

システム思考によるデジタルトランスフォーメーション（DX）を推進する社会

システムの解明と推進のキーポイント

Elucidation of Mechanism of Social Systems that Promote Digital Transformation (DX) through System Thinking and Key Points of Promotion

専修大学ネットワーク情報学部 榮谷昭宏

本研究は、情報技術（IT）がどのように社会実装され DX が進むのか、システム思考によりその仕組みを明らかにする。これまでの先行研究は、企業内部の視点から、企業変革の阻害要因や対策が多く議論されてきた。しかし、本研究では DX の本来の目的に則り、IT の開発企業の視点に閉じず、個人利用者・利用企業、行政を含めた社会システム全体を俯瞰した仕組みを解明する。そして、実は法律等の既設ルールの中にこそ新たなマーケットがあることを示し、長期的な視点から企業が将来の事業を構想する際、IT によって既設ルールにどのように影響を及ぼし、それを修正するとどういった市場が生れるのか明確にすることが DX 推進のキーとなることを述べる。

Keywords: デジタルトランスフォーメーション、システム思考、社会システム、社会実装

1. はじめに

Stolterman& Fors(2004)は「IT の浸透が、人々の生活をあらゆる面でより良い方向に変化させること」という DX の概念を提唱した。しかし、Friedman (2016, p.213)の指摘のように、現状ではテクノロジーの進化に社会が追いつかなくなっている。実際、McKinsey (2021)によると、自社の業務効率化（デジタルライゼーション）までは実現したとしても IT 活用による事業拡大（デジタルトランスフォーメーション）に結び付いている企業は 20%程度と報告されている。では、どのようにすれば企業が IT を活用して付加価値のあるサービス・プロダクトの社会実装を進め、社会生活を良い方向に変化させることが出来るであろうか。これらの問題に対し、先行研究は主に企業目

線でのアプローチとなっているが、本研究ではシステム思考により社会システム全体を俯瞰した仕組みを解明し、その方策を提案する。

2. 先行研究レビュー

2.1. 社会実装プロセスの視点から

企業の DX が進まない理由を Sakaedani & Takahashi(2022)は分析している。その結果、デジタルライゼーション（自社の業務効率化）の方が、短期に効果を得易いことが一番の理由であることが分かった。また同時に DX を進めるには組織の成熟度と長期的視野で経営幹部がリーダーシップを取ることが必要条件となることも述べている。しかし、その長期的視野で DX を進めるには、テクノロジーが社会浸透していくメカニズムを十分に理解する必要がある。企業の中期計画は 6 割程度未

達であり、1割程度しか達成できていない(小池, 2015)とのデータもある。ITが社会浸透するメカニズムが十分に解明されていないが故に、経営幹部も長期的視野に立った事業運営が難しいのも当然である。実際、イノベーションプロセスの観点からは、リニアモデル(Bush, 1945)や連鎖モデル(Kline & Rosenberg, 1986, p.290)が提案されているが、十分なコンセンサスを得られていない。産業や国などの環境によっても、そのプロセスは区々であることが指摘されており(テッドら, 2004, p.50)、提案されたモデルは抽象度も高く、またテクノロジー開発企業からの視点が主であり、例えば公共政策への影響まで加味されていなく、テクノロジーを開発する企業と利用する企業を明示的に分けている訳でもない。但し、Deloitte (2017)は、テクノロジーが社会浸透していくプロセスをテクノロジーが個人へ導入され、個人が持ち込んだテクノロジーに企業が適応し、企業の活用したテクノロジーに公共政策が同化する過程と述べているが、概念的な説明に留まっている。

2.2. プロセスを構成する要素の視点から

テクノロジー開発企業の視点から、テクノロジーの進化過程をChristensen (2016)が説明している。テクノロジーが進化し、過剰スペックとなると利用者はそのスペックを十分に使いこなすことができなくなることを述べている。その結果、新しいテクノロジーによる廉価版が市場を徐々に席捲していくことを説明している。テクノロジーを利用する個人の視点では、学習による習熟度は個人により区々である。その分布に着目し、アーリーアダプターとアーリーマジョリティの間にギャップがあることを指摘している(Moore, 2014)。そして、このギャップを超えられな

ければテクノロジーは浸透せず、衰退すると述べている。テクノロジーがその利用企業へ浸透する過程は、多くの経営学の視点から述べられ、企業文化がネックだと指摘している(Saldanha, 2019; Westerman et al., 2014)。またその指摘の中で、例えば企業の既存事業から独立した組織で新しいチャレンジを実行すれば、既存の企業文化に囚われることなく、変革を進められると述べている。行政・公共政策の動きに関しては、コレクティブインパクト(Kania & Kramer, 2011)というアプローチが紹介され、企業はテクノロジーが公共財であることを認識し、公共政策に影響することを当初から念頭に入れて、関係者を巻き込みながら社会浸透を進める事例を紹介している(Khanna, 2018)。

3. 研究の死角

先行研究は、前章で概観した通り、例えばテクノロジー開発企業の視点から、過剰スペックの問題を指摘している。しかし、利用者の視点からの議論は十分とはいえない。テクノロジーの社会実装が進むか否かは、連動するプロセス間の相対的な関係に依存する。すなわち、利用者が十分にテクノロジーに関して学習していれば、スペックを向上しても、追従することは容易である。実際、廉価版に市場を奪われるまでは追従していた顧客もいたのである。半導体を例にすればムーアの法則は未だに顕在であり、過剰スペックとはならず、その高性能化された半導体を活用した関連製品が次々の開発される好循環が生まれている(一橋大学, 2022, p.115)。このように、実はテクノロジーのスペックと利用者の習熟度のバランスが崩れるから、廉価版が出現するのであり、バランスが保たれている範囲で

は過剰スペックにはならない。しかし、先行研究は一方通行の視点からしか議論していないため、この“バランス”の重要性を見過ごしてしまったのではないかと考える。

結論を先んじて述べるならば、IT の社会実装システムは様々なフィードバックループで構成されている。各ループの優位性により、その挙動は異なる。各ループの優位性のバランスを制御するためには社会実装システムのメカニズムを理解することがポイントとなる。

4. 社会実装システムの構築

4.1. システム思考の適用にあたっての基本的考え方

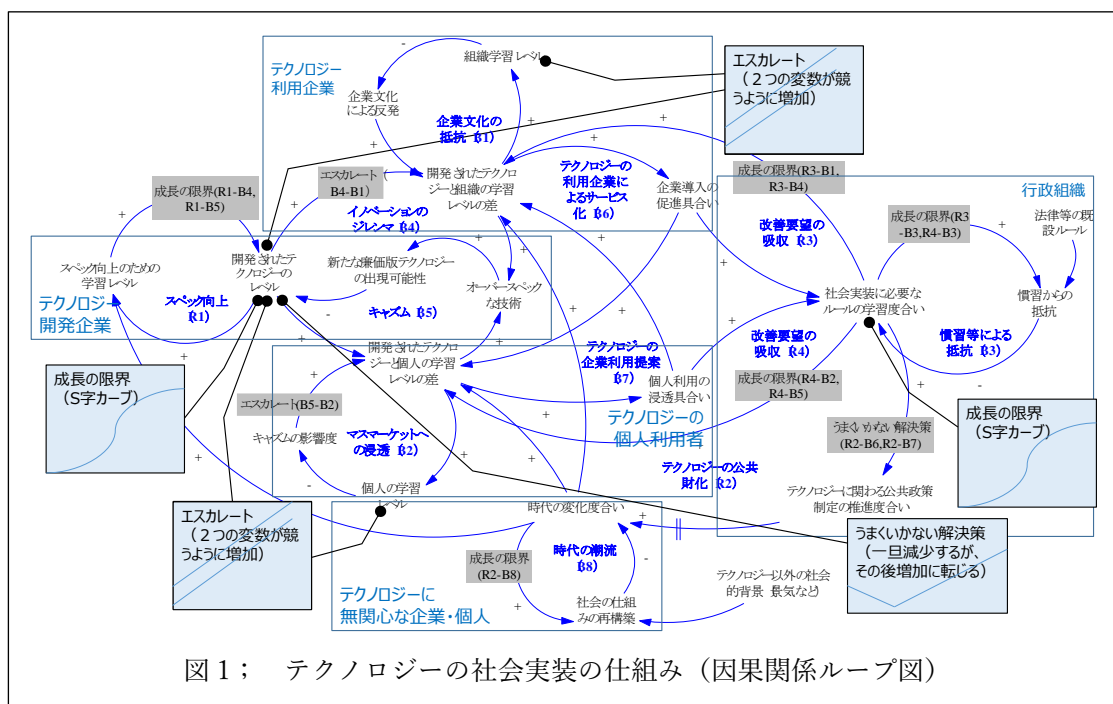
本章では IT の社会実装のメカニズムをシステム思考により解明していく(図 1)。まず因果関係ループでは、図中に示した矢印は因果関係を示し、“+”は原因となる因子が増加すれば結果の因子も増加し、“-”は原因因子が増加すれば結果因子は減少する関係を示す。“+”だけで構成されたループは自己強化ループ

プとして“R”で表し、“－”が含まれたループは
 バランスループとして“B”で表している。自己
 強化ループは時間経過に伴い、各因子が徐々
 に増加・強化される。バランスループは“－”の
 関係があるため、収束していく挙動を示す。

4.2. 因果関係ループでみるテクノロジー (IT) の社会実装のメカニズム

・テクノロジー開発企業と利用企業

テクノロジー開発企業はテクノロジーを開発し、「スペック向上(R1)」に励む。そのテクノロジーを企業は利用するため、組織学習を進めるが「企業文化の抵抗(B1)」もあり、順調に進むとは限らない (Saldanha, 2019; Westerman et al., 2014)。利用企業にとっては、テクノロジーがオーバースペックになると他の新たな廉価版のテクノロジーの利用を検討するという「イノベーションのジレンマ(B4)」に陥る(Christensen, 2016)。これは個人も同様である。「マスマーケットへの浸透(B2)」が進む一方で、「キャズム(B5)」(Moore, 2014)にはまる可能性もある。



・テクノロジー利用企業と個人利用者

テクノロジーの利用企業が組織学習を進め、「テクノロジーの利用企業によるサービス化(B6)」により、個人利用者へのサービス提供を進める。個人も同様で、また個人は企業の従業員でもあることから、学習によりテクノロジーの利便性を理解すると「テクノロジーの企業利用へ提案(B7)」できないか模索しだす。企業における日常の業務でも、個人利用と同様にそのテクノロジーの利便性を享受したいと考えるのである(Kane et al.,2019,p.28)。

・行政組織

個人も企業（テクノロジーの利用側）のテクノロジーの利用が進むと「慣習等による抵抗(B3)」を受けつつ、社会実装するための“法律等の既設ルール”の修正等の準備が進む。その準備過程は、コレクティブインパクト(Kania & Kramer, 2011)でも述べられているが、「改善要望の吸収(R3)(R4)」のため、個人や企業へフィードバックループを構成する。

・テクノロジーに無関心な企業・個人

社会実装に向けた準備が進むと、公共政策に必要なルールが制定される。新たなテクノロジーの社会実装とは、新たな制度による企業や個人の相互依存関係を再構築することであり、既に存在する相互依存関係を組み替えるには相応な時間と労力を要する(馬場, 2021, p.234)。すなわち、「時代の潮流(B3)」が時間遅れ(図中の“|”)を伴いながら、「テクノロジーの公共財化(R2)」がなされ、その変化はテクノロジー開発企業や利用企業、個人へフィードバックされ、次の学習に移る。

5. ディスカッション

これまで見てきたように、システム思考を活用し、ITを開発する企業、それを利用する

企業や個人、そして行政組織それぞれの内部がどのような因果関係ループを構成し、またそれぞれ相互にどのような因果関係を成しているのか、先行研究に基き、その関係性を整理した。以降では、その因果関係ループが意味することを考察し、そこから得られる示唆をまとめる。

5.1. システム原型を鑑みた挙動の解明

センゲ(2011)によれば、システムには幾つかのシステム原型がある。図1のモデルに対し、その原型と照らし合わせながら構造を分析し、モデルの挙動を解明する。本モデルは、図中にも記載の通り、以下3つのシステム原型(“成長の限界”・“エスカレート”・“うまくいかない解決策”)を活用している。

・成長の限界

テクノロジー開発企業は、イノベーションのジレンマを表すバランスループを構成する一方で、そのジレンマを引き起こす要因となるスペック向上のために継続学習を続ける自己強化ループ(R1)を構成する。すなわち、テクノロジー開発企業はR1-B4, R1-B5により“成長の限界”のシステム原型(センゲ, 2011)を構築している。従って、開発されたテクノロジーのレベルはこのシステム原型が持つ特徴の通り、成長後にある一定値に収束する。

次に、利用企業・個人利用者がテクノロジーを採用した後のループに着目する。テクノロジーが社会に与える影響を学習し、個人や企業にフィードバックする自己強化ループがR3, R4である。このフィードバックループと前述の利用企業、個人利用者のバランスループ(B1,B4)で構成されるシステム原型は前述と同様に“成長の限界”パターンである。すなわち、利用企業や個人が新たなテクノロジーを使い始め、意気揚々としているところに企

業文化による反発や、イノベーションのジレンマによるテクノロジーの入れ替わりが生じ、当初感じていたよりもテクノロジーの社会実装がなかなか進まない状態に陥ってしまう（R3-B1,R3-B4/R4-B2,R4-B5）。更には、社会実装に伴う既存の慣習への影響を懸念し、テクノロジーの社会実装を減速させるループ（B3）による成長を抑止する効果も顕在化してくる。特に“法律等の既設ルール”という因子が制約条件となり、成長の限界を規定する。

・エスカレート

テクノロジー開発企業から見ると、テクノロジーのレベルと組織の学習レベルの差が大きければ、イノベーションのジレンマが生じるため、バランスループとなる（B4, B5）。一方、テクノロジーの利用企業、利用する個人も企業文化から見ると、レベル差が大きければ組織学習も促進するが、その結果、企業文化との相違による反発が生れるため、バランスループとなる（B1, B2）。この2つのバランスループで構成（B1-B4, B2-B5）するシステム原型は“エスカレート”と呼ばれる（センゲ, 2011）。企業内での学習とイノベーションのジレンマを生じるループに大きな優位差が生じると、その差を埋めるようにテクノロジー開発が進む。次から次へと新サービスが開発されていく状態が続く。まさに、テクノロジーに企業や個人が追い付くために必死な状況を示すループ構造となる。

・うまくいかない解決策

最後に、社会実装に必要なルール制定に向けた学習が進み、公共政策を制定するループ（R2）は緩やかに遅れを伴いながら時代の変化をもたらす。開発されたテクノロジーのレベルの向上に端を発し、社会実装に必要なルールを学習することで社会実装を進めるループ

を構築している（B6, B7）。その大きなループに対して、時代の変化は意図しない結果として表面化することを R2 は示す。これはシステム原型では“うまくいかない解決策”のパターンとして認識されている。この R2 ループは B8 ループとも関連し、成長の限界パターンを構築している。それ故、意図しない時代の変化とは言え、一定の収束を示す。

5.2. 因果関係ループから得られる示唆

以上の議論から DX を推進するために各ループ間のバランスを如何に保つべきかを考えたい。DX 推進には経営幹部の長期的視点が必要と言われている（Sakaedani& Takahashi, 2022）。しかし、社会実装システム全体の挙動は、各システム原型の強度次第であり、どの原型の特徴が効くのかによって決まる。その分別は定性的な図 1 のモデルのみでは難しく、ビジネスを中長期的に読み解くまでには至らない。但し、図 1 を鑑みると、因子（“法律等の既設ルール”）による制約条件は重要なポイントとなる。この制約条件をクリアすることで“成長の限界”をより拡張し、他のループよりも優位性が高まる。その結果、本因果関係ループ（社会実装システム）全体の限界を引き上げることとなる。これまで、テクノロジーの利用企業はマーケット（“個人利用者”や“利用企業”）を観察することが重要と言われてきたが、実は見るべきはその先にある法律等の既設ルールである。その既設ルールによって規制された領域に新たなマーケットがある。例えば、IT ではないが、ヤマハ発動機が電動自転車を開発する際には警察庁と事前に調整しながら製品開発を行い、新たな電動自転車というマーケットを築いた（一橋大学, 2022, p.417）。更には Khanna(2018)も多くの事例から、その新たなルール作りに対する

先行優位性を説いている。

6. 結論

本研究は IT が社会実装され DX が進む過程を因果関係ループにより示した。各ループ間の優位性のバランスが崩れると、DX が進まない。また、DX を進めるためには IT によるサービス・プロダクトを公共財としてポジショニングし、社会実装にあたっての影響、すなわち法律等の既設ルールとの調整を予め図ることが重要であることを述べた。

参考文献

Akihiro Sakaedani, Yutaka Takahashi (2022), “The Impact of Prolonged “Proof of Concept” on Digital Transformation and Proposed Measures,” The 6th World Conference on Production and Operations Management.

Bush, V (1945), “Science: The endless frontier, United States Government Printing Office,” Reprinted July 1960, National Science Foundation

Clayton M. Christensen (2016), “Innovator’s dilemma,” Harvard Business Review Press.

Deloitte University Press (2017), “Rewriting the rules for the digital age,” <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/HumanCapital/hc-2017-global-human-capital-trends-gx.pdf>. 9. 4. 2022 Accessed.

Erik Stolterman, Anna Croon Fors (2004) “Information technology and the good life”, Information Systems Research Relevant Theory and Informed Practice, vol 143, p.687-692.

Geoffrey A Moore (2014), “Crossing the Chasm,” Collins Business Essentials.

George Westerman, Didier Bonnet, and Andrew McAfee (2014), “Leading digital,” Harvard Business Review

Press.

Gerald C. Kane, Anh Nguyen Phillips, Jonathan R. Copulsky, and Garth R. Andrus (2019), “The Technology Fallacy,” The MIT Press.

John Kania & Mark Kramer (2011), “Collective Impact,” Stanford Social Innovation Review Winter, https://ssir.org/articles/entry/collective_impact#. 9. 6. 2022 Accessed.

Kline, S. J. and Rosenberg, N. (1986). “An Overview of Innovation. In The Positive Sum Strategy.” National Academy Press. <https://nap.nationalacademies.org/read/612/chapter/18>. 28. 10. 2022 Accessed.

McKinsey Analytics (2021), “The state of AI in 2021”, <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Analytics/Our%20Insights/Global%20survey%20The%20state%20of%20AI%20in%202021/Global-survey-The-state-of-AI-in-2021.pdf>. 15. 2. 2022 Accessed.

Tarun Khanna (2018), “When technology gets ahead of society,” Harvard Business Review, July-August, p.86-95.

Thomas L. Friedman (2016), “Thank you for being late,” Farrar Straus & Giroux.

Tony Saldanha (2019), “Why digital transformations fail,” Berrett-Koehler Publishers.

小池 貴之(2015), “中期経営計画に潜む落とし穴と処方箋,” 野村総研 知的資産創造, 2015 年 9 月号, <https://www.nri.com/jp/knowledge/publication/cc/chi tekishisan>, 23.11.2022 Accessed.

ジョー・テッド, ジョン・ベサント, キース・パビット, (2004), “イノベーションの経営学,” NTT 出版.

馬場 隆明(2021), “未来を実装する,” 英治出版.

ピーター M・センゲ (2011), “学習する組織,” 英治出版.

一橋大学イノベーション研究センター(2022), “イノベーション・マネジメント入門,” 日本経済新聞出版.