

人工知能に関する文献のポイント（抽出）
【2017年4月18日】

人工知能「超入門」ディープラーニングの可能性と脅威（Impress QuickBooks）

特徴抽出能力を得た人工知能

人間が教えなくても自ら特徴を抽出して理解することができる

ディープラーニングとニューラルネットワーク

ディープラーニングは、「適切な特徴抽出能力をもつ教師なしニューラルネットワークを多層にして構築したもの」

よく使われる情報や関連性の高い情報を扱う細胞同士のつながりは強化される一方で、使われないものや関連性の低いものはつながりが弱くなる

重要な情報は強く、重要でない情報は細く。大切なのは情報と情報の関連性

多層に重なるニューラルネットワーク

情報に対して「関連性」や「重要性」を踏まえて、情報を扱っていく

入力層、出力層、その中間で実質的な思考を行う部分が「隠れ層」

教師あり学習から教師なし学習へ

人間が人工知能に正解を教え、設定を変更する形で正解を教える「教師あり学習」

設定の変更が技術者のスキルに依存する

学習に使える情報はインターネットを通して無数に手に入り、高性能な演算装置を使えば短時間で学習が終わる

ビッグデータと高性能な演算装置を使って何万回と学習させる

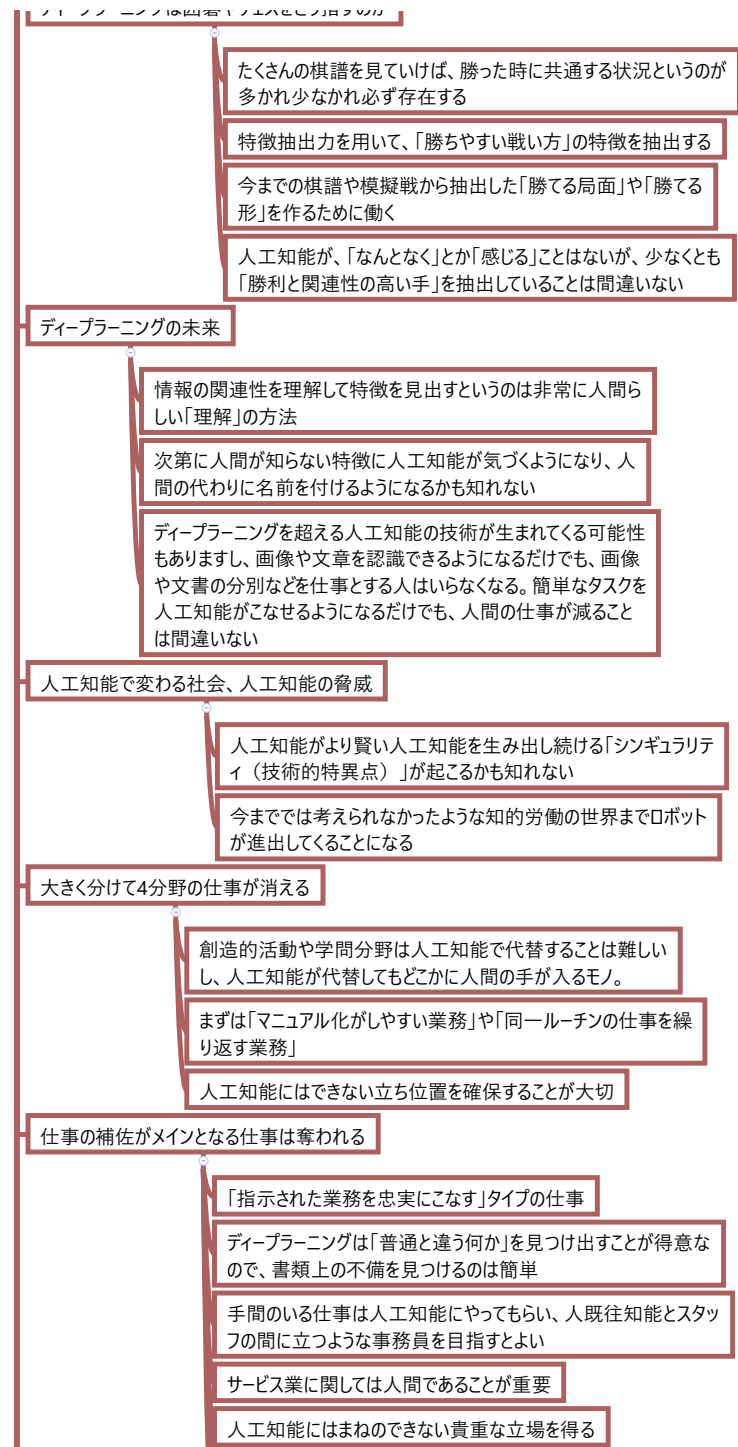
人間に近い学習過程を辿れるようになった人工知能

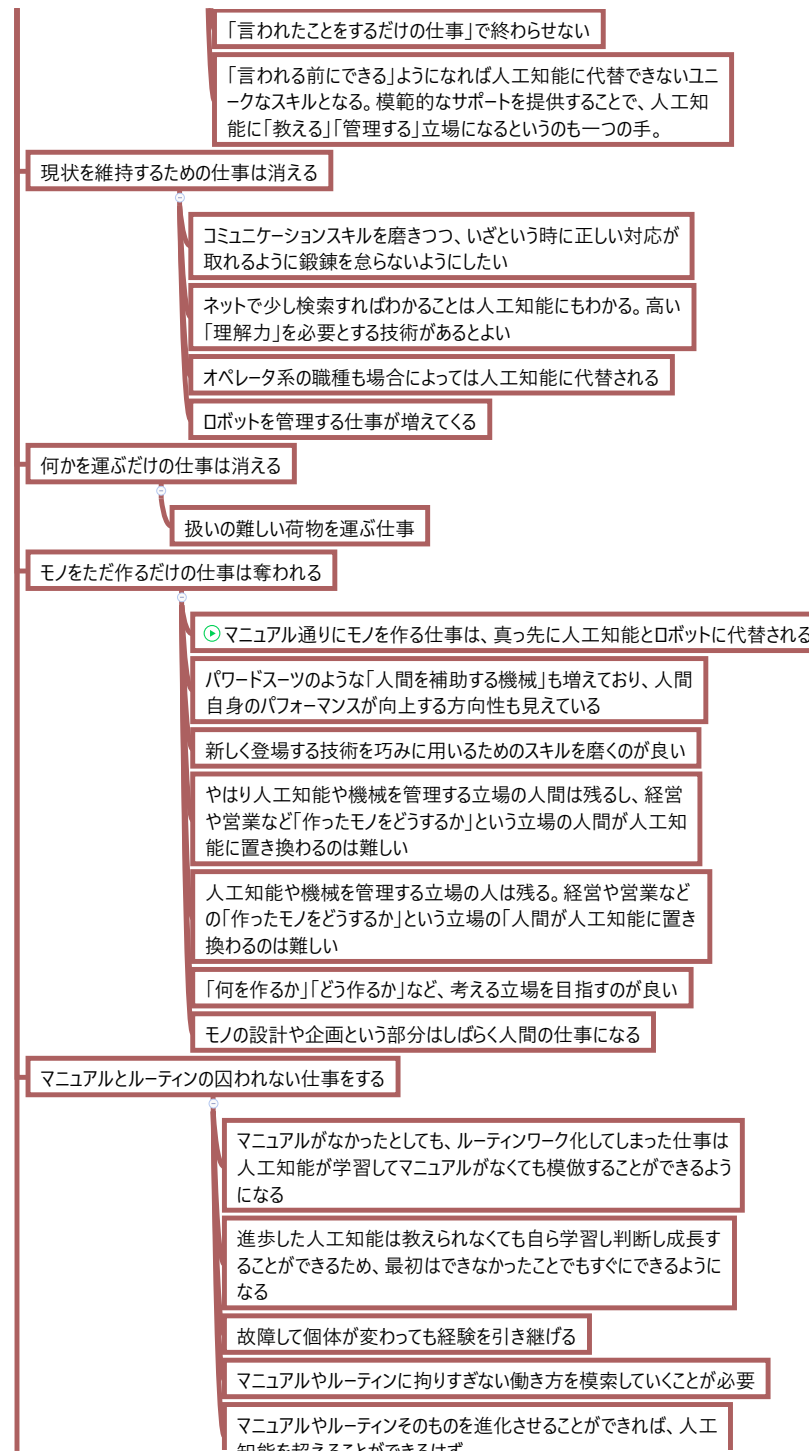
人間は教師に教わって学習することもあれば、自分で気づいて学ぶこともある。これは人工知能も同じ

ディープラーニングはどうやってモノを理解するのか

ニューラルネットワークを持った回路で多数の班を作り、班ごとにシンプルな役割を与え、各班に順番にタスクをこなさせる思考方法がディープラーニング

ディープラーニングは囲碁やチェスをどう指すのか





知能を超えることが出来るのは9

人間だからこそできる仕事ってなに？

人工知能の得手不得手、人工知能の弱点

一定のコミュニケーション能力が必要な仕事、責任を取る必要がある仕事

指示された理由や仕事が生まれる理由について考える力がないため、「意図を汲む仕事」や「人間の考えを読み取る力」を必要とする仕事は苦手

新しいものを生み出せる仕事をするか、人間らしい温かみのある仕事ができなければ仕事を失うことになる

創造的な仕事は生き残る

人々が今までに経験したことのない何かを提供する

顧客の考えや要望を理解したうえで、それを超えるモノを提案できなければデザイナーとして生き残っていくのは難しい

執筆関係の仕事では企画やデザインの部分が含まれることもあり創造的な、仕事の代表格と言えるかもしれない

「よい企画を真似る」だけの企画は人工知能の仕事。

人間の求めるモノや修正を正しく理解できていないと「良い企画」は出せない

芸術や芸能関係の仕事は生き残る

人間の感性や感覚に訴えるモノが多く、人間の特性や文化を正しく理解していなければこの仕事はできない

Pepperのように人とのコミュニケーションを売りにした機械も現れている。テレビに出るのは人間の仕事だと言えなくなるかもしれない

人気のある作品や変わった作品を見つけて、そこから新しい映像作品やアイデアを提供するような人工知能がでけると、映像作品作りに人工知能が深く関わってくる可能性がある

ぼーカロイドのような存在が話題になった。ロボットを使って作曲家と作詞家以外はいらない音楽も作れているのは一つの事実

人間の芸術とは全く違うアプローチで、人間には作れない作品を作ってしまう可能性もある。人間の芸術が「古臭い」といわれないように、新しい道を模索していきたい

美容師の感性に任せるのではなく、決まった形に向けて仕上げるのであれば人工知能にも可能

進化と発展を生み出す仕事は生き残る

「人類・社会・自然を理解し、変化を生み出す仕事」は人工知能に代替できない部分が多い

試行錯誤という点は人工知能とロボットのスピードがものをいう

助手の仕事がなくなって下手な雑務に追われなくなる分、自分の仕事に専念できるのは大きなメリット

経営者が人工知能というのは、最終的な責任の所在もわからなくなるために難しい

情報提供やアドバイスをを行うツールとして人工知能が活躍する場面は大いにある。現場から上がってくる膨大なレポート全てに目を通して、要約として使えそうな案をピックアップするなどは人工知能の仕事

国民の言葉をダイレクトに反映させるツールとして人工知能が使われる可能性はある

政治家や裁判官の決断に関する評価を、ネットワークと人工知能を介する形で国民に委ね、実質的な政治は決断を国民が直接絡むシステムを作り出すことも可能

医療や福祉関係の仕事は生き残る

人の生活を豊かに健やかにする仕事は生き残る

薬剤師や検査技師のような患者と関わりの薄い業種に関しては、ある程度人工知能やロボットによる代替が進む可能性がある

介護士や補遺^⑧儒y歳の仕事を人工知能が奪うのではなく、仕事の質を高めるために人工知能とロボットが一翼を担っていくはず

質の低い仕事をする人間は淘汰される

教育に携わる仕事は生き残る

「人に何かを教える仕事」は生き残る

基礎的な教育分野は人工知能が教師になることができるかも知れない

「なぜできないのか」を想像して教えることは人間でも難しい。まして人工知能だとさらに難しい

ただ「覚えるだけ」のようなタスクは人工知能にもできる

「授業は人工知能」で「質問は教員」のようにタスクを分ける塾や学校が現れる可能性は大いにある

訓練系は「動物のトレーナー」や「スポーツや特殊技能のインストラクター」など、人間の訓練はもちろん、動物を訓練するのも人間でなければできないことも多い

タスクがマニュアル化されても限界がある。コーチングの質を高めさえすれば、まだまだ人間の仕事になるはず

特に精神的に未発達な子供の教育に関しては人間でなければ教えられることも多く、人間性やモラルの教育を人工知能でいっても説得力がない

人が人工知能やロボットに勝つためには

よくわかるディープラーニングの仕組み【谷田部卓】

過学習と対策

過度に教師データに依存した（汎化できていない）状態

原因として、教師データが足りなくてデータに偏りがあるため

ニューラルネットワークの歴史

ディープラーニング

2011年音声認識コンテスト

2012年画像認識コンテスト

ディープラーニングのビジネス（実用化）

2種類

CNN（畳み込みニューラルネットワーク）系

RNN（LSTM）系

CNNが得意とする

パターン認識系

精度で既に人間を凌駕

自然言語処理系

操作系

ヘルプデスク業務は、数年でディープラーニングもよる自動応答に置き換わっていく

文章の自動要約や意味抽出まで進んでいくと、事務職の大半

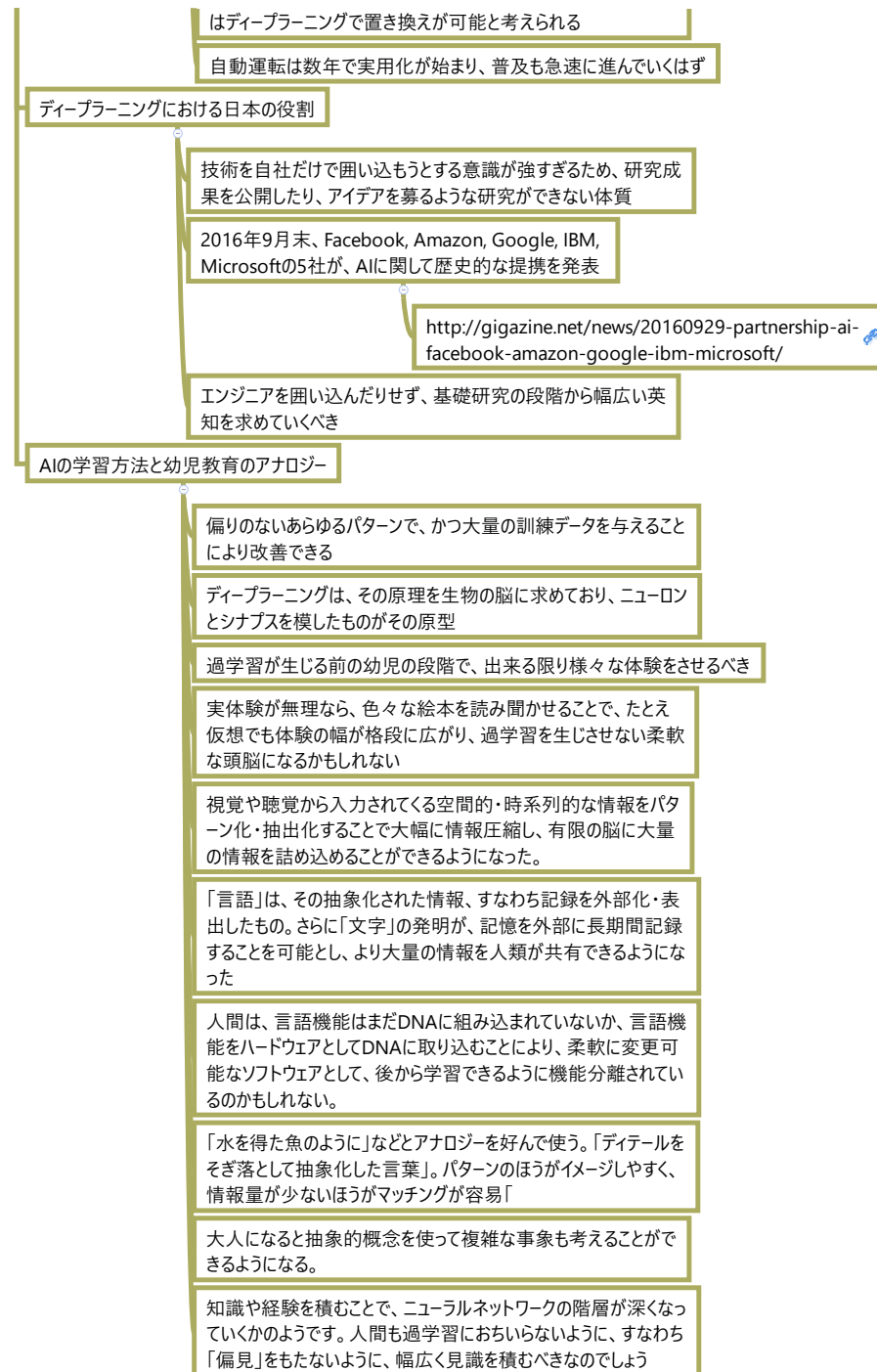
あとがき

全く別の特性を持つ存在が同じ目的に向かって競い合えば、その目的により最適化されたほうが勝つのは当然

人工知能を互いに高め合っていけるライバルだと認め、それでもなお彼らに勝てる分野を見つけられるかどうか、これからの人間に大切なことなのかも知れない

与えられた仕事をこなすだけではなく、相手が必要としているモノを理解し、要求以上のモノを提供することで人工知能との差別化が図れる

人工知能に勝てなくなったと感じたら、早めに人工知能にはできない分野に飛び出す勇気が必要かも知れません



「早稲田大学」の機械学習について

機械学習の実例

例えばEメールのスパム判定は機械学習で迷惑メールを自動判別

入力単語を予測して変換。これも機械学習

機械学習(Machine Learning)の応用先

■機械学習(ML)の応用先は、主に「予測」「識別」「実行」の領域に分けられる。

予測

- 株価予測：売上需要予測、与信スコアリング、発注リスク評価
- ニーズ・意図予測：購入レベルの発注予測、関心の自動検定
- マッチング：商品レコメンド、検索連動広告、コンテンツマッチ広告

識別

- 情報の判断・仕分け・検索：言語、画像、音の抽出・検索
- 音声・画像・動画の意味理解：感情把握、医療画像診断、顔認証
- 異常検知・予知：故障検出・予知、潜在顧客の発見など

実行

- 作業の自動化：自動運転車、Q&A対応、クレーム処理対応
- 表現生成：文章の要約、作成、翻訳、作曲
- 行動の最適化：ゲーム攻略、配送経路の最適化

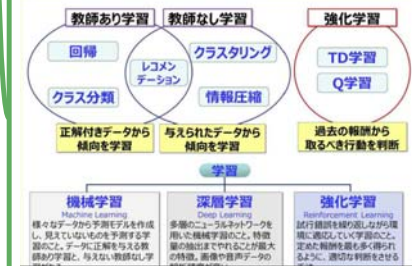
予測：最も実用化が進んでいる領域

識別：ディープラーニングの登場により、一気に精度が高まり、実用化が急速に始まったばかりの領域

実行：自動車の自動運転技術がAI技術の応用

日本語のAI会話が急速に発達したので、事前言語分野では一気に実用化が始まる

機械学習の種類



機械学習の種類と手法

教師あり学習：まず様々な種類の大量にある正解付きのデータを分析し、予測モデルを作成する

教師なし学習：未知のデータのため、どの観点から分析すべきか不明な場合の方法

強化学習：試行錯誤を繰り返しながら、目的に達した結果を得

「報酬」が得られ、最も「報酬」が得られるように学習していく方法

機械学習の用途と手法

機械学習には様々な手法（アルゴリズム）があるが、その利用シーンに応じた適切なアルゴリズムを見つけることが重要である

| 用途 | 説明 | 代表的な手法 | 教師 | 利用シーン |
|----------------------------------|-----------------------------|--|-------|---------------------------------------|
| 回帰 regression | 過去の実績から未知の数値を予測 | 線形回帰 ベイズ線形回帰 | あり | 販売予測 株価の変動予測 機器の異常検知 |
| クラス分類 Classification | 与えられたデータに適切なクラスを割り当てる | ロジスティック回帰 Decision Tree Support Vector Machine Neural Network | あり | 迷惑メールの判定 手書き文字の認識 クレジットカードの不正検知 |
| クラスタリング Clustering | 値の類似性をもとにデータをグループ化 | k-means法 混合正則分布モデル | なし | 顧客の嗜好によるセグメント分類 |
| 情報圧縮 Dimensionality Reduction | データの特徴的傾向をできるだけ残しながらデータを簡素化 | 主成分分析 特異値分解 | なし | 顔認証 商品類似性可視化 計算の高速化 |
| レコメンデーション | 客が興味を持ちそうな商品を推測 | 協調フィルタリング | あり/なし | ECサイトでの商品のお薦め |

回帰：売上予測などのような、過去の実績ある数値から、未知の数値を予測する際に用いられる

クラス分類：迷惑メールの判定などのように、データを適切なクラスに割り当てる手法で教師ありの機会学習

クラスタリング：値やデータの類似性をもとに、データを自動的にグループ分けする手法。クラス分類と似ているが教師なし学習

情報圧縮・次元圧縮：かつて顔認証で用いられてきた手法で、データの特徴的傾向をできる限り残しながら、データ総量を減らす

レコメンデーション：購入履歴から興味がありそうな商品を推測します

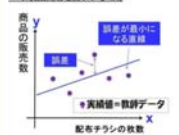
アルゴリズムの種類は、長い研究の中から多数の種類が考え出されてきた。全ての課題に汎用的に利用されるアルゴリズムは、現時点で存在しない。このため利用目的に適したアルゴリズムを見つけるためには、試行錯誤しながら決定する必要がある

機械学習の原理

機械学習の基本は統計学にあり、その出力データはすべて確率で表現される

機械学習の原理：線形回帰モデル（教師あり学習）

商品販売数の予測



$$y = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n + c$$

y: 商品の販売予想数
x₁: 配布チャシの枚数
x₂: 予測日は日曜日か
x₃: 予測日の天気予報が晴れか
...

単回帰分析による予測

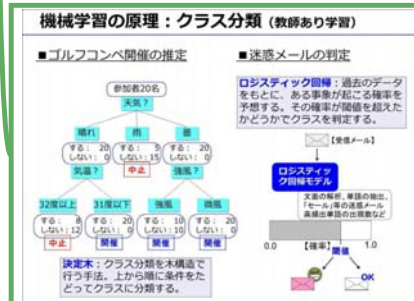


■単回帰分析：1変数（チャシの枚数）から1変数（販売数）を予測する

■重回帰分析：数式の右辺に2つ以上の変数が存在する場合の線形回帰

機械学習は教師データを多数入力（学習）することで、予測式が自動で定まる

機械学習では、アルゴリズムとは数式のこと、教師データとは実績値のこと

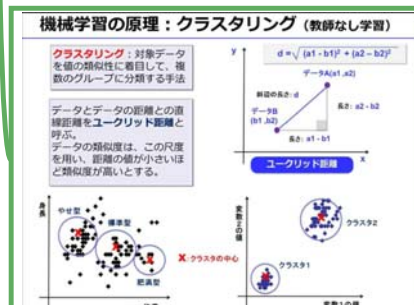


クラス分類は、学習速度は早い、一般的には精度があまり良くない

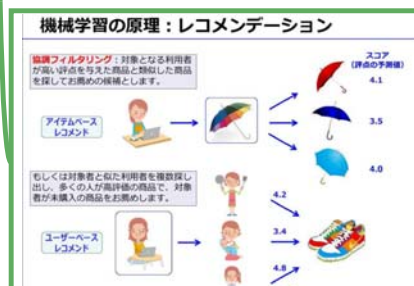
ロジスティック回帰は、過去のデータをもとに、あるクラスに該当する確率を予測。この確率に対して閾値を設定し、クラスを割り当てる手法

迷惑メールの判定閾値を上げると誤判定は減るが判定漏れが増えるトレードオフの関係

ロジスティック回帰の判定式をクラスごとに用意すると、多クラス分類が可能となる



クラスターリングとは、正解付データの不要な教師なし学習



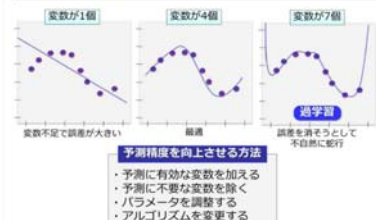
レコメンデーションは、利用者が投稿したレビュー点数、行動履歴、商品購入の有無かどから、その利用者に「評点」を付ける。その評点から利用者の嗜好を分析して、おすすめ商品を推測するのが「協調フィルタリング」

利用者が高い評点を与えた商品と、類似した商品をお勧めするのが「アイテムベースレコメンド」

対象者と似た嗜好の利用者を複数選びだし、その利用者の多くが高得点の商品の中で、対象者がまだ購入していない商品をお勧めするのが「ユーザベースレコメンド」

過学習とパラメータ調整

教師データを100%正しく予測できても、未知のデータを正しく予測できるとは限らない。教師データのみ正しく予測でき、母集団のデータを正しく予測できない状態を過学習と呼ぶ



回帰やクラス分類などの「教師あり学習」の場合は、この教師データをもとに数式の変数（パラメータ）をコンピュータが自動的に決定する

教師データに合わせすぎた状態を「過学習」という。これを避けるために、教師データとは別に評価用のデータも用意して、検証する必要がある

ただし、教師データの件数が膨大であれば、このような過学習は解消する

自然言語処理の原理

コンピュータは数値しか扱えない。単語や文章を数値で表現する方法とは？

Natural → 0001
Language → 0002
processing → 0003

もし全ての単語にコードを割り当てると、数百万項目の辞書が必要となる。さらに文章となると、その組み合わせ数は膨大になるので非現実的。

では、どのように数値化するのか？

単語や文章の**特徴量**だけを数値化することで、データ量を大幅に圧縮させる。この場合、同一文章中の他の単語とは区別できるが、言明法に関する、特徴量の数値から元の単語は再現できない。

単語や文章の特徴量とは？

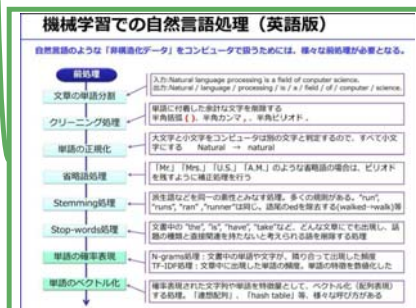
■ 繰り返し出て出現した単語の出現頻度（**N-gram頻度**）
（例）this is a pen → [2-gram] this-is, is-a, a-pen → (1,1,1)
※ 単語の意味を無視して文章を分割し、表現の出現頻度パターンを得て統計処理をする。

■ 文章中の単語の出現頻度（**TF-IDF頻度**）
 $TF-IDF = \text{「文章中の単語Aの出現頻度」} \times \log \text{「文章総数+単語Aのある文章数」}$
※ 複数の文章で横断的に使用している単語は重要でなく、対象文章内では頻度が高い単語が重要になる。

自然言語は、人間の長い歴史の中で自然に発展してきたため、プログラミング言語と比べると、曖昧性が非常に高く、自然言語処理という特別な処理が必要になる

単語や文章の特徴量。特徴量を数値化することで文章を数値で扱えるようになり、文章のデータ量を大幅に圧縮することができた

単語や文章の特徴量は、N-gram処理やTF-IDF処理が一般的。対象文章内では高頻度の単語が特徴的である



文章を単語に分割してクリーニングした後、その文章の特徴量を抽出することでベクトル化



まず国語辞書や文法の知識、一般常識等をデータベース化しておく必要がある

多数の解釈の中から最も「妥当な」解釈を判断することをコンピュータに実装するのは難しいこと

自然言語処理の難しさの根本原因は、自然言語が本質的に持ち、多様な解釈を可能とする「曖昧さ」にある

自然言語処理の最も身近な例は「かな漢字変換」

検索エンジンは、自然言語処理のおかげで利用することができ、「機械翻訳」の研究成果で自然言語処理は発達してきたと言える

文章から単語を切り出す処理を「形態素解析」

「意味解析」、「文脈解析」と進むが、いまだに研究段階にあり制度の良い確立した手法はまだない



単語分析に加えて「品詞付与」などの処理も行う

「形態素解析ソフトウェア」として有名なのがMeCabというオープンソース

機械学習のビジネスでの利用



①研究段階：機械学習は人工知能における研究課題として1960年頃から研究されてきた

②実用化段階：近年、成績がよく実績あるMLアルゴリズムは、コンピュータパワーの進化に伴って、大学などの研究機関がOSS化

OSSのフレームワークが火付け役となって、機会学習は一気に実用化段階に入ってきた

③クラウドMLの登場：2014年にIBM WatsonがMLのAPIを公開。2015年から主たるパブリッククラウドで、続々と実用的なMLアルゴリズムがライブラリとしてサポートされる。こうして機械学習は、本格的な実用化段階に突入した

AIや機械学習の応用先は「予測」、「識別」、「実行」になる。現時点では予測が最も実用化が進んで、応用しやすい分野と言える。識別は比較的専門性が高く、実行は現時点で実用化はあまり進んでいない

現状ではアナリストが過去の実績データをもとに、BIツールを用いて経験と勘で行う場合が多い

機械学習の利点は、最初に適切な予測モデルを作成すると、その後は専門家の常駐が不要になるところ

ただし、「教師あり機械学習」の場合は、どの分野でも、その出力精度は教師データの質・量・種類に大きく依存する

活用例

予測

①店舗への来客数の予測

最初は、入手可能なあらゆる種類のデータを集めること

②売上げの予測

売上データや顧客の平均購入単価、来客数（予測数）、購買率のデータがあれば精度のよい売上予測が可能

③顧客の店舗内動線分析

品ぞろえや陳列棚の改善により売上アップ

店舗内にビデオカメラ、赤外線センサー、レーザーセンサーなどを一定期間設置して、データを収集

④工場での作業員動線分析

作業工程を効率化、危険エリアに立ち入らないように通路確保

作業員にタグをつけたり、スマホを持ってもらい、作業員の位置データを収集

作業員全員の総移動量を計測・分析できるので大きな改善効果が見込める

⑤ECサイトでの商品レコメンデーション

来訪者の行動ログを分析しサイトデザインを改良

来訪者特性に合わせたレコメンデーションやバナー広告などきめ細かな制御ができる

もともとリアル店舗での接客術、つまり優秀な店員のお客様対応を自動化しようとしたもの

⑥フライトデータと気象データから飛行機の遅延時間予測

⑦路線バスの遅延時間予測

曜日と時間帯別交通量データ、これに停車時間の実績データにより予測モデルを構築

識別

大量にあるデータを複数に分類すること

①機器異常や故障の事前検知

機器の挙動データを長時間にわたり詳細に収集

②SNSでの評判分析

非構造化データであるテキストデータを自然言語処理。一般にテキストマイニング用のツールを用いて、アナリストが分析

テキストを形態素解析し、あらかじめベクトル化してある良い言葉と悪い言葉との類似度を計算

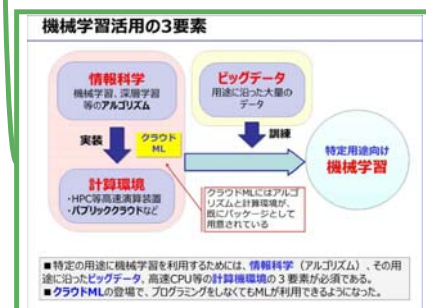
十分な数の教師データと「感情辞書」を用意し、再起型ニューラルネットワークなどのアルゴリズムを用いての実験が必要

③ソフトウェアの品質判定

「可読性」を解析する静的解析ツールから出力されるメトリクスデータで数値化が可能

このメトリクスデータに、既に品質判定した結果を組み合わせる教師データとする

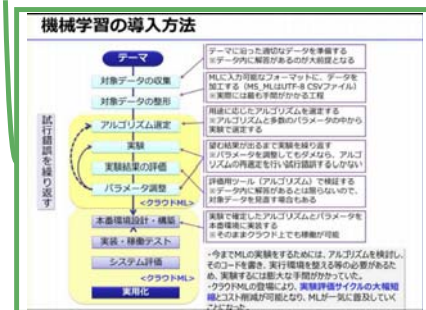
それによりソースコードの品質判定を自動で行えるようになる。すでに有効性を確認済



機械学習を実際に利用する場合、「情報科学」、「計算環境」、「ビッグデータ」が必須

2015年になり、IBM、MSがクラウドML（クラウドAI）をサービスを開始

アルゴリズムと計算環境がパッケージで提供されたので、データさえあれば誰でも容易に機械学習が利用できるようになった



適切なアルゴリズムを見つけるには、試行錯誤が必要。このアル

試行錯誤を繰り返すには、試行錯誤が必要である。この試行錯誤を利用するにはプログラミングが必要であり、この試行錯誤に非常に時間がかかっていた

①対象データの収集

クラウドMLには、このデータクレンジングを自動的に行えるライブラリも準備されている

③アルゴリズムの選定

最も出力結果が良かったアルゴリズムを選定することになる。したがってアルゴリズムの種類ができるだけ多いクラウドMLを選ぶべき

④実験

⑤実験結果の評価

正解付の教師データを7対3などに分割し、70%で学習させ残り30%で評価するホールドアウト法などを用いる方法が一般的

精度の評価に使う指標として、正解率、真陽性率、偽陽性率、ROC曲線、適合率などがある

⑥パラメータ調整

クラウドMLでの実践

専門家が不要：従来はAIや機械学習の専門家がいなかった限り、機械学習をビジネスに利用することは考えられなかった

深い知識は不要で、試行錯誤をある程度繰り返して経験を積み、様々なビジネスシーンに応用することができるようになる。

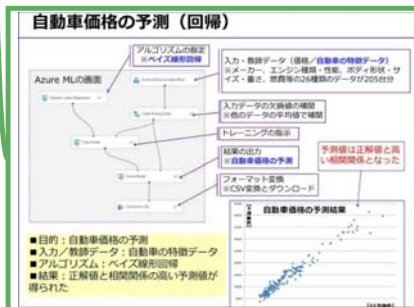
手軽に始められる：クラウドMLはインターネットに接続されたPCさえあれば、だれでも手軽に始められる

・費用が最小限で済む：ユーザ登録料は無料、テストだけなら利用料金も無料

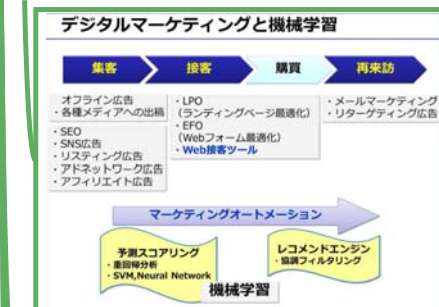
・ビジネスでの利用が容易になる：実際のビジネス環境で既に多数利用されている

| 主要クラウドでの機械学習サービス | | | |
|------------------|---|------------------------------------|----------------------------------|
| | Microsoft | Amazon | IBM |
| サービス名称 | Microsoft Azure Machine Learning Studio | Amazon Machine Learning | Watson Bluemix |
| 特徴 | ・フローチャート・スタイルで開発可能 ・RとPythonのコードが使える | ・アルゴリズムとUIの制約はあるが、ウィザードを使って簡単に利用可能 | ・17種のREST APIを提供 ・日本語APIも利用可能 |
| 試用期間 | ワークスペース内なら無制限利用可能 | アカウントのみ12ヵ月間、MLは有料 | 1ヵ月間 |
| 費用 | API: ¥204/稼働時間 Studio: ¥102/稼働時間 | 分析: \$0.42/h 予測: \$0.1/1,000件 | 日本語API使用料: 260万円/月 |
| アルゴリズム | 25種類のMLアルゴリズム | 教師学習のみ: 二重分割、多項分割、回帰 (線形) | 【日本語API】自然言語系4種、スピーチ系2種 |





拡大する機械学習ビジネス



ユーザ接点はすべてデジタル化されており、ユーザに関する大量の

データが取得できる

2015年からはWeb接客ツールという従来のECサイトにはなかった接客を行うシステムが登場している

集客から再来訪までの一連のマーケティングフローを、システム化しようとするのが、マーケティングオートメーション

ある程度の自動回答なら今のチャットボットでも可能です

高度化：人の能力では発見困難な知見や規則性を見つけ出す

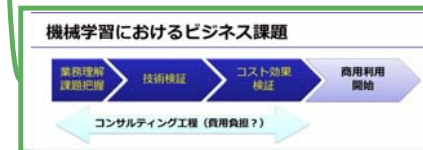
高速化：処理に要する時間の劇的な短縮

・効率化（自動化）：人がいなくても業務が進むようになる

機械学習を応用することにより「判断の進化」が可能

機械学習ビジネスの課題

先行して市場を押さえることができれば、その分野におけるトップランナーになることも可能



「No Free Lunch定理」どんな問題やどんなデータに対しても最高の制度を出せる万能なアルゴリズムは存在しないという定理

機械学習で解決可能かは、事前に詳細調査が必要。顧客が保有する現場のデータを用いて、様々なアルゴリズムで試行錯誤しながら技術検証をする必要がある。しかも技術検証をした結果、機械学習では顧客課題をかいけつできないという結論になる場合もある

日本ではいまだに、ERPのような基幹系ソフトで企業独自の商習慣に対応してカスタマイズされたものが主流となっている。この独自ソフトウェアの開発方法は、仕様を明確なら昔ながらのウォーターフォール型、不明確ならアジャイル型と、ある程度確立している

一般的に普及している多種多様なソフトウェアの中にも、様々なアルゴリズムが使われているがユーザーからは隠蔽され意識されていない

長い間にアルゴリズムの利用方法が確立し、ソフトウェアのライブラリに組み込まれて、プログラマーも使い方を熟知している。しかし機械学習の場合、アルゴリズムそのものはある程度確立してきたが、ビジネスでの利用方法は手探りの状況である

このため、ユーザに「裸のアルゴリズム」そのものを提示し、ビジネス用途に利用可能かを検証してもらうしかない

日本の企業、特に大企業は、実績や安全性を重視するために、

ノブ・ストローサーになることを嫌いよ

もしそのソフトウェアが同業他社より優位に立てるほど画期的なら先行導入した企業がその分野での先行者利益を独占して享受できる。しかし様子見して実績が出てからの導入だと、他社との競争優位に立てないため機会損失が生じてしまう

機械学習ビジネスにおける初期費用問題は、ハイリスクハイリターンを狙うか、ローリスクローリターンにするかの判断とも言える

機械学習のようなAI関連サービスは、最新技術が論文などで公開されてからわずか数か月ほどでクラウドMLサービスとして利用できるようになっている

PythonやR j などのプログラミング言語を知らなくても機械学習を活用できる時代jになった

この厳しい競争社会において情報を制する者が常に勝者になる。機械学習などのAI関連の知識は今後必ずビジネス社会で求められていくに違いない

社会現象の予測は統計学を応用すればある程度可能で、その技術の延長線上に画像解析や顔認証、さらに音声認識、機械翻訳などがあると考えたと理解しやすくなる

教師あり機械学習の場合は、教師データとして入力されたデータを統計処理をしてモデル化し、対象データが統計的にみてもどの教師データに「統計的 j に近い」かを計算して判断をしている

非エンジニア、文系、ビジネスマンのための人工 知能入門：数式が苦手なあなたにおすすめ

はじめに

出来ること、出来ないことを理解することが大切

人工知能とはなにか

あるタスクに特化して人間より秀でた性能を示すことができる

強いAI

人間が普段こなすようなタスク（話す、移動する、見る等々）を難なく行うことを目的とする

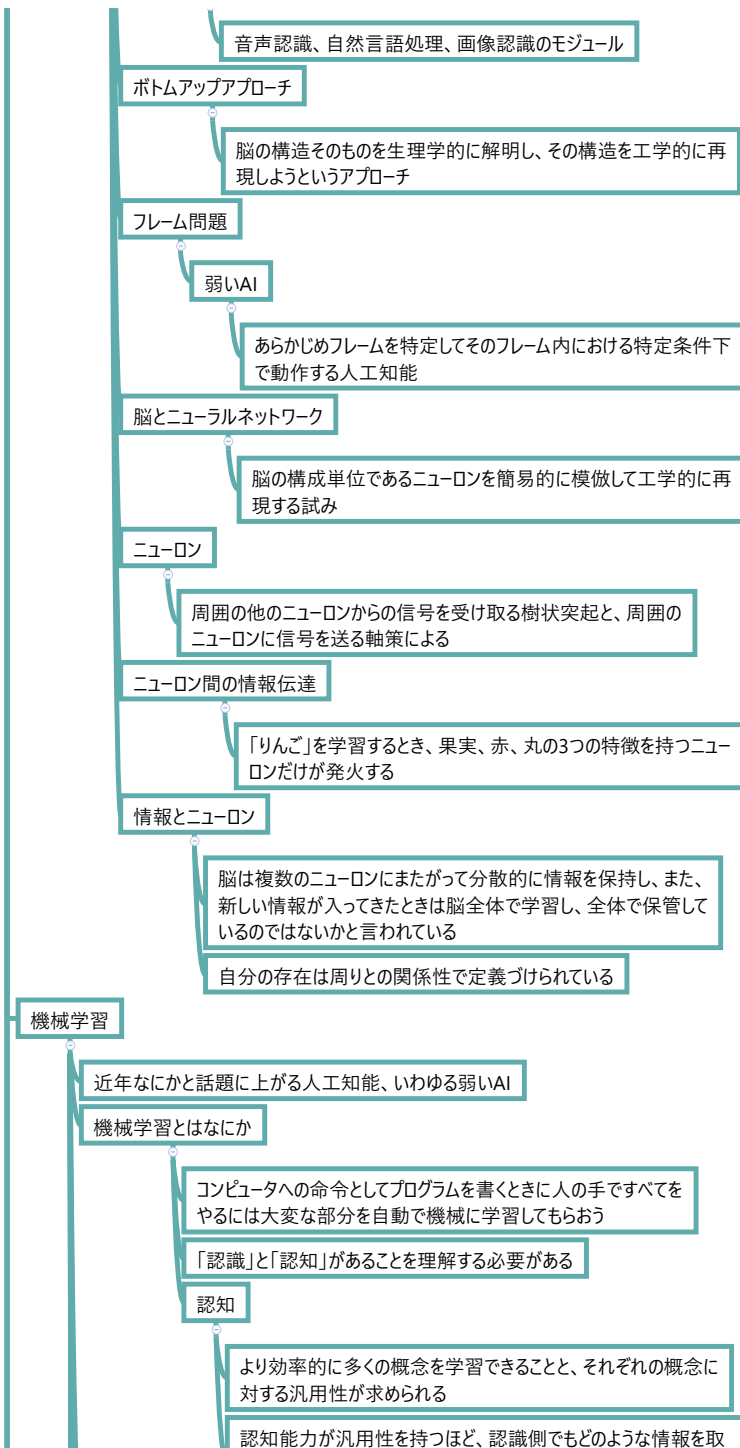
シンギュラリティ（技術特異点）

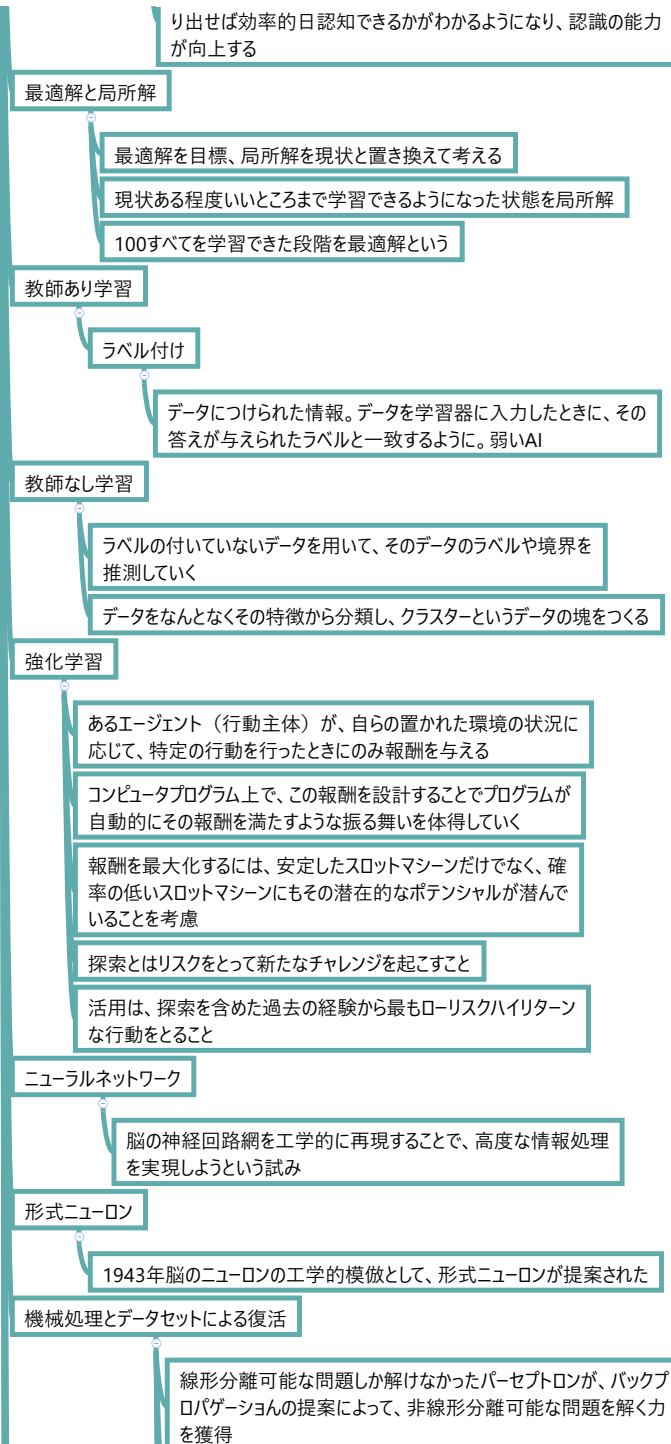
機械が人間の知能を超える段階

人間の知能

問題の解き方をモジュール化して、問題に応じてモジュールを再活用し、また複数のモジュールを組み合わせ活用することができる

トップダウンアプローチ





当時のコンピュータの処理能力では、計算コストが非常に高く、実験による有用性の証明が困難だった。そのためにまた冬の時代を迎えることになる

パーセプトロンは教師あり学習であり。この学習にはラベル付きの大量のデータが必要になる

ネット上にはたくさんのデジタルデータが生み出され、あふれるデータとコンピュータ処理能力の発展は新たなブームを呼び起こした

この火付け役になったのが2012年開催の画像認識コンテスト（ILSVRC）におけるGeoffrey Everest Hinton教授をはじめとする研究グループのニューラルネットワークによるディープラーニング手法を用いた圧倒的な画像認識精度の実現による勝利

ディープラーニングとは

まず、1つ目の理由は、ネットワーク構造をよりディープに深くすること

もう一つの理由は、ディープラーニングによって、特徴抽出が機会にやらせることができるようになったこと

従来は特徴量抽出手法を、場合に応じて使い分けを人の手で意図的に行う必要があった。しかし、ディープラーニングでは、特徴量抽出の部分自体も学習による自動で獲得することができるようになった

医療分野の場合、あらかじめ大量の集めやすい事前画像によるディープラーニングの学習によって獲得された小さい概念が、医療系画像における認識においても使いまわすことができた

過学習

例えば、教科書に書かれている例題をいくら正確に読めることができたとしても、ちょっとひねったテストの問題では歯が立たないといった勉強の仕方では意味がない

現状のディープラーニングの手法に関する課題

伝言ゲームで最後の人に伝言が使ったときに、初めの伝言と違った意味になっていく現象

学習における重みづけ更新の手法を改善する必要がある

学習させるデータの課題

ただ大量であるだけでなく、質が求められる

実際には、学習において教師ありのラベル付きデータが必要となるため、データに対してラベル付を人の手で行うことになる。データ量が増えるほど学習精度はあがる一方、ラベル付する量や時間的コストも大きくなる

ディープラーニングの計算・実装における課題

並列高速計算処理ができるGPUが必要となる

根本的なディープラーニングの手法の見直し

手法自体の発展が目覚ましいわけではなく、コンピュータ計算処理能力がやっと理論に追いついた状況

実際の脳のニューロンの構造的には、横に広く浅いことが知られているが、現在のディープラーニングは縦に層を深くするほど精度が改善しているのが現状

今後はデータを見て、ディープラーニング自体が自からのネットワーク構造を最適化して決定していくような仕組みも必要となる

ディープラーニングと画像認識

学習データの用意

学習の繰り返しと評価

進化計算

巡回セールスマン問題

進化型ニューラルネットワーク

NEAT

まとめ

現在の弱いAIをさらに高度化できるのではないかと期待される進化計算とそれに関連する遺伝子アルゴリズムや進化型ニューラルネットワーク。そのポテンシャルと実際にNEATにおけるニューラルネットワークの学習プロセスについて学ぶ

人工知能（AI）活用時代に必要とされる能力 とは？ビジネスで差がつく「データサイエンス力」

<https://www.salesforce.com/jp/blog/2017/02/Artificial-Intelligence.html>

人工知能（AI）の活用が一般化する時代における重要な能力（総務省「ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究」）

情報収集能力や課題解決能力、論理的思考などの業務遂行能力

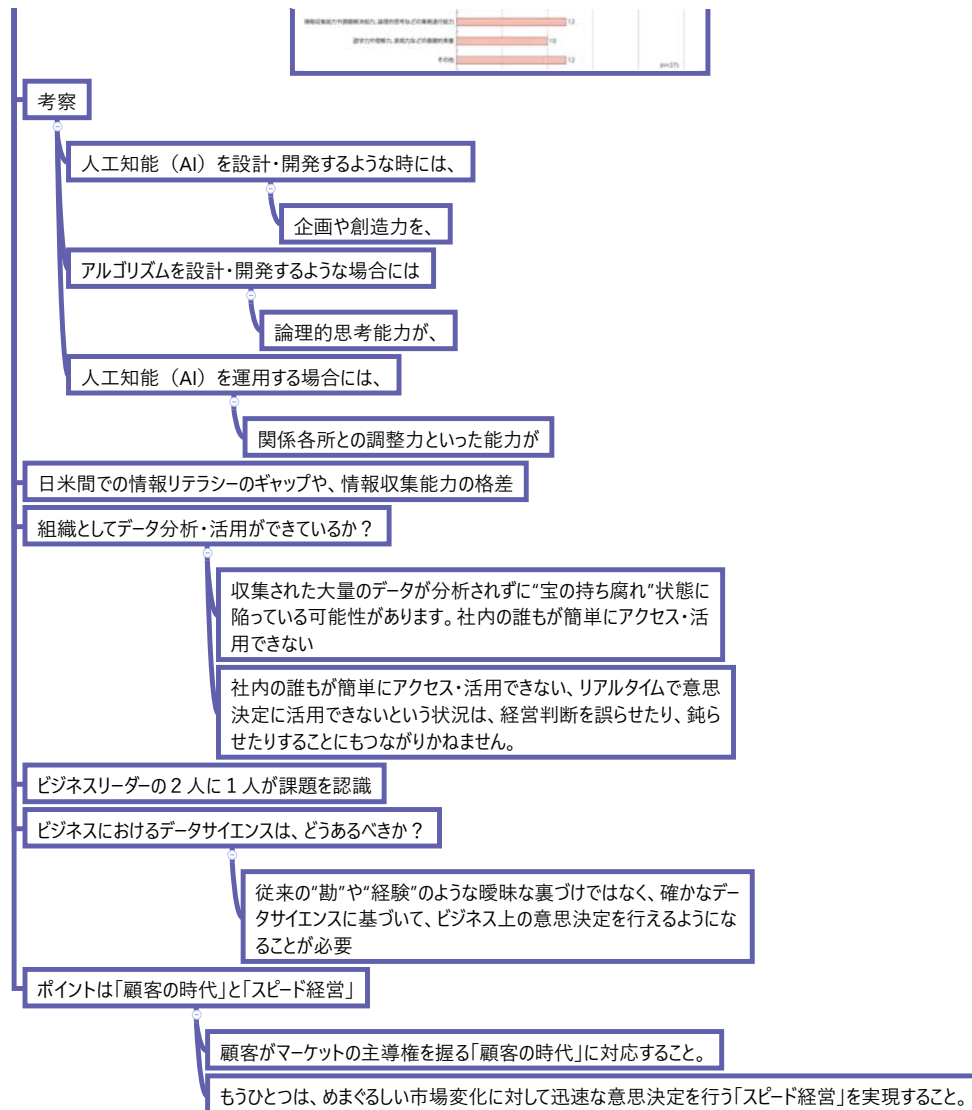
チャレンジ精神や主体性、行動力、洞察力などの人間的資質

企画発想力や創造性

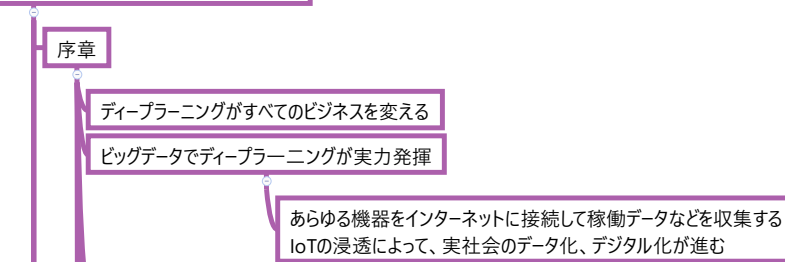
語学力や理解力、表現力などの基礎的素養

コミュニケーション能力やコーチングなどの対人関係能力





グーグルに学ぶディープラーニング（日経ビッグデータ）



トヨタは日米の全乗用車を通信対応に

企業の競争力はデータを収集し、価値に変える能力

人工知能でイノベーションを生む時代に

イノベーションとは、お客さんに聞いても答えられないような問題を解決したときにのみ生まれる

デジタル化された実世界の可視化、最適化が進められるようになっている

さまざまな業界にビッグデータ×人工知能による変革が生まれる

図0-1 さまざまな業界にビッグデータ×人工知能による変革が生まれる

| 1. データ 取得 | 2. データ 分析 | 3. 分析 結果 | 4. デジタルトランスフォー メーションによる変革の 成果 | 業界 |
|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------|----|
| さまざまな業界にビッグデータ×人工知能による変革が生まれる | ビッグデータ×人工知能による変革が生まれる | インダストリアル・インターネット／インタストリー 4.0 | 製造 | |
| | | EC・オムニチャネル | 流通 | |
| | | 自動運転・シェアリングエコノミー | 運輸・輸送 | |
| | | 新薬・個別化医療・医療費削減（データヘルス計画） | 医療 | |
| | | FinTech（融資査定や保険料の算出など） | 金融 | |
| | | スマートハウス／eNAS | エネルギー／住宅 | |
| | | EduTech（アダプティブラーニングなど） | 教育 | |
| | | HRTech | 人材 | |
| | | スマートコンストラクション／Construction | 建設 | |
| | | ビッグデータによる新経済・消費形態 | 公共 | |

データ取得

センサー

ウェアブルデバイス

ポイントカード

スマホアプリ

API

デジタルトランスフォーメーションによる業界構造の変革

製造

インダストリアル・インターネット／インタストリー 4.0

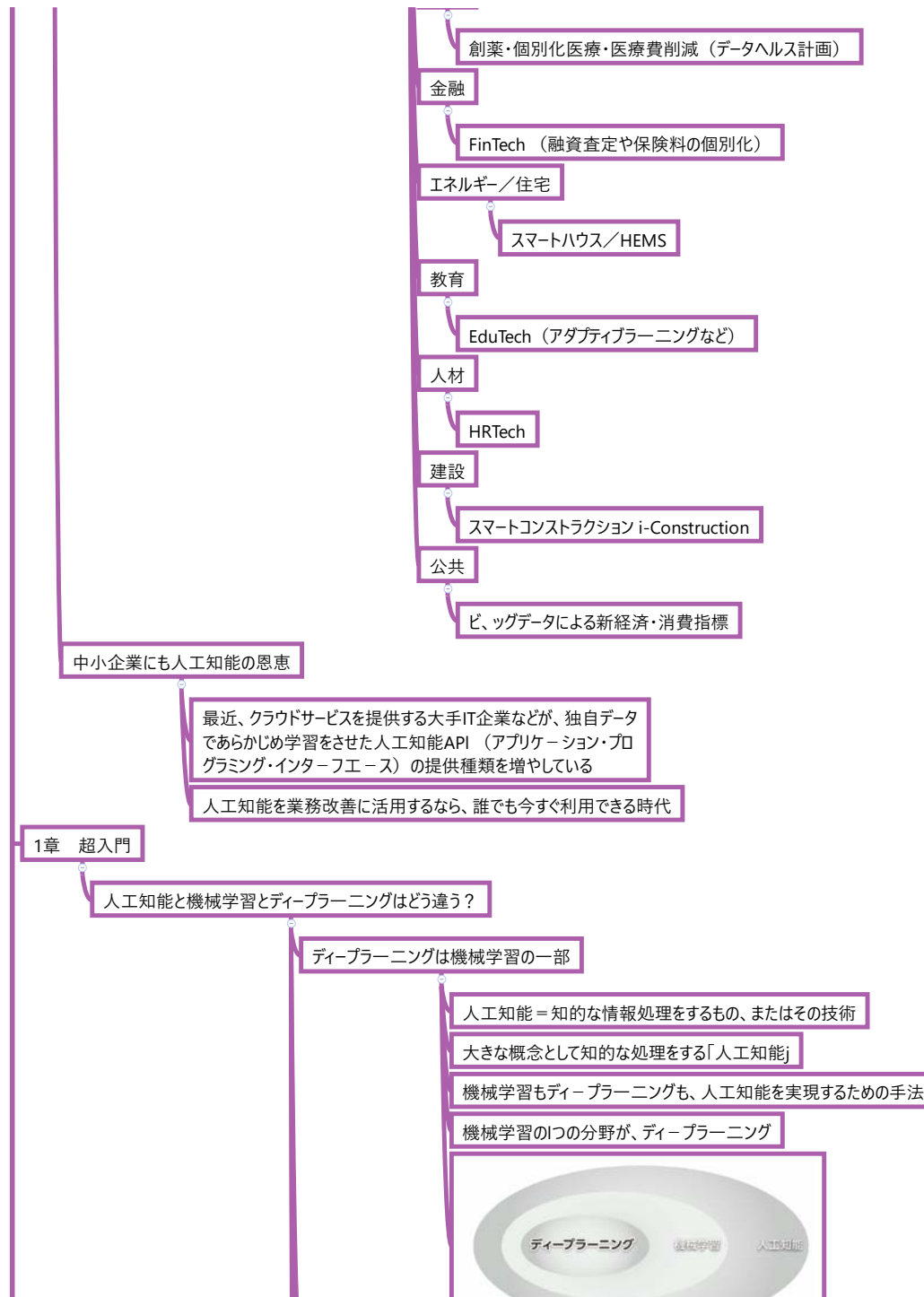
流通

EC・オムニチャネル

運輸・輸送

自動運転・シェアリングエコノミー

医療



機械学習は人間がプログラムを作らない

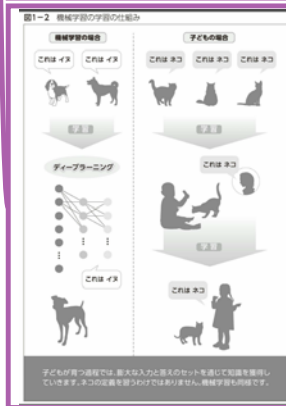
機械学習は、プログラムを人間が作りません。どう判断するかを人間が教えることなく、機械が自分で学ぶことから、『機械学習』と呼ぶ

入力の答えとなる出力のセットの例を、たくさん機械に与える

機械が答えを出すための手法を、人間がプログラムとして与えるのではなく、機械が自動的に膨大なデータから学習してモデルを作るのが、機械学習

機械の中で、入力に対して正しい答えが導き出されるような「モデル」が作られるだけ

膨大な入力と答えのセットから知識を獲得していく



コンピュータの発達がディープラーニングを可能に

複数の層の処理を重ねて複雑な判断をできるようにする技術として、深層学習、すなわちディープラーニングと呼ばれる

コンピュータの計算力の大幅な向上と、インターネットなどを介して大量なデータを収集することができるようになったことによって、この数年で実用レベルに達してきた

「リサーチの洪水」のごとき人工知能の広がり

ネットワークインフラや大規模データ処理、機械学習を含むコアテクノロジーを外部に提供するためのプロジェクト

「モバイルファースト」から「AIファースト」へ

機械学習で可能となる価値をさまざまなかたちで具現化していく

グーグルでは、ライブラリをオープンソース化するなど、GCPを通じて、AIファーストの成果を外部に提供するためのプロジェクトを進めている

安価で誰もが画像認識や音声認識、翻訳などの人工知能を利用

「機械学習」は、コンピュータに「学習」させることで、人間が設定しなくても自動的に学習できるように

2章 ディープラーニングの仕組み

機械学習「以外」の人工知能とは

その代表的な方式が、世の中の出来事を論理式で書き出すというもの

人間が『AならばB』という関係をコンピューターに教えるので、機械学習ではない

ゴールを定めておいて、ゴールを達成するには「その前に何を必要とするか？」

人工知能はすべての知的なことを解釈しようとする

分野を限って人工知能の力を最大限に発揮しようと考えたのがエキスパートシステム

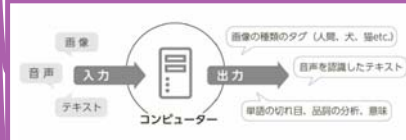
機械学習以外の人工知能では、コンピューターが考えるための条件式を必ず人間が教えなければならない

ルールを決めることから、「ルールベースの人工知能」という

機械学習の基本

学習するための材料と、学習するための考え方を与える必要がある

入力と出力のセットを大量に用意し、コンピューターに学習させていくことを機械学習と呼ぶ



モデルは、入力から出力を得るための計算のプロセスを表現したもの

大量に与えられた信号を機械が計算することで、入力と出力の間に関係づけるモデルが出来上がる

機械学習といってもいろいろな手法がある

どのようなモデルで機械学習をするかは、人間が設定しなければいけない

機械学習で扱われるモデルには、多くの種類がある。

「決定木」「帰納推論」「ニューラルネットワーク」「ディープラーニング」などが代表的なもの

ここでようやく「ディープラーニング」が出てきました。

機械学習の1つの手法が、ディープラーニング

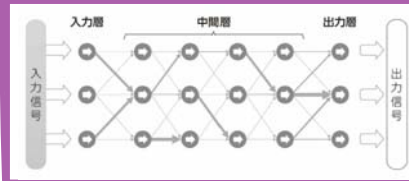
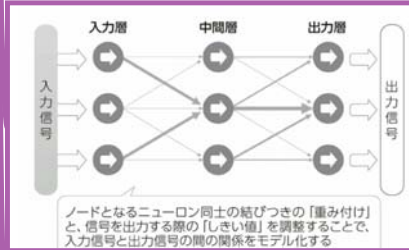
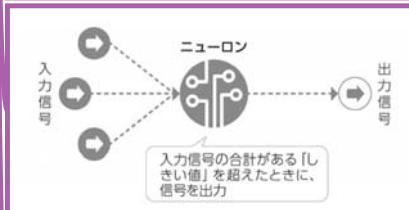
ニューラルネットワークは脳の神経構造

脳の神経の構造を論理的にまねすることで、知的な処理をコンピ

ユーザーにさせようというもの

シナプスは、隣接するシナプスからの信号の入力が一定の値を超えると、次のシナプスに対して信号を送り出す一方通行の神経伝達

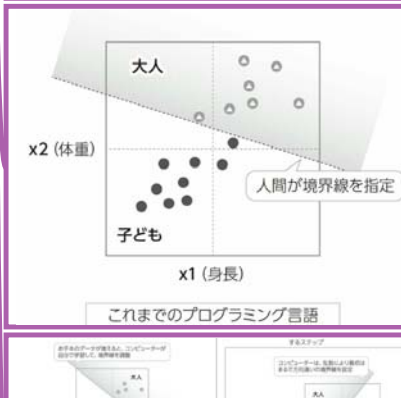
人工的に作ったニューロンがニューラルネットワークの「ノード」と呼ばれる

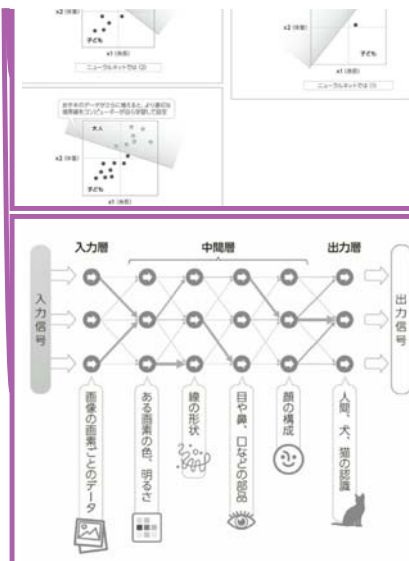


ディープラーニングが、ルールベースの人工知能や他の機械学習と異なるのは、とても単純であること

分類の仕方はコンピューターが自分で学んでいく

一般的なプログラム言語では、グラフの中の境界線を人間が設定することで関係を判断する



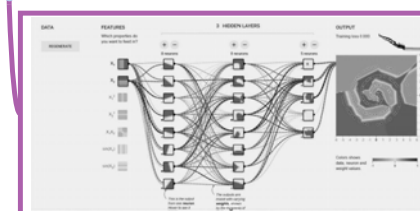


ネット上の「遊び場」で、ニューラルネットを理解する

Playgroundでニューラルネットワークを体感。単純な分類ならば、1層でもOK



らせんが入り組んだようなパターンの場合、多層化とニューロン数の増加によって対応で、できることが体験できます

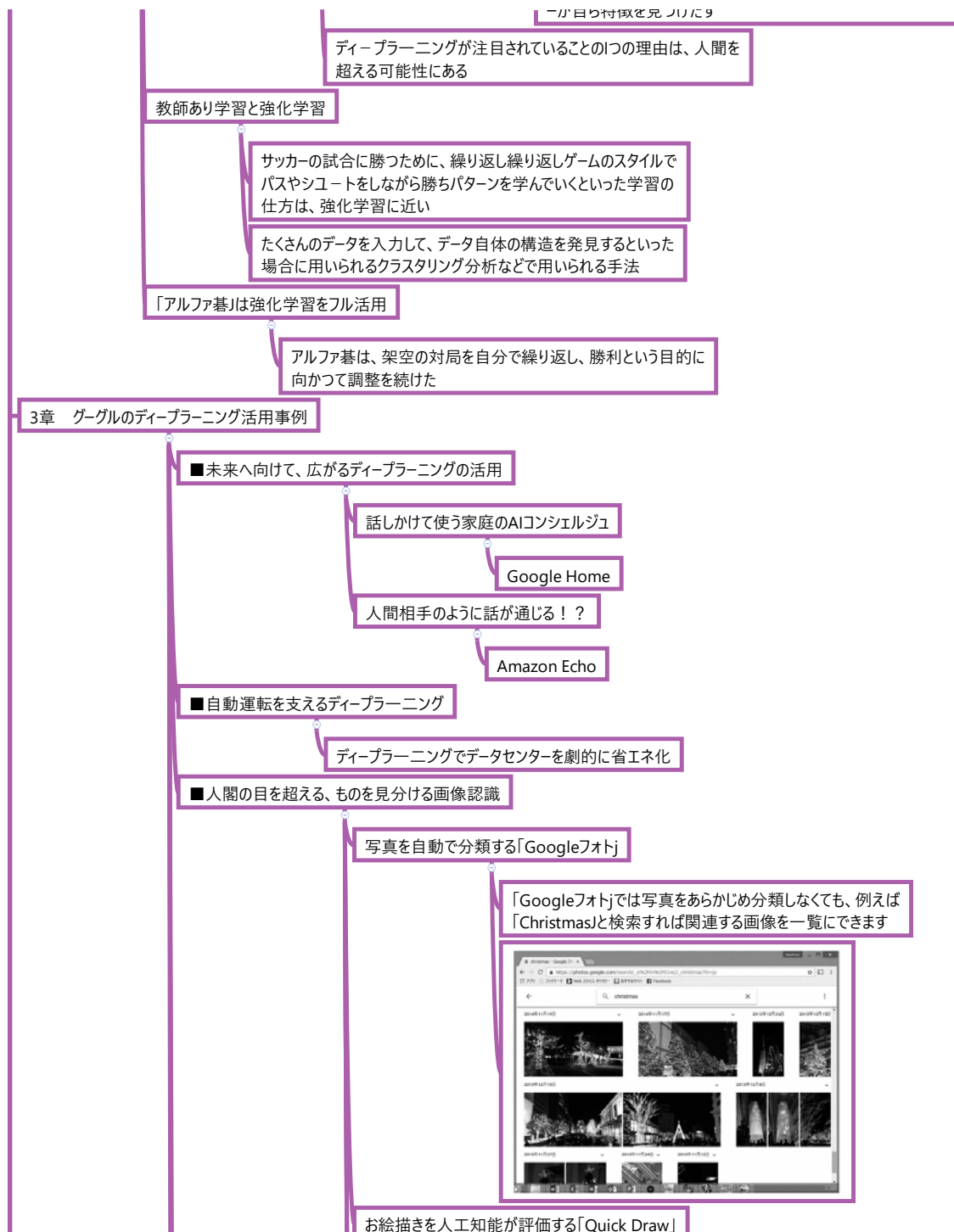


ニューラルネットとディープラーニングを理解する際のポイント

ニューラルネットでは、お手本データをたくさん読み込むことで、間違いが少なくなるようにニューロン間の関係を示す値を調整しながら学習する

データが複雑になるほど、多くの層のニューラルネットが必要になる

最大のポイントは人間がプログラムして動くのではなく、コンピュータが自ら特徴を見つけ出す



Quick, Draw! は人工知能が出すお題 (Umbrella (傘)) に人が手書きでイラストを描いて、人工知能に正しく当ててもらうゲームです



コンピュータも夢を見られるのか? 「ディープドリーム」の実験

優れたアートや音楽を生み出す「マジENTA」

動画像の認識も! 「読唇術で人間の専門家に勝つ」

■ 文章を理解するテキスト分析

自動で返信メールの候補文を作る「Inbox」

迷惑メールフィルタの精度も格段に向上

企業の情報検索をスムーズにする「グーグルスプリングボード」

情報を探するための時間を短縮できる検索インターフェースを提供するほか、実用的な情報やお薦めの情報をプッシュ型で提供し、企業で働く人たちの時間を有効に活用できるように支援する

■ 話しかけるだけでコンピュータと意思疎通をする「音声認識」

会話しながら人間をサポートする「Googleアシスタント」

合成音声もピアノの曲も作成できる「WaveNet」

■ 言語の壁を越える可能性が見えてきた「機械翻訳」

ニューラルネットでGoogle翻訳が進化

グーグルでは2016年、Google翻訳にディープラーニング、の手法を使ったニューラルネットワークを適用し、翻訳の品質をぐんと高めることに成功

グーグルニューラル機械翻訳: GNMT) では、そうした区切りはありません。文章の全体を見て、どう訳すか決めていく

Google翻訳の精度向上前後の翻訳結果

原文

The world has so many beautiful and amazing places to visit.If we're lucky,we're able to travel and see a few of them.

旧版による日本語訳

世界が訪問するので、多くの美しく、素晴らしい場所があります。我々は運が良ければ、我々は旅行をし、それらのいくつかを見ることができるしています。

新版による日本語訳

世界には美しくて素晴らしい場所がたくさんあります。運が良ければ、私たちは旅行することができます、それらのいくつかを見ることができます。

■ディープラーニングの成果を手軽に使える「機械学習API」

1つが機械学習の訓練済みモデルを、APIとして提供する方たち

もう1つが、機械学習ライブラリの「テンソルフロー（TensorFlow）」の提供

クークルが提供する4種類の機械学習AP

1 Cloud Vision API

画像から有用な情報を引き出す

2 Speech API（ベータ）

音声からテキストに変換

3 Natural Language API（ベータ）

非構造化テキストからインサイトを得る

4 Translate API

数千の言語ペアを動的に翻訳

Natural Language APIのデモ画面で例文を入れて、解ができるか確認できます



• Google Cloud Vision API

• Google Cloud Speech API

• Google Natural Language API

• Google Cloud Translate API

カスタマイズしたディープラーニングを活用できる「テンソルフロー」

テンソルフローを利用することの最大のメリットは、パイソン（Python）という言語で簡単なコードを書くだけで、ディープラーニングを利用できること

APIの利用が「既製品」だとすれば、テンソルフローの利用は「イメージオーダー」ぐらいのイメージ

ディープラーニングが向く領域、向かない領域

これからは機械学習やディープラーニング、が必ずさまざまな領域で、広がってきます。エンジニアだけが知識を持っていればいいのではなく、ビジネスサイドの人もある程度は正確に把握していないといけない

得意なところは、大量にデータがあるような非常に複雑な問題

複雑な問題になればなるほど、ディープラーニングは力を発揮

ディープラーニングは「企業のサービスの作り方を根底から変える可能性がある

機械学習やディープラーニングをビジネスのどこに適用したらいいか、その発想ができることが重要

プログラムを書いたり、計算機を買ったりするところまで自分で行う必要はない

4章 企業事例編 ディープラーニングで業務効率化、園内で続々始まる

安藤ハザマ、トンネル工事の岩盤の硬さを判定

トンネル切羽AI自動評価システムの概念図



掘削工事の自動的な最適化まで視野に

クルマの写真から型式まで特定、オークネットIBS

エアロセンス、ドローン空撮データへ活用

少ない教師データで自動車の台数検出システムを構築

測定の効率を高めるマーカーを開発

Peach、音声認識APIで運航案内を24時間化

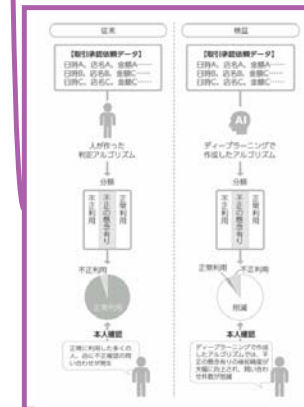
人と人工知能の役割分担

運航情報の案内のような人工知能のシステムでできることは、システムに任せればいいでしょう。一方で、複雑な対応は人手する必要があります

PeachのCEO（最高経営責任者）である井上慎一さんは常に、「何かおもしろいことをやれ」

三井住友FG、カード不正検知精度が劇的に向上

ディープラーニングでクレジットカードの不正検知精度を向上



コールセンターへは全席に導入

1つは安心・安全なサービス提供、2つ目は、顧客サービスの向上や行員の生産性の向上、3つ目はチャットボット（自動会話プログラム）のような新たな顧客体験の実現

外部の膨大な情報を人工知能で自然言語処理して、役立つセキュリティ対策情報を自動で、導きだすことができる

まずは行員向けの照会回答業務から利用を開始して精度の向上を進めており、顧客向けサービスへの利用の可能性を探っています。

データから答えは出てこない

人工知能活用ステップのフレームワーク化を進め、各部署に共有し、人工知能活用をさらに加速しようとしている

人工知能などで業務改善や顧客体験を向上させるために必要なデータを使える状態に整備している

先行する画像データの活用

音声データはコールセンター中心

Watsonは自然言語処理と機械学習の技術を使用して、マニュアル、FAQ、判例、診断記録システムのような大量の非構造化

アル、FAQ、判例、診断記録テキストのような大量の非構造化データから洞察を得ることを得意とする

センサーでは、機器の異常検知や稼働状況の可視化などが主な用途

まずはコスト削減から入るのが現実的

1.コスト削減2.付加価値を高めて新たなビジネス機会を創出3.クリエイティブ性の向上

クリエイティブ性の向上はディープラーニングならではの期待

人の労働には「品質！こぶれ」があり「長時間は働けない」点、も理解すべき

最低限、こうしてシステム開発費用と人件費だけでなく、作業品質と稼働時間などの総合的な要素を含めて投資対効果を考えることも必要になる

大切なのは、ディープラーニングなど機械学習によるシステム開発は、従来のシステム開発とは異なるという認識を持つこと

5章 活用フレームワーク編 データ×目的で、整理し、活用の展開図を描こう

お客さまのデータ活用にかかわる悩みを解決する

まず小規模なPoC（プルーフ・オブ・コンセプト：概念実証）を実施し

■データ×目的による整理法

ディープラーニング活用の目的は、「1.コスト削減」「2.付加価値を高めて新たなビジネス機会を創出」「3.クリエイティブ性の向上」です。一方で使われるデータは「1.画像」「2.テキスト」「3.音声」「4.センサー」となる

目的×データからディープラーニングの活用方法を整理する



先行する画像データの活用

音声データはコールセンター中心

Watsonは事前言語処理と機械学習の技術を使用して、マニュアル、FAQ、判例、診断記録テキストのような大量の非構造化データから洞察を得ることに得意なAIです

「ツカ」の潤滑を待てることを待てない

センサーでは、機器の異常検知や稼働状況の可視化などが主な用途

まずはコスト削減から入るのが現実的

1.コスト削減

2.付加価値を高めて新たなビジネス機会を創出

3.クリエイティブ性の向上

ディープラーニングならではの期待

人の労働には、「品質にぶれ」があり「長時間は働けない」点も理解すべきだ

最低限、システム開発費用と人件費だけでなく、作業品質と稼働時間などの総合的な要素も含めて投資対効果を考えることも必要

| 現 状 | ディープラーニング |
|----------------|------------|
| 1 人件費 | 1 システム開発費 |
| 2 作業品質のぶれ | 2 均質な作業品質 |
| 3 稼働可能な時間は限られる | 3 24時間稼働可能 |

大切なのは、ディープラーニングなど機械学習によるシステム開発は、従来のシステム開発とは異なるという認識を持つこと

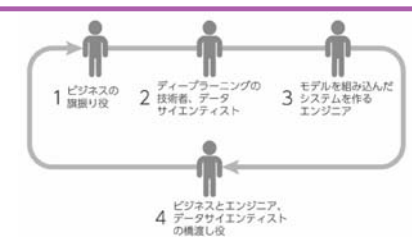
■成功に必要な常識と人材の転換

活用の展開図を描けるか

業務効率化から始まり、新たな顧客体験の創造、他事業への展開を構想できるのが好例

(1) ビジネス現場で適用可能かどうか、(2) それに関連したデータを保有しているか、(3) データがディープラーニング向きかどうかの判断

必要な人材像は？



【グーグルに学ぶディープラーニング（日経ビッグデータ）】

1.ビジネスの旗振り役2 ディープラーニングの技術者、データサイエンティスト3. モデルを組み込んだシステムを作るエンジニア4. ビジネスとエンジニア、データサイエンティストの橋渡し役

4の橋渡し役が既存の組織にはない、一方で重要な役割を果たす人です。「エンジニアと人工知能の技術を理解しながらビジネスとつないでいく人

人工知能の技術側はテンスロフローのようなライブラリが整備されたり、多種多様なAPIが提供されたりしてハードルが下がってきた

どうビジネスに生かすかを描き、人工知能プロジェクトをマネジメントできる人材が求められる段階になってきた

機械学習はコモディティ化、次の特別な存在は

自社のビジネスに適切に使うことが差別化のポイント

人工知能力、特別でなくなった次に特別な価値を持つのは、データ

ディープラーニングに可能な限り早く取り組み、知見を積み、自社に必要なデータを理解し、1日でも早くそのデータをため始めることが大事

6章 将来展望編 ディープラーニングが課題を解決する未来へ

技術革新の牽引役はディープラーニング

先進的なアルゴリズムであるディープラーニングがこれらのファクターを統合して、画像認識を高精度に行えるようにした

人間は優秀、アルゴリズムの研究はまだ途上

人間は、膨大な知識を使って、文脈（コンテキスト）を把握した上で画像を認識できます。ひと目で状況を判断する「百聞は一見にしかず」といった部分

コンピューターや自然言語処理、画像処理などそれぞれの分野の研究成果の集大成という側面があります。

ディープラーニングは「データハングリー」

現実世界の課題を解決することがAI研究の目標

AIや機械学習の研究者の専門知識を統合することで、お客さまの課題を解決できる

コンピューターがもっと知的になって高度化して、人間がその取り巻く世界を認知、認識するのと同じレベルで認知、認識ができるようになれば、コンピューターによる世界の解釈の仕方が高度化し、人間とコンピューターのインタラクションもより高度化していきます。

今は人間がやっている退屈な反復作業、リスクのある作業、高い精度を必要とする作業は、AIを活用することでコンピュータに任せられる

おわりに

2020年を見据えたグローバル企業のIT戦略 IoT 編【2015年11月27日入江宏志】

第1章 IoT時代のシステム構築はイベントドリブン型になる

モビリティ

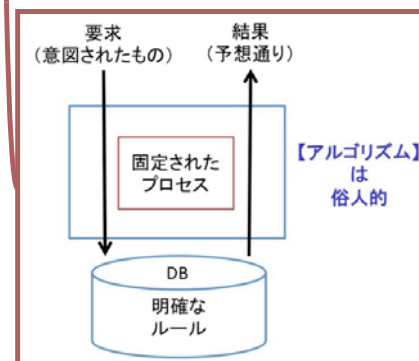
SMBC

Social, Mobile, Bigdata, Cloud

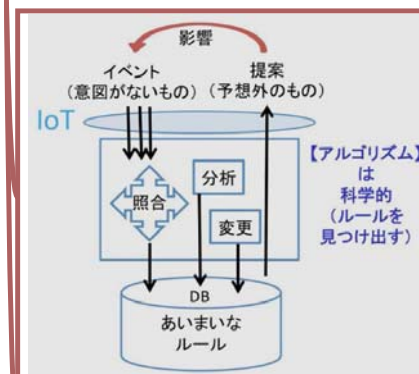
SMACS

Social, Mobile, Bigdata, Cloud, Security

デマンドドリブン型システムの限界



イベントドリブン型システムの登場



完璧な要件定義が不可能であるならば、あいまいな要件を前提に、運用しながらシステムが成長できるように開発しなければなら

ない

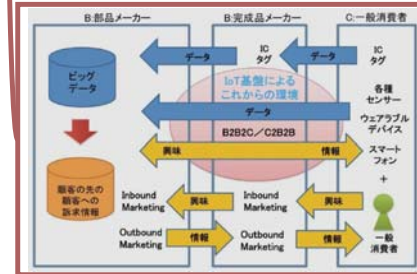
モノづくりが根本から変わっていく

Industry 4.0

インターネットやビッグデータ分析、人工知能などを製造業に適用する

ネットと製造を結びつけるのがIoT

モノから得られるデータに大きな価値を見出すようになる



第2章 IoT活用で問われているのは発想力、ブレインライティングが有効

IoT+イベントドリブン型の取り組みは始まっている

事例1：歩行者に合わせて切り替え時間が変わる信号機

事例2：サイズにあった衣類の提案

事例3：犯罪が起こる前に到着する警察

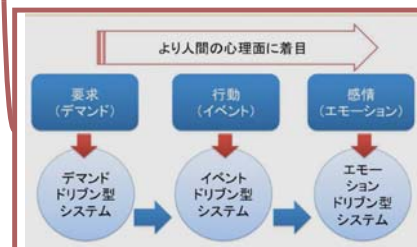
事例4：注文前に発送するという特許

イノベーションを支えるのはアイデア／発想である

ブレインライティングで他者のアイデアを膨らませる

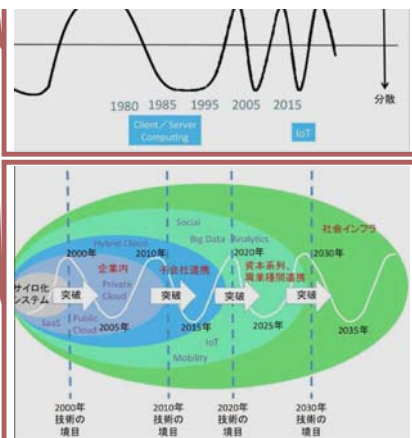
既存IoT事例からイベントドリブン型システムを発想

第3章 IoTが導く第3のドリブンは"エモーション（感情）"

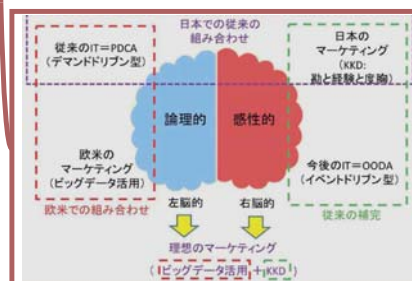


IoTでデータを再集中させるセンサーの課題が未解決





第5章 IoTで活性化するロボットと人工知能 (AI)



第6章 IoTが実現する社会に向けた戦略を確立せよ

SMBC

ドローン

ウェアブル

センサー

Mobileコマース

交通情報

フォグコンピューティング

データの発生地点に近いところにある小さなクラウド（フォグ）で集約
蓄積が必要なデータは選別してクラウドに送る

デマンドドリブンとイベントドリブンが融合

従来のITは、デマンドドリブン型

IoTによって実現されるのは、デマンドドリブンとイベントドリブンの融合

人々、M2Mで、より最適なモノやプロセスなどを提案する究極の 1 on 1

| 比較項目 | デマンドドリブン型 | イベントドリブン型 |
|----------|-------------------------------|------------------------------------|
| 扱うデータ | 蓄積しているデータ | 流れているデータ |
| 開発手法 | Water Fall型 | DevOps型 |
| 分析手法 | BI(Business Intelligence)ベース | BA(Business Analytics)ベース |
| プロセス | PDCA(Plan, Do, Check, Action) | OODA(Observe, Orient, Decide, Act) |
| 開発アルゴリズム | 属人的 | 科学的 |

これからのプロセスは、OODA(Observe, Orient, Decide, Act)の流れで柔軟に対処しなければならない

OODAでは、常に動向を監視 (Observe) しておき、ここぞという時に標的を定め (Orient) し、決定 (Decide) し、アクション (Act) を取る

ビジネスを含めて科学的アプローチが主流

OODAの考え方により、まずは最小ロットで始め、商品の売れ行きをモニターして、売れ行きに合わせて修正し、商品の改良版を迅速に出そうとしている⇒イベントドリブン型

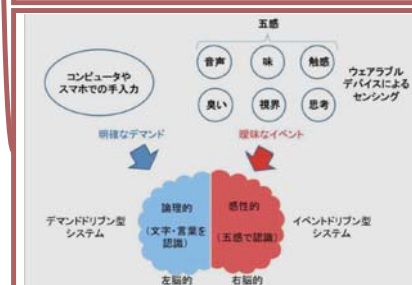
科学的なアプローチ・アルゴリズム

ヘイズ理論

フェルミ推定

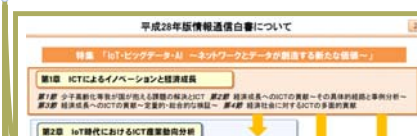
ICTの発展が、これからの社会を切り拓く

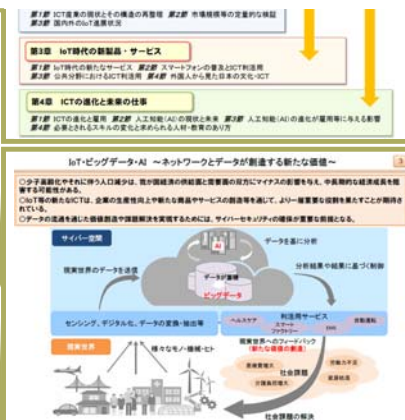
IoTによるエモーションドリブン型システムは、将来的には「Brain Computing」へのつながる日も近い



平成28年度情報通信白書【総務省】

特集「IoT・ビッグデータ・AI ～ネットワークとデータが創造する新たな価値～」





ICT投資の現状

○我が国の大きな課題の一つである少子高齢化による労働力不足に対処するためには、積極的なICT投資を行い生産性向上を図っていくことが重要。

○これまでの日本企業の主なICT投資は、業務効率化及びコスト削減の実現を目的とした「守りのICT投資」。一方米国企業は、「ICTによる製品／サービス開発強化」、「ICTを活用したビジネスモデル変革」などを目的とした「攻めのICT投資」により、ICT製品、サービスで先行。

○今後の日本企業のICT投資は、ハードからソフトやサービスへとシフトする見通しであり、クラウドなど生産性向上に寄与するICTの導入が進む可能性がある。

ICTがもたらす非貨幣的価値

○ICTの価値は企業側と消費者側それぞれにもたらされるが、企業側は最終的にGDPの増加等として既存統計でとらえられるのに対し、消費者側は既存統計でとらえられていない部分（非貨幣的価値）がある。

○消費者側にもたらされるICTの非貨幣的価値として、①消費者余剰、②時間の節約、③情報資産（レビュー等）に着目して分析し、以下の結果を得た。

①消費者余剰（消費者が支払っても良いと考える価格と、実際に支払われている価格との差）について、音楽・動画視聴サービスを事例に分析すると、

利用者は1ヶ月あたり150円～200円程度の余剰を得ている。

②時間の節約について、ネットショッピングを事例に分析すると、1回あたり40分～1時間程度の節約になった。

③情報資産（レビュー）について、ネットショッピングを事例に分析すると、8割以上の利用者がレビューによって購入する商品を決めた経験がある。

IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策

IoT/ビッグデータ/AI等の発展による世界的な産業構造の変革にあたって、IoT時代に対応した新たな生産プロセスの開発やサプライチェーン全体の最適化を目指し、官民を挙げた取組が各国で本格化する中、我が国においても、産学官の連携によるIoT推進体制として、平成27年10月に「IoT推進コンソーシアム」が設立された。

人工知能（AI）と雇用への影響



タスクの変化

AIの業務効率・生産性の向上効果により、機械化可能性が高い職種のタスク量が減少

AIの新規事業創出効果により、新しく創出される職種のタスク量が増加

新しく創出される職種

『AIを導入・普及させるために必要な仕事』と『AIを活用した新しい仕事』の2種類の仕事により、タスク量が増加

雇用の一部代替

仕事のすべて、つまりは雇用が奪われるのではなく、仕事のうちAI活用と比べて同じ生産性でコストが割高となる一部のタスクのみが、AIに取って代わられる

雇用の補完

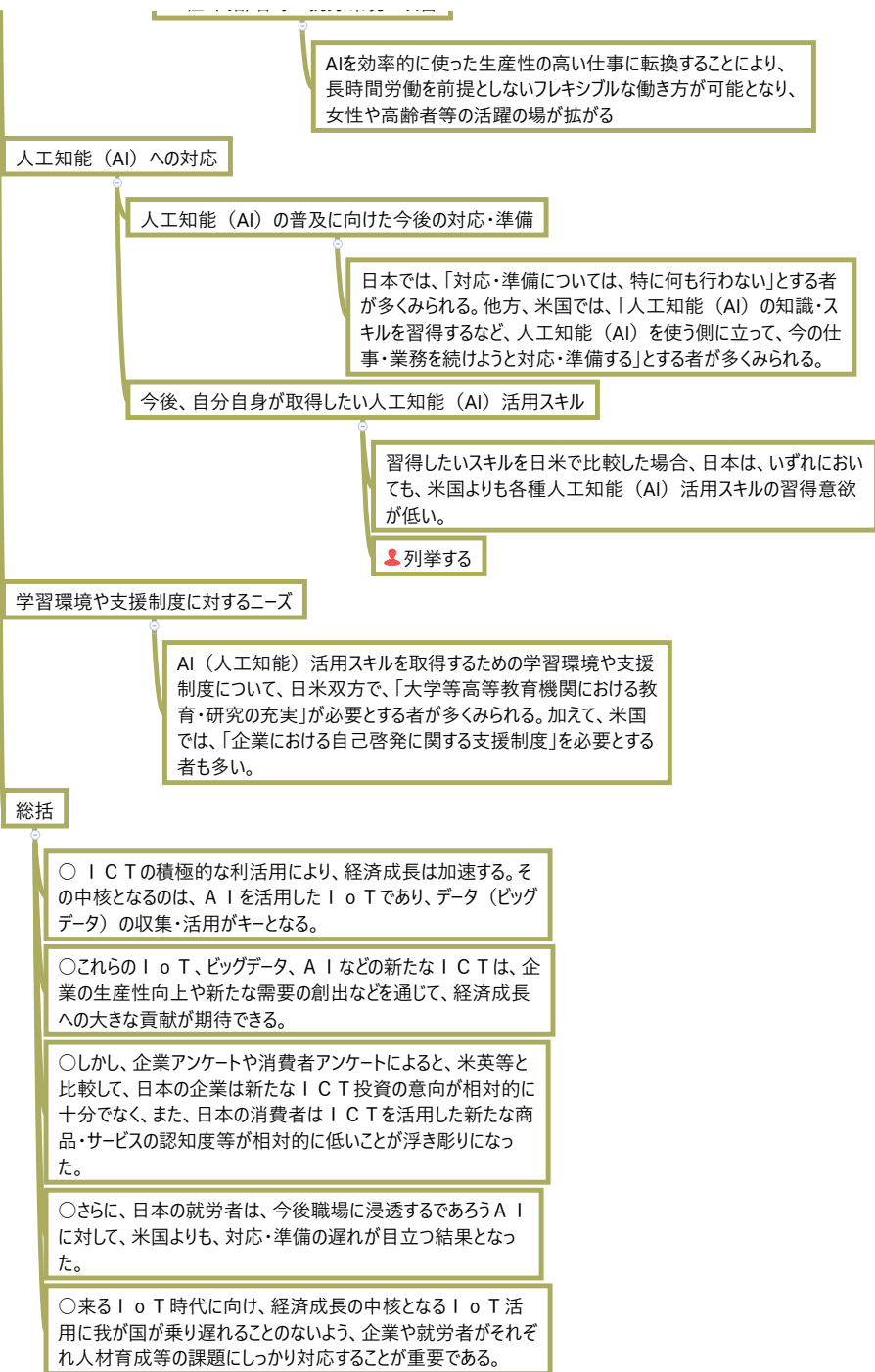
少子高齢化の進展に伴い、不足する労働力供給が、AIやAIと一緒に働く人間、AIによりタスク量が減少した人間によって補完される

産業競争力への直結による雇用の維持・拡大

AIの利活用にいち早く取り組んだ企業が、産業競争力を向上させることにより、雇用が維持・拡大される

(但し、日本企業にとって、デジタル化や業務プロセス最適化への対応の遅れが、AIの導入・利活用の足かせになりやすい)

女性・高齢者等の就労環境の改善



【第1章第1節】少子高齢化等我が国が抱える課題の解決とICT

少子高齢化やそれに伴う人口減少は、我が国経済の供給面と需要面の双方にマイナスの影響を与え、我が国の中長期的な経済成長を阻害する可能性がある。

様々なデータを収集し（IoT）、蓄積し（ビッグデータ）、人工知能（AI）にて処理・分析することで、現状把握、予測、機器・サービスの制御を行い、新たな価値の創造や課題解決に貢献することが期待される。

【第1章第2節】ICTによる経済貢献経路



【第4章第1節】ICTの進化と雇用、働き方

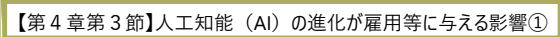
我が国就労者は、テレワークやシェアリングエコノミー型ワーク、デジタルファブリケーションなどの新しい働き方で実現が見込まれる多様な働き方に対して、米国就労者に比べて魅力を感じる人が少ない傾向がある。



【第4章第2節】人工知能（AI）の現状と未来



人工知能のイメージ



日米就労者の職場への人工知能（AI）の導入は、現時点ではあまり進んでいない。

自分の職場への人工知能（AI）の導入や、仕事のパートナーとしての人工知能（AI）に対する抵抗感は、米国就労者に比べて我が国就労者の方が全体的に小さい傾向がある。

人工知能（AI）が果たす役割・機能

不足している労働力を補完する

既存の労働力を省力化する

既存の業務効率・生産性を高める

既存の業務の提供価値（品質や顧客満足度など）を高める

これまでに存在しなかった新しい価値をもった業務を創出する

既存の業務に取り組む意欲や満足度を高める

新しい業務に取り組む意欲や満足度を高める

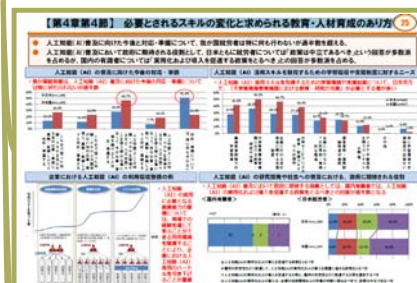
その他

【第4章第3節】人工知能（AI）の進化が雇用等に与える影響②

人工知能（AI）の導入により、「AIを導入・普及させるために必要な仕事」と「AIを活用した新しい仕事」の2種類の仕事によりタスク量の増加が見込まれる。

我が国有識者は、人工知能（AI）導入・普及により、労働力供給の減少を補完できると考えている人が多い。

【第4章第4節】必要とされるスキルの変化と求められる教育・人材育成のあり方



人工知能（AI）普及に向けた今後と対応・準備について、我が国就労者は特に何も行わないが過半数を超える。

人工知能（AI）普及において政府に期待される役割として、日米ともに就労者については「政策は中立であるべき」という回答が多数派を占めるが、国内の有識者については「実用化および導入を促進する政策をとるべき」との回答が多数派を占める。

蓄の単 100章 | 経済ニューズの新基準【2017
年04月15日東洋経済オンライン】

人工知能の全貌を蘊蓄100章で読み解く

参考文献・HP/『人工知能は人間を超えるか』
(KADOKAWA)、『最新 人工知能がよ〜わかる本』(秀和
システム)、『トコトンやさしい人工知能の本』(日刊工業新聞
社)、(NHK)、(MUFG)他関連サイト

AIの過去の歩み

01. AI = 人工知能とは、コンピュータを用いて人間の脳が持つ
知能を実現させようとする技術
02. 「人工知能」の定義ははっきりとは定まっていない
03. 「人工知能」の概念を初めて提唱したのはアラン・チューリッ
グ。人工知能の父とも呼ばれる
04. AIは「Artificial Intelligence」の略
05. 「人工知能」という言葉が初めて使われたのは1956年夏、
米国のダートマス大学で開催されたワークショップ
06. 名付けたのは計算機科学者ジョン・マッカーシー
07. このワークショップにはジョン・マッカーシーはじめ、後に人工
知能分野の伝説的存在となるマービン・ミンスキー、アレン・ニュー
ウェル、ハーバート・サイモンらも参加
08. ニューウェルとサイモンは世界初の人工知能プログラム「ロジ
ックセオリスト」のデモンストレーションを披露
09. これを機に1960年代にかけて第1次AIブームとなる
10. 1969年には、当時の人工知能は情報処理能力に限界
があるというフレーム問題が指摘され、ブームは収束する
11. 第2次AIブームは1980年代。専門家の知識を取り込み解
釈する「エキスパートシステム」が台頭
12. このブームも、人工知能が知識を増やしても文字列での理
解にとどまりシンボルに意味を結び付けられない「シンボルグラウン
ディング問題」などの壁にあたり収束

そして、今の第3次AIブームに

13. 2000年以降、ビッグデータを用いた「機械学習」に注目が
集まり、今の第3次AIブームにつながっている
14. 脳内の情報処理の仕組みを模したものがニューラルネットワ
ーク（神経回路）で、これを多層化したものがディープラーニング
（深層学習）である
15. 現在、コンピュータの高性能化とディープラーニングの進歩によりAIは急速に発達している
16. ディープラーニングは従来のソフトウェア技術が苦手だった画

16. 「ディープラーニング」は画像認識や音声認識などの画像、動画、音声などの処理を得意とするAI技術

17. 「人工知能」は「特化型人工知能」と「汎用人工知能」のふたつに分類される

18. 特化型人工知能は、汎用性はないが一定の分野に特化して高い能力を示す

19. 自動運転、画像認識、チェスの対戦やIBMの「ワトソン」、アップルの「Siri」なども特化型人工知能の一例

20. 現在、人工知能研究者の95%以上が特化型人工知能の分野で研究をしているといわれる

21. つまり現在実用されている人工知能のほとんどがこの特化型人工知能にあてはまる

22. 現在の人工知能の限界を超えて、人間のような知性を実現しようと試みるのが汎用人工知能の研究開発

23. 汎用人工知能はAGI (Artificial General Intelligence) とも呼ばれる

24. 汎用人工知能は、新しい情報をインプットすれば応用して実行することができる自律的人工知能を意味する

25. AIは「強いAI」と「弱いAI」とに分けられることもある

26. その場合の分類は「人間のような意識をAIで再現できるか」がひとつの大きな基準となる。人間のように物事を認識して働き、自意識を備えているAIが、強いAI

27. 弱いAIは人間の知能の一部を代替するが機械的で人の自意識を含めた全認知能力を要する事柄は行えない

28. 「強いAI」「弱いAI」は米国の哲学者ジョン・サールが作った用語

29. 「人工知能」に対してchatterbot (会話ボット) といったコンピュータプログラムは「人工無脳」と呼ばれる

30. その元祖といわれるのが1966年にジョセフ・ワイゼンバウムが開発した言語処理プログラム「ELIZA」

31. ELIZAの名は『マイ・フェア・レディ』のイライザ・ドワーリトルに由来する

学習していくAI

32. アップルの音声アシスタント機能Siriに「話をして」と言うとELIZAとの昔話を語り出す

33. SiriはSpeech Interpretation and Recognition Interface (発話解析・認識インターフェース) の略

34. 2012年、Googleの研究所でコンピュータ自身が猫を認識することを学習したというニュースが話題となった

35. 東京大学合格を目指しセンター試験の模試を受けてきた人工知能「東ロボくん」。2016年に東大合格を断念した

36. 東ロボくんはセンター試験模試で総合偏差値57.1をマーク。MARCHや複数の国公立大学の合格ラインに達した

37. 東ロボくんの弱点は国語や英語の文脈理解や常識的な選択。現状では克服できないとして受験計画は凍結された

38. ソフトバンクが開発した「Pepper」は感情認識機能を持った人型ロボット

39. Pepperは法人契約で月額5万5000円でレンタルできる

40. LINE公式アカウントで人気の女子高生「りんな」は、対話を楽しめるマイクロソフトのAI

41. 「おしえて! goo」には、恋愛の悩み相談にAIによる長文回答生成技術で応じる「オシエル」が登場

42. マイクロソフトが試験運用した学習型AI「Tay」は人種差別を覚えたとして運用を停止

43. ショートショートおよび短編小説の公募文学賞、日経「星新一賞」は「人工知能など人間以外の応募も可能」

44. 2016年にはAI「きまぐれ人工知能プロジェクト作家ですよ」による作品が「星新一賞」の一次審査を通過した

45. チェス世界チャンピオンのガルリ・ガスパロフにIBMのコンピュータ「Deep Blue」が勝利したのは1997年

46. 2012年、コンピュータ将棋のプログラム「ボンクラーズ」に永世棋聖の米長邦雄が敗れる

47. 以後、プロ棋士とコンピュータの戦い「将棋電王戦」が毎年行われ、6回中プロ棋士側が勝利したのは1回

48. 2011年にはIBM開発のAI「ワトソン」が米国の有名クイズ番組で優勝、賞金100万ドルを獲得した

49. ワトソンを利用した料理アプリ「シェフワトソン」では膨大なデータを生かしてレシピを提案してくれる

50. シェフワトソンは「ブドウのチャツネ」や「キュウリのレモネード」などユニークなレシピを考案する

51. AIワトソンはみずほ銀行や三井住友銀行などのコールセンター業務に導入されている

株取引に人間の感情は邪魔！？

52. 米国では100%人工知能に任せるヘッジファンドが登場。創業者は株取引に人間の感情は邪魔と確信している

53. 世界最大級の投資銀行ゴールドマン・サックスでも株取引の自動化が進み600人いたトレーダーは今やふたりに

54. 大阪市は2017年秋から試験的にAIを活用した職員の業務支援を、主に戸籍関連事務を対象に開始すると発表

55. 自動車の自動運転技術において、トヨタは人工知能に衝突データを学習させ、自ら学習することでぶつからないように運転を改善していく人工知能の開発に成功

56. 車の完全自動走行は国家戦略特区プロジェクトとして実験が始まっている

57. 医療分野では、画像診断によるがん診断が人工知能によって行われ始めている

58. シンガポールでは、人工知能が交通状況を監視し信号の時間をコントロールすることで渋滞を回避している

59. シンガポールのある銀行では、職員の不正を監視するために人工知能を利用。顧客とのチャット内容から、不正可能性を導きだし、職員の不正防止につなげている

60. お掃除ロボット「ルンバ」に搭載されている人工知能は、もと

は地雷探知ロボット用に開発されたもの

61. ローソンは精算と袋詰めを自動化する「レジロボ」の導入を検討。大阪の実験店舗で実証実験を開始した

62. レジロボはパナソニックが開発。経産省「平成28年度ロボット導入実証事業」に採択されている

63. 「AI」は2016年の新語・流行語大賞にノミネートされた

64. 人工知能のIQをあえて表すと4000超のレベルになる

65. 鉄腕アトム（原作版）は善悪の見分けがつく電子頭脳、60カ国語を話せる人工声帯など7つの能力をもつ

映画で描かれる数々のAI

66. 『2001年宇宙の旅』のHAL9000は1960年代の映画製作当時の研究者が2001年には実現するとみていたAI

67. HALはIBMを1文字ずつ前にずらして命名されたという説があるが作者らによって否定されている

68. 『ターミネーター』は人工知能スカイネットが反乱、機械軍により人間が絶滅の危機を迎えた未来が舞台

69. 映画『マトリックス』は人工知能が地上を支配し人間を電池として管理、エネルギーを得る世界が描かれている

70. 映画『オートマタ』もAIが人間の知性を超えるシンギュラリティ（技術的特異点）を描くSFサスペンス作品

71. 2014年の映画『トランセンデンス』はジョニー・デップ扮する科学者の意識がアップロードされた人工知能が人類の脅威となり、混乱に陥る世界を描いたSFサスペンス

72. 2013年の映画『her/世界でひとつの彼女』は人工知能OSの声に恋をする男の姿を描いたSFラブストーリー

73. 美しいロボット「エヴァ」が登場する『エクス・マキナ』は2016年アカデミー賞視覚効果賞を受賞

74. 『イミテーションゲーム/エニグマと天才数学者の秘密』は人工知能の父アラン・チューリングの生涯を描いた映画

75. ある機械が知的（人工知能）といえるかどうかを判定する方法として「チューリングテスト」がある

76. 2014年ウクライナの13歳の少年という設定のAI「Eugene」が史上初めてチューリングテストをパスした

77. 2014年、Googleが4億ドルで買収した人工知能の開発を行うベンチャー企業が「DeepMind」

78. 2016年3月には「AlphaGo（アルファ碁）」というAIシステムが囲碁の世界チャンピオンに4勝1敗で勝利

79. AlphaGoはDeepMindが開発しているゲーム用汎用AI「DQN」を基盤として囲碁トレーニングを行ったもの

80. DQNは機械学習と神経科学の汎用学習アルゴリズム

81. DQNに49種類のAtari 2600用ゲームをプレイさせるテストの結果、43のゲームで既存のAIよりも高いスコアをタイトルで

ソフト、ハード、そして環境のすべてが高いスコアを記録し、人間よりも高いスコアを記録

82. DeepMindの創業者デミス・ハサビスはそのプロジェクトを人工汎用知能（AGI）を理解するためのものと説明

83. 世界最大のSNSフェイスブックは2013年、ニューヨーク、ロンドンなど3カ所に人工知能研究所を設立

84. シングularity（技術的特異点）とはAIが人間の知能を超え、自身より賢いAIを生み出すサイクルに入って爆発的に進化を遂げ始める瞬間

85. AIの世界的権威レイ・カーツワイルは著書でシングularityが2045年頃現実に起こるだろうと主張している

86. 米国の数学者でシングularityの概念を広めた作家のバーナー・ピンズはさらに早く2030年頃起こると予想

87. 2015年野村総研が「日本の労働人口の49％が人工知能やロボット等で代替可能になる」とのレポートを発表

88. 同時に、「人工知能やロボット等による代替可能性が高い100種の職業、可能性が低い100種の職業」を発表

89. AIで代替可能とされるのは「特別な知識やスキルを必要としない職業」や「データ分析で体系化可能な職業」

人工知能は核兵器よりも潜在的な危険をはらむ？

90. AIの代替可能性が低いのは「芸術、哲学など抽象的な概念を整理・創出する知識が要求される職業」「他者との協調やネゴシエーション、サービス志向性が求められる職業」

91. オックスフォード大学の論文で提示された「10～20年後になくなる職業トップ25」のトップは電話販売員

92. 「なくなる職業」2位には不動産登記の審査・調査、3位には手縫いの仕立て屋がリストアップされた

93. 「10～20年後まで残る職業」のトップはレクリエーション療法士。2位は整備・設置・修理の第一線監督者

94. 三菱総研の試算ではAIなどの普及により2030年には国内で雇用される人の数が240万人減るとされる

95. 英国のオックスフォード大学人類未来研究所は、人類滅亡リスクの要因のひとつに人工知能の暴走をあげた

96. テスラやスペースXの創業者イーロン・マスクも「人工知能は核兵器よりも潜在的な危険をはらむ」とツイート

97. ホーキング博士は「人工知能の進化は人類の終焉を意味する」と警告している

98. 世界中で発表されるAI分野の論文数は1日4100報、年間では150万報まで急増しているとも概算される

99. 2050年までに生命科学系のノーベル賞をAIで受賞するというグランドチャレンジを提案、実行する組織も登場

100. 安倍政権が「第4次産業革命」で掲げる目標でAIは

IT人材は「デジタル変革」の鍵となる
2020年までに約30～40兆円の市場を生み出すとされる

IT人材白書2017【2017年4月25日IPA】

デジタル大変革時代、本番へ

時代環境が大きく変わる時、それにそぐわないビジネスは淘汰されていく

デジタル変革とも呼ぶべき第4次産業革命の入り口にいる

デジタル時代にふさわしい新たなビジネスを生み出して行く必要がある

旧来の仕組みの高度化、洗練は否定されるべきではないが

“デジタルトランスフォーメーション”が重要

仕事の進め方や社会のあり方をゼロベースで刷新し、時代に適合するように自らを変える

それに歩みを進めるかどうか、つまり企業の方向性を決めるのは、言うまでもなく経営者

経営者の役割：時代の潮流を捉え、自社が変化の中で発展できる道を探り、ビジョンをはっきりと示す

同時に従来から続く組織構造の破壊や再構築も必要

求められるのは、周囲を巻き込みながら改革を進める能力やビジネスとデジタルを結び付けて全体をデザインする能力を持った新しい時代のリーダー

ITエンジニアがリーダーへと成長するには挑戦する意欲を持つ

さまざまな経験を積み、多様な人と関わる環境が必要

企業が行わなければならないのは、誰もが挑戦できる環境、開かれた場を作ること

個々のIT人材は、自らも“デジタルトランスフォーメーション”の流れの中にあることを意識

その中で活躍できる人材となれるように、自らの能力を高めていくことが重要である

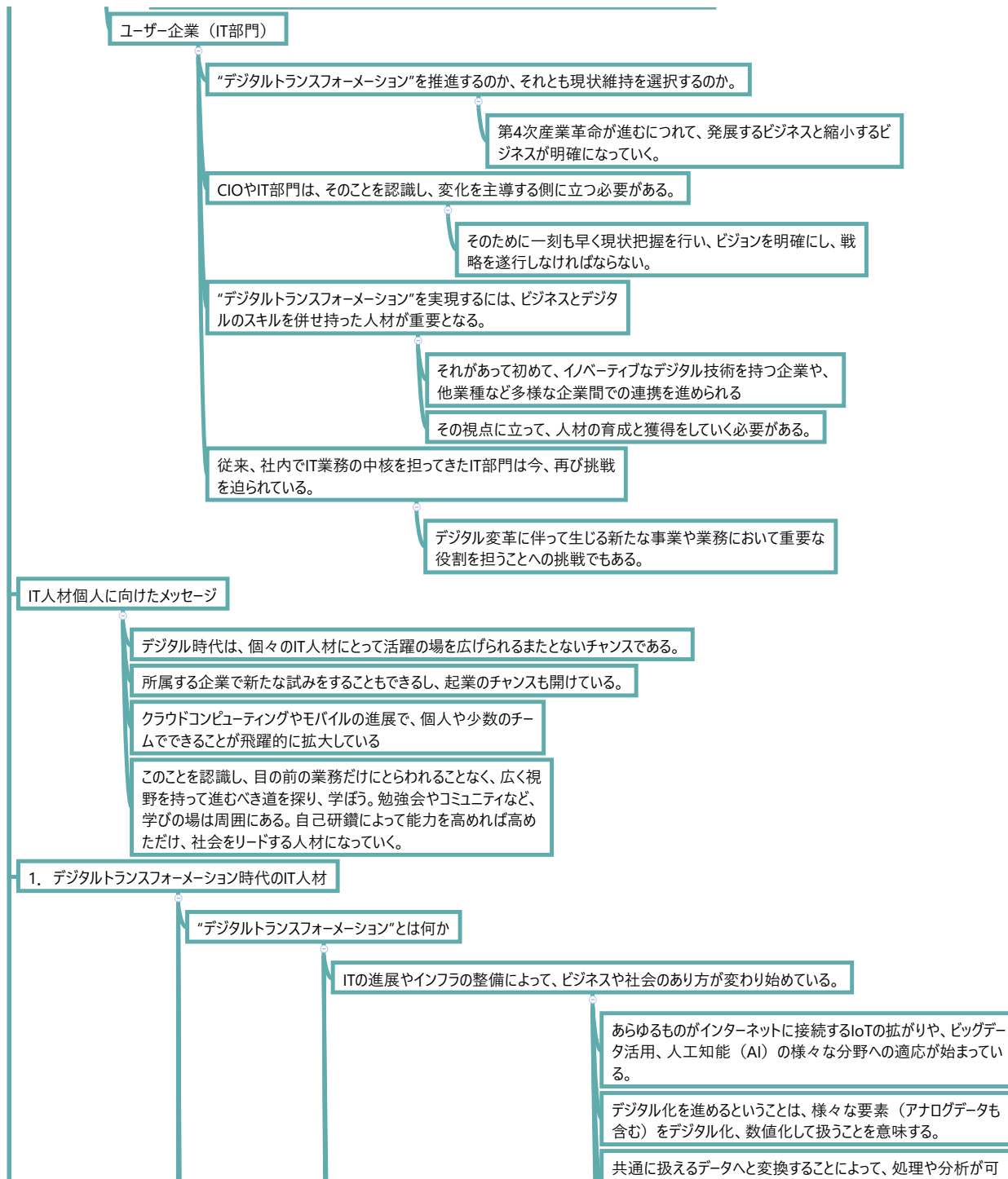
そのためには情報への感度を高め、自ら挑戦する場を求める姿勢が重要になる。普段の仕事に専念しているだけでは不十分と考えなければならない。

企業に向けたメッセージ

IT企業

デジタル変革が進む中では、IT企業は“デジタルトランスフォーメーション”に資する技術力や提案力を磨き、ユーザー企業のパートナーとして新たな事業価値を生み出していく役割を担う必要がある。

そのためにはユーザー企業やベンチャー企業などとの「協働」関係を築くことも欠かせない。

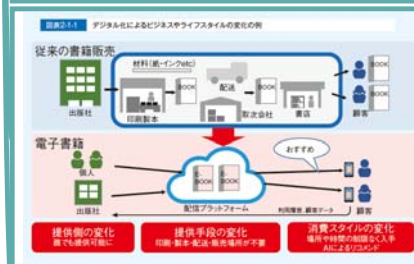


能になり、フィードバックまで含めた一連の流れを作ることが可能になる。

デジタル化の本質は、以上のようなデータ駆動型へのビジネスや社会の変革にある。

既存のビジネスや業務に新技術を取り入れるだけでなく、ビジネスモデルを変え、経済活動のみならず、個人の生活や社会構造にまで影響が及ぶ。

その変化は、“デジタルトランスフォーメーション”や“デジタル革命”と呼ばれている。



デジタル化によって起こる変化の一例として、紙の書籍から電子書籍へのデジタル化を図式化したものである。

すでに始まっている“デジタルトランスフォーメーション”

「IoTやビッグデータ、AIなど技術の進展等によって、社会や産業、企業、人のあり方や働き方が大きく変化するとされている。この変化に対してどのように捉えているか」

ネットサービス実施企業は

、「すでに変化の中にいる」が約40%である。インターネットを活用し、データを扱うビジネスを実施しているという性質上、変化に対して敏感だと言える。

事業会社であるユーザー企業では

「変化は今後起こるが、至近に迫っていない」という回答の割合が最も高い。

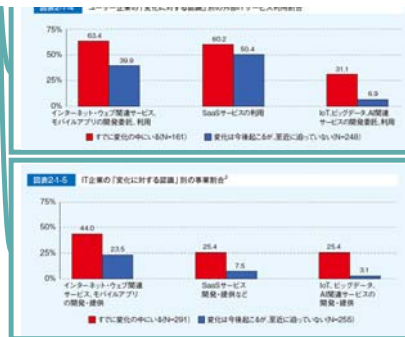
「大きな変化が起きるとは思わない」や「わからない」も他の企業区分に比較して高い割合を占めている。

一方、IT企業では、

「すでに変化の中にいる」、「変化は至近に迫っている」、「変化は今後起こるが、至近に迫っていない」、「この変化が特別なわけではなく、常に変化は起きている」の回答割合がほぼ同率だった。



外部ITサービス利用状況、現在の事業【変化に対する認識別】



“デジタルトランスフォーメーション”が進む企業では、経営者による主導の重要性を認識

デジタルトランスフォーメーションには、大きな変化が伴うため、業務の部分的なデジタル対応やIT導入による効率化のみでは対応できない。

“変化”には誰が主導して対応していくべきか尋ねた。

「すでに変化の中にいる」企業では、他の認識の企業に比べて「経営者」が主導していくべきだという回答の割合が高い。

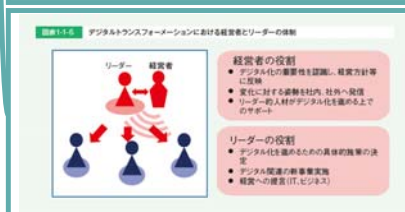


“デジタルトランスフォーメーション”の鍵を握るリーダーの人材

全体方針を示す経営者に加え、具体的な推進を行う人材も存在している。

デジタル化の具体的な施策の決定や新事業の立ち上げなどを主導する、リーダー的な役割を担う人材が大きな役割を果たしている。

この人材は、例えばCIOや、デジタル推進部門、デジタル技術を用いた新事業部門、IT系部門などに存在し、それぞれのデジタル化を推進している。



方針やビジョンの明確化」、「専門組織・部署の設置」、「Fail

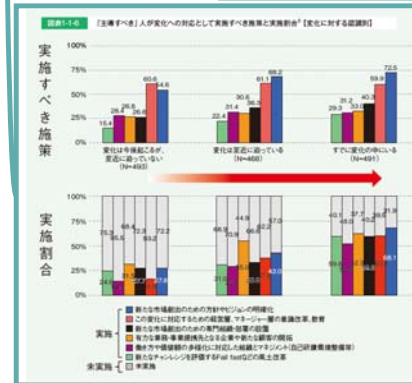
「fail fastなどの風土改革」を重要視

デジタル化を「主導すべき」人が実施すべき施策

「新たな市場創出のための方針やビジョンの明確化」

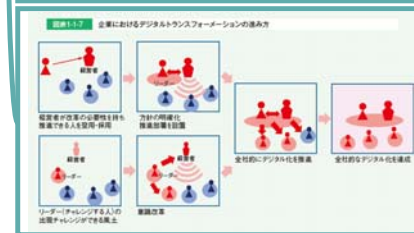
「新たな市場創出のための専門組織・部署の設置」

「新たなチャレンジを評価するFail fastなどの風土改革」



経営者とリーダーが周囲を巻き込み、改革を進める

リーダー的存在が企業内の複数個所に存在する場合もあるが、経営者と現場に近いリーダーとがともに改革を進めていく大きな流れは変わらない。

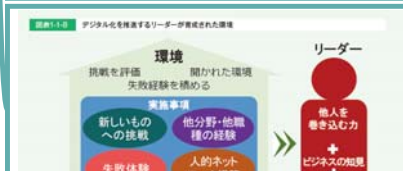


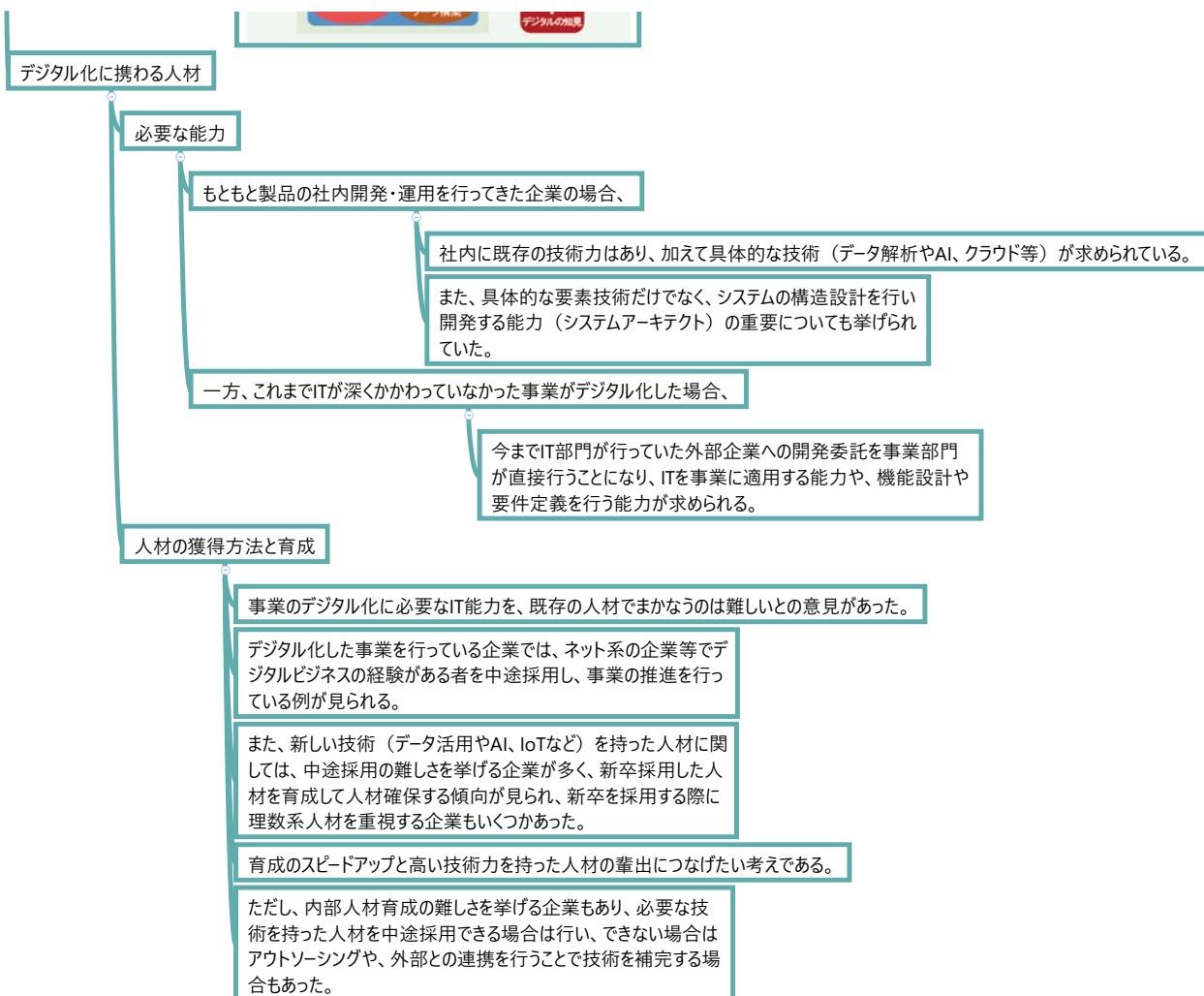
デジタル化の推進をリードする人材に必要な能力と環境

・デジタル化を推進するリーダーに求められるのは、“他人を巻き込む力”、“ビジネスとデジタルの知見”

・デジタル化を推進するリーダーが育ってきた背景は、“多様な経験と新しいものへの挑戦”、“ネットワーク、外部とのつながり”

・デジタル化を推進するリーダーの育成に重要となる環境の整備





2. 日本と米国の情報処理・通信に携わる人材

日米、欧州等の情報処理・通信に携わる人材の所属企業

日本はIT企業に所属する情報処理・通信に携わる人材の割合が72%と突出して高くなっている。

一方、日本以外の国は、IT企業以外の割合が5割を超えており、米国はIT企業以外に所属する情報処理・通信に携わる人材の割合が65.4%と最も高くなっている。

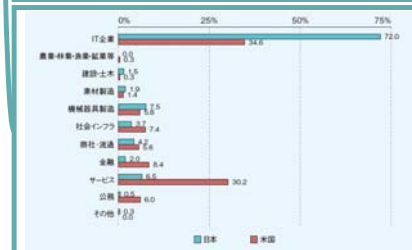


日米の情報処理・通信に携わる人材の業種別人材の割合



米国では、「IT企業」に次いで「サービス」の割合が30.2%と高くなっている。

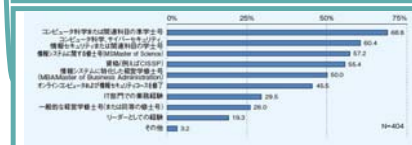
「金融」については日本の2%に対し米国では8.4%、「公務」については日本の0.5%に対し米国が6%と、日本より幅広い業種に情報処理・通信に携わる人材が所属していることがわかる。



米国における情報セキュリティ技術者に必要なスキルや経験

「コンピュータ科学または関連科目の準学士号」の割合が68.8%と最も高く、「コンピュータ科学、サイバーセキュリティ、情報セキュリティまたは関連科目の学士号」（60.4%）、「情報システムに関する修士号（MS（Master of Science））」（57.2%）と続き、学歴を重視する傾向が見られる。

「資格（例えばCISSP）」が55.4%と、資格への関心も高い。



米国の組織のCISOに必要なスキルや経験

「リーダーとしての経験」の割合が92.1%と最も高く、「IT部門での業務経験」（72.8%）、「一般的な経営学修士号（または同等の修士号）」（71.3%）と続いている。

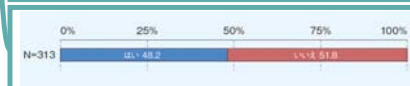
情報セキュリティ技術者にとって必要なスキルや経験の調査結果とは違い、経験を重視する傾向が見られる。



米国の組織におけるサイバーセキュリティ：トレーニングプログラム開発のための大学との連携・協業状況

約1000の組織がサイバーセキュリティトレーニングプログラムの開発

ポリテク校的な組織が「ソリハ」ハイブリッドトレーニングプログラムの開発のために大学と連携・協業していることがわかる。



3. IT人材不足の動き

IT人材の“量”に対する過不足感【過去10年の変化】

IT企業では、リーマンショック以来高まり続けていたIT人材の“量”に対する不足感の高まりがやや緩和した。

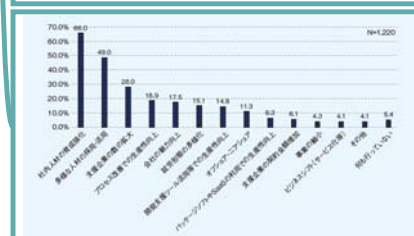
「大幅に不足している」と答えた割合が、2015年度調査の24.2%から、今年度では20.3%と減少している。

また、「特に過不足はない」は2015年度調査の8.1%から、今年度では11.9%と増加している。



人材不足改善の取り組みのうち効果があったもの

「社内人材の育成強化」が最も多く、66%に上っている。



IT人材の「職種別の人材数」と「人材のレベル」の把握状況【経年】

計画的な人材育成には人材把握が必要となるが、今年度調査では、「職種別の人材数、人材のレベル両方を把握している」割合が大きく増加していた。



IT人材の“量”に対する過不足感【過去9年の変化】

2010年ごろに不足感が減少した以降、2014年度調査までは不足感に大きな変化のなかったユーザー企業だが、2015年度調査の結果ではIT人材の“量”について、「大幅に不足している」や「やや不足している」の割合が増加した。

「1人足りない」と回答した割合が増加した。

今年度も引き続き不足感が増す傾向にある。

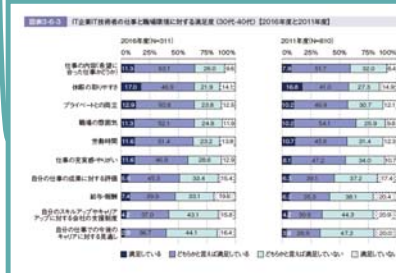


4. IT人材動向（IT人材の意識の比較【2016年度と2011年度】）

仕事や職場の環境に対する満足度（30代-40代）【2016年度と2011年度】

2016年度、2011年度共に「仕事内容（希望に合った仕事かどうか）」、「休暇の取りやすさ」、「プライベートとの両立」「職場の雰囲気」に対する満足度は高い。

全項目に対して微増微少はあるが、変化は読み取れない。



仕事内容に対する考え方（30代-40代）【2016年度と2011年度】

「この仕事をしていることに誇りを持っている」では、「よく当てはまる、どちらかと言えば当てはまる」では2011年度の51.3%から2016年度の66.3%と増加した。

一方、「新しい部署や企画を立ち上げる仕事をしたい」では「よく当てはまる、どちらかと言えば当てはまる」の合計が、2011年度の67.7%から2016年度の35.4%、「関係者を説得し、社内改革する仕事をしたい」も同様に2011年度53%から2016年度の40.2%と割合が低下している。



キャリアやスキルアップに対する考え方（30代-40代）2016年度と2011年度】

2016年度、2011年度共に「技術の変化に合わせて自分もスキルアップしなければならないと思う」について「よく当てはまる、どちらかと言えば当てはまる」と回答した割合は8割台半ばであり、「新しい技術やスキルを学ぶのは楽しい」の割合も共に7割強である。

一方、「将来のキャリアパスが明確である」で「よく当てはまる、どちらかと言えば当てはまる」と回答した割合は2011年度と2016年度共に約3割であり傾向に変化はない。



仕事と職場環境に対する満足度 (30代-40代) 【2016年度と2011年度】

全項目において「満足している」の割合が増加している。



仕事内容に対する考え方 (30代-40代) 【2016年度と2011年度】

「この仕事をしていることに誇りを持っている」では「当てはまる、どちらかと言えば当てはまる」を合計した割合が2011年度の57.7%から2016年度の67.3%と増加している。

一方、「新しい部署や企画を立ち上げる仕事をしたい」では「当てはまる、どちらかと言えば当てはまる」の合計は、2011年度の76.5%から2016年度の52.7%へと23.8ポイント低下した。

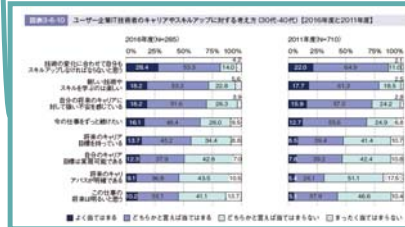
また、「新しい顧客を開拓・獲得する仕事をしたい」の割合も2011年度の59.8%から2016年度の47%へと低下している。



キャリアやスキルアップに対する考え方（30代-40代）2016年度と2011年度】

「将来のキャリアパスが明確である」では「当てはまる、どちらかと言えば当てはまる」を合計した割合が2011年度の31.5%から2016年度の45.9と増加し、「将来のキャリア目標を持っている」、「自分のキャリア目標は実現可能である」のいずれにおいても割合が増加している。

しかしその一方で、「自分の将来のキャリアに対して強い不安を感じている」に対する「よく当てはまる」の割合はやや増加しており、キャリアは明確なものの、不安感は弱まってはいないように見受けられる。



第四次産業革命を視野に入れた知財システムの在り方について【2017年4月19日METI】

<http://www.meti.go.jp/press/2017/04/20170419002/20170419002.html>

（検討会報告書概要）

1. （1）第四次産業革命と知財システムを取り巻く環境

これまで

「モノ」に関する技術が競争力の源泉

多数存在する同業他社間での競争を通じて自前技術を確立し国際競争力を確保

「知財」として独占することと市場を広げる「標準」化を組み合わせたオープン＆クローズ戦略を推進

現在

IoT、AI及びビックデータに代表される技術革新が進展

「データ」及びその「分析技術」、それらを活かした「ビジネスモデル」が新たな競争力の源泉に

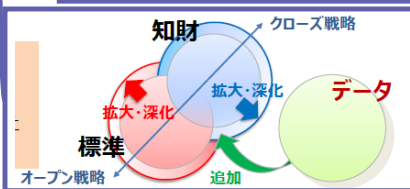
様々なつながりにより新たな付加価値が創出される産業社会“Connected Industries” が到来

オープン・イノベーションを通じて利益の獲得やビジネスを拡大することが求められている

これから

オープン＆クローズ戦略の対象の拡大・深化が必要

「知財」及び「標準」に「データ」を加えた三次元的な複合戦略が必要



1. (2) 第四次産業革命と知財システムを取り巻く環境

知財、データ、標準の三次元的な複合戦略及び検討対象項目



2. データの利活用

データ利活用に関しては、一定の法的基盤が整備されつつある

一方で、データを不正な利用から保護する仕組みが十分でない

データの利活用やアクセスに関する権限は法的な位置付けが明確でなく契約に委ねられている

不正競争防止法等におけるデータの保護

不正競争防止法の改正を視野に入れ検討する

(検討例)

データの不正取得の禁止

データに施される暗号化技術等の保護強化

営業秘密としているデータ分析方法等に係る民事訴訟の負担軽減（政令）

（産業構造審議会「営業秘密の保護・活用に関する小委員会」において検討中、今春を目途に方向性のとりまとめ。）

情報のデジタル化を踏まえ、営業秘密管理指針・秘密情報の保護ハンドブックの記載を充実させる

利用権限に関する契約

データの利用権限に関するガイドライン等の策定を行うための検討を行う

(検討内容)

企業間におけるデータの利活用や契約の実態に即した保護の在り方や契約等のルールについて

3. (1) 産業財産権システム～「データ」・「サービス」等への対応～

今後のイノベーションにより、新たなデータ構造の創出が想定される

IoTが普及する中、サービスとモノが結びついたビジネス関連発明の特許出願が増加している

これら新たな競争力の源泉は、どのような要件を備えれば権利化できるのか、分かりづらい

AI、3Dプリンティング、ネットワーク化等に関する技術の進展により、新たな課題も生じている

データ構造の取扱いの明確化

特許の対象となるデータ構造の事例を公表（平成29年3月）

今後とも、予見性を高める取組を継続

IoTを活用したビジネスモデルを支える知財

特許を着実に取得し活用するための環境を整備（平成29年度中）

（具体例）

ソフトウェア関連発明の審査基準の点検

ビジネス関連特許の活用方法の整理

新設した特許分類の活用

分野横断的な審査体制の整備

新技術への対応

国境をまたいだ侵害行為に対する権利保護（裁判例の蓄積等を注視しつつ、引き続き検討）

将来的なAIによる発明等の産業財産権上の取扱い（現時点では、現行法で保護。今後の動向を注視）

3Dプリンティング用データの産業財産権上の取扱い（現時点では、現行法で保護。今後の動向を注視）

3. (2) 産業財産権システム～特許紛争の解決～

IoTの普及に伴い、企業間の連携が増加する中、知財の管理コストが増大するおそれ

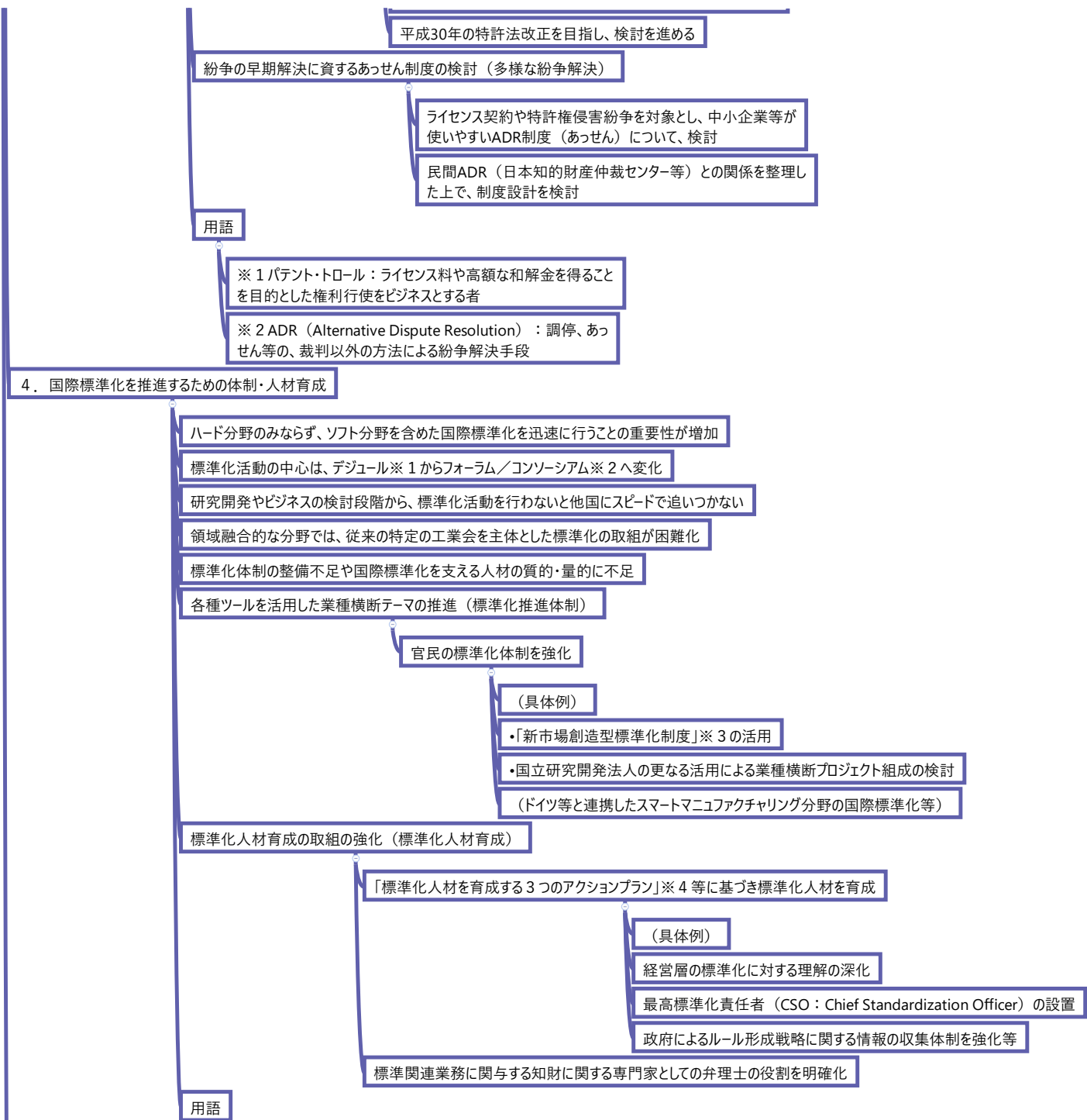
米国では、パテント・コントロール※1による濫用的な権利行使が社会問題化

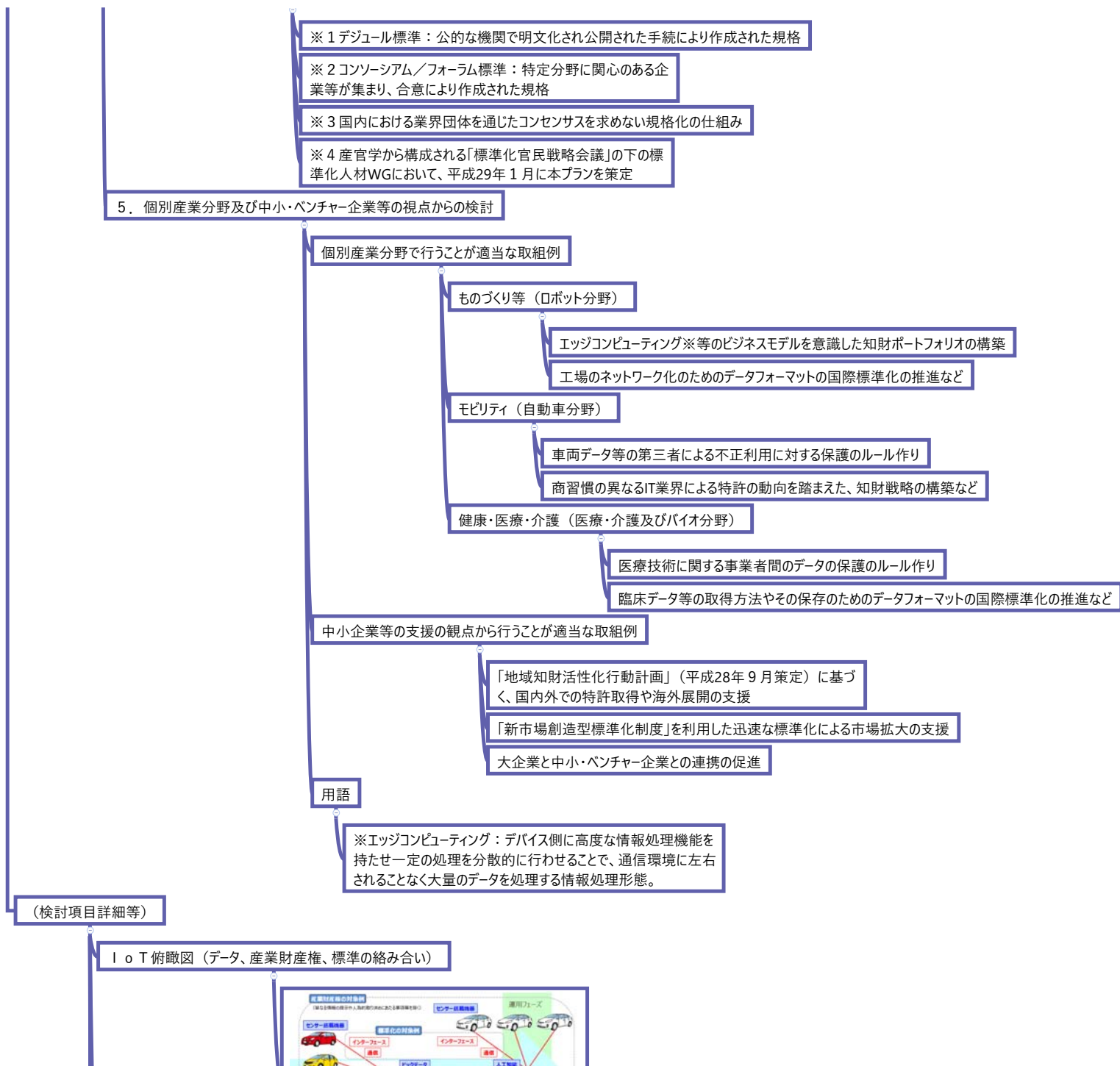
つなげる社会インフラの一部を構成する規格については、その実施に必要な特許をめぐる紛争が多発・長期化すれば、経済・産業に悪影響が及ぶおそれ

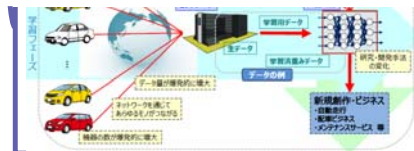
特に、中小・ベンチャー企業は、交渉や訴訟への対応に当たり困難に直面する可能性

標準必須特許に係る裁定制度の導入（標準必須特許）

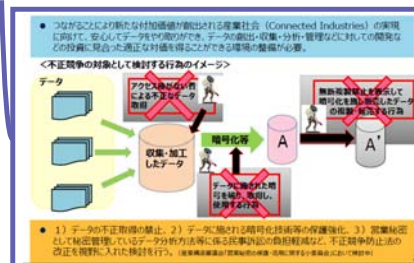
標準必須特許をめぐる紛争を対象とし、行政が適正なライセンス料を決定するADR※2制度（標準必須特許裁定）の導入を検討





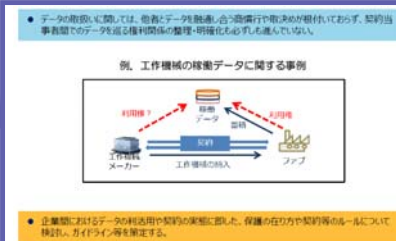


不正競争防止法等におけるデータ保護の在り方



利用権限に関する契約の在り方

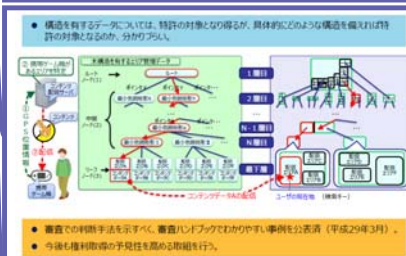
データの取扱いに関しては、他者とデータを融通し合う商慣行や取決めが根付いておらず、契約当事者間でのデータを巡る権利関係の整理・明確化も必ずしも進んでいない。



企業間におけるデータの利活用や契約の実態に即した、保護の在り方や契約等のルールについて検討し、ガイドライン等を策定する。

産業財産権の対象としてのデータの取扱いの明確化

構造を有するデータについては、特許の対象となり得るが、具体的にどのような構造を備えれば特許の対象となるのか、分かりづらい。



審査での判断手法を示すべく、審査ハンドブックでわかりやすい事例を公表済（平成29年3月）。

今後も権利取得の予見性を高める取組を行う。

IoTを活用したビジネスモデルを支える知財システムの在り方

どのようなビジネス関連発明が特許されるのか、取得した特許をどう活用すればいいのかわかりづらい。

IoT化はあらゆる技術分野に及ぶため、先行技術調査や審査の困難性が増している。



ソフトウェア関連発明に係る審査基準の点検を行う。（平成29年度中）

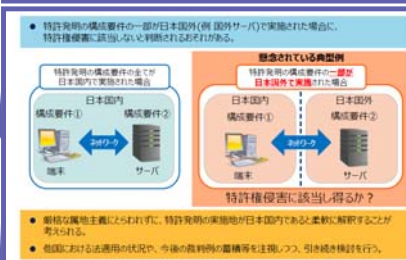
IoTを活用したビジネス関連発明の特許の活用方法の整理を行う。（平成29年度中）

IoT関連技術用に新設した特許分類の特許文献に対して着実に付与する。

分野横断的なIoT関連発明に対応するため審査体制を整備する。（平成29年度中）

国境をまたいだ侵害行為に対する権利保護の明確化

特許発明の構成要件の一部が日本国外(例国外サーバ)で実施された場合に、特許権侵害に該当しないと判断されるおそれがある。

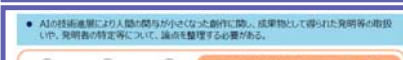


厳格な属地主義にとらわれずに、特許発明の実施地が日本国内であると柔軟に解釈することが考えられる。

他国における法適用の状況や、今後の裁判例の蓄積等を注視しつつ、引き続き検討を行う。

将来的なAIによる発明等の産業財産権上の取扱いの明確化

AIの技術進展により人間の関与が小さくなった創作に関し、成果物として得られた発明等の取扱いや、発明者の特定等について、論点を整理する必要がある。



AIが自律的に創作するというようなパラダイムシフトが現実になると見込まれた時点で、改めて制度の在り方の検討を行う。

3Dプリンティング用データの産業財産権上の取扱いの明確化

産業財産権を有する物品が3Dデータを介して複製された場合、三次元データの作成者等に対し、間接侵害を訴えることができるか否かを整理する必要がある。

「プログラム等」に該当する3Dデータは、保護の客体にも、間接侵害を構成する「物」にもなりうる。

データ・データ構造については、審査での判断手法を示すべく、審査ハンドブックでわかりやすい事例を公表済（平成29年3月）。

今後、社会的なニーズが高まった場合には、必要な措置について検討を行う。

標準必須特許を始めとする多様な特許紛争の迅速・簡便な解決①

IoTの普及に伴い、様々なつながりが増加する中、知財（特に情報通信技術を利用する分野）の管理コストが増大するおそれ。米国では、パテント・トロール※による濫用的な権利行使が社会問題化

つなげる社会インフラの一部を構成する規格について、その実施に必要な特許をめぐる紛争が多発・長期化すれば、経済・産業に悪影響が及ぶおそれ

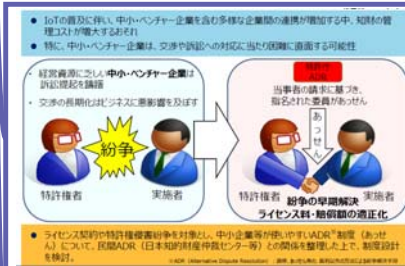


標準必須特許をめぐる紛争を対象とし、行政が適正なライセンス料を決定するADR※制度（標準必須特許裁定）の導入を検討

標準必須特許を始めとする多様な特許紛争の迅速・簡便な解決②

IoTの普及に伴い、中小・ベンチャー企業を含む多様な企業間の連携が増加する中、知財の管理コストが増大するおそれ

特に、中小・ベンチャー企業は、交渉や訴訟への対応に当たり困難に直面する可能性



ライセンス契約や特許権侵害紛争を対象とし、中小企業等が使いやすいADR※制度（あっせん）について、民間ADR（日本知的財産仲裁センター等）との関係を整理した上で、制度設計を検討。

新市場創造型標準化制度や国立研究開発法人を活用した業種横断プロジェクトの推進

研究開発から標準化等が並行的に推移する中、①標準化の対象拡大（システム分野への広がり）、②標準獲得手法の複線化（デジュール＋フォーラム／コンソーシアム、デファクト）に対応する必要がある。



「新市場創造型標準化制度」の活用や、国立研究開発法人を活用し、業種横断プロジェクトとして組成すべき案件の検討を行う等、官民の標準化体制を強化する。

国際標準化を推進するための体制・人材育成の在り方

欧米の戦略的な標準化や新興国の対応に対抗するため、標準化人材を確保・育成する必要がある。

● 欧米の戦略的な標準化や新興国の対応に対抗するため、標準化人材を確保・育成する必要がある。



産学官から構成される標準化官民戦略会議の下に設置された標準化人材育成WGにおいて策定した「標準化人材を育成する3つのアクションプラン」(平成29年1月)等に基づき標準化人材育成の取組の強化する。

標準関連業務に関与する知財に関する専門家としての弁理士の役割を明確化する。

中小・ベンチャー企業等における今後の対応

| 課題 | |
|-----------------------------------|--|
| IoT化に対応したビジネスに必要な特許を国内外で取得できていない。 | 「地域知財活性化行動計画」(2016年9月策定)に基づいた、国内外での特許取得支援や、相談から出願、侵害対策まで一体となった海外展開支援の活用促進 |
| 知財の重要性に関する認識が不十分 | 新市場創造型標準化制度を利用した迅速な標準化の実現により、市場拡大を支援 |
| 技術競争力の獲得による市場拡大 | 知財のマッチング等の推進 |
| 中小・ベンチャー企業と大企業との連携促進 | 連携の際の留意点や連携で生じた懸念等に関する相談を知財総合支援窓口で受付 営業秘密の保護・管理に関する普及啓発 大企業が中小・ベンチャー企業との積極的な連携を通じて挙げた顕著な実績を知財功労賞の選考に反映 |

第四次産業革命の下で中小・ベンチャー企業等を取り巻くビジネス環境は変化

課題と対応策

IoT化に対応したビジネスに必要な特許を国内外で取得できていない。知財の重要性に関する認識が不十分

「地域知財活性化行動計画」(2016年9月策定)に基づいた、国内外での特許取得支援や、相談から出願、侵害対策まで一体となった海外展開支援の活用促進

技術競争力の獲得による市場拡大

新市場創造型標準化制度を利用した迅速な標準化の実現により、市場拡大を支援

中小・ベンチャー企業と大企業との連携促進

知財のマッチング等の推進

連携の際の留意点や連携で生じた懸念等に関する相談を知財総合支援窓口で受付

営業秘密の保護・管理に関する普及啓発

大企業が中小・ベンチャー企業との積極的な連携を通じて挙げた顕著な実績を知財功労賞の選考に反映

第四次産業革命に対応するための支援にあたっては、中小・ベンチャー企業等の実情を考慮する。

科学技術イノベーション総合戦略2017（案） 【2017年4月21日】

5か年にわたる第5期科学技術基本計画（2016～2020年度）の下、科学技術イノベーション総合戦略を毎年度閣議決定し、来年度に向けて重きを置くべき取組を示す。我が国を「世界で最もイノベーションに適した国」に変革すべく、以下の取組を推進。

第1章重点事項

世界に先駆けてSociety 5.0を実現するために特に重要な事項。以下に加え、卓越した研究拠点や多様な学術研究を生み出す研究環境を確保することも重要。

（1）Society 5.0の実現

- ・政府、産業界、学术界が一体となり国民参加の下で推進→若手研究者やベンチャー企業などのチャレンジを誘発
- ・関係省庁等の取組を基礎研究から実用化まで一貫通貫で実施→SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）に関係省庁等の取組の方向性を合わせ推進
- ・Society 5.0のコンセプトを世界に共有すべく発信

（2）「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブ」の着実な実行

GDP 600兆円経済の実現に向け、総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）の司令塔機能を強化し、3つのアクションを推進

①予算編成プロセス改革アクション

- ・政府研究開発投資をテコとして民間研究開発投資を誘発
- ・「研究開発投資ターゲット領域」を設定し、同領域への政府研究開発投資を重点化
- ・SIP型マネジメントの各省への展開、ステージゲート評価の導入
- CSTIの司令塔機能の強化

②研究開発投資拡大に向けた制度改革アクション

- ・大学と国研の聖域なき改革の断行と産学連携の深化
- ・「組織」対「組織」の産学連携の促進
- ・多様な資金の獲得に向けた取組の充実
- ・評価性資産（土地・株等）の寄附拡大
- ・公共調達の活用等による中小ベンチャー企業の育成・強化

・技術シーズとニーズの実効あるマッチングの推進

・イノベーションによる地方創生の推進

・産学官連携による科学技術イノベーションを支える人材の育成促進

③客観的根拠に基づく効果的な官民研究開発投資拡大アクション

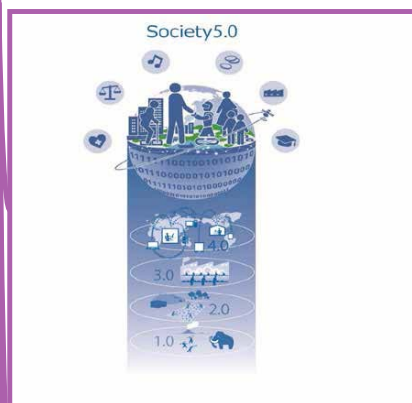
・政府研究開発投資や政策効果等の「見える化」、適切な資源配分や評価の実現

・重要な政策課題の判断材料を提供するエビデンスシステムの構築と活用

・基本計画に基づく指標の継続的な検討、データの把握・公表によるフォローアップ

→客観的根拠に基づく政策のPDCAサイクルを実現

Society 5.0とは



第5期科学技術基本計画で提示された未来社会の姿。狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続く、以下のような新たな経済社会をいう。

①サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることにより、

②地域、年齢、性別、言語等による格差なく、多様なニーズ、潜在的なニーズにきめ細かく対応したモノやサービスを提供することで経済的発展と社会的課題の解決を両立し、

③人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることのできる、人間中心の社会

第2章未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組



(1) 社会基盤の強化と産業創造の促進

（１）木本に未取に挑戦する研究開発への力の強化

- ・I m P A C T の継続的な運用の改善を通じた更なる発展
- ・挑戦的研究開発を推進するプログラムの展開の促進

（２）新たな経済社会としての「Society 5.0」を実現する

- ・新たな価値創出を容易とするプラットフォームを構築
- ・「高度道路交通システム」、「エネルギーバリューチェーンの最適化」、
「新たなものづくりシステム」をコアシステムとして開発
- ①新たな価値やサービスの創出の基となるデータベースの構築と利活用

・共通に活用可能な下記データベースの構築と利活用を先行的に推進（SIPの取組も活用）

・G 空間や自動走行用地図等を基にした「地理系データベース」、気象データ及び衛星等による「環境系データベース」、サイバー攻撃等の情報収集に役立つ「サイバーセキュリティ系データベース」の構築

②プラットフォームを支える基盤技術の強化

・サイバー空間関連基盤技術の強化（A I 技術、ネットワーク技術、ビッグデータ解析技術等）

・人工知能技術戦略会議策定の産業化ロードマップ等を国家戦略とし、研究開発から社会実装まで政府一体で推進

・フィジカル空間関連基盤技術の強化（ロボット技術、デバイス技術、素材・ナノテクノロジー、光・量子技術等）

③知的財産戦略と国際標準化の推進

・競争領域と協調領域の見極め

・データベース構築、データ利活用を推進するインターフェース、データフォーマット等の標準化を推進

④規制・制度改革の推進と社会的受容の醸成

・AIやロボットを活用する現場の課題を踏まえて、制度の見直しやルールの策定等を先行的に検討

・科学技術イノベーションの進展による倫理的視点や社会的影響を含め、産業界、学术界を交えて包括的に研究を実施

⑤能力開発・人材育成の推進

・I o T 等を通じた新ビジネスの創出を担う人材等の育成

・高度化する脅威に対するサイバーセキュリティの人材育成

・数理科学や計算科学技術、データサイエンスの振興や人材育成

第3章 経済・社会的課題への対応

(1) 持続的な成長と地域社会の自律的な発展

① エネルギー、資源、食料の安定的な確保

i) エネルギーバリューチェーンの最適化

(エネルギープラットフォームの構築/グリーンなエネルギー供給の安定化と低コスト化/水素社会の実現に向けた新規技術や蓄電池の活用等によるエネルギー利用の安定化/革新的な材料・デバイス等の幅広い分野への適用/エネルギー・環境イノベーション戦略の推進)

ii) スマート・フードチェーンシステム

(バイオテクノロジーによる生物機能の高度利用/次世代育種システム/ニーズオリエンティッドな生産システム/加工・流通システム/実需者や消費者への有益情報伝達システム)

iii) スマート生産システム

(AI、IoT、ビッグデータ解析等を活用した生産性向上)

② 超高齢化・人口減少社会等に対応する持続可能な社会の実現

i) 世界最先端の医療技術の実現による健康長寿社会の形成

ii) 高度道路交通システム

(自動走行システムに係る大規模実証実験等の開始、関連技術・システムの開発・実証の推進、応用実装・ビジネスモデルの確立)

iii) 健康立国のための地域における人づくりシステム

(ICT等の活用による健康等情報の利活用の推進/支援を必要とする者の自立促進及び看護・介護等サービスの支援技術/人にやさしい住宅・街づくりに資する研究)

③ ものづくり・コトづくりの競争力向上

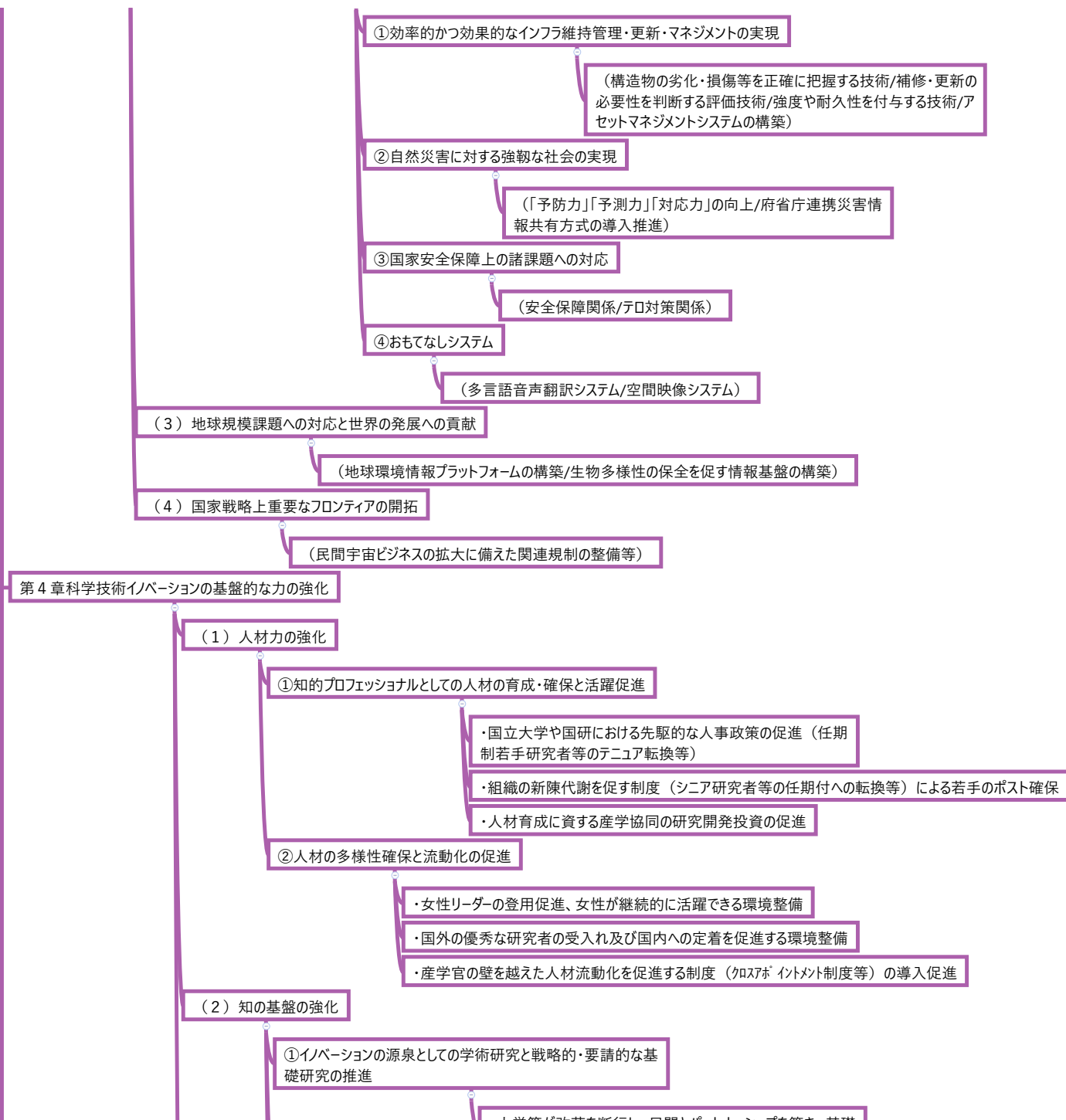
i) 新たなものづくりシステム

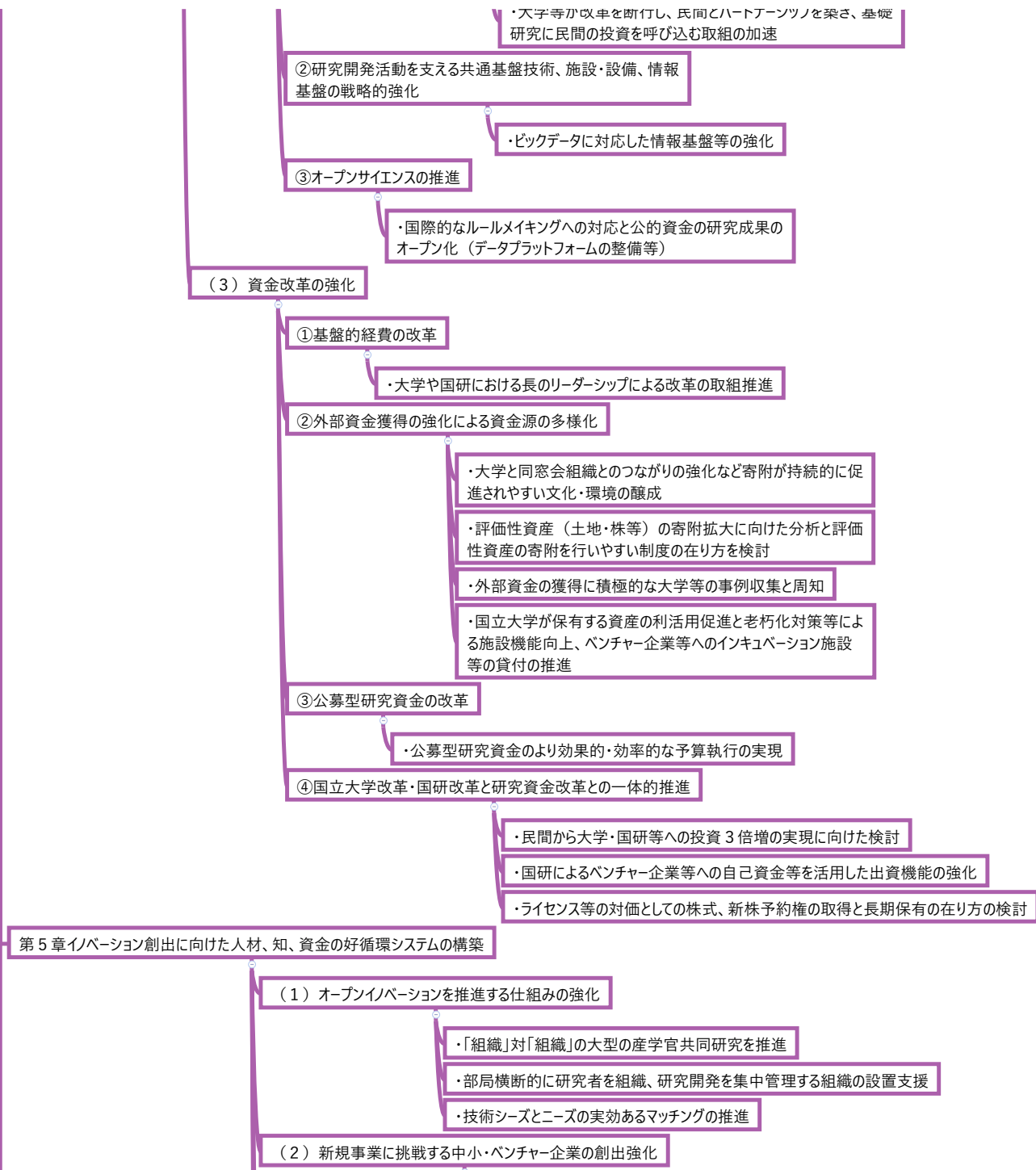
(サプライチェーンシステムのプラットフォーム構築/革新的な生産技術の開発)

ii) 統合型材料開発システム

(信頼性の高い材料データベースの構築/高速で高効率な材料試作計測・評価技術の確立)

(2) 国及び国民の安全・安心の確保と豊かで質の高い生活の実現





第6章 科学技術イノベーションの推進機能の強化

(3) イノベーション創出に向けた知的財産・標準化戦略及び制度の見直しと整備

- ・小・中・高等学校から大学までを通じて起業家マインドを持つ人材の裾野拡大
- ・公共調達の活用等による中小ベンチャー企業の育成・強化
- ・大学発ベンチャー等に係るデータベース構築、ベンチャーキャピタルとのマッチングの推進

・ビッグデータ、AI等に国際的視座から対応した知財システムの構築

・標準化人材の育成や戦略的な標準化活動など国際標準化の変化への対応

(4) 「地方創生」に資するイノベーションシステムの構築

・地域経済の牽引役となる中核企業の発掘、一貫した成長支援

・地域の強み、特性を踏まえた科学技術イノベーション施策による地方創生

(5) グローバルなニーズを先取りしたイノベーション創出機会の開拓

・グローバルニーズを先取りする研究開発や新ビジネスの創出に向けた分析体制の構築

・大学と国研の聖域なき改革の断行

・研究開発の特性を踏まえた政府調達の手続の迅速化

・実効性ある科学技術イノベーション政策の推進と司令塔機能の強化

新産業ビジョン【2017年5月METI】

1. 背景

「第4次産業革命」とも呼ぶべきIoT、ビッグデータ、ロボット、人工知能（AI）等による技術革新は、従来にないスピードとインパクトで進行しています。この技術革新を的確に捉え、これをリードするべく大胆に経済社会システムを変革することこそが、我が国が新たな成長フェーズに移行するための鍵となります。

産業構造審議会 新産業構造部会では、昨年8月より「新産業構造ビジョン」の策定に向けた議論を重ね、今般、中間整理を行いました。



2. 中間整理のポイント

1. 第4次産業革命のインパクト

2. 我が国の基本戦略

3. 第4次産業革命による社会の変革と産業構造の転換

4. 第4次産業革命による就業構造転換

5. 産業構造・就業構造の試算

6. 我が国の具体的戦略

①データ利活用促進に向けた環境整備

- ・データプラットフォームの構築、データ流通市場の創成
- ・個人データの利活用の促進
- ・セキュリティ技術開発や人材育成等の強化
- ・第4次産業革命における知的財産政策の在り方
- ・第4次産業革命に対応した競争政策の在り方

②人材育成・獲得、雇用システムの柔軟性向上

- ・新たなニーズに対応した教育システムの構築
- ・グローバルな人材獲得
- ・多様な労働参画の促進
- ・労働市場・雇用制度の柔軟性向上

③イノベーション・技術開発の加速化（「Society5.0」）

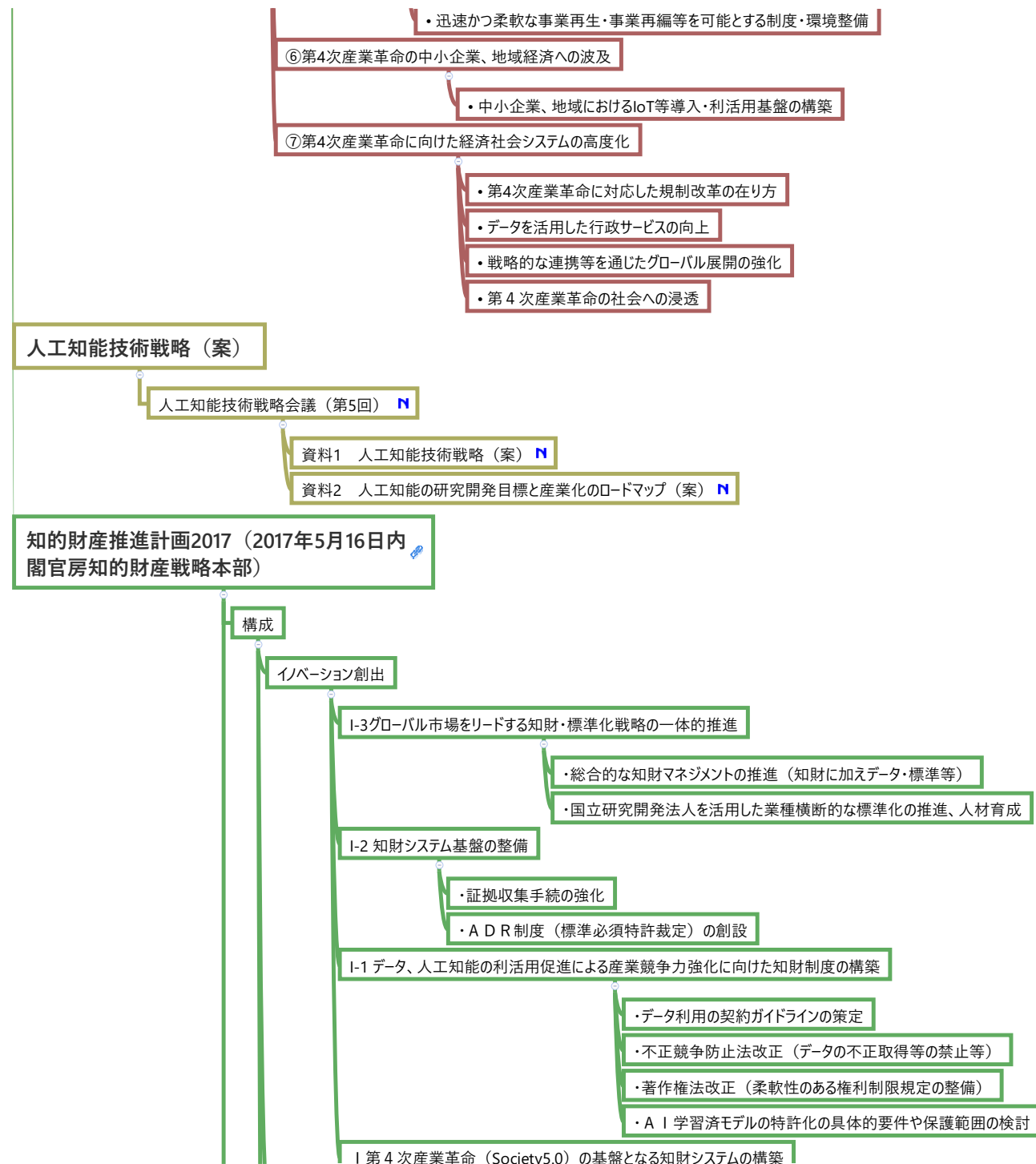
- ・オープンイノベーションシステムの構築
- ・世界をリードするイノベーション拠点の整備・国家プロジェクト構築・社会実装の加速（人工知能等）
- ・知財マネジメントや国際標準化の戦略的推進

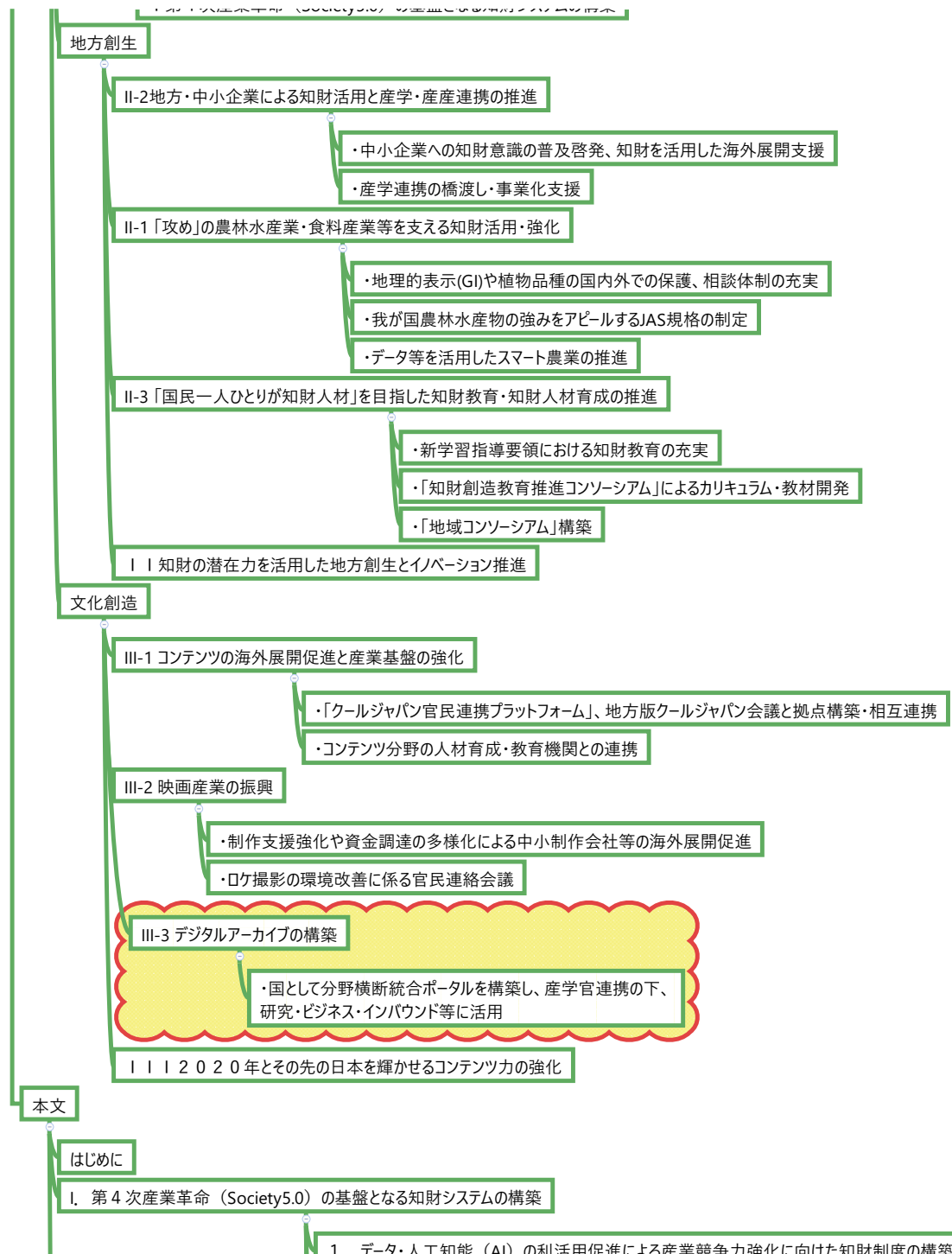
④ファイナンス機能の強化

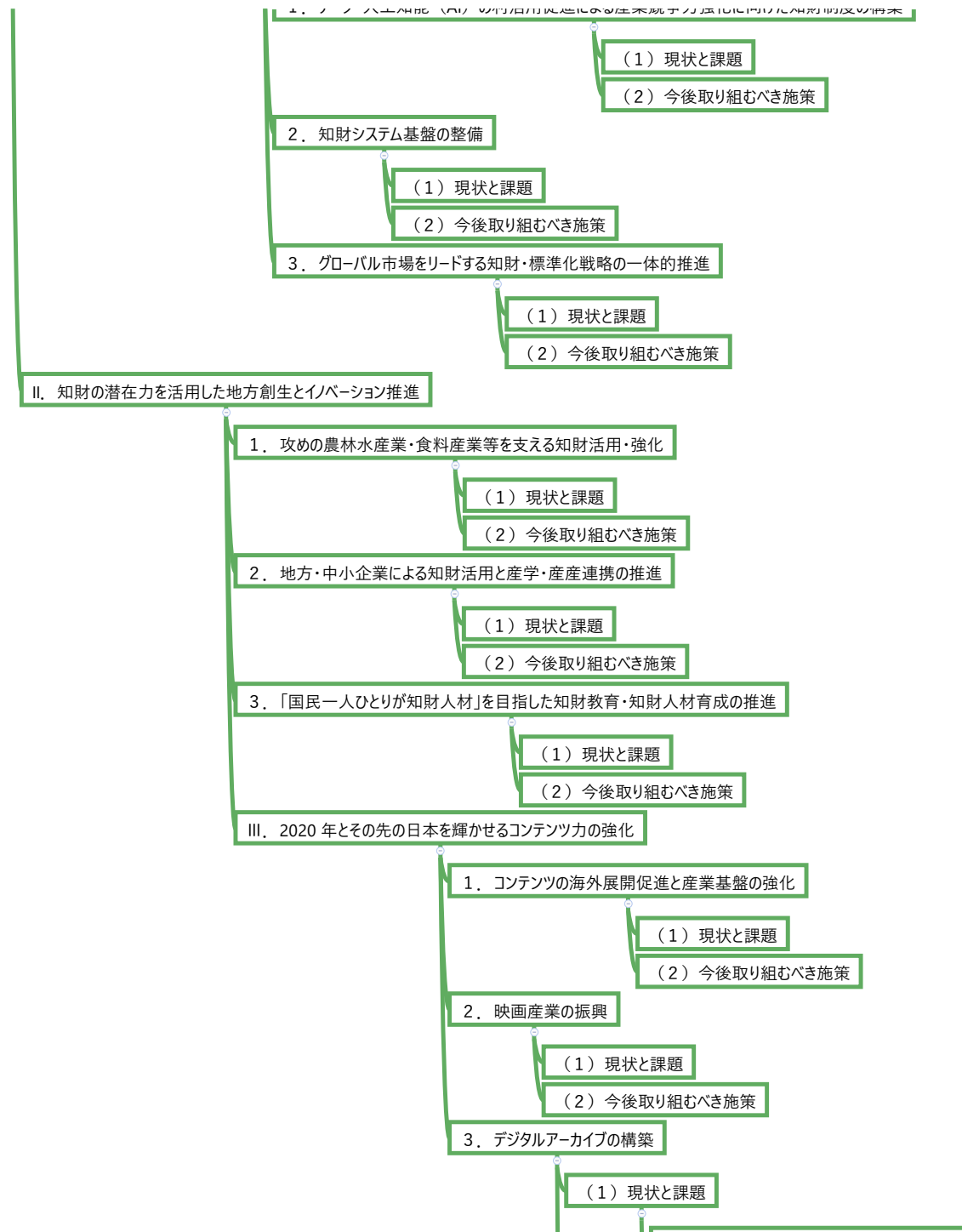
- ・リスクマネー供給に向けたエクイティファイナンスの強化
- ・第4次産業革命に向けた無形資産投資の活性化
- ・FinTechを核とした金融・決済機能の高度化

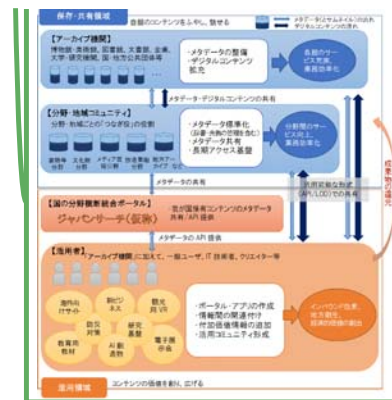
⑤産業構造・就業構造転換の円滑化

- ・迅速・果断な意思決定を可能とするガバナンス体制の構築









(2) 今後取り組むべき施策

我が国における分野横断型統合ポータル構築に向けたアーカイブ間の連携と利活用を促進するため、関係府省において以下の取組を推進することとする。

① アーカイブ間連携と利活用の促進

(産学官でのデジタルアーカイブのフォーラムの開催)

(デジタルアーカイブ推進のための工程表の作成)

(国の統合ポータルの構築)

(国の各アーカイブ機関におけるガイドラインの順守)

(利活用の推進のための連携)

(地方におけるアーカイブ連携の促進)

② 分野ごとの取組の促進

(分野ごとのつなぎ役による取組と支援)

(分野横断の取組)

(書籍等分野)

(文化財分野)

(メディア芸術等分野)

(放送コンテンツ分野)

③ アーカイブ利活用に向けた基盤整備

(オープン化の促進)

(アーカイブの構築と利活用の促進のための著作権制度の整備)

(利活用の促進のための周辺環境の整備)

(アーカイブ関連人材の育成)