくれた「こういう場合にはこうすべき」というルールを勘案するであろう。このようなルールをif-then形式で記述し、知識としてすべてをシステムに記憶させる。エキスパートシステムを使えば、たとえば、質問に対する答えとして知識に基づいた判断を得ることができる。

他の手法の例として、決定木分析が挙げられる。データを性質(例：男女)や実績値(例：販売数5個以上／以下)に基づき木構造で分析しておくことで、現状と照らし合わせて判断を行わせることができる。また、将棋や碁のように、現在の状況で打てる手の中でより効果が高い一手を探索していくことができる。

これに対して、第三次AIブームで注目されているディープラーニング^{*12}は、膨大なデータを読み込み、適切な解を得られるようにモデルを訓練することで、従来の手法と比較して飛躍的に高い精度を実現している。将棋や碁においても、局面の画像を読み込むことで最適手を出力することができる。ただし、ディープラーニングによる判断は仕組み上、根拠を説明することが難しいため、実際に運用する際には工夫が必要となる。たとえば、自動運転車については事故原因究明などのために「作動状態記録装置」の設置を義務化している^{*13}。またAIを用いた診断・治療支援を行うプログラムを利用して診療する場合については最終的な判断の責任を医師が負う方向での検討がされている^{*14}。AIによる判断のイメージを図表(付)11-4に示す。

* 10 評価対象である事象の良し悪しを数値化する関数。

* 11 AIブームはこれまでに3度あったとされており、たとえば総務省には簡単にまとめられた図がある。その中では第一次AIブームでは探索と推論、第二次AIブームでは知識表現、第三次AIブームでは機械学習が代表的なトピックと説明されている。

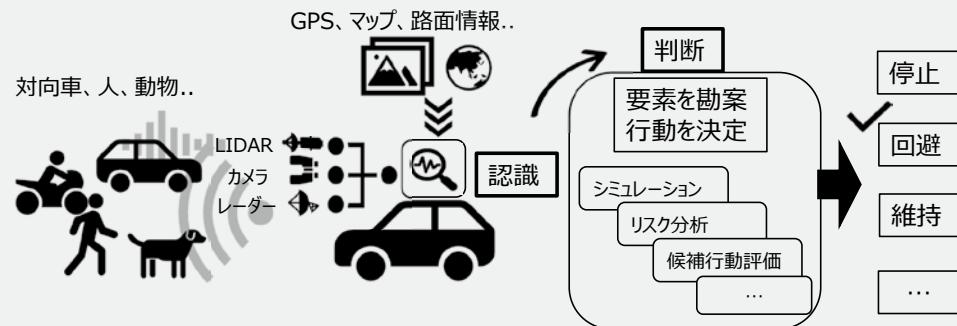
<<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nc142120.html>>

* 12 多層の人工ニューロンによるネットワークを使用した学習技術。詳しくは「AI白書2020」の「2.3 ディープラーニング」を参照されたい。

* 13 <https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/selfdriving/>

* 14 <https://www.mhlw.go.jp/content/10601000/000468141.pdf>

図表(付)11-4 AIによる判断



5 予測

予測とは、過去のデータから数学モデルなどを用いて未来のデータを求める処理をいう。AIでは、回帰分析や、そのほかの機械学習アルゴリズムを用いたモデル化による予測のほか、顧客を分類して購買特性から近々売れる商材を予測したり、データの変動パターンをクラスタリングして現状と照らし合わせることで今後の変動を予測したりするものも含まれる。予測が可能になれば、効率や成果の高い作業に資源を集中させることができることが可能になる。たとえば、従来の材料開発や薬剤開発では、俗に言う「しらみつぶし」な探索や試行が行われていた。しかし、最近では、AIなどの情報技術と材料科学を組み合わせたマテリアルズインフォマティクス(Materials Informatics)や生物学や医学と組み合わせたバイオインフォマティクス(Bioinformatics)が実用段階に入り、シミュレーションなどによる予測が可能になってきた^{*15}。従来は非常に難しいと考えられていた人体のほぼすべてのタンパク質の構造を予測することが可能になった^{*16}。

従来から行われてきた統計処理も機械学習も予測するための技術である。統計処理においては、そのために各種の統計値が使われていた。パーソナルコンピューターが普及し始めてから40年弱、高度な計算が可能な32ビット機が普及してから30年である。しかし、統計の源流は古代から始まっており、数理統計学にしても数百年以上の歴史を持つ。その大半の時間、人はデータをコンピューターなしで処理し、性質を「把握」していた事実がある。

これに対して機械学習は、最初からコンピューターでの利用を想定して、というよりも、むしろコンピューターを前提につくられた技術である。大量のデータに対して疲れることなく計算を続けることが前提となっている。現在主流の機械学習技術の一つであるディープラーニングでは、膨大なパラメーターを持つ多層モデルを用いることでデータに潜在する特徴の抽出を行う。学習を成功させるためには、数々の統計的・数学的・工学的な工夫を用いて、多層モデルのパラメーターが有効に働くように設計する必要はあるが、性能は非常に高い。反面、あまりにも多い学習パラメーターを解析しても得られた予測がどうしてそうなるのかといった説明が困難になるという問題が発生している。

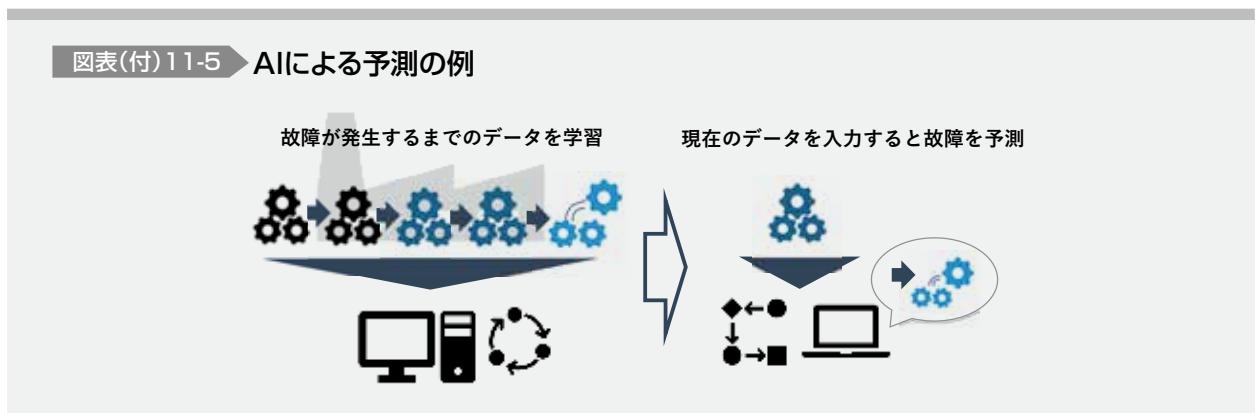
現在はディープラーニングとシミュレーションを組み合わせることで、大量のデータから得られた予測を生かしながら、予測の道筋を同時に解析し、説明可能な予測に結び付ける技術も進展している。

故障が発生するまでのデータを学習することにより、現在のデータから故障の予測を行い、その理由

* 15 例: <<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/05852/>>

* 16 <https://www.nature.com/articles/d41586-021-02025-4>

を説明する。数理統計学で使用する手法とディープラーニングの組み合わせにより、データに潜在する注目特徴量に焦点をあて、効率的な推定と説明を行う方法も試みられている。AIによる予測の例を図表(付)11-5に示す。技術の詳細は「AI白書2020」の「2.2.5 予測」を参照されたい。



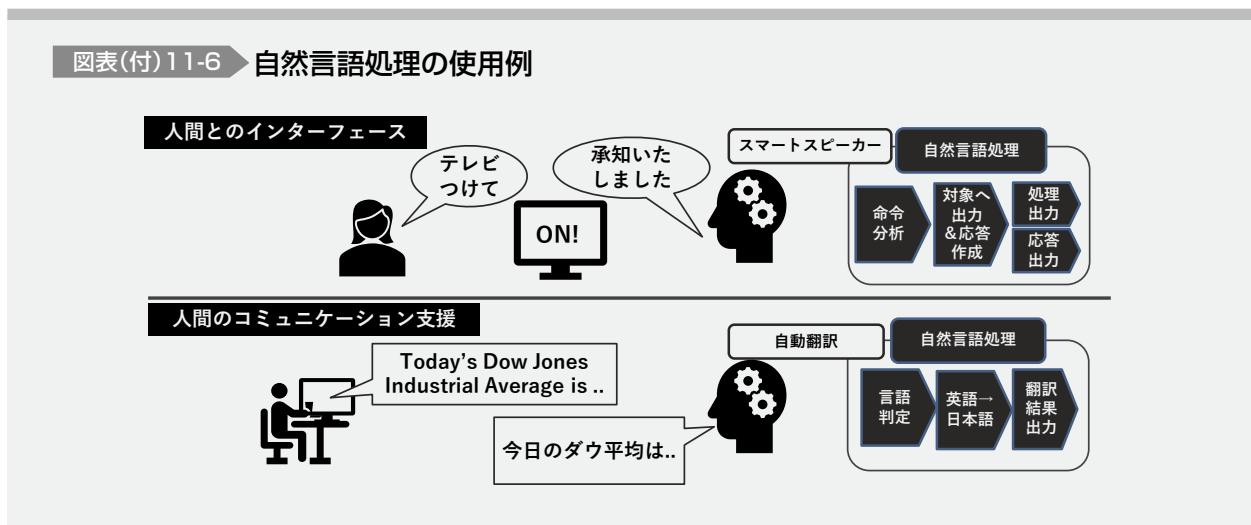
6 言語

コンピューターで自然言語を扱うことは、コンピューターの創成期から行われていた。また、コンピューター登場以前に言語学などで行われていたテキストの統計処理、テキストや発話を大規模に集積したデータベースであるコーパスの作成なども本来はコンピューター向きの作業であった。その中で機械翻訳は「自然言語処理最大のアプリケーション」^{*17}といわれるよう、コンピューターでの自然言語処理研究の中心にあった。しかし自然言語処理は、たとえば特定言語の単語数だけでも膨大なものがあり、コンピューター創成期のハードウェアには過大な処理でもあった。また自然言語は、言語学としてコンピューター登場以前から研究されてきたが、文法定義や品詞、意味分類は必ずしも一つに定まらず、コンピューター処理を想定したものではなかった。

1960年代から盛んになったワードプロセッサーなどの発展による文章の電子化に続き、「機械翻訳」は、多大な投資と、自然言語処理技術や計算機パワーの向上などにより、技術的な発展を遂げたが、最初に開発された、主に人手で整備するルールに基づいた機械翻訳(RBMT)は、その性能がすぐに頭打ちになった。1980年代には長尾らにより提案された用例に基づく機械翻訳(Example Based Machine Translation; EBMT)が提案された。翻訳の事例を大量に集めたコーパスを用いた翻訳手法である。高品質の大型両言語対訳コーパスが必要となり、実現は容易ではなかったものの数少ないこの分野での日本提案の技術である。IBMの研究グループが統計的機械翻訳(SMT)の研究を開始したのもほぼこの時期となる。これは単語の翻訳確率や並べ替えの確率などの翻訳に必要な知識情報提供の手段を対訳コーパスから統計的な情報として学習するものであり、現在でもスタンダードな機械翻訳手法として広く使われている。SMT手法の研究が頭打ちになったころ、全く新しい手法として2014年に登場したのが、ニューラルネットワークを用いた機械翻訳、いわゆるニューラル機械翻訳(NMT)である。深い(深層)ニューラルネットワークは、ここ数年で画像、音声、ロボティクス、自動運転などさまざまな分野において大きな成果を上げている。機械翻訳を含む自然言語処理も同様にその恩恵を受け、それまでの

* 17 西川 仁. “自然言語処理概論: 組合せ最適化の観点から(特集 自然言語処理と数理モデル).” オペレーションズ・リサーチ Communications of the Operations Research Society of Japan: 経営の科学 62.11 (2017) : 697-702.

成果を大きく上回る結果を残している。自然言語処理の使用例を図表(付)11-6に示す。言語の構造解析の詳細、機械翻訳の具体例については、「AI白書2019」の「2.3 自然言語処理」や「AI白書2020」の「2.2.6 言語」を参照されたい。



7 知識

「知識」はAIの歴史の中で中心的な役割を果たしてきた。1980年代には、「知は力なり」というかけ声の下、エキスパートシステムに代表されるように、if-then形式で表せるルール型の知識を収集して、人間の専門家の代わりとなるAIを実現する努力が進められた。しかし、集まった知識だけでは問題を解決できない場合が多く、下火になった。一方、1989年に始まったWWW (World Wide Web)はインターネット利用の起爆剤となり、急激に普及したが、他方、有象無象のビッグデータがインターネット空間に蓄積され続けている。そこで、インターネット空間のビッグデータを整理し、さらにコンピューター可読にすることを意図して、WWWの提唱者Tim Berners-Leeは、1999年に、世界中に分散するデータを分散型で疎につなげた知識のWeb (クモの巣)の構築を目指すセマンティックWebの構想を発表した。セマンティックWebとは、Webページに対するメタ情報(Resource Description Framework; RDF^{*18}などで定義)と意味情報(オントロジーで定義)を導入するものであり、このことにより、コンピューターが知識を活用する基盤が整備された。そして、その知識の源泉としてのデータの質と量が重要になってきた。

データの観点に基づくと、ディープラーニングに代表される機械学習技術では、大量の「学習データ」が必要である。インターネットやSNSで公開されているテキストや画像、動画に加え、IoT機器からの情報など、ある意味、ビッグデータを容易に入手できる環境は整いつつある。IDCの調査^{*19}によれば、2020年に生成されたデジタルデータは59ZB(ゼタバイト : 1ZB = 2⁷⁰バイト = 10²¹バイト)を超えるとしており、2025年には、187ZBのデータが1年間に生成されるという。

こうした大量のデータには、従来の定型データとは違う処理方法が必要になってくる。ビッグデータに対応する技術を「データ基盤技術」と呼ぶ。データ基盤技術には大きく三つがあり、一つは大量の

* 18 <https://www.w3.org/2001/sw/wiki/RDF>

* 19 “Worldwide Global Data Sphere Forecast, 2020–2024: The COVID-19 Data Bump and the Future of Data Growth” Apr 2020 - Market Forecast - Doc # US44797920

データを低成本でシェアするための「オープンデータ技術」である。オープンデータ技術には、セマンティックWebやLinked Open Data(LOD)^{*20}などがあり、これらに付随して「知識」の表現の共通化といった問題がある。残りの二つは、大量データを実用時間内に処理するための「データ処理基盤技術」、そして、データに含まれる個人に関わる情報を保護しつつ、データを有効に活用する「データ保護技術」である。AIとデータおよび知識の関わりの歴史的発展については、「AI白書2019」の「2.4 知識処理とデータ」や「AI白書2020」の「2.2.7 知識」を参照されたい。

8 身体性

ロボティクスおよび「身体性」は知能にとって重要な要素を含んでいる。物理的な身体の有無に関わらず、知的システムはすでに多く構築されており、身体性はAI設計において必要ないと議論もある。しかし、それらのシステムの前提となる知識は、設計者側で準備されている場合が多く、設計者自身の身体性を通じて獲得された知識であるといえる。当然のことながら、それらを前提として有用なシステムを構築することは推奨されるであろうし、最近では、大量のデータや超高速大容量メモリを用いて、新たな知識発見の挑戦的研究もあり、AIは大きな成果を挙げている。

一方、人間と同じような知能のあり方を実現し、人間と共生する人工物を設計しようとするとき、現状の人工システムのさまざまな能力は、まだまだ劣っており、そのハンディキャップを考えると、物理的な身体を前提に考えることこそが重要であり、むしろ有利に働くとさえ考えられる。物理的な身体、すなわちTVカメラやマイクロフォンなどのさまざまなセンサーや身体を動かすアクチュエーターがあることで、ロボットが置かれた環境との多様な相互作用を考慮しなくてはならない。システム自身が、自分がどのような身体を持ち（身体表象）、どのような動きが可能なのか（運動の主体感、所有感覚）を知ることはもちろんのこと、その先には自己と他者の区別（自他認知）や、他者の動きや感じ方を推定（ミラー・ニューロンシステム^{*21}の働き）したりすることで、他者に対する思いやり（共感）などの行動すら生み出されることが期待されることになる。物理的な身体を通じてのロボットの能力を表現する方法においては、その事自体が受け入れる人間側にロボットの能力を推定可能（透過性）にすることを期待できるため我々の安心感にもつながることになる。AIが身体を手に入れることで初めて本当の安全安心が実現するのかもしれない。

ディープラーニングによりロボットの学習も大きく変化した。ルールベースで記述された動作ではなく、試行錯誤でその場に合わせた動作を学習することが可能になったのである。これらは深層強化学習の応用であり、自動運転でも試されている。さらにロボットが他者を含む環境と相互作用する際の、感覚や運動の予測の誤差を最小化する規範を認知発達の原理として扱ういくつかのアプローチなどは、AIでの予測と非常に親和性が高いものである。これまで述べたさまざまな知能がすべて身体を伴うロボットとして具現化するという考え方もあり、行動する知能と安心安全のための知能の実現として重要な分野であるともいえる。身体性としてのロボティクスのイメージを図表(付)11-7に示す。

ディープラーニングは、大量のデータを用いてデータに内在する特徴量を学習する。現在得られている結果からはその高い精度から「眼」を使った人間の仕事のすべてを機械化できる「可能性」に期待が

* 20 <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>

* 21 di Pellegrino, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., & Rizzolatti, G. Understanding motor events: a neurophysiological study. Experimental brain research, 91(1), 176-80.(1992)

集まっている。データによる学習により外界の認識が実現すれば、外界に働きかけた結果から自動的に「身体知」を学習する研究も飛躍を遂げ、ロボットや産業機械の研究がホットな分野となる。自然言語に基づいた自動的な「意味」処理も可能になり、自動的な知識獲得も可能となるであろう。

他にも柔らかな身体により環境との相互作用を豊かにするソフトロボティクスの研究分野や、これからのロボティクスの在り方については「AI白書2020」の「2.2.8 身体」を、人工物との共生社会への思想的背景については、「AI白書2019」の「2.5 身体性とロボティクス」を参照されたい。

図表(付)11-7 身体性としてのロボティクス



9 創造

ディープラーニング技術は、識別や回帰だけでなく、これまで存在していなかったデータ、たとえば架空の画像の生成にも利用できる。一般に「生成モデル」と呼ばれるモデルを使うことで、AI技術による「創作」が可能になる。画像の生成(描画)だけでなく、文章やテキストの要約など^{*22}、これまで人間が行ってきた行為に迫る「作品」が創られつつある。

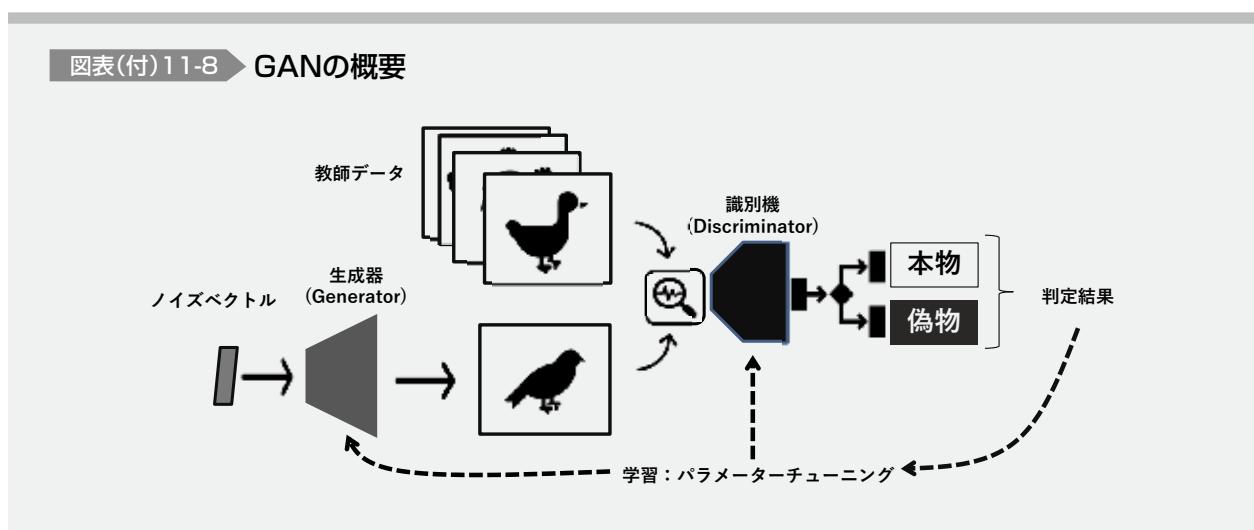
生成モデルとは、識別モデル(画像をみてネコと認識するようなモデル)と対になる概念で、ともに認識処理などに使われるものである。どちらのモデルもネコの画像を見せて「ネコ」と判定することが可能だが、生成モデルを使うと、ネコというクラスを指定してネコの画像を「生成」することが可能になる。モノクロの写真や映画をカラー化することも行われつつある^{*23}。すでに生成モデルを利用したディープラーニングを使い、過去のモノクロテレビ番組をカラー化して放送した例もある。深層ニューラルネットワークを使った生成モデルは深層生成モデルと呼ばれる無関係な二つの画像を使い、たとえばネコの写真とゴッホの画像からゴッホ風のネコの絵画を生成するといったことも可能になってきた。すでにインターネットでは、こうした深層生成モデルを使ったサービス^{*24}などが運用されている。

* 22 たとえば Adobe Sensei のテキスト自動要約

<<https://business.adobe.com/jp/products/experience-manager/sites/auto-text-summarization.html>>

* 23 <https://www.nhk.or.jp/strl/publica/rd/182/8.html>

* 24 <https://datagrid.co.jp/all/release/33/>



代表的な深層生成技術には、オートエンコーダーを利用した「変分オートエンコーダー」(Variational Autoencoder; VAE) や「敵対的生成ネットワーク」(Generative Adversarial Networks; GAN) があり、医療の画像診断など向けのデータの生成や、不良品検知、商業デザインの作成、写真素材の作成、音声合成、白黒動画への自動着色、画像の超解像化などに応用されている(図表(付)11-8)。また自動運転向けの動画データの生成、動画の高解像度化、動画からのキャプション生成などへの応用や、さらには、テキストからアニメーションを生成するなどの応用も進められている。最近は、ノイズによる画像の破損過程を詳細に解析し、破損プロセスを逆転させることで機能するDiffusion Modelsが提案され画像、音声において最高性能を示している^{*25}。最近ではdeep fakeに代表されるように元画像に別の画像を重ねわせることで、たとえば写真の中の人物を全く別の人物にすり替えてしまう技術も登場している。先端AI技術の倫理的側面が今後は重要になる。

* 25 High Fidelity Image Generation Using Diffusion Model
<<https://ai.googleblog.com/2021/07/high-fidelity-image-generation-using.html>>

付録 第2部 制度政策動向

- 第1章 総論
 - 第2章 国内におけるデジタル関連の制度政策
 - 第3章 米国におけるデジタル関連の制度政策
 - 第4章 欧州におけるデジタル関連の制度政策
 - 第5章 中国におけるデジタル関連の制度政策

第1章

総論

デジタル技術によるイノベーションが産業競争力の強化や社会課題の解決に寄与すると期待される中、海外各国・地域は、デジタルイノベーションに資する政策（デジタル関連の制度政策）に取組んでいる。それらの政策には、研究開発や実証等の技術開発政策に加え、基盤や制度・ルール作り等、デジタル技術活用促進のための政策が含まれる。

図表(付)21-1に示すように、本「付録 第2部制度政策動向」では、国内、米国、欧州、中国の4地域について、それぞれの国、地域ごとにまず、デジタル関連の制度政策を取り巻く環境として、各政府の全体のデジタル化、IT等に関する枠組みを説明する。

次に、その個別のデジタル関連の制度政策およびそれに関連するデータ整備・管理・流通政策を紹介する。

さらに、DXに関連が深く注目される技術関連政策として、AIに関する政策を取り上げその政策動向を紹介する。

図表(付)21-1 制度政策動向の構成

項目	日本	米国	欧州	中国
デジタル関連の制度政策	デジタル関連の制度政策を取りまく環境 ・デジタル庁発足の経緯と関連組織の全体像 ・デジタル社会の実現に向けた重点計画 ・包括的データ戦略等の関連政策	・バイデン政権の政策優先事項 ・Build Back Better ・PCASTの提言等の関連政策	・デジタル時代に相応しい欧州 ・Horizon Europe等の関連政策	・4大国策 ・十四次5カ年計画におけるDX推進施策等の関連政策
	デジタル関連の制度政策 ・DX推進指標 ・DXレポート2 ・デジタルアーキテクチャ ・デジタル産業の創出に向けた研究会等の関連政策	・NITRD ・連邦データ戦略 ・DoDデータ戦略等の関連政策	・デジタル単一市場 ・Shaping EU's Digital Future ・2030 Digital Compass等の関連政策	・『上雲・用数・賦知』行動推進 ・国有企业におけるDX推進等の関連政策
	同データ整備・管理・流通政策 ・データ関連政策 ・個人情報保護法 ・税制支援策等の関連政策	・对中国企業規制 ・プラットフォーマーに関する規制等の関連政策	・欧州データ戦略 ・デジタル市場法/デジタルサービス法 ・GAIA-X等の関連政策	・DX推進に関する法規制 ・新型インフラ構築等の関連政策および企業アンケート
技術関連制度政策	AI関連の制度政策 ・人間中心のAI社会原則会議 ・AI戦略2021等のAI政策	・国家AIイニシアティブ法 ・The final Report等のAI政策	・AI白書 ・AI規制法案等のAI政策	・国家新世代人工知能標準体系建設ガイドライン等のAI政策

第2章

国内におけるデジタル関連の制度政策

2021年6月18日に閣議決定された「経済財政運営と改革の基本方針2021」ⁱにおいては、脱炭素社会を主導する「グリーン社会の実現」や、すべての国民にデジタル化の恩恵が行き渡る社会を構築する「官民挙げたデジタル化の加速」など、日本の未来を拓く新たな成長の礎となる四つの原動力と、それらを支えるための基盤づくりがうたわれている。

その具体的推進戦略として、デジタル関連の政策は重要な位置を占めており、デジタル庁の創設をはじめとする体制の刷新と、デジタルおよびデータ関連施策の政策や取組の見直しが図られている。

本章ではまず1節で、国内におけるデジタル関連の制度政策を取り巻く環境として、旧IT戦略本部からデジタル庁の設置に至る経緯を説明し、関連する技術戦略の組織体制を整理する。その体制の下で今後推進される「デジタル社会の実現に向けた重点計画」ⁱⁱ、および「包括的データ戦略」ⁱⁱⁱを概説する。次に2節で、デジタル関連の制度政策の全体像(2節(1))と、データ整備・管理・流通政策(2節(2))を説明する。なお、3節では、関連技術としてAI関連の制度政策を紹介する。

1 デジタル関連の制度政策を取り巻く環境

(1) デジタル庁発足の経緯と関連組織の全体像

我が国では、高度情報通信ネットワーク社会形成基本法(IT基本法)が2000年に制定され、それに基づき、内閣の高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部(IT総合戦略本部)が「e-Japan戦略」以降、「世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画(IT新戦略)」に至る戦略を策定し、主にインフラ整備とIT利活用、および「データ利活用」と「デジタル・ガバメント」を戦略の柱として推進してきた。

しかし、多様・大量なデータ流通による負の側面も顕在化しており、デジタル技術のみならず、個人情報の保護や必要なりテラシーを育むことの重要性が増加している。また、新型コロナウイルス感染症への対応において、国、地方公共団体や社会におけるデジタル化の遅れや人材不足、不十分なシステム連携に伴う非効率さが明らかとなった。そのため、今後も起きうる大規模災害や感染症などへの強靭性の確保や、少子高齢化等の社会課題への対応へのデータの活用は急を要する課題となっている。

こうした状況を踏まえ政府は、「行政の縦割りを打破し、大胆に規制改革を断行するための突破口」^{*1}として、デジタル庁を創設することを柱としたデジタル改革の方針となる「デジタル社会の実現に向けた改革の基本方針」を2020年12月25日に閣議決定した。その後、同方針に基づいてデジタル改革関連6法案^{*2}が、2021年2月9日に閣議決定され、国会審議を経て同年5月12日に成立した。

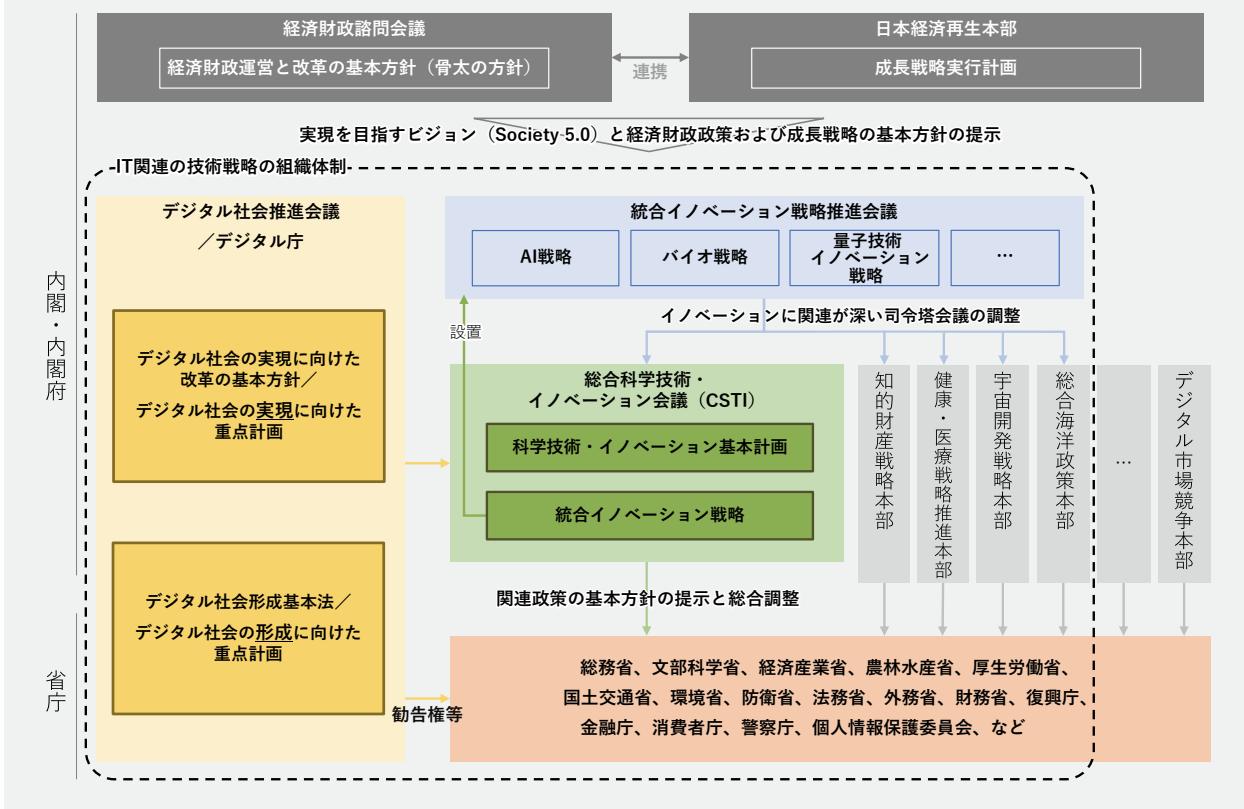
2021年9月以降、図表(付)22-1に示した通り、司令塔会議の一つである内閣のIT総合戦略本部が廃止され、デジタル戦略は新設されたデジタル社会推進会議およびデジタル庁が担うという体制となった。

* 1 内閣「デジタル社会の実現に向けた重点計画」2021,

<https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/210618_01_doc01.pdf>

* 2 ①デジタル社会形成基本法案、②デジタル庁設置法案、③デジタル社会の形成を図るための関係法律の整備に関する法律案、④公的給付の支給等の迅速かつ確実な実施のための預貯金口座の登録等に関する法律案、⑤預貯金者の意思に基づく個人番号の利用による預貯金口座の管理等に関する法律案、⑥地方公共団体情報システムの標準化に関する法律案の6法案を指す。デジタル庁設置法を含む3法は2021年9月1日に施行された。

図表(付)22-1 ▶ IT関連の技術戦略に関する国内の組織体制



出典：各種公開情報を基に作成

デジタル社会推進会議は、デジタル庁設置法に基づき、デジタル社会の形成のための施策の実施の推進およびデジタル社会の形成のための施策について必要な関係行政機関相互の調整を行う会議であり、内閣総理大臣が議長になり、全閣僚がメンバーとなっている。デジタル庁は、内閣府の外局であり、デジタル社会の形成に関する施策を迅速かつ重点的に推進するため、それに関する内閣の事務を内閣官房とともに助けるとともに、その遂行を図ることを任務としている。

(2) デジタル関連の制度政策を取り巻く環境

① デジタル社会の実現に向けた重点計画

「デジタル社会の実現に向けた重点計画」(2021年6月18日閣議決定)は、デジタル社会形成基本法の施行(2021年9月1日)を見据えて、同法第37条第1項が規定する「デジタル社会の形成に関する重点計画」に盛り込むべき事項を示しつつ、先行して策定された。デジタル庁の創設後は、速やかに本計画を踏まえつつ、デジタル社会形成基本法に基づいて「デジタル社会の形成に関する重点計画」を策定することとなる。

本計画では、以下の基本計画が示されている。

1. デジタル社会に必要な共通機能の整備・普及
 2. 徹底したUI・UXの改善と国民向けサービスの実現
 3. 包括的データ戦略
 4. 官民を挙げたデジタル人材の育成・確保

5. 新技術を活用するための調達・規制の改革
6. アクセシビリティの確保
7. 安全・安心の確保
8. 研究開発・実証の推進

② 包括的データ戦略

今般のコロナ禍では、デジタルの特長を生かした迅速で的確な対応ができず、我が国のデータ活用基盤が不十分であることが明らかとなった。これを受け、デジタル・ガバメント閣僚会議のもとに「データ戦略タスクフォース」^{*3}が設けられ、2021年6月18日に「包括的データ戦略」が、「デジタル社会の実現に向けた重点計画」と合わせて閣議決定された。

同戦略では、2節(2)の図表(付)22-5に示されている、「包括的データ戦略のアーキテクチャ」に基づいて、検討項目として「行政におけるデータ行動原則の構築」「プラットフォームとしての行政が持つべき機能」「トラスト基盤の構築」「データ連携に必要な共通ルールの具体化とツール開発」「ベース・レジストリの指定」「DFFT^{*4}の推進」などが示されている。また、本戦略の実装にあたっては、デジタル庁がその司令塔となり、国・地方の情報システムのみならず、健康・医療・介護、教育、防災などの準公共分野等の情報システム整備方針を策定し、さらには、民間分野においての業種を超えた相互連携の実現においても、各府省庁が標準に係る整備方針を策定するとしている。

2 デジタル関連の制度政策

(1) DXを推進する政策

本項では、各省庁等がそれぞれ推進するDXの推進を目的とする政策の全体像を整理し、その後具体的な政策について説明する。

① 政策の全体像

図表(付)22-2に、各省庁が進める主要なDX関連の政策を取りまとめた。図表(付)22-3には、図表(付)22-2に取りまとめた政策の推進や検討を行うための研究会・検討会などの会議体を取りまとめた。また、これらの政策や会議体から主だったものを次項から概説する。

* 3 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dgov/data_strategy_tf/dail/gijisidai.html

* 4 Data Free Flow with Trust（信頼ある自由なデータ流通）

図表(付)22-2 ◀▶ 主なDX関連政策

政策	年月	関係省庁等	取組内容
DX推進ガイドライン Ver.1.0 ^v	2018年12月	経済産業省	DX実現のために、経営者が押さるべき事項を明確化
デジタル経営改革のための評価指標(DX推進指標) ^v	2019年7月	経済産業省/IPA	経営者が自社の経営とITシステムの現状/問題点を自己診断によって把握するための指標
DX推進における取締役会の実効性評価項目 ^{vi}	2019年7月	経済産業省	取締役会向けにDX推進指標をサマライズしたもの
「GIGAスクール構想の実現」 ^{vii}	2019年12月	文部科学省	子供たち一人ひとりに個別最適化され、創造性を育む教育ICT環境の実現のための改革を推進する
「デジタルアーキテクチャ・デザインセンター」設立 ^{viii}	2020年5月	経済産業省/IPA	事業者間や社会全体でのデータやシステムの連携を容易にするために「アーキテクチャ」を設計し、社会全体でのデータ連携・共有の基盤づくりを担う
「プラットフォーム変革手引書(第1版)」 ^{ix}	2020年6月	経済産業省/IPA	各企業がDXの実現に向けてITシステムを構築する際に参照するための手引書
DX時代における企業のプライバシーガバナンスガイドブックver1.0 ^x	2020年8月	経済産業省	新たな事業にチャレンジしようとする企業がプライバシーガバナンスの構築のために取組むべきことを整理
デジタルガバナンス・コード ^{xi}	2020年11月	経済産業省	経営者に求められる企業価値向上に向け実践すべき事柄を取りまとめ、企業の自主的なDXを促す
共通理解形成のためのポイント集の策定 ^{xii}	2020年12月	経済産業省	CIO/CTOが社内のDX推進に際しての対話を支援するため、「対話に向けた検討ポイント集」を公開し、今後の活用を推進
自治体デジタル・トランスフォーメーション(DX)推進計画 ^{xiii}	2020年12月	総務省	「デジタル・ガバメント実行計画」において、自治体が重点的に取組むべき事項・内容を具体化し、総務省および関係省庁による支援策等をとりまとめた
DX認定制度 ^{xiv}	2020年12月	経済産業省/IPA	「デジタルガバナンス・コード」の基本的事項に対応する企業を国が認定
デジタル市場に関するディスカッションペーパー	2021年1月	経済産業省	「デジタル市場による問題解決と次世代取引基盤に関する検討会」での、産業構造転換を促すデジタル市場の基盤整備の一つの例として、「ヒト・モノ・情報の流れの最適化」について検討した内容を取りまとめたもの
「GOVERNANCE INNOVATION Ver.2」報告書(案) ^{xv}	2021年2月	経済産業省	「Society5.0」を実現していくために、多様なステークホルダーによる「アジャイル・ガバナンス」の実践が必要
データ利活用の事例集 ^{*5}	2021年2月	経済産業省	データ利活用を推進する企業の具体的な取組やそのポイントを紹介する
インフラ分野のデジタル・トランスフォーメーション施策 ^{xvi}	2021年2月	国土交通省	データとデジタル技術を活用して国民のニーズを基に社会資本や公共サービスを変革するとともに、関連省庁や業界の働き方を変革し、インフラへの国民理解を促進する
ユーザー企業とベンダー企業の共創の推進 ^{xvii}	2021年3月	経済産業省	ユーザー企業とベンダー企業の共創関係のあり方について引き続き検討を進め、ベンダー企業が有する機能・能力の整理および競争力に係る指標を策定
CIO/CDО等の役割再定義(案) ^{xviii}	2021年3月	経済産業省	「デジタルガバナンス・コード」を前提としてCIO等がとくに重要な役割を担うべき事項について整理
「DX銘柄2021」「DX注目企業2021」 ^{xix}	2021年6月	経済産業省	デジタル技術を前提としたビジネスモデル・経営変革に取組む上場会社を選定
DX時代における企業のプライバシーガバナンスガイドブックver1.1 ^{xx}	2021年7月	経済産業省	パーソナルデータの利活用におけるプライバシーガバナンスの構築にあたって、参考となる具体的な事例

出典：各種公表資料を基に作成

* 5 https://www.meti.go.jp/policy/economy/chizai/chiteki/pdf/data_jireisyu.pdf

図表(付)22-3 主なDX関連の研究会や検討会

会議体	年月	関係省庁等	取組内容
デジタルトランスフォーメーションに向けた研究会 ^{xxi}	2018年5月	経済産業省	DXを実現していく上でのITシステムに関する現状の課題やその対応策を中心に議論し、2018年9月に「DXレポート」を取りまとめた
Society5.0時代のデジタル・ガバナンス検討会 ^{xxii}	2020年1月	経済産業省	「デジタル・ガバナンスコード」を検討・策定しつつ、企業ガバナンスの将来の姿について議論する
インフラ分野のDX 推進本部	2020年7月	国土交通省	データとデジタル技術を活用し、国民ニーズを基に変革するとともに、建設業や国土交通省の文化・風土や働き方を変革し、省横断的に取組を推進する
デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた研究会 ^{xxiii}	2020年8月	経済産業省	DXが進んでいない真の原因は何か、DXを進めるために解決すべき課題は何かを分析・議論を行い、「DXレポート2」として取りまとめた
地方自治体のデジタルトランスフォーメーション推進に係る検討会 ^{xxiv}	2020年11月	総務省	地方自治体のシステム標準化を契機として、地方自治体が取組むデジタルトランスフォーメーションの推進方策に係る検討を行う
デジタル産業の創出に向けた研究会 ^{xxv}	2021年2月	経済産業省	「デジタル産業」の姿を描き、その産業を創出するための道筋および政策のあり方について議論を行い、2021年8月に「DXレポート2.1」として取りまとめた
デジタル時代の人材政策に関する検討会 ^{xxvi}	2021年2月	経済産業省	デジタル人材の育成に関する課題と今後の取組の方向性を議論する

出典：各種公表資料を基に作成

② デジタル経営改革のための評価指標（「DX 推進指標」）

「DX推進指標」とは、2018年の「DXレポート」に基づいて企業におけるDX推進状況を自己診断するためのツールであり、経営者や社内の関係者が、自社の取組の現状や、るべき姿と現状とのギャップ、るべき姿に向けた対応策について認識を共有し、必要なアクションをとっていくための気付きの機会を提供することを目指すものである。本指標を活用して定期的に自己診断を行うことが、DXを巡る議論の活性化と認識の共有、自社が目指すDXの目標の理解や必要となる次のアクションの具体化、目標に向けたアクションプラン作成、達成度合いの継続評価と進捗管理等、DXの推進に向けた取組の一助となり、DXの推進そのものが加速することが期待されている。

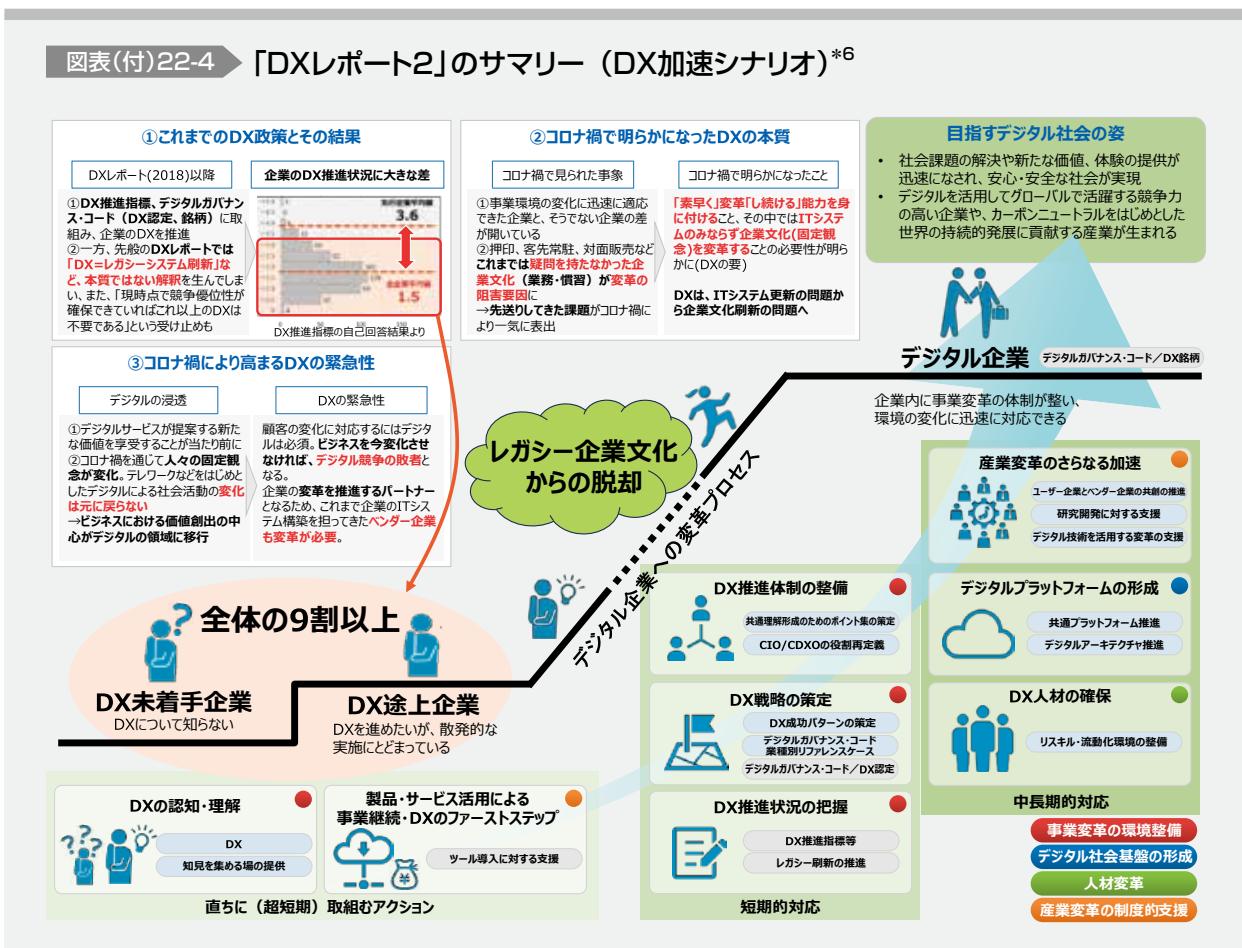
なお、自己診断した結果は、独立行政法人情報処理推進機構(IPA)への提出が推奨されており、そして収集した診断結果はIPAが評価分析を行い、ベンチマークを作成する。各企業は、自らの結果をベンチマークと比較することで、自社のDXの推進状況を客観的に評価することが可能となっている。2020年には332社の企業が350件の診断結果を提出し、うち305件のデータをもとに分析がなされている。

③ デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた研究会（「DX レポート2（中間とりまとめ）」）

経済産業省では、2018年に「DXレポート」を公表し、既存システムの老朽化などがDXの障害になることを「2025年の崖」として警告している。そこで、計画的なDXを推奨するため、「DX推進指標」や「DX認定制度」を推進してきた。しかしながら、2020年時点でも9割以上の企業が取組めていないかまたは散発的な実施にとどまっていることが明らかになり、その背景にはDXの理解が不十分であることが浮き彫りとなった。そこで、経済産業省では、新たに「デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた研究会」を立上げ、DX加速シナリオと、その実現に必要な企業の対応および政策を喫緊のものから短期、中長期の

ものを「DXレポート2（中間とりまとめ）」^{xxvii}として取りまとめた。

図表(付)22-4に「DXレポート2」における「DX加速シナリオ」の概説を示す。「DXレポート2」では、目指すデジタル社会の姿を示しつつ、DX未着手企業やDX途上企業に対して、DX取組の必要性や支援ツールを提供し、デジタル企業へと変革させる道筋を描いている。



④ デジタルアーキテクチャ

包括的データ戦略においてはSociety 5.0の実現のために、公共から準公共部門、さらには業種を超えた民間における相互連携を果たし、官民の区別なくデータの連携、流通、利活用を果たして行くための基盤整備が検討項目とされている。そのような社会の実現にあたっては、法律のみならず業界慣習や自主規制等のルールや、それに立脚したシステムなど、さまざまなレイヤーにおいてデジタルを前提とした、社会や産業構造のアーキテクチャへの刷新が求められる。そうした、異なる事業者間や社会全体でのデータ連携・共有を容易にするために必要な共通の技術仕様、すなわちデジタルアーキテクチャの策定のため、2020年5月に「情報処理の促進に関する法律の一部を改正する法律」(令和元年法律第67号)の施行に基づいてIPAにおいて「デジタルアーキテクチャ・デザインセンター」(Digital Architecture Design Center; DADC)^{*7}が設立された。

DADCは、デジタル庁とともに重点的に取組むべき分野ごとのアーキテクチャ等を技術的に整理し、

* 6 経済産業省 デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた研究会「DX レポート 2 中間とりまとめ（サマリー）」,<<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201228004/20201228004-1.pdf>>

* 7 <https://www.ipa.go.jp/dadc/>

その知見を蓄積していくことが包括的データ戦略において指示^{*8}されている。そのために政府や事業者の依頼に応じて、異なる事業者間や社会全体でのデータやシステムの連携を容易にするために必要な全体の設計図である「アーキテクチャ」を設計するほか、設計を主導できる専門家の育成や、将来的にアーキテクチャ設計が必要となりうる領域に関して実現可能性を調査したり、国内外の機関と情報交換したりといった機能を果たして行く。

⑤ デジタル産業の創出に向けた研究会(「DX レポート 2.1(DX レポート 2 追補版)」)

「DXレポート2」によって示された、デジタル社会においては、DXの進展によりあらゆる企業が内製・アジャイル開発を中心として迅速に新たな価値を創出し、ユーザー企業やベンダー企業という区別はなくなる方向に産業が変革していく(デジタル産業の実現)と考えられるが、それまでの過渡期においては、企業の変革を加速させる「DXを支援する企業」の存在が欠かせないため、従来のITベンダーやユーザー企業が、社会全体のDXを積極的に支援する企業へと変化して行くことが期待される。本研究会は、その際に、ベンダー企業がデジタル産業へ向かう際のハードルや、克服するための方策を示すこと、デジタル産業における優れた企業はどのような指標で評価することができるか明らかにすること、および目指すべきデジタル産業の具体的な姿を明らかにし、デジタル産業を目指す企業への政策的方向性を示していくことをスコープとして開催されている。2021年8月にそれらの議論を取りまとめた「DXレポート2.1 (DXレポート2追補版)」が公開された^{*9}。

(2) データ整備・管理・流通政策

① データ関連政策の概要

データは智恵・価値・競争力の源泉であるとともに、国の豊かさや国際競争力の基盤となることから、世界各国がデータ戦略を定め推進している。データは特定の産業領域に限らず、膨大な範囲に影響をもたらし、またDXの推進においてもその戦略的な活用が重要な位置づけとなる。我が国のIT戦略は、2021年度より「デジタル社会の実現に向けた重点計画」として定められ、合わせてこれまで不在だった“中核となるデータについて焦点を当てた戦略”として「包括的データ戦略」が策定された。これにより今後、データ戦略においてはデジタル庁が司令塔となり、その実践によって戦略の実装を牽引していくことが明確になっている。

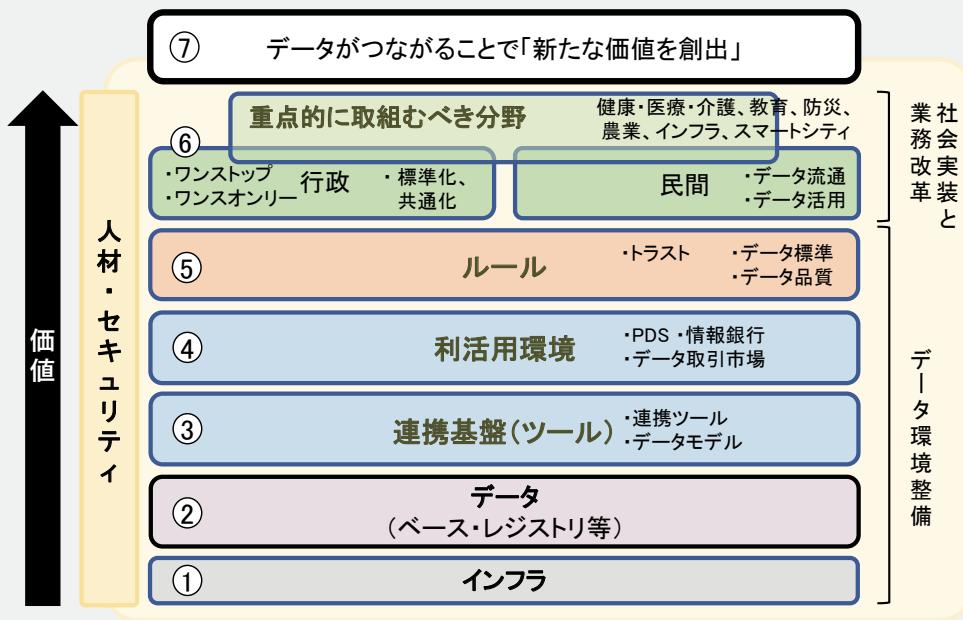
図表(付)22-5には、「包括的データ戦略」にて示された我が国全体のデータ構造、すなわち「アーキテクチャ」を図示した。アーキテクチャは、データ戦略を七つの階層と二つの階層横断的要素からなる構造として表したもので、データ戦略はすべてこのアーキテクチャを踏まえて策定・実践される。

さらに図表(付)22-6には、図表(付)22-5の包括的データ戦略のアーキテクチャの要素ごとに示されている、取組むべき項目や課題について、具体的な政策・取組について整理した。

* 8 「包括的データ戦略」2. プラットフォーム(5)DATA-EXによる分野間連携と外部組織との連携
<<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20210618/siryou3.pdf>>

* 9 <https://www.meti.go.jp/press/2021/08/20210831005/20210831005-2.pdf>

図表(付)22-5 包括的データ戦略のアーキテクチャ^{*10}



図表(付)22-6 包括的データ戦略のアーキテクチャに示されたデータ関連政策

アーキテクチャに示された項目	年月	関係省庁等	取組内容
トラスト (⑤ルール)	2020年10月	内閣 デジタル市場競争本部	Trusted Web推進協議会の設置 ^{*11}
	2021年3月	内閣 デジタル市場競争本部	「Trusted Web ホワイトペーパー ver1.0」の公表 ^{*12}
	2021年4月	内閣 データ戦略タスクフォース	「トラストに関するワーキングチーム」による検討開始 ^{*13}
プラットフォーム	2020年12月	内閣 デジタル・ガバメント閣僚会議	「データ戦略タスクフォース第一次とりまとめ」の公表 ^{*14}
	2021年6月	各府省情報化統括責任者(CIO)連絡会議	「データ品質管理ガイドブック(β版)」の公表 ^{*15}
	2020年12月	一般社団法人データ社会推進協議会(DSA)	「分野間データ連携基盤(DATA-EX)」の運用開始 ^{*16}
	2023年度予定	一般社団法人データ社会推進協議会(DSA)	DATA-EXの全機能の本格稼働予定 ^{*17}

出典：各種公表資料を基に作成

- * 10 内閣 包括的データ戦略 2021, <https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/210618_01_doc03.pdf>
 - * 11 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/digitalmarket/trusted_web/index.html
 - * 12 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/digitalmarket/trusted_web/pdf/documents_210331-2.pdf
 - * 13 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dgov/trust_wt/dai1/gijisidai.html
 - * 14 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dgov/dai10/siryou_a.pdf
 - * 15 https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/data_hinshitu_guide_beta.pdf
 - * 16 <https://data-society-alliance.org/data-ex/>
 - * 17 <<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20210618/siryou3.pdf>>
- p.55 「包括的データ戦略のタイムライン」より。

アーキテクチャに示された項目	年月	関係省庁等	取組内容
データ流通市場の活性化(④利活用環境)	2021年5月	総務省／経済産業省	「情報信託機能の認定に係る指針ver2.0」改定案を公表 ^{*18}
	2021年5月	個人情報保護委員会	「デジタル社会の形成を図るための関係法律の整備に関する法律」に基づく個人情報保護法の改正 ^{*19}
	2021年2月	経済産業省	「データ利活用の事例集」を公開 ^{*20}
ベース・レジストリ(②データ)	2020年12月	内閣 デジタル・ガバメント閣僚会議	「ベース・レジストリ・ロードマップ」の公表 ^{*21}
	2021年5月	内閣官房IT総合戦略室	「ベース・レジストリの指定について」の公表 ^{*22}
	2021年6月	内閣 IT戦略本部	「オープンデータ基本指針」の改定 ^{*23}
デジタルインフラの整備・拡充(①インフラ)	2020年6月	総務省	「Beyond 5G推進戦略－6Gへのロードマップ－」の公表
	2021年3月	文部科学省／理化学研究所	富岳の民間を含む供用開始 ^{*24}
人材・組織(横断的要素：以下同様)	2021年7月	各府省情報化統括責任者(CIO)連絡会議	「政府機関におけるデジタル改革に必要なIT・セキュリティ知識を有する人材の確保・育成総合強化方針」の決定 ^{*25}
	2021年9月予定	デジタル庁	データ基盤を設計、管理する人材育成のための教材を作成 ^{*26}
サイバーセキュリティ	2021年5月	内閣 サイバーセキュリティ本部	「次期サイバーセキュリティ戦略(骨子)」の公表 ^{*27}
国際連携	2021年4月	内閣	G7にて「DFFTに関する協力のためのロードマップ」に向けた大臣宣言が採択 ^{*28}

出典：各種公表資料を基に作成

② 個人情報保護法

個人情報保護法は、3年ごとの見直し規定に基づいた2020年の改正に引き続き、2021年にはデジタル社会形成整備法の制定によって個人情報保護法、行政機関個人情報保護法、独立行政法人等個人情報保護法の3本の法律が1本の法律に統合された。同時に、地方公共団体の個人情報保護制度についても統合後の法律において全国的な共通ルールを規定し、全体の所管を個人情報保護委員会に一元化することとなった。また、医療分野、学術分野における規制の統一、GDPR^{*29}の十分性認定に必要な措置などのほか、個人情報の定義等を国・民間・地方で統一するとともに、行政機関等での匿名加工情報の取扱いに関する規律を明確化した^{*30}。

* 18 <https://www.meti.go.jp/press/2019/10/20191008003/20191008003-3.pdf>

* 19 <https://www.ppc.go.jp/personalinfo/minaoshi/>

* 20 https://www.meti.go.jp/policy/economy/chizai/chiteki/pdf/data_jireisyu.pdf

* 21 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dgov/data_strategy_tf/dai4/siryou1-2.pdf

* 22 <https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/SpecifyingBaseRegistry.pdf>

* 23 https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/data_shishin.pdf

* 24 https://www.riken.jp/pr/news/2021/20210309_2/index.html

* 25 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/cio/kettei/20210706kettei_1.pdf

* 26 <<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20210618/siryou3.pdf>> p.55 「包括的データ戦略のタイムライン」より。

* 27 <https://www.nisc.go.jp/conference/cs/dai17/pdf/17shiryou02.pdf>

* 28 https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin06_02000222.html

* 29 GDPR; General Data Protection Regulation（一般データ保護規則）

* 30 個人情報保護委員会「公的部門(国の行政機関等・地方公共団体等)における個人情報保護の規律の考え方」, 2021. <https://www.ppc.go.jp/files/pdf/210623_kouteki_kiritsunokangaekata.pdf>

③ 特定デジタルプラットフォームの透明性及び公正性の向上に関する法律

近年、デジタルプラットフォームが利用者の市場アクセスを飛躍的に向上させ、重要な役割を果たしている。他方、一部の市場では規約の変更や取引拒絶の理由が示されないなど、取引の透明性および公正性が低いこと等の懸念が指摘されている状況を踏まえ、「特定デジタルプラットフォームの透明性及び公正性の向上に関する法律」(以下、取引透明化法)が、2020年5月に成立し、2021年2月1日に施行された。同年4月1日には、取引透明化法の規制対象となる「特定デジタルプラットフォーム提供者」としてアマゾンジャパン合同会社、楽天グループ株式会社、ヤフー株式会社、Apple Inc.およびiTunes株式会社、並びにGoogle LLC の五つの事業者が指定された^{*31}。

④ Trusted Web

Trusted Webとは、特定サービスに依存せず、「相手に開示するデータのコントロールを可能とし」「データのやりとりにおける合意形成の仕組みを取り入れつつ」「検証できる領域を拡大し、これまで事実を確認せずに信頼していた領域を縮小することによりTrustを高めていく」という仕組みである^{*32}。

内閣官房デジタル市場競争会議が2020年6月に公表した「デジタル市場競争に係る中期展望レポート」に基づき、同年10月にTrusted Web推進協議会が設置され^{*33}、その検討結果である「Trusted Webホワイトペーパー ver1.0」^{xxviii}が、2021年3月12日公表された。2021年度も継続して、データの取扱いや処理に係る真正性の向上、またサービス実務の適正化に向け、アイデンティティ管理の在り方について、プロトタイピング、ユースケース検証、国際的なアウトリーチに取組んでいる。

⑤ 企業支援施策（税制支援等）

政府によるIT、DXに関わる企業支援の形として、さまざまな税制優遇制度が設けられている。2021年度の時点で利用可能な税制優遇について、図表(付)22-7に取りまとめた。

DX投資促進税制は、産業競争力強化法に基づいて、クラウド技術を活用したデジタル関連投資について、3%の税額控除または30%の特別償却を認めるというものである。グループ外の他の法人ともデータの連携や共有を行う場合は、税額控除が5%に拡大される。なお、本制度の適用を受けるための認定要件の一つとして、IPAが進める「DX認定」の取得がある。「DX認定」は、「情報処理の促進に関する法律」に基づいて、企業経営における戦略的なシステムの利用のあり方を提示した指針を国が策定し、その指針を踏まえて優良な取組を行う事業者を認定するというものである。

中小企業経営強化税制は、ソフトウェアを含む設備投資の全額に対して即時償却、または10%の税額控除(資本金3,000万円超1億円以下の法人は7%)を認めるというものである。設備投資の目的に応じて4種類の認定要件があり、DX領域では機械や設備の自動制御化、遠隔操作化、可視化などを可能とする「デジタル化設備(C類型)」が、主に該当する。

* 31 経済産業省「特定デジタルプラットフォームの透明性及び公正性の向上に関する法律」の規制対象となる事業者を指定しました」<<https://www.meti.go.jp/press/2021/04/20210401003/20210401003.html>>

* 32 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/digitalmarket/trusted_web/pdf/documents_210331-3.pdf

* 33 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/digitalmarket/trusted_web/index.html

図表(付)22-7 ITやデジタルに関わる税制優遇制度

	年月	関係省庁等	取組内容
中小企業防災・減災投資促進税制 ^{*34}	2019年3月	経済産業省／中小企業庁	自然災害等に対する「事業継続力強化計画」の一環として、無停電電源装置などに20%の特別償却を認めるというもの
中小企業投資促進税制 ^{*35}	2020年4月	経済産業省／中小企業庁	ソフトウェアを含む一定の設備投資を行った場合に、税額控除7%、または30%の特別償却を認めるというもの
5G投資促進税制 ^{*36}	2020年8月	総務省	電気通信事業者等の5G関連設備投資について、15%の税額控除と、30%の特別償却を認めるというもの
研究開発税制 ^{*37}	2021年4月	経済産業省	クラウドを通じてサービスを提供するソフトウェアに関する研究開発費を、最大50%の法人税額控除の対象とするというもの
中小企業経営強化税制 ^{*38}	2021年6月	経済産業省／中小企業庁	事業プロセスのデジタル化に係るソフトウェアを含む設備投資の全額に対して即時償却、または10%の税額控除(資本金3,000万円超1億円以下の法人は7%)を認めるというもの
DX投資促進税制 ^{*39}	2021年6月	経済産業省	クラウド技術を活用したデジタル関連投資に対して税額控除5%(もしくは3%)、または30%の特別償却を認めるというもの

出典：各種公表資料を基に作成

3 国内におけるAI関連の制度政策

AIの研究開発については、統合イノベーション戦略推進会議が、初の個別分野の戦略である「AI戦略2019」を策定するなど、社会実装を見据えた積極的な取組が行われている。社会実装については、AIの適切な利活用の促進のため知的財産に関する制度改革が進んでいるほか、とくにAIの活用が期待される分野として、自動運転・モビリティに関する研究開発や制度整備が進んでいる。また、こうした研究開発に係る取組にくわえて、AIをよりよい形で社会実装し共有するための基本原則をAI戦略に反映するための「人間中心のAI社会原則会議」が2019年より設置されている。本章では、まず1節でこれまでの政府全体のAI戦略を概説し、次いで2節～4節で、2019年度以降の新たな動きをまとめることとする。

(1) これまでの経緯

統合イノベーション戦略推進会議は2019年6月、「AI戦略2019」^{xxix}を公表した。「AI戦略2019」では、米国や中国の後塵を拝しているわが国の現状を踏まえ、直ちに実行するべき施策に焦点を当て、戦略が取りまとめられている。

その後、「AI戦略2019」および、内閣府が主導するAI戦略実行会議(イノベーション政策強化推進のための有識者会議「AI戦略」)のもとに設置された「AIステアリングコミッティー」での検討を踏まえ、人工知能(AI)の研究開発に関する統合的・統一的な情報発信や、AI研究者間の意見交換の推進などをを行い、日本のAIの研究開発などの連携の機会を提供することを通じて、日本の英知を糾合し、AI研究開発の活性化を図ることを目的に、2019年12月に人工知能研究開発ネットワーク(AI Japan R&D

* 34 <https://www.chusho.meti.go.jp/keiei/antei/bousai/2019/190809bousaizeisei.pdf>

* 35 https://www.chusho.meti.go.jp/zaimu/zeisei/download/tyuusyoukigyouitousisokusinzeisei_summary.pdf

* 36 https://www.soumu.go.jp/main_content/000660106.pdf

* 37 https://www.meti.go.jp/policy/tech_promotion/tax/R3gaiyo5.pdf

* 38 https://www.chusho.meti.go.jp/keiei/kyoka/pdf/tebiki_zeiseikinyu.pdf

* 39 https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2021/pdf/zeisei.pdf

Network。以下、本ネットワーク) *⁴⁰が設立された。

AIと知的財産をめぐる議論は、内閣の知的財産戦略本部が2017年3月に公表した「新たな情報財検討委員会 報告書」にて、データと知的財産をめぐる論点とあわせて整理されてきた。この報告書にしたがって各行政機関が法制度やガイドラインの整備を進めてきており、2018年5月には、著作権法および不正競争防止法が改正され(それぞれ2019年1月と7月に施行)、AIやデータに関する知的財産権の保護が強化された。また、実務での契約のガイドラインとして、2018年6月には経済産業省が「AI・データの利用に関する契約ガイドライン」(2019年12月に改定)^{*41}、同年12月には農林水産省が「農業分野におけるデータ契約ガイドライン」^{*42} (2020年3月にAIを含めて増補・改定)を公表した。

自動運転については、IT総合戦略本部が、「官民ITS構想・ロードマップ」を2014年から毎年度策定し、2020年7月には「官民ITS構想・ロードマップ2020」が閣議決定された。同文書では、ITSに関するさまざまな府省庁や民間企業等で今後の方向性等を共有するため、自動運転に関する課題や政策を取りまとめ、2020年から2030年頃までを見据えたロードマップを示している。

自動運転に関する政策は、①政府の主導する研究開発・社会実装と、②自動運転の実現に向けた制度改革の二つに大別できる。前者は、SIP第1期「自動走行システム」の下で官民連携による取組が進められ、続くSIP第2期「自動運転(システムとサービスの拡張)」に引き継がれている。

(2) 人間中心のAI社会原則会議

2018年に「人間中心のAI社会原則検討会議」が設置され、同会議での議論をもとに、2019年3月に「人間中心のAI社会原則」が統合イノベーション推進会議にて決定された。

「人間中心のAI社会原則」は、「人間の尊厳」「多様性・包摂性」「持続可能性」を尊重するという基本理念のもと、①人間中心の原則、②教育・リテラシーの原則、③プライバシー確保の原則、④セキュリティ確保の原則、⑤公正競争確保の原則、⑥公平性・説明責任および透明性の原則、⑦イノベーションの原則という、七つの原則によって構成されており、各省庁がAI関連の指針・原則・ガイドライン等を定めるうえでの基本的な考え方を示すものとなっている。

その後、2019年に「人間中心のAI社会原則会議」となり、2020年12月に開催された「2020年度第一回人間中心のAI社会原則会議」^{*43}では、同原則を踏まえて各省庁で作成されたAI関連の指針・原則・ガイドライン等の策定について報告がなされた。

(3) AI戦略2021(AI戦略2019フォローアップ)

「AI戦略2019」策定から2年が経過したが、その後人工知能技術は加速度的に発展しているため、その進捗確認と、その後の状況変化に即した新たな取組について、2021年6月に「AI戦略2021 (AI戦略2019 フォローアップ)」^{*44}が取りまとめられた。

* 40 <https://www.ai-japan.go.jp/>

* 41 <https://www.meti.go.jp/press/2019/12/20191209001/20191209001.html>

* 42 https://www.maff.go.jp/j/kanbo/tizai/brand/b_data/attach/pdf/deta-50.pdf

* 43 内閣官房「人間中心のAI社会原則会議」の設置について、2020.

<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/jinkouchinou/r02_dai01/sank01.pdf>

* 44 https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/aistrategy2021_honbun.pdf

そこで示された主な進捗は以下のとおり^{*45}である。

- 義務教育段階の全学年の児童生徒一人一人が端末を所有し利活用する環境を目指す「GIGAスクール構想」の前倒し実施
- 大学等における優れた教育プログラムを認定する「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(リテラシーレベル)」の開始
- AI研究開発に積極的に取組む大学・公的研究機関等の連携促進や統合的な情報発信を行う「AI研究開発ネットワーク」の構築(115機関の参加(2021年3月時点))
- AI関連中核センター群機関における計算資源の増強
- 「健康医療介護」での画像診断支援に関する6医学会共通クラウド基盤構築、「農業」での148地区における「スマート農業実証プロジェクト」など重点分野における取組の推進
- 内閣府を司令塔とした省庁横断の取組を強化した新たな日本版SBIR制度を構築(2020年6月法改正、2021年4月施行)

また、データの取扱いや、社会的・経済的效果を短期的にもたらすAIの社会実装の進め方、そしてそのために解決すべき課題など、施策のフォローアップと継続的な取組について取りまとめている。さらに2021年度には、新たなAI戦略の策定を進めることとなっている。

(4) 人工知能(AI)技術分野における全局的な研究開発のアクションプラン

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)は、AI技術戦略の策定およびプロジェクトの早期開始に向けて、AI技術や密接に関係する技術、さらにはAIを含む新技術について開発の方向性などを全局的に検討・整理した「人工知能(AI)技術分野における全局的な研究開発のアクションプラン」^{xxx} (AIアクションプラン)を2021年6月14日に公表した。このAIアクションプランは、2016年にNEDOが公開した「次世代人工知能技術社会実装ビジョン」^{*46}を参考に、学術界・産業界の有識者で構成した「AIアクションプラン策定委員会」で議論を行い、期待される社会像に向けた課題となる12の「取り組むべきAI技術開発」を抽出したものである。

主な課題として、人間とAIとの高度なコミュニケーションを実現するための「記号推論と深層学習の結合による意味理解のためのAI」や、広がりを持つ時空間に対応できる「深層強化学習の新たなアーキテクチャの創出」、産業現場で必要とされる「製造プロセス全体を最適化するAI」や「分子設計のためのAI」などが挙げられている。

* 45 https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/aistrategy2021_gaiyo.pdf

* 46 <https://www.nedo.go.jp/content/100782828.pdf>

米国におけるデジタル関連の制度政策

1 デジタル関連の制度政策を取り巻く環境

トランプ政権は気候・環境対策に対して消極的で、パリ協定から脱退し、火力発電所からの二酸化炭素排出規制や石油・ガス部門から排出されるメタンガスの排出規制を緩和し、シェールガスなどの資源開発を積極的に進めた。科学技術政策では「未来の産業」と呼ばれる米国にとって将来重要と考えられる産業(AI、量子情報科学、先進製造、先進通信、バイオテクノロジー)などの先端技術への投資を加速し、国家安全保障に關係する通信ネットワークや半導体への戦略的な投資と中国企業に対する規制を行った。

2021年1月にバイデン政権が発足し、気候対策は政策最優先事項とされ、重視する政策に変更された。科学技術政策ではJobs Planと呼ばれる計画などで、引き続き産業力強化のため先端技術への投資が積極的に行われ、AI、半導体等への技術開発投資が行われている。

(1) バイデン政権の政策最優先事項

バイデン政権が掲げる政策の最優先事項は以下の7点である^{*1}。

- ・新型コロナウイルス感染症(COVID-19)
- ・気候(Climate)
- ・人種平等(Racial Equity)
- ・経済(Economy)
- ・ヘルスケア(Health Care)
- ・移民システム改革(Immigration)
- ・アメリカの世界的地位の回復(Restoring America's Global Standing)

「気候」は最優先事項の一つに位置づけられている。「経済」は新型コロナウイルス感染症に対する経済対策が中心であり、欧州のように政策の最優先事項にDX政策は掲げられていない。

(2) Build Back Better

Build Back Better^{*2}（よい形で立て直す）はバイデン大統領の選挙公約として掲げてきたスローガンで、その具体的な政策として以下の三つの計画が進められている。

- ・Rescue Plan（新型コロナウイルス感染症によって引き起こされた危機からの救済）
- ・Jobs Plan（大規模インフラ投資による雇用拡大）
- ・Families Plan（中産階級の支援）

Jobs Planには産業力強化のための技術開発投資も含まれ、総額は約2.3兆ドルである。そのうち8,520億ドルが環境対策促進技術、半導体、AI等の技術開発投資、製造業支援などとなっている。

* 1 <https://www.whitehouse.gov/priorities/>

* 2 <https://www.whitehouse.gov/build-back-better/>

2 科学技術政策の動向

米国の科学技術政策は、内外の情勢や政権のスタンスを踏まえた個別政策により取組まれている。

(1) トランプ政権における科学技術政策

トランプ政権の科学技術政策については米国大統領府の科学技術政策局(Office of Science and Technology Policy; OSTP)から2020年10月に公開された報告書“ADVANCING AMERICA'S GLOBAL LEADERSHIP IN SCIENCE & TECHNOLOGY TRUMP ADMINISTRATION HIGHLIGHTS: 2017-2020”^{*3}にまとめられている。報告書の中では「未来の産業」^{*4}における米国のリーダーシップの加速、安全保障技術の強化、海洋の探査・保全・保護、宇宙におけるリーダーシップなどがトランプ政権の主な科学技術政策として挙げられている。DXに関連するものには「国家AI研究開発戦略」の策定等のAIの推進、先進通信ネットワークの整備、半導体等の先進製造技術の強化などがある。通信ネットワークや半導体などDXを支えるインフラ的な技術および応用であるAIに重点が置かれていることに特徴がある。

(2) 研究開発予算の優先事項

米国大統領府が示した2022年度の研究開発予算の優先事項^{*5}では以下の五つが優先事項として挙げられている。優先項目は2021年度と変わっていない。

1. 公衆衛生の安全と革新(American Public Health Security and Innovation)
2. 未来の産業と関連技術におけるリーダーシップ(American Leadership in the Industries of the Future and Related Technologies)
3. セキュリティ (American Security)
4. エネルギーと環境のリーダーシップ(American Energy and Environmental Leadership)
5. 宇宙リーダーシップ(American Space Leadership)

2の「未来の産業」とはAI、量子情報科学、先進通信ネットワーク、先進製造技術であり、関連する技術として未来コンピューティング・エコシステムと自立および遠隔操作車両が含まれる。

2021年度政府予算では、AIと量子情報科学の非軍事予算を2022年までに倍増させることが示され、2020年8月には、米国大統領府科学技術政策局、国立科学財団、エネルギー省が、AIと量子情報科学に今後5年間で合計約10億ドルを投資することを発表している^{*6}。

* 3 <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2020/10/Trump-Administration-ST-Highlights-2017-2020.pdf>

* 4 トランプ政権が重視した新興技術領域で、大統領科学技術諮問会議による“Recommendations for Strengthening American Leadership in Industries of the Future”と題した報告書でその強化が提言された。

* 5 “Fiscal Year(FY)2022 Administration Research and Development Budget Priorities and Cross-cutting Actions”<<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2020/08/M-20-29.pdf>>

* 6 <https://trumpwhitehouse.archives.gov/articles/trump-administration-investing-1-billion-research-institutes-advance-industries-future/>

このうちAIについては、国立科学財団予算1.4億ドル、2021年以降他の連邦政府機関予算から約3億ドルを投入し、農務省との提携によりマサチューセッツ工科大学、コロラド大学、テキサス大学、オクラホマ大学、カリフォルニア大学デービス校、イリノイ大学などを拠点とするAIを専門とする七つの研究センターが新設される予定である。

また、量子情報科学については、5年間で6億2,500万ドルの資金援助を行い、エネルギー省傘下のブルックヘブン、アルゴンヌ、フェルミ、ローレンス・バークレー、オークリッジにある五つの国立研究所に量子情報科学の研究センターの新設を目指している。

(3) 未来の産業の強化(PCASTの提言)

大統領科学技術諮問会議(President's Council of Advisors on Science and Technology; PCAST)は、大統領へ専門的助言を行う機関で、学界と産業界からの代表者で構成される。主に省庁横断的な科学技術政策上の課題について政策提言を行っている。PCASTの政策提言がそのまま大統領の政策となることも多い。

2020年7月に公表された“未来の産業における米国のリーダーシップを強化するための提言”(Recommendations for Strengthening American Leadership in Industries of the Future)と題した報告書では、米国にとって将来重要と考える産業(未来の産業)としてAI、量子情報科学、先進製造、先進通信、バイオテクノロジーの各分野において、政府機関、産業、アカデミアが協力し、基礎研究のアウトカムを早期に応用へつなげることにより、米国の未来の産業を強化するための提言が示されている。先に述べた研究開発予算の優先事項においてもこの未来の産業の強化が反映され、優先事項とされている。

この中で、AIに関しては、研究所の設置、AIテストベッドの設置、大規模データの共有、有能な研究者を惹きつける国際ジョイントプログラムなどが提言されている。量子情報科学に関しては、民間企業の参画を得て、量子コンピューティング、量子通信の分野において、量子計算施設、研究所の設置等を行うことが提言されている。

2021年1月には“未来の産業研究所：アメリカの科学技術リーダーシップの新しいモデル”(Industries of the Future Institutes: A New Model for American Science and Technology Leadership)と題した報告書が公表され、未来の産業研究所(Industries of the Future Institutes; IoTFI)が提案されている。この研究所は、二つ以上の未来の産業の重なる領域で研究開発を推進することにより、個々の領域に関する技術を向上させるだけでなく、複数が重なる領域で新しい研究課題や調査に取組むとしている。

3 デジタル関連の制度政策

米国のDX関連の主な政策・動きを図表(付)23-1にまとめた。米国では民間企業におけるデータ利活用が進んでおり、欧州や日本のように巨大IT企業を規制する動き^{*7}はあまりなかったが、一部でプラットフォーマーに対する規制の動きも見られ始め(詳しくは(7))、動きがどこまで広がるか注目される。

* 7 たとえばEUの“デジタル市場法”(Digital Markets Act)“デジタルサービス法”(Digital Services Act)」や日本の「特定デジタルプラットフォームの透明性・公正性向上法」。

図表(付)23-1 ➤ 米国のDX関連の主な政策・動き

No	政策・動き	概要
①	NITRD	1991年より実施されている情報通信分野における省庁横断型の研究プログラム。
②	Federal Data Strategy	2019年7月に発表された、行政データの活用戦略で、科学的根拠に基づいた政策立案/オープンガバメント法に基づいたもの。
③	DoD Data Strategy	2020年10月に発表された、国防総省のデータ戦略で、データ中心の組織への移行を目指す戦略を示したもの。
④	Federal Cybersecurity Research and Development Strategic Plan	2019年12月に発表された、サイバーセキュリティに関する研究開発。
⑤	Future Advanced Computing Ecosystem : A Strategic Plan	2020年11月に発表された、先進コンピューティング・エコシステムの開発戦略。
⑥	中国企業による製品の調達・利用に対する規制	中国系企業からの調達・取得の禁止、中国系企業製品を利用している企業と契約の禁止、米国製の技術・ソフトウェアへのアクセス制限の強化など。

出典：各種公表資料を基に作成

米国ではデータの独占も企業努力やイノベーションの結果生ずる状態であり、国家からの制約を受けることなく自由なデータの取扱いが確保されることを重視し、データ独占に対して政府の政策によって法律や制度で流通を促すようなことはしないという考え方があり、欧州や日本に比べDXに関する政策は少なく、政策の位置づけは相対的に低い。

(1) ネットワーキングおよび情報技術研究開発プログラム(NITRD)

ネットワーキングおよび情報技術研究開発プログラム(Networking and Information Technology Research and Development; NITRD)は1991年より実施されている情報通信分野における省庁横断型の研究プログラムである。NITRDはHigh Performance Computing Act of 1991に基づき立上げられた(当時はHigh performance Computing and Communications Program)。1992年の予算は6億3,830万ドルであったが、2021年には約65億ドル規模と30年で約10倍へと増大している^{*8}。

2020年8月14日付で公表された“2021年度大統領予算に対する補足資料”(Supplement To The President's FY2021 Budget)^{*9}によると、2021年度、NITRDでは11のPCAs (Program Component Area、研究対象領域)が設定され(図表(付)23-2)、11のIWGs (Interagency Working Groups、省庁間作業部会)が設置される予定である。IWGsではIT関連研究開発、技術移転、R&Dインフラ整備、コミュニティ形成などが検討される。PCAsとIWGsの関係性は、すべてが1対1対応しているわけではなく、たとえばPCAs CHumanおよびEdWには個別のIWGが設置されていない。また、IWGのうちHITRDは健康情報技術に関する研究開発を所管しているが、個別のPCAと対応していない。なお、量子コンピューティング、量子通信等に関しては、PCAsの研究対象領域として明示されていないが、同資料によれば、IWGsのHEC、LSNの対象であることが言及されている。

* 8 <https://www.nitrd.gov/about/index.aspx>

* 9 <https://www.nitrd.gov/pubs/FY2021-NITRD-Supplement.pdf>

図表(付)23-2 NITRDで設定された研究対象領域(PCAs)

No	研究対象領域
①	Artificial Intelligence (AI) R&D
②	Computing-Enabled Human Interaction, Communications, and Augmentation (CHuman)
③	Computing-Enabled Networked Physical Systems (CNPS)
④	Cyber Security and Privacy (CSP)
⑤	Education and Workforce (EdW)
⑥	Enabling R&D for High-Capability Computing Systems (EHCS)
⑦	High-Capability Computing Infrastructure and Applications (HCIA)
⑧	Intelligent Robotics and Autonomous Systems (IRAS)
⑨	Large Scale Data Management and Analysis (LSDMA)
⑩	Large Scale Networking (LSN)
⑪	Software Productivity, Sustainability, and Quality (SPSQ)

出典：“Supplement To The President’s FY2021 Budget”を基に作成

(2) Federal Data Strategy

米国大統領府の行政管理予算局(Office of Management and Budget; OMB)は2019年7月に、行政データの価値を最大化して行政効率化と社会活動の円滑化の両立を目指すFederal Data Strategyを公開した。行政データの活用戦略を示すもので、科学的根拠に基づいた政策立案/オープンガバメント法(Foundations for Evidence-Based Policymaking/Open Government Act)を実現するためのものである^{*10}。Federal Data Strategyでは10の原則とデータを活用するための40の実践事項を定め、具体的な行動計画を年次で作成し^{*11}、政府機関が翌年に実行する必要のあることを明確にしている。

(3) DoD Data Strategy

国防総省(Department of Defense; DoD)は2020年10月に新しいデータ戦略を発表した。作戦上の利点と効率向上のため、データを高速かつ大規模に利活用するデータ中心の組織への移行を目指す戦略を示したものである。情報システムを兵器と同等の優先順位で扱う必要性を強調している。

三つの重点領域を「すべての領域の統合」「司令官の意思決定のサポート」「データを使用したすべての段階での意思決定」とし、その他に八つの基本原則、四つの必須能力、七つの目標などが示されている^{*12}。

(4) Federal Cybersecurity Research and Development Strategic Plan

サイバーセキュリティに関する研究開発にも積極的に取組んでいる。米国大統領府が2019年8月に公表した“2021年度研究開発予算優先事項覚書”(FY 2021 Research and Development Budget

* 10 <https://sparcopen.org/news/2019/white-house-releases-draft-federal-data-strategy-action-plan/>

* 11 たとえば2020年度の行動計画は

<<https://strategy.data.gov/assets/docs/2020-federal-data-strategy-action-plan.pdf>>

* 12 <https://www.defense.gov/Newsroom/Releases/Release/Article/2376629/dod-issues-new-data-strategy/>

Priorities Memorandum)^{*13}の優先事項や目的を推進するため、国家科学技術会議(National Science and Technology Council; NSTC)は2019年12月10日に“連邦サイバーセキュリティ研究開発戦略計画”(Federal Cybersecurity Research and Development Strategic Plan)を公表した^{*14}。本計画では、「AI」「量子情報科学」に加え、「信頼性のある分散型デジタルインフラストラクチャー」「プライバシー」「セキュアなハードウェア／ソフトウェア」等の分野を研究開発の優先分野としている。

(5) Future Advanced Computing Ecosystem: A Strategic Plan

米国大統領府の国家科学技術会議は2020年11月に、「未来の産業」に関連する技術として先進コンピューティング・エコシステムの開発戦略「将来の高度なコンピューティング・エコシステム：戦略的計画(Future Advanced Computing Ecosystem: A Strategic Plan)」^{*15}を発表した。

国家科学技術会議とNITRDが2019年11月に発表した“National Strategic Computing Initiative update: Pioneering The Future Of Computing”^{*16}の提言に基づいた戦略である。この戦略は、National Quantum Initiative (NQI)、American Artificial Intelligence Initiative (AAII)、Industries of the Future (IoF)など、他のイニシアティブや国の優先事項の目的と活動の補完と相乗的な効果を想定したものである。

(6) 中国企業による製品の調達・利用に対する規制

中国企業による製品の調達・利用に対する規制が施行されている。トランプ政権は、2019年8月より、国防総省、連邦調達庁(General Service Administration; GSA)、航空宇宙局(National Aeronautics and Space Administration; NASA)において、華為技術(ファーウェイ)等を含む中国系メーカー5社からの調達・取得または契約の延長、更新を禁止する規則を施行^{*17}した他、2020年7月には、国防総省、連邦調達庁、NASAより、指定企業の製品を利用している企業と契約を行うことを禁止する規制案^{*18}を公表した。さらに、2020年8月には、商務省産業安全保障局(Bureau of Industry and Security; BIS)が、華為技術と関連企業に対し、米国製の技術・ソフトウェアへのアクセス制限の強化を発表^{*19}する等、規制を強化する動きが見られる。2021年2月には、バイデン大統領は米国重要サプライチェーン確保に関する大統領令(America's Supply Chains (EO 14017))^{*20}を発令し、半導体や大容量蓄電池、レアアースなどの米国重要サプライチェーンに関するレポートを100日以内に提出することを命じ、今後、米国と同盟国(パートナー国)のみで重要製品のサプライチェーンを構築することを目指している。

* 13 <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2019/08/FY-21-RD-Budget-Priorities.pdf>

* 14 <https://www.nitrd.gov/pubs/Federal-Cybersecurity-RD-Strategic-Plan-2019.pdf>

* 15 <https://www.nitrd.gov/pubs/Future-Advanced-Computing-Ecosystem-Strategic-Plan-Nov-2020.pdf>

* 16 <https://www.nitrd.gov/pubs/National-Strategic-Computing-Initiative-Update-2019.pdf>

* 17 https://www.acquisition.gov/FAR-Case-2019-009/889_Part_B

* 18 <https://www.federalregister.gov/documents/2020/07/14/2020-15293/federal-acquisition-regulation-prohibition-on-contracting-with-entities-using-certain>

* 19 <https://www.federalregister.gov/documents/2020/08/20/2020-18213/addition-of-huawei-non-us-affiliates-to-the-entity-list-the-removal-of-temporary-general-license-and>

* 20 <https://www.federalregister.gov/documents/2021/03/01/2021-04280/americas-supply-chains>

(7) プラットフォーマーに対する規制の動き

米国では欧州や日本と異なりプラットフォーマーとなる巨大IT企業に対して自由な経済活動を優先してきたが、2019年以降、プラットフォーマーに対して規制を行う動きがある。2019年2月には連邦取引委員会(Federal Trade Commission; FTC)がオンラインプラットフォームを含む市場の反競争的行為を調査するタスクフォースの設置を発表した^{*21}。2019年7月には司法省(Department of Justice; DoJ)がGAFA^{*22}に対する独占禁止法の大規模な調査を発表し、2020年7月には、下院司法委員会でGAFAの反トラスト法に関する公聴会が開催された。2021年6月には、下院の超党派の議員がGAFAの規制を強化する法案を提出し、今後法案への支持がどこまで広がるか注目される。

4 米国におけるAI関連の制度政策

米国のAI政策としては、2019年2月に公表された、AIにおける米国のリーダーシップの維持に関する大統領令(Executive Order on Maintaining American Leadership in AI)が挙げられる^{*23} (図表(付)23-3:①)。本大統領令は、「研究開発」「AIリソースの開放」「AIのガバナンス標準の策定」「AI人材の育成」「国際協調と優位性の確保」の五つを重点項目とし、AIに関わる国際的なリーダーシップと国際競争力において、米国が優位性を保持し続けることが目指されている。2020年2月には本大統領令に基づく一連の取組に対する第1年次報告として“American Artificial Intelligence Initiative: Year One Annual Report”も公表された^{*24} (図表(付)23-3 : ⑨)。

2020年11月には、AIアプリケーションに係る規制のためのガイドライン(Guidance for Regulation of Artificial Intelligence Applications)を公表^{*25}し、政府各機関におけるAIアプリケーションを導入する際の方針を示したほか、12月には連邦政府における信頼性に足るAI活用の促進(Promoting the Use of Trustworthy Artificial Intelligence in the Federal Government)と題した大統領令も公表され、政府におけるAI導入が加速している^{*26} (図表(付)23-3 : ⑪、⑫)。

2021年1月には、国家AIイニシアティブ法(The National AI Initiative Act)が制定され、科学技術政策局の下に国家AIイニシアティブオフィスが設立された^{*27} (図表(付)23-3:⑬)。同組織は、研究開発やAIに関する政策立案の中心的なハブと位置づけられ、産官学におけるAIの取組の協働の促進が図られている。

その他、2021年3月には米国政府の委託で独立した立場から調査を行う米国AI安全保障委員会(National Security Commission on Artificial Intelligence; NSCAI)より、“The final Report”が公表された^{*28} (図表(付)23-3:⑭)。報告書は「第1部: AI時代の米国を守る」「第2部: 技術競争に勝つ」の2部構成で、

* 21 <https://www.ftc.gov/news-events/press-releases/2019/02/ftcs-bureau-competition-launches-task-force-monitor-technology>

* 22 Google (Alphabet)、Apple、Facebook、Amazon の4社の頭文字をとった略語で、米国のIT大手企業を表す。

* 23 <https://www.federalregister.gov/documents/2019/02/14/2019-02544/maintaining-american-leadership-in-artificial-intelligence>

* 24 <https://www.nitrd.gov/nitrdgroups/images/c/c1/American-AI-Initiative-One-Year-Annual-Report.pdf>

* 25 <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2020/11/M-21-06.pdf>

* 26 <https://www.federalregister.gov/documents/2020/12/08/2020-27065/promoting-the-use-of-trustworthy-artificial-intelligence-in-the-federal-government>

* 27 <https://www.ai.gov/about/#ABOUT-ARTIFICIAL-INTELLIGENCE>

* 28 <https://www.nscai.gov/2021-final-report/>

2025年までに米国をAIに対応させるための戦略が示されており、国民とその利益を守るために、政府が責任を持ってAI技術を開発・利用する方法や、米国の競争力を高め、AI分野における優位性を守るために、政府がイノベーションを促進するために取るべき方法について提言を取りまとめている。

図表(付)23-3 2019年以降に発表された、主なAI関連の政策文書

No	発行年月(分野) 発行・実施機関	名称
①	2019年2月(安全保障) 国防総省	AI戦略(Harnessing AI to Advance Our security and Prosperity)* ²⁹
②	2019年2月(研究開発) ホワイトハウス	AIにおける米国のリーダーシップの維持に関する大統領令(Executive Order on Maintaining American Leadership in Artificial Intelligence)
③	2019年6月(全体) 科学技術会議	国家AI研究開発戦略計画：2019年改訂版(The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan: 2019 Update)* ³⁰
④	2019年8月(研究開発) 国立標準技術研究所	技術標準と関連ツールの開発に係る連邦計画(A Plan for Federal Engagement in Developing Technical Standards and Related Tools)* ³¹
⑤	2019年9月(全体) ホワイトハウス	政府部门でのAI活用に関するホワイトハウスサミット(Summary of the 2019 White House Summit on Artificial Intelligence)* ³²
⑥	2019年10月(研究開発) 国立科学財団	国立AI研究所プログラム(NSF's AI Research Institutes Program)* ³³
⑦	2019年11月(研究開発) 科学技術会議	AI研究開発における進捗報告(2016-2019 Progress Report: Advancing Artificial Intelligence R&D)* ³⁴
⑧	2020年1月(政府調達) ホワイトハウス	AIアプリケーションに係る規制のためのガイドライン案(Draft Guidance for Regulation of Artificial Intelligence Applications)* ³⁵
⑨	2020年2月(全体) ホワイトハウス	AIイニシアティブ：第1年次報告(Artificial Intelligence Initiative: Year One Annual Report)
⑩	2020年8月(研究開発) 国立標準技術研究所	説明可能なAIの4原則(Four Principles of Explainable Artificial Intelligence)* ³⁶
⑪	2020年11月(政府調達) ホワイトハウス	AIアプリケーションに係る規制のためのガイドライン(Guidance for Regulation of Artificial Intelligence Applications)
⑫	2020年12月 ホワイトハウス	連邦政府における信頼できるAIの活用促進(Promoting the Use of Trustworthy Artificial Intelligence in the Federal Government)
⑬	2021年1月 ホワイトハウス	国家AIイニシアティブ法(The National AI Initiative Act)
⑭	2021年3月 米国AI安全保障委員会	最終報告書(The final Report)

出典：各種公表資料を基に作成

* 29 <https://media.defense.gov/2019/Feb/12/2002088963/-1/-1/SUMMARY-OF-DOD-AI-STRATEGY.PDF>

* 30 <https://www.nitrd.gov/pubs/National-AI-RD-Strategy-2019.pdf>

* 31 <https://www.nist.gov/topics/artificial-intelligence/plan-federal-engagement-developing-ai-technical-standards-and-related>

* 32 <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2019/09/Summary-of-White-House-Summit-on-AI-in-Government-September-2019.pdf>

* 33 https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=299329&org=NSF&from=news

* 34 <https://www.nitrd.gov/pubs/AI-Research-and-Development-Progress-Report-2016-2019.pdf>

* 35 <https://www.federalregister.gov/documents/2020/01/13/2020-00261/request-for-comments-on-a-draft-memorandum-to-the-heads-of-executive-departments-and-agencies>

* 36 <https://www.nist.gov/system/files/documents/2020/08/17/NIST%20Explainable%20AI%20Draft%20NISTIR8312%20%2821%29.pdf>

第4章

欧州におけるデジタル関連の制度政策

1 デジタル関連の制度政策を取り巻く環境

欧州におけるデジタル関連の制度政策動向の全体像について、欧州委員会は、2019年～2024年までの間の優先事項として、図表(付)24-1に示す項目を提示した。

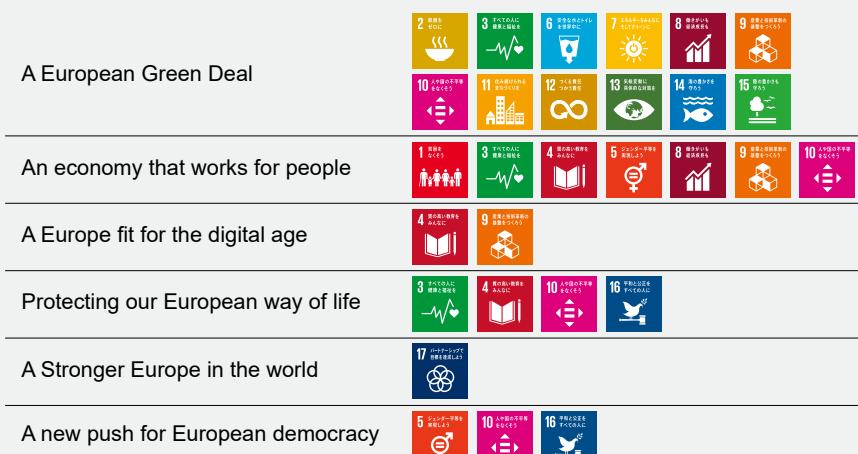
図表(付)24-1 欧州委員会における2019年～2024年までの優先事項

No	項目	概要
1	A European Green Deal	・2050年までの欧州のカーボンニュートラル(温室効果ガス排出ゼロ)の実現 ・誰も取り残されない公正な移行と、移行のための資金提供
2	An economy that works for people	・「欧州の社会的権利の柱」の推進による、社会対話の強化 ・中小企業強化や経済通貨同盟の深化の促進
3	A Europe fit for the digital age	・次世代技術(AI、IoT、5G)の標準化、規制枠組みの構築 ・デジタル変革の実行や、サイバー対策の取組促進 ・教育とスキルを通じた市民のエンパワーメント向上
4	Protecting our European way of life	・次期多年度財政枠組の要素への組み込みによる、法の支配の強化 ・国境管理の強化と、移民と庇護に関する新協定の提案
5	A stronger Europe in the world	・自由かつ公平な貿易の推進 ・近隣諸国との協力によるグローバルリーダーとしての行動の強化 ・欧州防衛基金の強化による、「欧州防衛同盟」の実現
6	A new push for European democracy	・「欧州の未来会合」による、市民の政治参加の促進 ・筆頭候補者制度の改善等を通じた、欧州型民主主義の促進

出典：欧州委員会 “A Union that strives for more My agenda for Europe” を基に作成^{*1}

なお、これらの優先事項は、国際動向との整合が図られており、国連の持続可能な開発目標(Sustainable Development Goals; SDGs)との対応も図表(付)24-2のように示されている^{*2}。

図表(付)24-2 優先事項と持続可能な開発目標との対応



出典：欧州委員会 “A Union that strives for more My agenda for Europe” を基に作成

* 1 https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/political-guidelines-next-commission_en_0.pdf

* 2 https://ec.europa.eu/info/strategy/international-strategies/sustainable-development-goals/eu-holistic-approach-sustainable-development_en

デジタル技術の推進やデジタル変革(Digital Transformation; DX)に係る政策は、“デジタル時代にふさわしい欧州”(A Europe fit for the digital age)として、優先事項の一つとして重点的に取組まれている。本項目では、AIへの投資や規制枠組みの整備、データ利活用に向けたデジタル単一市場統一、データ共有基盤への投資等の強化など、図表(付)24-3に示す方針が示された。

図表(付)24-3 「デジタル時代に相応しい欧州」の主なポイント

分野	主なポイント
次世代技術(AI、IoT、5G)の標準化規制枠組みの構築	<ul style="list-style-type: none"> 特定の技術分野において、技術的主権の確保を目指す 5Gネットワークに関する共通規格策定の主導 「ブロックチェーン」「ハイパフォーマンスコンピューティング」「量子コンピューティング」「アルゴリズム」「データ共有・利用のためのツール」への投資と、グローバルな規範となる新世代技術の規格策定 AI倫理に関する欧州の協調的アプローチに向けた法案の提出 中期予算枠組みおよび官民連携を通じたAIへの優先投資
デジタル変革の実行 サイバー対策の取組促進	<ul style="list-style-type: none"> “デジタルサービス法”(Digital Service Act)により、デジタルプラットフォーム・サービス・製品の責任(信頼性)と安全性に関するルールを更新し、デジタル単一市場を形成 デジタル化とサイバーセキュリティは表裏一体として、“共同サイバーユニット”(Joint Cyber Unit)を通じた情報共有の加速化および自衛を強化 組織文化や将来に向けたマインドセットを変革し、欧州委員会の完全なデジタル化(俊敏かつ柔軟、透明性の高い機関への変革)を推進
教育とスキルを通じた市民のエンパワーメント向上	<ul style="list-style-type: none"> 2025年までの“欧州教育領域”(European Education Area)の実現 (例)学習障壁の撤廃、質の高い教育へのアクセス改善、複数国の教育システム移動の容易化 等 “デジタル教育行動計画”(Digital Education Action Plan)の更新による、若年層・成人双方のデジタル技能向上 “域内遊学や国外研修プログラム”(Erasmus+)の予算を3倍に拡充する欧州議会の提案への支持

出典：欧州委員会 “A Union that strives for more My agenda for Europe” を基に作成

2 科学技術政策の動向

次に、デジタル技術を含む科学技術全般に関する政策動向の概説を示す。欧州では、2014年から2020年までの研究・イノベーションを促進するプログラムとして総額約800億ユーロの“Horizon 2020”が実施してきた^{*3}(図表(付)24-4:①)。2021年から2027年までの次期プログラムとして新たに“Horizon Europe^{*4}”が公表された。“Horizon Europe”は、総額約955億ユーロの予算規模で、①卓越した科学、②グローバルな課題と欧州の産業競争力、③欧州のイノベーションの三つを柱として取組むことが示されている(図表(付)24-4:②)。

Horizon Europeに加え、欧州のDXを促進するためのプログラムとして、2021年～2027年のEU多年度予算の一部を拠出し、新たに“Digital Europe Programme”を設立することも公表された^{*5}(図表(付)24-4:③)。

* 3 <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/home>

* 4 https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en

* 5 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>

図表(付)24-4 ◀ 欧州における主な科学技術政策

No	プログラム名	概要
①	Horizon 2020	・2014年から2020年までの7年間で総額約800億ユーロの規模の研究・イノベーション促進プログラム
②	Horizon Europe	・2021年から2027年までの7年間で総額約955億ユーロの規模の研究・イノベーション促進プログラム
③	Digital Europe Programme	・2021年から2027年までの7年間で総額約76億ユーロの規模の、欧州のDXを促進するための研究開発プログラム

(1) Horizon 2020

Horizon 2020は、2014年から2020年まで取組まれてきた欧州の代表的な研究開発プログラムで、総額約800億ユーロの予算を確保するとともに、民間からの投資の呼び込みも行われてきた^{*3}。Horizon 2020では、「第1の柱：卓越した科学基盤の強化」「第2の柱：産業技術におけるリーダーシップの発揮」「第3の柱：社会的課題への取組」の三つの柱が設定され、世界最先端の研究課題から市民の日常生活に根差した社会問題に取組む研究まで幅広い分野を網羅し、基礎研究から市場展開までのすべての過程にわたって支援を行っている。また、これらとは別に以下に示す四つの注力分野を設定し、2018年から2020年の3年間で約70億ユーロの予算も計上している。

1. Building a low-carbon, climate resilient future
2. Connecting economic and environmental gains – the Circular Economy
3. Digitizing and transforming European industry and services
4. Boosting the effectiveness of the Security Union

注力分野3.は欧州の産業およびサービスのデジタル化と変革を目指すものであり、3年間で18億ユーロ、2020年分として欧州の自動運転ソリューションへの5,000万ユーロ、ヘルスケアソリューションへのAI適用への1億1,000万ユーロを含む6億4,910万ユーロの予算が計上されている。

(2) Horizon Europe

Horizon Europeは、2014年から2020年まで実施されたHorizon 2020の後継と位置づけられる研究プログラムで、2021年から2027年までの期間で総額955億ユーロの規模となっている^{*4}。プログラムは「第1の柱：卓越した科学」「第2の柱：グローバルな課題と欧州の産業競争力」「第3の柱：欧州のイノベーション」の三つの柱に加え、参加拡大と欧州研究圏の強化を目標としており、予算の内訳は図表(付)24-5のとおりとなっている。DXについては、「グローバルな課題と欧州の産業競争力」の中で六つの社会的課題群(クラスター)の一つとして取り上げられており、総額155億ユーロが確保されている(図表(付)24-6)。

図表(付)24-5 ➡ Horizon Europeの内訳

第1の柱 「卓越した科学」	250億	第2の柱 「グローバルな課題と 欧州の産業競争力」	535億	第3の柱 「欧州のイノベーション」	136億
欧州研究会議	160億	六つの社会的課題群 ・健康 ・文化、創造性、包摂的な社会 ・社会のための市民の安全 ・デジタル、産業、宇宙 ・気候、エネルギー、モビリティ ・食料、生物経済、資源、農業、環境	518億 (82億) (23億) (16億) (153億) (151億) (90億)	欧州イノベーション会議	101億
マリースクウォドフスカ・キュリー・アクション	66億			欧州イノベーション・エコシステム	5億
研究インフラ	24億	共同研究センター	20億	欧州イノベーション・エコシステム技術機構	30億
参加拡大と欧州研究圏強化					34億
参加拡大とエクセレンス普及	30億	欧洲研究・イノベーションシステムの改革・強化			4億
合計					955億

(単位：ユーロ)

※小数点以下を四捨五入しているため、小計と合計が一致しない場合がある
出典：欧州委員会“Horizon Europe, budget”を基に作成^{*6}

図表(付)24-6 ➡ Horizon Europeにおける「グローバルな課題と欧州の産業競争力」の
六つの社会的課題群の概要

No.	クラスター名	対象分野	
1	健康	・生涯を通じた健康 ・非感染性疾患と希少疾患 ・個別化医療を含むヘルスケアのためのツール、技術、デジタルソリューション	・環境的健康および社会的健康の決定要因 ・貧困に関連した疾患および顧みられない疾患(neglected disease)を含む感染症 ・ヘルスケアシステム
2	文化、創造性、包摂的な社会	・民主主義とガバナンス ・社会・経済変革	・文化、文化遺産、創造性
3	社会のための市民の安全	・災害に強い社会 ・保護とセキュリティ	・サイバーセキュリティ
4	デジタル、産業、宇宙	・製造技術 ・先進材料 ・次世代インターネット ・循環型産業 ・地球観測を含む宇宙分野	・量子技術を含むキーとなるデジタル技術 ・AIとロボティクス ・アドバンストコンピューティングとビッグデータ ・低炭素・クリーンな産業 ・実現可能な先端技術
5	気候、エネルギー、モビリティ	・気候科学とソリューション ・エネルギー・システムとグリッド ・コミュニティと都市 ・輸送における産業競争力 ・スマートモビリティ	・エネルギー供給 ・エネルギー大転換における建物と産業用施設 ・クリーン、安全でアクセス可能な輸送とモビリティ ・エネルギー貯蔵
6	食料、生物経済、資源、農業、環境	・環境観測 ・農林業と農村地域 ・循環システム ・フードシステム ・生物多様性と天然資源	・海、大洋、内海 (Seas, oceans and inland waters) ・欧州におけるバイオベースのイノベーションシステム ・バイオエコノミー

出典：欧州委員会“Horizon Europe – THE NEXT EU RESEARCH & INNOVATION INVESTMENT PROGRAMME (2021-2027)”を基に作成^{*7}

* 6 <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f107d76-acbe-11eb-9767-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-240662875>

* 7 https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/presentations/horizon_europe_en_investing_to_shape_our_future.pdf

(3) Digital Europe Programme

Digital Europe Programmeは、欧州のDXを促進するため2021年度から2027年度までの多年度予算の一部から新たに設立された研究開発プログラムである^{*5}。予算規模は総額76億ユーロで、「ハイパフォーマンスコンピューティング」「AI」「サイバーセキュリティ」「高度・実践的なデジタルスキル」「経済・社会での広範なデジタル活用」に関するプロジェクトの支援が示されている。本プログラムの資金は、Horizon Europeのほか、デジタルインフラの整備に関する“Connecting Europe Facility”等、他の研究プログラムの資金を補完するものと位置づけられている(図表(付)24-7)。

図表(付)24-7 Digital Europe Programmeの概要および投資金額の内訳

分野	予算規模	概要
ハイパフォーマンスコンピューティング	22億ユーロ	<ul style="list-style-type: none">・2022～2023年までに、世界級エクサスケール(毎秒10億回を計算)のスーパーコンピュータ構築・中小企業を含め、健康・環境・セキュリティ等でのユースケース拡大
AI	21億ユーロ	<ul style="list-style-type: none">・欧州データ空間を構築し、大規模データや信頼性の高いクラウドインフラへのアクセスを促進・モビリティ、健康、環境と気候、製造等に関する、既存AI試験、実証施設の強化
サイバーセキュリティ	16億ユーロ	<ul style="list-style-type: none">・加盟国とともに、先進的なサイバーセキュリティ機器・ツールおよびデータインフラの支援・EU全域での高セキュリティシステム構築、後半かつ最新のソリューション(量子通信)配置
高度・先端的なデジタルスキル	6億ユーロ	<ul style="list-style-type: none">・起業家や小規模事業者向け短期的トレーニング、学生や若手起業家向けOJT拡充・学生やIT専門家向け、長期的トレーニングの設計および開発
経済・社会での広範なデジタル活用	11億ユーロ	<ul style="list-style-type: none">・各地域へのイノベーションハブの設置、企業によるDX事業機会捕捉・EUの公的機関を支援し、ブロックチェーン等の最先端技術の導入とアクセスに対する信頼構築

出典：欧州委員会 “The Digital Europe Programme” を基に作成

③ デジタル関連の制度政策

次に、DX関連の制度・政策の概要を示す。欧州では、デジタル技術の活用によるEU域内の基盤統合および競争力強化等に向け、2015年よりデジタル単一市場(Digital Single Market)と呼ばれる戦略に基づいて環境整備が行われてきた(図表(付)24-8：①)。2018年には個人データの保護と管理のルールを定めた規則一般データ保護規則(GDPR)(図表(付)24-8：③)の適用が開始された。2019年にフォン・デア・ライエン欧州委員長の就任後、全体戦略として「欧州のデジタルの未来を形成する(Shaping Europe's digital future)」が公表され^{*8}、「市民」「企業」「環境」の立場からDXの重要性やメリットが打ち出された(図表(付)24-8：④)。また、2021年3月には、コロナ禍からの復興基金をデジタル化へ割り当てる際に、実現すべき具体的な数値目標や枠組みの設定等を定めた“2030 Digital Compass”が公表され^{*9}、デジタル化に向けた取組が進められている(図表(付)24-8：⑤)。

以下、主なデジタル戦略(図表(付)24-8:①④⑤)を(1)から(3)で述べる。また、具体的施策について(4)にて述べる。

* 8 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europe-digital-future_en

* 9 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europe-s-digital-decade-digital-targets-2030_en

図表(付)24-8 欧州における主要なデジタル戦略

No	公表時期	政策名
①	2015年5月	・デジタル単一市場(Digital Single Market)
②	2016年4月	・クラウドイニシアチブ(Cloud Initiative)
③	2018年5月	・一般データ保護規則(GDPR)
④	2020年2月	・欧州のデジタルの未来を形成する(Shaping Europe's digital future)
⑤	2021年3月	・2030 Digital Compass

出典：各種公表資料を基に作成

(1) Digital Single Market

欧州におけるデジタル政策は、2015年の“デジタル単一市場”(Digital Single Market)戦略に端を発する。デジタル単一市場とは、EU加盟国間で分断されているデジタル市場の統合を目指すもので、電子商取引(eコマース)簡便化に関する統一ルールのほか、個人情報保護、サイバーセキュリティ、オンラインプラットフォーム等、デジタル市場形成のための環境整備が進められてきた。

本戦略は以下の三つの柱から構成され、具体的な取組として図表(付)24-9に示す項目がある^{*10}。

1. アクセス(域内全体のデジタル商品やサービスへの消費者や企業のアクセス向上)
2. 環境(デジタルネットワークと革新的なサービスが繁栄する市場環境を整備)
3. 経済と社会(デジタル経済の成長ポテンシャルを最大化)

図表(付)24-9 デジタル単一市場戦略における取組

1. アクセス	
(1)	国境を越えた電子商取引を容易にするルール整備
(2)	消費者保護制度の迅速かつ一貫性をもつての強化
(3)	宅配サービスの効率化と低価格化
(4)	地理的な要因に起因する不利益の排除
(5)	欧州における電子商取引市場に関する不正競争の調査
(6)	より近代的な欧州の著作権法整備
(7)	衛星およびケーブルに関する指令の見直し
(8)	加盟国間で異なる付加価値税による負担の軽減
2. 環境	
(9)	欧州の電気通信規制の見直し
(10)	視聴覚メディアの規制の見直し
(11)	市場におけるオンラインプラットフォームの包括的な分析
(12)	個人データなどに係るデジタルサービスの信頼とセキュリティ強化
(13)	オンラインネットワークにおけるサイバーセキュリティ関連業界との協力
3. 経済と社会	
(14)	“European free flow of data initiative” の提案
(15)	重要領域での標準化と相互運用性の優先順位の定義
(16)	市民がインターネットの機会をつかみ、就職の可能性を高めるスキルを持つデジタル社会の推進

出典：欧州委員会 “A Digital Single Market for Europe: Commission sets out 16 initiatives to make it happen” を基に作成

* 10 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_15_4919

本戦略は2019年まで実施され、同年11月に成果を取りまとめたファクトシートが公表された。ファクトシートでは、具体的な成果として、5年間で30件の関連立法の提案が行われ、検討中の2件を除く28件が合意または最終決定に至ったことのほか、「デジタルで接続された欧州の創出」「消費者と事業者のデジタル上の障壁の撤廃」「欧州のデジタルの未来への投資」の観点から、図表(付)24-10に示す項目が挙げられている^{*11}。

図表(付)24-10 デジタル単一市場戦略の成果

1. デジタルで接続された欧州の創出	
(1)	2,800の自治体へ公共施設にWi-Fiホットスポットを設置するための15,000ユーロの補助金を支給
(2)	周波数調整の改善により、2023年までに周波数利用サービスの価値が年間1兆ユーロまで増大
(3)	2020年までに、市民や企業のオンライン行政手続きの入口を統一
2. 消費者と事業者のデジタル上の障壁の撤廃	
(4)	欧州の市民は、他の加盟国の滞在中も映像配信や電子書籍等のオンラインサービスを利用可能
(5)	欧州域内での移動におけるローミング料金の撤廃
(6)	消費者保護規則とデジタル契約規則の改訂による、消費者保護およびサービス利用時の安心感の拡大
(7)	ジオブロッキング ^{*12} に関する規制策定を通じた、オンラインサービスの利用に係る地理的制約の撤廃
(8)	価格の透明性向上や規制当局の監視強化による、宅配サービスの効率化と低価格化の実現
(9)	越境での放送コンテンツ提供に関する新たなルールの導入による、消費者のアクセス性の向上
(10)	視覚障害者がアクセス可能なフォーマット(点字、デイジー棟)に関するルールの策定
(11)	国境を越えたデータの保存と処理に関する統一ルールの策定
(12)	オンラインプラットフォームに関する規則の制定
(13)	欧州内外での偽情報対策の取組を強化するための行動計画の採択
3. 欧州のデジタルの未来への投資	
(14)	競争力確保と欧州の価値観の両立に向け、AIの開発・利用のルール形成に向けた協力の必要性を確認
(15)	30カ国が参加する10億ユーロ規模のハイバフォーマンスコンピューティング共同事業を2018年に開始
(16)	欧州ネットワーク・情報セキュリティ機関の役割を強化するサイバーセキュリティ法を制定

出典：欧州委員会 “A Digital Single Market for the benefit of all Europeans” を基に作成

(2) Shaping Europe's digital future

2020年2月に、「デジタル時代にふさわしい欧州」の具体的な内容を示すコミュニケーション(政策文書)^{*13}として、「欧州のデジタルの未来を形成する」(Shaping Europe's digital future)が公表された。

本戦略では、今後5年間のデジタル分野における三つの柱として「人々のための技術」(Technology works for the people)、「公正で競争力のあるデジタル経済」(A fair and competitive digital economy)、「開放的・民主的かつ持続可能な社会」(An open, democratic and sustainable society)が掲げられ、デジタル技術の開発とカーボンニュートラルに向けたデジタル技術活用のアプローチが盛り込まれている。なお、本戦略がもたらす恩恵は、図表(付)24-11のとおり「市民」「企業」「環境」の立場から整理されている。

本戦略の特徴として、「環境」がデジタル戦略において実現すべき目標として取り上げられており、政策全体の目標のうち “A European Green Deal” の実現への寄与が強調されていることから、企業等に

* 11 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-single-market-benefit-all-europeans>

* 12 インターネットコンテンツの配信等について、利用者の地理的位置によって制限を加えること。

* 13 法案の提出に先立ち、政策方針を説明した指針として欧州委員会が公表する文書を指す。

おける経済活動においても、今後いっそう同分野の重要性が高まっていくことが見込まれる^{*14, *15}。

図表(付)24-11 「欧州のデジタルの未来を形成する」に期待されるメリット

主体	期待される恩恵
市民	<ul style="list-style-type: none"> ・個人の健康記録へのアクセス性向上を通じた研究・診断・治療の個別最適化による、医療サービスの充実 ・デジタル技術への生涯に渡るアクセス性向上と訓練によるデジタルスキルの強化 ・プライバシーを保護しつつ、政府や企業との迅速な個人情報のやり取りの実現 ・各個人でのエネルギー生産の実現によるコスト削減とスマートグリッドの実現 ・AI、ビッグデータ、5G通信等の活用による、より環境負荷の低い農業の実現 ・電子機器のリサイクル率向上による貴金属等の有効活用 ・電子機器のライフサイクル延長による環境負荷低減 ・車両と交通インフラの連携加速による交通機関の利便性向上 ・多様で信頼できるメディアコンテンツへのアクセスによる偽情報への対処
企業	<ul style="list-style-type: none"> ・高品質な産業データへのアクセスによるコスト削減や生産性の向上 ・欧州単一市場へアクセスする際のルールを整備したデジタルサービス法により、AIを活用するスタートアップ等のイノベーションを促進 ・デジタル社会に即した競争ルールの整備 ・デジタル人材育成やインフラ整備を通じた、企業のリソース不足の解消 ・中小企業支援戦略の策定による、AIスタートアップの支援強化
環境	<ul style="list-style-type: none"> ・新産業戦略の採択による、DXとグリーン変革の支援 ・デジタルツインを開発するイニシアチブの推進等を通じた、環境災害の予測・管理能力の向上 ・ICT産業のエネルギー効率の向上やリサイクル製品の利用促進等を通じた、循環型経済の支援 ・製品ライフサイクルの延長を通じた循環型経済の加速 ・データセンターにおける再生可能エネルギーの利用促進 ・環境保護分野におけるAI等の先端技術の活用 ・スマートな交通システムの促進による交通渋滞の抑制 ・ICT製品やサービスにおける、グリーンな公共調達に関する規則の適用

出典：欧州委員会“Shaping Europe's digital future”を基に作成

(3) 2030 Digital Compass

2021年3月には、“2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade”（2030デジタルコンパス：デジタルの10年に向けた欧州の方法）と題したコミュニケーションが公表された。本文書は、新型コロナウイルス感染症の拡大によりデジタル化が加速する中で、復興基金の中核政策「復興レジリエンス・ファシリティー（Recovery and Resilience Facility; RRF）」^{*16}の20%をデジタル化へ割り当てるため、デジタル化の具体的な数値目標や枠組みの設定を定めたものとなっている。デジタル化の数値目標は「デジタルリテラシーの向上と高度デジタル人材の育成」「安全・高性能・接続可能なデジタルインフラの整備」「ビジネスのデジタル技術活用」「公的サービスのデジタル化」の観点から、図表(付)24-12に示す項目が挙げられている。

* 14 EU加盟国とノルウェー・アイスランド各國政府が環境のためのデジタル技術の使用を加速する宣言へ署名した。
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-countries-commit-leading-green-digital-transformation>

* 15 26の企業が、DIGITALDAY 2021において欧州グリーンデジタル連合を設立し、環境に配慮したデジタル技術やサービス開発等に投資を行うこと等を示した。
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/companies-take-action-support-green-and-digital-transformation-eu>

* 16 コロナ禍に対するEU加盟国への復興支援策で2021年から2027年まで総額7,238億ユーロの規模となっている。デジタル化に係る施策へは1,495億ユーロの予算を確保する見通し。
https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_en

図表(付)24-12 デジタルコンパスで定められた2030年までの目標

観点	2030年までの目標
デジタルリテラシーの向上 と高度デジタル人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> ・成人(16～79歳)の80%が基礎的なデジタル技術を取得(2020年は58.3%) ・情報通信技術(ICT)専門人材を2,000万人に拡大(2019年は780万人)
安全・高性能・接続可能な デジタルインフラの整備	<ul style="list-style-type: none"> ・全家庭にギガビット通信を接続(2020年は59%)、すべての居住地域で第5世代移動通信システム(5G)を提供(2021年は14%) ・次世代半導体のEU域内生産の世界シェア20%以上(2020年は10%)を目指すなど、域内生産の拡大 ・気候中立に対応した高セキュリティなエッジノードを1万台配備し、域内のあらゆる地域のビジネスに対してデータサービスへの遅延のないアクセスを保証(2020年は配備なし) ・2030年までに量子情報処理技術で世界をリードするために、2025年までにEU初となる量子コンピュータを導入
ビジネスのデジタル技術活用	<ul style="list-style-type: none"> ・域内企業の75%がクラウドサービス(2020年は26%)、ビッグデータ(2020年は14%)、人工知能(AI)(2020年は25%)などの技術を活用 ・域内中小企業の90%以上が最低限の基礎的デジタル技術を活用(2019年は61%) ・EUのユニコーン企業(企業価値10億ドルを超えるスタートアップ企業)を250社に倍増(2021年は122社)
公的サービスのデジタル化	<ul style="list-style-type: none"> ・すべての主要な公的サービスをオンラインで利用可能に ・すべてのEU市民が電子医療記録にアクセス可能に ・80%のEU市民がデジタルIDを利用

出典：欧州委員会 “Europe's Digital Decade: digital targets for 2030” を基に作成

また本戦略では、上記で定められたデジタル化を実現するためのフレームワークとして、年次報告書の作成によるフォローアップを行うことが示されている。さらに、目標達成に遅延の見られる加盟国に対しては、勧告を出すだけでなく、技術支援を提供する予定とした。また、デジタル化には巨額の予算が必要となることから、RRFの活用とともに、とくに大規模プロジェクトに関しては、EUと加盟国の予算の共同利用や民間からの投資を促進する「複数国プロジェクト(Multi-Country Project)」を提案することも示された。

(4) デジタル戦略を踏まえた主な取組

欧州のDXに関する全体戦略を踏まえ、欧州委員会が進める具体的な主な取組を図表(付)24-13に示す。「AI」「データ戦略」「デジタル市場/デジタルサービス」などの分野で大きな動きが見られる。

図表(付)24-13 デジタル戦略を踏まえた欧州の主な取組

No	政策分野	主な取組										
①	AI	<ul style="list-style-type: none"> 「人間中心のAI」の実現を目指し、2020年2月に「AI白書(White Paper on Artificial Intelligence)」を公表。普及加速の促進を図るため、アクションプランが示されている。 具体的な政策パッケージとして、2021年4月に「AI規制法案(Proposal for a Regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence)」や「AI協調計画：2021年改訂(Coordinated Plan on Artificial Intelligence 2021 Review)」を公表。「AI白書」で提示された“Risk-Based Approach”に則り、AI活用におけるリスクを「受容できないリスク」～「極小リスク/リスクなし」の4段階に分類し、リスクに応じた規制枠組みが提案されている(下図)。 <p style="text-align: center;">AI規制法案におけるAI活用のリスク分類</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>対象</th> <th>利用条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> 潜在意識に作用するAI 子どもや精神障害者等を対象とする挙取行為 政府による社会的スコアの一般的な利用 公的空間での法執行目的での遠隔生体認証のリアルタイム利用 等 </td> <td>禁止</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> 産業機械、医療機器等、法律で第三者規制の対象となっているもの 特定分野のシステム (例)<ul style="list-style-type: none"> 重宝インフラの管理・運用 移住、亡命および国境管理 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 当該AIシステムの提供開始前に、同規制案の規定要件の適合性評価手続の実施 提供開始後における、リスクや品質管理の実施 </td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> 自然人と相互作用するシステム 感情推定や生体情報に基づくカテゴリー形成 ディープフェイク </td> <td>AIシステムが利用されていること(透明性)の提示</td> </tr> <tr> <td>上記以外のAIシステム</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 義務はとくにないが、行動指針の作成等によるハイリスクAIに対する要求事項の自主的な遵守を推奨 </td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：欧州委員会 “Excellence and trust in artificial intelligence” を基に作成^{*17}</p> <ul style="list-style-type: none"> AI規制法案と同時に、“AI協調計画：2021年改訂”(Coordinated Plan on Artificial Intelligence 2021 Review)が公表された^{*18}。AIの開発と普及の強化や、AI規制の調和を目指し、欧州委員会と加盟国の共同行動が提案され、今後10年間で年間200億ユーロの投資を目指すこと等が示されている。 	対象	利用条件	<ul style="list-style-type: none"> 潜在意識に作用するAI 子どもや精神障害者等を対象とする挙取行為 政府による社会的スコアの一般的な利用 公的空間での法執行目的での遠隔生体認証のリアルタイム利用 等 	禁止	<ul style="list-style-type: none"> 産業機械、医療機器等、法律で第三者規制の対象となっているもの 特定分野のシステム (例)<ul style="list-style-type: none"> 重宝インフラの管理・運用 移住、亡命および国境管理 	<ul style="list-style-type: none"> 当該AIシステムの提供開始前に、同規制案の規定要件の適合性評価手続の実施 提供開始後における、リスクや品質管理の実施 	<ul style="list-style-type: none"> 自然人と相互作用するシステム 感情推定や生体情報に基づくカテゴリー形成 ディープフェイク 	AIシステムが利用されていること(透明性)の提示	上記以外のAIシステム	<ul style="list-style-type: none"> 義務はとくにないが、行動指針の作成等によるハイリスクAIに対する要求事項の自主的な遵守を推奨
対象	利用条件											
<ul style="list-style-type: none"> 潜在意識に作用するAI 子どもや精神障害者等を対象とする挙取行為 政府による社会的スコアの一般的な利用 公的空間での法執行目的での遠隔生体認証のリアルタイム利用 等 	禁止											
<ul style="list-style-type: none"> 産業機械、医療機器等、法律で第三者規制の対象となっているもの 特定分野のシステム (例)<ul style="list-style-type: none"> 重宝インフラの管理・運用 移住、亡命および国境管理 	<ul style="list-style-type: none"> 当該AIシステムの提供開始前に、同規制案の規定要件の適合性評価手続の実施 提供開始後における、リスクや品質管理の実施 											
<ul style="list-style-type: none"> 自然人と相互作用するシステム 感情推定や生体情報に基づくカテゴリー形成 ディープフェイク 	AIシステムが利用されていること(透明性)の提示											
上記以外のAIシステム	<ul style="list-style-type: none"> 義務はとくにないが、行動指針の作成等によるハイリスクAIに対する要求事項の自主的な遵守を推奨 											
②	データ戦略	<ul style="list-style-type: none"> 2020年2月に「欧州データ戦略(A European Strategy for Data)」を公表^{*19}。その具体的な政策パッケージとして2020年11月に「欧州データガバナンス規制法案(Regulation on data governance)」を公表^{*20}。 同戦略では、「欧州単一市場全体でのデータ活用」「生産性向上」「競争市場の拡大」「透明性のあるガバナンス」「公共サービスの改善」等、データ経済への包括的なアプローチへの寄与が図られている。 GAFA等、米国の巨大IT企業や中国企業による個人データの寡占化が懸念される中、欧州の企業が産業データを共有できる仕組みを構築し、産業データ活用による欧州企業等の競争力を高めようとする動きの一つと見られる。 										
③	デジタル市場/ デジタルサービス	<ul style="list-style-type: none"> 「ゲートキーパー」として認定された大規模オンラインプラットフォーム事業者に対し、自社の提供するサービスやデータの取扱いに関する禁止義務やデジタル企業の買収時の事前通知等を定める規制を定める「デジタル市場法(Digital Markets Act)」の法案を2020年12月に公表^{*21}。 大規模なオンラインプラットフォーム事業者に対して、違法コンテンツの流通や意図的な情報操作等に対するリスク評価を実施し、それに応じたコンテンツの修正や広告表示の制限など、合理的な範囲での効果的なリスク緩和措置を求める「デジタルサービス法(Digital Service Act)」の法案を2020年12月に公表^{*22}。 										

* 17 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/excellence-trust-artificial-intelligence_en

* 18 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/coordinated-plan-artificial-intelligence-2021-review>

* 19 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/strategy-data>

* 20 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/data-governance-act>

* 21 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/digital-markets-act-ensuring-fair-and-open-digital-markets_en

* 22 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/digital-services-act-ensuring-safe-and-accountable-online-environment_en

No	政策分野	主な取組
④	産業政策	<ul style="list-style-type: none"> ・産業競争力の維持やカーボンニュートラル、デジタル化への対応を掲げた「新産業戦略」を2020年3月に公表^{*23}。その後、(1)コロナ禍で露呈した脆弱性への対処や、(2)オープンな戦略的自律性の強化、(3)事業環境の変化への対応の後押し等について記載した「新産業戦略」の更新版を2021年5月に公表。 ・(1)では、緊急対処策の策定やビジネスに関する各種基準の調和等、(2)では、国際パートナーシップやアライアンスの推進等を、(3)では移行に向けたアクションプランや多国間プロジェクトの実施等を、それぞれ提案している。
⑤	ハイパフォーマンスコンピューティング	<ul style="list-style-type: none"> ・ハイパフォーマンスコンピューティングの活用目的として、気候変動の影響の監視や創薬、各種製造業における研究開発を挙げ、歐州次期予算における重点的な投資領域として特定^{*24}。
⑥	サイバーセキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> ・2020年12月に、新たなサイバーセキュリティ戦略を公表^{*25}。サイバー脅威に対する歐州のレジリエンスを強化し、信頼できるサービスやデジタルツールの恩恵を受けられるようにすることを目指す。 ・個別の取組として、“ネットワークおよび情報システムのセキュリティに関する指令”(Network and Information Systems Directive; NIS Directive)の見直し^{*26}や、復興基金からサイバーセキュリティへの追加投資等が打ち出された。
⑦	デジタルスキル	<ul style="list-style-type: none"> ・2025年までに成人の70%が基本的なデジタルスキルを身につけることを目標に、European Skills AgendaとDigital Education Action Planにおいて目標を設定。また、デジタルスキルに関する情報やトレーニングと資金調達の機会を提供するイニシアティブとして、European Digital Skills and Jobs Platformを開始^{*27}。
⑧	接続性	<ul style="list-style-type: none"> ・地域コミュニティで無料のWi-Fiホットスポットの整備を行うWiFi4EUイニシアティブをはじめ、情報通信分野におけるインフラ整備および標準化を推進。今後は、2025年までの歐州の全家庭における高速インターネットの接続、および2030年までのギガビット接続へのアクセスを目指す^{*28}。
⑨	デジタルID	<ul style="list-style-type: none"> ・EU域内の市民、居住者、企業が利用できるデジタルIDに関する取組として、電子署名、eタイムスタンプ、ID、Web認証、eSeal、電子登録配達サービス等を提供^{*29}。現在、14%にとどまるeIDシステムによる国境を越えた認証へ対応する公共分野のサービスプロバイダーの割合の引き上げ等に取組んでいる。

出典：歐州委員会 “A Europe fit for the digital age”^{*2}を基に作成

図表(付)24-13には歐州委員会の進める、デジタル戦略を踏まえた主な取組を示したが、歐州のデジタル主権確保に関連して、ドイツでは2019年10月に“GAIA-X”的構想が公表された^{*30}。本取組は、ドイツに多数存在する中堅企業を含め、歐州企業の有する機密性の高い顧客データや産業データ等が、米国や中国のクラウドに蓄積されていることへの課題意識から、歐州独自のデータ基盤を構築することで、歐州におけるデータ主権の確保が目指されている。上記の目標を実現するため、「欧州のデータ保護」「開放性と透明性」「真正性と信頼」「デジタル主権と自己決定」「自由な市場アクセスと欧州の価値創造」「モジュール性と相互運用性」「使いやすさ」の七つの原則のもと、使いやすく、競争力のある、安全で信頼できる連合データインフラの整備を進めている。

ドイツによる本取組の構想発表後に参画したフランスも、2021年5月に“国家クラウド戦略”(Stratégie nationale pour le Cloud)を発表した^{*31}。“信頼のおけるクラウド”(Cloud de confiance)と呼ばれるラベル認証制度を導入し、企業や行政機関に対して、欧州の価値観を尊重したデータ処理が確保

* 23 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-industrial-strategy_en

* 24 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/high-performance-computing>

* 25 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/cybersecurity-policies>

* 26 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/nis-directive>

* 27 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/digital-skills-and-jobs>

* 28 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/connectivity>

* 29 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-digital-identity_en

* 30 <https://www.data-infrastructure.eu/GAIAX/Navigation/EN/Home/home.html>

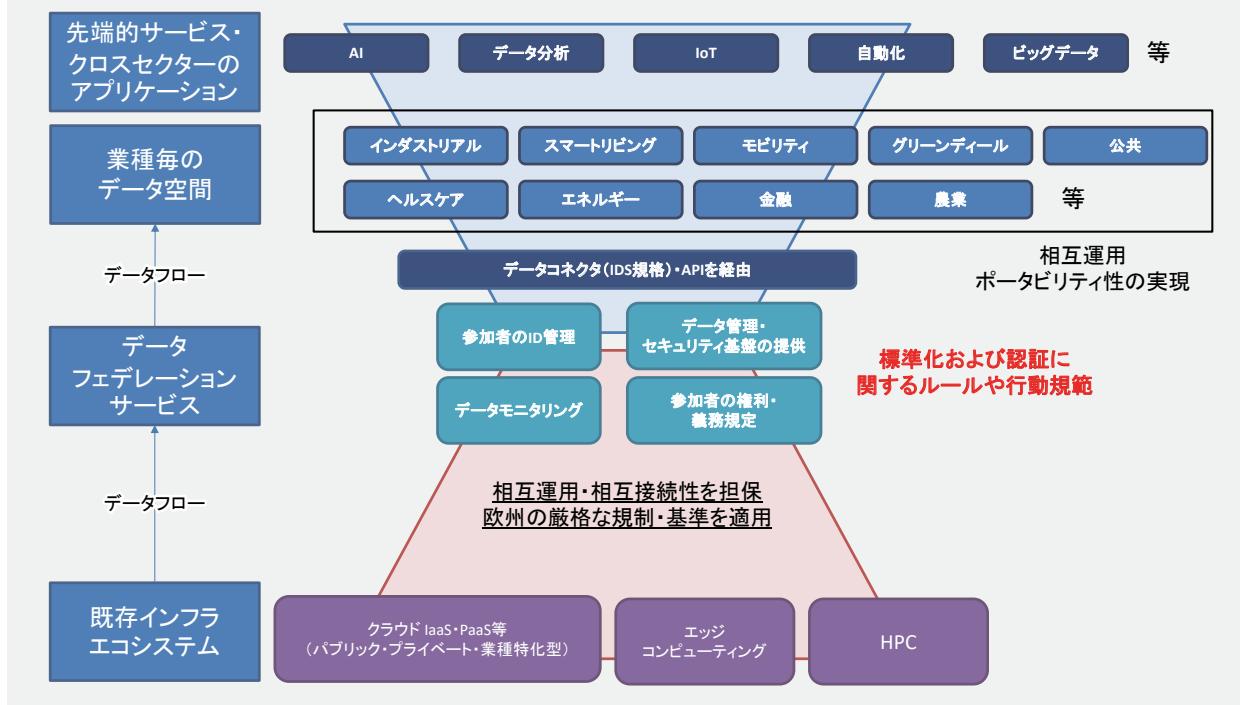
* 31 <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/numerique/strategie-d-acceleration-cloud>

されたクラウドサービスの利用を求めており、データ主権に対する危機感が高まっている。

GAIA-Xは、さまざまなクラウドサービスを単一システム上で統合する分散型のデータ流通基盤で、データへのアクセスを制御する仕組みを取り入れることにより、機密データとそれ以外のデータを区別しながら、サービスを越えてデータを共有することが可能となっている(図表(付)24-14)。GAIA-Xによって、各社の提供する既存のクラウドサービス等で得られたデータ(図中「既存インフラエコシステム」)は、IDSコネクタやAPIを経由して、EUで定められたルールに則り(「データフェデレーションサービス」)ながら他分野や他社へ共有、活用することが可能となる(「異種毎のデータ空間」)。とくに、ルールに関しては、顧客から許可されない限り、プロバイダーへのアクセスを認めないとといったデータ保護の仕組みや、参画事業者におけるデータ保護要件への準拠を定期的に確認するため、第三者によるプロバイダーの認証義務の設定といった透明性の確保が図られている。

本取組は、ドイツのSAPやフランスAtos等、欧州の企業が設立メンバーとして参画するが、米国のMicrosoftやIBM、中国のAlibabaのほか、日本からもNTTや富士通等、世界各地の企業が参画し、データ連携基盤の官民イニシアティブの代表例として認識されつつある。官民連携については、EU27カ国が2020年10月に“Building the next generation for businesses and the public sector in EU”と題した共同宣言を発表しており、各国政府で企業・公的部門向けの次世代クラウド構築に関する関心が高まっていることがうかがえる。

図表(付)24-14 GAIA-Xの概要



出典：GAIA-X “GAIA-X; Technical Architecture” 等を参考に作成^{*32}

* 32 https://www.data-infrastructure.eu/GAIAX/Redaktion/EN/Publications/gaia-x-technical-architecture.pdf?__blob=publicationFile&v=5

4 欧州のAI関連の制度政策

(1) EU

EUのAI政策は、「人間中心のAI」をテーマとし、とくに倫理的・法的課題を重視していることが特徴的である。実際に、欧州委員会は、2018年6月に設立されたAIに関するハイレベル専門家グループ(High-Level Expert Group on Artificial Intelligence; AI HLEG)と共同で“Ethics Guideline for Trustworthy AI”(信頼できるAIのための倫理ガイドライン)を2019年4月に公表した(図表(付)24-15:①)*³³ほか、本ガイドラインの試行運用の結果を踏まえ、2020年7月には“信頼できるAIのための自己評価リスト”(Assessment List for Trustworthy Artificial Intelligence for self-assessment)も公表している*³⁴(図表(付)24-15:④)。

欧州議会においても、AIに関するレポートとして“AI・ロボット・関連技術に関する倫理フレームワーク”(European framework on ethical aspects of artificial intelligence, robotics and related technologies)や“AI民事責任レジーム”(Civil liability regime for artificial intelligence)を採択し、ハイリスク分野でのAI活用に対する考慮事項を提案している(図表(付)24-15:⑤、⑥)。上記の提案を受け、欧州委員会がAI規制法案を公表する等、「人間中心のAI」として提示されている、AI活用リスクに応じた規制枠組みは、EU全体で検討が進められている(図表(付)24-15:⑦)。

図表(付)24-15 2019年以降に発表された、主なAI関連の制度政策

No	発行年月 発行・実施機関	名称	概要
①	2019年4月 欧州委員会 AI HLEG	信頼できるAIのための倫理ガイドライン (Ethics Guidelines for Trustworthy AI)* ³⁵	個人のデータ保護や透明性など、AIの基本原則を示すガイドライン。 ①法律の遵守義務、②倫理的原則の履行義務、③頑健性の義務をフレームワークとし、重要要素として(1)人間の主体性と監督、(2)技術的な頑健性と安全性、(3)プライバシーとデータのガバナンス、(4)透明性、(5)多様性、非差別、公平性、(6)社会福祉、環境福祉、(7)説明責任の7項目を提示。
②	2019年6月 AI HLEG	信頼性を備えるAIのための政策と投資の提言 (Policy and investment recommendations for trustworthy Artificial Intelligence)* ³⁶	「信頼できるAIのための倫理ガイドライン」を踏まえ、AIがもたらす効用を実現するために公表された提言。提言は33項目からなり、AIによる好影響が期待される①人間と社会全般、②民間部門、③公共部門、④研究開発の4分野に焦点をあて、そのために必要な⑤データの可用性とインフラ、⑥適切なスキルとAIのための教育、⑦適切なガバナンスと規制、⑧資金調達、について言及。
③	2020年2月 欧州委員会	AI白書 (White Paper on Artificial Intelligence)* ³⁷	欧州全体のデジタル政策の方針を示す政策指針の具体的な施策の一環として公表。欧州における「信頼性」および「安全性」を備えたAIの発展を実現するための政策オプションを示すことを目的とする。

* 33 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>

* 34 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/assessment-list-trustworthy-artificial-intelligence-alta-i-self-assessment>

* 35 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>

* 36 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/policy-and-investment-recommendations-trustworthy-artificial-intelligence>

* 37 https://ec.europa.eu/info/publications/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-and-trust_en

No	発行年月 発行・実施機関	名称	概要
④	2020年7月 欧州委員会 AI HLEG	信頼できるAIのための自己評価リスト (Assessment List for Trustworthy Artificial Intelligence for self-assessment)	「信頼できるAIのための倫理ガイドライン」における「AIの信頼に関するガイドライン」に示される、AIの信頼性実現のために遵守すべき要件について、自己評価を行うためのチェックリスト。
⑤	2020年10月 欧州議会	AI・ロボット・関連技術に関する倫理フレームワーク (European framework on ethical aspects of artificial intelligence, robotics and related technologies) ^{*38}	基本的権利と安全を侵害し、個人や社会に障害や危害を及ぼすものを「ハイリスクAI」として認識し、ハイリスクに該当する産業分野や使用目的等をリストで提示。
⑥	2020年10月 欧州議会	AI民事責任レジーム (Civil liability regime for artificial intelligence) ^{*39}	製造物責任指令を改正し、AIにも適用。同法の下、AIにより危害を受けた者に、AIシステムの責任関係、ライフサイクルの範囲内で賠償請求を認める。
⑦	2021年4月 欧州委員会	AI規制法案 (Proposal for a Regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence) ^{*40}	AI活用におけるリスクを4段階に分類し、リスクに応じた規制枠組みの実施の必要性が示されている。
⑧	2021年4月 欧州委員会	AI協調計画：2021年改訂版 (Coordinated Plan on Artificial Intelligence 2021 Review)	AIの開発と普及の強化や、AI規制の調和を目指し、欧州委員会と加盟国との共同行動を提案。加盟国や民間資金を呼び込み、今後10年間で年間200億ユーロの投資を目指すことなどが示されている。

出典：各種公表資料を基に作成

(2) 英国

英国のAI政策として、2018年4月に公表されたAIセクターディール(AI Sector Deal)が挙げられる^{*41}。AIセクターディールでは、アイデア、人材、インフラ、ビジネス環境、地域／コミュニティの観点で、具体的な取組が掲げられたほか、民間からの投資も含めて約10億ポンドの投資が行われることが示されている。2021年5月には、「AIセクターディールの下での成果」(Achievements under the AI Sector Deal)が公表され、上記の観点から成果が取りまとめられている。また、全体戦略を踏まえた取組として、2020年6月には「政府調達におけるAIガイドライン(Guidelines for AI Procurement)」が公表された^{*42}。本ガイドラインは、公共部門がAIソリューションを導入してサービスの改善を行う際の基本原則や、調達にあたって発生する可能性のある課題への対応策が示されている。

今後のAI政策の方向性について、2021年3月に「技術的な10の優先事項」(Our 10 Tech Priorities)が公表され、2021年内に新たなAI戦略を公表するとしている^{*43}。今次策定される戦略は、2021年1月にAI評議会が発表した“AI roadmap”を参照し、「AIの普及による経済成長」「倫理的、安全かつ信頼性の高いAIの責任ある開発」「スキル、人材、研究開発の重点化による変化への対応力」に焦点が当てられることが示されている^{*44}。

* 38 [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/654179/EPRS_STU\(2020\)654179_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/654179/EPRS_STU(2020)654179_EN.pdf)

* 39 [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/654178/EPRS_STU\(2020\)654178_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/654178/EPRS_STU(2020)654178_EN.pdf)

* 40 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/excellence-trust-artificial-intelligence_en

* 41 <https://www.gov.uk/government/publications/artificial-intelligence-sector-deal/ai-sector-deal>

* 42 <https://www.gov.uk/government/publications/guidelines-for-ai-procurement>

* 43 <https://dcms.shorthandstories.com/Our-Ten-Tech-Priorities/index.html>

* 44 <https://www.gov.uk/government/news/new-strategy-to-unleash-the-transformational-power-of-artificial-intelligence>

(3) ドイツ

ドイツではAI政策として、2018年11月にAI国家戦略(Strategie Künstliche Intelligenz)を策定した^{*45}。本戦略は、「AI技術の開発と実用化によるドイツの競争力確保」「AIによる社会貢献に繋がる施策の実施」「倫理、法制度、文化面におけるAI活用条件の策定」の3点を目標とし、「AI技術の開発支援と研究協力」「研究成果の市場製品への実用化プロセスの強化」「AI専門家の育成と確保」「労働市場の構造変革」「AI利用に関する倫理面の環境整備」「AI利用による影響に関する社会的対話の機会拡大」など、12項目が設けられている。翌年の11月には、AI国家戦略における各取組の進捗状況が報告され、論文出版数や特許出願数等の観点から途中成果が示されている^{*46}。

2020年12月、新たなAI戦略として“Artificial Intelligence Strategy of the German Federal Government 2020 Update”が公表された^{*47}。今回のアップデートでは、「新型コロナウイルス感染症対策」「持続可能性」「国際的なネットワーク」「欧州のネットワーク」へ注力することのほか、2025年までのAIに関する政府投資額を30億ユーロから50億ユーロへ増加すること等が示された。

(4) フランス

フランスにおけるAIの研究・産業化に関する国家戦略として2017年2月にフランスAI (France IA)が公表され、研究活動や人材育成、研究成果の産業分野での応用、社会・経済的な影響の三つの観点から提言が行われた^{*48}。

本提言を受け、数学者で議員でもあるCédric Villani氏を中心とする科学者グループにおいてAI社会の進展のあり方に関する提言の作成が行われた。2018年3月に提出された報告書を踏まえ、マクロン大統領はAI国家戦略(Intelligence artificielle: “faire de la France un leader”)を発表した^{*49}。そのAI戦略に基づき、政府は2018年11月に国家AI研究戦略(Stratégie nationale de recherche en IA)を公表した^{*50}。同国はとくに「研究および人材育成」の分野へ注力しており、2019年4月にドイツおよび日本と「AI分野に関する共同研究に関する書簡」^{*51}に合意している。

* 45 https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Digitalisierung/2018-11-15-Strategie-zur-Kuenstlichen-Intelligenz.pdf?__blob=publicationFile&v=2

* 46 https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/XYZ/zwischenbericht-ein-jahr-ki-strategie.pdf?__blob=publicationFile&v=6#:~:text=Das%20Programm%20zielt%20auf%20die,zu%2030%20Professuren%20besetzt%20werden.

* 47 https://www.ki-strategie-deutschland.de/files/downloads/Fortschreibung_KI-Strategie_engl.pdf

* 48 <https://www.economie.gouv.fr/France-IA-intelligence-artificielle>

* 49 <https://www.gouvernement.fr/argumentaire/intelligence-artificielle-faire-de-la-france-un-champion>

* 50 <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid36231/strategie-nationale-de-recherche-en-intelligence-artificielle.html>

* 51 <https://anr.fr/en/call-for-proposals-details/call/call-for-projects-trilateral-call-for-proposals-france-germany-japan-on-artificial-intelligence/>

第5章

中国におけるデジタル関連の制度政策

中国では、2020年に「十三次五ヵ年計画」^{*1}が終了し、2021年3月には「中華人民共和国の国民経済および社会発展に関する十四次五ヵ年計画と2035ビジョン目標綱要」^{*2}（以下、「十四次五ヵ年計画」という）が発表された。それに合わせて、四大国策^{*3}も漸次更新される状況にある。

本章では、まず、1節で、四大国策について触れたのち、十三次五ヵ年計画を振り返り、次に、十四次五ヶ年計画において、DX推進路線を引いた背景を紹介し、その中で示された、DX関連政策を紹介する。

また、2節で、デジタル関連政策として『上雲・用数・賦知』^{*4}行動推進と新経済発展育成に関する実施方案等の具体的な政策を紹介する。

さらに、データ統治の法的根拠となる四つの関連法律を紹介し、最後に中国のDX推進状況を把握するための周辺情報として、①DXを推進するためのインフラ構築の進捗状況、および②清華大学全球（グローバル）産業研究院が発表した中国企業のDX推進状況を紹介する。

最後に、AI関連の制度政策を紹介する。

1 デジタル関連の制度政策を取り巻く環境

（1）「四大国策」

中国におけるIT関連先進技術制度政策は図表(付)25-1に示すように、「1. 四大国策」が最上位の政策となり、それにしたがって、下位の「2. 細分化科学技術発展計画」「3. 各政府機関の科学技術政策」が策定されている。2021年は、四大国策の内、「五ヵ年計画」と「国家中長期科学技術発展規画綱要」^{*5}の更新時期に当たる。なお、「中国製造2025」^{*6}と「国家イノベーション駆動発展戦略綱要」^{*7}は、対象期間は前者は2025年、後者は2050年までと設定されているため、現時点では更新は行われていない。

* 1 http://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content_5054992.htm

* 2 http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm

* 3 「5ヶ年計画」「中国製造2025」「国家中長期科学技術発展規画綱要」「国家イノベーション駆動発展戦略綱要」の四つを指す。

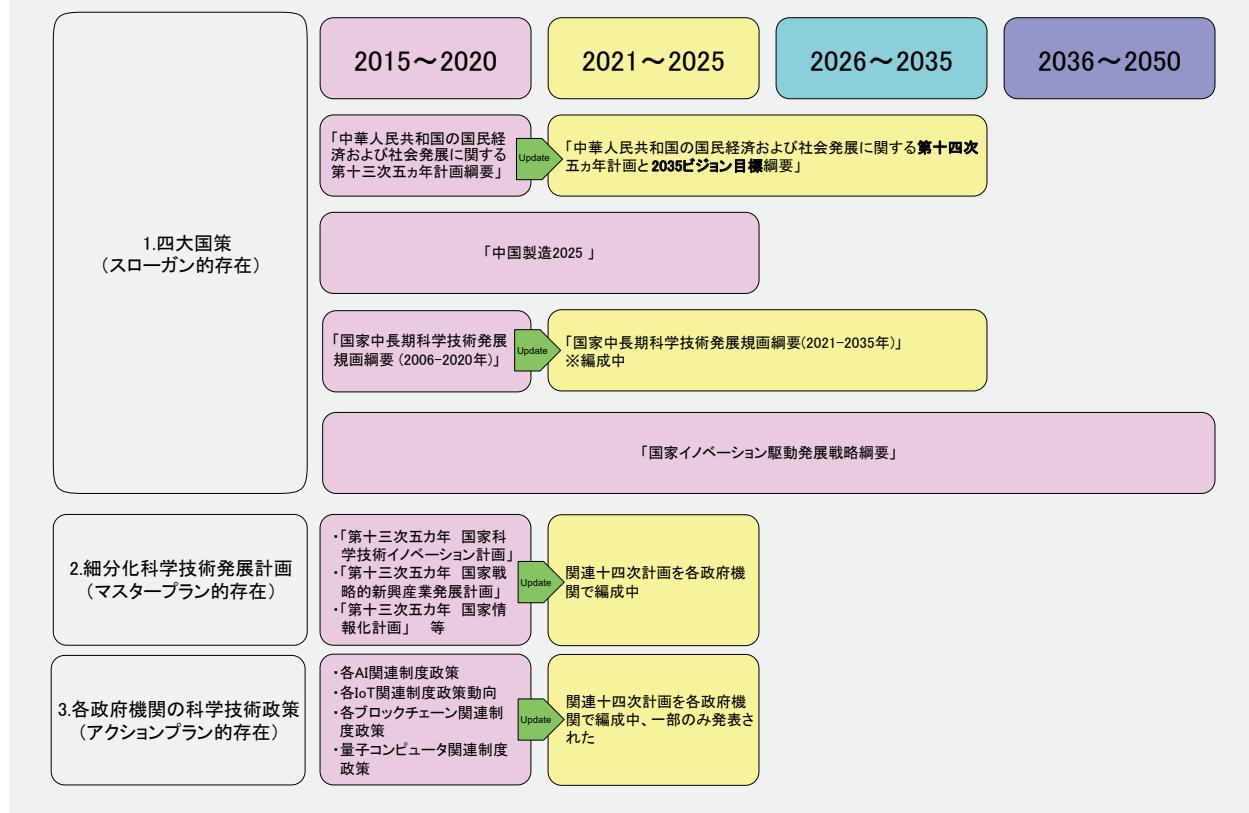
* 4 クラウドコンピューティング、ビッグデータ、人工知能の利活用を指す。

* 5 http://www.gov.cn/zhengce/content/2008-03/28/content_5296.htm

* 6 http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm

* 7 http://www.gov.cn/xinwen/2016-05/19/content_5074812.htm

図表(付)25-1 「十三次五ヵ年計画」から「十四次五ヵ年計画」へと進展する
IT関連先進技術制度政策群



出典：複数の公開情報を基に作成

(2) 十三次五ヵ年計画の成果

2020年10月21日の中華人民共和国国务院新聞庁の主催の記者会見^{*8}で、科学技術部部長の王志剛氏は、十三次五ヵ年計画における科学技術戦略の成果を振り返り、この5年での中国の成果を、図表(付)25-2に示す具体的な数字で示した。

翌日に開かれた中共中央政治局委員会会議では、習近平主席は「各政府部门から『十三次五ヵ年計画の実施成果評価報告』を受け、科学技術力などが新しいステージに進み、十三次五ヵ年計画の各任務を円満に完成した」とコメントの上、「十四次五ヵ年計画」の策定や「二つの百年奮闘目標」の実現に向けて全国民一丸で力を捧げよう」と締めの一言を付け加えた。

* 8 http://www.gov.cn/xinwen/2020-10/21/content_5553081.htm

図表(付)25-2 十三次五ヵ年計画の成果評価(2015年と2019年との比較)^{*9}

評価項目	2015年	2019年(一部2020年)
全社会研究開発費用	1.42兆元	2.21兆元
全社会研究開発費用/対象産業分野売上高	2.06%	2.23%
基礎的研究開発経費	716億元	1,336億元
技術市場契約取引額	正確な数字は未発表 (2019年は2015年より倍増)	2.2兆元
Global Innovation Index指数	29位	14位
ハイテク企業の社数	正確な数字は未発表 (2019年は2015年の1.8倍)	22.5万社
国際特許申告件数	約3万件	約5.9万件
その他IT4分野の関連取組成果	<ul style="list-style-type: none"> ・EUが発表した「2019 EU Industrial R&D Investment Scoreboard」^{*10}において、R&Dに多く投資した企業2,520社のうち、中国企業は527社選出された。この527社には、ドローン、Eコマース、クラウドコンピューティング、AI(人工知能)、モバイル通信などの関連企業が多く存在 ・2020年10月14日締めで、新興ハイテク企業向け株式市場(科創板:STAR MARKET)での上場企業は173社を記録 	

出典:「イノベーション駆動型発展戦略の一層の強化、イノベーション駆動型国家の建設加速」と題した記者会見の発表内容を基に作成

(3) DX推進の背景

一方、十三次五ヵ年計画の進展と並行して、図表(付)25-3に示すような社会環境の変化が起こり、これらが十四次五ヵ年計画でDXを主要施策として取り上げることにつながったと考えられる。

図表(付)25-3 DX推進に至る背景

	項目	内容
①	GDP成長の失速懸念	過去の五ヵ年計画の平均GDP成長率(十二次:7.88%、十三次:6.2%前後)に比較し、十四次五ヵ年計画ではコロナ禍の悪影響で更に低い水準になりかねない(中国政府内部では5.5%前後と設定した説もある) ^{*11} ため、経済を牽引できる強く新しいエンジンが求められていた。
②	グローバル潮流への対応への要求	第四次工業革命では、AI、IoT、ビッグデータなどの新技術が中国でも導入されたが、各技術独自に社会実装を促進するだけなく、それらをトータルソリューションとして推進していくことが、第五次工業革命の世界的な潮流であり、中国もそれに対応する必要がある。
③	新型インフラ構築の動き	中国ではすでに2018年末から「新型インフラ構築」と題する大型ITインフラ投資を行ってきた。これは汎用デジタル技術の土台作りを行い、利用のハードル(利用コスト、人材トレーニング、汎用プラットフォームの利便性など)をより低くすることで、規模を問わず中国企業全体のIT競争力を上げる狙いがある。これらの動きが、DX推進の背景になっている。
④	デジタル経済産業の対GDP比率の目標	「十四次五ヵ年計画」では、デジタル経済産業の対GDP比率を2020年の7.8%から、2025年の10%へ引き上げることを目標にしている。

出典:各種公開情報を基に作成

* 9 搜狐網、科学技術部:科学技術イノベーションは量・質の両立を達成し、イノベーション立国事業が大きく進展、2020年10月21日 <https://www.sohu.com/a/426266737_114731>

* 10 <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC118983>

* 11 <https://v.ifeng.com/c/84N5EVi8LOE>

(4) 十四次五ヵ年計画におけるDX推進政策

2021年3月12日、「十四次五ヵ年計画」が発表された。ここでは「数字化転型」(Digital Transformation; DX)というキーワードが初めて取り上げられ、中国のDXの取組むべき課題、推進目標、推進方法などの内容が含まれている。その概要を図表(付)25-4に示す。

なお、DXに関して、中国では「数字化転型(Digital Transformation)」というキーワードを使っている。これは、デジタイゼーション、デジタライゼーションを含めた包括的な企業戦略のパラダイムシフトを指しており、政府が定義したものではないが、中国社会の一般的な認識と考えられている^{*12}。

図表(付)25-4 「十四次五ヵ年計画」でのDX関連政策概要

第五編 デジタル発展の加速化とデジタルチャイナの建設
第十五章 新たなるデジタルエコノミー優位性の構築
デジタル時代の到来を迎え、デジタルエレメントの潜在力を發揮し、インターネット強国の建設を推進し、デジタル社会・デジタル政府の建設を加速。DXを源動力に、生産方式・ライフスタイル・ガバナンス方式の変革を駆動させる。
①キラー技術の応用、②デジタル産業化、③産業のDX等、④DXの重点技術分野
第十六章 デジタル社会の歩みの加速化(DXの想定応用分野)
①公共サービス、②スマートシティ・デジタル農村、③ニューライフ ^{*13} ビジョン
第十七章 デジタル政府の建設レベルの向上(政府デジタル化戦略)
①公共データ共有、②政務情報化の共用、③デジタル政務サービスの機能向上
第十八章 良好なるデジタル生態圏の樹立
(DX環境づくり) : ①データエレメント市場の規則作り、②秩序ある政策環境の構築、③インターネットセキュリティの強化、④インターネット運命共同体の推進(国際連携)
(デジタル化応用シーン) : ①スマート交通、②スマートエネルギー、③スマート製造④スマート農業・水利、⑤スマート教育、⑥スマート医療、⑦スマート文化・旅行、⑧スマートコミュニティ、⑨スマートホーム、⑩スマート政務

出典：「十四次五ヵ年計画」を基に作成

2 デジタル関連の制度政策

本節では、「十四次五ヵ年計画」をベースとして、DXの進展を促進するために発表されている三つの政策を紹介する。

- ①「『上雲・用数・賦知』行動推進と新経済発展育成に関する実施方案」^{*14}
- ②「国有企業におけるDX推進の加速化に関する通知」^{*15}
- ③「中小企業におけるデジタルイネーブリング専門行動方案」^{*16}

(1) 「『上雲・用数・賦知』行動推進と新経済発展育成に関する実施方案」

2020年4月、新型コロナウイルス感染症の影響で中国の産業界が受けた致命的なダメージを挽回するため、中央政府主導で、DXで産業界を活性化する政策として、「『上雲・用数・賦知』行動推進と新経済発展育成に関する実施方案」が発表された(図表(付)25-5)。

* 12 出典：百度百科（日本のウィキペディアに相当する）。

<<https://baike.baidu.com/item/%E6%95%B0%E5%AD%97%E5%8C%96%E8%BD%AC%E5%9E%8B/20797860?fr=aladdin>>

* 13 ニューライフとは、ショッピング、旅行、レジャー活動、交通機関利用などの普段生活の応用シーンにおけるデジタル化の利活用を指す。

* 14 https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202004/t20200410_1225542.html

* 15 <http://www.sasac.gov.cn/n2588020/n2588072/n2591148/n2591150/c15517908/content.html>

* 16 https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/zh/art/2020/art_8af103f9fefef45fdbfbc9140955b3c31.html

この政策の施行の狙いは、もともと大型IT企業、政府部門が独占していたDXリソースやノウハウのオープンプラットフォーム化、DX推進のベンチマーク企業の選出、DX推進の課題・解決方法などの中小企業間での共有等により、中小企業全体のIT競争力とコストパフォーマンスを向上させることである。さらに、DXの推進度合いと政府の優遇策(低利息融資、税収控除等)の受給が連動するようにして、コロナ禍からの迅速な回復を図るものとしている。

図表(付)25-5 「『上雲・用数・賦知』行動推進と新経済発展育成に関する実施方案」でのDX関連政策概要

発表機関	国家発展改革委員会・中共中央網絡安全・情報化委員会弁公室
発表時期	2020/4/7 (有効期間なし)
特 徴	新型コロナウイルス感染症特化対策
注目分野 (DX関連のみ)	<p>①発展目標 ①デジタル企業の育成、②デジタル産業チェーンの構築、③デジタル生態圏の環境づくり</p> <p>②主要方向性 ①汎用技術・共生的技術の研究開発応用加速化、②データインフラの構築で、産業型インターネットの連動促進、③「上雲・用数・賦知」の促進、④業界を横断したデジタル生態圏の構築、⑤テレワークに基づく新型業態への模索、⑥中小企業向けにDXに必要なプラットフォーム支援の強化</p> <p>③具体的な取組 ①サービスのイネーブリング(DXパートナーズ計画の提唱、DX促進センターの建設、DX用オープンソースコミュニティの構築)、②模範のイネーブリング(DXベンチマークの樹立、産業チェーン協働のモデル事業の推進、生態融合型発展の模範企業への支援)、③業態のイネーブリング(デジタルエコノミー新業態政策の試作事業の開設、新業態成長計画の展開、柔軟な就職激励計画の実施)、④イノベーションのイネーブリング(コア技術の共同チャレンジ、優秀ソリューションの公募、デジタルツイン・イノベーション計画の展開)、⑤管理メカニズムのイネーブリング(無差別化「上雲・用数・賦知」サービスの推進、「雲量貸サービス」*17の模索、重点企業向けのサプライチェーン・融資支援事業の奨励)</p>

出典：「『上雲・用数・賦知』行動推進と新経済発展育成に関する実施方案」を基に作成

(2) 「国有企業におけるDX推進の加速化に関する通知」

2020年8月、国有企業の最高管理部門である国務院の傘下部門である国有资产监督管理委员会が、国有企業を実施対象とする「国有企業におけるDX推進の加速化に関する通知」を発表し、国有企業をパイオニアとしてDXを推進する目標を設定した(図表(付)25-6)。

中国は社会主義国家であるため、国全体のGDP(2020年：101兆元)の62%を、国有企業(国有資本が過半数株を保有する企業含む)の売上(2020年売上は63兆元)が占めている。したがって、DXを推進するためには、国有企業からの推進が不可欠であると考えられている。また、データセキュリティに関して、中国当局の方針にしたがったデータ統制を推進できると考えられる。

* 17 クラウドコンピューティングサービスを多く利用する中小企業ほど融資与信を与える企業ローンサービス。

図表(付)25-6 「国有企业におけるDX推進の加速化に関する通知」でのDX関連政策概要

発表機関	国务院国有资产监督管理委员会办公厅
発表時期	2020/8/21（有効期間とくになし）
特 徴	国有企业特化対策
注目分野 (DX関連のみ)	<p>①三つの基本的認識 ①DX推進の困難性、長期性、系統性に対する認識を深める ②データ駆動、イノベーション連携、協働共栄の理念を強化 ③DX推進をするチャレンジ意識、興味の誘導、モチベーション向上等の環境作り</p> <p>②四つの基本的原則(以下を堅持) ①一元的なDX推進、②データ駆動、③イノベーション連携、④開放的、協働</p> <p>③四つのDX基礎 ①技術的基礎(新型ITストラクチャー、データイネーブリング・プラットフォーム、「上雲」の加速) ②管理的基礎(両化融合^{*18}型管理体系の応用、DX戦略枠組みの改善、マルチ体系融合の推進) ③データの基礎(グループ企業のガバナンス体系の構築、全業務に渡るデータ採集・結合、ビッグデータプラットフォームの建設) ④安全的基礎(トレンド感知プラットフォームの構築、高信頼性製品の利用、インターネットセキュリティの基礎的データベースの構築、検査評価・サイバー攻撃演習の強化)</p> <p>④四つのDX方向 ①製品イノベーションのデジタル化、②生産運営の知能化、③ユーザーサービスの敏捷化、④産業体系の生態化</p> <p>⑤三つの促進措置 ①デジタル化新型インフラ展開、②デジタル産業発展、③コア技術課題克服</p> <p>⑥4種類の業界に於けるモデル企業 ①製造業モデル企業(以下同じ)、②エネルギー業、③建築業、④サービス業</p> <p>⑦三つの実施戦略 ①中央政府管理上層部の企画力の向上、②部門間の協働合作の推進 ③DXに必要な各種資源の確保</p>

出典：「国有企业におけるDX推進の加速化に関する通知」を基に作成

(3) 「中小企業におけるデジタルイネーブリング専門行動方案」

中小企業をコロナ禍に起因する経営難から救い、新型コロナウイルス感染防止、生産活動の復旧・再開、企業の持続的発展の維持などを、DX推進で解決しようと、「中小企業におけるデジタルイネーブリング専門行動方案」が考案されている(図表(付)25-7)。

「『上雲・用数・賦知』行動推進と新経済発展育成に関する実施方案」と比べ、この「中小企業におけるデジタルイネーブリング専門行動方案」は、技術的なDX推進手段、ビジネスマッチング、工業和信息化部が主催するオンライントレーニング講座、デジタル化運営資金調達のヒューマナイズ化(中小企業が一部出す、プラットフォーム企業が割引提供、政府機関が補助金を出す等)に重点を置き、より実務レベルの活性化を目指していると考えられる。

* 18 情報化と工業化を融合することを指す。

図表(付)25-7 「中小企業におけるデジタルイネーブリング専門行動方案」でのDX関連政策概要

発表機関	工業和信息化部弁公室
発表時期	2020/3/18（有効期間：とくにないが、新型コロナウイルス感染症の収束まで）
特徴	中小企業特化対策
注目分野 (DX関連のみ)	<p>①行動目標 新型コロナウイルス感染症の感染防止と経済社会の発展を一元的に管理・推進し、新世代情報技術とその応用を軸にして、中小企業の危機対応力向上、持続発展力保証を目標に、以下を推進する。</p> <p>②中小企業向けのデジタルサービスプロバイダーを多数集める。</p> <p>③中小企業のニーズに合ったデジタルプラットフォーム、システムソリューション、デジタル製品、デジタルサービスを多数育成する。</p> <p>④中小企業の生産活動の復旧・再開を実現した上で、長期的成長性の増強と企業発展品質の向上を支援する。</p> <p>⑤重点任務</p> <ul style="list-style-type: none"> ①技術的感染防止対策を打つ（「行程卡」*19、「健康碼」*20、「医療小程序」*21等）。 ②デジタルツールで生産活動の復旧・再開を促進（テレワーク、遠隔協働等）。 ③中小企業向けのクラウドコンピューティングを推進。 ④デジタルプラットフォームの機能をレベルアップ。 ⑤デジタル化した運営ソリューションを革新。 ⑥スマートインダストリーのレベルを向上。 ⑦データ資源の共有と共同開発を強化。 ⑧デジタルエコノミーの新型業態を発展。 ⑨サプライチェーン特化型プラットフォームを支援。 ⑩産業集積のデジタル化発展を促進。 ⑪産業と金融の密接型サービスプラットフォームをレベルアップ。 ⑫ネットワーク、コンピューティング、セキュリティなどデジタル資源サービスの支援を強化。 ⑬ネットワーク安全、データ安全などの保証を強化。 <p>⑥推進措置</p> <ul style="list-style-type: none"> ①各地方政府の中小企業管理部門はDX推進のための組織作りを強化。 ②中小企業向けのDX推進支援資金優遇を確保。 ③需給両者のビジネスマッチングを政府主導で実施。 ④DX推進のためのトレーニングや宣伝普及を強化。

出典：「中小企業におけるデジタルイネーブリング専門行動方案」を基に作成

③ DX推進に関する法規制

後述する中米間における技術封鎖の動向とも関連するが、中国ではDXを推進する際に、データ漏洩、データ濫用、個人情報の不正収集、サイバー攻撃など、セキュリティに係る問題が多発していた。そのため、データを合法的に統制するために、これまで一連の法律が発表されている。その概要を図表(付)25-8にまとめた。

* 19 行程卡：通信キャリアがショートメッセージ経由で発行する過去渡航履歴情報。

* 20 健康碼：各地方政府がQRコード経由で発行する感染有無、ワクチン接種履歴情報。

* 21 医療小程序：ここでは、医療資源の調達・運送・保存・配分に使う Mini Program (Wechat 社製作)。

図表(付)25-8 DX推進の関連法律動向

No.	法律名	発表機関	発表時期	内容概要
①	網 絡 安 全 法(サイバーセキュリティ法) ^{*22}	第十二回全国人民代表大会常務委員会第二十四次会議	2017/6/1	ネット経由犯罪を未然に防ぐことが主要目的である。要点は、 ①インターネット空間の主権原則の明確化 ②インターネット製品とサービスプロバイダーの安全義務明確化 ③インターネット運営者の安全義務の明確化 ④個人情報保護規則の更なる改善 ⑤重要情報インフラ安全保護制度の構築 ⑥重要情報インフラにおける重要データの越境伝送規則の構築 等
②	重要情報インフラ安全保護条例(バブコメ版) ^{*23}	中共中央網絡安全・情報化委員会弁公室	2017/7/10	「网络安全法」に呼応する形で以下の内容をより詳細に規定した。要点は、 ①重要情報インフラの運営企業責任者に対し五つの職責を追加 ②同運営企業責任者は安全保護の第一責任者と位置付ける ③重要情報インフラの専門技術者には、中共中央網絡安全・情報化委員会弁公室が発行したライセンスを所有する人のみ採用する ④外注で開発したソフトウェア・システムに対し、本格稼働前にセキュリティチェックを行う ⑤メンテ作業を国内で実施する、と追加で規定した等
③	個人情報保護法(第二回草案) ^{*24}	第十三回全国人民代表大会常務委員会	2021/4/29	2020年10月に第一回草案を発表した後の更新版である。要点は、 ①個人情報の取り扱い原則と規則の最適化(ミスリーディング・脅迫禁止、最小必要原則、公示原則等) ②個人データの越境提供規則の見直し(標準契約の施行、個人情報取り扱い数の基準) ③死後者の個人情報の帰属 ④スーパーバイザーネットプラットフォームにおける外部審査制度 ⑤個人情報受託処理者の義務を明確化 ⑥連帯責任と過失推定責任の適用範囲拡大 等
④	データ安全法 ^{*25}	第十三回全国人民代表大会常務委員会第二十九次会議	2021/6/11	データを安全に運用することが目的である。要点は、 ①国家安全定義の明確化・目的志向 ②データ安全監督管理職責の明確化 ③全プロセスにおけるデータ安全リスク評価体制の構築 ④データの分類式・等級式保護制度の改善 ⑤データ取引管理制度の健全化 ⑥違法行為への処罰力強化 ⑦データ安全を開発利用と同様に重視する 等

出典：複数の公開情報を基に作成

最近の事例では、配車サービス大手である滴滴出行がニューヨーク証券取引所上場直後の7月4日に、中国国民の個人情報を不正(利活用する方法、用途を明示せず)に収集・濫用しつつ取締役に元米軍士官を起用したこと、米軍へ国家安全情報を漏洩した疑いが持たれている。2021年7月中旬時点では、中共中央網絡安全・情報化委員会弁公室から「网络安全法(サイバーセキュリティ法)」に基づき調査を受け、各アリストアにおける同社アプリケーション55個のダウンロードの中止を命じられている。

* 22 http://www.gov.cn/xinwen/2016-11/07/content_5129723.htm

* 23 http://www.cac.gov.cn/2017-07/11/c_1121294220.htm

* 24 https://www.sohu.com/a/464030201_464065

* 25 http://www.gov.cn/xinwen/2021-06/11/content_5616919.htm

4 「新型インフラ建設」

中国では、2020年4月20日に国家改革・発展委員会の記者会見において、2018年12月の「中央経済工作会议」すでに提案されていた「新型インフラ建設」プランという巨額投資計画を加速させる方針が表明された^{*26}。「人民網」の推定によると、2025年時点で主要新型インフラの市場規模^{*27}は22.53兆元である。図表(付)25-9に「新型インフラ」の種別をまとめた。

図表(付)25-9 「新型インフラ建設」プランの概要

No.	大分類	中分類
①	情報型インフラ	①5G通信、IoT、インダストリアルインターネットなどの通信ネットワーク型インフラ ②AI、クラウドコンピューティング、ブロックチェーン等の技術型インフラ ③データセンター、インテリジェンスコンピューティングセンター等の計算型インフラ
②	融合型インフラ	ディープアプリケーションインターネット、ビッグデータ、AI等の新技術(たとえば:スマート交通インフラ、スマートエネルギーインフラ等)
③	革新型インフラ	科学技術研究、技術開発、新製品開発をサポートする公益的インフラ(たとえば重要教育インフラ、科学教育インフラ、産業技術革新インフラ等)

出典：公開情報を基に作成

各地方省・市においても、中央政府に同調し、「新型インフラ構築」の関連政策が相次いで推進され、2020年末時点で17か所で政策が発表されている。図表(付)25-10に上海市の取組を紹介する。

図表(付)25-10 「上海市における新型インフラの建設推進に関する行動方案(2020～2022年)^{*28}」の概要

発表機関	上海市人民政府
発表時期	2020/4/29 (有効期間：2020～2022年)
内容概要	<p>①目標 2022年末までに、上海市の新型インフラ建設規模とイノベーションレベルの国際一流化、「高速・ユビキタス・融合・知能敏捷」でハイレベルな発展水準の達成、都市生活における5G、AI、インダストリアルインターネット、IoT、デジタルツインなど新技術の浸透、上海市のハイレベルな経済発展と都市管理に寄与できる新型インフラの足がかり的役割の実現を下記四つの側面から実施する。 ①GTPE (Gクラスの接続、Tクラスの出力、Pクラスの計算能力、Eクラスのストレージ能力) ②世界最大規模のビッグサイエンス・インフラの雛形の形成 ③超大規模の都市公共デジタル構図(ビッグデータリソースプラットフォーム1個、ビッグデータリソースのサブプラットフォーム16個、データサービスセンター複数個、データ・トレーニングセット1,000個、アルゴリズムモデル520個)の構築 ④世界一流なスマートシティ端末ネットワークの構築(社会統治ニューロン観測点1,000か所の新設、コネクティドカー・テストロード52キロの増設、電池の充電/高速交換施設10万か所の新設、教育情報化応用モデル学校100校の育成、インターネット病院20院の新設)</p> <p>②主要任務 ①新世代インターネットインフラの建設、②革新的インフラの建設、③一体化融合型インフラの建設、④知能化端末インフラ建設行動</p>

出典：「上海市における新型インフラの建設推進に関する行動方案(2020～2022年)」を基に作成

* 26 https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fgzy/shgqhy/202004/t20200427_1226808.html

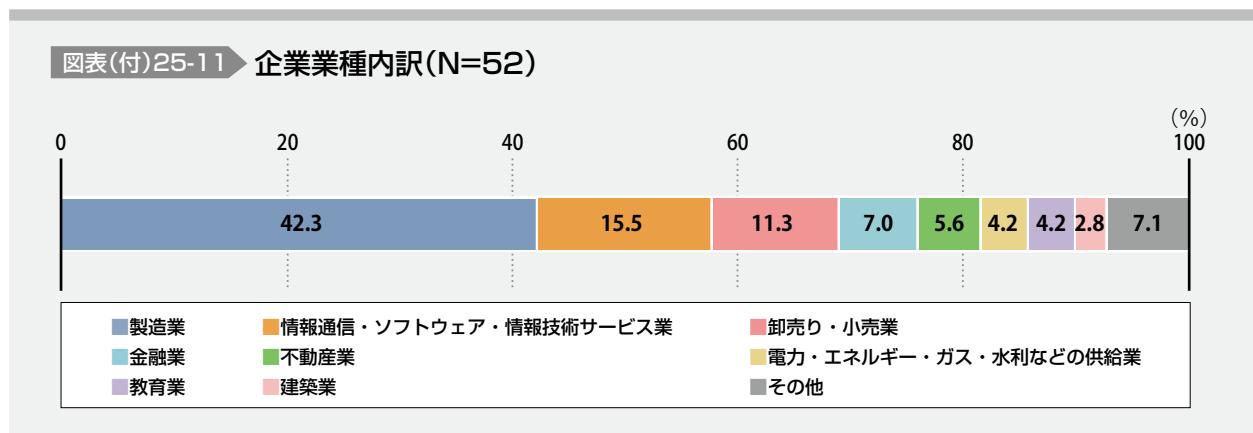
* 27 「人民網」記事「あなたのライフスタイルを新型インフラがこう変える！」(2020年4月)
https://mp.weixin.qq.com/s/YvI8kIB_BDkQmT49hbH-Ig

* 28 https://www.shanghai.gov.cn/nw12344/20200813/0001-12344_64893.html

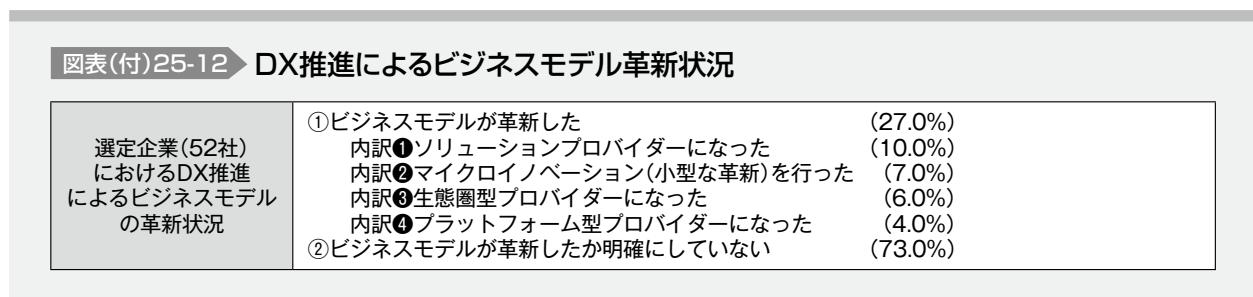
5 清華大学全球産業研究院の調査結果による中国企業のDX推進状況

2020年12月に、清華大学全球産業研究院(Institute for Global Industry, Tsinghua University; IGI)が、「中国企業におけるデジタルトランスフォーメーション(DX)研究報告書(2020)」^{*29}を発表した。これは、産業界・学術・研究界、メディア業界等の専門家を20名招聘し、約52社の企業に対し、ヒアリングとオンラインで調査を行った結果である。以下、概要を説明する。

- ① 回答企業の業種を図表(付)25-11に示す。このうち、企業は国有約21%、売上は、100万元～1兆元以上まで分布している。また、上場企業は45.1%、非上場企業は、54.9%である。



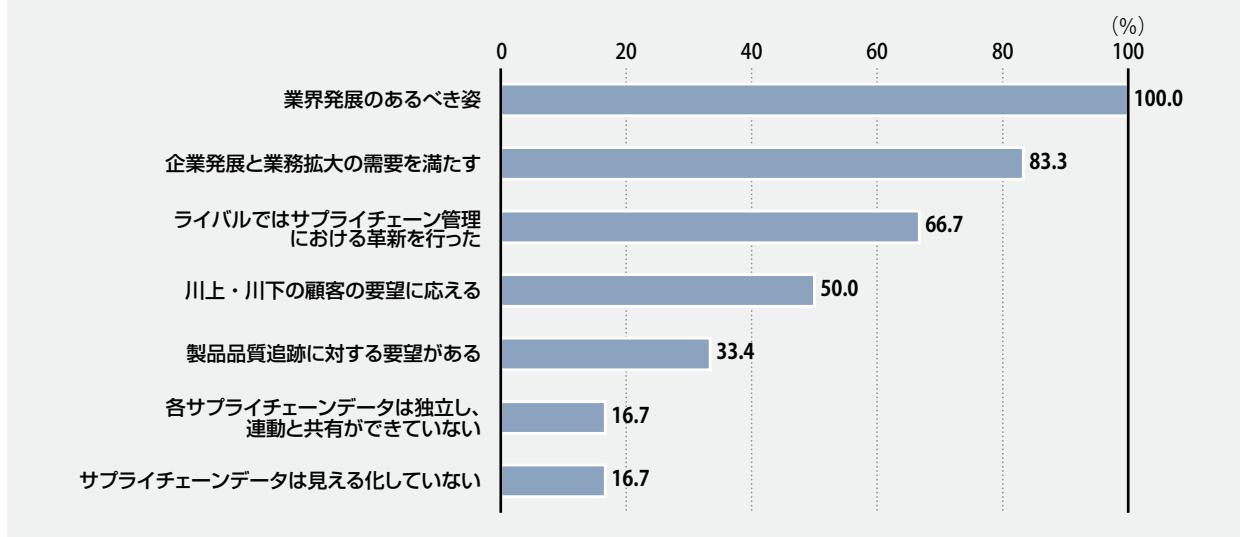
- ② DX推進によりビジネスモデルが革新したかとの質問に27%の企業が「革新した」と回答した。その内訳を図表(付)25-12に示す。



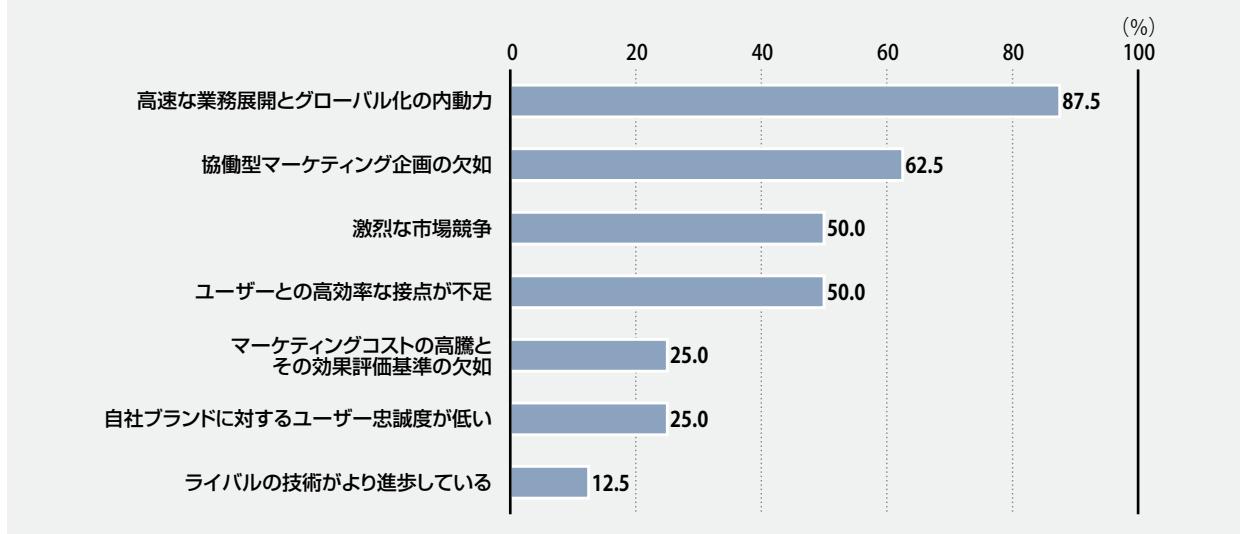
- ③ DXの動機となる観点のうち、「サプライチェーン」「マーケティング」の観点を深掘りし、その内訳を調べたところ、以下のとおりになった(図表(付)25-13、図表(付)25-14)。業界が発展するためには、DXが不可欠であるという認識が、もっとも多く、企業を発展し、業務を拡大するために必要という考えが2番目となった。サプライチェーンのデジタル化は、もはや企業内にとどまらず、サプライチェーンの上流と下流の産業チェーンに拡張されていることが示されている。

* 29 <https://new.qq.com/omn/20210109/20210109A04BUL00.html>

図表(付)25-13 サプライチェーン面のDX推進の動機



図表(付)25-14 マーケティング面のDX推進の動機



④ DX推進の前後における、従業員数、IT技術者数、トレーニング時間、トレーニング経費およびITインフラ投資額を調査した。いずれも、DX推進後の方が増加していた。

6 中国におけるAI関連の制度政策

本章では、DX関連で注目すべき技術としてAIの政策動向を紹介する。

中国政府はこれまで一連のAI促進政策を公布し、中国ならではの強い行政力を駆使することで、具体的なAI市場規模の目標、具体的な支援施策(対象企業と補助金額)、具体的なモデルプロジェクト等を制定し、結果志向で着実かつ強力に政策を推進している。

2015年7月から2020年7月まで、AI分野において、およそ20件の関連政策がすでに実施してきた。2021年7月現在、中国政府は既存政策の微調整および不足分の補足に注力するように軌道修正している。図表(付)25-15は、2019年後半以降の主要政策の概要をまとめたものである。

図表(付)25-15 中国AI関連政策動向

No.	政策名	発表機関/時期	内容概要
①	新世代人工知能治理原則	国家新世代人工知能治理専業委員会/2019/6	「責任感あるAI発展」を指針に、「調和友好」「公平公正」「寛容共栄」「個人尊重」「安全制御」「責任共担」「開放協働」「敏速治理」の8点を原則としている。
②	国家新世代AIオープンプラットフォームの建設に関するガイドライン	科学技術部/2019/8	リーディング企業や有力研究機構の優位性を引き続き發揮し、(1)ニッチ市場における技術革新(2)成果物の応用促進、(3)オープンなシェアリングサービスの提供(4)中小企業や業界関係者のベンチャー創業の活性化などを重点任務と設定。
③	国家级新世代AIイノベーションモデル区の建設に関するガイドライン	科学技術部/2019/8	2023年までに、全国各地において約20か所のAIイノベーションモデル区を設立し、有効な政策ツール、AIと経済・社会の発展が深く融合したモデル事例、模倣可能な一連の経験、牽引的な役割のある複数のAI「高地」を創出。
④	林業と草原業における人工知能の発展促進に関する国家林業和草原局の指導意見	国家林業和草原局/2019/11	(1)2025年末までに林業と草原業 ^{*30} の重点分野における人工知能のモデル応用を展開、(2)2030年末までに、林業と草原業における人工知能の基礎理論研究活動を突破し、モデル応用の成果を上げ、全国へ普及する(3)2035年末までに、人工知能の理論・技術・応用規模とともに世界トップレベルに達し、林業と草原業のサプライチェーンと完全に融合させる。
⑤	科学技術革新に基づく生産再開および経済平穏運行に関する若干措置	科学技術部/2020/3	(1)AI、5G、量子コンピュータ等を含む10の重点領域において、支援策を強化し、コア技術開発の推進加速、技術成果の応用・産業化の促進を行う。(2)スマート医療、スマート農業、スマートシティ等の応用シーン向けに技術目録を作成し、国家级新世代AIイノベーションモデル区などにおいてモデルプロジェクトを推進し、国民の消費と投資を誘導する。
⑥	「双一流」 ^{*31} 対象大学における学科融合と人工知能分野の修士人材育成に関する若干意見	教育部、国家発展改革委員会、財政部/2020/3	(1)基礎理論人材と「人工知能+α」複合的人材を同時に重視した育成体系の構築、(2)深く融合した学科建設と人材育成の新モデルの探索、(3)AI分野における修士人材育成レベルの向上、(4)国家人工知能産学融合イノベーションプラットフォームの構築、(5)学科を横断した複合的博士人材育成の強化等
⑦	国家新世代人工知能標準体体系建设ガイドライン	国家標準化管理委員会、中共中央網絡安全和信息化委員会弁公室、国家発展改革委員会、科学技術部、工業和信息化部/2020/7	新世代人工知能標準体系の目標と構造を作成 ※詳細は図表(付)25-16参照
⑧	国家級新世代AIイノベーションモデル区の建設に関するガイドライン(修訂版) ^{*32}	科学技術部/2020/10	基本的に2019版の内容を継承しているが、建設目標に「重大なオリジナル政策成果を多数挙げる」ことを追加し、発展対象に「成渝双城 ^{*33} 経済圏」を追加したり、応用技術に「5G、インダストリアル・インターネット、ブロックチェーンとの融合応用」を追加した。
⑨	蘇州市における国家新世代AIイノベーションモデル区建設に対する科学技術部意見賛同の通知 ^{*34}	科学技術部/2021/3	インダストリアル・インターネット、産業用ロボット、先端装備製造などの重点方向に注力し、機械学習、スマートコンピューティングなどのAI先端技術理論とコア技術に対する研究開発・応用を強化して、知能化インフラのレベルアップを図り、AIと製造業の深い融合を促進する。バイオテクノロジー、文化・旅行、金融サービスなどの分野で応用シーンを拡大して、AIのイノベーションモデル効果を図る」と、具体的な指示を出した。

* 30 草原地域における農業・畜産業などの産業。

* 31 「双一流」対象大学とは2017年教育部が提唱した「世界一流大学と世界一流学科」の概念であり、2050年頃に教育強国実現を目指している。2021年7月現在137の大学、465の学科が選出されている。

* 32 科学技術部、「国家級新世代AIイノベーションモデル区の建設に関するガイドライン(修訂版)」、2020/10/29 <http://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/fgzc/gfxwj/gfxwj2020/202012/t20201224_171987.html>

* 33 成渝双城：成都市と重慶市を総じていうことを指す。

* 34 科学技術部、「蘇州市における国家新世代AIイノベーションモデル区建設に対する科学技術部意見賛同の通知」、2021/3/19 <http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/25/content_5595549.htm>

No.	政策名	発表機関/時期	内容概要
⑩	長沙市における国家新世代AIイノベーションモデル区建設に対する科学技術部意見賛同の通知 ^{*35}	科学技術部/2021/3	長沙市におけるAIの科学教育資源の強みを發揮、スマート装置、スマートファクトリー、スマート・コネクティッドカーなどの重点方向への注力、AIのオリジナルイノベーションとコア技術に対する研究開発の推進、スマートインフラの拡充の加速、計算力とデータなどの優位性資源の潜在力を發揮、技術インテグレーションと応用模範を強化、スマート産業群の育成と規模拡大に寄与する」と具体的な指示を出した。

出典：複数の公開情報を基に作成

図表(付)25-16に「国家新世代人工知能標準体系建設ガイドライン」^{*36}をまとめた。同政策はAIに係る国家標準、業界標準、団体標準の制定・修訂・調和を規制するものであり、スマートファクトリー、インダストリアルインターネット、ロボット、コネクティッドカー等の分野との連携・協働も考慮されており、今後の中国AI事業の方向性を理解するのに重要な政策の一つである。

図表(付)25-16 「国家新世代人工知能標準体系建設ガイドライン」の概要

項目	内容
目標	<p>①2021年末までの目標：</p> <ul style="list-style-type: none"> ①人工知能標準体系のトップダウン設計戦略の明確化 ②人工知能標準の体系構築と標準策定規則の研究 ③標準間の関係の明確化 ④人工知能標準化事業の秩序的展開 ⑤汎用コア技術の完成 ⑥重点領域の人工知能技術の展開 ⑦人工知能倫理規則の作成 等 <p>②2023年末までの目標：</p> <ul style="list-style-type: none"> ①人工知能標準体系構築の一部完成 ②データ、アルゴリズム、システム、サービスなどの重点分野における標準作成 ③製造、交通、金融、セキュリティ、スマートハウス、介護、環境保護、教育、医療・ケア、法律等の重点分野における標準の率先的推進 ④人工知能標準の実証実験プラットフォームの構築と、公共サービスの提供

出典：「国家新世代人工知能標準体系建設ガイドライン」を基に作成

このように、中国のAI産業は、実産業における応用拡大化と標準体系化を図ることにより、「企画段階」から「実践段階」へ突入しようとしている。

* 35 科学技術部、「長沙市における国家新世代AIイノベーションモデル区建設に対する科学技術部意見賛同の通知」、2021/3/19 <http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/25/content_5595552.htm>

* 36 http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-08/09/content_5533454.htm

<参考資料>

- i 内閣府「経済財政運営と改革の基本方針 2021　日本の未来を拓く 4つの原動力～グリーン、デジタル、活力ある地方創り、少子化対策～」(骨太方針 2021) , 2021.
[<https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaiji/cabinet/2021/decision0618.html>](https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaiji/cabinet/2021/decision0618.html)
- ii 内閣官房 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部「デジタル社会の実現に向けた重点計画」,2021.
[<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20200717/siryou1.pdf>](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20200717/siryou1.pdf)
- iii 内閣官房 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部「包括的データ戦略」, 2021.
[<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20210618/siryou3.pdf>](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20210618/siryou3.pdf)
- iv 経済産業省「DX 推進ガイドライン Ver.1.0」, 2018.
[<https://www.meti.go.jp/press/2018/12/20181212004/20181212004-1.pdf>](https://www.meti.go.jp/press/2018/12/20181212004/20181212004-1.pdf)
- v 経済産業省 /IPA 「デジタル経営改革のための評価指標（DX 推進指標）」, 2019.
[<https://www.meti.go.jp/press/2019/07/20190731003/20190731003.html>](https://www.meti.go.jp/press/2019/07/20190731003/20190731003.html)
- vi 経済産業省「DX 推進における取締役会の実効性評価項目」, 2019.
[<https://www.meti.go.jp/press/2019/07/20190731003/20190731003-4.pdf>](https://www.meti.go.jp/press/2019/07/20190731003/20190731003-4.pdf)
- vii 文部科学省「GIGA スクール構想の実現」, 2019. <https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_00001.htm>
- viii 経済産業省 /IPA 「デジタルアーキテクチャ・デザインセンターの設立」, 2020.
[<https://www.ipa.go.jp/files/000082061.pdf>](https://www.ipa.go.jp/files/000082061.pdf)
- ix 情報処理推進機構「プラットフォーム変革手引書（第1版）」, 2021. <<https://www.ipa.go.jp/files/000089583.pdf>>
- x 経済産業省「DX 時代における企業のプライバシーガバナンスガイドブック ver1.0」, 2020.
[<https://www.meti.go.jp/press/2020/08/20200828012/20200828012-1.pdf>](https://www.meti.go.jp/press/2020/08/20200828012/20200828012-1.pdf)
- xi 経済産業省「デジタルガバナンス・コード」, 2020.
[<https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/dgs5/pdf/20201109_01.pdf>](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/dgs5/pdf/20201109_01.pdf)
- xii 経済産業省 デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた研究会「対話に向けた検討ポイント集 第1章」, 2020.
[<https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation_kasoku/pdf/20201228_5.pdf>](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation_kasoku/pdf/20201228_5.pdf)
経済産業省 デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた研究会「対話に向けた検討ポイント集 第2章」, 2020.
[<https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation_kasoku/pdf/20201228_6.pdf>](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation_kasoku/pdf/20201228_6.pdf)
経済産業省 デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた研究会「対話に向けた検討ポイント集 第3章」, 2020.
[<https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation_kasoku/pdf/20201228_7.pdf>](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation_kasoku/pdf/20201228_7.pdf)
- xiii 総務省「自治体デジタル・トランスフォーメーション（DX）推進計画」, 2020.
[<https://www.soumu.go.jp/main_content/000726905.pdf>](https://www.soumu.go.jp/main_content/000726905.pdf)
- xiv 情報処理推進機構「DX 認定制度」, 2020. <<https://www.ipa.go.jp/ikc/info/dxcp.html>>
- xv 経済産業省「GOVERNANCE INNOVATION Ver.2: アジャイル・ガバナンスのデザインと実装に向けて」, 2021.
[<https://www.meti.go.jp/press/2021/07/20210730005/20210730005-1.pdf>](https://www.meti.go.jp/press/2021/07/20210730005/20210730005-1.pdf)
- xvi 国土交通省「インフラ分野のデジタル・トランスフォーメーション施策」, 2020.
[<https://www.mlit.go.jp/common/001384913.pdf>](https://www.mlit.go.jp/common/001384913.pdf)
- xvii 経済産業省「ユーザー企業とベンダー企業の共創の推進」, 2021.
[<https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_sangyo/pdf/002_01_00.pdf>](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_sangyo/pdf/002_01_00.pdf)
- xviii 経済産業省「CIO/CDO 等の役割再定義（案）」, 2021.
[<https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/dgs5/pdf/005_04_00.pdf>](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/dgs5/pdf/005_04_00.pdf)
- xix 経済産業省「DX 銘柄 2021」「DX 注目企業 2021」, 2021.
[<https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210607003/20210607003.html>](https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210607003/20210607003.html)
- xx 総務省「DX 時代における企業のプライバシーガバナンスガイドブック ver1.1」, 2021.
[<https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban18_01000124.html>](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban18_01000124.html)
- xxi 経済産業省 デジタルトランスフォーメーションレポート, 2018.
[<https://www.meti.go.jp/press/2018/09/20180907010/20180907010-3.pdf>](https://www.meti.go.jp/press/2018/09/20180907010/20180907010-3.pdf)
- xxii https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/dgs5/index.html
- xxiii 経済産業省 デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた研究会「WG1 全体報告書」, 2020.
[<https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation_kasoku/pdf/20201228_4.pdf>](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation_kasoku/pdf/20201228_4.pdf)
- xxiv https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/chiho_dx/index.html
- xxv 経済産業省 デジタル産業の創出に向けた研究会「デジタル産業の創出に向けた課題の検討」, 2021.
[<https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_sangyo/pdf/001_00_01.pdf>](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_sangyo/pdf/001_00_01.pdf)
- xxvi https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_jinzai/index.html
- xxvii 経済産業省「DX レポート 2（中間とりまとめ）」, 2020.
[<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201228004/20201228004-2.pdf>](https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201228004/20201228004-2.pdf)
- xxviii 内閣官房 デジタル市場競争本部 Trusted Web 推進協議会「Trusted Web ホワイトペーパー ver1.0」, 2021.
[<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/digitalmarket/trusted_web/pdf/documents_210331-2.pdf>](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/digitalmarket/trusted_web/pdf/documents_210331-2.pdf)
- xxix 「AI 戦略 2019」, 2019. <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ai_senryaku/pdf/aistratagy2019.pdf>
- xxx 新エネルギー・産業技術総合開発機構「人工知能(AI)技術分野における大規模な研究開発のアクションプラン」, 2021.
[<https://www.nedo.go.jp/content/100933421.pdf>](https://www.nedo.go.jp/content/100933421.pdf)

IPA新白書有識者委員会(敬称略、五十音順)

委 員 長	青山 幹雄	南山大学 理工学部 ソフトウェア工学科 教授
委員長代理	羽生田 栄一	株式会社豆蔵 取締役 グループCTO
委 員	石黒 不二代	ネットイヤーグループ株式会社 取締役 チーフエバンジエリスト
委 員	浦本 直彦	株式会社三菱ケミカルホールディングス 執行役員 Chief Digital Officer 技術・事業開発部門 DX室長
委 員	戸川 尚樹	株式会社日経BP 総合研究所 イノベーションICTラボ 所長
委 員	中島 秀之	札幌市立大学 理事長・学長
委 員	中谷 多哉子	放送大学 オンライン教育センター長 教養学部 情報コース 教授
委 員	松岡 剛志	一般社団法人日本CTO協会 代表理事 株式会社レクター 代表取締役

IPA新白書有識者委員会オブザーバー

特定非営利活動法人ITコーディネーター協会
一般社団法人組込みシステム技術協会
公益社団法人経済同友会
一般社団法人情報サービス産業協会
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
一般社団法人新経済連盟
一般社団法人電子情報技術産業協会
一般社団法人日本経済団体連合会
日本商工会議所
経済産業省 商務情報政策局
独立行政法人情報処理推進機構

執筆者（敬称略、所属名・役職は当時のもの）

第1部 総論

独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター イノベーション推進部
古明地正俊、今村新、遠山真

第2部 DX戦略の策定と推進

独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター イノベーション推進部
古明地正俊、安田央奈
小部山知伸 株式会社野村総合研究所 ITマネジメントコンサルティング部
主任コンサルタント（第2章～第3章）
譲原雅一 株式会社野村総合研究所 システムコンサルティング事業開発室
主席システムコンサルタント（第4章～第5章）

第3部 デジタル時代の人材

独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター イノベーション推進部
今村新、神谷幸枝
株式会社チクタク

第4部 DXを支える手法と技術

独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター イノベーション推進部
古明地正俊、遠山真、山本雅裕、遠藤幸生
独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター DX推進部
境真良、三部良太
神原貴 株式会社野村総合研究所 ITアーキテクチャーコンサルティング部
上級コンサルタント（第1章第1節）
齋藤大 株式会社野村総合研究所 ITアーキテクチャーコンサルティング部
上級システムコンサルタント（第1章第2節）
佐伯吉雄 株式会社野村総合研究所 ITアーキテクチャーコンサルティング部
上級システムコンサルタント（第1章第1節）
鶴田大樹 株式会社野村総合研究所 ITアーキテクチャーコンサルティング部
上級システムコンサルタント（第1章第2節）
野村敏弘 株式会社野村総合研究所 ITアーキテクチャーコンサルティング部
副主任システムコンサルタント（第2章第1節）
米田壮志 株式会社野村総合研究所 ITアーキテクチャーコンサルティング部
上級システムコンサルタント（第2章第1節）

付録

第1部 AI技術

独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター イノベーション推進部

山本雅裕

第2部 制度政策動向

独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター イノベーション推進部 専門委員

西原栄太郎

株式会社企(第2章)

みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社(第3章、第4章)

株式会社矢野経済研究所(第5章)

コラム(敬称略、五十音順・アルファベット順、所属名・役職は当時のもの)

石黒不二代 ネットイヤーグループ株式会社 取締役 チーフエバン杰リスト

内平直志 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学系 知識マネジメント領域 教授

浦本直彦 株式会社三菱ケミカルホールディングス 執行役員 Chief Digital Officer
技術・事業開発部門 DX室長

菊澤研宗 慶應義塾大学商学部・大学院商学研究科 教授

小山龍介 名古屋商科大学大学院 准教授

鷺見拓哉 独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター イノベーション推進部 主任

戸川尚樹 株式会社日経BP 総合研究所 イノベーションICTラボ 所長

中島秀之 札幌市立大学 理事長・学長

羽生田栄一 株式会社豆蔵 取締役 グループCTO

安田央奈 独立行政法人情報処理推進機構 社会基盤センター イノベーション推進部 主任

鷺崎弘宜 早稲田大学 理工学術院 基幹理工学部 教授

Heidi K. Gardner ハーバードロースクール 特別フェロー

Jeff Hunter Design for People, AI Transformation Leader

Gustav Toppenberg Digital Transformation Executive & Principal Consultant Janus Insights LLC

執筆協力者(企業インタビュー・アンケート)(五十音順)

i Smart Technologies株式会社
旭化成株式会社
旭鉄工株式会社
インフィック株式会社
SGホールディングス株式会社
SBIインシュアラ NS グループ株式会社
SBI損害保険株式会社
清水建設株式会社
中外製薬株式会社
日本航空株式会社
日本郵船株式会社
株式会社ベネッセホールディングス
株式会社まごころ介護サービス
株式会社りそなホールディングス
株式会社矢野経済研究所(アンケート・インタビュー調査実施)

編集・IPA新白書有識者委員会事務局

古明地正俊	独立行政法人情報処理推進機構	社会基盤センター	イノベーション推進部	部長
柳原聰子	独立行政法人情報処理推進機構	社会基盤センター	企画部	部長
河野浩二	独立行政法人情報処理推進機構	社会基盤センター	イノベーション推進部	専門委員
西原栄太郎	独立行政法人情報処理推進機構	社会基盤センター	イノベーション推進部	専門委員
今村新	独立行政法人情報処理推進機構	社会基盤センター	イノベーション推進部	
遠藤幸生	独立行政法人情報処理推進機構	社会基盤センター	イノベーション推進部	
小沢理康	独立行政法人情報処理推進機構	社会基盤センター	イノベーション推進部	
神谷幸枝	独立行政法人情報処理推進機構	社会基盤センター	イノベーション推進部	
鷲見拓哉	独立行政法人情報処理推進機構	社会基盤センター	イノベーション推進部	
遠山真	独立行政法人情報処理推進機構	社会基盤センター	イノベーション推進部	
安田央奈	独立行政法人情報処理推進機構	社会基盤センター	イノベーション推進部	
山本雅裕	独立行政法人情報処理推進機構	社会基盤センター	イノベーション推進部	
渡辺清美	独立行政法人情報処理推進機構	社会基盤センター	イノベーション推進部	

- ・本白書は著作権法上の保護を受けています。
- ・本白書よりの引用、転載については、IPA Webサイトの「よくある質問と回答」(<https://www.ipa.go.jp/sec/qa/index.html>)に掲載されている「著作権および出版権等について」をご参照ください。なお、出典元がIPA以外の場合、当該出典元の許諾が必要となる場合があります。
- ・本白書は執筆時点の情報に基づいて記載しています。
- ・電話によるご質問、および本白書に記載されている内容以外のご質問には一切お答えできません。あらかじめご了承ください。
- ・本白書に記載されている会社名、製品名、およびサービス名は、それぞれ各社の商標または登録商標です。本文中では、TMまたは[®]マークは明記しておりません。
- ・本白書に掲載しているグラフ内の数値の合計は、小数点以下の端数処理により、100%にならない場合があります。

DX白書2021

日米比較調査にみるDXの戦略、人材、技術

2021年12月1日 印刷書籍版 第1版発行

企画・著作・制作・発行

独立行政法人情報処理推進機構（IPA）

〒 113-6591 東京都文京区本駒込2-28-8
文京グリーンコートセンターオフィス 16階
<https://www.ipa.go.jp/>