

McKinsey  
& Company

ACCI

# 2030 日本デジタル 改革

デジタル競争力と生産性を向上させるための大胆な一手

2021年2月



[www.digitaljapan2030.com/jp](http://www.digitaljapan2030.com/jp)

# 目次

5	はじめに
6	エグゼクティブサマリー
9	日本におけるデジタル化の現状
9	日本のデジタル通信簿
12	デジタル改革を促す大きな勢い
13	日本の強み
16	デジタル化を阻む日本独自の制約
18	日本の改革のための大胆な一手: 改革シナリオと経済効果
25	<b>大胆な一手 その1:</b> 世界に通用するデータサイエンス、ソフトウェア開発、人工知能の厚い人材層を構築し、中核となるデジタル技術と働き方に精通する
31	<b>大胆な一手 その2:</b> あらゆる人材のスキル向上を実現するために、従来型の学習方法から個別最適化した学習方法(適応学習)へ移行し、デジタル時代にふさわしいスキル一式を提供
35	<b>大胆な一手 その3:</b> 学校運営と教師の指導力の効率性を改善し、生徒がより良い教育を受けられるようなソリューションを通じて、初等教育から大学教育まで教育界の徹底的なデジタル化を推進
43	<b>大胆な一手 その4:</b> 製造業界が、ソフトウェア、機械学習、ディープラーニングを活用して飛躍的な技術革新を実現し、ハードウェア、ロボティクス、自動車用技術に関する本来の強みをさらに強化
55	<b>大胆な一手 その5:</b> 小売業界が、デジタルを活用したオムニチャネル型の購買体験を提供し、顧客動向の変化に的確に対応
65	<b>大胆な一手 その6:</b> ヘルスケア業界が、世界に先駆けて高齢者向けに個別最適化された遠隔ソリューションを導入
75	<b>大胆な一手 その7:</b> 金融機関が、クラウドインフラとオープンネットワークを活用して、多様なモバイル環境から接続できるソリューションを構築
85	<b>大胆な一手 その8:</b> 政府がビジョンと高い目標を提示し、国民と企業双方を対象とするデジタルサービスを提供
99	<b>大胆な一手 その9:</b> 政府と産業界が協力し、公共インフラにおける強みを生かしてスマートシティを拡大
105	<b>大胆な一手 その10:</b> スタートアップ界隈に、事業コンセプトから株式公開やパイアアウトまでのベストプラクティスが定着し、世界に進出するベンチャー企業を数多く生み出す
113	<b>大胆な一手 その11:</b> ITサービス会社とテック系企業が、顧客企業の事業部側におけるデジタル人材の育成、およびグローバルな成功事例の導入を通じ、顧客企業の改革促進を支援
117	2030年に向けたロードマップ: 提案内容のまとめ
125	過去からの学びと今後の進め方
135	謝辞

---

空白

---

# はじめに

世界は過去に例を見ないほどの改革的なデジタル時代に入っている。各国の企業および政府は、デジタル技術の活用や働き方のデジタル化へ急速に舵を切り、日本では「デジタル改革を通じた生産性・成長力の再生」が喫緊の戦略的課題となっている。

在日米国商工会議所は2009年に「インターネット・エコノミーの実現を日本で」と題する白書を刊行し、いまだ黎明期にある日本のインターネット・エコノミーに関して幅広い提言を行った。具体的には政府のICT調達手法の改革、個人情報および知的財産の保護措置、オンライン商取引の促進策、適切な安全対策の下での医療情報のデジタル化および共有といった対策が記されている。

それから10年が経過したが、今日の日本経済の生産性が総体的に低下していることを踏まえると、当時着目された課題の大半は今なお解決に至っていないと言ってよいだろう。日本は規制改革や体制整備の面で他国に遅れをとっている。世界では多数の競合国が急ピッチで国レベルの改革を進めている。日本の政府および経済界は、製造、医療、金融、小売、さらには行政サービスといった経済のあらゆる分野において、全面的なデジタル化を推し進める必要がある。

そこで在日米国商工会議所はマッキンゼー・アンド・カンパニーと共同で調査を行い、日本が次の10年で経済および社会のデジタル化を進める上で取り組むべき課題を明示した。調査を進める中で、日本国内および世界においてデジタル・エコノミーの最前線に立つ幅広い米国企業の経験を見聞きする機会を得た。

本書は、日本が推進すべき「大規模改革」について具体的な策を提示している。基盤技術の活用事例を紹介し、デジタル改革の実現要因・阻害要因の両方について論じている。また最終分析では、デジタル人材の裾野の拡大に日本の教育制度はどのように寄与できるか、バリューチェーンのデジタル化を推進するために日本の経済界および政府は何をできるか、デジタル改革の促進という点でスタートアップ企業および既存のITサービス会社(システムインテグレーター)が果たすべき役割とは何か、といった議題を論じている。

本書の編集において知見の源となったのは、米国および日本の政財界のリーダーを対象に実施した施策進捗状況に関する定量的・定性的調査の結果(過去10年間)である。それには国内外の政府や企業の幹部、デジタル技術の専門家100名以上に対し実施された少人数の集中討議セッションの結果も含まれている。さらに200以上の情報源を駆使し、あらゆる業界、トピック、技術に関する重要情報を収集した。

本書の刊行にあたり、執筆者、賛助者、協力者の皆様に改めて謝意を表したい。詳細を謝辞の項に記す。

**ジェニファー・ロジャース**  
ACCI会頭(2021年)  
在日米国商工会議所

**岩谷 直幸**  
日本代表(2021年)  
マッキンゼー・アンド・カンパニー

**ピーター・フィッツジェラルド**  
ACCI会頭(2020年)  
在日米国商工会議所

**アンドレ・アンドニアン**  
日本代表(2020年)  
マッキンゼー・アンド・カンパニー

# エグゼクティブサマリー

日本は2020年の時点で世界第3位の経済大国であり、その礎となっているのは優れた教育制度、工業や自動車製造といった産業分野の推進力、質の高いインフラ、さらに強固な職業倫理に裏打ちされた勤労文化、継続的に高品質な製品やサービスを作り出すメソドロジーといった強みである。

しかし日本経済の生産性は低下へ向かっており、世界的競争力を保つにはこれを直ちに反転させなければならない。ますます多くの競合国が、技術者の育成に加え、クラウド活用型のインフラやソフトウェア、モバイル端末とアプリ、機械学習とディープラーニングその他を通じて生産性の大幅向上を実現している。

日本はデジタル面の競争力が比較的低く、意外なことに日本経済の強さとは対照的である。2020年時点ではデジタルの競争力が世界27位、デジタル人材の充実度が同22位となっており、電子商取引、モバイルバンキング、デジタル行政サービスといった分野の普及率は一桁台に留まっている。世界に500社以上存在するユニコーン企業（設立10年以内で企業価値10億ドル以上の企業）のうち、日本企業はわずか5社に過ぎず、日本の総体的な国力からするとあまりに少ない。

デジタル化の道の行く手にはこの国が自ら作り出した制約が複数立ちはだかっている。リスクを避けようとする先例重視の文化、短期的な生産性改善よりも長期的な継続を重視する経営陣、一部業界における国際競争の欠如、政府の支援待ちでデジタル化を進めない民間企業と、民間企業の施策推進を待ち続ける政府との間に生まれる行き詰まり状態、そして何より、国家政策を推進するソフトウェアアプリケーションの開発に不可欠なソフトウェア関連エンジニアの圧倒的不足といった課題である。

デジタルな未来をもたらす技術は今やクラウド環境でほんの数回クリックするだけで導入でき、世界中から人材を集めたり、各種オンライン講習や公開コードを活用して人材を育成したりすることはかつてなく容易になった。日本は今後10年の間に断固たる決意で遠大なデジタル化への道を歩まなければならない。そうした改革に踏み切らなければ、現状のGDP成長や生産性改善のスピードが維持されることになり、2030年を過ぎる頃にはインドやドイツのような国の後塵を拝すことになるだろう。競争力の低下を受けて日本の強みは失われ、国力に見合わない残念な結末を迎えることになりかねない。

漸進主義ではデジタル面の競争力の差を埋めることはできないのだから、日本は何らかの革新的方策を取り入れる必要がある。それこそが我々が呼ぶところの「大規模改革」であり、主要産業やその関係者が手を携えて業務を再編し、新たなトレンドに投資し、バリューチェーン全体にデジタル技術を組み込むといった取り組みに他ならない。こうした大規模改革の拠り所となるのが、以下に記す4つのテーマである。

- **デジタル人材:** デジタル人材の採用枠を現状の3倍以上に増やす計画を大がかりに立て、ソフトウェア開発技術者、データエンジニア、データサイエンティスト、機械学習エンジニア、プロダクトマネージャー、アジャイルコーチ、デザイナー、その他新職種の拡充に注力する。一方でハードウェア人材は既に強みなので、育成を続けるだけでよい。この計画を実行に移すには、ソフトウェアに関する専門知識の価値をこれまで日本のお家芸だったハードウェアやソフトウェア以外の工学技術の専門知識の価値と同等とみなす発想転換が必要になる。大規模改革を行うには、他にも労働者の再教育によるスキル向上や教育現場のデジタル化が欠かせない。
- **産業の改革:** 日本のGDPの50%近くに寄与している4大産業、すなわち工業および自動車製造、卸売りおよび小売、医療および健康関連、金融サービスにおいて一足飛びの改革を実現する。これら産業はいずれも、デジタルマニュファクチャリングを駆使する最先端工場の数や電子商取引の活用割合といったデジタルの浸透指標が一桁台に留まっている。これら産業のバリューチェーン上では、クラウド活用型アプリケーション、機械学習、ディープラーニング、電子商取引技術、IoT、5G、サイバーセキュリティその他を活用した100種類以上のユースケースを展開し、収益の拡大と原価および支出の抑制を図る余地がある。日本は2030年までにAI基盤を有する製造業や大規模なデジタル医療を確立し、高齢化への

対応、商品購入チャネルの複数化、国境を越えた決済が簡単に行える革新的で合理的なモバイルバンキングシステムを実現しなければならない。

- **デジタル政府:** 政府が戦略的必達目標を掲げ、通信環境、サイバーセキュリティ、クラウドリソースへのアクセスを整え、新たなアプリケーションの開発を支援する。さらに、公共機関におけるデジタルの適用をさらに推し進め、国民や企業に提供するサービスをデジタル化した上で、役所の訪問や書類、印鑑、ファックス、その他アナログ作業を伴う冗長な手続を廃止することである。
- **経済の再生:** 世界の老舗企業の半数以上が日本の企業だが、その多くで売上と収益力が低下しており、経済に活力を注入して再生する必要がある。この再生という任務に最もふさわしいのが一連のスタートアップ企業で、その任務を遂行するにはソフトウェアを駆使して世界各国の顧客の要求にしっかりと応え、現状の内向き体質とハードウェア依存を脱却しなければならない。創業者の背中を押し、人材を誘致し、スタートアップ企業の規模拡大を可能にするには再編が必要である。そしてもう一つ、経済再生の鍵となる要素が、日本のITサービス会社(システムインテグレータ)の改革である。ITサービス会社の技術関連支出は日本全体の技術関連支出の60%以上、IT人材採用数は同70%を占めており、経済再生にはITサービス会社がその顧客企業にデジタル化を促すことが不可欠である。デジタル化を実現するには事業の中核となるオペレーションの中にデジタル人材やデジタル技術を直に採用する必要があり、ITサービス会社は、そうしたデジタルな働き方への移行を支援する形の新たなサービスモデルを用意する必要がある。

2030年に日本が歩んできた道を振り返った時、それは現代において最も示唆に富む改革の物語となっているかもしれない。日本にはそれだけの国力があり、頭脳明晰な国民がいて、質のよい資産が備わっている。必要な技術は今すぐにでも手に入り、改革の制約となるのは、ほとんどが人の意識や行動様式に関わる問題だけである。だが身に染み付いた慣習を変えることは、どんな改革にとっても今後に残された最大の課題となるだろう。その実現には強力なリーダーシップ、さらには何としてもやり遂げるという強い意志、そして幅広い適応能力が欠かせない。





# 日本におけるデジタル化の現状

## 日本のデジタル通信簿2020年版

現在世界第3位の経済大国である日本は、近年、全要素生産性(TFP)においてマイナス成長を遂げており、現在のデジタル競争力は全体で27位にランク付けされている(図表1)。その主な原因は、技術および改革の専門知識を業界と政府に適用できるデジタル人材の欠如である。その影響は、電子商取引、遠隔医療、モバイルバンキング、最先端のデジタル・マニュファクチャリングなど、さまざまな業界の全用途において、浸透率が1桁台であることから分かる。さらには、政府主導のポータルやアプリの市民への浸透率が1桁台であることによりさらに実感される。日本と最先端のデジタル大国との間に存在する大きな乖離に、日本がデジタル面で改善するための実質的な機会が見える。

人口が減少するなかで、デジタルは、日本の生産性向上やグローバルなリーダーシップおよび競争力を活性化させる道を提供する。しかし、ビジネス環境と社会が安定しており、通信技術・医療・教育などの公共インフラとサービスが一般的に高品質で提供されているため、変化の緊急性はほとんど感じられていない。デジタルは日本の生活水準をさらに高めることが可能であり、日本が産業界、政府、教育システム全体において、卓越した世界トップの経済大国としての地位を維持するためには不可欠である。

図表 1:

### 日本のデジタル通信簿2020年版

目的別の分類	具体指標	日本 2020年	世界最高水準
デジタルおよび世界での競争力	総要素生産性 (5年平均成長率)	-0.11%	+2.81% - 中国
	デジタル競争力 - IMD <sup>1</sup>	27位	1位、2位 - 米国、シンガポール
デジタル人材	ソフトウェア関連プログラムを開講する大学の数	29	117 - 米国
	デジタル人材 <sup>2</sup> の全労働者に占める割合	1%	3% - 米国
デジタル産業	製造業: ライトハウス4.0工場 - WEF	2	5 - 中国
	小売: 電子商取引の浸透度	9%	24% - 中国
	ヘルスケア: 遠隔医療の浸透度 - IPSOS	5%	31% - サウジアラビア
	財務: モバイルバンキングの浸透度	6.9%	35.2% - 中国
デジタル政府、インフラ	行政: デジタル行政アプリを使用する市民の割合	7.5%	99% - エストニア
	スマートシティランキング - IMD	79位 (東京)	1位 - シンガポール
デジタル技術、世界の牽引度合い	総ITコストに占めるパブリッククラウド支出	3%	10% - 米国
	世界の全てのAIに関する学術論文に占める割合	6%	29% - 米国
スタートアップの経済規模	全企業の総時価総額に占めるスタートアップの割合	1%	31% - 米国
	ユニコーン企業の数 <sup>3</sup>	5社	320社 - 米国

1. IMD World Digital Competitiveness Rankingは、ビジネス、行政、より広範な社会における経済変革の主要な推進力として、デジタル技術を採用・調査する63の経済能力と準備状況を測定する。  
2. ソフトウェアエンジニアリング、データエンジニア、開発者といった、エンジニアリング関連の人材。コンサルタント、プロジェクトマネージャー、プロセス関連の職種は除く  
3. 10億ドル以上の時価総額を持つ企業。IPO前にそのような評価を受けた企業も含む。日本の5社は、メルカリ、Preferred Networks、SmartNews、Liquid、Playco

資料: マッキンゼー、McKinsey Global Institute、IMD、WEF、記事検索

日本にとってデジタル化はもはや選択肢ではなく、必須である。最新の動向を見ると、日本のデジタル競争力が低下しているため、日本が世界第三位の経済的地位を維持することは不可能になるだろう。2020年のIMD世界デジタル競争力指数によると、日本の世界ランクは27位で、2015年と比べて4つ順位を落としている(図表2)。アジア経済において、日本のデジタル競争力は、シンガポール、香港、韓国、台湾、中国、マレーシアに次いで7位にランク付けされている。他の国々は、デジタル化をいち早く推進するために懸命に取り組んできた。香港はここ5年間で14位から5位に、韓国は18位から8位に、中国は33位から16位に、それぞれ世界ランキングを上昇させている。

図表 2:

### 各国のデジタル競争力ランキング<sup>1</sup>

国	2020年	2015年	順位変動
米国	1	2	▲ +1
シンガポール	2	1	▼ -1
デンマーク	3	8	▲ +5
スウェーデン	4	5	▲ +1
香港特別行政区	5	14	▲ +9
スイス	6	7	▲ +1
オランダ	7	6	▼ -1
韓国	8	18	▲ +10
ノルウェー	9	11	▲ +2
フィンランド	10	3	▼ -7
台湾	11	15	▲ +4
カナダ	12	4	▼ -8
イギリス	13	12	▼ -1
UAE	14	22	▲ +8
オーストラリア	15	9	▼ -6
中国	16	33	▲ +17
オーストリア	17	26	▲ +9
ドイツ	18	17	▼ -1
イスラエル	19	10	▼ -9
アイルランド	20	25	▲ +5
ベルギー	25	19	▼ -6
マレーシア	26	21	▼ -5
日本	27	23	▼ -4

1. ランキングは3つの要因に内訳される:知識、技術、将来に対する準備状況  
資料: MGI Economics Platform

デジタルの競争力と生産性は密接に関連している。デジタル競争力で上位にランク付けされた経済国、つまり香港、韓国、中国はすべて、過去5年間で労働生産性と要素生産性がプラス成長しており、なかでも中国では労働生産性が5.25%、全体の生産性が2.81%向上した(図表3)。日本の労働生産性と総要素生産性は、それぞれ-0.17%と-0.11%であった。米国などの他の先進国と比較しても、日本の資本生産性は低下しており、日本の非金融企業の投資収益率は、米国の同等の企業よりも23ポイント低くなっている<sup>1</sup>。

日本には、業界、政府、教育にわたり、デジタル普及の余地が存分にあるし、今後10年の新たな成長段階において、デジタルを活用する機会がある。人口動態の課題(2025年までに7,100万人に達すると予想される労働力の縮小、扶養比率の上昇は70%を超えると推定)を考えると、日本は生産性の向上を後押しする必要があり、デジタルはその主要な手段である<sup>2</sup>。

<sup>1</sup> 「How a private-sector transformation could revive Japan」、McKinsey Global Institute、2015年3月、McKinsey.com

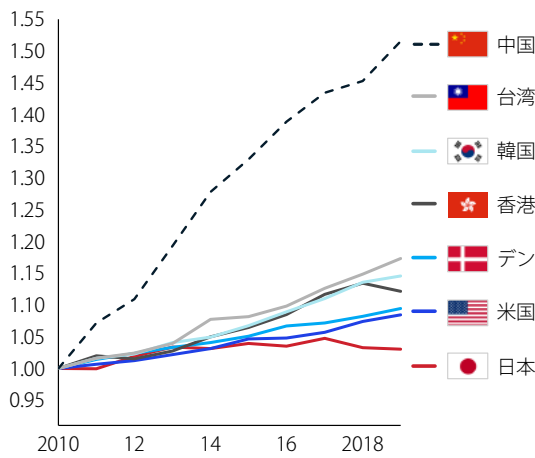
<sup>2</sup> 同上

図表 3:

### 日本の労働生産性と総要素生産性は他の経済圏に後れをとっている

労働生産性(従業員当たりのアウトプット)、2010~19年

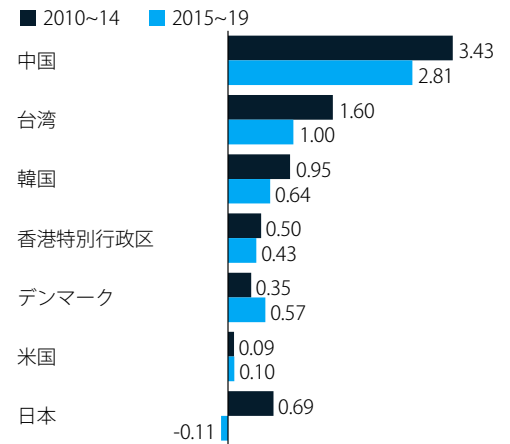
2010年を1.00としたインデックス指標; 米ドル/人



年平均成長率		
%		
2010~14	2015~19	
中国	6.17	5.24
台湾	1.50	1.64
韓国	0.96	1.43
香港特別行政区	0.97	1.05
デンマーク	0.80	0.82
米国	0.62	0.71
日本	0.61	-0.17

総要素生産性、2010~19年

平均成長率



注: 公式統計から実際の労働インフレを調整  
資料: MGI Economics Platform

デジタルの競争力と生産性は、日本のデジタル通信簿における2つの要素に過ぎない。経済の生産性は国民一人ひとりの生産性と同義であり、そのため、日本がデジタル改革を推進するために必要なスキルセットを備えたより幅広いデジタル人材の育成は重要な課題だ。2020年のMcKinsey Global Instituteの分析によると、人工知能(より具体的には機械学習)は、2018年から2030年の間に、特に個別の反復タスクに重点を置いた約1,900万の作業の自動化に貢献すると予想される。ただし、それと同時に、長期的なマクロトレンドに加えて、新しい分野(クラウドエンジニアリング、ソフトウェア開発、機械学習、など)への需要の高まりにより、1,560万の新規雇用が創出されると予想される<sup>3</sup>。新しい雇用の創出には、必要なデジタル知識を備えた人材の確保が必要である。その人材を育むことが、日本がデジタル改革成功への道筋をたどるための鍵となるだろう。

人材に加えて、デジタルとデータに関する信頼を構築することも重要である。政府のデジタル推奨努力によって国民と企業との間の信頼を形成していくことが、デジタル導入が受け入れられるにあたって重要ではないだろうか。日本社会は信頼を重視しており、利益とリスク管理の両方を強調する効果的なガバナンスとリーダーシップが成功の重要な柱となるだろう。ガバナンスの枠組み(個人データの安全な処理を含む、サイバーセキュリティのリスク管理など)とリーダーシップ組織をうまく設計することで、デジタル化を加速しながら、同時に、信頼性や信用を維持することが可能となる。

日本のデジタル化を推進するには、教育界、産業界、政府、スタートアップ、ITサービス会社(システムインテグレータ)を含むテック系企業など、複数の主要な利害関係者による共同の取り組みが必要であり、政府と4つの主要産業(工業および自動車製造、卸売りおよび小売、医療および健康関連、金融サービス)、小売、医療、金融サービス<sup>4</sup>は、実際の人材開発とアプリケーション開発に向けた活動を牽引すべきではないか。

日本は現在、歴史的なターニングポイントにある。過去10年間において、中国はデジタルを活用して経済成長と生産性の目標を推進し、世界第2位の経済大国としての地位を確固たるものにした。インドやドイツなどの他の国々も同様にデジタルに目を向けており、数十年先の日本の経済的地位を脅かすかのような大胆さで、成長と生産性改善の課題に積極的に取り組んでいる。

<sup>3</sup> Maya Horii and Yasuaki Sakurai, The future of work in Japan: Accelerating automation after COVID-19, 2020年6月, McKinsey.com. 分析は2020年12月に更新

<sup>4</sup> 国民経済計算、内閣府、2020年12月7日、esri.cao.go.jp

## デジタル改革を促す大きな勢い

デジタル改革を促す大きな勢いが生じている。日本の改革をこの勢いに乗せられれば、日本は技術革新の中核となり得る。

**人口の高齢化は労働力不足をもたらす、デジタルソリューションの必要性が増す。**日本の高齢者の割合は世界で最も高く、人口の約29%、つまり3,600万人が65歳以上であり、その数は2050年までに38%に達すると予想されている<sup>5</sup>。他の先進国も同様の傾向にあるが<sup>6</sup>、日本では特に、高齢労働者がデジタル技術の助けを借りて働き続けることを可能にすることで、労働力参加と生産性の向上など、高齢化社会の影響に対処する先駆者的存在となる機会がある。

この動向から得られる示唆は、機械学習を使用して、引退が惜しまれる「匠」労働者たちの技術や知見を残すべきという点と、医療、金融サービス、行政など、高齢者が特にサービスを必要とする分野でのデジタルアプリケーション開発を加速すべきという点である。

同様に、労働力が縮小し続けるにつれ、生産性と成長を加速させるための新しい方法を見つける必要がある。その方法とは、自動化によって労働力を支援するか、国外からの人材調達を通じて労働力を増強するかである。前者の場合デジタルアプリケーションは、自動化技術をもって、2030年までに日本の労働力の減少分を補うことができる。

**デジタル企業がグローバルに得る経済的利益は、さらに高くなる見込みである。**世界経済における利益の分配(資本費負担後の利益)において、著しい不均衡が目立つ。2014年から2018年の間に、経済的利益分布の上位5分の1の企業が経済的利益の90%近くを獲得した。これは6,550億ドルに相当する<sup>7</sup>。勝者となった企業はデジタルに支えられていた。膨大な量の顧客データと運用データから示唆を引き出し、それらを使用して脅威と機会を特定して、新しいビジネスを構築できるためである。組織のデジタル化の程度を測定するマッキンゼーのDigital Quotientでは、デジタルを牽引する企業が他企業よりも5倍高い収益成長と8倍高いEBITを達成していることが明らかになっている<sup>8</sup>。

国際競争において引き続きデジタル化が進むにつれ、日本企業の世界市場シェアは低下し、最終的に勝者である企業が独占する市場で敗北するリスクがある。反対に、こうした日本企業には、世界規模で「デジタル採用者」として、デジタル化を通じた新しい方法で競争する機会があるとも言える。国際データによると、「デジタル採用者」に該当する企業の50%は年間収益が10%以上増加している。一方、「アナログ」な既存企業はその33%しか、年間収益が10%以上増加していない。そして、これらの企業はより大きな市場シェアを活用して、急成長している「デジタルネイティブ」の新規参入者と競争することができる<sup>9</sup>。

**労働者と消費者はデジタルを好む。**労働者の期待から、柔軟性の必要性はますます高まっているため、デジタルまたはリモートでの対話がより一般的になる。2020年に全国の従業員を対象に行った調査によると、82%近くの労働者が新型コロナウイルス感染症が落ち着いた後もリモートで働き続けたいと考えている<sup>10</sup>。同様に、66%の企業が「ペーパーレスおよびハンコレス」ソリューションを必要と見なしており、80%がデジタルコミュニケーションツールも重要であると考えていた<sup>11</sup>。

世界的に見ても、職場での自動化は当たり前になりつつある。2020年に実施された世界規模の調査によると、B2B企業の66%が自動化プロセスを試験的に実施している。これは2018年の57%から増加し<sup>12</sup>、単純な購入や繰り返しの購入に対面のサポートは必要ないと述べる割合は85%に上った<sup>13</sup>。

消費者側から見ると、商品やサービスの調達手段のオンライン化はますます進んでいる。小売業では、米国での電子商取引の普及率は2020年の第1四半期に35%に増加している。これは、2009年から2019年の間に

<sup>5</sup> "Older people account for record 28.7% of Japan's population", Japan Times, September 21, 2020, japantimes.co.jp.

<sup>6</sup> 2019 Revision of World Population Prospects, UN Department of Economic and Social Affairs, June 2019, population.un.org.

<sup>7</sup> Corporate Performance Analytics, McKinsey; S&P Global, 2020

<sup>8</sup> Jochen Böringer, Brett Grehan, Dieter Kiewell, Soenke Lehmitz, and Philipp Moser, Four pathways to digital growth that work for B2B companies, October 2019, McKinsey.com.

<sup>9</sup> "How digital reinventors are pulling away from the pack", October 2017, McKinsey.com.

<sup>10</sup> テレワークに関する調査2020、日本労働組合総連合会、2020年6月30日、jtuc-rengo.or.jp.

<sup>11</sup> テレワーク導入実態調査結果、東京都庁、2020年9月14日、metro.tokyo.lg.jp.

<sup>12</sup> "The imperatives for automation success", August 25, 2020, McKinsey.com.

<sup>13</sup> Christopher Angevine, Candace Lun Plotkin, and Jennifer Stanley, When B2B buyers want to go digital—and when they don't, August 2017, McKinsey.com.

記録された10年間の成長に相当する<sup>14</sup>。医療、金融サービス、教育においても、同様の変化が起こっているが、日本市場ではまだこの変化が起きていない。

**デジタル技術はもはや注目を集める新たな流行ではないが、その利点は証明されている。**新技術の採用を評価する際には、実証されていない技術的リスクが懸念されることが多い。企業は、急速な陳腐化、期待どおりの性能が得られない、開発が未実現に終わる、使用方法が困難、ユーザーの関心が限定的であるといったリスクに直面する。しかし、現在、多くの技術でその利点の実証されている。たとえば、クラウド技術を活用するとITインフラとライセンスにかかる費用を最大60%削減でき<sup>15</sup>、AIの「ヘビーユーザー」は業界平均よりも最大5ポイント高い利益を示している<sup>16</sup>。

企業のデジタル改革は依然として困難であり、完全な成功事例を報告している企業はわずか16%に過ぎない<sup>17</sup>。しかしながら、落とし穴とベストプラクティスは現在十分に理解されており、経営層と企業文化の改革は技術と同程度に重要な役割を果たしている。実際、「サービスとして」提供されるクラウドインフラとデータストレージ、データ分析、機械学習、サイバーセキュリティなどの技術の幅広い可用性により、採用はさらに容易になっている。

## 日本の強み

ここで言う強みとは、人材、資源、利用可能な既存インフラ、デジタル改革で活用できるノウハウなど、各国に固有の資産や能力を指している。

### 数学と科学の適性を持つ若者

デジタル改革を成功させるには、多くの分野で熟練した専門家とエンジニアが必要となる。2018年、OECD Program for International Student Assessment (PISA) 指標は、質の高い学校制度により、日本を数学の成績で世界第6位、科学で第5位に位置付けた。これはどちらも世界平均を上回っている。日本の教育制度は、産業政策の要請に対応するために必要なスキルを提供する能力を証明しており、デジタルの未来に合わせて改革すれば、適切な人材を育成する可能性がある。数学と科学におけるその強みは、ソフトウェアエンジニアリング、機械学習、サイバーセキュリティなどのデジタル関連分野において、将来的なキャリアの基盤となる。

一方、高等教育に関しては、ソフトウェアなどの分野でカリキュラムを用意している大学院の数は少ない。業界の優先事項と雇用適性に沿って、日本は歴史的にハードウェアまたは機械および電気工学に焦点を当てた学位をより重要視してきた<sup>18</sup>。この専門知識は、1970年代から1990年代にかけて国の経済成長を推進するために不可欠であったが、現在の世界で競争の基盤を作るには、デザイン、ソフトウェア開発、データサイエンス、機械学習の深みを極めていく必要がある。

参考になる成功事例はある。たとえば立教大学は、人工知能を専門とする大学院を設立し、この分野に興味のある学生のために道筋を提供した<sup>19</sup>。同様に、日本の奈良先端科学技術大学院大学 (NAIST) は、情報セキュリティ工学研究室が主催する主要なサイバーセキュリティプログラムを形成した<sup>20</sup>。

学生人口を十分に活用し、デジタル改革を導くために必要なスキルセットを習得させてあげられるよう、日本の教育システムは、これらの分野のスキルにさらに多くの機会と力点を置く必要がある。

### ロボット工学とハードウェアの卓越性、根強いエンジニアリング文化

International Federation of Robotsによると、日系メーカーが2017年に供給したロボットは世界の半分強を占めており、設置数は30万台近くにのぼる。これは中国に次ぐ設置ベースとなっている<sup>21</sup>。デジタル

<sup>14</sup> Five Fifty:The quickening, July 2020, McKinsey.com.

<sup>15</sup> Joe Dertouzos, Ewan Duncan, Matthias Kässer, Satya Rao, Wolf Richter, Making the cloud pay:How industrial companies can accelerate impact from the cloud, October 2020, McKinsey.com

<sup>16</sup> Jacques Bughin and Nicolas van Zeebroeck, Artificial intelligence:Why a digital base is critical, July 2018, McKinsey.com

<sup>17</sup> Hortense de la Boutetière, Alberto Montagner, Angelika Reich, Unlocking success in digital transformations, October 2018, McKinsey.com

<sup>18</sup> Robert E. Cole, The Japanese Software Industry:What Went Wrong and What Can We Learn from It?, California Management Review, November 2014

<sup>19</sup> "Rikkyo University to establish Japan's first graduate school specialized in AI in April 2020", Rikkyo University, July 24, 2019, rikkyo.ac.jp

<sup>20</sup> Nara Institute of Science and Technology, Information Security Engineering laboratory, Jan 2020, isw3.naist.jp

<sup>21</sup> "Why Japan leads industrial robot production", International Federation of Robotics, 2018年12月17日, ifr.org

技術の2つの基本要素であるハードウェアとソフトウェアのうち、日本にはハードウェアに関する深い専門知識があり、非常に高品質な製品を提供することに重点を置いたエンジニアリング文化がある。ロボットなどの次世代ハードウェアやコネクテッドデバイスも、デジタルの未来にとって重要である。

日本がハードウェアに焦点を合わせた結果、ソフトウェアとサービスが後回しになった。ソフトウェアはハードウェアの補助として開発されているが、一般的にはビジネスの主要要素ではなく、「接着剤」または「補助剤」と見なされている。他の成熟した市場とは異なり、日本には、特にクラウドベースのツールやソフトウェアアプリケーションにおいて、単独で機能するソフトウェア製品がほとんどない。将来成功するための鍵は、「ハードウェア+ソフトウェア」のリーダーとしての地位を確立することである。

ファナックやキーエンスなどの象徴的な日本企業は、すべてソフトウェアを統合して、さまざまなロボットアームと高品質センサーを製造している。日本には、機器メーカーやサプライヤーなどの企業が混在しているだけでなく、組み立てにおいても持ち前の強みがあり、さまざまな部品から製品やデバイスを統合して組み立てるのに必要なノウハウもある。日本が既存の生産および組み立て技術を活用して、魅力的な統合ハードウェアおよびソフトウェア製品を作成できれば、それは独特の利点を生み出す可能性がある。

### 自動車産業における世界の牽引

日本の自動車メーカーは世界の自動車業界のリーダー的存在であり、2019年には、トヨタ、日産、ホンダの3つのトップメーカーが世界全体の25%以上の自動車を生産している<sup>22</sup>。これらの世界的に有名な企業は、デジタルへの投資によりリターンが生み出されるために必須となる、資本、技術パートナーシップ、サプライチェーン、流通ネットワーク、顧客を、世界規模で保有している。

日本の自動車企業は、新しいデジタルの働き方を先導し、日本の業界の模範となることができる。さらに自動運転においては、これらの自動車企業は、ディープラーニングが活用され、急速に高度化されている自律走行システム開発において、競争力を持つことができるかもしれない。

また、一部の企業はすでにこの領域への投資を開始している。本田はGMおよびCruiseと提携してステアリングホイールのない自動運転電気自動車を作り<sup>23</sup>、トヨタはモビリティサービスプラットフォームにおいてAWSと協力している。日本企業が自動車業界で勝者になるために必要な規模を獲得し、自動運転車開発の世界的リーダーとして浮上するためには、より大きな賭けをする必要がある。

### 世界上位にランクインする3つの特許クラスターの存在感

世界知的所有権機関(WIPO)によると、日本は2018年の全世界における特許出願の9.4%を占め、特許出願に関しては世界第3位となった<sup>24</sup>。WIPOの世界上位10の「技術革新クラスター」に、東京-横浜、大阪-神戸-京都、名古屋の3つがランクインしており、出願された特許数に基づいてそれぞれ1位、5位、9位となっている<sup>25</sup>。

日本の特許実績における注目すべき特徴のもうひとつは、特許を発行する部門の幅広さである。2017年には、電気機械・エネルギー部門が東京-横浜クラスターから最も多くの特許を出願し、このクラスターから特許庁に出願された全特許の6.3%を占めた。対照的に、中国の深セン-香港クラスターからの特許出願のうち、デジタル通信部門は41.2%を占めた<sup>26</sup>。さまざまな分野で知的財産を生み出すことは技術革新の起源であり、有利な場合もあるが、当然これらの技術革新は商品化され、新しいビジネスモデルを通じて市場に投入される必要がある。

### 卓越した業務遂行力

トヨタなどの日本企業は、リーン生産方式、現場カイゼン(継続的改善)、ジャストインタイム生産方式など、これまでに複数の働き方を開拓してきた。詳細なプロジェクト計画と徹底した実行実績を併せ持つ日本企業は、製品の質の高さで有名である。「Made in Japan」のラベルは世界中で高品質を保証するものと見なされており、日本企業の製品リコール数は、世界の製造業上位5カ国のなかでも最も少ない<sup>27</sup>。もしも日本が、消費者が信頼でき、高い顧客満足度を獲得し、迅速に変化する顧客ニーズを捉えるべく高頻度な製品リリースを担保

<sup>22</sup> IHS Markit, 2020

<sup>23</sup> "Toyota and Amazon Web Services Collaborate on Toyota's Mobility Services Platform", Toyota, August 18, 2020, global.toyot

<sup>24</sup> World Intellectual Property Indicators 2019, World Intellectual Property Organization (WIPO), 2019, wipo.int

<sup>25</sup> Kyle Bergquist et al., Identifying and ranking the world's largest clusters of inventive activity, WIPO, May 2017, wipo.int

<sup>26</sup> 同上

<sup>27</sup> GlobalRecalls, OECD, accessed December 7, 2020, globalrecalls.oecd.org; recalls adjusted by industry size

するような形で、ソフトウェア開発に乗り出すことができたならば、日本は世界から今よりも一目置かれる存在となるだろう。

### 高度に開発された公共インフラ

世界最速の新幹線などの包括的な列車ネットワーク、ハイテク構造工学を備えた耐震性のある建物、5Gネットワーク、広範囲を網羅するブロードバンド、高速インターネットを備えた日本は、世界最高の公共インフラを誇っている。日本の都市は安全性と生活水準の点で世界トップクラスにランク付けされている。Global Financeの2020年のベストシティランキングなどの指標において、東京は生活の質の点で世界1位であり、大阪や福岡などのその他の日本の都市も上位50位以内に入っている。

デジタル技術を日常生活に取り入れることでスマートシティを創造することが、次なるフロンティアとなる。このための基盤が存在するだけでなく、インフラを全国に展開するための実証済みのシステムも存在する。これらの要素は、日本全体をデジタル化する際に非常に貴重なものになる可能性がある。さらに日本は、その技術の一部を世界に輸出することで価値を生み出すことができる。スマートな耐災害性建造物とコネクテッド型都市インフラは、すでに世界最高基準を達成している技術の2つの例である。

### 標準とポリシーに関して積極的に諸外国と協業を図る

日本は、G20大阪サミットにおいて、信頼性のある自由なデータ流通(DFFT)の概念を発表し、WTOを通じて電子商取引の貿易関連の側面に関する国際的なルール作りを促進する決意を表明した。日本はまた、環太平洋パートナーシップに関する包括的および先進的な協定(CPTPP)やデータ移転とAPEC越境プライバシールール(APEC CBPR)など、デジタル政策に関連するグローバルな協力関係や枠組みにも積極的に関与している。個人情報保護法(APPI)のデータ規制を持つ日本は、データ共有を可能にするために、EUのGDPR基準に基づく最初の妥当性合意を確保した<sup>28</sup>。さらに日本は、5GやIoTセキュリティなどのポリシーに関するさまざまな二国間および多国間対話に参加し、諸外国とのサイバーセキュリティポリシーの議論において積極的なリーダーとなっている。特に5Gにおいては、ポリシー標準に関する協力により、Open RANソリューションの支援を促進する機会も生じる。これにより、国内外の企業が協力して、5Gの利点を広く享受できるようになる。

日本はまた、米国との間にデジタル貿易協定を締結した。米国は、日本を国際的なデジタルルール作りのリーダーとして認めている<sup>29</sup>。日本のデジタル政策は、多くの面で世界標準に則っており、日本はその世界的地位を活用して、将来を見据えたデジタル政策の採用と形成における主要国として浮上することができる。

### ゲームと仮想キャラクター開発に関する専門知識、世界の牽引

ゲーム化された体験、関連キャラクター、そしてゲームそのものがデジタル経済の重要な要素である。任天堂やSONYなどの日本企業は、合わせて2019年に約300億ドルの収益を収めた。日本は、ソフトウェア(ゲーム)とハードウェア(コントローラー)を組み合わせた比類のない仮想体験を作成する専門知識を実証している。この専門知識を広げて活用することで、ロボット、ゲーム化されたインタフェース、ウェアラブル製品など、日本のデジタル製品に世界的な競争力を与えることができる。

さらに、ソフトウェアベースのAI、ロボット、仮想アバターによる、人間の作業と対話が可能になるデジタルの世界では、顧客の関わりと操作性を向上させるためにデジタル技術を人間化する必要がある。ポケモンのピカチュウ、2007年のデビュー年に5000万円の売上を突破したポップアイドルの初音ミク<sup>30</sup>、200万人以上のフォロワーを持つ仮想YouTuberのキズナアイなど、世界的に有名な仮想キャラクターを制作している日本ほど、今後も仮想キャラクターの作成で世界の牽引を期待される国はない<sup>31</sup>。

<sup>28</sup> "European Commission adopts adequacy decision on Japan, creating the world's largest area of safe data flows", European Commission, January 23, 2019, ec.europa.eu

<sup>29</sup> "U.S.-Japan Digital Trade Agreement Text", United States Trade Representative, October 7, 2019,ustr.gov

<sup>30</sup> Yuka Okada, "「初音ミク」発売からもうすぐ1年 開発者が語る、これまでとこれから", IT Media News, 2008年7月23日, itmedia.co.jp

<sup>31</sup> Kazuaki Nagata, "Japan's latest big thing: 'virtual YouTubers'", Japan Times, July 17, 2018, japantimes.co.jp

# デジタル化を阻む日本独自の制約

今こそ、産業界全体に、およびそれらの産業を構成する企業全体に、デジタルが網羅的に受け入れられるべき時期だが、日本のデジタル化の勢いを妨げている制約がいくつか存在する

## リスク回避的な考え方を持つ「ハイコンテキスト」文化

日本のビジネス文化はハイコンテキストの傾向がある。曖昧な表現を多用し、調和や意見の一致をよしとする。こうした慣習により、迅速な意思決定や制度変更が阻まれるため、現場に混乱が生じたり、非効率さが生まれやすくなる可能性がある。さらに、日本では信頼関係が重視されるため、信頼を損なう可能性のある意思決定を避ける傾向がある。たとえば、開発経験のない新しい技術への取り組みや、大規模な顧客データを取り扱う新事業の立ち上げを検討する際、それに伴うリスク(技術開発の失敗やデータ漏洩など)を意識するあまり、実行という意思決定に踏み込めない。こうした慣習は、デジタル改革に必要な実行体制の管理システム(すなわち大きな裁量を与えられたチーム、迅速な実行、試行錯誤の考え方、新製品を構築するための「できるだけ早く失敗して学ぼう」というアプローチ、新しい領域を牽引するためには相応のリスクを冒し、長期的な成長加速のために時折の挫折や「失敗」を許容可能な投資として受け入れること、など)を採用する際に制約となる。

## 経営層は、会社の存続に重きを置いている

2017年、東京証券取引所に上場している企業の平均存続年数は約89年であったが、ニューヨーク証券取引所の上場企業は15年、ロンドン証券取引所の上場企業は9年であった<sup>32</sup>。多くの場合、日本のCEOは、成長と世界的な競争力を犠牲にしても、会社の存続、雇用の維持、安定性を優先する。デジタル化、自動化、コスト削減に焦点を当てた大胆な改革意図は、不確実な将来においてデジタルが利益をもたらす可能性があるとしても、短期的には痛みを伴うように見えるのだろう。

いかなる改革においても、戦略的なトップダウンの取り組みが必要である。マッキンゼーの調査によると、日本の課長職の36%が、デジタル改革の主な障害として上級管理職から十分なコミットメントが得られないことを挙げている。また、経営層においては、そもそもCIOが存在しないことが多く、存在したとしても、最高情報責任者(CIO)が他の経営幹部や部門からの支援も得られずに、デジタル施策を構築するチームメンバーの動員に苦労することも多い。

## 民間部門は政府によるデジタル化の支持を待っている

2020年、日本の公共部門はサービスの速度を上げ、世界標準の技術に合わせていく必要があるという認識を高めてきた。デジタル政府は、2つの観点で、より幅広い業界での改革を可能にするうえで不可欠となる。

あらゆる業界の経営幹部に話を聞くと、企業は、政府がデジタルを明示的に支持または採用するまで、デジタルを採用することを躊躇していることがわかった。他の国々では、民間部門が改革を主導して、公共部門の潜在的な非効率性を回避するための創造的な方法を見つけるかもしれないが、日本では、政府機関が改革の成功例を紹介し、簡単に採用できるシステムを導入することで道が開かれることが期待されている。

さらに現在の規制では、紙ベースの書類の提出、記録の印刷物の保存、手動による手順の承認が企業に求められているため、デジタル化を希望する企業でさえ、コンプライアンスを維持するために並行して労働集約的な手順を維持する必要がある。一方、政府機関は、民間部門からのデジタル化の強力な推進が見られないため、そのプロセスを推進したり、企業向けに具体的なガイドラインを作成したりするのに十分な圧力を感じていない可能性がある。

## 中核産業において、ベンダーロックインされて深く根付いている従来型ITシステム

日本では、業務遂行に必要な不可欠なITシステムのうち20%が20年以上前に採用されたものである。この割合は2025年までに60%に増加すると予想されている<sup>33</sup>。経営陣からの重要性を十分に認められず、人材が不足している点がIT投資の制約となっている。1995年以降、日本企業によるICTへの年間投資に動きはないが、

<sup>32</sup> Tsukasa Morikuni and Mio Tomita, "Corporate Japan struggles to scale up as longevity limits dynamism", Nikkei Asia, 2018年11月18日, asia.nikkei.com

<sup>33</sup> ITシステム「2025年の崖」克服とDXの本格的な展開, Ministry of Economy, Trade, and Industry, 2019年3月, meti.go.jp



たとえば、米国とフランスの企業は投資支出を3倍に増やしている<sup>34</sup>。多くの場合、支出が制限されるとITインフラが古くなるため、それにつれて保守にかかる経費と時間が増える。Gartner 2018の調査によると、日本ではCIOと予算の30%が従来型システムの維持に注力しているため、デジタル改革を開始できずにいる。従来のインフラを最新化するための全社的な強い取り組みがなければ、開発経費が上昇し続け、市場投入までの時間が延び、経営をさらに抑制してしまうという悪循環が回ってしまうだろう。

標準化されたソリューション、「オープンソース」ソフトウェア、ライブラリ、共有されたベストプラクティス、といった特長を持つ新しいソフトウェア開発とは異なり、多くの場合、古いITインフラは、独自の枠組みに従って開発され、大幅にカスタマイズされ、専用システムでホストされる。多くの場合この状況は「ベンダーロックイン」と呼ばれ、企業が独自のソフトウェアを更新または交換するには、多大な時間、料金、背景に関する専門知識が必要となる。

### 内向きの改革とサブスケールのスタートアップの協業形式

世界に500近くあるユニコーン企業のうち、日本の企業は5つのみである(現在は公開会社であるメルカリを含む)<sup>35</sup>。ベンチャーキャピタルへの投資は相対的に限られており、過去5年間で合計約150億ドルになるが<sup>36</sup>、米国のスタートアップ企業は2019年だけで1,300億ドル以上を受け取った<sup>37</sup>。日本の業界文化は、ハイリスク/ハイリターンスタートアップスタイルのベンチャーに投資するのではなく、歴史的に「社内起業家精神」を促進してきた。ただし、単一の企業の範囲内にとどまると、新しい改革は業界レベルまたは世界レベルで拡張されないことが多く、重要な価値を引き出す機会を逃す。

2018 Global Entrepreneurship Index (137カ国の起業エコシステムの健全性を測定する年次指標)は、日本を世界で28位、アジアで5位に位置付けた<sup>38</sup>。日本における上位20社のスタートアップ企業価値の総額は92億ドルである<sup>39</sup>。上位2社のスタートアップ企業価値の総額が1,960億ドルである中国と比較して<sup>40</sup>、日本は、起業文化を大いに育む余地があり、それによって、膨大な知的財産の生成が可能になるかもしれない。

### デジタル人材の不足、および既存の人材のITサービス会社への集中

デジタル改革には、デザイナー、データサイエンティスト、データエンジニア、機械学習エンジニア、ソフトウェア開発者、プロダクトマネージャー、サイバーセキュリティエンジニア、アジャイルコーチ、数十年前には存在しなかったその他さまざまな役職が必要である。Gartnerのデジタルビジネス施策に関する調査では、日本の回答者の67%が、人材の確保が改革の障壁であると述べている(諸外国の回答では38%)。経済産業省によると、日本で不足するデジタル人材は2015年で17万人、2025年までに43万人に増加すると予想されている<sup>41</sup>。

デジタル人材のうち、特にソフトウェア関連の人材を見ると、このような専門家は日本の労働人口のわずか1%にとどまる(米国は3%)。さらに、日本の現在の技術的人材は大部分が外部委託されているため、ITサービス会社に極度に集中している。米国やドイツなどの他の先進国では、技術エンジニアの70%近くが、ITサービスの提供を主要事業としない企業に雇用されているが、日本では、技術専門家の大多数がITサービス会社で働いている<sup>42</sup>。デジタルの戦略的関連性が高まっていることを考えると、企業はデジタルの才能と能力を持つ人材を、事業運営の中心に戻すことを始めるべきだろう。

今後、デジタル人材、特にソフトウェア関連の人材の将来的な供給量は、現在の教育の動向によっても制約を受ける可能性がある。2019年、日本のコンピュータサイエンス関連のカリキュラムに登録した日本の大学生はわずか1%であった<sup>43</sup>(米国は4%<sup>44</sup>)。

<sup>34</sup> ICT投資の状況、Ministry of Internal Affairs and Communications, 2019, soumu.go.jp

<sup>35</sup> Complete List of Unicorn Companies. CB Insights, accessed December 3, 2020, cbinsights.com

<sup>36</sup> Japan Startup Funding 2019, Initial, June 16, 2020, initial.inc

<sup>37</sup> "US Venture Capital Investment Surpasses \$130 Billion in 2019 for Second Consecutive Year", Pitchbook, January 14, 2020, pitchbook.com

<sup>38</sup> Global Entrepreneurship Index, GEDI, 2019, thegedi.org

<sup>39</sup> Kenjiro Suzuki, "Japan's top 20 startups surpass 1tn yen in total value", Nikkei Asia, November 12, 2019, asia.nikkei.com

<sup>40</sup> Katharina Buchholz, "The Highest-Valued Startups in the World", Statista, November 20, 2020, statista.com

<sup>41</sup> Overcoming the IT System "2025 Cliff", 2019

<sup>42</sup> IT人材白書2015, Information Technology Promotion Agency, 2015年4月, ipa.go.jp

<sup>43</sup> 学校基本調査 [Basic school survey], Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), 2020, mext.go.jp

<sup>44</sup> Integrated Postsecondary Education Data System, National Center for Education Statistics, 2019, nces.ed.gov

# 日本の改革のための大胆な一手

デジタルの現状を打破するには大胆な行動が必要である。大胆な一手とは、多数の関係機関が協力して取り組むべき幅広い行動であり、大きな時流を捉えること、本来の日本の強みを活かすこと、あるいは日本独自の制約を乗り越えることを目指すべきである。大胆な一手とは、斬新的な策であってはならない。日本についていえば、教育界、産業界、政界、一連のスタートアップ企業、ITサービス会社（システムインテグレータ）が力をあわせて大規模改革に取り組む必要がある。そうすれば日本は経済大国としての地位を維持し、生産性を取り戻すことができるだろう。

## 教育界、産業界、政界が手を携えて国際競争力と適応力を備えたデジタル人材プールを創出

### 1.

**クラウドツール、ソフトウェア開発、人工知能、その他デジタル技術とデジタルな働き方に精通した世界的人材を多層的に育成:** デジタル化の実現にはクラウドアーキテクト、データエンジニア、あらゆる分野のソフトウェア開発技術者、機械学習エンジニア、その他多様な技術者が必要である。さらにUIデザイナー、プロダクトマネージャー、アジャイルコーチ、サイバーセキュリティ専門家といった、多人数での協働が必要な新興職種も欠かせない。日本ではそうした職種の人材が不足しているが、それは従来のハードウェア関連技術を重視する人材育成制度の下ではこうした人材が育たなかったためである。育成には大学による新たなカリキュラムの創設、さらに資格の認定を行うオンラインプラットフォームとの連携、企業や政府による最新デジタル技術に特化した各種新規プログラムの開発が不可欠である。デジタル人材の大量育成と来るべき改革の基盤となる未来型アプリケーションの構築は、日本にとって避けて通れない道である。

### 2.

**あらゆる人材のスキル向上を実現するために、従来型の学習方法から個別最適化した学習方法（適応学習）へ移行し、デジタル時代にふさわしいスキル一式を提供:** 人材が枯渇している中で、何千という新たなデジタルアプリケーションの開発によって各業界を改革する必要があり、自動化すべき業務が増加していることから、人材のスキル向上による新たな職務への適合が不可欠になってくる。そこでリスキリング、職業訓練講習、カウンセリングなどの体制、カスタマイズ型の学習プログラムが整備されれば、デジタル時代にふさわしい新技術を職業生活を通じて継続的に身につけ、需要の変化に対応してデジタル改革に参画することが容易になるだろう。

### 3.

**学校運営と教師の指導力の効率性を改善し、生徒がより良い教育を受けられるようなソリューションを通じて、初等教育から大学教育まで教育界の徹底的なデジタル化を推進:** デジタルツールは、授業内容の作成や授業の受講、事務処理や成績の管理、意思疎通など、あらゆる観点で教員と学生の双方に恩恵をもたらす。デジタルツールを利用すれば、教員は事務処理にかかる時間を減らし、教育内容の柔軟性と簡便性を高めながら学校で発生するコストを抑え、学習成果を向上する能力を養うことができるし、一方で学生の側も教材を活用し、あたかも教室にいるかのような感覚で学習に取り組むことができる。

## 産業界がデジタル改革の追求を通じて 差別化と生産性の向上を実現し、 国際競争力を向上

### 4.

**製造業界が、ソフトウェア、機械学習、ディープラーニングを活用して飛躍的な技術革新を実現し、ハードウェア、ロボティクス、自動車用技術に関する本来の強みをさらに強化:** 日本のメーカーは産業用機械、工業部品、自動車といったハードウェア関連業種の多くで主導的地位を保っている。ソフトウェアアプリケーションや機械学習、ディープラーニングは工業分野の多くでバリューチェーンのあらゆる部分に適用できるし、それによって他と異なる新しい製品を開発し、生産性を高めることができる。工業生産の次なる未開拓分野は国際的なクラウドプラットフォーム、ハードウェア組込型ソフトウェアアプリケーション、機械学習やディープラーニングを活用したアプリケーションを通じた新製品の開発や生産性の大幅向上手法にある。特に、日本の自動車業界ではこうした手法の成否が生死の分かれ道になる。ソフトウェアがコネクテッドカーの中枢を、ディープラーニングが自動運転技術の中枢を担っているからである。

### 5.

**小売業界が、デジタルを活用したオムニチャネル型の購買体験を提供し、顧客動向の変化に的確に対応:** 日本の小売店は都市内の好立地、幅広い品揃え、質のよい顧客サービスがそろっていることで名高い。顧客の志向が変わって電子商取引の利用が増加してきていることから、こうした利点を活用して新たにオムニチャネル型の購買体験を創出し、オンラインとオフラインの相互作用を通じて小売売上高の伸びを促進することができる。小売業界がデジタルを活用して価値を創出できる分野は多数存在するが、中でもモバイル用電子商取引アプリケーションの

構築、実店舗内における購入体験の安全な形でのデジタル化、拡張現実と仮想現実による製品体験の提供、機械学習による価格設定の最適化などが代表的である。

## 6.

**ヘルスケア業界が、世界に先駆けて高齢者向けに個別最適化された遠隔ソリューションを導入:** 日本固有の人口構成は日本に有利に働く可能性がある。デジタル医療サービスの開発にあたり、医療分野の事業者、例えば製薬会社、医療機器会社、薬局、病院などは、栄養、運動、精神衛生といった高齢者の健康を対象とするソリューションを構築することができる。例えば遠隔医療、ディープラーニングを活用した疾患診断、機械学習を利用した監視や治療などがそれに相当する。日本は高齢者介護に関して広範な専門知識を蓄積できる位置付けにあり、そうした知識を生かせば上記のようなソリューションを日本製ハードウェア上で動作するソフトウェアアプリケーションとして世界に輸出できるようになるだろう。

## 7.

**金融機関が、クラウドインフラとオープンネットワークを活用して、多様なモバイル環境から接続できるソリューションを構築:** 低金利で投資の魅力が少ない環境にありながら、日本国民は貯蓄志向が比較的強いため、新しいデジタルバンキング用アプリケーションや「スマート」なロボアドバイザーがあれば、あらゆる階層の国民に自信をもって投資を推奨することができる。しかし、たとえオープンバンキングを巡る機運が高まったとしても、旧式のバンキングエンジンやコストのかかる決済ネットワークはやはり既存事業者や新規参入者にとって新ソリューション開発の障壁になる。日本のデジタル決済システムは数は多いがバラバラなのが現状で、そのために採用のメリットが抑えられてしまっている。したがって、決済インフラを統合してキャッシュレスエコノミーを進化させる余地が存在する。

## 政府が行政手続のデジタル化に投資し、安全かつ相互に連動したインフラの構築を主導

## 8.

**政府がビジョンと高い目標を提示し、国民と企業双方を対象とするデジタルサービスを提供:** 日本の行政手続は、市民が何度も役所に赴く必要がある、書類や印鑑の必要な場面が多いといった点で名高い。日本政府は今なら国民や企業向けの行政サービスを今後10年の間に100% デジタル化し、世界屈指の電子政府を確立するという確固たる目標を立てられる。また国民と企業に行政サービスを提供することに重点を置くならば、基盤

技術の調達、データ共有、公的機関や自治体間の相互運用性、電子認証、政府内におけるデジタル人材の育成といった基本的な問題にも対処する必要があるだろう。

## 9.

**政府と産業界が協力し、公共インフラにおける強みを生かしてスマートシティを拡大:** 日本は公共機関と民間企業の協力を通じ、教育、輸送、エネルギー利用といった分野すべてのデジタルソリューションを結集した世界屈指のスマートシティを建設し、国民の安全や健康、交通環境、環境への影響、生活の質を改善することができる。そうしたソリューションがあれば、スマートシティのプラットフォームを構築し、それを輸出して、日本を世界のスマートシティ研究の中心地に育て上げることもできる。

## スタートアップ企業とITサービス会社が次世代型デジタルビジネスを構築し、経済を再生

## 10.

**スタートアップ界隈に、事業コンセプトから株式公開やバイアウトまでのベストプラクティスが定着し、世界に進出するベンチャー企業を数多く生み出す:** 日本は新たな国際企業を創設する方策を考案することで、経済のさらなる再生を図ることができる。それを実現するには起業促進策に修正を加えて国内外からより多くの創業者を誘致し、新企業の設立手続を簡素化し、エンジェル投資家が滞りなく投資を進めるための対策の拡充、デジタル人材の流動性拡大といった方策を進めて起業を促進し、スタートアップ企業の人材と知識を活用して次なる大潮流を生み出す必要がある。

## 11.

**ITサービス会社とテック系企業が、顧客企業の事業部側におけるデジタル人材の育成、およびグローバルな成功事例の導入を通じ、顧客企業の改革促進を支援:** 日本のITサービス会社は様々な業種で未来の鍵を握っている。主要産業と政府機関において旧来型のITシステムの管理と更新を担当しているからである。ITサービス会社の従業員の総数は日本のデジタル人材全体の70%強を占めているが、日本のデジタル改革はそうした人材をあらゆる企業の事業の中枢に引き戻し、新たなソリューションを構築することなくしては成立しない。したがって、ITサービス会社は顧客企業の能力開発に寄与し、デジタルを活用した成果を上げるための新たなアプローチを創出する必要がある。そのためには、世の中で実績が証明されたあらゆるデジタル技術を活用すべきであり、分野横断的な独自技術の開発ばかりを考えていてはならない。

# 日本の改革シナリオ

改革のための大胆な一手に着手すれば、日本という国のあり方は現状と全く異なるものになる可能性がある。日本の現状と、改革によって実現し得る2030年の状態との対比を図表1Dに記す。

図表4:

## デジタル化によって改革した10年後の日本の姿

### 現状 (2020)

デジタル人材が不足しており、40万から50万人の技術者がデジタルアプリケーションの開発に従事しているが、その大多数は外注先の人材で、企業の主力事業の運営には携わっていない

既存人材が、繰り返し発生する手作業にかり切りで、専門知識の蓄積が減り、自動化による生産性の向上がほとんどなされていない

初等教育から大学教育までデジタル化が進んでおらず、ツールを十分に持っていない教員は事務作業に40%もの時間を費やし、また、ネットに接続した学習機器を利用できる学生生徒は全体の50%に過ぎない

工業生産において、ハードウェア、ロボティクス、自動車に関しては主導的な立場にあるが、デジタルマニュファクチャリングを駆使する最先端工場は少なく、自動車業界はコネクテッドカーの登場と自動運転技術の革新的進化によって危機にさらされている

小売業界は強力な交渉力を生かして引き続き実店舗を介した販売に力を入れており、電子商取引の普及率は10%未満に過ぎず、デジタル技術の採用も限られている

医療システムが細分化し、遠隔診療は未発達で、診断業務、相談業務、処方箋のデジタル化は進んでいない。規制を通じたデジタル化の環境整備も限定的で、ネット接続型の医療機器の恩恵に浴している国民は10%未満に過ぎない

旧式の銀行システムでバックエンド業務が行われ、フロントエンドでは顧客が時間のかかる書類ベースの手続を強いられていて、モバイルバンキングの普及率は7%未満に過ぎず、その他の付加価値サービスの採用も限られている

国民と企業向けの行政サービスのうち、オンラインで提供されているものは10%未満に過ぎず、書類や印鑑が必要な手続が多く、また、基盤技術の調達制度や各自治体のインフラ間の相互運用性に根本的な問題がある

最新式のインフラが整備され、世界最先端の建物や輸送システムが整っている

スタートアップ企業のエコシステムは中規模で、国内市場を重視しているため時価総額への寄与は1%に過ぎない。事業分野はハードウェア、ロボティクス、ゲームに偏っており、エンジェル投資や追加投資は限定的で、地方取引所で早期に資金回収が行われている

ITサービス会社は自社技術を活用した製品の提供や旧式システムの保守に力を注ぎ、大多数の技術者を抱え込んで外に出さず、企業の本質的な改革の取り組みもあまり進んでいない。



### 改革後の状態 (2030年)

デジタル人材を3倍に拡充したことで、ソフトウェア、データ活用、人工知能等の分野で国際競争力が戻り、技術者が再び主力事業の運営に携わっている

手作業や繰り返し発生する作業の自動化によって生産性が増し、個人事業主と従業員向けの大規模な再教育プログラムを利用して新職種にステップアップする人材が増えている

教員向けのツールが幅広く普及して事務作業が自動化され、学生生徒全員にネット接続型学習機器が行き渡り、データ主導による効果の追跡を活用したデジタル式学習ツールの採用が進んでいる

工業生産はハードウェアとソフトウェアにおける差別化の成功、自動運転車のネット接続による未来型自動車への進化や自動運転のレベル5への移行によってリーダー的地位を固めている

未来型のデジタル店舗を活用して世界屈指の複数チャネルによる購入体験が提供され、電子商取引の普及率が高まり、消費者は複数のチャネルを駆使して独自の方法で買い物を楽しんでいる

大規模な遠隔診療、ディープラーニングを活用した診断手法、デジタル薬局によってデジタル医療が進化し、人口の40%がネット接続型の医療機器を利用しており、複数のネットワークがクラウドを活用して患者データを安全な形で共有している

銀行業務と決済のインフラが最新のものに切り替わり、オープンバンキングの広範な進展によって銀行と保険会社の主要手続がすべてモバイル環境から行えるようになり、モバイルバンキングの普及率は最低でも75%に達している

国民と企業向けの手続を行政機関全体で再定義したことですべての手続が完全にデジタル化され、統合型アプリケーションとモバイルインターフェースから安全なネットワークを通じて利用できるようになっている

大規模なスマートシティが複数誕生し、市民はネット接続型のインフラを活用して生活を営んでいる

スタートアップ企業のエコシステムが大規模になり、成長を遂げた企業が最低でも日本全体の時価総額の25%に貢献し、拡張性のあるソフトウェア・プラットフォームを活用した国際進出が画策されている。好ましい規制環境によってエンジェル投資家のネットワークが広がり、人材の層が厚くなり、資金回収時に多大の利益が発生している

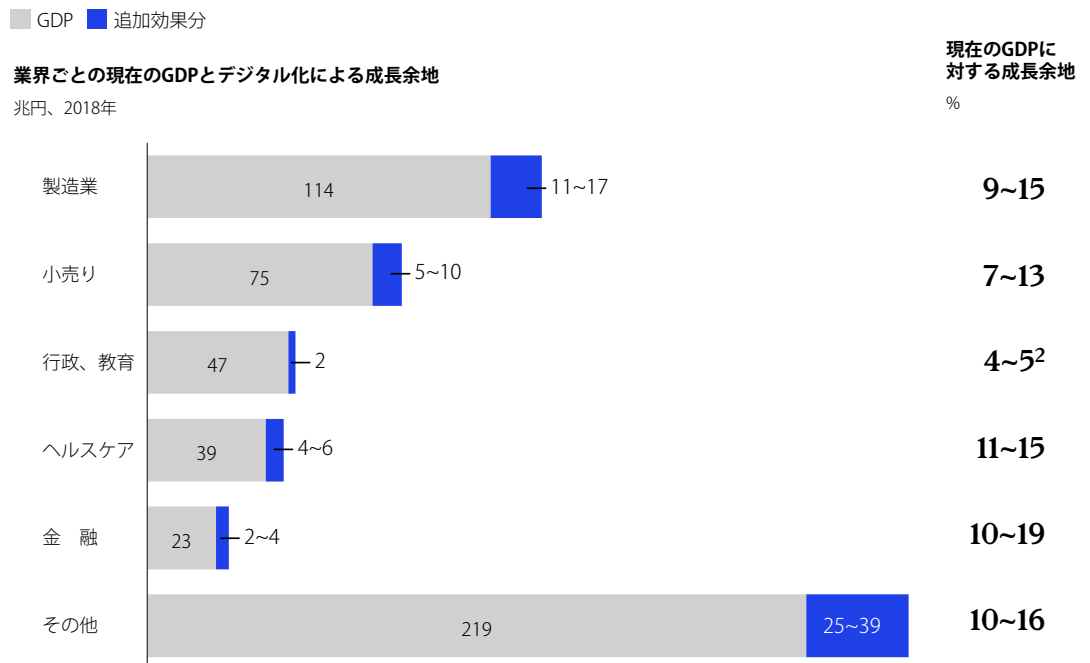
ITサービス会社は改革によってデジタル面の成果を上げ、顧客の人材の能力開発を行い、銀行、行政機関、通信、小売といった主要分野の安全な形でクラウド移行を支援し、現代的なデジタルのユースケースを確立している

資料: McKinsey, McKinsey Global Institute, 国際経営開発研究所, 世界経済フォーラム, 記事検索

# 改革のための大胆な一手が日本のGDPにおよぼす影響

日本は独自の障壁を乗り越え、時流に乗じ、国力を発揮してデジタル改革を成功に導くことができれば、多大な経済価値を得ることができる。その源泉となるのは、経済の主要分野における生産性向上である(図表5)。

図表 5:  
大規模変革が日本の2030年のGDPに及ぼし得る影響<sup>1</sup>



1. 各デジタルユースケースの実行速度と資源再配分の速度に左右される
  2. GDPへの直接的な影響のみ記載。間接的に各産業に及ぼし得る影響分は含まない
- 資料: 内閣府、McKinsey Global Institute

McKinsey Global Instituteが本稿のために実施した分析によると、デジタルの適用分野を個別に確立することで得られる総経済価値は、日本の4大業界だけで今後10年の間に22兆円から37兆円に達する可能性がある。これに行政と教育分野で得られる価値を加えると、その規模はさらに24兆円から40兆円に拡大する。これ以外に専門サービス、輸送、農業といった他の業種から得られる経済価値が推定で25兆円から39兆円に上るので、総計すると日本経済全体の経済価値の予想拡大幅は最大78兆円に達する可能性がある<sup>45</sup>。

この価値は図表内では青色で示されているが、データサイエンス、機械学習、ディープラーニングといった技術を各業種に適用することによって生み出されたもので、マッキンゼーの知見と調査、専門家の示唆に基づいて試算したものである。価値がどの時点でどの程度生成できるかは特定企業の予算や人材の動員、適用分野の確立がどの程度の速さで進むかによって変わってくるが、それはさらに各社がいつ、どの程度取り組みを進められるか、どの程度の人材や予算をユースケースの確立だけに充当できるかによって変わってくる。

次章以降では、教育、産業、行政、スタートアップ企業とITサービス会社に関して挙げてきた「大胆な一手」の1つひとつを個別に論じ、日本がその国力を発揮する上で、それぞれどのような具体的なユースケースがあり得るかを見ていくことにする。

<sup>45</sup> Methodology from “Notes from the AI frontier: Applications and value of deep learning”, McKinsey Global Institute, April 2018, McKinsey.com; analysis updated in December 2020





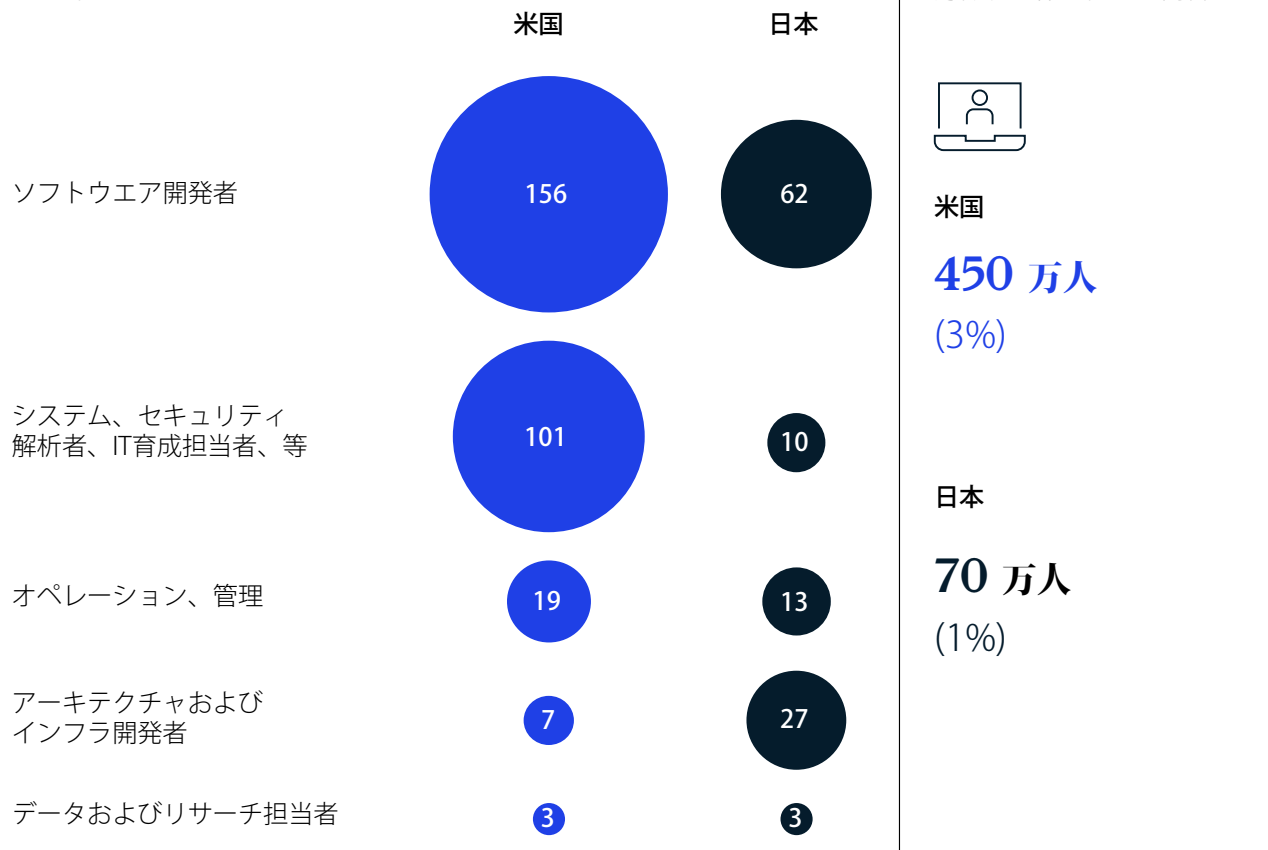
# 大胆な一手 その 1: 世界に通用するデータサイエンス、ソフトウェア開発、人工知能の厚い人材層を構築し、中核となるデジタル技術と働き方に精通する

日本では、産業、政府、スタートアップ企業に配備できる、デジタルに強い人材が不足している。2019年時点で日本には、ソフトウェア開発者、データサイエンティスト、サイバーセキュリティの専門家など、合計787,000人のデジタル専門家がいる。図表6に示されているように、労働者10,000人あたりのデジタル専門家は62人だった(米国では156人)<sup>46</sup>。同様のレベルに到達するには、経済産業省の「2025年の崖」レポートで推定されているように、日本は2030年までにデジタル労働力を少なくとも3倍にし、2025年までに43万人以上のデジタル専門家を追加する必要がある。

図表 6:

## 日米のデジタル専門家数の比較

労働者10,000人あたりのデジタル専門家  
2019年



資料: Information-technology Promotion Agency, IT Human Resources White Paper 2020; US Bureau of Labor Statistics

<sup>46</sup> Current Population Survey 2019, Bureau of Labor Statistics; IT人材白書2020, Information Technology Promotion Agency, August 2020, ipa.go.jp

あらゆる種類のデジタル改革を追求するには人材が必要である。デジタルには、クラウドアーキテクト、データエンジニア、機械学習エンジニア、フルスタック開発者などの高度で重要な技術的役割が必要である。「ハード」なエンジニアリング技能だけでなく、UIデザイナー、プロダクトマネージャー、アジャイルコーチ、デジタルマーケティング担当者、グロースハッカーも必要となる。これらの仕事は、デジタル改革を推進できる現代のデジタルチームの中核となるが、2020年の日本の労働力ではまだ少数である。経営層へのインタビューによると、従来型企業の多くでは、募集数は少ないにも関わらず、そのような熟練したデジタル人材を見つけて維持するのに苦労している。この乖離は、2020年に日本が人材の育成、誘致、維持の能力で38位になったIMD World Talent Rankingによってさらに強調されている<sup>47</sup>。

産業界や政府内の人材不足は、技能の再構築や技能向上プログラムを実行することで部分的に対処できるが、これから将来的に人材育成の中心的なエンジンとなるのは大学である。2019年、日本の学部生でコンピュータサイエンス系の授業を履修していたのは1%であった<sup>48</sup>(米国は4%<sup>49</sup>)。今後のデジタル導入への道のりに十分な労働力を確保するために、日本の教育システムは、デジタル人材を育成するための強力なカリキュラムを開発する必要がある。日本の大学は、世界有数の数学と科学の技能を生かして、クラウドアプリケーション開発、データエンジニアリング、サイバーセキュリティ、データサイエンスと従来の機械学習、コンピュータービジョンと自然言語処理(NLP)のディープラーニング、IoT向けのハードウェアベースおよびソフトウェアベースのアプリケーションなどの分野で新しいカリキュラムを作成できる。大学以前の教育課程においても、労働力のデジタル教育は早くも小学校で始まる可能性がある。2017年と2018年に、文部科学省は、小学校、中学校、高校に、それぞれ2020年、2021年、2022年にプログラミング教育を導入することを発表した。

複数の国が人材格差に対処しているひとつの方法として、有利な条件と競争力のある就業機会を通じて、海外から専門家を誘致する方法が挙げられる。日本は、専門家の流入を促進するための規制措置を講じている。2017年以降高度な技能を持つ専門家は、わずか1年で永住権を取得できるようになり、安定性が高まり、ローンを利用したり雇用機会を獲得したりできるようになっている。2020年6月時点で、推定24,000人が高度な技能を備えた高度専門職ビザを保持しており、高収入で高等教育を受けた人材がますます多くの活動に従事し、優遇措置を受けることができている。この数をほぼ2倍にすることを見込んで、政府は2022年までに40,000人のビザ保有者を持つという目標を設定した<sup>50</sup>。人材の乖離の大きさを考えると、日本はもっと大胆に大量の人材を引き付けても良いのではないだろうか。

デジタル技術関連の能力に加えて、批判的思考を育み、国際的な露出を増やすことも、世界規模で競争できる人材を育成するための基本である。創造的で、個人に合わせて開発された、対話型の学習を促進するプログラムは、置かれた環境に柔軟かつ積極的に貢献できる人材を生み出すための鍵となる。文部科学省は、「第三期教育振興基本計画」において、2018年からこの必要性を明確に強調し、創造的で自立した思考、英語能力、国際経験を育む教育政策を求めている。しかし日本は、労働力の国際経験において最下位層にランク付けられており、現在も課題が残っている<sup>51</sup>。

<sup>47</sup> 学校基本調査 [Basic school survey], Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), 2020, mext.go.jp

<sup>48</sup> Integrated Postsecondary Education Data System, National Center for Education Statistics, 2019, nces.ed.gov

<sup>49</sup> 新学習指導要領のポイント(情報活用能力の育成・ICT活用), MEXT, 2019年5月, mext.go.jp

<sup>50</sup> 高度人材ポイント制の認定件数(累計)の推移, Immigration Services Agency of Japan, 2020年7月 moj.go.jp

<sup>51</sup> IMD World Digital Competitiveness Ranking 2020, International Institute for Management Development, 2020, imd.org

これから輩出されるであろう新しい人材は、日本において大幅な拡大の可能性を秘めている12の主要なデジタル技術に精通する必要がある。これらの技術を産業部門に適用すると、今後数年間で大幅な生産性の向上をもたらすことができる。これらの技術を理解することは、経営層にとっても重要である。その一助となるべく、マッキンゼーは、各技術のもたらす可能性を理解・把握するための詳細情報を提示したい。読者は、自身に最も関係のある分野から読み始めることができる。各章には、主要概念と主な用途の説明、現在の採用状況と今後の動向が解説されている。

# 新規の人材育成をするうえで重要な12のデジタル技術

1.



AI – 従来の機械学習：  
数値や確率の予測



2.



AI – ディープラーニング：  
コンピュータービジョン



3.



AI – ディープラーニング：  
言語と音声の処理



4.



クラウドベースの  
ソフトウェア  
アプリケーション



5.



電子商取引と  
デジタルマーケティング



6.



5G ネットワーク通信



7.



次世代のモバイル機器  
とAR/VR技術



8.



モノのインターネット  
(IoT)



9.



付加加工  
(3Dプリンティング)と  
デジタル製品



10.



生産現場、職場、  
家庭のロボティクス



11.



サイバーセキュリティ



12.



働き方のデジタル化 –  
ユーザー中心設計と  
「アジャイル」開発



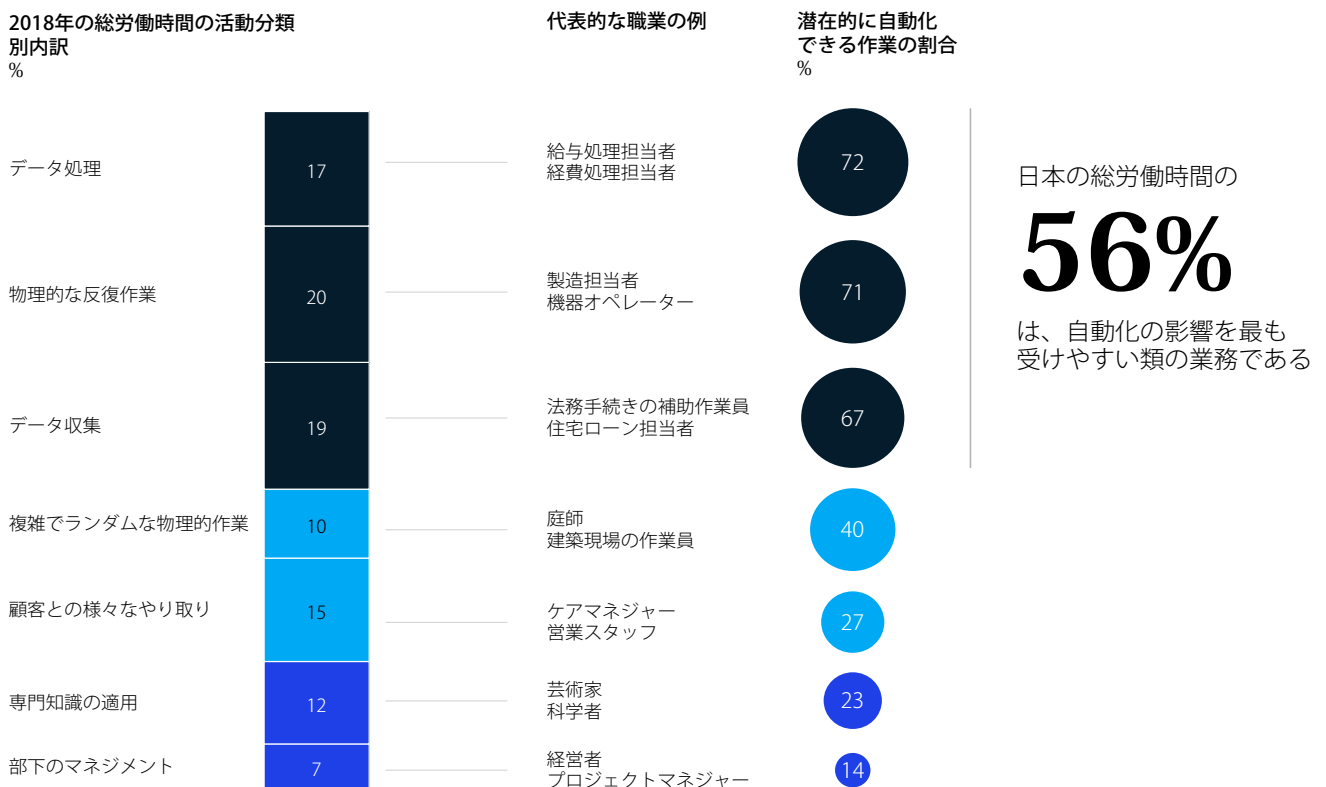


# 大胆な一手 その 2: あらゆる人材のスキル向上を実現するために、従来型の学習方法から個別最適化した学習方法(適応学習)へ移行し、デジタル時代にふさわしいスキル一式を提供

デジタル技術により自動化できる作業の数は増えるだろう。データの収集や処理などの反復的な認知作業はロボットプロセスの自動化によって実行でき、ロボットはさまざまな業界で予測可能な物理的作業を処理できるようになる。機械学習とディープラーニングを通じて実装する自動化は、効率を高め、コストを削減し、労働者が単調でない業務に集中できる機会を生み出す。ただし、裏を返せば、自動化可能な作業の大部分は淘汰されることにもなる。McKinsey Global Instituteによると、2030年の日本の労働力の最大46%が他の業務に移行する必要がある。労働者数に換算すると2,700万人である。世界のベンチマークである14%、先進国の33%と比較すると<sup>52</sup>、自動化がもたらし得る影響度は日本が最も高い。これは、比較的高い賃金水準が自動化の採用を後押ししていることと、労働力全体が縮小していることに基づくものである。

日本では、労働に費やされる時間の半分以上が、データの処理と収集、または予測可能な物理的作業など、自動化が容易い作業に分類される(図表7)。ほぼすべての職業において、自動化が進む結果、1つの仕事をこなすために必要な活動の組み合わせが変化するはずであり、人が担う仕事はより社会的、感情的、認知的技術を伴う作業に移行するだろう。日本の労働者は、新しい仕事で新しいスキルを身に付ける機会がある。たとえば、UIデザイナー、プロダクトマネージャー、デジタルマーケター、データエンジニア、ソフトウェア開発者はすべて、日本でも比較的新しい職務であり、需要が高まっている職務でもある。

図表7: 日本における作業分類別の自動化の可能性



資料: O\*NET OnLine、統計局、McKinsey Global Institute

<sup>52</sup> "Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation", McKinsey Global Institute, November 2017, McKinsey.com

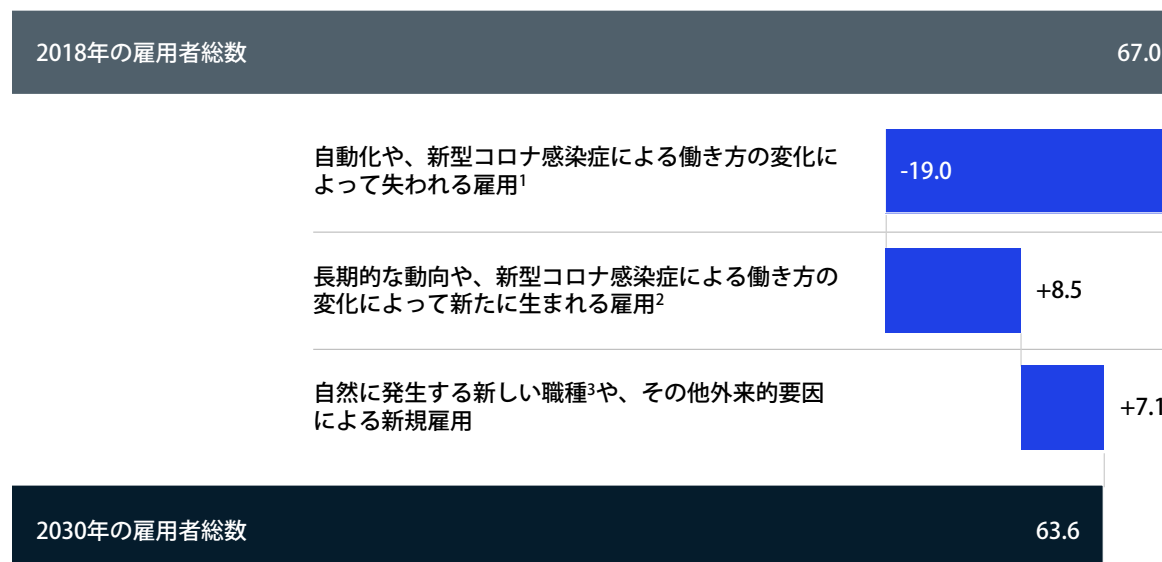
自動化により、デジタル技術およびプロフェッショナルサービスの各部門への需要が高まるだけでなく、デジタルマーケティングやプロダクトマネジメントなど、最近まで存在しなかった新しい業種も強化される。日本において、McKinsey Global Instituteの将来の雇用モデルでは、2018年から2030年の間に約1,900万人の雇用が自動化される可能性があると予測している。一方、既存または新しい職種において、約1,600万の新しい雇用を生み出す可能性がある(図表8)<sup>53</sup>。雇用を最大化し、GDP成長を維持するためには、労働力を効率的かつ大規模に新しい職務に移行し、利用可能な労働力を十分に活用し、移行中の摩擦による生産性の損失を回避する必要がある。これを確実に行うには、さまざまな利害関係者による連携のとれた対応が必要となる。

図表 8:

## 自動化による日本の雇用の変化、2018～30年の予測

### 雇用者の内訳に関して予想される今後の変化

百万人



1. 新型コロナウイルス感染症は、業務の自動化や電子商取引を加速させ、リモートワークを習慣化し、物理的な人の移動を制限する
2. 所得の増加、人口の高齢化、新しい技術の適用、公共インフラへの投資、気象変動、教育水準の向上、対価の支払われてこなかった作業の仕事化、電子商取引の普及が含まれる
3. 毎年0.5%の労働者が、それまで存在しなかった新しい職に就くという研究に基づく (Lin, Jeffrey, "Technological adaptation, cities, and new work," The Review of Economics and Statistics, issue 93, May 2011)

資料: McKinsey Global Institute、国連(人口推移統計)、ILO、Oxford Economics(失業者数推移)、労働政策研究・研修機構、O\*NET OnLine、統計局

### 政府機関による、更なる職種移行支援や雇用創出

自動化の結果として、労働者が新しい職種に適応する必要性が高まり、公的機関が行動を起こす新しい機会につながる。

第一に、政府機関は、失業に対する経済的支援を提供するだけでなく、労働者の技能再向上に積極的な役割を果たすことができる。たとえばデンマークでは、政府、雇用主、労働組合のパートナーシップにより、失業者向けのキャリア設計や研修、さらには誰でも参加できる職業訓練コースが提供されている。スウェーデンでは、雇用主は民間の「雇用保障評議会」に掛け金を支払うことができる。この評議会は、職を失った従業員に経済的支援とキャリアカウンセリングを提供する。

政府はまた、さまざまな方法で雇用の創出と労働者の再配置を奨励することができる。第一に、有効な研修プログラムを確立した企業に対して、補助金や税制上の優遇措置などを施すことで、人材への投資を促進させる可能性がある。第二に、公的または民間の投資を、新しいインフラ構築、気候変動の緩和、手頃な価格の住宅提供などといった各分野の大規模プロジェクトに投入することで、潜在的な雇用を創出できると、McKinsey Global Instituteも指摘している。最後に、起業や新事業開発に伴うリスクを個人や企業が受け入れられるような規制やインセンティブの仕組みを構築

<sup>53</sup> Maya Horii and Yasuaki Sakurai, The future of work in Japan: Accelerating automation after COVID-19, 2020年6月, McKinsey.com. 分析は2020年12月に更新



することで、起業家精神を後押しし、そうして創られた新しい小規模、中規模事業が雇用を創出するだろう<sup>54</sup>。

### 企業による、必要な人材獲得のための新しい学習方法の提供

新しいデジタル人材を採用することに加えて、既存の労働力を再訓練することは、今後必要になる様々な職種を維持するためにも、これまで培ってきた社内文化やノウハウを維持するためにも重要である。日本では終身雇用が一般化していることを考えると、企業が従業員の育成に関与するあり方も変えていく必要があるだろう。企業は、大学とのパートナーシップを模索し、教育技術 (EdTech) を活用することで、大規模な技能向上を実現できる。EdTech では、企業は学習管理システム (LMS) を使用して、講師が関与する時間を減らし、開発チームがコンテンツ開発に集中できるようにする、自習型のオンデマンドコースを作成できる。さらに、大企業向け LMS を使用すると、上司は部下の研修の進行状況を把握できるため、関連する管理諸経費も削減できる。

成功のために企業はまず、各職務に必要な人材と技能を特定する必要がある。個別の学習方法を定義した後、学習プラットフォームを構築して研修内容を作成したり、外部提供者を活用して利用可能なコース一覧からカスタマイズされたカリキュラムを作成したりできる。

### 従業員による、グローバルなオンライン学習プラットフォームや資格認定制度の活用

技術が急速に進化し、企業が市場や顧客の需要の変化に対応する際の機敏性が高まるにつれて、労働者が学校や大学で習得した技能だけに頼ることはますます困難になる。個人は、どの技能が求められるかを考慮して技能一式を継続的に高めることを計画し、積極的に学習を計画する必要がある。オンライン大学の学位、正式な教育よりも低コストで利用できる MOOC (Massive Open Online Courses)、クラウドコンピューティングや機械学習などの技術によって実現されるカスタマイズされた変化に対応する学習ツールを介して、高品質な補足教育の利用を可能にすることにより、新しい技能の学習を促進できる。たとえば、世界を牽引するレベルの機械学習の研修は、部分的にはあるが既に Coursera などのプラットフォームにおいて無料で利用できる。研修が日本語で提供されていないことも多いが、より多くの労働者に広範囲にアクセス可能な EdTech ソリューションを提供することで、英語を学ぼうとする強い動機も生み出す可能性がある。同時に、多くの学習プラットフォームはすでに機械学習を使用して、翻訳された字幕を自動的に生成したり、コミュニティ主導の貢献を支援したりしている。

「コーディングブートキャンプ」などの専門的な研修プログラムも、技能再向上の方法として世界中でますます人気が高まっている。これらのプログラムは、数週間にわたって集中的なプログラミング研修を提供し、小刻みに「認定」を提供して、参加者と業界スポンサーを結び付けて就業機会を提供する。サイバーセキュリティの分野でも重要なのは、「セキュリティ・キャンプ」などの技術的な研修の機会である。これは、学習プログラムであると同時に成績を競い合う場でもあり、日本最大級の学習プログラムでもある。経済産業省の情報処理推進機構 (IPA) の報告によると、「セキュリティ・キャンプ」の卒業生の多くは、現在、日本の IT 業界で幅広い活動を行っている<sup>55</sup>。

このようなプログラムは、IT 産業などでは広く認知されているが、他の多くの産業に属する企業は、こうしたオンライン研修プログラムでの実績よりも、学校教育や過去の職歴を採用基準として重視している。こうした認識の乖離が、そのような人材の採用を阻み、労働者が上記のような追加のスキル構築を追求するインセンティブを低下させる可能性がある。教育の代替形態から最大の価値を引き出し、継続的にこうした新しい研修プログラムが生み出されるようにするためには、政府、企業、大学は同様に、小刻みに資格認定基準を支持し、より幅広い指標を採用基準に盛り込むことができるのではないか。

<sup>54</sup> “Jobs lost, jobs gained”, 2017

<sup>55</sup> 「セキュリティ・キャンプ協議会について」、Security Camp, accessed December 14, 2020, security-camp.or.jp



# 大胆な一手 その3: 学校運営と教師の指導力の効率性を改善し、生徒がより良い教育を受けられるようなソリューションを通じて、初等教育から大学教育まで教育界の徹底的なデジタル化を推進

2017年の時点で、日本では、200万人の教師が1,900万人の学生の育成に携わっている。学生全体のうち、1,300万人が小中学校、400万人が高等教育機関に所属している<sup>56</sup>。学生人口の70%は約40,000の公立学校に通っており、日本政府はGDPの約3%を公教育に費やしている<sup>57</sup>。公教育を除く教育産業については、経済産業省(METI)が2015年の市場規模を約2500億円と推定し、家庭教師サービスを提供する企業が市場の38%を占め、企業向け研修サービスと語学学校がそれぞれ20%、12%を占めている<sup>58</sup>。

日本の学校制度は、一貫して世界で最も優良な教育制度としてランク付けされている。2018年にOECDが実施した最新の国際学力調査(PISA)では、日本は科学で5位、数学で6位、読解で16位にランク付けされた。政府は、優秀な人材の教育において競争力を維持するために、「Society 5.0」のビジョンを通じて、教育のデジタル化と革新を促進するためのいくつかの施策を開始した。

施策の1つには、文部科学省(MEXT)が2019年に立ち上げたGIGAスクール構想(Global and Innovation Gateway for All)がある。GIGAスクール構想は、学校の用いるIT技術基盤を強化し、デジタルソリューションで学習を充実させることを目的としている。

GIGAスクール構想は、IT技術サービスの取り入れを推進し、助成金も出している。日本のすべての学校が2020年までに高速ネットワーク接続にアクセスし、2023年までに児童1人あたり1台のノートパソコンが使用できるようにする計画を立てている。ネットワーク実装の例として、2020年、相模原市はシスコシステムズと提携し、クラウドベースの学校ネットワークソリューションであるMerakiを105の学校すべてに展開した<sup>59</sup>。デバイスへのアクセスの例としては、枚方市が、リモート学習への切り替えを促し、新しいマルチメディアや屋外学習活動への参加を支援するために、32,000人の小中学生全員にAppleのiPadを提供した<sup>60</sup>。GIGAスクール構想はまた、高品質のデジタル教材の使用を促進し、技術教育に関するガイドラインを発行し、従来の科目をデジタルを活用した形で教育できるように支援している<sup>61</sup>。

さらに政府は、高等教育レベルでの教育革新を追求している。2020年6月、文部科学省は、Scheem-D(「大学教育のデジタルイニシアティブ」)という枠組みを発表した。この枠組みは、教育のデジタル化を全国に浸透させるためのプラットフォームである。大学教員やデジタル技術者が新しいアイデアを提案し、フィージビリティスタディを行い、成功したアイデアは全国規模で展開される<sup>62</sup>。

デジタルは、教員や職員の効率をさらに高められる。多くの場合、教員は勤務時間のほぼ半分を、生徒との直接のやり取りではなく、授業の準備、宿題の割り当てや採点、生徒の記録の管理に費やしている。ある試算によると、教師の勤務時間の最大40%が、自動化できる業務に費やされている<sup>63</sup>。文部科学省のデータによると、日本では、中学校教師は平均週64時間働いており、残業防止ガイドラインをはるかに超えている。なお、この労働時間には、学校外で行われる仕事は含まれていない<sup>64</sup>。このような長時間労働は、学校長たちによる報告にも見られるように、日本がOECD諸国のなかで2番目に教員不足に悩む国となっている原因と思われる<sup>65</sup>。デジタル技術を活用し、学習管理システム(LMS)や専用自動化

<sup>56</sup> 文部科学統計要覧(平成30年版), MEXT, 2018, [mext.go.jp](http://mext.go.jp)

<sup>57</sup> UNESCO Institute for Statistics, December 2020, [uis.unesco.org](http://uis.unesco.org)

<sup>58</sup> 教育産業の現状, METI, January 2018, [meti.go.jp](http://meti.go.jp)

<sup>59</sup> 「相模原市の公立学校、『GIGAスクール構想』に基づく学校ネットワークにCisco Merakiを採用」, September 8, 2020, [news-blogs.cisco.com](http://news-blogs.cisco.com)

<sup>60</sup> Kazumi Oda, 「クリエイティブなiPadは『教育委員会のお気に入り』になれるか?」, Gizmodo, September 10, 2020, [gizmodo.jp](http://gizmodo.jp)

<sup>61</sup> 教育の情報化に関する手引, MEXT, June 2020, [mext.go.jp](http://mext.go.jp)

<sup>62</sup> 大学教育のデジタルイニシアティブ, MEXT, June 2020, [mext.go.jp](http://mext.go.jp)

<sup>63</sup> Jake Bryant, Christine Heitz, Saurabh Sanghvi, and Dilip Wagle, How artificial intelligence will impact K-12 teachers, January 2020, [McKinsey.com](http://McKinsey.com)

<sup>64</sup> 教員勤務実態調査, MEXT, 2016, [mext.go.jp](http://mext.go.jp)

<sup>65</sup> Education GPS, OECD, December 2020, [gpseducation.oecd.org](http://gpseducation.oecd.org)

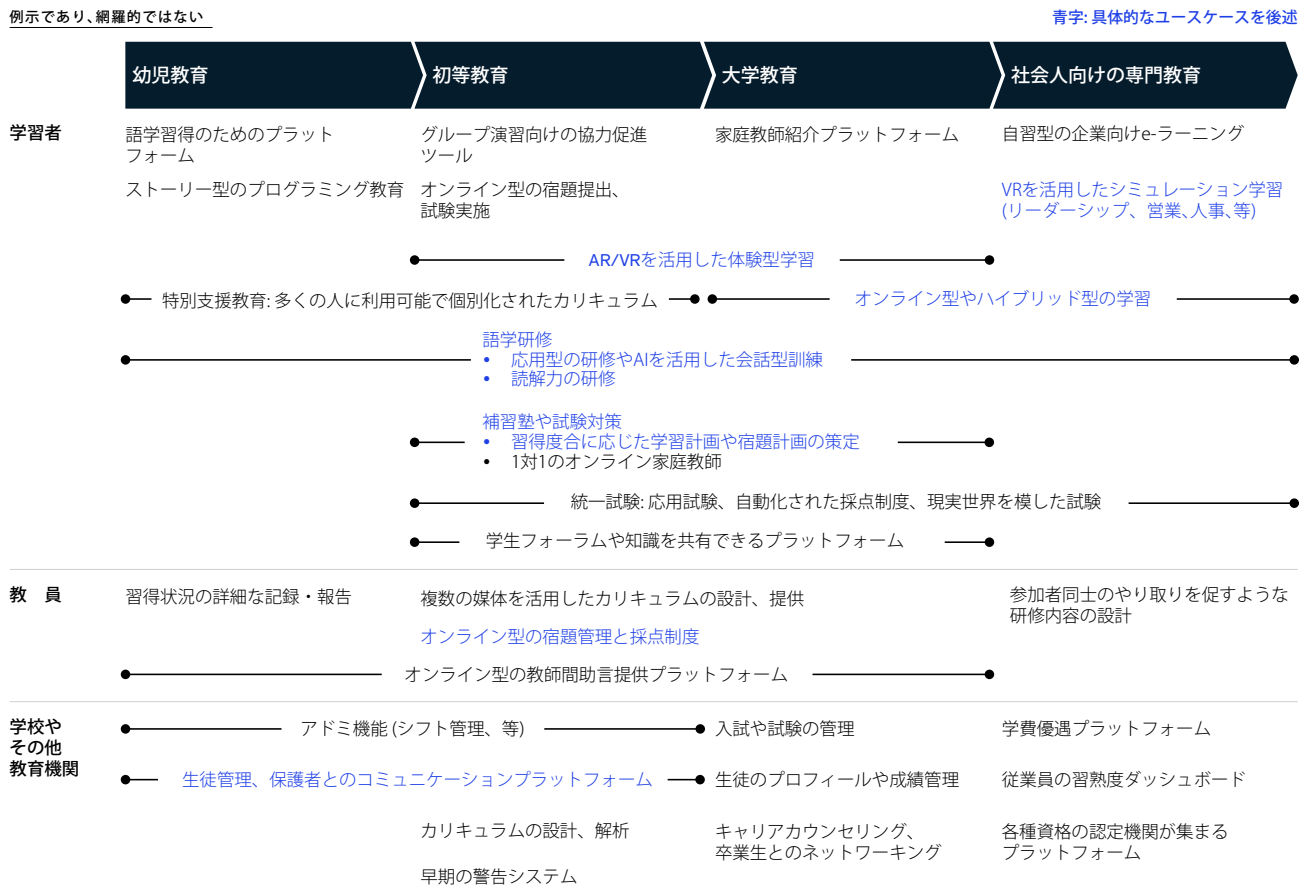
ツールなどのデジタルソリューションを活用することで、教師は労働時間を短縮し、子供たちとのやり取りなど遣り甲斐のある仕事に多くの時間を費やすことができる。

これらの新しい動きに乗じて、「eラーニング」または「EdTech」として知られる教育のデジタル化を目的とした技術革新が増加している。また、この分野への関心は今後も勢いが止まらないだろう。世界のeラーニング市場は2019年に1,940億ドルと推定され、2023年まで毎年10.3%成長し、推定2,870億ドルに達すると予測されている<sup>66</sup>。日本ではまた、EdTechで毎年5%の着実な成長が期待されており、日本の市場規模は、2019年の推定22億ドルから、2023年までに30億ドルに成長すると予測されている<sup>67</sup>。

## 教育の各段階で活用できるデジタルソリューション

個人の生涯教育は、幼児教育から、初等教育、大学教育、社会人向けの専門教育までの4つの段階に分類することができる。以下の図は、4つの段階それぞれにおいて活用できるデジタル技術の一覧を示している(図表9)。

図表 9:  
教育の各段階で活用できるデジタルソリューション



資料: マッキンゼー

<sup>66</sup> E-Learning Trends 2019, Docebo, 2018, docebo.com

<sup>67</sup> eラーニング市場に関する調査を実施 Yano Research Institute, April 2020, yano.co.jp; ITナビゲーター2020, Nomura Research Institute, December 2019, nri.com

また、デジタルソリューションは、以下のとおり、学習者だけでなく、その他の主要な関係者にも恩恵をもたらす。

- 学習者1人ひとりのためにカリキュラムの個別最適化を実現する、学習者向けソリューション
- 教師の作業効率を高めるための、教育者向けツール
- 学生の管理や学校外とのやり取りを支援するような、教育機関向けプラットフォーム

## 学習者向けソリューション

### AI・データに基づく学習計画策定と宿題設計

**効果: 生徒の学習に関する詳細な知見が得られ、より効率的な学習方法を設計できる**

日本では、補習塾による教育が非常に浸透しており、生徒の50%が放課後に学校外で教育を受け、学校での学習を補い、大学入試に備えている<sup>68</sup>。学校教育の効果を高めるためには、EdTechソリューションを活用して、各生徒のニーズに合わせて学習内容と配信のタイミングを個人に合わせる事ができる。日本のスタートアップ企業 atama plus は、AIを活用し生徒の理解度、学習履歴、忘却度等をもとに個別最適化カリキュラムを提供するシステム、AI先生「atama+」を開発し、国内学習塾2,100教室に提供している。AI先生が教え、講師が専用アプリ「atama+ COACH」を使い、生徒の学習状況をリアルタイムで確認し、コーチングする。教室でも自宅でも同様の水準で、人とAIのベストミックスによる教育の提供を可能にしている。

### 適応カリキュラムによる語学トレーニング

**効果: 外国語を理解し習得するスピードを向上できる**

デジタル技術を活用することで、学習者が負担するコストを削減する形で、新しい言語の学習を最適化することができる。Duolingoは機械学習を活用して、いつでも学習者の習熟度を特定し、最適なタイミングで学習の機会を提供する。これにより、ある語学の初心者が大学の4年間で得られる学習効果を、その半分の期間で実現できる<sup>69</sup>。2020年、GoogleはReadalongアプリケーションを世界中にリリースした。このアプリケーションは、音声処理を使用して、リアルタイムのフィードバックを提供することで子供の識字能力を向上させる。インドの農村地域で最初にリリースされ、被験者の64%が読解の点数を大幅に伸ばすのに役立った<sup>70</sup>。

### IAR/VRを使用した没入型学習

**効果: 鮮明な学習体験を提供し、学習にかかる費用を抑え、状況的学習によるリスクを低減させる**

修学旅行や実験室での授業は、体験を通じて学生に刺激を与えることができるが、それと同様の楽しい体験をAR/VR(拡張現実/仮想現実)を活用して提供できると期待されている。たとえば、MicrosoftのHololensは、ユーザーが現実世界に重ねて表示されたデジタルの物体を確認し、それらと対話できるヘッドセットである。ヘッドセットを装着した生徒は、教室にいる間、史跡を見学したり、

<sup>68</sup> Shadow Education: Private Supplementary Tutoring and Its Implications for Policy Makers in Asia, Asian Development Bank, May 2012, adb.org

<sup>69</sup> Jiang et al., Duolingo efficacy study: Beginning-level courses equivalent to four university semesters, Duolingo, August 2020, duolingo.com

<sup>70</sup> Kyle Wiggers, "Google's Read Along taps AI to improve kids' reading skills", VentureBeat, May 7, 2020, venturebeat.com

人体を調べたり、太陽系を探索したりするなど、鮮明な学習体験を楽しむことができる。参加者に行ったインタビューから、記憶力の強化、試験の点数向上、関心の維持などの恩恵が確認されている<sup>71</sup>。また、大学教育および専門教育において、VRは、複雑な社会的または技術的状況のシミュレーションを、リスクとコストを抑える形で提供できる手段として期待されている。たとえば、EdTech社のMursionは、リーダーシップ、多様性理解、カスタマーサービス、教師の育成など、様々なテーマでVRを活用した研修プログラムを提供しており、従業員はさまざまな状況下で練習を積むことができる。

## 教育者向けツール

### オンラインを活用した協調性の教育、宿題の配信や採点業務の効率化

#### 効果: 学習効率の向上、リモート教育の浸透

2020年の新型コロナウイルスの影響から、リモート環境でも教室の中のように生徒間の協調を促せるかどうか重視されている。複数のEdTech企業は、対面教育が不可能な場合のオンライン教育の提供を簡素化に取り組んでいる。それに加えて、宿題の割り当て、実施、採点の効率化を目指している。たとえば、GoogleとMicrosoftはそれぞれ、Google ClassroomとMicrosoft School Dashboardという、効果的で効率的な教育に焦点を当てた製品を提供している。教師はこれらを使用して、リモートで授業を配信したり、資料を共有したり、課題を配布および収集したりできる。さらに、学校がクラウドソリューションを追加で統合すれば、生徒の創造性やチームワークをさらに育むこともできる。たとえば、Adobe Creative Cloudを使用すると、教師は、Adobe Sparkなどのブラウザベースのツールを使用して、生徒同士がマルチメディアで発表できる対話型の授業を設計できる。

## 教育機関向けプラットフォーム

### オンラインで「ハイブリッド」な大学教育

#### 効果: より多くの人材に教育機会を提供でき、運営コストも低減できる

オンライン教育は、大規模な公開セッションから正式な大学の授業まで、さまざまな形で長い間利用されてきた。しかし、2020年に新型コロナウイルスが広まるまでは、正式な大学の授業がオンラインで行われることは稀だった。たとえば、2018年に、米国で1つでもオンライン授業を履修したことのある学生は全体の3分の1だったが、2020年にはその割合はほぼ100%だった<sup>72</sup>。日本では、東京大学などの機関が講義の録音や教育用ソフトウェアをオンラインで利用できるようにしており、他にも一部の大学が積極的にオンライン学習を採用している。大学にとって、オンライン授業はいくつかの機会をもたらす。たとえば、講義室や宿泊施設の運用コストを削減できるし、従来よりも多くの学生が各授業に参加できるようにすれば、全体の講義スケジュールもより柔軟に調整できる。さらに、クラウドやその他の技術を使用することで、教育機関は、他の大学や機関など、複数の外部リソースを活用できる。ただし、大学側がこれらの機会を活かすためには、教育機関同士の助言共有を促し、社会との接点をより多く設け、学習者に対して公平なアクセスを提供する必要がある。

<sup>71</sup> Alice Bonasio, Immersive Experiences in Education, Microsoft, 2019, microsoft.com

<sup>72</sup> André Dua, Jonathan Law, Ted Rounsaville, and Nadia Viswanath, Reimagining higher education in the United States, October 2020, McKinsey.com

## オンラインの生徒管理と保護者とのコミュニケーション

### 効果: 教師が行っている間接業務を削減

出欠記録、成績管理、保護者とのコミュニケーションなど、反復的で膨大な量の間接業務は、教師の勤務時間の最大10%を占めている<sup>73</sup>。学校管理システム(SMS)とは、これらの作業の多くをデジタル化および自動化する一連のツールであり、日本の複数のEdTech企業が提供している。たとえばCoDMONは、幼稚園や小学校が、アクセスカードを使用して出席追跡を自動化し、児童の健康状態や学費の支払い状況を管理し、安全かつ迅速な保護者とのコミュニケーションを可能にするツールである。同様に、BLENDを使用すると、教師は中央のデジタルシステムを用いて生徒の成績と評価を管理できるため、事務的なレポートの処理と作成にかかる時間を短縮できる。

---

<sup>73</sup> How artificial intelligence will impact K-12 teachers, January 2020

## デジタル改革にを阻む障壁

教育分野でデジタル改革を成功させるには、複数の障壁を克服する必要がある。

**キャパシティや能力の不足により、高度なデジタルツールの使用が制限される:** 文部科学省のGIGAスクール構想の成果もあり、2020年3月の時点で、日本の教室の91%においてインターネットにアクセスができ、公立学校の60%においてプロジェクターまたはデジタルホワイトボードが備えられている<sup>74</sup>。しかし、生徒にデジタル教科書を提供している学校はわずか8%であり<sup>75</sup>、効果的なオンライン学習支援プラットフォームが利用可能な学校は24%である。24%という数字は、学校長へのアンケートに基づく数字だが、これはOECD加盟国の中で最低値の1つである。さらに、PISAの実施したアンケートによると、日本の教師陣のデジタル能力の低さが浮き彫りになっている。学校長へのアンケートによると、デジタル教育を実施するために必要な、教員や職員のデジタル能力という項目で、日本は最下位に位置付けられた<sup>76</sup>。こうした現状が背景にあり、教育機関は新しいソリューションを試したくても試せないのかもしれない。

**デバイスへのアクセスの格差により、教育格差が深まるリスクがある:** OECDの報告によると、日本の15歳の学生のデスクトップパソコンまたはノートパソコンの使用率は、2009年から2018年にかけて、48%から35%に低下しており、この期間で低下がみられたのは日本のみであった<sup>77</sup>。公教育および補習教育の両方においてデジタル学習が普及するにつれて、携帯情報端末へのアクセスがますます必要になる。2020年の新型コロナウイルス感染症によってその必要性は高まり、多くの学校がリモート教育に移行し、保護者は在宅で働くようになり、場合によっては保護者と子供が同一のデバイスを使用する必要性が生じた。デバイスへのアクセスに格差ができてしまうと、さまざまな環境で育つ子供たちに、より公平な学習環境を提供してきたこれまでの多くの努力が無効になる可能性がある。不公平を避けるという理由で、教師は、子供たち全員が学習デバイスにアクセスできるようになるまでは、デジタルソリューションの活用を見送ることになるかもしれない。

**技術を不適切に活用したことに起因して、デジタル学習の効果が否定され、教育のデジタル化が疑問視される:** デバイスに平等にアクセスできることは、EdTechを広く採用するための重要な条件となる。ただし、それらのデバイスを学生に提供できたとしても、十分に検討された教育カリキュラムに組み込まれる形でデバイスが使用されない限り、より良い学習成果は得られない。2018年にPISAが実施したICT調査では、デジタル技術の活用度合と生徒の成績との相関関係が調査された。アジアでは、生徒が単独で使用できるツール(ノートパソコンや電子書籍リーダーなど)を使用する生徒は、そうでない生徒よりも読解の試験の点数が低くなることが示された。逆に、教師が使用するデバイス(プロジェクターなど)の使用は、タブレットやノートパソコンの使用よりも肯定的な結果と相関していた<sup>78</sup>。このような調査結果により、教師や政策立案者はデジタル学習の推進を躊躇するかもしれない。一方、本来は、教育者が使い方さえ注意すれば、教育のデジタル化は学習において強力なツールとなり得ることが広く理解されるべきだろう。エビデンスに基づく医療において、患者の治療にデータを使用することが前提となっているように、「エビデンスに基づくデジタル教育」においても、実験や実経験からのデータを活用して、学習を最適化するソリューションを開発する必要がある。

**自治体ごとに異なる個人情報保護法条例が、学校におけるクラウド学習ソリューションの導入を阻む:** GIGAスクール構想は、ある程度クラウドの採用を促進しているが、クラウドの採用を明確に義務付けずに、各学生へのコンピューターデバイスの配布とネットワーク環境の改善を優先している。2020年に新型コロナウイルス感染症が広まって以来、学校でのICTシステムの推進は政治的な注目を集めているが、地方自治体の個人情報保護条例が障壁となっている。地方自治体の規制は管轄によってさまざまだが、大多数が個人情報を扱うコンピューターデバイスからのオンラインアクセスを禁止している。個人のプライバシーを保護したいという願望が高まる一方で、そのように規制を複雑かつ多様化しては、大規模なリモート教育を実装する上で大きな障害となってしまう。

<sup>74</sup> 令和元年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果(令和2年3月現在), MEXT, October 2020, [mext.go.jp](https://mext.go.jp)

<sup>75</sup> 同上

<sup>76</sup> Education GPS, OECD

<sup>77</sup> Toshihiko Maida, “世界で唯一、日本の子どものパソコン使用率が低下している”, Newsweek Japan, January 8, 2020, [newsweekjapan.jp](https://www.newsweekjapan.jp)

<sup>78</sup> Jake Bryant, Felipe Child, Emma Dorn, and Stephen Hall, New global data reveal education technology's impact on learning, June 2020, [mckinsey.com](https://www.mckinsey.com)



# デジタル改革を成功させるための要件

上記で挙げた障壁を克服し、デジタル主導でより生産的な教育サービスへの移行を促進するために、以下の要点を押さえる必要がある。

**教師が事務作業にかけける時間を短縮し、デジタルの採用を促進するために、教師の役に立つソリューションに焦点を当てる:** EdTech ツールは刺激的な学習体験を生徒に提供できるが、優れた教師による生徒全員の巻き込みや連帯を促す技に取って代わることはできない。さらに、デジタル技術が生徒の成績に与える影響についてPISAが行った調査によると、生徒に対しては、ハードウェア以外のデジタルツールの導入は非常に難しいことが分かっている。したがって、EdTechはむしろ、教師を教育以外の業務から解放することに焦点を当てるべきである。そうすれば、教師は生徒のために授業をカスタマイズすることにもっと多くの時間を費やすことができる。マッキンゼーによるグローバルな調査によると、デジタル技術を活用することで、授業の準備、採点、生徒へのフィードバック、出欠などの管理業務はほとんど置き換えられる<sup>79</sup>。たとえば、自然言語処理(NLP)とロボティクス・プロセス・オートメーション(RPA)という既存の技術を使用して、宿題の評価と文房具などの調達を自動化できる。学校は、教師から賛同を得られるような具体的な「クイック・ウィン」に焦点を当て、より包括的な教育のデジタル化に向けて勢いを醸成することができる。

**教師と職員のデジタル能力を育成し、学習管理システムを利用できるようにする:** PISAが行ったICT調査で示されているように、日本の教師には、効果的にリモート授業を実施するために必要なスキルが備わっていない可能性がある。教師向けの研修プログラムの中に、デジタル能力やデジタルを活用した教育方法を組み込むことで、デジタル技術を効果的に活用してもらい、EdTechソリューションの試験的導入も行うことができる。研修以外にも、学校間の協業や助言提供を可能にするために、専用の教師ネットワークを設置することができる。さらには、教師が生徒に教えるべき、サイバーセキュリティを高めるために日々実践できる簡単な習慣についても、研修に組み込むことができる。こうした習慣には、例えば、複雑で独特なパスワードの作り方、クリックすべきでないURLリンクの見極め方、安全でない可能性のある公共Wi-Fiネットワークへの接続に対する注意などが含まれる。

**有効なEdTechツールの一覧を作成し、学校側のツールの調達と導入を支援する:** 世の中には無数のデジタルソリューションが存在し、誰かの助言がなければ、学校側としては最適なツールを特定することすら難しい場合がある。経済産業省(METI)は、Learning Innovationポータルに140を超えるEdTechソリューションを掲載している。また、文部科学省と協力して、あらゆるEdTechツールを公平に審査し、「実装のためのマニュアル」を定義することで、学校側は自信を持ってベストプラクティスに沿ったソリューション選択ができるようになる。

**EdTech、出版社、教師の間の協力を促し、学習効果が証明されたソリューションを設計する:** 三者はそれぞれ、技術面、内容面、教育実行面で重要な専門知識を有する。これらはいずれも、教育ソリューションの開発過程で必要な知識である。すべての関係者を巻き込むことにより、企業は、学校側に採用され易く、生徒にとって有益であり、使いこなすために多大な労力を強いらぬような、高品質のデジタルソリューションを確実に開発できる。

**個人情報保護に関して、自治体間の調和を取り、全国的に幅広いソリューションの展開を可能にする:** 約2,000におよぶ地方自治体がそれぞれ個人情報保護に関する法令を定めている現状は、俗に「2000個問題」として知られている。個人情報保護の枠組みを整えば、全国規模でクラウドベースの学習ソリューションを展開できる。さまざまな機関や委員会がEdTech企業と協力して全国展開に取り組むことが不可欠である。これにより、成績の分析にもとづいた個別にカスタマイズされた学習プログラムの提供や、生徒間の協調性の育成など、技術を通じてさらなる教育的価値を提供することが可能になる。

<sup>79</sup> How artificial intelligence will impact K-12 teachers, January 2020



17

9



# 大胆な一手 その4: 製造業界が、ソフトウェア、機械学習、ディープラーニングを活用して飛躍的な技術革新を実現し、ハードウェア、ロボティクス、自動車用技術に関する本来の強みをさらに強化

製造業は、2018年の合計売上高が約114兆円と、日本経済における最大の産業であり、自動車産業をはじめ一般産業用機械、建設、電機、電力設備などの産業が存在する。産業としての成熟度も高く、製品の品質や耐久性に特長があり、継続的な改善により少しずつ技術革新を積み重ねてきた。

なかでも自動車産業は、製造業全体の売上の約4分の1を占める、日本最大の産業である。日系メーカーは広範な拠点網を持ち、世界全体の自動車の約3分の1を製造している。トヨタ、日産、ホンダは世界を牽引する自動車メーカーである。また、一般産業用機械産業にもキーエンスやファナックなどの世界有数のメーカーが存在する。

日本には長年にわたる卓越したモノづくりの歴史があり、継続的な生産性の向上、ロボティクスの活用、ハードウェアを基盤とする技術革新などの土壌が既にできている。こうした産業が、デジタル化を活用して次に取り組むべきは、バリューチェーンのあらゆる箇所にソフトウェア、機械学習、ディープラーニングを活用することである。具体的な活用方法の例としては、自動車産業では、自動運転にAIを活用しそのソフトウェアを自動車の核とすることであり、一般産業用機械産業では、物流、製造、アフターサービスにおける主要業務にAIを活用することである。

## バリューチェーンの各所で活用できるAIソリューション

数値や確率の予測を可能にする従来型の機械学習や、さらに高度なディープラーニングを駆使したコンピュータビジョンおよび自然言語処理によって、製造業メーカーが活用できるデジタルソリューションの領域は多岐にわたる(図表10参照)。これらのユースケースは、人による観察やデータ分析に頼った旧来型の手法に比べて、大幅な進化を遂げている。AIとは手短かに言えば、専門家によるデータのラベル付けによって、モデルの訓練を可能にし、その結果、高精度の予測にもとづきあらゆる作業を自動化できる技術である。日本の製造業は、引き続きロボティクスやハードウェアにおける多くの技術革新を牽引すると思われるが、日本が世界を追い越して圧倒的な競争優位性を確立するためには、AIの導入が不可欠である。

製造業におけるバリューチェーンの各所で今後活用が期待されるAIソリューションには、大きく分けて以下の4つの領域が存在する。

- 従来型の機械学習による数値や確率の予測
- ディープラーニング: コンピュータビジョンを活用した画像の分類や対象物の検出
- ディープラーニング: 文書や会話の自然言語処理
- 完全なる自動運転の導入(自動車産業に特有の領域)

図表 10:

## 製造業バリューチェーンの各所で活用が期待される AIソリューション

例示であり、網羅的ではない

青字: 具体的なユースケースを後述

	研究開発	製造	販売と流通	設置	アフターマーケット		
従来型の機械学習	最適な製品仕様の予測	調達 自動化した柔軟な調達	Manufacturing 製造ライン停止の予測	地理的分析による物流の最適化	設置費用の予測	アフターマーケットの部品とサービス サービス契約の継続率の予測的設定	データに基づくサービス IoTや無線での(OTA)ソフトウェア更新を利用した予防保全
ディープラーニング: コンピュータービジョン	CADを使用した「デザインされた」品質の予測	ベンダーが「供給した」品質の予測	不良品の検知 - 目視検査	遠隔画像を利用した自動的な販売先の特定	自動化された現場設置の支援	アフターマーケットの「スナップアンドスワイプ」での部品販売	現場状況に基づく交換時間の予測
ディープラーニング: 自然言語処理 (NLP)	試作品に対する初期のフィードバックを回収するためのNLP	サプライヤーとの交渉の可能性のためのNLP	音声ベースの故障の発見	B2B取引の成功の可能性を予測するNLP	音声に基づく設置品質試験	現場における専門知識のチャットボット	振動の読解と制御

自動車業界特有の領域

完全自動運転車の配備

主要な技術的要件

ロボットによる自動化、クラウドのプラットフォームとインフラ、IoTとコネクテッドセンサー

資料: マッキンゼー

## 従来型の機械学習による数値や確率の予測

### 機械学習を活用した製品仕様の定義

効果: 研究開発費用の削減、効率的な設計による製造コストの削減、市場投入の迅速化、最終製品に対する顧客満足度の向上

製品仕様を分析し、仕様の優先順位決定を補助するツールには様々な種類が存在する。また、こうした既存ツールを使用する際は、顧客からの評価、コンジョイント分析の結果、製品性能データ、市場シェア、価格表、原材料費など、あらゆるデータと分析を用意し、帰納的に最適仕様を導出しなくてはならないことが多い。これらのデータを選別し準備するには時間がかかり、それぞれデータのサイズが膨大で形式も異なることを考慮すれば、実用的な知見を得るのは相当困難だと言える。

一方、機械学習は、製品開発の最先端領域を切り開けると期待されている。歴代の製品仕様データをラベル付けすることで、顧客が各仕様をどの程度好き(あるいは嫌い)かについて明らかにし、実際の製造に必要な時間やコスト、製造オペレーション上の課題の有無まで把握できる。そこから、「導入しようとしている仕様に対して想定されるコスト」や「オペレーション上の問題なく製造できる確率」などといった、今後想定される製品開発上の課題を事前に明らかにできる。さらに、ディープラーニングを組み合わせれば、順伝播型ニューラルネットワーク(FNN)を活用して様々な入力データを処理し、一度の処理で、ある製品仕様もたらすコスト、品質、付加価値を高精度で予測できる。

## 機械学習を活用し、IoTデータや自動ソフトウェア更新も組み合わせて実現する予防保全

**効果：機器の稼働停止時間の短縮、機器劣化の抑制**

機器の保全は急速に進化しており、多くの企業や顧客が工場や道路をはじめとする現場での事故を回避するため、「事後保全」から「予防保全」に移行している。データサイエンスや解析技術によって、予防保全を実施する最適なタイミングを判断し、効果的な保全計画が立てられるため、結果的に人件費や部品コストを抑制できる。

しかし現状では、大半の機械データがハードウェアから手作業で抽出されているため、広範な予防保全計画を設計するには、個別の分析を実行しなければならない。よりデジタル化を進めるには、高度なIoTセンサーを本格的に導入し、5Gの通信環境を活用して機械およびその関連情報を伝送することで、潜在的故障の予測がさらに容易になる。また、同様の通信環境を利用すれば、無線通信でソフトウェアを更新するハードウェアの「ソフトウェア化」も進み、問題解決につながる。

機械学習によって継続的な予測が可能になり、ストリーミングデータを使用して機器が故障する可能性を予測できるため、必要に応じた予防的更新や現場での保守も可能になる。AT&Tの事例では、5G通信環境やライブ動画、IoTセンサーを有効活用して、工場の自動化を支援している。同社の自動マテリアルハンドリングシステムは、4KワイヤレスカメラとIoTセンサーを搭載して、加速度や位置、温度、湿度、気体流に関連するデータを遠隔で監視および収集することが可能である。また、5Gを使用することで、収集した膨大なデータをほぼリアルタイムにあらゆるデバイスに転送することが可能である<sup>80</sup>。それらのデータは各所で分析され、工場内の機器の予防保全に活用されている。

類似の事例は建設現場でも見られる。キャタピラーは100万台以上の接続された機器から膨大なデータを収集している<sup>81</sup>。それらのデータは、機械学習モデルを活用して実用的な知見を得ることに役立てられている。実用的な知見の例としては、設備の想定外の稼働停止時間の予測や、主要な部品の製造計画の再設計などがあり、オペレーターの費用削減や計画遵守が可能になる。

## ディープラーニング：コンピュータビジョンを活用した画像の分類や対象物の検出

### ディープラーニングによる不良品の検出

**効果：目視検査の自動化による製造コストの削減、製品の品質向上、顧客満足度の向上、保証費用の削減**

不良品が生じれば、生産ラインの最終工程で再加工を行う必要があり、製品が市場に出ちゃっている場合は、既に購入した顧客に対して保証を行うコストが発生する。しかし、依然として作業員が製品の目視検査を行っている生産現場は少なくない。例えば自動車メーカーでは、作業員が塗装の様々なチェックポイントや、型打ちした金属部品と組み立てられた金属部品間の段差や隙間を確認しなければならない。わずかな傷や不具合の検出に時間と労力を要するにもかかわらず、一部を見落としてしまう可能性はゼロではない。

目視検査の最先端事例では、ディープラーニングのコンピュータビジョンを活用している。欠陥のあるデータセットでモデルを訓練して、自動的に問題を検出することが可能になる。生産ラインのカメラが高解像度の画像を撮影し、エッジ処理で画像に写る不具合の可能性を予測できる。もし不具合があれば、作業員が詳細な検証を行う。そうしたディープラーニングモデルは、新たな種類の不具合にも対応できるように更新や再訓練が可能であり、低コストで規模を拡大できる。

<sup>80</sup> "AT&T and Samsung Bring 5G to Life for the Manufacturing Industry", AT&T, June 21, 2019, about.att.com

<sup>81</sup> "Machine learning: Caterpillar Inc.'s Metamorphosis into Big Data", Harvard Business School Digital Initiative, November 12, 2018, digital.hbs.edu

この技術を導入することはすでに可能である。Landing AI のようなスタートアップ企業が目視検査のプラットフォームを保有しており、ロボティクスやソフトウェア、センサーの活用方法には数多くの選択肢がある。例えば、日本のロボットメーカーであるキーエンスは、数々のマシンビジョンとイメージ処理技術を有しており、わずか0.03mmの不具合まで特定できるような精度の検査工程を、完全に製造ライン内に組み込める形で提供している<sup>82</sup>。

## ディープラーニングを活用した部品販売

**効果: 効率的な発注処理による顧客体験の向上、アフターサービス売上げの増加、カスタマーサポート機能の自動化によるアフターサービスのコスト削減**

アフターサービスにおける部品販売は、多くの場合メーカーにとって利益率が2桁にもなる高収益の事業である。一部の業種では、利益率が40~80%というところもある。アフターサービスの部品販売を利用する顧客は、多くの場合部品を速やかに購入して自前での修理を希望するDIY派と、部品を購入して専門家に設置や修理を支援してもらうことを希望するDIFM(Do It For Me)派に分けられる。

多くの製造業者は電子商取引のウェブサイトを提供し、顧客や業者が部品番号を入力すれば該当部品を検索して購入できるようにしている。AIを導入すればこの購入体験はさらに改良され、DIY派やDIFM派の顧客がスマートフォンで部品の写真を撮影するだけで自動的に「検索」が行われ瞬時に購入が可能となり、部品番号の検索や適合性の確認、使用場所の入力などといった検索作業が不要になる。

コンピュータビジョンを取り入れた「スナップ・アンド・スワイプ」型の部品購入(交換が必要な部品の写真を撮影するだけで発注が完了する購入プロセス)により、顧客の負担が軽減され、アフターサービス部品の購入処理が効率的になる。日本企業には、このような購入プロセスをすぐに提供できる技術がある。自動車や機械のメーカーは、大抵の場合部品の画像データ一式を保有している。それらをラベル付けし、AWS Rekognition やGoogleのAutoMLといったツールを用いて、画像から自動的に該当部品が検出されるようにモデルを訓練すれば良い。様々なSKU(最小管理単位)の在庫があるのであれば、まずは回転率の高い部品から着手すれば良いだろう。さらに、こうした機能をモバイルアプリと組み合わせれば、顧客は画像を撮影するだけで部品を購入できるようになる。

## ディープラーニング: 文書や会話の自然言語処理

### 製造現場における専門知識が蓄積された自動チャットボット

**効果: サービスのサイクルタイム短縮、修理品質の向上、人件費の削減**

現場の「匠」労働者が退職年齢を迎え、製品の設置、稼働、維持、補修に関する専門知識が徐々に製造現場から失われつつある。会話型AI(チャットボット)は、退職によって消失してしまう現場作業員の専門知識を自動化し、それらの知識を、長い文章や検索しにくいデータベース形式ではなく、効率的に活用しやすい質疑応答形式で体系化する、画期的なソリューションである。

現場の日々の課題解決に関する知識が豊富で優秀な現場技術者を抱えた企業は、日々の課題に対する解決策を自動抽出してくれるモデルを訓練し配備することができる。繰り返しになるが、これを実現するための技術はすぐに利用可能である。AWSのPollyやGoogleのDialogflowなどのクラウドツールを活用してチャットボットを作れば、現場で日常的に起こる保守の問題に対処でき、経験の浅いエンジニアもチャットボットとの会話を通してすぐに助けを得られる。

<sup>82</sup> "Appearance inspection (foreign particles, flaws, defects)", Keyence, accessed December 4, 2020, keyence.com

## 完全なる自動運転の導入

日本は、自動車生産の国際的リーダーとして、今後車両を自動運転やコネクテッドカーといった世界にうまく移行させなければならない。McKinsey Center for Future Mobility (MCFM)が2019年に実施した消費者調査によると、手動運転車から自動運転車への乗り換えに関心があると答えた回答者は日本では40%で、世界平均の33%よりも7%高かった。また、車内における通信環境が良くなるのであれば別のメーカーの車に買い替えたいという回答者は、世界全体で36%だった。このような傾向は今後一層強まると見られる。今後10年間、自動運転の実現に向けた競争はソフトウェアに関連するものになる。ソフトウェア開発で重要なのは、モデルの訓練、判断基準、判断に基づく機械の制御という領域でディープラーニングを活用することである。競争の焦点は、従来のエンジン開発などからソフトウェア開発に急速に移行していくと見られる。特にレベル1やレベル2からレベル5への自動運転の進化は、日本ならびに各国の自動車メーカーにとって今後10年間の大きな挑戦となる可能性が高い。

図表 11:

### 自動化度合に基づく自動運転車の分類

#### レベル 0

##### 自動運転なし

人間の運転者が、操縦・加速・減速など、運転のあらゆる動作を担う



#### レベル 1

##### 運転支援

運転支援機能が、限定的な制御(例: 車間距離制御)を担うが、その他のあらゆる動作は運転者が担う



#### レベル 2

##### 特定条件下での自動運転機能

自動車が自動で操縦や加速を担うが、人間の運転者が全ての運転動作を監視し、いつでも介入できる



### 人間の運転者が運転状況を監視



### 自動運転機能が運転状況を監視

#### レベル 5

##### 完全自動運転

人間の運転者が対応できるあらゆる道路や環境において、自動運転機能が運転のあらゆる動作を担い

#### レベル 4

##### 特定条件下における完全自動運転

ほとんどの道路や環境において、自動運転機能が運転のあらゆる動作を担い、必要な運転者の介入が得られなかったとしても、自動運転機能が運転を担い続ける

#### レベル 3

##### 条件付自動運転

ある理想的な条件下において、速度制限など定められた制限の範囲内で、自動運転機能が運転のあらゆる動作を担い、運転者は介入が必要な際のみ適宜対応する

資料: 米国自動車技術者協会(SAE)、マッキンゼー

自動車業界は、自動運転のレベル0から5に向けて進展しつつある。2020年の末に実施された先進運転支援システム(レベル2)の評価では、Comma TwoのOpen Pilot、キャデラックのSuper Cruise、テスラのAutoPilotの3つが最も優秀な運転支援システムにランク付けされた<sup>83</sup>。一方、日本の自動車メーカーの開発した自動運転システムは、いずれもトップ10に入っていない。日本企業が国際的な競争力を維持するには、自動運転レベルの向上へ大胆に取り組み、課題を克服して、有効な自動運転車両を開発しなければならない。

## 自動運転におけるディープラーニングモデルの活用

### 効果: 自動運転精度の向上、安全性の改善

現在、自動運転技術は広く利用可能になっている。車内に搭載されているカメラセンサーは1秒当たり数百枚の画像を撮影している。YOLO (You only look onceの略。GitHubから無料ダウンロードできる)などのディープラーニングのアルゴリズムやモデルで物体を検知し、場所や位置を特定して車内でエッジ処理を行い、物体の内容を予測して(例: 停止標識)、回避行動を取る(例: 停車)。そうしたモデルには、画像を識別する訓練を行うためのラベル付けされたデータセットが必要で、それによって信号や道路標識、車両や歩行者などの一般的な物体を区分できるようになる。また、所定の道路を作業員とともに数百万キロも走行し、特定の状況における対処方法についてモデルの訓練を継続する必要もある。既により多くの試験データと走行距離を有している企業ほど、他社と比べて優位にあると言える。例えばテスラは、数百万に及ぶ画像により訓練を受けた約50のディープラーニングモデルが、車載コンピュータで直ちに演算され、信号や歩行者などに対して自動車取るべき対処方法を予測する。そうしたディープラーニングの発展以外にも、チップ上のシステムが高性能かつ低エネルギー消費になったことにより、信頼性や拡張性が向上し、無線を活用したソフトウェアの自動更新が可能になっている。これらの特定用途向け集積回路(ASIC)および画像処理装置(GPU)チップは自動運転車両に組み込まれ、車内でのエッジ処理や車外に転送しなければならないデータ量の削減が可能になっている。

## 自律走行車両の安全性

### 効果: 自動運転の安全性の向上、事故やけが、死亡件数の減少

自律走行車両の安全確保に向けて様々な技術を配備することができる。例えば、コネクテッドカーのソフトウェアをサイバー攻撃から保護するためのサイバーセキュリティ、道路の安全性や効率性を改善し、気候への影響を抑制するための地理的な境界の設定、そして、道路状況や信号などの外部要因に応じた人間の運転者の安全運転を正確に模倣して、自動運転モデルそのものの安全性を確保する技術などである。最後の技術については、自動運転の試験を行って安全性を証明することが、開発者にとって規制当局からの承認や消費者の製品に対する信頼を得る上でとても重要である。

インテルの子会社のMobileyeといった企業は自動運転車の安全基準に貢献している。MobileyeはResponsibility-Sensitive Safety (RSS)モデルを開発し、数式を使って人間の運転者の行動を模倣することによって、自動運転車の安全性を測定および証明している。RSSでは、自動運転車の製造メーカーに対して、車両の安全性を測定および証明するための透明性の高い安全性モデルを提供しており、人間の責任が定義されており、事故防止に必要な「安全な状態」も定義されている。

<sup>83</sup> “Active Driving Assistance Systems: Test Results and Design Recommendations”, November 2020, [consumerreports.org](https://www.consumerreports.org)



## コネクテッドカーと広く利用可能なサービス

効果: サブスクリプションモデルの確立、収益につながるような意味のある車両データの増加

車内のすべての主要なシステムを接続するような、一気通貫のソフトウェアプラットフォームを搭載するためには、車内通信環境の整備が不可欠である。さらに自動運転の到来によって、人間の運転者が常にハンドル操作をする必要がなくなれば、運転者は移動しながら遠隔で仕事をするなど、運転から解放されてほかの作業に集中できる。自動運転車を持つ消費者にとって、手頃で安全性と信頼性の高い通信環境そのものが、車に求められる重要な仕様になりつつある。

AT&Tといった企業は、KDDIと提携して、既にコネクテッドカーのハードウェアを提供している。車載Wi-Fi環境を通じて、優良なコンテンツをストリーミングしたり、移動しながら仕事をしたりといったことが可能になる。1つのWi-Fiネットワークを起動させれば複数の機器を接続できるので、個別のデータ通信プランやデバイス接続が不要になる。また、車載Wi-Fiは、車外からも接続できるので、在宅勤務時の通信環境としても利用できる。自動車関連企業は、車内での情報やエンターテインメントの利用だけでなく、予防保全やリアルタイムの緊急対応、コンシェルジュサービス、さらに車内での電子商取引サービスなども提供し始めている。

## デジタル改革を阻む障壁

製造業のデジタル改革を実現するためには、考え方、人材、規制、戦略、技術、データ、インフラに関する様々な課題に対処しなければならない。具体的な主要課題は、以下の通りである。

**ソフトウェア開発の人材や人工知能の専門家が少なく、コア事業の中心的役職に就いていない:** 従来のメーカーには、機械工学や生産工学の知識を持つ人材が多く、ソフトウェアやコンピュータサイエンス関連の知識を持つ人材は限られている。例えば現在の研究開発担当者の関心は、車体のスチールや電子部品の改良に偏って集中しており、新たなソフトウェア開発やディープラーニングモデルには関心が低い。今後、研究開発チームはむしろ、データの分類やモデルの開発ならびに訓練、配備について理解をさらに深めなければならない。同様に、製造現場の従業員はディープラーニングのコンピュータビジョンを活用するツールを使用および配備する方法について学び、アフターサービス市場の担当者は電子商取引やデジタルマーケティング、AIについて正確に把握する必要がある。現在は組織内の人材が不足しているため、ほとんどのデジタル化の取り組みがITサービス会社に依存している。今後のデジタル化の戦略的重要性を考慮すれば、デジタル人材は委託に頼るのではなく社内に抱え、さらに、コア事業の中核業務を担当させる必要がある。

**利用できるラベル付けされたデータセットが限定的で、機械学習モデルの構築が遅れている:** 機械学習モデルの予測精度を高めるには、その訓練に使用するラベル付けされたデータの品質と可用性を高めなければならない。現在、メーカーの多くは保存されている画像データを活用できておらず、従来通り表形式データを扱っている。車載カメラの画像データなど、画像の収集と分類の作業は、将来利用可能な形式で行われていない事例が多い。今後のAI活用を推進するためには、データが全く収集されていない、収集されたデータが個別に蓄積され相互利用できる形式に統合されていない、あるいはデータが分類されていない、などの課題に早急に対処する必要がある。

**過去に作られたIT方針やインフラの分断に縛られて、データ主導のアプリケーションを活用できない:** メーカーに共通する深刻な課題のひとつは、旧来のシステムや時代遅れのソフトウェアを使い続けていることである。自動車メーカーのなかには、2次元の製品設計を行い、3次元に再加工している企業もある。また、データ収集システムが断片化しており(例: 部品表がそれぞれの部署に存在し、データの基準や形式、ネーミングルールが異なる)、データの分断につながり、単一の実データや統合したデータセットがないので、デジタルアプリケーションを作れない。

**自律走行車両の規制がレベル3で止まっており、レベル5に向けた開発を後押しする水準に達していない:** 国土交通省は、2020年4月に道路交通法を改正し、運転装置を備えたレベル3の自動運転車を安全基準の対象に加えた。2020年11月にはホンダの新しいレベル3の自動運転車を承認し、特定の要件を満たす運転者に限らず自動運転システムによる運転を認めている<sup>84</sup>。そうした動きは自動運転が発展している兆候だが、テスラやWaymo、メルセデスをはじめとする欧州の自動車メーカーは、既にレベル4に向けて取り組んでいる。日本における自動車業界の重要性を考えれば、さらに大胆な動きでレベル4やレベル5の開発を後押しすべきだろう。さらに、レベル5の規制の論点以外にも、例えば機械学習のアルゴリズムが一因となって事故が起きた際に、誰が法的責任を負うのかという論点についても、明確な解がないため、無限に責任を負わされる可能性を恐れて自動車メーカーの技術開発が遅れているという側面もある。

<sup>84</sup> "Honda to launch world's first level 3 autonomous vehicle by March", 2020

**経営陣が大胆なデジタル改革への投資に消極的である:** 伝統あるメーカーの経営陣の多くは、企業の長期継続、容易に達成できる業績改善の着実な実現、市場シェアの維持といった目標に向けて経営に取り組んでいる。しかし、そうした目標は、本格的なデジタル化と対立することもある。試験的な少額のデジタル投資は広く行われているが、巨額投資という観点では、ハードウェアやITツールの方がデジタルアプリケーションよりも優先される傾向がある。デジタル化がもたらす付加価値について大まかには理解されているかもしれないが、確実なデジタル化を推進するための大胆な経営計画を設計し実行に移すことは困難である。

**自動化によって雇用の安定性が揺らぐと認識されている:** ソフトウェアと自動化は、労働力の合理化手段として描かれることが多い。しかし、新技術の開発には新たな役割が必要であり、人間にはコンピュータとは異なる方法で新たなことを学ぶ能力がある。日系企業は、他国の企業に比べて従業員の解雇をためらう傾向が強いため、既存労働者の失業リスクが伴う際は、新たな技術開発の推進を躊躇する場合がある。ソフトウェアの必要性や人口構成の変化を考えると、デジタル改革実現のために、既存労働者のスキル再構築や配置転換は不可欠である。

# デジタル改革を成功させるための要件

成功の要件とは、投資、能力開発、政策など、技術革新を加速させるあらゆる要因を指す。なお、以下では、新時代戦略研究所 (INES) の報告書「ポスト COVID-19 全世代型社会保障制度の実現に向けた提言」に記されている要件も一部取り上げながら、デジタル改革の成功に向けた活動を記していく。

**最高責任者レベルの経営幹部がソフトウェア、分析、AIへの資源の再配分を主導し、将来のデジタル化に舵を切る:** 日本のメーカー企業は世界のモノづくりを牽引しており、日本には機械学習やディープラーニングに特化したスタートアップも多く存在する。それらが融合すれば、工業のデジタル化を推進し、世界に遅れをとっているデジタルマニュファクチャリングにおいても巻き返しを図れるだろう。具体的には、重工業分野においてディープラーニングの導入に重点的に取り組むことで技術革新を推進しつつ、従来の技術 (IoT やロボティクス) も活用して生産性の維持や改善を実現できる。ただし、そうしたビジョンの実現には、官民双方の意思決定者が、明確なデジタル改革のロードマップに沿ってデジタル戦略を策定し、新しい人材の採用、予算や資源の再配分といった難しいテーマに率先して着手する必要がある。

**既存の人材にソフトウェア開発や機械学習の研修を施す:** そのためには2つの取り組みを行う必要がある。まず、既存従業員のデジタルに関するリテラシーを高め、新たなデジタル技術や機械学習を理解するための研修や能力開発を行う。次に、自動化できる作業を担当している従業員を対象に、スキルの再構築を行う。そうした従業員は貴重な専門知識を持っているため、データのラベル付けを担当してもらい機械学習モデルの訓練やデータ異常の検知と分析を担ってもらう。また、業種に対する深い知識を持つ従業員は、機械学習の担当チームと協力して、その領域の専門家としての役割を果たすことができる。

**機械学習のための非構造化データの収集および分類の手法を確立する:** デジタル改革を推進する環境を整備するためには、データに関する社内方針、プロセスやシステムを見直さなければならない。そのためには、データを使いこなすことに重点を置いた制度や文化を創出する必要がある。なお、従業員のスキル再構築にあたっては、ディープラーニングにおけるモデルの訓練向けに画像を手作業で分類したり、サイロ化された個別データを蓄積データへ統合した

りする作業を行う必要がある。そのため、データに関する社内方針や制度の整備は、従業員のスキル再構築と同調して行う必要がある。

**機動的なデジタル部門を立ち上げて、従来の風習にとらわれない「試してみよう学習する」環境で制約なく業務を行う:** 新しい部署を立ち上げ、新しい制度や組織構造、報酬体系、文化を構築し、過去のプロセスや考え方、時代遅れのシステムから脱却すべきである。融和という観点での課題は生じるが、数十年・数百年の歴史を持つ大企業の事業部門の中でデジタル化を進めるよりは、幾分自由に新たな文化や働き方を創出することができるだろう。

**レベル5の自動運転車の開発を推進し、国際的な競争力を維持しながら規制改革を目指す:** これは「卵が先か鶏が先か」という類の議論であるが、民間企業が政府の規制改革を待っている一方で、政府は民間企業からの規制改革に向けた圧力を十分に感じていないように見える。ここでは二面的なアプローチが求められており、政府は率先して高度な自動運転を承認して民間企業の意欲を高め、民間企業はレベル4やレベル5の自動運転技術に意欲的に投資を行い、研究を進めて政府への規制改革の働きかけを強める必要がある。テスラのような企業がレベル4やレベル5の実現に取り組む中で、日本においては官民双方の動きが重要である。日本の自動車メーカーが他社と肩を並べるだけでなく、他社を圧倒し自動運転を主導することを目指すならば、双方とも直ちに動き出すことが賢明である。

**自動運転のための法律や保険の仕組みを構築し、開発への躊躇を軽減させる:**これはさまざまな人工知能の導入事例にも当てはまるが、特にAIの判断に関する高いリスクが存在する自動運転で必要とされている。日本の自動車メーカーが国内市場で自動運転車を販売するには、法的責任を明確にして自動運転開発への意欲を高め、消費者、政府、自動車産業の間でリスクを分散する仕組みを作り上げることが重要になる。保険契約では関連リスクをカバーする一方で、消費者の運転時の注意力低下につながる内在的なモラルハザードに配慮する必要がある。

**自動車メーカーと先進テック系企業の連携を進展させる:**日本の自動車メーカーは、テック系企業などとの連携によって自動運転車の開発を進展させている。例えばトヨタは、2020年にAWSとの提携を発表し、トヨタの Mobility Services Platformの共同研究を進めている。この共同研究では、クラウドに接続した車両で次世代のデータ駆動型の移動サービスを提供することを目指し、開発および配備が進められている<sup>85</sup>。また、インテルの子会社Mobileyeは、2020年に日本のバス会社であるWILLER EXPRESSとの提携を発表し、同社の自動運転技術を活用して、日本での新たな輸送サービスとなるロボタクシーを開発するなど、新しいモビリティの実現を目指している<sup>86</sup>。そうした企業間の連携は、日本の自動車メーカーの有する専門知識と、先進テック系企業が有するAIに関する知識を組み合わせるものであり、日本の自動車メーカーが自動運転における競争に再び加わるための鍵となる。

**官民の連携を通じて、メーカーがデジタル化の導入に意欲的になる施策を講じる:**製造業における生産性の改善と中小企業のデジタル化を支援する国土交通省の i-Construction は、デジタル改革を可能にした政府の施策の成功事例である<sup>87</sup>。国土交通省は企業や業界団体と協力して、デジタルハードウェアならびにソフトウェアを導入する企業に対して、補助金の交付、減税措置、低金利融資を行う施策を具現化し、新たな技術を担う人材を育成した。国土交通省の i-Construction の施策を成功に導いた要因は2つある。官民の連携モデルであったことと、人材育成など長期的な施策に支援を行い、持続性を担保したことである。

<sup>85</sup> "Toyota and Amazon Web Services collaborate on Toyota's Mobility Services Platform", August 17, 2020, global.toyota

<sup>86</sup> 「WILLERとモービルアイが日本・台湾・ASEANにおける自動運転ソリューションの提供に向けて協業」 [WILLER and Mobileye collaborate to provide autonomous driving solutions in Japan, Taiwan and ASEAN], Intel, July 8, 2020, newscom.intel.co.jp

<sup>87</sup> 「i-Construction (ICT施工) の導入に関する補助金」 [Subsidy for the introduction of i-Construction (ICT construction)], MLIT, October 2020, ktr.mit.go.jp

Network

7:49 PM

100%

## TOMATO

*Solanum lycopersicum*

**AVG. 123 grams - 22 kcal**

Nutrition Facts: Tomatoes, red, ripe, raw - 100 grams

Calories	18
Water	95 %
Protein	0.9 g
Carbs	3.9 g
Sugar	2.6 g
Fiber	1.2 g
Fat	0.2 g
Saturated	0.03 g
Monounsaturated	0.03 g
Polyunsaturated	0.08 g
Omega-3	0 g
Omega-6	0.08 g



# 大胆な一手 その5: 小売業界が、デジタルを活用したオムニチャンネル型の購買体験を提供し、顧客動向の変化に的確に対応

2018年の日本の小売産業(総合小売、アパレル、食品飲料、その他消費財)の合計売上高は75兆円だった。そのうち、電子商取引の売上高は、前年から7.65%増加し<sup>88</sup>、なかでも携帯電話を介した電子商取引(m-コマースと呼ばれる)は、電子商取引全体の50%以上を占め、2011年から2018年にかけて年平均34%成長した<sup>89</sup>。

ただし、そうした急激な売上高の増加にもかかわらず、日本における電子商取引の普及率(小売業界の売上高全体に占める電子商取引の割合)は9%と推計され、近隣の中国や韓国の24%には及ばない<sup>90</sup>。また、マッキンゼーが2020年11月に実施した日本の消費者動向調査によると、新型コロナウイルス感染症の影響で、電子商取引の普及は加速している。その傾向は、新型コロナウイルス感染症の収束後も続く可能性が高く、20%以上の日本の消費者が引き続きオンラインで物を購入すると回答している<sup>91</sup>。そうなれば、オンラインと従来の店頭販売の両方のチャンネルにおいて、企業は顧客体験を充実させる必要がある。

日本における小売店舗は、従来からアクセスのよい都市部にあり、サービスや顧客体験、品揃えも充実し、営業時間も長いなど、総合的に極めて質が高い。さらに今後は、デジタルメディアでは提供できないような、味、におい、触感などの五感を刺激するような顧客体験を取り入れた「未来型店舗」を作り上げる可能性もある。しかし、電子商取引の利便性、品揃え、価格の優位性が多くの消費者を取り込んでいることも事実である。小売業界におけるデジタル化で重要なのは、単に従来の店頭販売に代わる電子商取引の普及だけでなく、店頭販売と電子商取引の両方のチャンネルが共存し、小売業全体の業績と顧客体験の充実を図ることである。

オムニチャンネルとは、店頭販売と電子商取引など、様々なチャンネルが相互に連携し、顧客がオンラインとオフラインの両方のチャンネルを使いながら商品を見つめ、評価、購入、体験できるようにする仕組みを指す。オンラインで探してオフラインで購入する、オフラインで見定めてからオンラインで購入して使用するなど、多様な組み合わせに対応しなければならない可能性もある。そうした商品購入プロセスにおいて、デジタルとリアルの両方を連携して提供できる企業が、顧客を獲得できる。

オムニチャンネルによる商品購入プロセスは、90%以上がオンライン起点である。オンラインでは様々な企業の商品や価格に関する情報を入手できるので、消費者の製品やサービスに関する知識は増え、判断力も高まっている。店頭に入るときには購入するものをほとんど決めており、配達についても複数の選択肢を提示される。そうした状況に対応するために、店舗側は、商品を購入するように仕向けるのではなく、オンラインで商品を予め紹介しておいて事前情報を提供する必要がある。そのため、いかにデジタルソリューションを活用して、購買体験の向上や決済の待ち時間の短縮などの形で商品購入プロセスを改善し、顧客満足度と顧客ロイヤリティを高められるかが鍵となる。また、当然個人情報の保護にも留意する必要がある。

日本の小売業界は、スーパーマーケットのように、シェア1位であるイオン(2018年時点で16%)を除けば、上位企業のシェアがそれぞれ3~4%<sup>92</sup>で拮抗している分散型の業態もあれば、コンビニエンスストアのように、セブンイレブン、ファミリーマート、ローソンの上位3社がそれぞれ42%、25%、23%のシェアを占める集中型の業態もある<sup>93</sup>。ドラッグストア(ウェルシア、ツルハドラッグ)、家電量販店(ヤマダデンキ、ビックカメラ)、百貨店(伊勢丹、三越)、ディスカウントストア(ドン・キホーテ)などは、業態間の競争がほとんどなく、それぞれの業態にリーダー企業が存在する。ただし、主に家電量販店として知られているビックカメラが、衣類や化粧品なども販売している例もある。

<sup>88</sup> 「電子商取引に関する市場調査の結果を取りまとめました」[Summary of market research on e-commerce], METI, July 22, 2020, meti.go.jp

<sup>89</sup> Euromonitor, December 12, 2019, euromonitor.com

<sup>90</sup> 同上

<sup>91</sup> "Survey: Japanese consumer sentiment during the coronavirus crisis", December 10, 2020, mckinsey.com

<sup>92</sup> "Chain Store Age, December 12, 2019, chainstoreage.com; Euromonitor, December 12, 2019, euromonitor.com; SPEEDA, December 12, 2019, ub-speeda.com

<sup>93</sup> 同上

2018年時点での日本における売上高の上位企業は、イオン、セブン&アイ(セブンイレブン)、ファーストリテイリング(ユニクロ)、ヤマダデンキ、パン・パシフィック・インターナショナル(ドン・キホーテ)の5社である。一方、電子商取引の上位企業は、Amazon、楽天、ヤフーショッピングである。日本の小売業は業態による集約度に違いがあるため、おそらく今後のデジタル改革の進み方は企業によって大きく異なると想像できる。イオンやドン・キホーテのように、必要な資源や膨大なデータネットワークを有する大手企業が最初にデジタルを導入し、次に小規模な食料品チェーンやドラッグストアが続くのではないだろうか。

## バリューチェーンの各所で活用できるデジタルユースケース

以下のように、小売業におけるデジタル改革は、製品開発から調達、最終消費者への配送、アフターサービスにいたるまで、バリューチェーンの各所で様々なデジタル活用の可能性をもたらす(図表12参照)。

図表 12:

### 小売業のバリューチェーンの各所で活用できるデジタルユースケース

青字: 具体的なユースケースを後述

調達入手	倉庫保管	輸送と配達	マーケティング (価格設定、 販売促進含む)	販売と店舗運営	オンライン 販売	アフター セールス (返品含む)
ディープラーニングによる需要予測	商品棚への自動補充ロボット	最終デリバリーロボット	店頭価格の機械学習	効率的な購買体験に向けた店舗の連携	即座に導入可能なオンラインショップの提供	蓄積したデジタルデータによる完全な商品の追跡
顧客セグメントと品揃えの最適化のための機械学習	設置、取出し、梱包ロボット	デリバリーの最適化のための車両管理	機械学習により個別最適化した販売促進	拡張現実と仮想現実によるオムニチャネル型の商品体験		カスタマーサポートのチャットボット
	機械学習によって最適化した在庫管理		オンラインでの流動的な価格設定のための機械学習	機械学習と地理的分析による店舗網の最適化		

← 主要な技術的要件: データ、顧客データ保護のサイバーセキュリティ、接続性向上のための5Gネットワーク →

資料: マッキンゼー

日本の小売業は、以下の2つの領域でデジタル化を推進することで、デジタルが実装された実店舗を電子商取引と融合させ、世界トップクラスのオムニチャネル型顧客体験を提供できる。

- 店頭ならびにオンラインにおける顧客体験の充実
- オペレーションの改善



## 店頭ならびにオンラインにおける顧客体験の充実

### 効率的な購買体験に向けた店舗の連携

**効果: 待ち時間のない効率的な購買体験、人件費の削減、顧客の行動や選好に関するデータ収集**

デジタル決済を導入すれば待ち時間を短縮できるが、Amazonのレジなし食料品店Amazon Goの決済システムJust Walk Out Shoppingは、さらに進化しており、決済そのものが不要になっている。店内のカメラと商品棚のセンサーによる空間分析から、顧客が手に取った(あるいは戻した)商品を検知し、顧客のモバイルアプリに自動的にバーチャルのショッピングカートが表示される。買い物を終えて店を出ると、バーチャルのショッピングカートに入った商品の代金が請求される。Amazon Goは、レジの待ち時間をなくすことにより顧客の購買プロセスを効率化し、顧客体験を充実させるとともに、決済時の人的ミスも減らした。もうひとつの隠れた便益は、顧客の行動や選好に関する貴重なデータの収集である。通常の食料品店は、最終的に顧客が購入した商品しか把握できないが、Amazon Goは顧客の画面スクロール、チェックやクリックから、商品を手にしたが購入せずに商品棚に戻した回数などの付加的情報も得られる。そうして集めたデータは、品揃えや商品レイアウトの最適化に役立つ。

### 拡張現実(AR)と仮想現実(VR)によるオムニチャネル型の商品体験

**効果: 試着時の待ち時間短縮、最終製品に対する顧客満足度の向上、返品減少と顧客ロイヤリティの向上**

もはや試着のために行列に並んだり、口紅の色がイメージどおりに肌色と合わないと思ったりすることはなくなるだろう。発売前の商品は、ARと3D計測やモバイルアプリを組み合わせ、バーチャルに試着体験ができるようになる。チューリッヒを拠点とするFision(2020年に欧州のeコマース企業Zalandoが買収)は、バーチャル試着室という概念を作り、顧客が3Dの体型計測カメラで試着状態を確認し、手間のかかる物理的な試着行為を省ける仕組みを取り入れている<sup>94</sup>。また、IKEAのVRアプリを使えば、まるで実際の部屋や店舗に家具をレイアウトしたかのような体験ができる<sup>95</sup>。日本のグローバル企業である資生堂も商品をバーチャルで紹介しており、Makeup Simulatorアプリを使用すれば実際にメイクをして確認する手間を省ける。店頭および消費者の携帯電話で使えるアプリ上で、鏡のようにユーザーの顔が画面に映し出され、メイクをしていない自分の顔で、様々な資生堂商品を試すことができる<sup>96</sup>。

### 即座に導入可能なオンライン店舗体験の提供

**効果: 顧客体験の向上、オムニチャネル型手法による売上増加、顧客ニーズに関するデータの入手**

Adobe Magento Commerceは電子商取引のプラットフォームであり、オンライン販売のためのウェブサイト作成を支援している。特徴的なのは、ユーザーが使いやすい「ドラッグ&ドロップ」操作によるウェブサイト構成であり、他にも、オンラインで購入して店頭で受け取る、ライブチャットでカスタマーサポートを得る、内製化されたデータ分析ツールにより業績向上を図れる、などの便利な機能を搭載している。日本の眼鏡メーカーJINSも、このサービスを活用している会社の1つであり、高度なコーディングの知識がなくとも、消費者にとって使いやすいインターフェースを持つ機能的なオンライン店舗を即座に作れる実例と言える。また、スポーツシューズとアパレルの会社であるアシックスは、新しいデジタル戦略の一環としてeコマースを強化するために、既存のプラットフォームをより使い易い形に更新して、世界各国で販売する商品全体を一元管理できる仕組みを構築する必要があった。そのためには、発注や生産管理システム、決済プロバイダー、バックエンドデータなどの様々な旧来システムを統合するAPIを構築しなければならなかった。そこでアシックスは、組織のiPaaS(integrated platform as a service)とフルライフサイクルAPI管理のための統合プラット

<sup>94</sup> "Zalando invests in customer experience with acquisition of Swiss mobile body scanning developer Fision", October 16, 2020, corporate.zalando.com

<sup>95</sup> Ayda Ayoubi, "IKEA Launches Augmented Reality Application", Architect, September 21, 2017, architectmagazine.com

<sup>96</sup> Yukari Mitsuhashi, "Reaching out to women: Shiseido does it well", Bridge, July 29, 2013, thebridge.jp

フォームであるSalesforce Integration CloudのMuleSoft Anypoint Platform導入により、分断していたシステムを統合し、顧客情報や発注状況、リアルタイムの在庫状況、価格などの個別管理データを一元化した。MuleSoftによって個別システムへの接続が不要になったことで、eコマースプラットフォームの機動性や柔軟性が高まり、顧客体験の充実につながっている。

## オペレーションの改善

### ディープラーニングによる需要予測

**効果: 高精度の売上予測、開発・設計から生産までの時間短縮**

従来の需要予測は、昔ながらの統計学を用いて、過去の売上記録や競合他社の製品カタログなどのデータを分析していた。しかし、こうした従来型の手法では簡単に把握できない情報も少なくない。例えばアパレル業界では、ファッションブログ内の消費者の発言、ソーシャルメディアで人気のスタイルやカラー、オンラインストアでの検索情報などである。機械学習やディープラーニングを活用すれば、画像や文書の認識が可能なので、これまでにない顧客データが集まり、現在および将来の人気売れ筋商品がリアルタイムでわかる。それらの知識は、小売業者の商品の設計や需要予測に役立つ可能性がある。

既に存在する事例として、Uniqloブランドを保有するファーストリテイリングが挙げられる。2018年に有明プロジェクトのひとつとしてGoogleと協業し、機械学習とディープラーニングを活用した画像認識によって、トレンド評価と需要予測を開始した。画像などのデータ分析によって、Uniqloは流行しそうな色、形、スタイルを予測し、それに合わせた製品デザインができる<sup>97</sup>。

### 機械学習による顧客セグメントと品揃えの最適化

**効果: 顧客満足度と顧客ロイヤリティの向上、売上げの増加と売れ残り商品の減少**

例えば、食料品店は、同じような商品ラインナップを用意していることが多いので、価格弾力性が比較的高い。そのため、顧客選好にあわせた品揃えの最適化は、売上げ、顧客満足度、顧客ロイヤリティ向上に大きく貢献できる。これまでも、マクロ単位では、あらゆる顧客の商品売上の集計、過去のデータに基づく顧客セグメンテーションなどの取り組みが行われてきた。しかし、急激に顧客行動が進化し、個別最適化された購買体験を消費者が求めていることにより、さらに細かい粒度で顧客データを用いた高度な分析が必要である。これに機械学習を活用すれば、人間による分析よりもさらに詳細で迅速な解析ができる。

日本の大手小売企業2社は(希望により匿名とする)、すでに機械学習を取り入れた品揃えの決定を行っている。そのプロセスでは、特徴量エンジニアリングによって顧客セグメントごとに購入判断に影響を与えている変数(購入量、人気カテゴリーなど)を特定する。その上で、新たな顧客セグメンテーションを行う(料理好き、格安セール好きなど)。そうすることで、より詳細に顧客プロフィールを把握し、リアルタイムで常に新たな顧客をセグメンテーションするツールを作成できる。顧客セグメントごとに適切な商品と購入時の選好を当てはめ、店舗ごとの顧客セグメント構成を想定することで、最適な商品提供を行うことができる。

<sup>97</sup> Barbara Santamaria, "Fast Retailing teams up with Google to power Ariake project", Fashion Network, September 19, 2018, fashionnetwork.com

## ロボットによる商品補充の自動化

**効果:** 在庫切れによる販売機会消失の減少、在庫数の減少、店頭スタッフが在庫チェックや補充などの繰り返し作業に使う時間削減し顧客体験に携わる時間を増加

顧客が見つけやすい場所に即座に商品を補充しておくことは、顧客体験と売上げの双方の観点から重要である。商品の在庫切れによる平均年間損失額は、売上4%程である。食料品の在庫追跡は特に複雑であり、一部の商品は商品棚ではなく貯蔵室に保管され、賞味期限があるので販売期間も短い。店員がそうした商品棚のチェックと補充に時間をかければ、顧客対応の時間が短くなる。その効果的な対応策が、ロボットによる商品補充である。例えばBossa Novaのロボットは、商品棚をスキャンして、在庫切れや陳列間違いを特定する<sup>98</sup>。ロボットが商品棚の補充漏れを把握できる精度は、人間の精度が40~60%であるのに対して、90%と言われている。ロボットが回収したデータと在庫情報を組み合わせれば、全体の在庫率を把握できるだけでなく、時間帯や季節などに合わせた商品の販売パターンの分析モデルを構築できる。

## ロボットによるラストマイル配送

**効果:** 10~40%の配送コストの削減、配送時間の短縮

人型ロボット、ドローン、ロボット犬、自動配送車などの無人運転による配送技術は、ラストマイル配送を変え、旧来の人間による配送はなくなると予想される。サンフランシスコを拠点とするスタートアップ企業Starship Technologiesは、自動運転の6輪配送ロボットによる食事や食料品の自宅配送に取り組んでいる<sup>99</sup>。そのロボットは歩道を歩行速度で進行し、道路の横断や障害物の回避、夜間や様々な天候での歩行も可能である。ユーザーは、アプリを使ってロボットの歩行場所を確認し、ロックを解除して配送物を受け取る。Starship Technologiesはメルセデスと提携してロボットの「母船」も開発しており、小型トラックが配達中のロボットを輸送し、組み込まれたアルゴリズムで効率的なルートや降車場所を判断する計画を立てている<sup>100</sup>。

## 機械学習による店頭価格の設定

**効果:** 価格弾力性の高い商品に競争力のある価格設定をすることによる集客増加、価格弾力性が低い商品の利益率の向上

日本の大手小売企業は(希望により匿名とする)、機械学習による価格の最適化に乗り出している。広く価値を知られている商品(KVI)、価値をあまり知られていない商品(non-KVI)に分けて最適化を考える。例えば前者は(卵や牛乳など)、価格が広く知られているので、低価格に設定すれば、価値ある商品を提供しているという印象を顧客に与えられる。

価格の最適化においては、まず、商品、売上げ、競合企業のデータを分析し、KVIとnon-KVIそれぞれの価格設定の改善領域を探る。各商品について、価格に敏感な顧客層にとっての重要度を考慮して、KVIスコアを定義する。このスコアを用いることで、価格弾力性が高く価格相場が広く知られている商品は、低価格に設定することで需要を喚起し、逆に、価格弾力性が低く価格相場が知られていない商品は、高利益率になるように設定する、などの価格設定ルールを決めることができる。また、売上げと総利益の推計モデルを構築し、価格設定ルールを検証し、主要業績データへの影響を予測することもできる。

<sup>98</sup> Glynn Davis, "Taking stock of the inventory management battleground", Essential Retail, January 29, 2020, essentialretail.com

<sup>99</sup> James Vincent, "Mercedes-Benz has made a 'mothership' van for six-wheeled delivery robots", Verge, September 7, 2016, theverge.com

<sup>100</sup> 同上

## サイバーセキュリティ対策による複数のパブリッククラウド上での販売業務実現

### 効果: サイバーセキュリティ対策の強化、業務効率の改善

クラウドへの移行を進める企業の増加に伴い、サイバーセキュリティに関するあらゆる懸念(統合上の問題や誤ったコンフィグレーション、より高度なサイバー攻撃、アクセス制御など)に対応できるような適切な対策が重要視されている。

例えば、ある日本企業はCD、DVD、ゲーム、書籍の購入とレンタルビジネスを全国展開しており、既存のITシステムをクラウドに移行し、ビジネスの機動性と競争力を高めなければならなかった。そこで、この企業は、アプリケーションごとに異なるパブリッククラウドを活用しようとした。しかし、そうなると業務が一層複雑になり、既存のIT部門はあらゆるセキュリティリスクを理解し、問題に対応しなければならない。そこでサイバーセキュリティプラットフォームとしてPalo Alto Networks Prisma Cloudの利用を選んだ。これにより、パブリッククラウドを自動的にモニタリングでき、セキュリティリスクが直感的に分かるよう視覚化され、世界標準のセキュリティガイドラインやコンプライアンス基準遵守の確認を行えるようになり、強力なセキュリティ環境が整備された。Prisma Cloudは、モニタリングやセキュリティ対策を行うパブリッククラウドの数ごとにライセンス契約を結ぶため、この企業は、サイバーセキュリティのカバレッジとコストの最適化も同時に行うことができた。

## デジタル改革を阻む障壁

デジタルオムニチャネル型の小売業を活性化する技術革新を推進するためには、構造的障壁や規制、従来のビジネス慣習などに対処する必要がある。具体的には、以下のような主要課題が想定される。

**旧来型のITシステムが普及しているため更新費用が高い:** 日本の企業界のなかでも、小売業の旧来システムの利用率は高い。小売業の3分の1の企業は、ほぼ全てのITシステムが旧来型であり、金融業界の29%、製造業の20%よりも高い。また、小売業の44%の企業は、少なくとも半分以上のデータを旧来システムに蓄積しており、この数値も、金融業界の29%、製造業の26%よりも高い<sup>101</sup>。そのためデジタル改革は容易ではなく、そうした旧来型のITシステムは、クラウドベースのデータ視覚化ツールのように比較的新しい技術との互換性がないものが多く、データの活用範囲も限られる。さらに、こうした企業がITサービス会社(システムインテグレーター)から、ERPシステム導入を伴うデジタル改革を提案され、改革に数年の時間と巨額の投資がかかると聞かされたとき、デジタル改革に躊躇するであろうことは容易に想像できる。

**必要な能力が不足し、データ量も限られる小規模店舗においては、すぐに開始できるはずの電子商取引ソリューションの導入もスムーズに進まない:** サービスのデジタル化やオンラインチャネルの導入には、一定の能力(ウェブデザインやテスト運用など)と労働力(配送など)が必要になり、すべての小売業者が同じように対応できるわけではない。その上、電子商取引で売上げを増やしたい小規模店舗には、戦略策定や売上予想に必要な顧客データが不足している。

**大勢の従業員に対して再教育や意識改革を施すことが難しい:** 2019年時点で、食品ならびに飲料の販売店だけで約165万人の従業員を抱えている。在庫管理ロボットやバーチャルな商品体験などのデジタル改革が推進されれば、大規模な研修と意識改革を通じて、数多くの人員に新しい働き方を適用しなければならない。倉庫管理や商品の出し入れなど、消費者への接客を伴わない業務に関しても、卸売業者や小売事業者、販売店は小売企業と同様にデジタル改革を理解し、小売企業と同じ研修や意識改革を求められる可能性がある。すべてのプロセスが自動化されるわけではなく、意思決定は引き続き人間が行うため、改革に対する従業員の理解と対応が成功を大きく左右する。

**店頭販売での業績に紐づく報酬体系により、電子商取引やオムニチャネルへの移行に対するインセンティブが働かない:** 電子商取引特有の障壁は、オムニチャネルでの販売に対する従業員へのインセンティブ設計が十分でないことにある。小売業の従業員の多くが、店頭での売上のみに基づいて報酬を受け取っており、積極的に顧客をオンラインに誘導しない。

**商品や顧客IDが標準化しておらず、需給や顧客の分析が進んでいない:** 同じ小売企業のなかでも、商品や顧客のIDが支店によって異なることさえある。そのため、需給分析や顧客サービスの個別最適化が難しくなっている。

<sup>101</sup> DXレポート～ITシステム「2025年の崖」克服とDXの本格的な展開 [DX Report-Overcoming the IT System "Cliff in 2025" and Full-scale Deployment of DX], METI, March 5, 2019, meti.go.jp

# デジタル改革を成功させるための要件

デジタル改革の実現には、技術革新を推進するための投資、政策などが必要である。ここでは、デジタル改革実現のための具体的な対処事例を取り上げている。

**安全なクラウドのデータプラットフォームを活用して膨大な小売顧客データを高頻度で処理し、業務を充実させるとともに顧客を重視した対応をする:** 小売業は、大勢の人々と頻繁に接点を持つ代表的な業種である。豊富な顧客詳細データを高頻度で入手でき、データの収集と活用が医療業界の患者データほどに注意を要するものでなければ、高度な機能的分析も可能である。しかし、そうしたデータを十分に活用するには、旧来型のITシステムからクラウドベースのデジタルプラットフォームに移行し、データの統合と拡張可能なデジタルアプリケーションの構築を行いやすくする必要があり、Amazon Web Services や Microsoft の Azure のように、クラウド活用を前提としたソリューションは既に幅広くそろっている。クラウドに移行すれば、セキュリティは共同責任であり、クラウドのプロバイダーは「クラウドの」セキュリティに責任を持ち、クラウドで提供されるサービスのインフラを守り、一方のユーザー企業は「クラウド上の」データや情報のセキュリティに責任を持つ。Palo Alto Networks などの企業は、日本企業をはじめとする各国企業に、強靱なサイバーセキュリティソリューションを提供し、オンプレミスでもクラウドでも、様々なクラウドのインフラ間でデータを移動する際でも、シームレスで一貫したデータの保護をしている。2017年、ある日本の百貨店がすべてのシステムをクラウドに全面移行し、電子商取引やPOS、購買システムをはじめとするあらゆるアプリケーションをクラウドに移そうとした。その実現とサポートにおいて、その企業は Palo Alto Networks の VM-Series Virtualized Next-Generation Firewall をセキュリティプラットフォームとして選択し、未知のマルウェアや意図的な攻撃を検知、分析、対処するツールとして導入するとともに、クラウド環境の徹底的な保護を担保した。

**すぐに利用できるオンラインマーケットプレイスや二者間・三者間プラットフォーム技術を選び、電子商取引の普及を図る:** Amazon などのマーケットプレイスや、Uber Eats のような二者間・三者間プラットフォームを持つサービスは、オンライン上のインターフェースとインフラだけでなく、配送などの補完サービスとも

連携し、一社では提供不可能なデジタルサービスや電子商取引への移行を図っている。また、マーケットプレイスのなかには、販売データに加え、総合的なビジネスツールを提供し、小売事業者の戦略や売上予測を支援しているものもある。

**デジタル技術と小売業の両方の専門知識を持つデジタルチームを社内に構築し、デジタル製品を導入する:** 小売事業者の多くでは、データエンジニアやデータサイエンティストといった専門的な人員が社内に不足しており、そうした専門人員と協業できる事業部側の人材も十分ではない。ほとんどの企業がデジタル関連業務をITサービス会社に外部委託しており、組織内での能力構築ができていない。小売業における業務経験で培った深い業界知識とデジタルソリューションの導入に必要な能力を持ち合わせた社内チームを作れば、デジタル戦略やデジタル施策について、データに基づく独自の判断ができる。そうした取り組みを始めるには、デジタルに精通した人材の採用(データサイエンティストやデザイナーなど)と既存従業員の能力向上のための人材育成(機械学習やディープラーニングの基本知識)などが必要になる場合もある。

**使いやすいアナリティクスや機械学習ツールを活用して、従業員が継続的に顧客に関する知見を得られるようにする:** ユーザーが使いやすい視覚化ツールやインターフェース、コーディング不要のプラットフォームを機械学習モデルに接続することによって、基本的な研修を受ければ、データサイエンスやデータエンジニアリングの知識がなくても簡易モデルやシミュレーションを回すことができるようになりつつある。主な分析は自動化されたモデルが行うため、専門的な技術の適用や導入に高度なスキルが必要なくなっており、従業員も事前研修を受ければ、そうした技術を活用できる。

オムニチャンネル(店頭およびオンライン)での販売を主導する従業員へのインセンティブ体系を強化する: 従業員の報酬システムを構造的に見直せば、従業員の考え方も変化する可能性がある。例えば、来店客がメール会員に登録した人数を業績として評価すれば、顧客が店頭での購入だけでなくオンラインチャンネルも利用するように仕向けられる可能性がある。

商品のコードや顧客IDなどのデータを統一し、オペレーションや需給分析がスムーズにできるようにする: 販売場所とチャンネル別に個々の商品や顧客固有のIDを定義すれば、売上追跡を実現できる。





# 大胆な一手 その6: ヘルスケア業界が、世界に先駆けて高齢者向けに個別最適化された遠隔ソリューションを導入

2018年における日本のヘルスケア関連GDPは39兆円で、GDP全体の約8%に相当する<sup>102</sup>。政府が優先施策と位置付けていることもあり、ヘルスケア産業にとって、デジタル改革は重点領域である。「経済財政運営と改革の基本方針」（骨太方針2020）においても、医療のデジタル化は基本方針のひとつ医療のデジタル化は基本方針のひとつに挙げられている。さらに、2020年の新型コロナ感染拡大により、オンライン診療への移行も加速化した。こうした動向を受け、ヘルスケア業界は今まさにデジタル改革の時を迎えており、デジタル改革に成功すれば、大きな社会的および経済的利益を生み出せると期待されている。

しかしながら、既存の医療制度には日本の人口高齢化による圧力がのしかかっている。誰もが平等に医療を受けられ、日本人の長寿化にも寄与してきた我が国の国民皆保険制度ではあるが、現実的には大きなしわ寄せが生じている。2018年時点で日本の平均寿命は世界第一位であり<sup>103</sup>、総人口に対する高齢者の割合は2050年には38%に達すると予想される<sup>104</sup>。世界経済フォーラムによると世界競争力ランキングの健康部門で日本は4位であったが<sup>105</sup>、高齢化により医療需要も高まってきている。健康管理におけるデジタル技術の活用に関しては、2018年に日本で遠隔医療サービスを利用した人は人口全体のわずか5%である<sup>106</sup>。例えば糖尿病など、特定の治療分野における疾病管理にデジタル技術をもっと活用すれば、医療の効率化につながり、医療費による財政影響を低減させたり、患者アウトカムも高めたりできる可能性がある。

日本政府は、こうしたニーズにも対応できるより良い制度を構築しようと、デジタル化やデータ活用の推進に注力している。厚生労働省では、医療保険請求や長期診療に関するデータを集めた包括的なデータベースの構築に取り組んでいる。また内閣府も次世代医療基盤法のもと、電子カルテ (EMR) を集約し匿名加工したデータベースへのアクセス権を付与するなど、医療情報の利活用を推進している。<sup>107</sup>また政府は、国のデータベースを民間企業にも公開する一方で、マイナンバーを使いマイナポータル経由で個人の医療記録にアクセスできるよう取り組んでいる<sup>108</sup>。もし日本のヘルスケア産業を抜本的に改革するタイミングがあるとすれば、それは今であり、その可能性を大きく開花させる鍵となるのがデジタル技術の活用である。ヘルスケア企業と政府が互いに協力し、医療バリューチェーン全体にわたってデジタル施策を推し進めていくことができる。

## バリューチェーンの各所で活用できるデジタルユースケース

ヘルスケア産業は、以下の3つのサブセクターで構成されている。

- バイオテクノロジーおよび製薬 (新薬、OTC 医薬品、ジェネリック医薬品を含む)
- 医療機器 (医療器具、医療電子機器、ウェアラブル、関連ソフトウェアを含む)
- 医療および診療の提供 (研究所、病院、診療所を含む)

また、2つの主要なバリューチェーンに分類できる。

- 製品の開発: バイオテクノロジーおよび製薬、医療機器のサブセクターに関するバリューチェーン
- サービスの提供: 医療サービスおよび診療のサブセクターに関するバリューチェーン

<sup>102</sup> 統計データ - 社会保障, 内閣統計局 (アクセス: 2020年11月) stat.go.jp.

<sup>103</sup> Sean Fleming, "Spain will soon overtake Japan in life expectancy rankings. Here's why", 世界経済フォーラム (2018年10月23日), weforum.org.

<sup>104</sup> ACCJ-EBC Health Policy White Paper 2017, 在日米商工会議所 (2017年9月)

<sup>105</sup> Alex Thornton, "These are the world's healthiest nations", 世界経済フォーラム (2019年2月25日), weforum.org.

<sup>106</sup> ヘルスケアに関するグローバル調査 - イプソスグローバルアドバイザー (Ipsos Global Advisor), 2018年, ipsos.com.

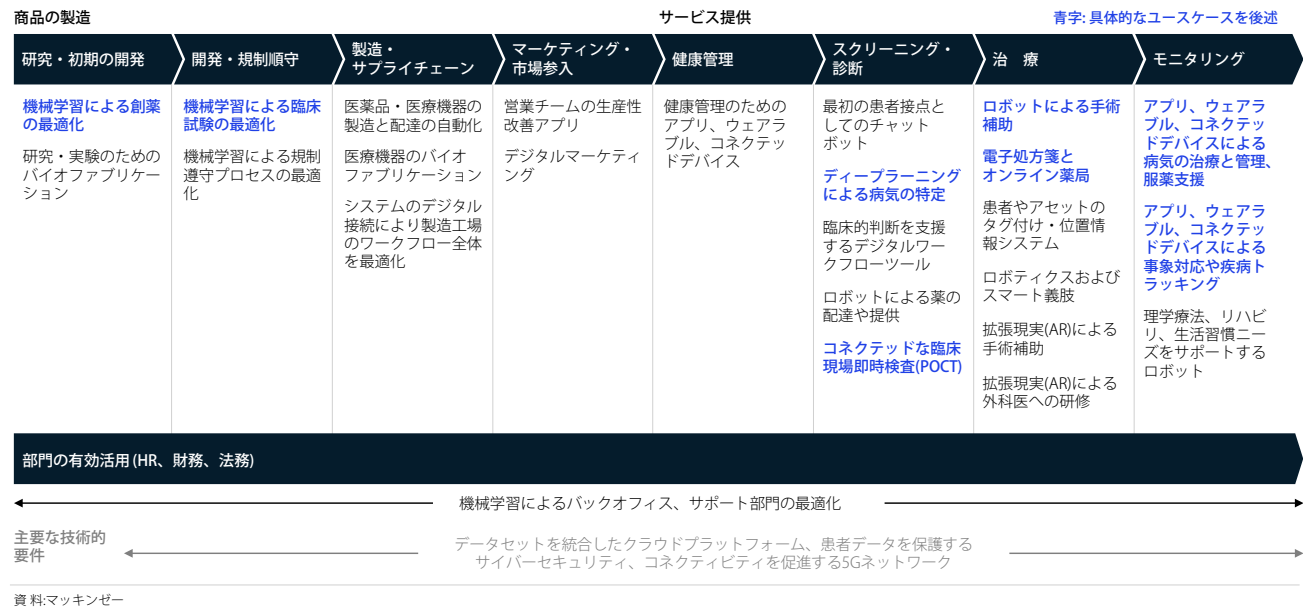
<sup>107</sup> レイモンド・チャン, 西川悠介, ヤン・ファン・オーバービーク, ミケーレ・ラヴィッショーニ, 「デジタル化が至上命題となる日本の製薬会社 (2018年3月)», McKinsey.com.

<sup>108</sup> 「マイナンバー」は、日本の国民および居住者全員に発行される識別番号であり、社会保障や租税目的に使用される

以下のように、ヘルスケア産業におけるデジタル改革は、バリューチェーンの各所で様々なデジタル技術が活用可能であることを示している(図表13)。この図表が示すのは改革により目指したい将来像であり、一部の成功事例をスケール化したり、日本の医療に適した活用方法を検討したりすることによって、ロードマップの達成に近づいていこう。

図表 13:

## ヘルスケアバリューチェーンの各所で活用できるデジタルユースケース



日本の場合、下記の4分野でデジタル活用を推進することで、高品質で患者ごとに個別化・最適化された治療を実現し、高齢化に伴うニーズに対応することができる。

- 機械学習、ディープラーニングによる創薬の最適化
- ロボティクスおよびディープラーニングによる医師の診断や手術の支援
- 遠隔医療とオンライン薬局
- コネクテッドデバイスによる疾病管理や健康情報の確認

## 機械学習、深層学習による創薬の推進

### 機械学習による創薬の最適化

**効果: 探索的研究フェーズの実施期間を短縮し、パイプラインの成功可能性を高める**

従来型の創薬アプローチは膨大なコストと時間がかかる。臨床前フェーズだけでも研究開発コスト全体の約3分の1を要し、第1相臨床試験(フェーズⅠ)の開始までには3~4年もかかる<sup>109</sup>。複数のデータソースに基づく機械学習を活用すれば、治療反応性の指標となるバイオマーカーをより迅速かつ正確に予測して創薬対象を特定できる。

2020年には人工知能により、Eli Lillyの既存薬であるバリシチニブ(関節リウマチ治療薬)が新型コロナウイルス感染症治療に有効であるとの仮説を立てた。アメリカ国立アレルギー・感染症研究所(National Institute of Allergy and Infectious Diseases: NIAID)は、新型コロナウイルス感染症に対する同薬の有効性を検証するための第3相臨床試験(フェーズⅢ)を2020年5月に開始した。その後、米国食品医薬品局(FDA)は新型コロ

<sup>109</sup> Arnaub Chatterjee, Sastry Chilukuri, Edd Fleming, Adam Knepp, Saif Rathore, and Joe Zabinski, Real-world evidence: Driving a new drug-development paradigm in oncology (2018年7月) McKinsey.com

ナウイルスに感染し入院した患者の治療におけるバリシチニブとムレデジビル併用について緊急使用を認めた。これは、人工知能によって既存薬の新たな治療効果を特定できた事例となった。

大日本住友製薬と英 Exscientia 社が共同研究により強迫性障害治療薬として DSP-1181 という新薬候補を創薬したのは、この領域における最近の日本の事例のひとつである。この創薬プロセスでは機械学習の活用により、探索的研究フェーズは1年未満に短縮された<sup>110</sup>。

## 機械学習による臨床試験の最適化

**効果: 臨床試験の患者登録を迅速化し、コストを削減し、試験の成功可能性を高める**

臨床試験サイクルは医薬品が市販にこぎつけるために極めて重要であるが、プロトコル設計から実施機関の選定、患者募集までの各段階は非常に複雑であるため、数ヶ月単位での遅れが生じたり、数千万円もの無駄なコストが発生したりする。そこで、機械学習を活用すれば、開始から終了までの臨床試験サイクル全体を合理化できる可能性がある。診療報酬データや JRCT の過去の臨床試験データなど、社内外の幅広いデータソースを大容量のクラウドインフラに統合すれば、予測・最適化アルゴリズムを活用してエンドポイントや選択/除外基準の選定を含むプロトコル設計から、実施機関の最適化、患者募集、予測品質管理に至るまで、各ステップで機会を捕捉することができる。また、自動ダッシュボードによる視覚化はシンプルで見やすく、プロセス全体のモニタリングを透明化し、必要に応じて早い段階での介入が可能となる。機械学習をプロトコルの最適化など臨床試験サイクルの個別のステップにも適用することで、プロトコルの修正にかかる時間を大幅に削減し、市販化までの時間を5週間も短縮できる可能性がある。ここで注意しなくてはならないのは、機械学習を適用するには臨床試験プロセスの単純な自動化が前提条件となることだ。現在の紙ベースのプロセスは医師の直筆によるサインを必要とする。機械学習の適用によってより大きな恩恵を享受するには、コスト削減とデジタル基盤構築の第一歩として基本レベルの自動化が必要である。

## ロボティクスおよびディープラーニングによる医師の診断や手術の支援

### ディープラーニングによる疾患の検出

**効果: 早期の介入や患者生存率の向上**

がんは日本人の死因として最も多い疾患のひとつであり、患者生存率の向上にはより迅速かつより正確に病気を発見することが極めて重要である。がんの兆候を特定するX線などによる画像診断は時間がかかり、かつ専門性の蓄積や医師への様々な研修などが必要となるが、デジタル技術の活用が可能な領域でもある。例えば2016年、東京大学医科学研究所では、抗がん治療中の患者の情報をIBMのAI「ワトソン」に解析させた結果、特殊な白血病であることを特定することができた。放射線科医が何週間も要するプロセスを、わずか10分で完了したのである<sup>111</sup>。

ディープラーニングは、様々な治療分野で医師による病気の診断を支援することが可能だ。例えば、2016年にGoogleが開発した、網膜写真から糖尿病性網膜症を発見できるディープラーニングアルゴリズムは、医師による患者のスクリーニングに役立つ。<sup>112</sup>Googleは2018年にさらに高度なディープラーニングアルゴリズムを開発した。これは、心血管イベントの発症リスクに関わってくる心血管系のリスク因子を網膜写真から予測するものである<sup>113</sup>。

<sup>110</sup> 「大日本住友製薬と Exscientia Ltd. の共同研究 人工知能 (AI) を活用して創製された新薬候補化合物のフェーズ1試験を開始」大日本住友製薬 (2020年1月30日), ds-pharma.com.

<sup>111</sup> "IBM's Watson Detected Rare Leukemia In Just 10 Minutes", Asian Scientist (2016年8月15日) asiantscientist.com.

<sup>112</sup> Google AI Blog, "Deep Learning for Detection of Diabetic Eye Disease", blog entry by Lily Peng and Varun Gulshan (2016年11月29日) ai.googleblog.com.

<sup>113</sup> Ibid, "Assessing Cardiovascular Risk Factors with Computer Vision", blog entry by Lily Peng (2018年2月19日)

## ロボットによる手術補助

**効果:患者のアウトカム向上、より緻密で侵襲度の低い手術法、医師の負担の軽減**

日本の医師の労働時間は、先進国の中でもかなり長い。2020年に発生した新型コロナウイルス感染症により医療従事者の感染リスクが高まったことや人手不足も相まって、病院スタッフの増員ニーズは高まっている。デジタル技術の活用は、医療の個別化・最適化を進めることで、患者の治療アウトカムやQOLを向上し、合併症や追加的な治療が発生するリスクを下げ、最適な医療アウトカムの推進に役立ちながら、医療従事者の負担を軽減することも可能になる。手術ロボットは、そうした潜在的なソリューションのひとつであり、特定の治療やタスクに関して、感染のリスクなくマンパワーを補助・強化することが可能だ。実際、ロボットが冠動脈バイパス術や胃切除術を問題なく完了するまでになっている。特に日本の場合、整形外科においてこうしたロボットの持つ可能性が重要である。高齢化に伴ってライフスタイルや働き方も変化しており、次世代シニアによる歩行移動や単独行動を向上させるニーズが増えており、その結果、股関節や膝関節の手術の需要が高まると予想されるからだ。

2020年8月、川崎重工業とシスメックスが共同出資するメディカロイド社の「hinotoriTM」が、国産の手術支援システムとして初めて製造販売承認を取得した。成長著しい手術支援ロボット市場へは国内、グローバル両方の企業が参入しており、技術革新が加速するなか、日本はリーダー的存在になれる可能性がある。

## 遠隔医療とオンライン薬局

### コネクテッドな臨床現場即時検査(POCT)

**効果:より高頻度なデータモニタリング、医療費の削減、リアルタイムデータ転送により患者・医師双方のデータ収集に費やす時間を削減**

遠隔医療は、患者や医師が互いに身体的接触がない状態での診療を可能にする。2016年、クリプトン社は、在宅医療に使用可能な高画質画像および診断データのリアルタイム送受信システムを開発した。このシステムでは、長崎県上五島病院に設置した高画質撮像装置を長崎大学病院と接続し、画像や診断データのリアルタイム送受信を使用して試験を行った。<sup>114</sup>この試験は胃カメラ検査、気管支鏡検査、超音波検査および内視鏡検査を含む様々な治療分野で行われた。医療機器登録に関するPMDA(医薬品医療機器総合機構)への申請も承認され、デジタルを活用した在宅医療の成功事例も出ている。

遠隔医療が成り立つにはコネクティビティ(接続性)と、Verizon社の5G UW( Ultra Wide Band、超広帯域無線通信)のように、円滑なデータ相互作用や患者・医師間での高速データ共有を可能にする技術が必要となる。<sup>115</sup>Verizon 5Gは低遅延で<sup>116</sup>ほぼリアルタイムでデータの転送・同期を行えるため、ARやVRの技術を使った在宅での理学療法などが可能になる。

### 電子処方箋とオンライン薬局

**効果:処方薬の売上増、服薬遵守率の改善、多剤併用による副作用の低減**

薬局チェーンのトモズをはじめ、多くの医薬品小売店は、止瀉薬、鎮痛剤などの非処方箋薬や、衛生用品などの低リスク医療機器をネットで注文できる電子商取引サイトを開設している。しかし、2020年後半時点ではそうしたウェブサイトを提供される商品の種類は限られている。これは、日本では避妊薬などを含む多くの医薬品が購入に処方箋を必要とするためである。電子処方箋への移行により、オンライン薬局で提供できる医薬品の範囲は大幅に拡大し、リフィル処方箋の自動化などの画期的なソリューションにもつながるデータ収集が可能となる。

高齢者による多剤併用の多い日本では、電子処方箋やオンライン薬局は特に重要である。実際、80歳以上の患者は平均4~6種類の薬を服用している。<sup>117</sup>また、デジタル技術の活用によって処方照合し、不適切な飲み

<sup>114</sup> 国立研究開発法人日本医療研究開発機構「在宅医療に応用可能な遠隔医療システムの開発」(2017年5月31日) [amed.go.jp](http://amed.go.jp).

<sup>115</sup> Chris Ashraf, "5G, five impacts:Healthcare", Verizon (2020年2月28日) [verizon.com](http://verizon.com).

<sup>116</sup> データパケットがネットワークを介して受信側に到達するまでの所要時間

<sup>117</sup> Mabuchi et al., Polypharmacy in elderly patients in Japan:Analysis of Japanese real-world databases, Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics

合わせの処方回避できれば、薬の相互作用による有害事象の低減も可能となる。日本では近年、クオールが提供する遠隔での服薬指導や医薬品の配送対応、メドレーが提供するオンラインコンサルティングシステム「Pharms」の活用など、電子処方箋分野が発展している。

## コネクテッドデバイスによる疾病管理や追跡

### アプリ、ウェアラブル、コネクテッドデバイスによる疾病の治療や管理、服薬支守

**効果: 患者の服薬順守率の改善、罹患率の低減、患者満足度の向上、治療コストの削減**

高齢者人口の増加に伴い、独居の方々も増えるなか、自分で治療状況を把握・管理しなくてはならないという精神的な負担も増えている。服薬順守率の低下は、命に関わる場合もある。例えば、高齢の糖尿病患者がインスリンの投与量を忘れてしまったら、疾患の悪化あるいは低血糖に繋がる。ウェアラブルやその他のコネクテッドデバイスは、モバイルアプリとの連動によって服薬を忘れないようリマインドを送信したり、追跡など追加的な支援を提供したりすることで、患者の服薬遵守率や健康の改善に役立つ。

スマート薬箱はIoMT、すなわち医療IoTを活用したセンサー搭載型のコネクテッドデバイスで、服薬順守率に的を絞ったデジタルソリューションのひとつである。日本ではDEFI (Don't Ever Forget it) やPopit Senseなどが購入できる。米国のIntent Solutions社が開発したピルディスペンサー「tad」は、セキュリティ対策が施されたAT&TのLPWA (低電力広域) ネットワークを活用して服薬データをほぼリアルタイムで医療従事者に提供でき、しかもスマートフォンやタブレットとのペアリングは不要である。tadは、服薬時間に対象患者の指紋認証によってのみ錠剤を補充するロック機能を設定することもでき、誤って過剰摂取することを防げる。

同様に、キュア・アップ社が慶応義塾大学と共同で開発した「CureApp SC ニコチン依存症治療アプリおよびCO (一酸化炭素) チェッカー」は、ニコチン依存症患者の禁煙治療の支援を目的としており、日本初の治療用アプリ・デジタル治療として2020年8月に厚生労働省から薬事承認を取得、同年12月には保険適用を受けた。<sup>118</sup>このアプリは、ユーザー (患者) からの喫煙衝動や健康状態に関する記録に対し、アルゴリズムを使用して離脱症状への対処法を助言する。

### アプリ、ウェアラブル、コネクテッドデバイスによる感染拡大対策や健康情報の管理

**効果: より対象を絞り込んだ接触者追跡と隔離によって疾病の拡大を抑制**

2020年に発生した新型コロナウイルス感染症では、感染拡大対策として接触確認アプリを広範囲に適用し、新型コロナウイルスの感染者やその濃厚接触者の自主隔離などの全国的な感染拡大対策に役立てた<sup>119</sup>。これらのアプリは行政や医療機関に対し、重篤化の可能性のある感染者の低減と増加防止に必要なデータに的を絞って提供した。日本の事例としては、新型コロナウイルスの感染対策として、2020年6月にウイルスへの接触確認アプリ「COCOA」が導入された<sup>120</sup>。このアプリはAppleとGoogleが共同開発したプラットフォームに依存し、Bluetoothを使用して、暗号化されたデータフラグを通じて濃厚接触者のユーザーデータを収集する。例えば、あるユーザーがコロナ検査で陽性となった場合、アプリは位置情報データや電話番号などの個人情報保護しつつ、陽性者と濃厚接触のあったユーザーに通知する。健康事象管理やパンデミックの追跡のためのアプリやデバイスは、パンデミックの収束後も感染症の拡大の追跡や抑制の目的で引き続き使用されると見られている。

(2020年1月27日) pubmed.ncbi.nlm.nih.gov.

<sup>118</sup> Hiromitsu Goto, "Quit-smoking app greenlighted as Japan's first digital therapeutic", Nikkei Asia (2020年6月20日) asia.nikkei.com.

<sup>119</sup> Molly Bode, Matt Craven, Markus Leopoldseder, Paul Rutten, and Matt Wilson, Contact tracing for COVID-19: New considerations for its practical application (2020年5月) McKinsey.com.

<sup>120</sup> Sam Byford, "Japan rolls out Microsoft-developed COVID-19 contact tracing app", Verge, (2020年6月19日) theverge.com.

## デジタル改革を阻む障壁

技術革新を推進し、デジタルヘルスケアを普及させるためには、既存のインセンティブ構造、規制、業界慣習に対して対処していく必要がある。下記にいくつかの例を挙げる。

**患者のデータ共有を制限する規制:** 個人情報保護法などのデータ保護規制によって患者のプライバシーが最重要と位置づけられており、個人情報保護法に加え、3つの省庁から医療情報の安全性管理に関する2つのガイドラインが施行されている。厚生労働省のガイドラインは医療機関向け、経済産業省・総務省のガイドラインはITサービス会社向けのものである。これらのガイドラインは、患者のデータを安全に取り扱い、匿名化した情報の集合物とすることを規定しており、データを抽出・使用する事業者の認定に特化した規制も施行されている。しかし、複数の省庁が関与したガイドラインが複数存在することにより、集積された患者データの活用を望む医療機関にとっては、柔軟にデータを活用することが難しい状態となっている。

**対面販売や紙ベースの処方箋を義務付ける規制がオンライン薬局を制約:** 医師法第20条では、医師が自ら診察し処方箋を出すことを原則とし、オンライン診療に関しては限定的に例外を認めている。他方、薬機法第9条の3では薬剤師による服薬指導は対面で行われなければならないと定めている。新型コロナウイルス感染症を受け、薬剤師がオンラインで服薬指導を実施できるようになったものの、2020年後半時点ではまだ医療機関が院外処方箋を紙に印刷して捺印し、当該薬局にFaxで送り、さらに後日、原本を薬局に郵送する必要がある。なお、この領域に関しては「骨太方針2020」で2022年夏までに電子処方箋の運用開始を目指す<sup>121</sup>と明記され、進展があることを付け加えておく<sup>121</sup>。

**競争が少なく収益化の機会が乏しいため、新しい技術の導入に対するインセンティブが限定される:** 国民皆保険制度は標準化や大規模な導入がしやすいというメリットがある一方で、競合の存在がないため新しい技術の早期導入に対するインセンティブが著しく低くなる。民間の医療保険会社が有するイノベーション技術を活用するなど、収益化に向けた技術の積極的導入を図るべきである。また、日本の患者は国民健康保険の適用に慣れているため、自己負担の支払には消極的である。インセンティブが増えない限り、現行システムの構造では収益化の機会はかなり限定される。

**臨床試験期間中の資金調達機会の少なさが医療系スタートアップにとっての障壁となる:** ウェアラブル医療機器などのデジタルソリューションは、薬機法に基づく薬事承認を受けなくてはならない。薬事承認には、診断、治療、疾病予防におけるメリットが実証された医療機器に対する保険適用の基本規則が含まれる。薬事承認の取得自体、非常にハードルが高いうえ、申請には長期にわたる臨床試験が伴うため、相当規模の資金が必要だが、常に順調に資金を調達できるとは限らない。これが、日本の多くの医療系スタートアップにとって大きな障壁となっている。

**紙ベースの処理により、医療行為や事務作業が停滞:** 臨床試験の契約、製造販売承認申請関連資料の一部、医師による患者データの記録など、様々なプロセスが依然として紙ベースで行われており、コピー、手渡し、捺印、手書きの署名などが必要になることが多い。

**医師や患者のデジタルリテラシーが低い:** 医師が患者データを電子的に管理できるようなサービスもあるが、一部の医師は患者データの電子化に抵抗があったり、そうした技術に慣れていなかったりする。日本の電子カルテ(EMR)の普及率は2017年時点で40%強と、他の先進国と比べても低く、例えば英国では電子カルテ

<sup>121</sup> Muneaki Hashimoto, “2年後に運用目指す電子処方箋も、課題は「はんこ」” [The issue for electronic prescriptions, which we aim to operate in two years, is hanko], Nikkei Business, August 19, 2020, business.nikkei.com

の普及率は99%である<sup>122</sup>。実際に、いまだに患者データを印刷してファイルに保管する、あるいは支払いが現金のみという医療機関もある。これは患者側も同様で、コネクテッドデバイスやアプリを操作するには一定のデジタル能力が必要とされる。2018年に Ipsos Group が実施したアンケートによると、コネクテッド医療機器を使用したことがあると回答した人は日本ではわずか9%であった。また、31%の人が、その理由として「デバイスのことをよく知らないから」と回答している<sup>123</sup>。デジタル技術のメリットや使用方法に関する知識不足が、導入の推進に向けて乗り越えるべき障壁となっている。

**医師や患者のリスク回避意識がデジタルツールの導入を妨げる:** 病院や医師は、データ漏洩や、機械学習モデルによる分類ミスなどの事故が、患者にマイナスの影響をもたらし、ひいては患者の信頼を失いかねないという恐れや責任感から、デジタルソリューションに対して懐疑的なことがある。医療機器メーカーは製薬会社や病院と提携したり、技術の使用に対する懸念を低減すべく規制承認を取得したりしているが、意識改革は依然として課題となっている。現時点では、デジタル技術のもたらす恩恵よりもリスクを重視する傾向のほうが強い。また、個人情報を行政府に対して開示することに対して、患者が不快感を示す場合もあり、これも高い障壁のひとつとなる。

**病院のITインフラがデジタルユースケースの導入に追いついていない:** 多くの病院では、デジタル技術の接続に必要な5Gのような高速で安全なネットワークを導入しておらず、また患者データのほか、オンライン接続が増えてきた医療機器や遠隔診療のデータなど、重要な医療データを守るためのサイバーセキュリティにも適切な投資が行われていない。これらは特に配慮が必要な情報であるため、安全なデジタル環境を整える必要がある。

<sup>122</sup> 電子カルテシステム等の普及状況の推移 [Changes in the diffusion of electronic medical record systems, etc.], MHLW, 2017, [mhlw.go.jp/health-at-a-glance/europe2020](http://mhlw.go.jp/health-at-a-glance/europe2020), OECD, 2020, [oecd.org](http://oecd.org)

<sup>123</sup> Global Views On Healthcare – 2018.

# デジタル改革を成功させるための要件

デジタル改革の実現には、技術革新を推進するための投資、能力開発、政策などが必要である。ここでは、デジタル改革実現のための具体的な対処事例を取り上げている。

**患者データを安全に共有できるよう、規制や十分なサイバーセキュリティに対応したクラウドベースの相互運用型データプラットフォームを構築:** クラウドコンピューティングを活用した統一のヘルスケアデータプラットフォームを開発することにより、異なるシステム間の相互運用性が向上し、また患者も通院しているクリニックや病院に関係なく自分の保険記録にアクセスできるようになる。この領域は内閣府の「次世代医療基盤法」の施行によって、例えば認定事業者に対して匿名加工された電子カルテ (EHR) へのアクセスを許可したり、医療機関に対してオプトアウトシステムによるデータ提供を許可したりするなど、少しずつ進展している。さらに、厚生労働省もデータヘルス改革推進計画を通じて (日本の法定検診などから得た) 匿名加工されていない公的保険記録に患者がアクセスしやすいようにするといった施策に取り組んでいる。また、データ共有の価値を最大限に獲得するには、データアクセス改善の進捗とは別に、データの標準化や相互運用性についてもさらなる取り組みが必要である。これには、強力なサイバーセキュリティで保護され、最小限の暗号化やデータの要配慮レベルなどのデータ標準が定義された統一プラットフォームに関する合意形成が最初のステップとなる。ヘルスケア分野のサイバーセキュリティに関する規制を検討し更新するにあたり、日本が参考にできる国として英国がある。英国では、過去数年間にわたって国民健康保険 (NHS) のデータセキュリティに関する規制や要件の更新に取り組み、各 NHS 組織がサイバーセキュリティを管理・改善しやすいようにした。

**予約や診療報酬手続きが簡単なオンライン医療サービスの構築:** ほとんど全ての医療行為が対面で行われていた日本において、遠隔診療・治療の強化は医療サービスの向上に不可欠である。昨年新型コロナ感染対策もこの改革を促す形になり、オンライン診療を報告した病院の数は、2020年3月~5月の間に5倍近くになった。<sup>124</sup> 厚生労働省は、本稿を執筆した2020年時点でこれらの規制変更を永続的なものとしていないのに対し、総理大臣は自身の新たな政策のなかで遠隔医療の規制緩和を強調しており、パンデミック収束後に以前の状態に戻り逆戻りすることはないだろう。

**デジタルソリューションの開発に対する金銭的なインセンティブを設け、臨床前および臨床試験期を支援:** 助成金、税制上の優遇措置、低金利ローン、臨床試験データの共有化と収益化の仕組みなどを通じた金銭的支援を臨床前および臨床期間中に企業、特にスタートアップに対して行うことにより、創薬や製品開発におけるボトルネックを緩和できる。

**デジタル書式やデジタル署名の使用により各プロセスにおける紙や捺印を不要にする:** 紙ベースや捺印による承認プロセスから電子送信に切り替えることは、短期的なコスト削減のためだけでなく、長期的にデジタル化を一層推進するための勢いを醸成するためにも必要である。

**医師、患者、行政に対してデジタルに関する研修を実施することにより、デジタルアプリの導入を促すとともにリスク回避意識を克服:** デジタル導入に関する課題の一部は、デジタル技術の恩恵や利用法についての知識不足から生じる不信感や不安にある。この障壁は、特に高齢の患者、医療従事者、行政担当者向けに研修を実施したり、より大がかりな人材育成プログラムを展開することで解決できる可能性がある。若年層が新しいソリューションや技術革新を進んで取り入れるのに対し、年齢が上がるほど追加的な支援が必要になる。

**病院ネットワークにおける広範かつ安全な接続を確保し、ネットワーク間のシームレスなデータ転送を確立:** 比較的容易に着手できる機会として、病院が安全な高速ネットワークにアクセスできるようにすることが挙げられる。この第一歩をすでに踏み出したのが、AT&Tである。同社はシカゴにあるラッシュ大学医療センターとの協働により、AT&Tの5Gネットワークを活用した5G対応病院を構築し、同病院のシステム全体で実装される様々なデジタルユースケースを支援している。カナダのノースヨーク総合病院では、IBMのデータウェアハウス PureData System for Analytics を中心にアナリティクスアーキテクチャを再構築した。IBMのアナリティクスソリューションを統合して日々の業績管理、トレンド検出、プロセス改善を通じて高品質な患者ケアを可能にする。

<sup>124</sup> 二羽はるな「オンライン診療料の届け出、3カ月で3.4倍に」日経メディカル (2020年8月21日) [medical.nikkeibp.co.jp](https://medical.nikkeibp.co.jp).



**ヘルスケア企業とクラウド/AI企業が提携を結び、互いの専門性を活用:** 技術革新は、既存企業、新規参入企業、研究機関などの中での提携を必要とする。例えば、大塚製薬は中枢神経系の疾患領域に的を絞ったデジタルヘルス・ソリューションの構築を目指して、日本IBMと提携した<sup>125</sup>。両社が合併で設立したスタートアップ「大塚デジタルヘルス(ODH)」は大塚ホールディングスの独立子会社であり、大塚製薬とは同列となる。そのほか、産学提携を含め目立ったパートナーシップとしてはエーザイと慶応大学の提携による、認知症のための新薬の探索・開発に関する最新技術を活用した研究ラボの創設がある。

**デジタルネイティブ世代の医師を招集してデジタルの定着化を推進:** 医師の中には、新しい技術の導入に関して、より積極的で寛容な姿勢を持つ者もいる。しかしながら、2020年後半時点で、そうした医師達を繋ぐグループが存在しない。そうしたデジタル推進派のグループを設置することで、デジタルへの移行に消極的な医師を説得できるかもしれない。デジタル技術の恩恵に関する前例を作り、共有することにより、デジタル推進派の医師達が医師全体におけるデジタルへの信頼構築を牽引することができる。

<sup>125</sup> “大塚製薬と日本 IBM、中枢神経領域におけるデジタルヘルス・ソリューション事業の合併会社設立”, 大塚製薬 (2016年6月13日), [otsuka.co.jp](http://otsuka.co.jp)



# 大胆な一手 その7: 金融機関が、クラウドインフラとオープンネットワークを活用して、多様なモバイル環境から接続できるソリューションを構築

2018年の日本における金融・保険サービス業界の売上高は23兆円と推計され、GDPの約4%を占めている。アジアの他の先進諸国では、2014年から2018年まで金融業界は年率4~9%の成長を続けているが、同期間の日本の金融業界は、GDP成長率がゼロに近く、低金利あるいはマイナス金利という状況下で低迷している。高コスト体質である日本の銀行では、2014年から2018年にかけて利益率も年率4.4%で下落している<sup>126</sup>。

そこでコスト削減対策として、デジタル技術の導入が有効である。例えば、自然言語処理(NLP)や光学文字認識(OCR)で文書業務を削減あるいはデジタル化し、ロボティックプロセスオートメーション(RPA)を導入して作業プロセスへの人的関与を減らし、さらに業務監視に機械学習を活用することで法令遵守を徹底できる。日本の金融業界は、それらのデジタル技術をコスト削減に活かすだけでなく、新たな収益源としてグローバルな競争力の確立につなげることもできる。規制の観点から見ても、日本は金融サービスのデジタル化は推進しやすく、政府の承認を得ることなく、クラウドをはじめとするデジタル技術を導入できる。他の国々では、複数の省庁に承認権限が分散している事例が少なくない。

世界の金融産業では、大規模な改革が進みつつある。例えば、預金や決済市場における従来型の銀行が占めるシェアは、2010年時点では96%だったが、2020年には72%まで下落し、金融および保険に特化したテック系企業(「フィンテック」、「インシュアテック」企業と呼ばれる)やノンバンクが革新的手法で市場参入してきている<sup>127</sup>。フィンテック企業が推進している決済やリテールバンキング、保険などバリューチェーン全般にわたる改革は、これまでにない便利な価値提案として投資家と顧客の両方の関心を集めている。2020年5月時点で、フィンテックおよびインシュアテック関連のユニコーン企業(企業価値10億ドル以上のスタートアップ)は66社を数え、市場価値総額は3000億ドルを上回っている。アメリカ、イギリス、中国をはじめとする主要金融市場は活況であり、それぞれのユニコーン企業は37社、8社、5社だが、日本におけるこの領域のユニコーン企業は、仮想通貨取引を運営するLiquid 1社だけである<sup>128</sup>。

金融サービス業全般では、既存の金融機関が以下の4つの動きに対応できるように金融インフラを刷新し、携帯電話を活用した顧客へのサービス提供や後方業務のデジタル化を推進する必要がある。

**金融商品の分散:** 金融保険商品のセット販売が減少し、消費者が自由に最適なサービスを選択できるようになるにつれて、既存金融機関は収入を確保しにくくなっている。一方、的を絞った価値提案によって収益獲得を狙うフィンテック企業や大手テック系企業は、市場参入への意欲を強めている。

**仲介業務の排除:** 顧客は金融機関以外のチャンネルから金融サービスにアクセスできるようになっている。フィンテック企業やインシュアテック企業がソーシャルメディアや電子商取引を基盤とするデジタル「エコシステム」を確立すれば、従来の銀行や保険会社は顧客との接点を失うリスクがある。

**商品のコモディティ化:** オンラインやモバイルチャンネルの普及によって透明性が高まり、商品を比較しやすくなっているため、既存企業は低価格商品との差別化を求められている。

**顧客の期待値の変化:** 2020年の新型コロナウイルス感染症が引き金となって、あらゆるサービスの個別最適化や即時性、地域単位のサービス提供に対する顧客の要望はますます強まっている。金融・保険サービスも例外ではない。そうした顧客ニーズの変化に対応するためには、拡張性のある技術、デジタル技術、速やかに入手できる安全なデータが必要になるはずである。

<sup>126</sup> Global Banking Pools, from Panorama by McKinsey.

<sup>127</sup> "How the digital surge will reshape finance", Economist, October 8, 2020, economist.com.

<sup>128</sup> PitchBook, May 2020, pitchbook.com.

## バリューチェーンの各所で活用できるデジタルユースケース

金融業界が提供するサービスは、決済、預入、保険など6種類に分類できる。また、それらのサービスには、顧客に対する「フロントオフィス」業務と取引を集約して記録する「バックオフィス」業務がある。それら6種類の業務におけるデジタル技術を取り入れた改革は、次のように進行するだろう(図表14)。

図表 14:

### 金融業界のバリューチェーンの各所で活用できるデジタルユースケース

青字: 具体的なユースケースを後述

銀行におけるソリューション	顧客の獲得とエンゲージメント		BIサービス (清算や支払いなど)		デジタル化した銀行	
	決済	小口バンキング	資産管理	法人業務	投資銀行と資金市場	保険
商品とサービス	小口決済とデジタルウォレット	小口融資	ロボットによるアドバイザーと個人資産	デジタル事業への貸付	出資と保険のプラットフォーム	デジタルによる仲介と統合
	B2BとC2Bの決済	口座管理と個人融資	貯蓄を重視したソリューション	デジタル通貨の管理		小口保険
フロントオフィス	ブロックチェーンによるグローバル決済の分散化	オンラインショッピング向け融資	投資と仲介のプラットフォーム	FXとヘッジのソリューション	取引処理とアルゴリズム取引	新たなリスク補償 (サイバー関連、シェアリングエコノミーなど)
	POSと販売サービス	商品比較のソリューション		B2B2Cの金融サービス		IoTによる利用ベースの契約
	カード商品	情報の記録と統合		取引とサプライチェーンの融資	市場データに関するサービス	デジタルでの申請と対応
	支払窓口/PSP				取引後のサービス (コンプライアンスなど)	デジタルによる審査と分析
バックオフィス						ブローカー/代理店サービス
主要な技術的要件	オープンバンキング(APIなど)		ロボットによる処理の自動化	サイバーセキュリティ	勘定系プラットフォーム	
	RegTech (AML & KYC)		高度な解析	データの処理と保管	プロジェクト管理と商品開発	

資料: マッキンゼー

日本の銀行および保険会社が旧来型のITシステムから脱却し、顧客を重視したサービスへの移行を実現するには、次の4つの領域における具体的なデジタル化が必要ではないだろうか。

- 透明性の高いキャッシュレス決済
- データに基づく商品開発
- バックオフィスプロセスの自動化
- 金融インフラの刷新

## 透明性の高いキャッシュレス決済

### キャッシュレス決済向けのデジタルウォレット

**効果: 決済の簡略化、業務コストの削減、顧客に関するデータ収集の充実**

近年、決済サービスの進化が著しい背景には、バリューチェーンそのものに影響を及ぼすような変化が次々と起きている背景がある。決済サービスの中心はアジアに移行し、その売上は世界全体の50%近くを占め、2013年から2018年までの年成長率は8%に達している<sup>129</sup>。中国では、店頭やオンラインでのクレジットカード決済が普及していなかったが、AlipayやWeChatなどのデジタルウォレットによって新たなサービスが生まれている。元々電子商取引サイトAlibabaの決済手段だったAlipayは、いまや国内ではトップ、世界でも第2位のモバイル決済サービスである。アジア諸国では、即時決済サービスの技術革新を主導しているのは規制当局である。インドのImmediate Payment Service (IMPS)やUnified Payments Interface (UPI)、マレーシアのReal-time Retail Payments Platform (RPP)、タイのPromptPay、シンガポールのFast And Secure Transfers (FAST)、香港のFaster Payment System (FPS)などの決済プラットフォームの構築を推進したのは、各国の中央銀行である。

日本の経済産業省の推計によると、現在の国内における現金決済のインフラを維持するコストは年間1兆6000億円となり、そのほとんどが銀行のATMの稼働と現金輸送の費用である<sup>130</sup>。一方でPayPayやLINE Payなどのデジタル決済、カード不要のオンライン決済システムPaidyなどの人気は急速に高まっている。それらの魅力は、端末間あるいは消費者と企業間の支払い手数料が無料で、立上げも容易であり、シームレスな決済システムなのでPINコードや送金アドレスも不要な点にある。2020年6月にマッキンゼーが実施した消費者意識調査によると、新型コロナウイルス感染症によってキャッシュレス決済のニーズは高まり、全体の約3分の1が、現金の使用が少なくなったと回答している<sup>131</sup>。しかし、現時点ではデファクトと呼べるような決済システムは定まっていないため、様々なサービスが存在しており、消費者は複数の決済サービスを利用しなければならず、そのデメリットは決済サービス本来の利便性やコスト削減のメリットを上回る可能性がある。

### 暗号通貨によるグローバルで分散型の決済システムと、ブロックチェーン技術を活用した不換通貨

**効果: 取引コストの低下、認証プロセスの自動化、安全な取引**

暗号通貨は仮想通貨のひとつであり、暗号技術を組み合わせた分散型システム(「ブロックチェーン」)が、中央銀行に代わって取引を認証する。BitcoinやEthereumなどの暗号通貨を使用すれば、国際的な決済が迅速かつ安心、安全に行われ、通貨ごとに口座を管理する必要もない。決済の取次機関も不要なので、従来の取引よりも比較的低コストであり、決済の承認プロセスや事業の中断もない。日本は世界最大級の暗号通貨市場であり、金融庁によると2018年時点のユーザー数は350万人である<sup>132</sup>。消費者は、日本に拠点を持つCoincheck、bitFlyer、Liquidなどのサービスを利用すれば、暗号通貨を使用した個人への支払いや貯蓄が可能である。企業側では、先進的な銀行が、ブロックチェーンを使った不換通貨でのデジタル決済や清算のインフラを整備しようとしている。例えばJP Morganは、シンガポール金融管理局(MAS)の支援を受けてProject Ubinを進めており、複数通貨間の決済をはじめ外国為替決済、証券引渡しと代金支払いの同時履行(DVP)のサービスを提供する予定である。同プロジェクトでは、JPMorgan ChaseのJPM Coinを使用したブロックチェーンによる新たな企業向け金融システムの確立を目指している。

日本は仮想通貨に先進的に取り組んでおり、2016年に世界で初めて「仮想通貨」を法的に定義した。また、暗号資産に関する各地の条例によって、技術革新を推進しながら消費者の保護も図っている。2014年に当時Bitcoin取引の70%を扱っていたマウントゴックスが85万ビットコイン(当時の約10億ドルに相当)の消失

<sup>129</sup> Global Payments Map, from Panorama by McKinsey.

<sup>130</sup> 我が国におけるFinTech普及に向けた環境整備に関する調査検討 [Survey and examination on environmental improvements for the spread of FinTech in Japan], Nomura Research Institute, March 2018, meti.go.jp.

<sup>131</sup> Eunjo Chon, John Euart, David Hutchinson, and Sameer Kumar, Financial decision-maker sentiment: Japan, July 2020, McKinsey.com.

<sup>132</sup> 仮想通貨取引についての現状報告(平成30年4月10日 一般社団法人日本仮想通貨交換業協会)。

を発表した後は、新たな規制も導入している。それらを受けて、政府は改正資金決済を承認し、仮想通貨取引の登録制が導入されるとともに仮想通貨取引が資金洗浄規制の対象となった<sup>133</sup>。

さらに2020年10月には、中国の「デジタル人民元」構想を受けて、日本銀行が中央銀行デジタル通貨(CBDC)計画を発表している<sup>134</sup>。そうした通貨が発行されれば、公式な不換紙幣の代替となるため現金コストの削減につながり、金融政策の手段になるとともに自国通貨をベースにした標準的なデジタル決済ソリューションを確立できる。

## データに基づく商品開発

### データに基づく投資による顧客層の拡大

**効果: 投資額の拡大、金融商品へのアクセスの拡大、投資サービス手数料の低減、自動化による業務コストの抑制**

世界のフィンテック企業の17%が、データを基に利用しやすい金融商品を開発しており、これを受けて旧来の銀行は、一般顧客とニッチ顧客の両方において、熾烈な競争に直面している。

かつては、資産管理や投資といった行為は、潤沢な資金と金融知識を持ち、アドバイザーの雇用能力もある個人に限定されたサービスだった。しかし、今ではロボットによるアドバイザーサービスによって、投資経験の浅い顧客層を含む様々な顧客層が、アルゴリズムに基づく取引をできるようになり、わかりやすい取引画面を見ながら、安い手数料でデータを参考にした投資が可能になっている。日本では、WealthNaviやTheoなどのスタートアップが機械学習を取り入れた顧客資金の管理を行っており、みずほ銀行のSmart Folioや三菱UFJ銀行のPortStarのように主要銀行も同様のサービスを提供し始めている。

### IoTを活用した、利用量に応じた保険契約

**効果: リスク評価の高精度化と保険価格の適正化**

保険会社では、スマートフォンなどのインターネットに接続したIoT機器を活用した「利用量に応じた保険」の提供が始まっており、顧客の行動によって自動車保険や健康保険の保険料が変わる仕組みになっている。例えばBeam Dentalの歯科保険では、IoTの電動歯ブラシから歯みがき習慣を判断して保険料を決定し、日本のスタートアップJustInCaseは、顧客の歩数などの健康データから判断したライフスタイルにあわせて医療保険の保険料を設定している。

## バックオフィスプロセスの自動化

### 保険の申込みと申請手続きのペーパーレス化

**効果: 契約者および代理店の手続き時間の短縮、顧客の柔軟性の向上、データ収集の充実、ミスの可能性の減少**

ペーパーレス化は、保険会社の手続き時間の短縮や利便性向上といった顧客側の恩恵につながるだけでなく、デジタル文書は転送や処理の自動化に繋がるため、企業側にとっても、バックオフィスの作業時間短縮という恩恵につながる。

日本で見られる代表的な事例は、医療保険およびがん保険大手のアフラック生命保険株式会社である。2020年10月に開始した新たなサービスでは、顧客は保険契約における相談から申込み、手続き完了までをオンラインで行うことができ、どこからでも最適な保険内容を選択できるようにしている。

<sup>133</sup> "Regulation of Cryptocurrency: Japan", Library of Congress, July 24, 2020, loc.gov.

<sup>134</sup> Koji Okuda, "BOJ to start trials on digital yen next year as China moves ahead", Nikkei Asia, October 10, 2020, asia.nikkei.com.

保険の申請手続きがペーパーレス化されると、顧客の手続きと代理店の処理が迅速に進むので、顧客が保険金を受け取るまでの時間も短縮される。中国最大手の保険会社 Ping An が開発した「Ping An Auto Owner App」のユーザーは1億人を上回っている。このサービスを利用すると、事故時の保険申請が2分以内で完了する。これは、前述の「仲介業務の排除」に当てはまる事例であり、同社のアプリは、金融サービスだけでなく、自動車の整備や燃料補給など、顧客の広範な需要に対応できる環境を整備している<sup>135</sup>。

業務を完全にデジタル化するためには、行政と企業の双方の連携が不可欠である。官民の連携に向けては、例えば、組戻関連帳票、信託銀行から保険会社への照会文書、企業が金融機関を通じて地方税を支払うための支払伝票など、多く使用されている文書のデジタル化から取り掛かれればよいだろう。

## データに基づいた審査による即時ローン

### 効果: ローン承認プロセスの迅速化

小口貸出は大きく変化しており、透明性が高くかつ迅速な貸出に向けた新たなモデルが登場している。アメリカでは、Roostifyなどがオンラインでの住宅ローン手続きを導入し、効率的にローンの申込書類を提出し、自動的に融資の審査が行われるので、承認までの時間が短くなり、業務コストの削減につながっている。電子商取引では小口融資が増えており、欧州最大手のフィンテック企業である Klarna (市場価値が約110億ドル)<sup>136</sup>のプラットフォームをインストールすれば、あらゆるオンラインストアで支払いが可能となる。

## 金融インフラの刷新

### プラグアンドプレイ型の勘定系サービスから、サービスとしてのバンキング(BaaS)への移行

#### 効果: 営業時間の短縮と業務コストの削減

銀行が提供する主要な勘定系サービスには、取引処理や預金、融資などの業務が含まれる。それらの業務は厳格な規制対象であり、サービスの運用には多額の資金も必要である。こうしたサービスは、世界全体の総売上高が3兆ドルになるが、株主資本利益率(RoE)は5~6%と比較的に低い。しかし、勘定系システム(CBS)を基盤として活用すれば、決済サービスや金融商品の販売などRoEが20%を超えるような多様なサービスを提供することが可能である<sup>137</sup>。BaaSとは、こうした銀行の持つ勘定系システム基盤から切り離された形で提供される金融商品であり、銀行以外の様々な企業が勘定系サービスを提供できるようになるビジネスモデルである。ネット系融資会社やP2Pプラットフォーム会社、小口融資会社など、金融サービスに参入したいあらゆる企業が、BaaSを活用することで、銀行業務の認可無しに金融サービスを提供できる。また、既存の銀行か新規参入企業かに関わらず、BaaSを活用することで、最新のデジタル技術の実装や完全なるデジタル銀行の創設をもの数か月で実現できてしまう。ここで言うデジタル技術とは、具体的には、RPA(ロボットによる業務の自動化)、CRM(顧客管理)、アナリティクスなどを指す。このようなデジタル銀行は、従来型の銀行と比較して、インフラコストや資産コストを約70%節減できる<sup>138</sup>。

アジアでは、スタートアップの ThoughtMachine、ソフトウェア大手の Avaloq など強力な BaaS 企業が事業を拡大し、プラットフォーム上で主に資産運用サービスを重点的に提供している。アジアにおける最良の勘定系システム会社と称されていた Avaloq は<sup>139</sup>、スマートシティ構想にデジタル金融サービスの組み込みを狙っている NEC が、2020年10月に買収した<sup>140</sup>。

<sup>135</sup> "Ping An's Auto Service App Ranked Top in China with Over 100 Million Users, COVID-19 Spurs Demand for Online Auto Service", PR Newswire, April 9, 2020, prnewswire.com.

<sup>136</sup> "Klarna announces \$650M funding round to further accelerate global growth", Klarna, September 15, 2020, klarna.com.

<sup>137</sup> "How the digital surge will reshape finance", Economist, October 8, 2020, economist.com.

<sup>138</sup> Panorama FinTech, from Panorama by McKinsey.

<sup>139</sup> "Avaloq named Best Core Banking Platform in Asia", February 28, 2020, avaloq.com.

<sup>140</sup> "Avaloq joins NEC for next phase of growth and accelerated innovation", October 5, 2020, avaloq.com.

## 新しいサービスやビジネスモデルの基盤としてのオープンバンキング

### 効果: 金融サービス会社間のサービス統合の迅速化と簡略化

オープンバンキングとは、APIを活用した金融機関と異業種間でのサービス統合の実用例であり、顧客起点の新たな形式の金融サービスを提供するために不可欠である。香港、シンガポール、オーストラリアなど、多くの国々が同様の取り組みを行っている。日本でも政府が2018年に日本銀行法を改正し、オープンバンキングの推進を後押しするなど、前向きな動きが見られる。その改正では、大手銀行140社のうち80社に1年あまり先の2020年半ばまでにAPIの開放を求めている。しかし、日本の法律ではデータの標準化や利用料金に関する規制が存在せず、銀行とサービス提供企業間の交渉を複雑にしている側面がある。一方、EUなどでは、基礎データへのアクセスを無料とする規制が存在し、その結果、実質的には、APIを協業に不可欠なインフラとして法律で規定している<sup>141</sup>。最近のGMOあおぞらネット銀行や三菱UFJ銀行が開始した無料APIの事例は前向きな動きだが、まだ大きな改善余地がある。

## サイバーセキュリティによる国境を越えた業務上の法令遵守

### 効果: 法令遵守の強化、総保有コストの低下、業務手法に対する信頼性の向上

金融機関は、セキュリティに関する厳格な法令を遵守し、貴重な資産や情報の保護を保証しなければならない。規制の異なる国々で業務を行う企業は、それぞれの国の金融監督機関が策定したセキュリティに関する法令を遵守する必要がある。アジア太平洋地域および日本で業務を行っているある企業では、監査会社が企業のネットワークセキュリティを検証し、各国のガイドラインに照らして端末のセキュリティ強化が必要だと判断した。その後、その企業はPalo Alto Networksに端末保護の強化を依頼し、Palo Alto Networks WildFireのクラウドベースの脅威分析サービスを活用して、世界中のあらゆるデバイスに対するサイバー攻撃に瞬時に対応するとともに、端末をあらゆるマルウェアから保護した。そうした包括的なソリューションは、特定の脅威だけに対処するように設計されている特化商品の代用になるだけでなく、企業がセキュリティに関する厳格な規定を遵守し、各国で安全に事業を行うためのツールにもなる。その企業は、グローバルな実績のあるサイバーセキュリティソリューションの導入によって、様々な国と地域の投資家と信頼関係を構築できている。

<sup>141</sup> Open APIs are essential to Japanese banking innovation, Nomura Research Institute, January 24, 2020, nri.com.



## デジタル改革を阻む障壁

金融産業におけるデジタル化をスムーズに推進するためには、人々の意識の問題や人材不足、従来型のITシステムに由来する問題、規制など、いくつかの障壁に対処する必要がある。下記にいくつかの例を挙げる。

**経営陣の意思決定においてデジタルに関する議論が不足している:** 従来の金融機関は、経営陣が長期的なデジタル改革を戦略上重視していない傾向がある。そのため技術やサイバーセキュリティの専門家は戦略策定にほとんど関与せず、コストの削減やリスクの低減に専念するよう指示される。そうした経営方針を守るため、ソフトウェア関連のプロジェクトはウォーターフォール型で進み、厳格な仕様書どおりのソフトウェアの完成ばかりを意識して、試行錯誤の余地が少ない。新しい手法を取り入れれば、時間と予算が限られているので、作業の遅れやコスト増加、成果のムラに繋がってしまう。そうなってしまうと、経営陣は直ちに投資を中断する可能性があるため、現場では従来のソフトウェアを改良しただけのものばかり生まれる。その結果、最終的に完成するソフトウェアは、最先端のソリューションではなくなる可能性が高く、他社との差別化を図る機会を失ってしまう。

**ITサービス会社によってベンダーロックされた旧来型の勘定系システムが技術革新の障壁になる:** 基盤インフラや規制遵守が重視された結果、多くの金融機関では、柔軟性ではなく安全性を重視したシステムが構築されてきた。また、旧来型のソフトウェアは、最新の手法やツールをベースにしたソフトウェアにくらべて高額でメンテナンスに時間を要する。新規開発に資源が投じられなければ、技術革新も容易ではない。さらに、ITサービス会社への依存度が高く、複雑にカスタマイズされた自社設備特有のシステムであることが多いため、ITインフラの確保やアプリケーションの開発には時間と費用がかかり、外部サービスとの統合の際には遅延やその他の問題が生じる可能性が高い。

**内部のコンプライアンス規制が技術革新を制限する:** コンプライアンスを遵守するために、金融機関は厳格な手順やマニュアルを作成して確実に業務を遂行している。新たなアプリケーションの導入は制限され、システムの更新や新たな仕様の追加には、長時間の開発と承認プロセスが必要になる。シンガポールなどの他国では、「規制のサンドボックス」を導入し、その中で限定的に規制を緩和して、金融機関やフィンテックによる自由な実証実験環境を提供している<sup>142</sup>。そうしたシステムを取り入れれば、技術革新の初期段階における法令遵守の懸念や負担が軽減されるので、金融機関は新たなサービスやモデルを試験的に導入できる。

**取引ネットワークに、旧来型で維持費の高いインフラが採用されている:** 決済ネットワークがあることによって、消費者、銀行、中央銀行間の取引が可能となっている。日本における主な例は、中央銀行の決済ネットワークである日銀ネット、銀行間決済ネットワークである全銀システム、クレジットカードの決済ネットワークであるキャフィスがあるが、これらのシステムは全て、1つの企業によって開発され、保守されてきた。決済を行う場合、これらのネットワークにアクセスすることは必須となるが、新規参入企業にとって、こうした旧来型のシステムとの統合費用や手数料はときに法外な金額になり得る。これは、外国からリモートでアクセスしようとする場合も同様だ。また、これらのネットワークの基盤にあるITインフラは、最高水準の安定性と安全性は確保されているものの、昨今のクラウドインフラに見られるような費用対効果や業務の標準性、拡張性は持ち合わせていない。例えば全銀システムは、2018年になってようやく、24時間年中無休の処理を行えるようになったが、未だにオンプレミスで集中型のインフラである<sup>143</sup>。それに対して、SBI Ripple Asia が事務局を務める「証券コンソーシアム」は、リップル社のブロックチェーン技術を活用した新しい決済サービス「マネータップ」を導入した。2020年時点では、まだそれほど規模は拡大していないが、このアプリケーションは決済ネットワークにおける画期的な技術革新の事例であり、これを活用すれば、国内のあらゆる銀行利用者はいつでも手数料無料で即座に決済を行うことができる。

<sup>142</sup> "Overview of Regulatory Sandbox", Monetary Authority of Singapore, August 2020, mas.gov.sg.

<sup>143</sup> "The Zengin Data Telecommunication System", Zengin, December 2019, zengin-net.jp.

**顧客データや商品データが個別に管理されているため、新商品の開発に活かさない:** 従来の金融機関や保険会社は、データを「個別保管」していることが多く、事業単位に分けられ、フォーマットも統一されていない事例が少なくない。そうした状況の原因のひとつは、旧来型のITシステム的设计だが、実際には組織内の規定が原因となっていることが多い。その結果、多くの金融機関は包括的な顧客データを得られず、顧客ごとに個別最適化した金融商品や個人へのリスク評価など、付加価値の高い金融サービスを提供できていない。2020年現在、クラウドサービスを活用することで、個別に管理されているデータ同士を統合すること自体は容易になったが、顧客情報を保護するためには、改めて社内規制を見直す必要もある。例えば、デジタル化を担当するチームは、データ統合の各段階で、データの重要性に応じてアクセスできるユーザーやデバイスに制限を設ける必要がある。さらに、データ破損のリスクを最小限に抑えるためには、リスク度合や機能の種類に応じてデータやネットワークを分断する手法も検討すべきだろう。

**構造的に利益率が低く、差別化にも消極的であるため、新たなデジタルサービスの開発に意欲的ではない:** 日本では、2017年時点で、ソブリン債の発行時の利回りが0%を下回り、金融機関の平均ROEは6%を下回り、数々の統合が行われた結果大手メガバンク3社が業界全体の売上高の90%以上を占めている<sup>144</sup>。どの金融機関も、似たような売上構造やコスト構造を持ち、競争も少ないため、戦略策定においては技術革新よりもコスト削減が重視されている。大手金融機関の利益やROEの低下が続く一方で、フィンテック関連のスタートアップに対する投資は増加傾向にあり、既存の金融機関も技術革新の必要性を認識しつつある。既存の金融機関は、先行して動きさえすれば、新規参入企業が一定の市場シェアを奪ってしまう前に、優位な位置を築き、多くの顧客を獲得し、市場シェアを拡大できるだろう。

---

<sup>144</sup> Global Banking Pools, from Panorama by McKinsey.

# デジタル改革を成功させるための要件

デジタル改革を推進するためには、適切な戦略、意識改革、人材育成、技術開発、政策などが必要である。以下では、デジタル改革を成功させるための具体的な対処法を取り上げる。

**旧来型の決済システムや金融システムを迅速にクラウドへ移行し、事業としての耐久性、業務効率性、商品開発の柔軟性を高める:** クラウドソリューションを導入すれば、金融機関は業務コストの削減だけでなく、迅速な商品提供やデータ収集を活用して、将来の商品開発の基盤を確立できる。例えばソニー銀行は、ITシステムの一部をAWSのクラウドに移行し、それまでのオンプレミスソリューションに比べて、商品導入時間を50%短縮し、業務コストを40~60%削減した<sup>145</sup>。クラウドは、効率性の改善だけでなく、より盤石なフォールトトレランス (FT) の実現、災害復旧の選択肢の増加、最新のサイバーセキュリティなどの恩恵をもたらしてくれる。これらの恩恵は、いずれも、金融機関が事業の継続や貴重なデータの安全性を確保するために欠かせない。銀行だけでなく、決済ネットワークも、先進的なクラウドインフラやプロトコルの導入により拡張性や費用削減を実現でき、その結果、あらゆる企業がさらなる業績改善や組織間のデータ統合などの恩恵を得られる。

**各事業部を商品起点に再編することで、機動性を高め、データ共有を推進し、顧客の利便性を向上させる:** 各事業部は、データ共有を始めとするあらゆる活動に関する社内ルールや技術インフラを調整し、商品起点の組織体制を構築することで、共通の目標を持った機能横断的なチームが形成でき、その結果、ITサービス会社への依存を抑え、社内の機動性を最大限に高められる。そうすることで、あらゆる意思決定プロセスが自動化し易くなり、商品開発における問題が減り、顧客にスムーズに金融サービスを提供できる。金融商品の分散やコモディティ化が進めば、顧客にとって選択肢が膨大になるので、サービス品質に対する期待も高まる。顧客に配慮したデザインやデータアナリティクスの導入は、顧客理解を深め、個々の需要に合わせたソリューションを構築するために極めて重要になるはずだ。例えば、比較的高齢の顧客は、使い易くて十分に説明のあるデジタル商品を望み、若年層の顧客は、自身が慣れ親しんでいるコミュニティと融合されたデジタル商品 (例: 電子商取引プラットフォームと連携した電子ウォレットや、ソーシャルメディア上で使用可能な決済) を望むかもしれない。

**国内外からデジタルに精通した人材を集め、デジタル化の戦略的重要性を認識させる:** 組織内のあらゆる階層で技術に精通した人材を育成すれば、旧来型のソフトウェアからの移行や最新のソリューションの開発、デジタル主導の技術革新文化の醸成をきわめてスムーズに進められる可能性が高い。組織内に技術的な専門家がいたら、ソフトウェアの調達プロセスもスムーズになり、事業部もアーキテクチャ上の適切な要件を判断しながら、自信をもってデジタル開発を推進できる。経営陣も、デモや研修プログラムを通じたデジタル教育を受けられるので、デジタル改革の影響を実感し、改革に向けた意欲が高まる。そうした高度な専門家を獲得するためには、海外からも人材を誘致すべきであり、そのためには、税制優遇や就労ビザ支援だけでなく、言語の障壁を下げ、多彩な文化を受け入れる環境を整備することが重要になるだろう。

**オープンバンキングとデータフローを推進し、ユースケースの拡大につなげる:** 銀行法の改正は、オープンバンキングの推進を決定的に後押ししたが、APIの標準化と利用料金の問題がまだ残っている。こうした前進が続けられれば、オープンバンキングは、個々の企業の収益のためではなく、あらゆる企業が意味のある新しい商品を作り上げるための共通基盤になり得る。そのためには、さらなる規制緩和により国外の企業からのアクセスを承認する、あるいは、国内の金融機関が新しいビジネスモデルを採用する必要がある。後者は、たとえば標準化や協力を促すコンソーシアムを立ち上げることによって後押しできるかもしれない。

**フィンテックや金融業界外の企業と提携し、革新的なサービスを立ち上げて収益につなげる:** スタートアップはその性質上、既存のバリューチェーンを打ち壊す存在であるが、スタートアップの作り出す新しい技術やビジネスモデルは、旧来型のシステムから脱却するための解決策にもなる。日本のスタートアップであるマネーツリーは、多くの金融機関と連携し、金融サービスをモニタリングする統合プラットフォームを顧客に提供している。そのサービスのおかげで、金融機関は、同様に高度なサービスを自社内で開発する必要がなくなった。また、金融業界外の企業と携先することで、電子商取引やヘルスケアなど、新たな領域で様々なサービスを展開できる可能性がある。

<sup>145</sup> “ソニー銀行、勘定系を含む全てのシステムに AWS の利用可能範囲を拡大” [Sony Bank extending the availability of AWS to all systems, including core banking], Amazon Web Services, January 20, 2020, aws.amazon.com



# 大胆な一手 その8: 政府がビジョンと高い目標を提示し、国民と企業双方を対象とするデジタルサービスを提供

日本政府は、国民と企業双方に行政サービスを提供しており、2020年時点で日本の公的手続きのわずか7.5%がオンライン申請が可能である。その手続きの大半は手書き記入であり、行政機関に足を運び、書類を提出し、ファックスやハンコの使用がなされる。このようなアナログ対応は広く浸透している。例えば、IT-COOP（全国情報技術共同組合）によると2020年現在95%以上の企業はファックスを活用しており、その主な用途は公的手続き申請に関連する。2020年末には日本のデジタル化に向けた課題に取り組むべくデジタル庁の創設が発表された。

世界において多くの政府はデジタル改革を成功させており、それがどの国であるかは、IMDの「デジタル競争力ランキング」および国連の電子政府発展度指標（EGDI:e-government development index）の双方において上位にランクインしている国を見れば分かる<sup>146</sup>。具体的には、シンガポール、デンマーク、エストニアおよびスウェーデンがデジタル改革を成功させた国として挙げられる。加えて、韓国、イギリス、ドイツそして米国は、デジタル化を推進することに成功した国を評価するe-Governmentランキングにおいてトップ10に入っている。マッキンゼーは、これらの政府におけるデジタル改革についての分析を実施し、成功の要因となった共通の要素を特定した（図表15）。

図表 15:  
デジタル政府実現に向けたベストプラクティス



<sup>146</sup> United Nations E-Government Development Index - <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/About/Overview/-E-Government-Development-Index>

## ビジョンと大胆な最終目標

デジタル化の先進国では、改革に着手するにあたって、まずは明確なビジョンと最終目標を掲げた。ビジョンを明確に掲げることで、国民を関与してもらいやすくなり、複雑な利害を調整する際の指標にもなる。ここでいうビジョンは、顧客体験あるいはコスト効率に関するもののいずれでもよく、一方を実現すればもう一方にとってもメリットがもたらされる。また最終的な目標は、野心的な内容を掲げることが望ましい。例えばシンガポールでは、行政サービスに関する全ての支払手続の電子決済対応、ならびに行政サービスの申請に関する全ての書式において公的に確認済みのデータは予め入力されるようにすることを実現した上で、これらのeサービスに対し、利用者の75%が「非常に満足している」と回答することを最終的な目標に掲げた。また、ドイツでは、2022年までに575に上るすべての行政サービスのオンライン対応を完了させるための法律の制定までを行い、全ての利用者による公的サービスへの簡易なアクセスを確保した<sup>147</sup>。

## リーダーシップ

デジタル改革を成功させるためには、目に見える形でリーダーシップを執ること、ならびにそれを発揮できる枠組みが必要となる。ここでいう枠組みとは、組織体制(具体的には行政庁など)と、政府における位置づけ等を決める必要がある。例えば、シンガポールでは、行政サービスのデジタル化を担当しているGovTechは、首相府(Prime Minister's Office)に属し、その業績は首相本人のKPIに組み込まれている。目に見える形でリーダーシップを執ることと最終目標について国民に分かりやすく説明することは同程度に重視されるべきである。例えば、スウェーデンの担当大臣は、1年のうち250日を路上での説明に費やし、草の根レベルでの支持の獲得に努めた。

## 個人および企業のためのデジタル行政サービスポータル

政府のデジタル改革を推し進める際の中核となるのは、市民や企業向けの効果的なアプリケーションの構築である。多くの場合で改革の推進力となるのは、中央で管理された.GOVポータルの立ち上げや顧客や企業の特定の目的に合わせたアプリの開発等である。こうした改革の推進力となる取り組みの最終的な目標は、国民および企業向けサービスのデジタル化を実現し、行政サービスの質を向上させるとともに、そのサービスに費やしていた時間を短縮することである。この点については、イギリスの事例が非常に参考になる。イギリスのデジタル改革を主導した Government Digital Service (GDS) は、2012年に「Gov.UK」を開発し、1,700に上る公的機関のウェブサイトに取り替わり、一つのポータルサイトで300の公的機関へのアクセスを可能にした。このサイトを開設することにより、推定で年間7千万ポンドの行政サービス費用を削減することに成功した。

顧客や企業の特定の目的に合わせたアプリの開発例については、シンガポール政府による6歳以下の子供がいる家庭を支援するためのアプリ「Moments of Life (Families)」が挙げられる。このアプリは、両親や養育者が、子供の公的サービス(出生届、幼稚園・保育園の申し込み、予防接種の記録など)を受けるために必要な情報を提供するものであり、ユーザーの意見や感想を反映し、その機能を更に改善させていく設計となっている。

これらのサービスについては、段階的に提供されることが多い。デンマークでは、利用者にとって最も大きな目に見えるインパクトのある取り組みを注意深く選び、優先的に実施してきた。行政サービスのデジタル化は、4段階で実施され、最終的には85の行政サービスがデジタル化された。懐疑的な見方を取り除き、早い時点で成果を共有する目的で、新たなサービスの提供が段階的に行われた。デジタル政府の先駆者と言われるエストニアは、新しいデジタルサービスの継続的な展開を成功させた好例と言える。2000年には、e-Taxes(納税手続きの電子化)、2002年には、eサービスにアクセスするためのIDカード、2005年i-voting(オンライン投票)、2007年モバイルID(前述のIDカードのモバイル版)を矢継ぎ早に打ち出し、その後、2011年には、起業家によるデータの提出を促すためにReporting 3.0を導入し、2014年には、e-Residency(エストニア政府の電子プラットフォームを外国籍の人々向けに提供するサービス。法人設立や口座開設などが可能になる)を立ち上げている。加えて、同国は、変化の激しいデジタル化の動きや最新技術の動向に後れをとらないために特に注力すべき10の領域を特定し、基本的な行政サービスの完全デジタルモデル移行を掲げており、2020年までに少なくとも7つの新しいサービスを開始させることを目指している。

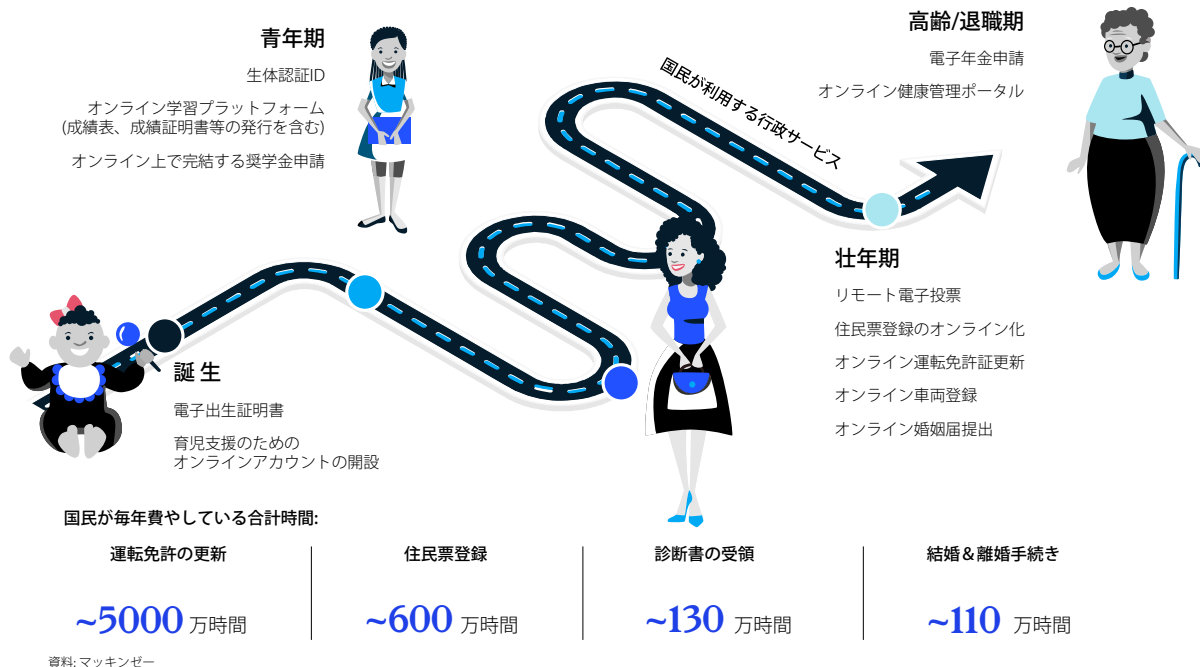
日本政府もまた、いくつかの早期段階における成果を公表しているが、成功例を増やす余地はまだ存在する。例えば、2017年に内閣官房は、一連のクラウドシステム(「Salesforce Community Cloud」)、「Salesforce

<sup>147</sup> Shaping Digitization, Federal Government of Germany, 2018年7月, bundesregierung.de.

Service Cloud」および「Salesforce Platform」)を導入し、マイナポータルのための安全かつ柔軟性の高いデータアーキテクチャを構築した<sup>148</sup>。マイナポータルとは、マイナンバーカードを使って行政サービスを申請するために政府が提供するプラットフォームである。マイナポータルの導入により、オンラインサービスの生産性を向上させると同時に、1,700を超える地方自治体でのサービス提供を安全に管理し、さらにその運営の標準化までも可能にしている。

図表 16:

## 国民が利用する行政サービス



以下では、日本政府が国民および企業向けに構築・展開できる事例を取り上げる(図表16、17)。特に高頻度で必要とされる行政サービスのうち、手続きに長時間を要し、デジタル化された場合に大幅な効率化が期待できる例を紹介する。

### 児童手当受給のためのオンラインアカウント

効果: 育児支援を得る際の行政手続き上の負担を軽減

日本政府は、児童のいる家庭向けに様々な財政支援を提供しており、具体的には、国民健康保険加入者に対する出産一時金、児童の医療費助成金、月次児童手当等が含まれる。しかしながら、これらの受給には、地方自治体に申請書を提出する必要がある。医療保険証や治療費の領収書のコピーが必要となることもある。イギリスでは、統合されたeサービスウェブサイト上で、児童手当を受給するためのオンラインアカウントを開設することができ、その後アカウントを通じて様々な支援プログラム(認可保育園の年間無料利用等)を受けることができる。

### デジタル住民票

効果: 利用者の待ち時間や役所へ出向く時間の削減、公務員の事務処理時間の削減、ペーパーワークを削減

住民票の取得は、社会生活全般において頻繁に必要とされ、例えば銀行口座の開設や新しい勤務先への提出のためにも申請する必要がある。多くの場合で、指定された期限から30日以内に発行する必要があるため、利用者はこの手続きを繰り返し行う必要に迫られる。従来、住民票の発行手続きは、地方自治体に行か、郵送にて申請・受領するか(この場合、通常7日から10日間を要する)のいずれかに限られて

<sup>148</sup> 清嶋 直樹「マイナポータル「びったりサービス」をSalesforceで構築、アジャイル開発手法で」日経 XTech, 2017年9月21日、xtech.nikkei.com.

いたが、最近、より利便性の高い方法が導入された。今では、マイナンバーカードを使えば、全国55,000店舗存在し、740の市区町村(日本の全人口の80%超が居住)をカバーするコンビニエンスストアの端末で、住民票をセルフサービスで数分以内に印刷することが可能となった<sup>149</sup>。さらに、渋谷区役所ではスマートフォン上でよく使われているLINEアプリを通じてチャットボットを導入し、住民票の写しや納税証明書等の文書の申請および手数料決済を可能にした。LINEで決済すると文書は申請者の住所に郵送される。端末やチャットボットの導入は、実際に自治体に取りにいかなければならないという従来の方法に比べてはるかに利便性を高めたものの、利用者は、最終的には住民票を物理的に受領しなければならない。さらにデジタル化を進めるには、手続きだけをデジタル化するのではなく、住民票自体も電子化し、PDFなどのデジタル形式での受領を可能にし、例えばオンラインポータルからいつでも取得可能にすることが望ましい。

## 電子年金申請

**効果: 利用者の待ち時間や役所へ出向く時間の削減、公務員の事務処理時間の削減、ペーパーワークを削減**

年金を受給するためには、国民年金の「第1号被保険者」に該当する者（自営業者、農業等における個人事業主）は、地方自治体に登録し、申請書を提出する必要がある。現在年金の受給対象となっている世代は、こうした手作業の負担に不自由を感じずむしろこの方が望ましいと考えるかもしれないが、その次の世代はよりデジタル化された対応を望むことが予想されるため、政府は今から年金の受給プロセスのデジタル化に取り組むことが望ましい。加えて、国民年金に納付中の加入者は、年金定期便に加えて月々の保険料納付額の通知もあり、複数の年金関連の文書を受け取るため、これらのすべてについてもデジタル化することが可能である。

ノルウェーの例を見ると、年金申請は、Norwegian Labor and Welfare Administrationのポータル上で行うことができ、市民は電子申請を行うと数分以内に返信を受け取る。また、受給年金額の概要や将来受給予定の年金額の計算に加え、繰り上げ・繰り下げ受給や利率の変化が年金の受給額に与える影響についても、1枚の紙も提出することなく、同ポータルサイト上で比較することができる<sup>149</sup>。

## わずか1日での会社設立を可能にするオンラインポータル

**効果: 会社の迅速な設立、公務員の事務処理時間の削減**

企業を設立するには、まず組織の形態を決定し、企業名の決定、資本金の調達、役員任命、本社所在地の決定などといった一連の手続きを行う必要がある。ニュージーランドは、この一連の手続きの整理・合理化を進めることで、世界銀行のグローバルDB (Doing Business) ランキングにおいて1位を獲得した<sup>150</sup>。同国のCompanies Office ウェブサイト上では、わずか1ステップ、1日で会社を設立するための手続きを終えることができる。

日本は、起業のしやすさでは、190カ国中106位という結果になっている。企業を登録するためには、所要期間は11日程度、8ステップを経る必要があり、7つの公的機関とやり取りをする必要があるが、このうちオンラインによる提出を認めているのは、3機関のみである<sup>151</sup>。加えて、手続きのオンライン化を導入していても、利用できる時間は限定される場合もある。例えば、登録手続きを開始するためのウェブサイトは、平日の営業時間にしか申請を受け付けず、複数の異なる手続きが組み合わさり、最新のコンピューターOSシステムやブラウザには対応していないため、極めてアクセスしにくいサイトとなっている。関係機関間でのデータ共有を推進し、事業主向けに単一の公的サービスのインターフェースを立ち上げるなどして、企業設立に関する手続きの最初から最後までを一気通貫でデジタル化することで、大幅に時間を短縮し、複雑な手続きを簡略化できる。

<sup>149</sup> Norwegian Labor and Welfare Administration homepage, 2020年12月10日, nav.no

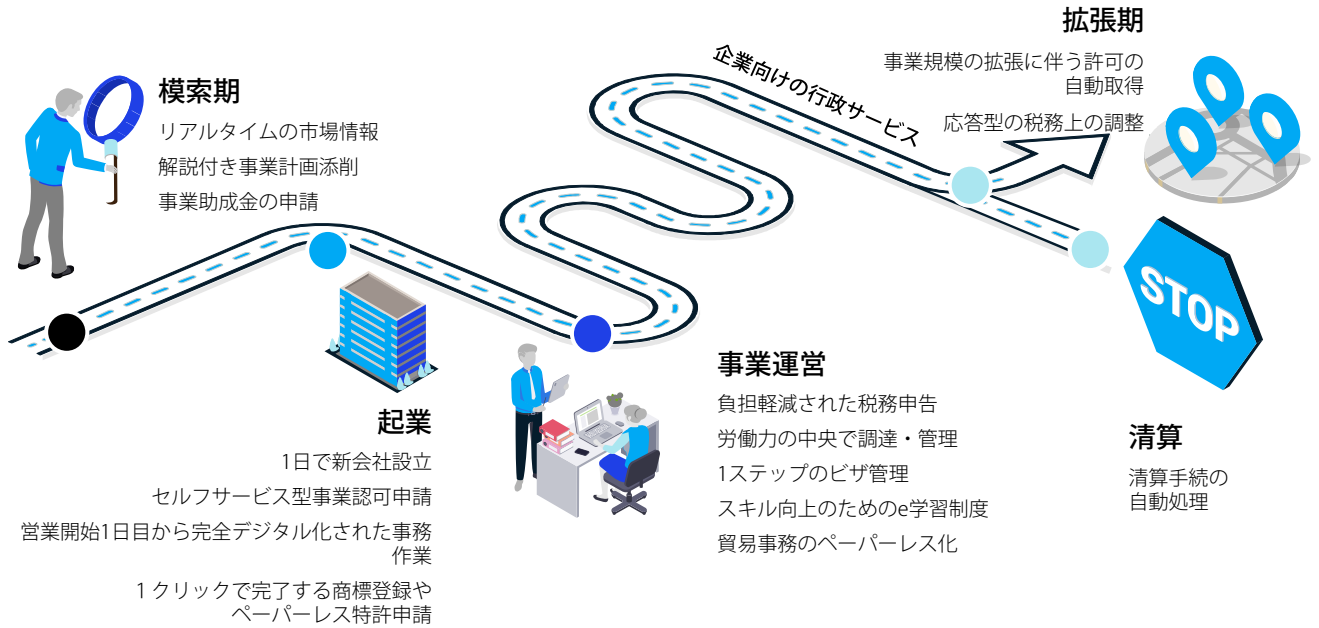
<sup>150</sup> Doing Business – New Zealand, World Bank Group, 2020, doingbusiness.com.

<sup>151</sup> Doing Business – Japan, World Bank Group, 2020年, doingbusiness.com.



図表 17:

企業が利用する行政サービス



企業が毎年処理している行政手続きの数:

企業登録  
~116,000

営業免許の取得  
~5.2 million

法人税納付手続き  
~2.7 million

労働ビザの更新  
~245,000

資料: マッキンゼー

法人税のオンライン申告

効果: 事務処理の時間短縮、ペーパーワークの削減、エラーの減少、中小企業にとっての費用負担の軽減

税務手続きのデジタル化および合理化を進めることで、企業にとっては、納税申告に費やす時間や会計費用を減らし、税務当局にとっては、事務処理時間を短縮化し、コストやエラーを減らすだけでなく、不正を予防する効果も期待できる。

2016年以降、日本企業は、国税および地方税の双方をそれぞれ e-Tax および eLTAX システムを使って電子申告できるようになった。ユーザアカウントを開設し、ICチップが埋め込まれた「電子証明書」とカードリーダーを用意すればすぐに利用可能となる。このシステムを使えば、企業はいつでも申告を行うことが可能になり、特定の項目については自動計算機能もあり、実際に税務署に出向いて捺印を行う必要もなくなった。2019年には、納税申告の87%がe-Tax経由でなされ、利用状況に関する調査の回答者の74%が当該システムに満足している<sup>152</sup>。2020年時点で、大手企業（資本金が1億円を上回る）のオンライン申告が義務付けられたこともデジタル化を強く後押しした<sup>153</sup>。しかしながら、2018年時点では、電子申告に移行した大手企業は全体の約半数に過ぎず、背景としては、社内の会計システムとの親和性の低さやe-Taxフォーマットへの変更が困難であったこと等が考えられる。

この効果を更に進展させるには、電子申告システムの全機能をソフトウェア経由ではなく、ウェブ上でも提供し、外国法人からのアクセスも可能にすることが望ましい(電子証明書を取得するためには、日本における法定住所が必要となるため、外国法人は書面での申告のみ認められている)。

<sup>152</sup> 「令和元年度における e-Tax の利用状況等について」国税庁、2020年8月、nta.go.jp.

<sup>153</sup> 「法人について e-Tax が義務化されます」国税庁、2018年6月、nta.go.jp

## モノやサービスの輸出入手続きの電子化を実現するための オンライン・プラットフォーム

**効果：輸出入量の増加、輸入手続きの短縮、供給網の合理化・分散化による生産計画の担保**

シンガポールにおける革新的な取り組みの例として、NTP (Networked Trade Platform) が挙げられる。このプラットフォームは、単なるオンラインマーケットプレイス(売買システム)にはとどまらず、シンガポールの企業が企業固有のIDでログインすれば、バリューチェーンを横断して国内外の企業と繋がり、多岐に渡る機能へのアクセスが可能になる(具体的には、電子書面での契約締結や関税申告、輸送の手配、輸出入状況の監視や第三者システムとの統合等)。

2020年に日本の経済産業省(METI)は、ASEAN全体での貿易業務の完全電子化を実現するためのプラットフォームの構築を支持することを発表している<sup>154</sup>。当該プラットフォームは、NTTが中心となって開発を進めており、NTPと同様に業界横断で貿易書類業務の完全電子化を目指す。同プラットフォームで発注書や受取書、L/C(信用状)、保険証券などを電子化し、輸出企業や輸入企業、銀行、物流企業、損害保険会社、税関など多岐にわたる関係者が情報を確実に共有できるよう支援する。また、このシステムを導入することで、供給網が断絶された場合も代替供給業者が探しやすくなるなど、供給体制全体の安定性の向上にも貢献する見込みとなっている。

## デジタル技術やサービスの調達

行政サービス固有のニーズを満たすユースケースを構築するには、ソフトウェアスタック全体を通じた技術の調達が必要であり、具体的には、クラウドインフラ、データウェアハウス、アナリティクスもしくはルールエンジン、コンテナ等が含まれる。アプリケーションを迅速に構築するためのクラウドツールは現在数多く存在し、より重要なことに、こういった技術は顧客の需要に応じて「オンデマンド」で調達することが可能となっており、必要な演算能力、記憶容量、または想定する利用者数に合わせて調整することが可能となっている。デジタル技術に関しては、かつてのような複数年にわたる設備投資型から、より柔軟性が高く、様々な条件に適用可能な経費型の調達へと捉え方を変化させる必要がある。こうした意味において、政府もまた変化することが望ましく、共通のプラットフォームでの調達を可能にしたり、技術の集約に向けクラウド技術のベンダーを予め選別する、経費型の調達に対応できるよう新たな体制を構築していくことも検討するに値するだろう。

調達の中央管理をすでに成功させている国もある。例えば、韓国では、国家の調達業務を中央で管理するためのシステムである国家総合電子調達システム(KONEPS)を立ち上げた。当該システムの導入により、従来30時間を要していた入札手続きの時間を2時間未満に短縮することに成功し、現在では取引金額は600億ドルに上っており、世界最大規模の電子商取引の場の一つとなっている。同様の例としては、スウェーデンも挙げられ、同国では、2007年時点ですでに共通の電子調達プラットフォームを導入している。

日本は、この領域においても乗り越えるべき課題に直面している。日本の公的機関では、700を超える情報システムが存在し、それぞれが異なる調達や契約体制の下で運営されている。既存の調達プロセスは、多くの場合、複雑で時間がかかるものとなっており、その理由としては、システムの各機能(例えば、設計、互換性、システム移行対応等)にそれぞれ別の業者が携わっている点が挙げられる。加えて、調達業務には、購入する対象についての技術的な知識が必要となるため、導入すべきデジタル技術を総合的に評価する際には、こうした技術面でのノウハウ不足を埋める必要がある点も考慮しなければならない。

しかしながら、この面においては、土台とすべき取り組みが既に始まっている。例えば、既に導入されている「政府共通プラットフォーム」への移行を加速させることで、政府は、現存する個別の情報システムの数減らし、委託業者の整理を進めることができる。共通のプラットフォームの導入は、現時点では、上意下達の使命とはなっていない。だが、政府共通の調達プラットフォームの展開は、あらゆる調達やそのプロセスに関する情報を一元管理する「信頼できる唯一の情報源(SSOT)」となり得る。こうしたプラットフォームへの移行を促すためには、調達業務担当者にクラウド技術、ベンダーの選定などについて必要な研修を提供したり、調達業務にデジタル「ネイティブ」な人材を登用することも有効だろう。

<sup>154</sup> 「貿易業務を完全電子化 NTTデータ・三菱商事など7社」、Nikkei Asia, 2020年10月26日, asia.nikkei.com.

## 官民におけるデータ共有

デジタルの世界では、データへのアクセスを容易にすることは、発展上極めて重要である。データを移動することによるデータ統合よりも、データセットの共有やApplication Program Interfaces (API)を通じたデータへのアクセスの簡易化が重視される。この課題に対し、多くの企業は、全組織からアクセス可能なデータレイクを構築したり、APIを含めたデータレイヤーを構築し担当部署が必要なデータにアクセスできるようにして解決している。

データレイヤーを構築することで、大規模なITシステムの刷新を行うことなく、顧客にとって多くのメリットを実現することができる。代表的なエストニアの例では、データレイヤーの活用により、業務の効率性を大幅に改善しながら、顧客体験を向上させることに成功している。同国では、2018年に1,407年分の労働時間を削減することが出来たと言われている。また、イギリスのGovernment Digital Service (GDS)では、約20,000のデータセットを共有しており、データサイエンティストやソフトウェア開発者による新規アプリケーションの開発を支援している。

多くの米国の都市においても優れたデータ共有が実施されている。例えばシカゴでは、数千に上るデータセットを公表し、データサイエンティストやソフトウェア開発者のアプリケーション開発に役立てており、その結果の一例として、自転車やランニングで安全に利用できるエリアを教えるアプリケーションの開発につながっている。ボストンも数千に上るデータセットを同様に公表しており、その結果、スマートフォン上の加速度計を使って、修理が必要な道路の凹みはどこにあるかを運転中に特定するアプリケーションの開発に成功した。また、サンフランシスコでは、公表されたデータセットに基づいて、様々な建物の電気使用量をモニタリングするアプリケーションの開発に成功している。

この領域においても、日本はまだ改善する余地がある。現在のデータ基準や要件は各公的機関によって異なり、データは機械が読み取れる形式でなかったり、様々なデータ源からのデータの統合分析に対応できる形式で保存されていなかったりする。さらに公的機関や中央・地方政府の間の法的枠組みの違いにより、デジタル化および共有可能なデータの区別が複雑化している。こうした課題は、他国政府が採用したベストプラクティスを参考にすることで解決することができる。具体的には標準的なデータ形式の導入や、データ品質の統一、データの意味や用途を文書化した「データ辞書」の導入、管理されたデータへのアクセスを可能にするためのAPIの導入等が挙げられる。

また、日本が参考にできる例は他にもある。例えば、各公的機関が保持する各データ類型をクラウドベースで中央管理し「信頼できる唯一の情報源」とすることで、各機関の所有権と管理責任は維持しながら、重複する入力負担を減らすという試みが挙げられる。他にも、データ保護方針の整合性を確保し、多様なデータタイプのデジタル化や共有を安全に行えるようにすることで、データのプライバシー保護や適切なアクセス、活用および出版権を保証するための基準を確立することなども挙げられる。

## 公的機関を横断したシステムの相互運用性

現在のクラウドシステムは、様々なデータベース、ミドルウェアおよびフロントエンドにおけるシステムの相互運用を可能にしている。しかしながら、相互運用のための前後処理を軽減するためには、共通のプロトコルやデータ類型を採用することが望ましい。様々なシステムの利用やデータ類型について事前の合意がなされていないと、データの前後処理に要する負担が増えることも多い。例えば、日本では複数の公的機関において、同じ情報を異なる文字の種類（カタカナ、ひらがな、漢字）で保存している場合もあり、こういった場合にデータの変換や統合作業が必要になってくる。加えて、各公的機関は、異なる通信プロトコルを採用しており、他機関との接続を難しくしている。この課題は、各機関におけるローカルネットワークの厳格な分離、厳しい安全方針などにより更に増長しており、テレビ会議の調整を含むコミュニケーションを行うことを困難にさせてきた。

将来のデジタル化が進んだ世界においては、現在の公的機関間で分断されたITシステムやネットワークを解消するために、より創造的な解決策の立案に向けて取り組むことが望ましいといえるだろう。

ここで注目すべき模範例は、エストニアのX-roadである。これは分散されたデータベースを安全に連携させ、相互運用可能にするプラットフォームで、各公的機関のシステム間での接続や、民間企業や外部ユーザーも含めたデータ共有が可能となる。当該プラットフォームでは、デジタルIDの取得が義務付けられるが、

これを取得すれば、X-roadを通じてあらゆる電子契約に署名し、全ての行政サービスを利用することができるようになる。

## 電子本人認証

デジタル政府実現に向けてのけん引役となりうる取り組みとして電子本人認証の導入が挙げられることも多いが、これは一要素であり、成功の十分要件ではない。確かに、共通のID番号が付与される電子本人認証には、様々な利点があり、ログイン手続きの簡略化や、様々な公的機関において個人情報が共有されることなどが挙げられるが、この制度は、主に人口の少ない国での成功例が多く、人口の多い国では必ずしも成功していない場合もある。

シンガポールのSingPassは、60以上の公的機関や行政サービスで展開されており、その利用者数は同国の人口の60%に相当する350万人と推定されている。米国でも類似のシステムであるLogin.govが導入されており、その利用者数は1,700万人に上るが、これは米国の人口のわずか5%に過ぎない。イギリスのGov Verifyの推定利用者数は、550万人程度であり、これも全人口の10%未満に過ぎない。

例えばデンマークでは、デジタルID導入の最初の試みは失敗に終わり、その結果、次の試みは何としても成功させなければならなくなった。デジタル本人認証では、操作性と安全性の双方を両立する必要があるため、本人認証番号を広く普及しているオンライン銀行口座に紐づけ、利用者が当該番号を覚えやすいようにした。デジタル個人認証システムや決済システムを銀行と共同開発することで、デンマーク政府は魅力的なユーザー体験を構築することに成功はしたものの、安全面等において妥協せざるを得ない面もあった(12桁ではなく6桁のパスワードを採用する等)。

単一の電子本人認証制度を導入することにより、多くの恩恵を利用者に与えることができるものの、電子本人認証システムの導入と並行した行政サービスのデジタル化は必要不可欠であり、こうしたシステムの導入がデジタル政府の実現に向けた特効薬となるわけでもないことは認識しておくべきであろう。

以下の図表は、主要先進国の政府が提供するサービス類型の一覧であり、その調達、データ、相互運用性、電子本人認証上の課題に対する各政府の取り組みを示している。

図表 18:

### 他国政府の事例

	イギリス 	シンガポール 	韓国 
電子政府により提供されているサービス	旅行、雇用、年金、車両、住宅、教育、医療、家族、ビジネス関連を含むサービス	住宅、旅行、公共交通機関、駐車場、家族、クラウドソーシング、公共料金支払い、ビジネス関連を含むサービス	住宅、給付金、税金、行政事務、オンライン陳情、企業サポートを含むサービス
どのように実現したか	300以上の公的機関にまたがる1,700のウェブサイトの一つのウェブサイトに統合  政府ウェブサイトを高価なソフトウェアライセンス費がかからないオープンソース技術で構築  ~20,000の政府データセットをオンラインで公開  GOV.UK Verifyを安全性の高い本人認証方法として導入し、オンライン行政サービスのアクセスを向上	デジタル政府サービスの提供を行う統合されたウェブサイト構築  8,000のデータセットと100のアプリケーションへのオープンデータアクセスが可能なデータポータル構築  年間\$340億の調達を担うe-調達システムを構築し、90%の入札を電子化  60以上の公的機関にまたがる数百のデジタルサービスへの安全かつ簡易なアクセスを可能とするSingPassを導入	~7,000の行政サービスを一つのウェブサイトに統合(300以上のサービスに対応するモバイルアプリケーション含む)  公的な事務書類の9割以上を電子化  e-調達システムを構築し、入札プロセス平均所要時間を30時間から2時間以下に短縮し、\$80億の取引コストを削減  デジタル個人認証システムを試行するため、e-residencyプログラムを開始

資料: 記事検索、各国政府ウェブサイト (gov.uk, tech.gov.sg, gov.kr)、マッキンゼー分析

## デジタル人材とリテラシー — 新しい働き方

市民や企業に行政サービスを提供し、そのための調達、データ、相互運用性および個人認証に関する課題に対応するためには、政府の中核にデジタル人材を据える必要がある。これを実現するために、各国政府は、デジタルリテラシーを育成するための研修プログラムを導入している。例えば、シンガポールでは、政府内において、デジタル重視の意識を醸成し、2023年までに全職員に基本的なデジタルリテラシーを持たせるために、20,000人の職員に対しデータサイエンスの研修を義務付けている。

ニュージーランドでは、政府のデジタル化の試みはOffice of the Government Chief Digital Officer (OGCDO)が主導しており、組織の各層におけるデジタル能力の構築に注力し、上級役員はハーバードビジネススクールのデジタルリーダープログラムに参加している。

行政サービスを展開する上で最適な選択肢を把握するためには、クラウドツールや機械学習等に関するハードスキルの構築が不可欠となる。加えて、アジャイルやデザイン思考といった新たな働き方を取り入れた「筋力」をつけることも同じように重要となる。例えばドイツでは、デジタル化に向けた取り組みを加速させるために、新しい働き方を導入し、連邦政府に分散した行政サービスについて、「連携チーム」がデジタルラボ、アジャイル手法およびデザイン思考に基づいた解決策を構築し共有している。

## データプライバシーおよび責任あるAIの原則

アプリケーションの開発に着手する前に、政府や市民および企業が、データプライバシーの基準や責任あるAIの原則について策定することが重要である。データプライバシーについては、EUが先行して、プライバシーの侵害を制限し、データの利用目的についての説明責任を義務付けるGDPR (EU一般データ保護規則)を施行した。

AIの分野においては、機械学習やディープラーニングを活用した予測を行うことで、特定の分野における効率性やコスト削減や成果の改善といった恩恵が期待できるものの、AIや機械学習の利用が、社会的不平等や差別の助長および自由の侵害をもたらしかねない可能性もあることから、そういった事態の発生を回避するために、責任のあるAIの原則を策定することが極めて重要となる。具体的には以下の内容が網羅されることが望ましい。

- 公平性: 特定の人々や団体に対する差別を回避
- 説明責任: 信頼性、監査可能性、遡求方法、賠償方法
- 機密保持義務: プライバシー、安全性、データ保護、知的財産権
- 透明性: データ、アルゴリズム、モデル、および予測において何が誰に対しどういった意味を持つか

責任あるAIの原則の策定は、純粹に技術的な取り組みではない。科学者、エンジニア、ソーシャルワーカー、哲学者、法律家、規制当局者および一般市民といった幅広い層からの参画が必要となるだろう。

## 技術上の選択肢

将来のアプリケーションを開発する上での技術の選択肢は幅広く存在するが、どの選択肢を選ぶかについては、「where」、「what」、「who」を定義する必要がある。ここで「where」とは、情報とアプリケーションをどこに置くべきかであり、多くの場合、クラウドと特定の領域を組み合わせたハイブリッドなアプローチをとる。「What」とは、ソフトウェアスタックの異なる階層で提供される個別のツール(データベースやセキュリティレイヤー、解析ツール、機械学習の枠組み、フロントエンドのコード)を意味し、「Who」とは、PaaS、IaaSやSaaSといったパッケージ化された技術を提供するベンダーを意味する。

追加的に考慮すべき点としては、独自もしくはオープンソースいずれの方法を選択するかである。後者を選択すれば、保全費用を大幅に削減できる。例えば、イギリスのGov.UKは、「AmazonがAmazonを構築したように」、オープンソース技術を活用し、アジャイルかつ反復型の手法で構築されている。

## 予算の確保

一貫したビジョンおよびリーダーシップを確立し、何を構築すべきかについての明確な目標を立てた段階で、予算の確保が極めて重要となる。デジタル化を実現するために多くの予算を割り当てている政府は世界でも多い。例えば、シンガポールでは、GovTechの立ち上げに3億シンガポールドルを費やし、これとは別にプログラム毎にも予算を確保している。ドイツの内務省は、行政サービスのオンライン化のために、5年で5億ユーロの予算を確保し、加えて各州から合計20億ユーロの資金を拠出させている。これらの予算は中央で管理され、一定の条件と紐づけて（共通のデジタル化手法の導入、取り組みの進捗状況の監視等）、連邦政府の各部門や各州に配分されている。

鍵となるユースケースの一気通貫のデジタル化の予算が確保されていることや、これらのユースケースが成功するための前提となる多くの取り組み（例えば、調達業務の合理化等）の一気通貫のデジタル化の予算が確保されていることは、取り組みを最後まで完了させるため、ひいては行政サービスのデジタル化に不可欠である。

## 協力関係の構築

最後に、政府のデジタル化を成功させるためには、技術提供者、助言者、教育者等との様々な形の協力関係が肝要である。政府が単独でデジタル化を成功させた前例はない。例えば、韓国では、政府は、Samsung ElectronicsやLG Electronicsといった企業と提携し、R&Dに投資を行い、必要な技術を低コストで韓国国内で開発することに成功している。こうした提携関係は、e-Govプログラムの開発を促進し、ICT業界の雇用拡大をもたらした。

一部の政府は、デジタル化の過程の遅い段階になって、こうした提携関係を構築し、そのために高い対価を支払っている。例えば、イギリス政府は、オンライン個人認証サービスである‘Gov.UK Verify’の構築に2016年から着手しているが、この計画は難航し、最終的な個人認証の成功率は47%に止まっていた。6年に亘り、1億3千万ポンドの費用を本計画に費やしたのちに、政府は、2018年10月に予算を打ち止め、本計画を民間企業に主導させる方針に変更した。

どのような施策であろうと、必要となる技術やプロセスを補完できるパートナーを探し、協力関係を構築することは、施策の進捗を加速させ、成功させるためには不可欠となる。

## デジタル改革を阻む障壁

政府がデジタル改革を成功させるためには、意識改革、人材育成、旧来型の技術がもたらす課題への対応、そして規制改革が必要となる可能性がある。具体例は以下の通りである。

**政府と国民のリスク回避志向は、改革の妨げとなる:** IMDが公表している「2020年デジタル競争力ランキング」において、日本は総合で27位となっている。本ランキングの評価項目の一つは「規制の枠組み」となっているが、日本はここでは44位となっており、これが総合順位を引き下げる主な原因となっていた。<sup>155</sup> デジタル化の妨げとなっている可能性のある厳格な規制は、政府や市民のリスク回避志向を反映している可能性もあり、デジタルがもたらす恩恵よりもリスクを過度に重視する風潮が、規制に対しても影響を及ぼしているかもしれない。国民は、政府機関が自由に個人情報を入力することについて不安感を持ち、個人の医療に関する情報をマイナンバーに紐づける施策について懸念を唱える動きもある。こうしたデータのプライバシーやセキュリティ上の懸念は、2015年に日本年金機構のシステムが不正侵入され、100万件以上の個人情報流出した事件を受けて、さらに強いものとなった。信頼を極めて重視する文化において、一度信頼を失うと、それを取り戻すのは容易ではない。デジタル化がもたらすメリットと削減されるコストを根気強く強調しつつ、サイバーセキュリティへの投資やリスク低減・回避施策の立案を通して、データの安全管理・利用についての信頼を取り戻すための枠組みを構築していくことが重要となるだろう。

**規制上義務付けられる書面による提出:** 数千に上る手続きにおいて（事業の認可申請や住民票の取得等も含めて）捺印が必要とされてきており、これが、規制または法律上義務付けられている場合もある。こうした捺印や書面の義務付けは、デジタル化を遅らせる要因となってきた。一部の自治体、例えば福岡県では、3,000を超える行政手続きにおいて捺印を不要としているが<sup>156</sup>、多くの中央政府もしくは地方自治体の規制は、行政手続きから捺印を省略することを極めて困難にしている。電子署名および認証業務に関する法律（Electronic Signature Act）の第三条では、一定の電子署名は捺印と同等の法的効力を有すると規定されているが、クラウド上の電子署名についても同法が適用され、捺印と同じ法的効力を有するかどうかは定かではない。

**政府職員のデジタルリテラシーが低い:** 既出のIMD「2020年デジタル競争力ランキング」によると、日本はデジタル人材の項目では、世界で46位となっており、他の項目の評価との比較において、最も低い評価となっている。こうした順位にも示されている通り、日本の公的機関においてもデジタルに精通した人材、デジタルのプロセスと技術の双方を理解している人材を増やす必要がある。多くのデジタルの取り組みで、実装を第三者や外部業者に依存しているが（例えば、アプリケーションの開発を外部に委託するなど）、デジタルに精通したリーダーが戦略の実行だけでなく、戦略の考案・立案を行う早期段階から関わり、デジタルの理解を深めることに価値がある。既存のインフラの多くは旧来型の基幹システムを基としているため、政府から業務委託を受けている業者やIT企業は、必ずしも最新技術に基づいた提案を行わず、政府は現在そして今後活用できるような最先端技術を導入する機会を逃すことも多い。これは、脅威が常に進化している、サイバーセキュリティの面で特に重要となり、こうした脅威と戦うためにも政府は最新の技術を装備する必要がある。

**デジタルにおけるガバナンスが明確でない:** 2021年にデジタル庁（仮称）が設立される際に対応すべき課題としては、現在の技術に関連する省庁（例：文部科学省）の他省庁への限定的権限が挙げられる。例えばフランスでは、複数の公的機関をまたぐ機関を立ち上げ<sup>157</sup>、複数の公的機関が関与するデジタル案件の調整や付加価値が高い案件の承認などの任務・権限を与えること、こうした課題に対応している。日本のデジタル庁のガバナンスは現時点では定かではないが、場合によっては、政府のデジタル化の障壁要因にも、成功要因のいずれにもなり得る。

**分散化された運営によるデジタル化の効果削減:** これは、日本固有の問題ではないが、公的機関間の連携不足は、デジタル改革を成功する上で大きな阻害要因となる。各公的機関のウェブサイトは、ユーザインターフェースが異なり、手続きや施策についての開示内容もそれぞれに固有のものとなっている。また、同じ県内でも市区町村間で慣習が異なる場合も多く、例えば渋谷区や市川市では、住民票の写しの請求はLINEを通じて行えるものの、ほとんどの地方自治体は、こうしたサービスを導入していない。加えて、各公的機関が公表するデータも異なる形式（例えば、CSV等）でなされることが多く、複数システムのデータを取り込み、統合するのが容易でない。菅総理大臣が2020年のデジタル改革関係閣僚会議で言及していたように、不十分なシステム連携が、行政の非効率の原因となっている<sup>158</sup>。2021年に設立されるデジタル庁が、こうした課題の解決策となることが望まれる。イギリスのように政府の業務運営を統合することに成功した例においては、政府の全公的機関は、一つの統合されたウェブサイト上で行政サービスを提供する。こうした例を参考にすることも有効だろう。

<sup>155</sup> IMD World Digital Competitiveness Ranking 2020, International Institute for Management Development, 2020年, imd.org.

<sup>156</sup> "Japan Local Govts Advancing "Hanko"-Free Procedures", Nippon Communications Foundation, 2020年10月13日, nippon.com.

<sup>157</sup> Direction Interministérielle du Numérique (DINUM)

<sup>158</sup> 「デジタル改革関係閣僚会議」首相官邸、2020年9月23日, kantei.go.jp.

# デジタル改革を成功させるための要件

成功の要件は、戦略、意識改革、人材育成、技術革新を加速させるために整備すべきものである。以下の領域について、対応を検討すべきと考える。

**サイバーセキュリティを強化することで、政府や国民のリスク回避志向を乗り越え、デジタルリスクの完全回避から最小限に抑える方向へ注力をシフトする：**日本の文化的要素として強いリスク回避志向が挙げられ、データの開示や共有に対する考え方が北欧等の国と比較して懐疑的な場合も多い。例えば日本では、マイナンバーカードを個人医療情報に紐づけることに抵抗する声は依然として大きい。こうした懸念を緩和するためには、サイバーセキュリティを強化することが有効である。サイバーリスクは、回避可能なリスクではなく、不可避なリスクとして受け入れ、このリスクを緩和するためには、サイバーセキュリティへの投資を行うことが不可欠であることを改めて認識する必要がある。安全性に関する優先度を必要以上に高め、コストセンターと見なし、データ共有のメリットを無視することは、日本におけるデジタルのポテンシャルを妨げかねない。サイバーセキュリティやデータ保護システムの強化や利用者が安心して個人のデータにアクセスすることを可能にするインターフェースの実現は、データに対する信頼性を高める上で鍵となる。これらを実現するためには、政府はサイバーセキュリティにおける世界の先進企業と積極的に提携し、国民に対しては安全性強化に向けた取り組みについて積極的に説明していくことが望ましい。この点において、クラウドサービスが政府の定めた一定の安全性の基準を満たしているかを検証する「政府情報システムのためのセキュリティ評価制度 (ISMAP)」の導入は、正しい方向への一歩とは言える。しかしながら、多くの企業からは、ISMAPの費用は高く、その負担は重いという声が聞かれている。より合理化され、低コストなサイバーセキュリティ検証プログラムの開発が期待される。

**電子書式や署名を導入し、全ての行政プロセスにおいて書面のみに基づくプロセスを排除する：**このためにまず必要なことは、電子文書を法的に有効とするために、捺印や手書きによる署名を電子署名で代替できるようにすることである。そして、次に必要なことは、国民の全ての個人情報に紐づける、生体認証機能もしくはデジタル認証機能付きのIDカードを作成することである。こうした「個人認証情報一元管理サービス」の枠組みは、エストニア等の国々で既に導入されている。ビジネスの観点からは、電子署名の承認はデジタル文書を公正証書として認めるためには不可欠であり、これが実現できれば、物理的な書面を廃止することができる。例えば米国では、承認されたクラウドサービスが、政府機関に電子署名を提供し、契約処理の自動化および迅速化を安全に進めることに成功している。2020年のコロナ禍においては、州政府が Adobe Sign

を用いて、中小企業救済金の申請システムを2日で立ち上げ、3週間で2億ドルに上る救済資金を支給した<sup>159</sup>。また、日本において電子署名を導入する（あるいは導入を推進する）のであれば、主要な貿易国相手国において受け入れられる形式であることが望ましい。

**政府におけるデジタル人材や能力を強化し、外部委託への依存を減らす：**政府において行政プロセスとデジタル技術の翻訳ができる人材が必要となる。具体的には、政府のプロセスと、それを改革するために必要なデジタルツール・技術の双方について理解している人材である。これを実現するには複数の方法がある。例えば、機関内の人材に必要な能力の構築に向けたデジタル研修の実施、デジタル知識を有する新卒者の採用、デジタル企業との提携（これは、システムの実装業務を依頼する業者だけではなく、世界のトップデジタル企業との協働を通じて、外部からデジタル人材を補完することを意味する）等が挙げられる。そして、デジタル化に向けての仕様書の作成については、必要なスキルを有する新たなチームを機関内に立ち上げることが成功への近道となる。公的機関内のデジタル能力を向上させ、最先端のデジタル企業と提携・協働することで、仕様書の質が向上すれば、外部委託業者やITサービス会社もより最先端のソリューションを提案するようになる。

**早期に成果を上げるために、高頻度で利用され複雑性の低い行政手続からデジタル化する：**日本の分散化された行政サービスを全て網羅するシステムの構築は、費用および時間の両方がかかることが見込まれるため（例えば、包括的なクラウドデータベースの構築等）、まずは、地域を絞って一つのユースケースの実装を成功させることに注力することが望ましい。このユースケースは、多くの人が恩恵を享受でき、比較的実現しやすく、即時で市民が改善を実感できるものが望ましい。対象地域でこの試みが成功したら、他の地域にも展開していく。渋谷区における住民票の写し請求にLINEを導入した事例は、好例と言える。

**公的機関の間で明確なデジタルガバナンスを確立する：**2021年のデジタル庁の設立は、この点についての解決策となるかもしれない。デジタル化に向けてリーダーシップを発揮するデジタル庁を設けることのメリットは明確である。各公的機関におけるデジタル化に向けた施策を中央

<sup>159</sup> Ashley Still, "Adobe announces next milestone on vision for digital modernization in government", Adobe, 2020年8月6日、blog.adobe.com.



管理し、必要な予算を承認し、デジタル関連の調達を担うデジタル庁の存在は、政府のデジタル化を成功させる上で必要不可欠の存在となりうる。

**行政プロセスやサービスを一気通貫で書面・アナログを介することなくデジタルで完了できるようにし、生産性向上を最大限実現する：**各公的機関やその行政プロセスを横断して共通のデジタル技術を最初から導入することは必ずしも不可欠ではないが、こうした取り組みは一貫性をもって継続的に取り組むことで最も高い成果が期待できる。例えば、COVID-19 関連の助成金の給付に際して、地方自治体の多くがオンライン申請の受付を一時中止する事態に追い込まれた。これは、助成金の申請において、フロントエンドではデジタル化が進み自動化されていたものの、申請後のバックエンドでは印刷や手入力などの手作業での対応があり、申請数の急増に対応しきれなかったためであった<sup>160</sup>。こうしたプロセスを持続可能にするためには、フロントエンドとバックエンド、そしてその間のステップ全てが完全にデジタル化される必要がある。さらに重要となるのは、既存の行政プロセスを基としたデジタル技術を探すのではなく、行政プロセス自体の簡略化を含めた改善を検討することである。真のデジタル化のためには、行政プロセス自体の冗長性を無くし、合理化することも重要な要素となり、そのため、デジタル改革の一環として意識改革もまた必須になる。デジタル化を成功させるためには、表面的な自動化だけでなく、行政プロセス自体の改革も不可欠となる。

**e-Gov が提供するデジタル行政サービスにおける顧客体験の基準を定義し、UIのデザイン方針を確立する：**個別のケースの実装は、短期的に一定の成果を上げることができる点では効果的な方法ではあるが、このやり方を重ねると、長期的には統合作業が複雑化するというリスクが生じる。プログラム言語、フロントエンドのインターフェースやアプリケーション開発等、重要な要素については、最初から基準やデザイン方針を予め決めておくことで、その後のコード共有、統合や集約の負担を軽減することができる。

**将来にわたって安全なクラウドの枠組みおよびバックエンドのシステム移管のガイドラインを定義：**公的機関と地方自治体のウェブサイトは、見た目にも統一性に欠けているが、基礎となるITインフラにも大きなばらつきが存在している。これは、異なる業者が、異なるサーバー、制御システム(OS)、データベース、ミドルウェアおよびセキュリティアプリケーションを使って、700を超える情報システムを構築した結果である。日本政府が新たなアプリケーションを構築しようとするのであれば、クラウドの枠組みの模範例を提示し、これを全国の公的機関・地方自治体が原則とし、新しいシステムの安全性、他のシステムとの互換性、柔軟性を確保する上で役立てることが有効と言えよう。加えて、日本政府は、既存の旧来型のデータベースを新たに開発したクラウドシステムに移行する上でのガイドラインを作成することを検討するべき。

**データガバナンスの定義、一部のデータセットの公表、安全なAPIの提供：**データについては、収集方法と安全な保管方法（データ仕様の標準化を含む）についての原則を決めることは、将来のアプリケーションを開発する上で極めて重要な要素となる。APIは、アプリケーションが安全に作動するために必要なデータへのアクセスを提供する上で中核的な役割を果たし、適切なAPIを選択することができれば、大掛かりなデータの移行や統合作業を回避することもできる。例えば、シンガポールでは、一つのウェブサイトから政府が公表しているデータセットに容易にアクセスできる。日本も必要なデータ基準やAPIを選択し、安全にデータを手入するための法規制を整備すれば同様の成果を達成できるだろう。

**政府によるデジタルソリューションの調達プロセスを統合・合理化：**日本政府は、「政府共通プラットフォーム」を通じて、調達に要する時間や費用および事務負担の軽減に向けて取り組みを始めてはいるものの、政府が各省庁への当該プラットフォームの導入をさらに促進すれば、その普及率をさらに高めることができるだろう。また政府は、調達時に考慮すべき項目について規定するクラウドサービスの評価基準も示しているが、こうした基準の設定に加え、デジタルの専門家で構成された調達専門チームを立ち上げ、これらの基準を補完すれば、調達業務の質を向上させると同時に迅速化も実現できると考えられる。

<sup>160</sup> "Tokyo 23 ward COVID-19 payment: application and payment schedule by ward", Real Estate Japan, 2020年5月28日、realestate.co.jp.



# 大胆な一手 その9: 政府と産業界が協力し、 公共インフラにおける強みを生かして スマートシティを拡大

日本は世界有数の都市と公共インフラに恵まれた国である。海外に知れ渡る例としては、広範な鉄道網の上に世界最速の車両を走らせる新幹線や、世界一高度な耐震インフラ、気象庁の提供する、数多くの人命救助に役立ってきた緊急地震速報(地震予知警報)システムがある。日本の都市はその安全性と低い犯罪率、清潔さで世界から高い評価を受けており、最高級の都市と公共インフラ作りという観点では、日本は既に称賛に値する仕事を成し遂げている。これらの事実は、日本がデジタル技術を駆使してさらに高度な都市を目指すうえで、強固な基盤となるだろう。なお、さらに高度な都市とは、サイバーセキュリティとデータ使用の Protokol によって市民のプライバシーを保護しながら、市民にとって更に利便性の高いスマートシティへと都市を進化させることを指している。

スマートシティは、政府が産業界と密接に連携し、市民とビジネス双方の生活の質を形成する領域である。トヨタのような一部の日本企業は、多様なデジタルユースケースを包括するスマートシティの開発を既に牽引している。トヨタが富士山の麓に計画している「Woven City」は、2021年に建設が開始され、2千人が住居を構える予定だ。<sup>161</sup>この未来的な取り組みには、機械学習やディープラーニング、ロボット工学、スマートホームが相互に接続された形で組み込まれる予定である。計画中の都市は、水素燃料や太陽光エネルギー、地熱エネルギーを100%利用することで、二酸化炭素を排出しない環境作り、地中ネットワークを用いた商品配送・発電・水質浄化、建物へのセンサー統合による居住者の日常生活の監視と支援、歩行者と二酸化炭素排出ゼロの自律走行車両それぞれのための道路の整備、などの特徴を持つ。トヨタが述べているように、都市を完全にゼロから構築することが、この領域において未来の技術を実験的に使用し、進化させる独特の機会を提供してくれる。トヨタの努力が未来のスマートシティ、言い換えれば日本が世界最高の技術確立し世界的なリーダーに浮上する可能性のある領域への道を切り開くかもしれない。

## スマートシティにおけるデジタルユースケース

トヨタの Woven City のようなスマートシティでは、既存のインフラをインターネットに接続された「インテリジェントな物」と組み合わせる。スマートシティは、建物、交通、インフラ、エネルギー、公共サービスを5つの柱としており、その全てがデジタルで動作し、デジタルにより強化されている。図表19は、スマートシティにおける主なデジタルユースケースを紹介している。

トヨタの Woven City のような事業は、複数のデジタルユースケースを組み込み、全ての物が完全に接続されたエコシステムを構築する。一方で、単一のユースケースを導入し、既存の都市インフラを漸進的に「スマート化」することも可能である。以下に、日本や世界各都市で展開されている具体的なユースケースを紹介する。

<sup>161</sup> Katie Warren, "Toyota is building a 175-acre smart city in Japan where residents will test out tech like AI, robotics, and smart homes. Here's what the 'city of the future' will look like.", Business Insider, January 28, 2020, [businessinsider.com](https://www.businessinsider.com).

図表 19:

## スマートシティにおけるデジタルユースケース

### 経済開発と住居

住宅の3Dプリンティング  
P2Pの宿泊施設プラットフォーム  
オンラインのスキル再構築プログラム

- ▼ 市民の支払額 ~ 1-3%
- ▲ 正規雇用 ~ 1-3%

### 災害管理

災害早期警告システム  
緊急連絡用のデジタルワイアレスシステム  
耐震技術

- ▼ 緊急対応時間 ~ 20-35%
- ▼ 致死率 ~ 8-10%

### 健康と安全

遠隔治療と遠隔からの患者監視  
ライフスタイルを支援するウェアラブル  
感染性疾患の監視  
人の動きや混雑の管理

- ▼ 疾病負担 ~ 8-15%

### モビリティ

リアルタイムの公共交通情報  
交通システムの予測保守  
スマート信号機  
スマート駐車  
カーシェアリング  
通行料制度

- ▼ 通勤通学時間 ~ 15-20%
- ▼ 通院や行政対応にかかる時間 ~ 45-65%

### 環境品質と廃棄物

水やエネルギー消費量の追跡  
住宅エネルギー自動化システム  
リアルタイムの水質監視  
再生可能エネルギーの利用  
廃棄物回収経路の最適化

- ▼ 温室効果ガス排出 ~ 10-15%
- ▼ 水消費量 ~ 20-30%
- ▼ リサイクルされない廃棄物 ~ 10-20%



資料: マッキンゼー

## 自然災害に対する早期警告システム

効果: 早期段階での避難を促し、死亡者数を削減し、インフラへの被害を縮小

地震の早期警告システムは検知と周知の2段階から成る。検知段階では、まずセンサーが地震振動を捉える。次にディープラーニングモデルを包括したアルゴリズムがセンサーからのデータを利用し、地震の大きさと発生時刻、震源地を予測する。周知段階では、スマートフォンやテレビ、ラジオに必要な警告が発信され、市民が避難できるよう事前に注意を促す。この早期警告システムは人命を救う上で不可欠であるとともに、エレベーターや列車を停止させ、また火災リスクを削減する目的でパイプラインの天然ガスの流れを中断させるシステムでもあるが故に、インフラへの被害縮小という点でも極めて重要である。<sup>162</sup>

これは日本が他国より優れた事例の一つである。気象庁が2007年に運用開始した世界的に有名な地震早期警告システムは、独自の地震ネットワーク上にある4,000の測定地を活用し、地震の早期警告実績では最多記録を持つ。<sup>163</sup>一方で、日本の早期警告システムは地震への対応時間の短縮と生存率の増加に重要な役割を果たしているが、誤った警告発信や震度の誤算出の例もある。日本では多くの人が即座に通知を受けることを評価するため、誤った警告があっても世論は依然として肯定的だ。<sup>164</sup>しかしながら、この領域ではディープラーニングモデルをさらに改良し、予測精度を改善させる機会がある。

## 観光客向けのデジタルサイネージ

効果: 観光客の都市体験を改善、観光マーケティングの効果を高める

2019年、Ciscoは京都の主要な観光名所である嵐山駅にデジタルサイネージを設置した。<sup>165</sup>Ciscoのデジタルサイネージは対話型デジタルタッチスクリーンを利用し、近隣の観光スポットや地図を表示する。このタッチスクリーンには多言語対応のコンシェルジュ機能が組み込まれ、センサーが装備されている。また、デジタルサイネージは観光客に即座に情報を提供することに加えて、マーケティング目的で利用可能なデータを収集する。

## エネルギー消費量削減のためのスマートソリューション

効果: エネルギー消費量の削減

パリでは、センサーを装備し中央管理システムに接続されたスマート街灯が、人の有無やその移動など周囲の状況に基づき明るさを調整する。このスマート街灯は最大45%のエネルギー消費量を削減し、犯罪阻止を目的とする銃声検知などの拡張機能を持つ。<sup>166</sup>Ciscoはまた、世界120都市と協力し、様々なスマートシティ向けデジタルソリューションを提供している。一例として、コペンハーゲンのデジタルプラットフォームでは、駐車や廃棄をモニタリングし、あらゆる環境情報を探知することで、都市の二酸化炭素削減を実現し、市民の生活体験を向上させている。

<sup>162</sup> "Smart cities: Digital solutions for a more livable future", McKinsey Global Institute, June 2018, McKinsey.com

<sup>163</sup> Fumiko Tajima and Takumi Hayashida, "Earthquake early morning: what does "seconds before a strong hit" mean?", Progress in Earth and Planetary Sciences, October 10, 2018, progearthplanetsci.springeropen.com

<sup>164</sup> Ryo Yamagashi, "Early earthquake alert system remains flawed but tolerated", The Asahi Shimbun, July 25, 2020, asahi.com

<sup>165</sup> "京福電気鉄道株式会社 - Cisco スマートシティソリューション導入事例" [Keifuku Electric Railroad - Cisco smart city solution case study], Cisco, accessed December 3, 2020, cisco.com

<sup>166</sup> Mark Halper, "Paris: No LED streetlights, but it still goes for intelligent controls", Lux Review, April 20, 2015, luxreview.com.

## 建設業向け3Dプリンティング

### 効果: 建造費を削減、建設工期を短縮

橋のように建物と内部構造物を現場から離れた地域で建造し、現場へ搬送して組み立てるモジュール建築手法が、建築業界で注目されている。モジュール建築では、3D印刷技術を活用し、コンクリートや鉄、樹脂、プラスチックなどの材料を使い迅速かつ正確に、物理的構造物を印刷することが可能である。例として、日本の建設会社である大成建設は、2020年に国内では初めてとなるプレストレスト・コンクリート(PC)の橋を3Dプリンターで建築した。<sup>167</sup>大成建設はさらに、梁や柱などの建築構造物への3D印刷技術の応用を計画している。

ドバイのような都市もまた、3Dプリンティング分野へ進出しており、3Dプリンターで造られた世界最大の内部構造物を用いた政府建造物は、僅か3人の作業員で建築され作業工数を大幅に節減している。<sup>168</sup>ドバイ政府は2030年までに全ての建物の25%を3Dプリンターで建設する目標を明言している。人口の8割が政府建造物に住むシンガポールもまた、公営住宅の3Dプリンティングに投資し、この技術の実現可能性を探求するSingapore Centre for 3D Printingを設立している<sup>169</sup>。

---

<sup>167</sup> "Japan's Taisei Builds Bridge Using 3D Printer", February 18, 2020, nippon.com

<sup>168</sup> Mary Meisenzahl, "This building in Dubai is the largest 3D-printed structure in the world — and it took just 3 workers and a printer to build it", Business Insider, December 31, 2019, businessinsider.com.

<sup>169</sup> Michael Molitch-Hou, "Singapore makes plans to 3D print public housing", 3D Printing Industry, February 10, 2016, 3dprintingindustry.com.

# デジタル改革を成功させるための要件

デジタル改革の実現には、意識改革、人材育成、技術開発、政策などが必要となる。以下では、デジタル改革実現のための具体的な対処事例を取り上げている。

スマートシティ構築を成功させ、大規模に展開するには、あらゆる産業に見られる幅広いデジタルユースケースを集約する必要がある。実現を阻む障壁は、各産業が現在直面する障壁と殆ど変わらないため、ここでは割愛する。それに加えて、McKinsey Global Institute の調査によると<sup>170</sup>、スマートシティ開発を促進させる要因には、以下のように産業横断的なものも幾つか含まれている。

**サイバーセキュリティの整備によるスマートシティインフラの保護と、市民のプライバシーやセキュリティリスクへの対処:** サイバーセキュリティはいかなるデジタルユースケースにおいても不可欠であるが、市民生活のほぼ全ての側面にデジタルを組み込むスマートシティでは特に重要である。スマートシティは、情報漏洩やハッカーによる攻撃に晒される可能性のある広範な「表面積」を持つ。そのため、都市はデジタル化を大規模に展開する前に、重要性に基づきインフラの優先順位を定義し、それらを保護するための堅牢なサイバーセキュリティを構築する必要がある。更に、セキュリティ漏洩の事態が発生した場合の対処法や通知方法を計画することも不可欠だ。また、ハッカーのような外部脅威からのデータ保護だけでなく、データ処理方法や個人情報保護に関する習慣や安全性を確立し、監視の強化が市民のプライバシー侵害に繋がらないと保証することも極めて重要である。

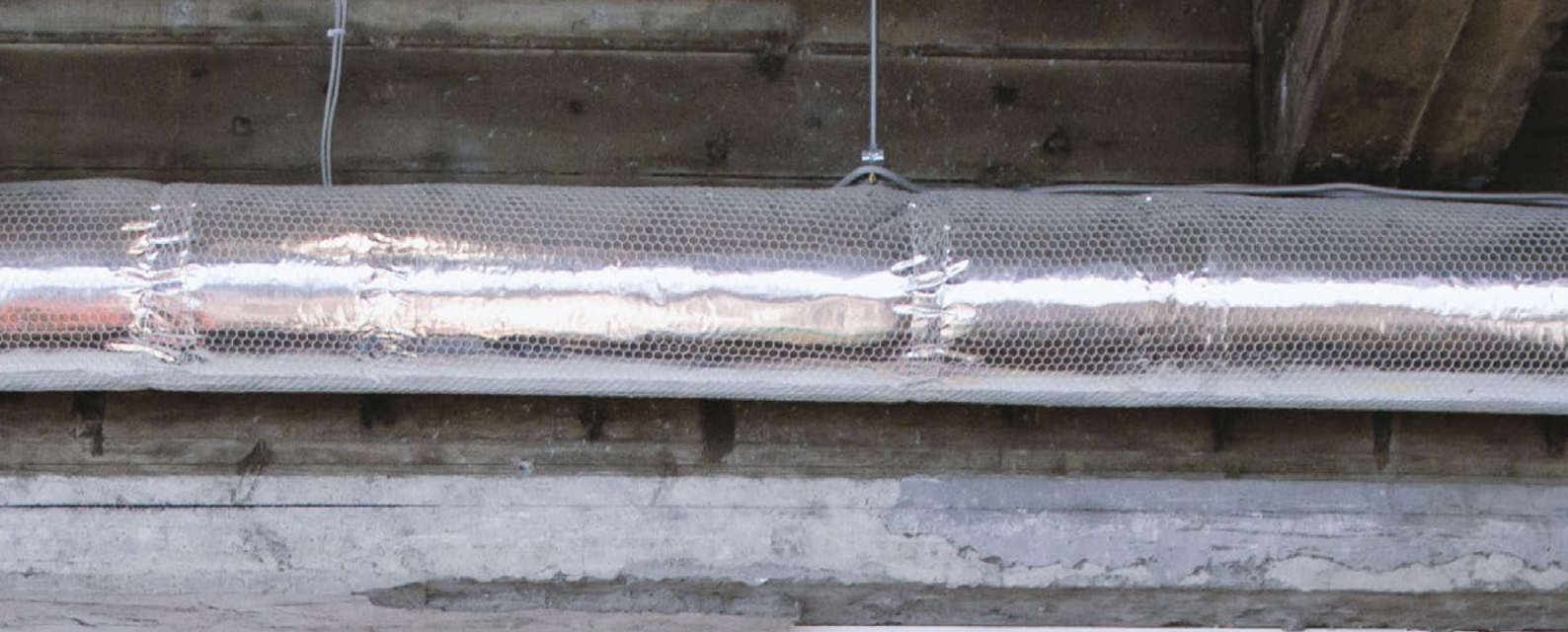
**政府と民間部門の連携を促し、インフラへの投資を柔軟性の高いソリューションと組み合わせる:** 物理的なインフラや資産への投資が欠かせない一方、それらは都市を長期的な資本集約型の計画で縛ってしまうことになり、変動する市民のニーズに柔軟に対応する余地を制限してしまう。こうした状態は、インフラへの投資に柔軟性と拡張性の高いソリューション(例: 鉄道網を延長するまでの間、遠隔地域需要に対応するために、一時的にスマートバスのオンデマンド運行を提供する)を組み合わせることで解消できる。

**デジタルフィードバックの仕組みを構築し、継続的に都市を改善:** デジタル技術は市民からのフィードバックの収集に役立てることができ、寄せられたフィードバックは政府が提供するデジタル製品やサービスの継続的な改善に利用でき、市民の利益を継続的に拡大する。住民にフィードバックの提供を促すことで、スマートシティもまた、透明性が確保された責任ある都市文化を構築することができる。

**広く投資希望者を募ることで、技術革新を加速させ、民間部門の参画を促進:** 政府ばかりがスマートシティインフラのあらゆる領域で主要な出資者となる必要はない。健康状態の管理や自律走行車両を監視するデバイスなど、公共財として分類されない特定分野において民間投資を積極的に呼び込むことで、投資対象を拡大し、政府への負荷を軽減することが可能である。

**市政機関にデジタル人材を投入:** 市政に関与する人材がデジタル知識を有し、展開されているスマートサービスや製品を理解していれば、スマートシティは上手く機能する。スマートシティの行政を担う各部署が、デザイナーやデータサイエンティストなどデジタルに精通した人材を雇用し、市政に関わる全従業員が最低限のデジタル知識を持つような人材育成プログラムを採用することで、スマートシティ施策を最大限有効活用できる。

<sup>170</sup> “Smart cities”, June 2018





# 大胆な一手 その10: スタートアップ界限に、事業コンセプトから株式公開やバイアウトまでのベストプラクティスが定着し、世界に進出するベンチャー企業を数多く生み出す









経済の再生にスタートアップ企業は欠かせない要素だ。2020年時点で米国NASDAQに上場する企業のうち、20年前には存在していなかった1,072社が全体の時価総額の18%を占める。<sup>171</sup>コンセプトを作成から、投資の獲得、事業の拡大、価値の実現に至るまで、起業家を一貫通貫で支援するような「エコシステム」の存在が、斬新な価値創出を促進している。

「最高水準」のエコシステムに多くの起業家が集まるのは、産業界と連携した学術機関が存在している結果であることが多い。学術機関と産業界は、高度なスキルをもつ人材や、起業家に助言を提供できるエンジェル投資家ネットワーク、そして、様々な事業アイデアや起業家、投資家、その他の人材を一手に集めるアクセラレータやインキュベータ機関を生み出すのである。

日本でも近年、スタートアップを生み出す仕組みは進化しているが、更に改善の余地がある。東京で創業したスタートアップ企業は1,200社であり、人口1万人に1社の割合である。他地域を例として挙げると、テルアビブでは人口1万人当たり61社、ロンドンでは17社、ニューヨークでは13社である<sup>172</sup>。この桁が異なる差の理由を説明するために、本章では、企業価値の高いスタートアップ企業を生み出すエコシステムの条件を、ひとつひとつ解説する(図表 20)。

図表 20:

## 起業を促進させる仕組みに関する、ベストプラクティスと日本の現状との比較

ベストプラクティス		日本の現状
ソフトウェアを活用し、世界中で利用可能なソリューションを提供	事業 コンセプト 	国内市場を見ており、ハードウェアやロボット、ドローンに偏重
国内の起業家はあらゆる社会保障制度を受け、海外の起業家も優遇施策の恩恵を受ける	創業者 	創業者になることのリスクが大きく、動機づけが小さい。また、海外出身の起業家も少ない
登記から口座開設、不動産の確保まで、あらゆる業務プロセスを合理化	起業手続き 	起業し易さにおいて世界ランク106位。7つの機関で手続きを行い、10日以上待ち時間が発生
過去の起業家たちから広くエンジェル投資が受けられ、エンジェル投資を行いやすい環境も整備	出資 	起業家報酬が小さく、起業家がエンジェル投資家になる循環が廻らず、エンジェル投資コミュニティが小さい
SAFE、KISS、コンバーチブルノートなど、いくつもの簡単で柔軟な資金調達の仕組みが存在	資金調達 	J-KISSやエンジェル税制など、いくつかの柔軟な仕組みはあるものの、さらに柔軟にする余地がある
雇用流動性が高く、起業家が魅力的な職と考えられ、海外からの人材を惹きつける	人材 	雇用流動性が低く、起業家に対する印象は良いとは言えず、起業家の得る株式報酬も比較的小さい
世界規模の事業拡大や後期段階のソフトウェア事業への投資を敢行できるVCの存在	事業拡大 	VCによる投資は起業の初期段階に集中しており、世界規模の事業拡大に向けた投資は限定的
成長と拡大に専念し、企業価値を最大化できる環境。株式公開時の企業価値の最大化	株式公開、 バイアウト 	利益追従のタイミングが早く、売上規模拡大よりも優先されており、時期尚早な株式公開が多い

資料: マッキンゼー

<sup>171</sup> S&P Capital IQ, S&P Global Market Intelligence, November 2020, capitaliq.com.

<sup>172</sup> Tracxn, August 2019, tracxn.com.

## 事業コンセプト:

### ソフトウェアを活用した、世界中で利用可能なソリューションを提供

今日、海外の起業家たちは、世界中に共通して存在する顧客ニーズの解決を目標に活動している。多くの起業家は、自国を拠点としつつも、世界展開の野望を抱いている。さらに、ソフトウェアは頻繁な更新が容易で拡張した際のコストも安いいため、サービスや製品の礎に据えられることが多い。ベンチャーキャピタル(VC)もこの思想に賛同しており、顧客需要が見込める大きな市場や、戦略的な価値がありそうなソフトウェア技術に対して投資を行う。具体的には、2019年と2020年のシリコンバレーのVCによる投資先は、生命科学、医療テック、フィンテック、人工知能や機械学習、そしてSaaS(サービスとしてのソフトウェア)を扱うスタートアップ企業に集中している<sup>173</sup>。

一方、日本の起業家は主に国内市場を見ており、ソフトウェア重視の考え方も限定的だ。2020年時点で、世界を舞台に活躍する日本の大手ソフトウェア企業はなく、帝国データバンクのCOSMOS2企業データベースによると、2015年から19年に設立された新規ベンチャーでソフトウェアに注力する企業はわずか5%しかない<sup>174</sup>。日本のような経済大国では必然的に国内に大きな市場が存在するが、たとえば米国市場で成功することで得られる機会を考慮すれば、長期的成長のためには世界的な展望が欠かせない。最近の日本におけるVC投資の傾向は、シリコンバレーにおけるそれと類似してきているものの、依然としてハードウェアやロボット、ドローンに偏重している<sup>175</sup>。

日本の起業家は発想を転換し、グローバル市場で意味を持つような世界共通の顧客ニーズに目を向け、そうしたニーズを、制御ソフトウェアが内蔵されたカスタマイズされたハードウェアではなく、純粋なソフトウェアソリューションで解決しようとすべきである。日本のVCもまた、さらに進化することができる。国内では、SaaS企業を立ち上げようとする起業家を支援し、企業の売上の伸び悩みを解消し、国内顧客の受け入れ態勢を整えることができる。海外では、日本以外の国で幅広いネットワークを構築し、日本のスタートアップ企業の国際的成長を支える必要がある。

## 創業者:

### 自国内の創業者を支援するとともに、外国からも創業者を積極的に誘致

当然、スタートアップには創業者が必要だが、創業者となるには困難が付きまとう。安定した職に就くことを諦め、毎日夜遅くまで製品やサービスを開発し、預金を取り崩すこともある。企業を成長させるまでの間、多くの創業者は薄給あるいは無給で働く。そのため、起業が活発な国では、創業は名誉ある仕事とみなされ、不確実性の高い職業に就いているにも関わらず、創業者には信用取引または失業保険などの安全策が用意されている。

一方、日本では、創業者になることは、失業手当や育児休暇、または正社員に限定されることの多い信用取引の利用を諦めることを意味する。住宅ローン申請や賃貸契約には3年以上の雇用が条件であり、起業したばかりの創業者が大企業に籍を置く理由の一つとなる。また、一部の創業者は雇用保険を支払えないため、育児休暇を取得する権利も与えられていない。こうした状況は、納税を避けるために創業者になったのかという偏見を生む可能性もある。日本はこれらの障壁を取り払い、国内の創業者を奨励する方法を見つけなければならない。

多様性があり活発なエコシステムを構築するためには、外国人起業家の誘致も大事な要素の一つである。シリコンバレーで活躍するユニコーン企業(10億ドル以上の時価総額を持つスタートアップ企業)の51%は移民により創業されている。<sup>176</sup>また、米国には30か月の滞在を許可する国際起業家規則や、多額の資金調達に成功した起業家に3年の滞在を許可するO-1「卓越した技能保持者」ビザなど、起業家を対象とした数種類のビザが存在する。

外国人起業家の誘致という面では、日本にも事業開始から12カ月間までの滞在を許可する起業家向けのビザがある。しかしながら、新規事業が意義ある活動段階に至るには3年から5年かかり、12ヶ月という期間は十分とは言いがたい。また、このビザは10の「国家戦略特区」に限定されており、創業者が有効期限を越え

<sup>173</sup> PitchBook, November 2020, pitchbook.com.

<sup>174</sup> 企業概要データベース COSMOS2 [Company profile database COSMOS2], Teikoku Data Bank, December 2020, tdb.co.jp.

<sup>175</sup> PitchBook.

<sup>176</sup> Yoree Koh, "Study: Immigrants Founded 51% of U.S. Billion-Dollar Startups", Wall Street Journal, March 17, 2016, wsj.com.

て日本国内に滞在するためには、本社登録や500万円の資金調達、2名以上の正社員雇用など、7つの条件を満たす必要がある。<sup>177</sup>

有能な外国人起業家を誘致する柔軟な政策の整備が、スタートアップエコシステム構築の加速に繋がる方法の一つである。

## 起業の手続き:

### スタートアップ企業の法人登記および行政登録の合理化

起業においては、当然、法人登記と行政登録が必要である。政府がこの手順を簡素化すれば、起業家は最小限の人員を使い、低いコストで素早く登録作業を終えることができる。例えば、起業しやすさを示す OECD Doing Business (DB) インデックスで4位にランク付けされるシンガポールでは、創業者による氏名登録と法人登記、税務登録は1つのウェブサイトで行われ、1時間以内に完了できる。また、わずか1日のうちに同じサイト上で雇用保険の申請も可能だ<sup>178</sup>。その他にも、企業による起業支援サービスではあるが、Stripe Atlas が参考になる。このサービスは米国内の創業者による法人登記や株式発行、オンラインでのスタートアップ企業向けサービスの調達を数分で行えるよう支援する。

これに対し、起業しやすさを示す OECD DB インデックスで106位にランク付けされる日本では、企業設立に比較的複雑な手順が必要である。手続きは大部分が紙ベースであり、7つの異なる行政機関が関与し、完了には11日以上かかることもある。更に専門家からの助言が必要となれば追加費用が発生する。多くの場合、起業家は銀行口座の開設のために大量の紙の文書を提出し、不動産の借用のために様々な与信調査を通過する必要がある。

政府、銀行、不動産業者は起業家を支援する余地が存在することを認識し、企業設立を容易に行えるよう手順を再考すべきだろう。

## 出資:

### エンジェル投資家による初期段階投資を促進

創業期のスタートアップ企業はエンジェル投資家によるプレシードやシードラウンドの資金調達を利用し、順調な立ち上がりを迎える。エンジェル投資家による出資は、広大な循環構造の一部であることが多い。過去に成功したスタートアップ企業で働いていた創業者や技術者は、その企業の株を有しており、それを現金化し、その後、新しいスタートアップ企業に投資を行うわけである。

この仕組みを働かせるためには、スタートアップ企業が資金の一部を従業員に割当て、将来的に相乗効果を生むよう促すことが必要である。しかしながら日本ではこのような動きは少なく、資金は殆ど従業員に割当てられることなく、株式公開に回されるため、従業員個人の手元に残る現金は少ない。今後、スタートアップ企業が従業員への配分を大胆に行うことで、エコシステム内での相乗効果を誘引することが可能である。

一方、日本にはエンジェル投資を促すような仕組みも存在する。創業期のスタートアップ企業の株式購入を所得から控除するエンジェル税制は、初期段階のスタートアップへの出資を促すインセンティブとなる。<sup>179</sup>また、優遇措置は個人だけでなく、企業も対象としている。スタートアップ企業と既存企業間のシナジーを促進するために、経済産業省は、スタートアップ企業向けに投資をした企業に対する法人税控除の仕組みを構築した。<sup>180</sup>また、資金提供の集中化に対処するため「女性、若者、シニア起業家支援基金」を創設し、過小評価されがちな人口層や経験の少ない起業家も資金提供を受けられる環境を整備している<sup>181</sup>。

<sup>177</sup> "Promoting acceptance of foreign entrepreneurs", Japan External Trade Organization, accessed December 2020, jetro.go.jp.

<sup>178</sup> *Doing Business, World Bank Group, 2020, doingbusiness.com*

<sup>179</sup> "エンジェル税制のご案内" [Information on angel tax system], Small and Medium Enterprise Agency, accessed December 2020, chusho.meti.go.jp.

<sup>180</sup> "オープンイノベーション促進税制" [Open innovation promotion tax system], METI, December 2, 2020, meti.go.jp.

<sup>181</sup> "女性、若者/シニア起業家支援資金" [Women, Youth / Senior Entrepreneur Support Funds], METI, May 13, 2014, meti.go.jp.

## 資金調達:

### 簡単に柔軟な資金調達

出資を引き出すためにもう一つ大事な要素は、資金調達の柔軟性である。シードラウンドでは、負債や株だけでなく、コンバーチブルノートや約束手形など多様な手段を利用可能にすべきだ。Y-Combinatorや500 Startupsといったアクセラレータは、それぞれSAFE(Simple Agreement for Future Equity)やKISS(Keep It Simple Securities)という標準化された契約書を用意しており、スタートアップ企業が時間のかかる交渉をせずとも早急に資金提供を受けられるように工夫している。

この観点でも、日本には改善の余地がある。エンジェル税制と「オープンイノベーション促進」政策はインセンティブを付与したと評価される一方、対象は株式に限定されており、コンバーチブルノートやJ-KISS(日本版KISS文書)などの代替的な資金調達手法は対象外である。更に、オープンイノベーションの枠組みは投資会社の戦略的意図やリスクに応じて構築されることが多く、出資を受けるスタートアップ企業の自由や敏捷性を制限する。

より簡易的で柔軟な資金調達を実現するもう一つの手段は、資本の管理方法や、取締役会に関する業界標準、資金調達の方法などを定義した一連の標準文書を作成することである。政府と高等教育機関が協力し、こうした標準化を進めることで、スタートアップ企業による円滑な資金調達を促進できる。

## 人材:

### 人材の誘致、流動性、起業に対する報酬

製品やサービスを作り上げるには人材が不可欠である。ソフトウェア中心のスタートアップ企業であれば、価値創出に必ずしも大きなチームを必要としない。例えば、Instagramのユーザー数が3000万に到達しFacebookに10億ドルで売却された時の従業員数は僅か13名である。<sup>182</sup>しかし、チームは少数ながらも極めて優秀であり、起業に見合うだけの報酬が期待できたからこそ、このチームは成功を収められたのだろう。

日本では、スタートアップ企業に人材を誘致することは非常に難しい。2019年のGlobal Entrepreneurship Monitor 報告書によると、起業家は良い職業選択肢である、と回答した人は日本では23%に過ぎず、全調査対象国において日本は最下位から2番目にランク付けされた。<sup>183</sup>日本国内にはデジタル人材に限られていることを考慮すると、安定した職を離れスタートアップ企業に参画しようとするデジタル人材は更に少ないと想像できる。

日本での従業員の流動性、または労働市場の流動性は低い。これは、転職が伝統的な終身雇用の価値観に反すると認識されるなどの複数の要因による。また、大企業の従業員の多くは、リスクをとるよりも年功序列の中で階層を1つずつ上がることを選択する。更には従業員報酬の多くの割合が一年または半年に一度のボーナスに割当てられるという構造的要因があり、流動性を阻む「繰延べ給与」として機能する。他にも阻害要因として、転職先に年金制度を移行する際に大量の書類作業が発生することや、企業で3年間働く前に退職した場合には拠出型年金が解消される場合があることなどが挙げられる。

成功するベンチャー企業の例が増えるに伴い、スタートアップ企業の魅力が広く理解され、新卒採用とキャリア採用の双方で関心を引くようになる。ただし、構造的要因に対処しなければ、労働力の流動性は実現しない。

起業報酬はしばしば、起業家という職種に伴うリスクや世間からの評判の低さと釣り合いをとるものと考えられている。米国のような市場でのスタートアップ企業は、初期段階においてRSU(譲渡制限付き株式ユニット)やストックオプションの形で報酬を用意する。これらの報酬パッケージは、将来の業績がもたらす高いリターンを期待する従業員を企業に引き留めると同時に、流動性の維持にも役立つ。

日本政府はストックオプションの幅広い活用を奨励し、スタートアップ企業がストックオプションを社外専門家や従業員への報酬に利用することを容認している。<sup>184</sup>このような施策は、企業側の流動性確保と専門家側

<sup>182</sup> Adam Putz, "M&A flashback: Instagram joins Facebook in \$1B deal", PitchBook, September 11, 2018, pitchbook.com.

<sup>183</sup> GEM 2018/2019 Global Report, GEM Consortium, January 21, 2019, gemconsortium.org.

<sup>184</sup> "社外高度人材に対するストックオプション税制の適用拡大" [Expanded application of stock option tax system to highly skilled personnel outside the company], METI, October 7, 2020, meti.go.jp.

の課税所得の削減という側面で、両者に利益をもたらす。ストックオプションに関して1つ障壁があるとすれば、ストックオプションに対する課税は多くの市場においてはオプションが権利確定された時点で発生するのに対し、日本ではオプションが権利発行、または権利付与された時点で発生するという点である。これにより、多くのストックオプション保持者が税の前払い負担を負い、オプション自体の活用が阻まれることもある。

人材を誘致するためのもう一つの手段は、株式が報酬として魅力的なオプションであるということをし、より多くの人々に理解してもらうことである。大学におけるキャリア相談員や起業同好会が、こうした株式の報酬としての魅力を伝えることもできるし、初期の従業員が大きな報酬を手にする例が増えることで、世間のスタートアップ企業に対する印象が良くなっていくだろう。

## 事業規模の拡大:

### VCからの出資を活用し、全世界に規模を拡大

スタートアップ企業は成長するに従い、自社が生み出すキャッシュフローを再投資するのではなく、継続的に資金調達を繰り返すケースが多い。そうすることで、利益率を維持するためのコスト最適化が必要となる前に、売上規模を大きく成長させて、一定以上の市場シェアを獲得することに専念できる。豊富なVCエコシステム内でシリーズA、B、Cと資金を連続して調達できることが、持続可能な成長に向けて重要である。

VCが利用可能であることが規模拡大の重要な鍵となるため、主要なスタートアップ企業が集合する地域には広範なVCエコシステムが存在する。2020年時点でシリコンバレーには2,600以上のVCがあり、資金総額は5,520億ドルとサンフランシスコ周辺地域のGDPの68%に相当する。ニューヨーク、ロンドン、北京などのその他の主要な地域においても、資金総額はそれぞれ4,540億ドル、2,270億ドル、1,710億ドルと、いずれもその地域のGDP総額の約30%に相当している。一方、東京には223のVCが存在し、資金総額は350億ドルでGDPの僅か3%に留まり、海外と比較して極端に小さい。<sup>185</sup>

日本においても、2015年から2020年の間にスタートアップ企業への投資額が年間23%増加していることから、徐々に資金調達がし易くなっていると言える。しかし、この期間の投資の大部分はラウンドB以降の投資ではあったものの、70%以上が立上げ時期のスタートアップへの出資であり、規模拡大を目的とする後期段階の投資ではない。<sup>186</sup> VCエコシステムにおいては、今後はソフトウェアを扱うスタートアップ企業への支援を拡充するとともに、規模拡大を狙うスタートアップへの資金提供を重視することが必要となる。ソフトウェア企業の立ち上げ時期のコストは安いのが、規模拡大には高額なコストがかかり、かつ利益が生まれるには時間がかかる。今の日本のVCは、高額な事業拡大にかかるコストを肩代わりしてくれるような段階にはない。そのため、企業は資金調達に頼らずに長期間をかけオーガニックに成長するか、最大限に成長する前に早期に株式公開する傾向にある。

海外進出に関して、投資家たちは、日本のスタートアップ企業は海外市場における事業運営の特徴を認識していない、現地経営陣を採用して現地のワークスタイルや報酬に配慮した事業運営をすべきだ、という指摘をしている。海外における成功の可能性を高めるためには、日本企業は現地の投資家から直接助言を受け資金調達を行うべきだろう。

最後に、英語という言語の壁もまた、スタートアップ企業の海外進出を成功させるうえで多くの日本人起業家が克服しなければならない障壁であるということをつけ加えておく。

## 株式公開またはバイアウト:

### 早期に株式公開やバイアウトをするのではなく、価値の最大化に専念

2015年から2020年の間に、米国では706社がVCの支援を受けて株式公開を実施し、同期間のIPOの平均額は2億800万ドルであり、2020年単年の平均額は2億9,800万ドルに達した。これまでVCに

<sup>185</sup> PitchBook; Tokyo Metropolitan Government, 2020; US Bureau of Economic Analysis, 2020; Beijing Municipal Bureau of Statistics, 2020; UK Office for National Statistics, 2020.

<sup>186</sup> PitchBook.

支援されて上場した企業は、膨大な価値を生んでおり、時価総額の合計は約12兆ドルで、市場全体の31%を占めている<sup>187</sup>。

日本のスタートアップ企業は上場を急ぎ、成長に専念するよりもむしろ、早期の利益創出を目的としているように見える。2015年から2020年の間に255社がVCの支援を受けて上場したが、平均調達額は4,900万ドルに過ぎない<sup>188</sup>。対照的に、GitHubによる2012年の資金調達の第一ラウンドは、評価額10億ドルに対し1億ドルで実施され、後にMicrosoftにより75億ドルで買収された<sup>189</sup>。

日本企業の上場が早い理由はいくつかある。第一に、後続ラウンドでの資金調達が相対的に難しく、企業に早期の上場と資金調達を促している。次に、日本のVCとCVC(コーポレートベンチャーキャピタル)が早くから高い収益性を求めることがあり、スタートアップ企業が成熟する前に現金化を追求するケースもある。その結果、スタートアップ企業にはIPOへの圧力がかかる。第三に、上場企業に対する評判が高く、雇用も安定していると認識されていることがある。上場することにより、スタートアップ企業は人材を誘致しやすい地位を掴み、かつ支援を受けるVCのイメージアップにも貢献することができる。

日本のスタートアップ企業は、創業段階から世界標準の起業精神を身に付けるべきだが、それだけでなく、早期な株式公開により摘み取られない価値を残すべきか、大規模で企業価値が高く、世界中で広く利用されるような事業を育むべきか、冷静に検討すべきだろう。

---

<sup>187</sup> Ibid.

<sup>188</sup> Ibid.

<sup>189</sup> Dana Olsen, "The big winners from the GitHub acquisition", PitchBook, June 4, 2018, pitchbook.com.

結論としては、日本発の、グローバルで活発な多様性に富むスタートアップエコシステムを生み出すためには、「日本で起業を促進させる仕組み」に以下のような調整を加えるべきと考える。

1. 起業家とアドバイザーは発想を転換させ、世界で共通に存在する顧客ニーズの解決に取り組み、拡張可能なソフトウェア製品を推進
2. 雇用に関するあらゆる社会保障制度を国内の創業者に提供しつつ、外国人創業者も誘致
3. 登記から口座開設、不動産の確保まで、あらゆる業務プロセスを合理化
4. エンジェル投資のインセンティブを拡充
5. 円滑な資金調達に向けた標準化や既存制度の柔軟性向上
6. 大企業からスタートアップ企業に転職する際の福利厚生に移行手続きを簡素化し、起業家の雇用流動性を向上
7. 十分な資本力を持つ広範なVCエコシステムを構築し、事業規模拡大を目的とするスタートアップや世界規模のソフトウェアスタートアップ企業への出資を増強
8. スタートアップ企業は、成長とシェア獲得、世界に通じる事業構築を重視し、時期尚早な小規模IPOや早期利益創出よりも、企業価値の最大化を優先





# 大胆な一手 その11: ITサービス会社とテック系企業が、顧客企業の事業部側におけるデジタル人材の育成、およびグローバルな成功事例の導入を通じ、顧客企業の改革促進を支援

富士通、NTTデータ、NEC、日立などの日本のITサービス会社(システムインテグレータ)やテック系企業は、日本のサービスセクターの大部分を占める不可欠な存在である。日本のITサービス会社は2017年におよそ23兆円の売上を上げており、これは、日本全体でのB2B情報通信関連支出の44%に相当する<sup>190</sup>。また、ITサービス会社は、日本のIT人材の72%を賄っている<sup>191</sup>。これらの企業は、政府のマイナンバーカードシステムやみずほ銀行などの勘定系システムをはじめとする全国の主要な技術インフラを運営している。多くの産業がソフトウェアを使いこなせていない中、ITサービス会社はその構造的な位置づけから、日本の差し迫ったデジタル改革において重要な役割を果たすだろう。

ITサービス会社が携わる顧客は、ますますデジタルを応用した具体的な成果やユースケース(例: 製造業における欠陥検出を可能にする機械学習や医療における疾患発見のためのディープラーニング、デジタルガバナンスにおける文書登録などの市民サービスを促進するチャットボットなど)を求めるようになるだろう。顧客は、インフラ、接続、セキュリティ、解析、アプリケーションなどあらゆる階層で、これらの成果を、高度な柔軟性と拡張性を備えそれを可能にするクラウド環境で展開することを期待している。

ITインフラに関する顧客企業の選好の変化は、日本のIT支出に根本的な変化をもたらしている。旧来型のITサービスに関する支出は2020年ではIT支出全体の73%だったが、2023年までには50%に減少すると予想されている<sup>192</sup>。代わりに、クラウドサービスなどのデジタル製品やサービスへの支出が増加し、同期間におけるIT支出全体の27%から50%に増加すると予想されている<sup>193</sup>。

ITサービス会社自体がクラウド移行を推奨し、その流れに顧客企業を誘うことは、大きな意味を持つ。2019年には、日本企業におけるクラウドサービスの導入率が初めて60%を超えた<sup>194</sup>。引き続き顧客企業に向けてクラウドサービス移行への迅速性、容易性を競うことにより、ITサービス会社は日本の産業界の技術基盤を担う地位を維持するような改革をなし得るであろう。

教育機関、産業界、および政府は、バリューチェーン全体で幅広いデジタルユースケースを構築する必要がある。これは、ITサービス会社がデジタル改革の推進に関与する重要な機会となる。この機会を捉えるには、独立した技術の提供ではなく直接的な事業成果の改善にコミットし、旧来型のITシステムから最新のクラウドベースのアプリケーションへの移行を支援し、独自のサービスを構築する領域と提携や買収を活用する領域を上手に選択し、自社と顧客企業の両方においてデジタル人材のさらなる育成を推進する必要がある。

## 独立した技術の提供ではなく直接的な事業成果の改善にコミット

企業はデジタル化について、事業成果を実現する手段と捉えている。小売業者はオムニチャネル化の推進、メーカー企業はデジタル工場の設立、銀行は非接触型モバイルバンキングへの移行、医療機関は遠隔医療サービスの提供を模索している。また、企業にとってのデジタル化は、データセンターやサイバーセキュリティ、解析エンジンといった蓄積された個々の技術で完結する話ではない。個々の技術は事業成果を下支えするものの、単独では企業が価値を生み出すのに十分ではない。

何千ものクラウド技術を利用できる現在だからこそ、いかにそれらを使いこなして事業成果を生み出すかに価値があるのであり、ITサービス会社は、個々の技術の提供から具体的なユースケースの実現へと戦略を転換することで、顧客企業の差別化を支援できることを証明できる。そうすれば、個々のデジタル製品を提供するというのではなく、デジタル分野で最良の技術革新を顧客にもたらす技術パートナーとして、顧客と対話

<sup>190</sup> Gupta et al., Forecast: Enterprise IT Spending by Vertical Industry Market, Worldwide, 2016-2022, 1Q18 Update, Gartner, April 30, 2018, gartner.com.

<sup>191</sup> Information and Communication IT サービス会社 n Japan 2017, Ministry of Internal Affairs and Communications (MIC), 2017, soumu.go.jp.

<sup>192</sup> 国内 IT サービス市場予測を公表 [Domestic IT service market forecast], IDC, February 17, 2020, idc.com; 国内プライベートクラウド市場予測を公表 [Domestic private cloud market forecast], IDC, October 19, 2020, idc.com; 国内エンタープライズIT市場予測を公表 [Domestic enterprise IT market forecast], IDC, May 14, 2020, idc.com

<sup>193</sup> 国内プライベートクラウド市場予測を公表 [Domestic private cloud market forecast], IDC, October 19, 2020, idc.com.

<sup>194</sup> FY2019 Communication Usage Trend Survey, MIC, May 29, 2020, soumu.go.jp.

することが可能になる。つまり、ITサービス会社の役割を「システムのインテグレータ」から「事業成果の大規模展開請負人」へと転換する。自社としても常に進化を続け、顧客企業がシステムを進化、拡張できるように支援し続けることで、より多くのユースケースの実現を可能にできる。

そのためには、単独のデータウェアハウスのような、ある特定の技術を販売するのではなく、複数のデータ起点のユースケースを実現するために統合されたデータウェアハウスを立ち上げるなど、事業成果に直接つながるようなサービスの提供が必要だろう。

### 旧来型のITシステムから最新のクラウドベースのアプリケーションへの移行を支援

旧来型のITシステムは多くの場合安定しているが、柔軟性と拡張性を犠牲にしている。これらのシステムは一世代前のプログラミング言語で書かれていることが多いため、対応できる人材を見つけることが難しく、機能の追加が制限されたりコストがかかったりするだけでなく、新しいシステムや技術と統合することも容易ではない。クラウドプラットフォームは、柔軟で拡張可能かつ容易に他の技術と統合できるという点で、旧来型のITシステムを取り巻く多くの課題を解消してくれる。

過去5年から10年にわたり、広く利用されてきたクラウド技術はいくつもの利点をもたらすにもかかわらず、日本では旧来型のITシステムが依然として普及している。部分的な利用を含め、2018年時点で85%以上の企業が旧来型のITシステムを利用しており<sup>195</sup>、特に金融分野での利用は多く、95%以上の企業がこれらのシステムを利用していた<sup>196</sup>。一部のシステムはCOBOLのような60年前のプログラミング言語で書かれており、5000万行ものコードが走っている。組織の近代化の必要性は明白であり、ITサービス会社がクラウドへの移行を支援することにより、今後10年間で拡張性と柔軟性の高いアプリケーション作成を支援することが可能である。

### 独自のサービスを構築する領域と提携や買収を活用する領域を上手に選択

デジタル化により事業成果を実現するために網羅すべき技術領域には、基盤、サイバーセキュリティ、接続性、データストレージ、解析、機械学習、API、フロントエンドインターフェースなどが含まれる。今日では、この領域におけるあらゆる階層の技術を専門とする企業が存在する。何を活用し、所有し、購入すべきか、ITサービス会社には戦略的な選択が求められる。AWS、Microsoft Azure、Google Cloudなどの主要な外資系サービスとの提携により、スタックの主要領域で活動を促進することが可能だ。

例えば、NECは2020年にAWSと戦略的提携関係を結んでいる<sup>197</sup>。NECはAWSの支援を受けて、システム移管や統合、コンサルティングを含む幅広いサービスを提供しており、一連のクラウドサービスを開発し、政府や企業の間でデジタル改革を支援している。また、2020年に欧州のフィンテック企業であるAvaloqを買収しており<sup>198</sup>、Avaloqのクラウドサービスと自社の生体認証やデータ分析を組み合わせることで、金融機関や公的機関にデジタルソリューションを提供することが可能になった。技術領域におけるどの領域で自社開発を進め、どの領域で提携や買収をするかを上手に検討することで、ITサービス会社はリソースとサービスを最適化し、複数のユースケースで顧客に最適なサービスを提供することが可能になる。

### 自社と顧客企業の両方においてデジタル人材のさらなる育成を推進

デジタル化を成功させるには適切なスキルを持つ人材が必要である。例えば、プロダクトマネージャー、フルスタックエンジニア、アジャイルコーチ、デザイナー、データエンジニア、機械学習エンジニア、サイバーセキュリティエンジニアなどの人材が必要だ。人材の育成はITサービス会社が積極的に関与すべきもうひとつの領域である。組織内でデジタル化に必要な人材を育成するには、まず、新しい技術を素早く習得させるために、基礎的なデジタル理解を持つ従業員に対して、ディープラーニングやアジャイル開発などの新しい技術および働き方を再教育する。研修や人材育成プログラムを通じて既存の従業員の役割を拡大することにより、プロダクトマネージャーなどの新たな役職にも対応することができる。

<sup>195</sup> ITシステム「2025年の崖」克服とDXの本格的な展開 [Overcoming the IT System “2025 Cliff” and full-scale deployment of DX], Ministry of Economy, Trade, and Industry, March 2019, meti.go.jp.

<sup>196</sup> 同上

<sup>197</sup> “Strategic Collaboration Agreement with AWS – a first-of-its-kind in Japan”, NEC, November 13, 2020, nec.com..

<sup>198</sup> Makiko Yamazaki, Sam Nussey, “NEC to buy Swiss software firm Avaloq for \$2.2 billion”, Reuters, October 5, 2020, reuters.com.

ITサービス会社は自社の人材を育成しながら、顧客企業の組織能力も開発していく必要がある。顧客企業がデジタル化を推進するためには、ITインフラや旧来型ソフトウェアの開発で見られるような完全な外部委託ではなく、むしろ、事業部門の中の中核業務を担うようなデジタル人材を雇用することが求められる。ITサービス会社は、顧客企業との関係を拡大することで、デジタル戦略の策定や具体的なユースケースの提示、経営陣のデジタルリテラシーの構築といった役割を担うことができる。

要約すると、日本のITサービス会社は、ビジネスモデルを変更し、顧客のシステム移管を支援することにより、デジタル化の世界で競争力を維持することが可能である。ITサービス会社は多くの業界に入り込むことで顧客と緊密な関係を築き、オペレーションに関する知識を深めてきた。そのため、多くの企業のデジタル化の成否に影響を与えられる絶好の立場にある。しかし、ITサービス会社がデジタル化の推進から手を引き、最新デジタル技術の理解を怠れば、存続自体が危ぶまれるかもしれない。顧客企業は、いつでも入手可能な「最高の」クラウド製品を組み合わせるだけで、現在所有しているあらゆるインフラやデータ、アプリケーションを切り捨てることができる。最近の例では、ある小売業者がクラウドインフラ、データプラットフォーム、電子商取引プラットフォーム、デジタルマーケティングソリューションを、それぞれ個別の事業者から購入し、旧来型のハードウェアやソフトウェア一式を置き換えている。現在、企業によるデジタル人材の育成や最適なデジタル技術の調達を阻むものは何もないのである。

もはや、事業部門の中核業務を担えるようなデジタル人材の育成に重きを置いている顧客企業と、事業成果にコミットする形のサービス提供に移行しているITサービス会社は、ある種の競争を行っているといえられる。ITサービス会社は、自らが恐れる未来を防ごうとするのではなく、自らが望む未来を築くための活動をすべきである。今のITサービス会社に必要なのは、改革する意志ではないだろうか。



# 2030年に向けたロードマップ： 提案内容のまとめ

## 日本のデジタル通信簿 2030年版

日本は今後10年間、様々な分野でデジタル競争力を取り戻すべく飛躍的に進歩すべきである。今日から始めるべき改革ロードマップには、いくつか重要なマイルストーンが考えられる。

2025年までに、日本は生産性の低下に歯止めをかけ、デジタル競争力で世界の上位15カ国に入る必要がある。それまでにデジタル人材を2倍に増やし、工業生産、小売り、ヘルスケアなど、すぐに実現可能な機会がある主要産業においてユースケースやアプリケーションを考案しなくてはならない。そのよき模範として、政府は国民および企業向けの行政サービスの少なくとも半分をデジタル化する必要がある。

日本は2030年までにデジタル人材を3倍以上に増やし、産業界におけるデジタル普及率は2桁を達成すべきである。第6世代(6G)の安全な通信ネットワークを主流とし、既存産業と行政の本格的なデジタル化が求められる。またスタートアップエコシステムを刷新・維持し、日本全体の時価総額の少なくとも25パーセント以上を新規ベンチャーが占めるようにすることも重要だ。

これらの目標は野心的に見え、達成不可能と思う人もいるかもしれないが、日本には本来、デジタルな未来を構築できる有能な人材と強みが十二分に備わっている。産業・政府全体で構築する必要のある主要なユースケースはいずれも実例が国内外に存在しており、実証済みの技術も利用可能である。必要なのは、達成への意欲と人材やスキルの獲得のみである。図表21は、日本が2025年、2030年までに目指すべき通信簿を示す。

図表 21:

### 2020年から30年にかけて、日本のデジタル通信簿改善の可能性

目的別の分類	具体指標	日本 2020年	日本 2025年	日本 2030年
デジタルおよび世界での競争力	全要素生産性 (5年平均成長率)	-0.11%	0%	>0.5%
	デジタル競争力 - IMD <sup>1</sup>	#27	15位内	10位内
デジタル人材	ソフトウェア関連プログラムを開講する大学の数	29	100	>200
	デジタル人材 <sup>2</sup> の全労働者に占める割合	1%	2%	3%
デジタル産業	小売: 電子商取引の浸透度	2	10	30
	製造業: ライトハウス4.0工場 - WEF	9%	20%	>30%
	財務: モバイルバンキングの浸透度	5%	20%	40%
	ヘルスケア: 遠隔医療の浸透度 - IPSOS	6.9%	25%	>75%
デジタル政府、インフラ	行政: デジタル行政アプリを使用する市民の割合	7.5%	50%	>90%
	総ITコストに占めるパブリッククラウド支出	#79 (東京)	1都市が20位内	2都市が20位内
デジタル技術、世界の牽引力合い	全企業の総時価総額に占めるスタートアップの割合	3%	25%	50%
	スマートシティランキング - IMD	6%	9%	12%
スタートアップの経済規模	ユニコーン企業の数 <sup>3</sup>	1%	10%	>25%
	世界の全てのAIに関する学術論文に占める割合	5社	20社	76社

1. IMD World Digital Competitiveness Rankingは、ビジネス、行政、より広範な社会における経済変革の主要な推進力として、デジタル技術を採用・調査する63の経済能力と準備状況を測定する。

2. ソフトウェアエンジニアリング、データエンジニア、開発者といった、エンジニアリング関連の人材。コンサルタント、プロジェクトマネージャー、プロセス関連の職種は除く

3. 10億ドル以上の時価総額を持つ企業。IPO前にそのような評価を受けた企業も含む。日本の5社は、メルカリ、Preferred Networks、SmartNews、Liquid、Playco

資料：マッキンゼー、McKinsey Global Institute、IMD、WEF、記事検索

これらの目標を実現するためには、数千社の企業が日本のデジタル改革に本格的に参画し、90件以上のデジタルユースケースが活用され、さらに、それらのユースケースの実行を促進する策が50件以上打ち出されている必要がある。スタートアップエコシステムやITサービス会社は、このデジタル通信簿を現実のものにするうえで重要な役割を担うことになる。

2025年に達成すべきいくつかのマイルストーンを設定したが、実現を阻む障壁としては、人材、資金、経営陣の意思以外には、大きな要因は見当たらない。むしろ、これらのマイルストーンは、大胆な策を打てばより短期間で達成することが可能である。主な課題は、どのように着手し始めるかだろう。我々は、2つの段階に分けたロードマップを提案する。2段階に分ける際は、それぞれの「大胆な一手」について、デジタル人材の豊富さや旧来型の技術インフラと必要なデジタルインフラの乖離にもとづく実現難易度、企業間の調整や行政の巻き込みの必要性、などを考慮し、具体的なユースケースや実行を促進する策を整理した。

### Wave 1 – 実証済みの成功事例の拡大適用によるクイックウィン

クイックウィンは、成功事例に基づいており、日本や世界ですでに広く採用されているデジタル技術を使用したユースケースによって実現可能である。

クイックウィンを実現するには、慣習への落とし込みやルール・基準の導入、デジタル人材育成の実施、基礎的なデジタル化および自動化の導入が推奨される。これらの推奨事項は、個々の企業や団体が外部業者に頼らずとも簡単に導入可能である。図表22は、Wave 1の具体的なユースケースと実現促進策を示す。

### Wave 2 – 差別化につながる実現難易度の高いアイデアでグローバル競争力を磨く

長期的なロードマップでは、より難易度の高いデジタル技術を広範囲に適用するユースケースを想定しており、その中には、まだ世界で広く導入されていないデジタル技術も含んでいる。長期的な実行促進策は、より高いレベルのデジタル人材が要求されることや、技術的にも他者連携の観点でも複雑さが増すことから、Wave 1の策よりも実行の難易度が高いと考えられる。例えば、規制の変更、様々なパートナーシップの締結、複数のステークホルダー間の協力体制の構築などが該当する。図表23は、Wave 2のユースケースと実現促進策を示している。



















さらに、スタートアップやITサービス会社に関しては、個々のユースケースを実行するのではなく、ロードマップ全体にわたり、教育機関や産業、行政を支援する側にまわると考えられる。両者が提供できる具体的な実行促進策について、図表24に示す。

成功の鍵は、デジタルユースケースの構築に加えて、適切な人材、規制、意識改革、インフラを投入し、ユースケースの実現を支援することである。それぞれの要素を密接な組み合わせることが重要となる。適切な人材または規制変更なくユースケースを構築しても、プロトタイプで終わってしまう。また、規制変更や意識改革を待っているだけでは、なかなか変化を起こすことはできない

グローバル水準を目指して、教育界、産業界、政界、スタートアップエコシステム、およびITサービス会社が自ら率先して改革を起していくことは、経済生産性の成長を達成するうえで不可欠である。前述のロードマップに着手することにより、日本はグローバル人材を惹きつけ、多国籍企業のアジア本社となり、海外から視察団が来るようなデジタル拠点やグローバル研究開発本部を国内に設立し、また、デジタルイノベーション、規制、インフラにおいてアジアを牽引するなど、世界におけるデジタルのモデルケースとなることが可能だ。今後10年の間に、日本は野心的な改革に乗り出し、潜在的なデジタル能力を開花させ、再びグローバルリーダーに返り咲くことができる。

図表 22:

## Wave 1のユースケースおよび実現促進策

	意識改革	人材育成	規制	戦略	技術、データ、インフラ
大胆な一手	ユースケース	具体的な促進策			
<b>1, 2, 3</b> <b>教育界、産業界、政界</b> が協働で世界に通用するデジタル人材を育成	初等・中等教育 <ul style="list-style-type: none"> <li>応用型の語学研修</li> <li>習熟度合に応じた学習計画</li> <li>オンライン型の宿題提出</li> <li>生徒管理、保護者とのコミュニケーション</li> <li>オンライン型の教師間プラットフォーム</li> </ul>	 教師と職員のデジタル能力を育成し、学習管理システムを利用できるようにする	 教師が事務作業にかかる時間を短縮し、デジタルの採用を促進するために、教師の役に立つソリューションに焦点を当てる	 有効なEdTechツールの一覧を作成し、学校側のツールの調達と導入を支援する	
	大学・専門教育 <ul style="list-style-type: none"> <li>オンライン型やハイブリット型の学習</li> <li>参加者同士のやり取りを促すような研修設計</li> <li>従業員の習熟度ダッシュボード</li> <li>1対1のオンライン家庭教師</li> </ul>				
<b>4</b> <b>製造業界</b> が、ソフトウェア、機械学習、ディープラーニングを活用して飛躍的な技術革新を実現し、ハードウェア、ロボティクス、自動車用技術に関する本来の強みをさらに強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>最適な製品仕様の予測</li> <li>地理的分析による物流の最適化</li> <li>不良品の検知 - 目視検査</li> <li>生産が終了した改造用部品の販売</li> <li>現場における専門知識のチャットボット</li> <li>自動化した柔軟な調達</li> <li>サービス契約の継続率の予測的設定</li> <li>IoTや無線での(OTA)ソフトウェア更新を利用した予防保全</li> <li>自動化された現場設置の支援</li> </ul>	 既存の人材にソフトウェア開発や機械学習のスキルを新たに伝授	 機械学習のための非構造化データの収集および分類の手法を確立	  最高責任者レベルの経営幹部がソフトウェア、分析、AIへの資源の再配分を主導し、将来のデジタル化に舵を切る	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>ディープラーニングによる需要予測</li> <li>機械学習による顧客セグメンテーションと品揃えの最適化</li> <li>機械学習による最適な店頭価格の設定</li> <li>機械学習によるダイナミックプライシング</li> <li>即座に導入可能なオンラインショップの提供</li> <li>機械学習による在庫管理の最適化</li> <li>車両管理によるデリバリーの最適化</li> <li>機械学習により個別最適化された販売促進</li> <li>機械学習と地理的分析による店舗網の最適化</li> </ul>	 すぐに利用できるオンラインマーケットプレイスや二者間・三者間プラットフォーム技術を選び、電子商取引の普及を図る	  デジタル技術と小売業の両方の専門知識を持つデジタルチームを社内に構築し、デジタル製品を導入	 使いやすいアナリティクスや機械学習ツールを活用して、従業員が継続的に顧客に関する知見を得られるようにする	  オムニチャネルでの販売を主導する従業員へのインセンティブ体系を強化
<b>6</b> <b>ヘルスケア業界</b> が、世界に先駆けて高齢者向けに個別最適化された遠隔ソリューションを導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>電子処方箋とオンライン薬局</li> <li>アプリ、ウェアラブルによるイベント対応や疾病追跡</li> <li>アプリ、ウェアラブルによる病気の治療と管理、服薬順守</li> <li>コネクテッドな臨床現場即時検査(POCT)</li> <li>機械学習による規制遵守プロセスの最適化</li> <li>機械学習による臨床試験の最適化</li> <li>機械学習による創薬の最適化</li> <li>ディープラーニングによる病気の特定</li> <li>機械学習によるバックオフィス最適化</li> <li>ロボティクスおよびスマート義肢</li> </ul>	 デジタル書式やデジタル署名の使用によりヘルスケアプロセスにおける紙や判子を不要にする	  医師、患者、行政に対してデジタルに関する研修を実施することにより、デジタルアプリの導入を促すとともにリスク回避意識を克服	 デジタルネイティブ世代の医師を招集してデジタルの定着化を推進	
			 予約や診療報酬手続きが簡単なオンライン医療サービスを構築するための規制づくり		

## 7

金融機関が、クラウドインフラとオープンネットワークを活用して、多様なモバイル環境から接続できるソリューションを構築

### 銀行

- デジタルウォレット
- POSおよび販売サービス
- データ主導の投資による顧客セグメント拡大
- オープンバンキング
- 口座管理と個別最適化された融資
- デジタルビジネスリード

### 保険

- IoTを活用した、利用量に応じた保険
- 保険請求の自動化
- 小口保険
- デジタルによるリスク査定及び解析



国内外からデジタルに精通した人材を集め、デジタル化の戦略的重要性を認識させる



旧来型の決済システムや金融システムを迅速にクラウドへ移行し、事業としての耐久性、業務効率性、商品開発の柔軟性を高める

## 8

政府がビジョンと高い目標を提示し、国民と企業双方を対象とするデジタルサービスを提供

### 市民向け行政サービス

- 児童手当受給のためのオンラインアカウント
- チャットボットを活用した住民票申請
- 運転免許証のオンライン更新
- 電子年金申請

### 企業向け行政サービス

- 1日で起業できるオンラインポータル
- オンラインの輸出入プラットフォームによる貿易実務のペーパーレス化
- 法人税納付手続きの自動化
- 必要な認可の即時取得



電子書式や署名を導入し、全ての行政プロセスにおいて書面のみに基づくプロセスを排除



e-Govが提供するデジタル行政サービスにおける顧客体験の基準を定義し、UIのデザイン方針を確立



将来にわたって安全なクラウドの枠組みおよびバックエンドのシステム移管のガイドラインを定義



データガバナンスの定義、一部のデータセットの公表、安全なAPIの提供



早期に成果を上げるために、高頻度で発生し複雑性の低い行政手続からデジタル化



サイバーセキュリティを強化することで、政府や国民のリスク回避志向を乗り越え、デジタルリスクの完全回避から最小限に抑える方向へ注力をシフト



政府におけるデジタル人材や能力を強化し、外部委託への依存を減らす

## 9

政府と産業界が協力し、公共インフラにおける強みを生かしてスマートシティを拡大

- エネルギー消費量削減のためのスマートソリューション
- スマート信号機
- 大気質・水質のリアルタイム監視
- 災害早期警報システム
- 緊急連絡用のデジタルワイアレスシステム
- 耐震技術
- 感染症の監視
- 住宅エネルギー自動化システム
- リアルタイムの公共交通情報
- 交通システムの予測保全



サイバーセキュリティの整備によるスマートシティインフラの保護と、市民のプライバシーや安全性リスクへの対処



デジタルフィードバックの仕組みを構築し、継続的に都市を改善



市政機関にデジタル人材を投入



図表 23:

## Wave 2のユースケースおよび実現促進策

意識改革   
 人材育成   
 規制   
 戦略   
 技術、データ、インフラ

### 大胆な一手

### ユースケース

### 具体的な促進策

#### 1, 2, 3

教育界、産業界、政界が協働で世界に通用するデジタル人材を育成

- 初等・中等教育
- 早期の学習不足警告システム
  - 特別支援教育: 多くの人に利用可能で個別化されたカリキュラム
  - AR/VRを活用した体験型学習
- 大学・専門教育
- 適応型の統一試験、自動採点
  - 各種資格の認定機関が集まるプラットフォーム
  - VRを活用したシミュレーション学習 (リーダーシップ、営業、人事、等)

- 個人情報保護に関して、自治体間の調和を取り、全国的に幅広いソリューションの展開を可能にする
- EdTech、出版社、教師の間の協力を促し、学習効果が証明されたソリューションを設計

#### 4

製造業界が、ソフトウェア、機械学習、ディープラーニングを活用して飛躍的な技術革新を実現し、ハードウェア、ロボティクス、自動車用技術に関する本来の強みをさらに強化

- 完全自動運転車の配備
- CADを使用した「デザインされた」品質の予測
- NLPにより、試作品に対する初期のフィードバックを回収
- 振動の解釈と制御
- 音声ベースの故障の発見
- NLPにより、サプライヤーとの交渉の可能性を予測

- 機動的なデジタル部門を立ち上げて、従来の風習にとらわれない「試験的に実行してみてそこから学習する」環境で制約なく業務を行う
- L5レベルの自動運転車の開発を推進し、国際的な競争力を維持しながら規制改革を目指す
- 自動運転のための法律や保険の仕組みを構築し、開発への躊躇を軽減
- 自動車メーカーと先進テック系企業の連携を発展
- 官民の連携を通じて、メーカーがデジタル化の導入に意欲的になる施策を講じる

#### 5

小売業界が、デジタルを活用したオムニチャネル型の購買体験を提供し、顧客動向の変化に的確に対応

- コネクテッドストアによる購買の合理化
- ラストマイルの配送ロボット
- 商品棚への自動補充ロボット
- AR/VRを活用したオムニチャネル型の商品体験
- ロボットによる検索、分類、梱包
- 蓄積したデジタルデータによる完全な商品の追跡

- 安全なクラウドのデータプラットフォームを活用して膨大な小売顧客データを高頻度で処理し、業務を充実させるとともに顧客を重視した対応をする

#### 6

ヘルスケア業界が、世界に先駆けて高齢者向けに個別最適化された遠隔ソリューションを導入

- ロボットによる手術補助
- 理学療法、リハビリ、生活習慣ニーズを支援するロボット
- ロボットによる薬の配達や提供
- 医療機器のバイオフィアPLICATION
- 研究・実験のためのバイオフィアPLICATION

- 病院ネットワークにおける広範かつ安全なコネクティビティを配備し、ネットワーク間のシームレスなデータ転送を確立
- 患者データを安全に共有できるよう、規制や十分なサイバーセキュリティに対応したクラウドベースの相互運用型データプラットフォームを構築
- デジタルソリューションの開発に対する金銭的なインセンティブを設け、臨床前及び臨床試験期を支援
- ヘルスケア企業とクラウド/AI企業が提携を結び、互いの専門性を活用

## 7

金融機関が、クラウドインフラとオープンネットワークを活用して、多様なモバイル環境から接続できるソリューションを構築

### 銀行

- 仮想通貨による分散型グローバル決済
- データを活用した即時融資
- BaaS(サービスとしてのバンキング)
- 決済代行サービス
- オンラインショッピング向け融資
- 投資仲介プラットフォーム
- 取引およびサプライチェーン金融
- 市場データに関するサービス
- NLPによる取引執行後コンプライアンス

### 保険

- デジタルによる仲介と統合
- 新たなリスク補償(サイバー関連、シェアリングエコノミーなど)



各事業部を商品起点に再編することで、機動性を高め、データ共有を推進し、顧客の利便性を向上



オープンバンキングとデータフローを推進し、ユースケースの拡大につなげる



フィンテックや金融業界外の企業と提携し、革新的なサービスを立ち上げて収益につなげる

## 8

政府がビジョンと高い目標を提示し、国民と企業双方を対象とするデジタルサービスを提供

### 市民向け行政サービス

- すべての市民向け行政サービスをワンストップで提供
- リモート電子投票
- オンライン上で完結する奨学金申請

### 企業向け行政サービス

- すべての企業向け行政サービスをワンストップで提供
- 1クリックで完了する商標登録やペーパーレス特許申請
- 営業開始1日目から完全デジタル化された事務作業



公的機関の間で明確なデジタルガバナンスを確立



行政プロセスやサービスを一気に通貫で書面・アナログを介することなくデジタルで完了できるようにし、生産性向上を最大限実現



政府によるデジタルソリューションの調達プロセスを統合・合理化

## 9

政府と産業界が協力し、公共インフラにおける強みを生かしてスマートシティを拡大

- 統合されたスマートシティ
- 3Dプリンティングによる住宅・ビルの建設



政府と民間部門の連携を促し、インフラへの投資を柔軟性の高いソリューションと組み合わせる



広く投資希望者を募ることで、技術革新を加速させ、民間部門の参画を促進

資料: マッキンゼー

図表 24:

## スタートアップエコシステムおよびITサービス会社による実行促進策

🎯 意識改革    👤 人材育成    🔑 規制    🎯 戦略    📄 技術、データ、インフラ

### 大胆な一手

### 具体的な促進策

#### 10

**スタートアップ**境界に、事業コンセプトから株式公開やバイアウトまでのベストプラクティスが定着し、世界に進出するベンチャー企業を数多く生み出す

- 🎯 起業家とアドバイザーは発想を転換させ、世界で共通に存在する顧客ニーズの解決に取り組み、拡張可能なソフトウェア製品を推進
- 🎓🔑 雇用に関するあらゆる社会保障制度を国内の創業者に提供しつつ、外国人創業者も誘致
- 🔑 登記から口座開設、不動産の確保まで、あらゆる業務プロセスを合理化
- 🔑 エンジェル投資のインセンティブを拡充
- 🔑 円滑な資金調達に向けた標準化や既存制度の柔軟性向上
- 🔑🎯 大企業からスタートアップ企業に転職する際の福利厚生制度の継続利用を支援し、起業家の雇用流動性を向上
- 🎯 十分な資本力を持つ広範なVCエコシステムを構築し、事業規模拡大を目的とするスタートアップや世界規模のソフトウェアスタートアップ企業への出資を増強
- 🎯 スタートアップ企業は、成長とシェア獲得、世界に通じる事業構築を重視し、時期尚早な小規模IPOや早期利益創出よりも、企業価値の最大化を優先

#### 11

**ITサービス会社**とテック系企業が、顧客企業の事業部側におけるデジタル人材の育成、およびグローバルな成功事例の導入を通じ、顧客企業の改革促進を支援

- 🎯 旧来型のITシステムから最新のクラウドベースのアプリケーションへの移行を支援
- 🎯🎯 個々のデジタル製品の対話ではなく、デジタル分野で最良の技術革新を顧客にもたらす技術パートナーとして、顧客と対話する
- 📄🎯 グローバルなベストプラクティスや世界共通の標準および設計思想に則った強力なデジタル製品一式を取りそろえる
- 🎯 独自のサービスを構築する領域と提携や買収を活用する領域を上手に選択
- 👤 自社の人材に対して、機械学習やディープラーニングなどのデジタル技術に関するスキルアップ研修を施す
- 🎯 顧客企業との関係を拡大することで、デジタル戦略の策定やデジタルリテラシーの構築といった役割を担う
- 👤🎯 顧客企業におけるデジタル人材の育成を支援する
- 🎯 アジャイル開発手法などのベストプラクティスを採用する



# 過去10年のICTの進展から得られた教訓

教育界はデジタル人材を育成し、産業界はデジタル技術を活用した取り組みに着手し、政府はデジタルを駆使した市民の育成や企業のデジタル化を推進し、スタートアップ企業やITサービス会社(システムインテグレータ)は経済再生を推進する。国家全体のデジタル改革を推進するためには、こうした大胆な取り組みが必要である。こうした観点から、過去10年にわたり日本で成果をもたらした取り組みや、そうでなかった取り組みを振り返ることで、我々は多くの教訓を得ることができる。この過去の考察の基盤となるのが、2009年に在日米商工会議所が刊行した「インターネット・エコノミーの実現を日本で」と題する白書である。

同書は規制改革や、重要な行政や民間の取り組みを推進するために、12の分野に沿って66件の具体的な施策を立案した。これらの提言内容は、規制に関する施策と産業におけるICT利活用に関する施策に分かれた。これらの提言内容がどの程度認識されているのかを把握するために、100人を超える行政およびICT利活用の専門家を対象に調査を実施した。

## ICTの施策における漸進的な進展

以下のヒートマップは、それぞれ規制および産業へ分類されたすべての施策の平均的進捗状況を示すものである。円グラフは各分野内の提言内容に対する平均的進捗状況を示し、それぞれの箱の色は、10年を超える施策実施期間において、回答者が判断する進捗度を示すものである。

規制に関する施策の進捗度は、グラフが示す通り分野別に30%から50%の範囲であった。それぞれの施策を見ると、36件の具体的な施策のうち4件、つまり11%の施策は、70%を超える高い進捗率が達成されたと認識されていた。19件、つまり半数強の施策は、31%から69%の中程度の進捗率を達成したとして認識され、13件、つまり36%の施策は、30%を下回る低い進捗率として認識されていた。

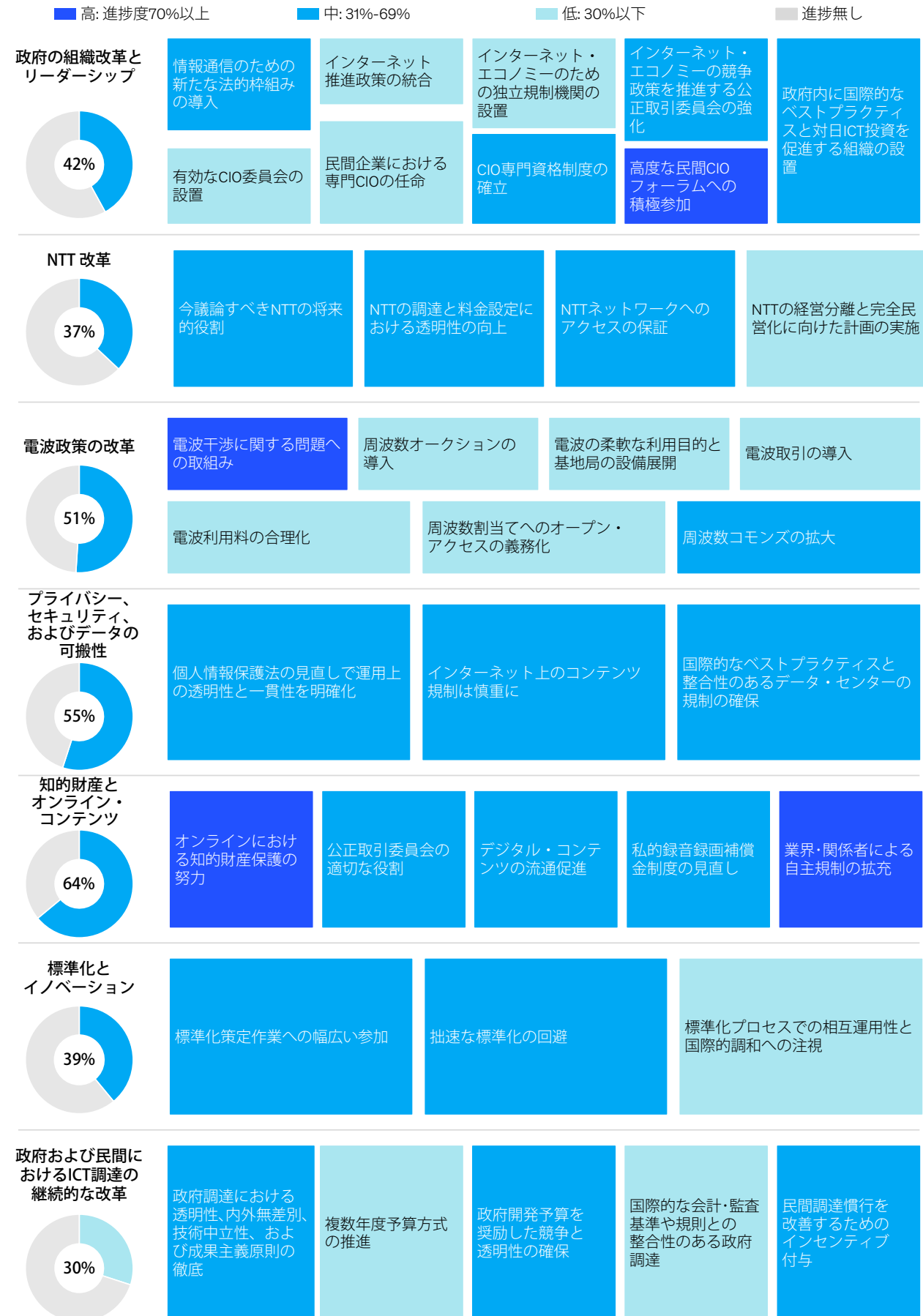
こうした規制に関する施策のうち、見通しが明るいのは「高度な民間CIOフォーラムへの積極参加」と「電波干渉に関する問題への取り組み」であった。後者に関しては、長年にわたるさまざまな討議会や研究会への参加や、総務省による電波利用状況の調査を通じた時宜を得たデータ収集などが意見として挙げられていた。平均的進捗度が69%と、好意的な回答が多かったもう1つの施策は「国際的なベストプラクティスと整合性のあるデータ・センターの規制の確保」であった。米国との連携や協力体制の強化、APEC CBRP(アジア太平洋経済協力閣僚会議越境プライバシールール)やこの分野で勢いを増している具体的な証拠として日本政府が推し進めたDFFT(信頼性のある自由なデータ流通)などの枠組みの推進について言及した意見もあった。

一方、「政府の組織改革とリーダーシップ」などの分野は低い進捗度と評価され、その中で最も評価が低かった施策は「インターネット・エコノミーのための独立規制機関の設置」であった。この施策への評価は0%から28%の範囲であり、この分野における動きや行動はなかったというのが一般的な意見であった。2009年に本書を刊行した時にはまだ構想段階にあった、2021年に新設予定のデジタル庁についての意見もあった。しかし回答者によると、同庁は組織力に欠け、多くの責任が総務省と経済産業省の枠を超え所在が明確ではなく、新たに課題を生むとされた。さらに、デジタル庁は進展を示す明るい兆しと見なされてはいるものの、これは人材開発などの包括的な側面よりはむしろ行政サービスのデジタル化のみを重視しているような傾向にあると指摘されている。

デジタル改革が産業と政府両方の考え方や働き方をどれだけ影響を及ぼし得るかは、2009年に完全に把握できたものでもなく、今でも完全に把握できているとは言いきれない。2009年に提言した施策の考察は、未熟な側面もあったかもしれないが、同書は非常に高い目標の実現に向けて書かれた提言書であり、刊行から数年にわたりインターネット経済とその他の領域がどのように絡み合っていくかについては、推察しきれなかった部分も大いにあった。

図表 25:

規制に関する施策 (進捗度ヒートマップ)



n = 118人の回答者

一方、産業に関する施策において、高い進捗度と評価された分野は、25%から50%の進捗度であった。30件の施策のうち非常に高い完成度を達成したと認識されているものはほんの1件であった。16件の施策、つまり半数強の施策は、中程度の進捗度を達成したとして認識され、11件の施策、つまり37%は進捗度が低いと見なされた。全体的に見ると、産業に関する施策は、規制に関する施策よりも成果が上がっておらず、規制に関する施策の平均進捗度が45%であったのに対し、産業に関する施策の平均進捗度は39%であった。

産業に関する分野の一部では、分野内の各施策の進捗にばらつきが見られた。例えば、「電子商取引の促進」は非常に高い平均値を得たが、その評価は0~99%までばらつきがあった。中でも「中小企業への補助金等の支援策による事業の「相互接続」や「オンライン化」の評価は低く、「電子商取引およびクラウド・コンピューティングに関わる国際調和の積極的な推進」や「資金移動業者を通じたオンライン金融取引促進のサポート」では回答者の意見の対立が見られた。実際、今日の日本の電子商取引普及率は一桁台に留まっており、デジタルアプリケーションの構築には繋がっていないと言えるだろう。

産業に関する施策の中でもっとも目立った分野は、「グリーンICTの推進」で50%から70%の一貫して高い評価を得た。この分野で主に進捗のあった施策には、電力効率性（PUE）やデータ・センター効率（DC）の向上に関する官民間の協議、スマートセンサーの展開とスマートグリッドの構築、2016年の経済産業省による中規模顧客を対象としたエネルギー市場の規制緩和、および新型コロナウイルス感染拡大により加速化したモバイルワークなどが含まれていた。

グリーンICTにおける日本の進捗状況に関しては、提供された意見の中にいくつか興味深い洞察があった。1つ目は、日本では一部改善があったとされているが、その進展は米国のような他国と比較するとまだ遅れていると見られているということである。2つ目は、そうした進展の多くは外的要因により加速されたと思われている意見だ。その要因として、コロナ禍が強いたリモートワークへの移行、気候変動、国際政策への意識の高まりが脱炭素化に対する日本への圧力と相まってグリーンデータセンターの開発を推進されたなどが例示された。こうした要因は今後もますます進展することが予測され、さらなる発展を促すためにこうした変化を政府が制度化できる機会をもたらす。さらなる発展の可能性がある分野には、再生可能エネルギーを利用したデータ・センターの促進、多種多様な再生エネルギーや分散したエネルギー源の統合強化などがある。

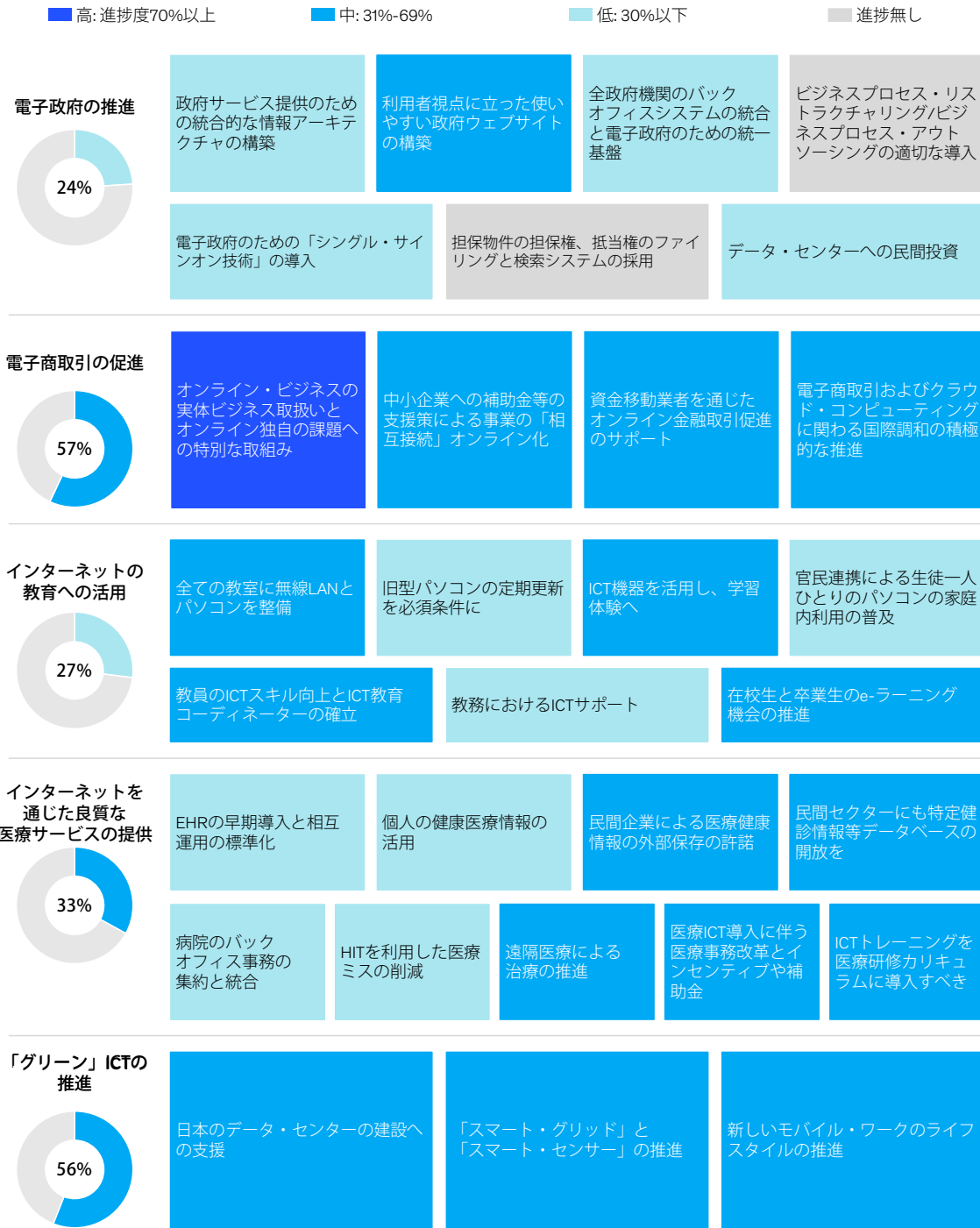
産業に関する施策で最も成果が上がっていない分野、つまり全体で最下位の評価を受けたのは、10%から50%に及ぶ評価となった「インターネットの教育への活用」であり、次いで「電子政府の推進」であった。

規制および産業に関する施策全体で限られた進捗しか見られなかった分野を見てみると、回答者は2つの共通する課題を指摘していた。

- **施策が実際の行動に繋がっていない:** こうした意見に共通する内容は、議論が具体的な行動へとつながらないことが多いということであった。特に評価が低かった施策には「個人の健康医療情報の活用」で、その評価は3%~13%であった。この根本的理由として、回答者らはマイナンバーカードと個人の健康医療情報との連携に大きな変化を意識していたにもかかわらず、これを支援するインフラ、技術、あるいは財政的や法的枠組みを整備するための政策がほとんど無かったということだ。例えば、相互運用性のあるシステム構築に必要とされる資金調達や投資に合意が得られなかったなどの背景があるのだろう。
- **成果が行政や地方へ及んでいない:** 多くの意見は、業界の取り組みを地方へと展開するためには、デジタルリテラシーが低く、支援が制限されていることを指摘していた。デジタル化への施策については、政府よりも民間による推進が大きいと見られていた。この例として、インターネットを活用した教育関連の進展のほとんどが私立学校によるものと考えられ、公立学校にはこの分野における変化は見られなかった。「教務におけるICTサポート」に対する評価は、4%~9%となった。同様に、インターネットを活用した電子商取引においては、地方ビジネスが政府より受ける支援は低いと見なされており、「中小企業への補助金等の支援策による事業の「相互接続」オンライン化」を目指す施策における進捗は、平均約20%であった。

図表 26:

### 産業に関する施策 (進捗度ヒートマップ)



n = 118人の回答者

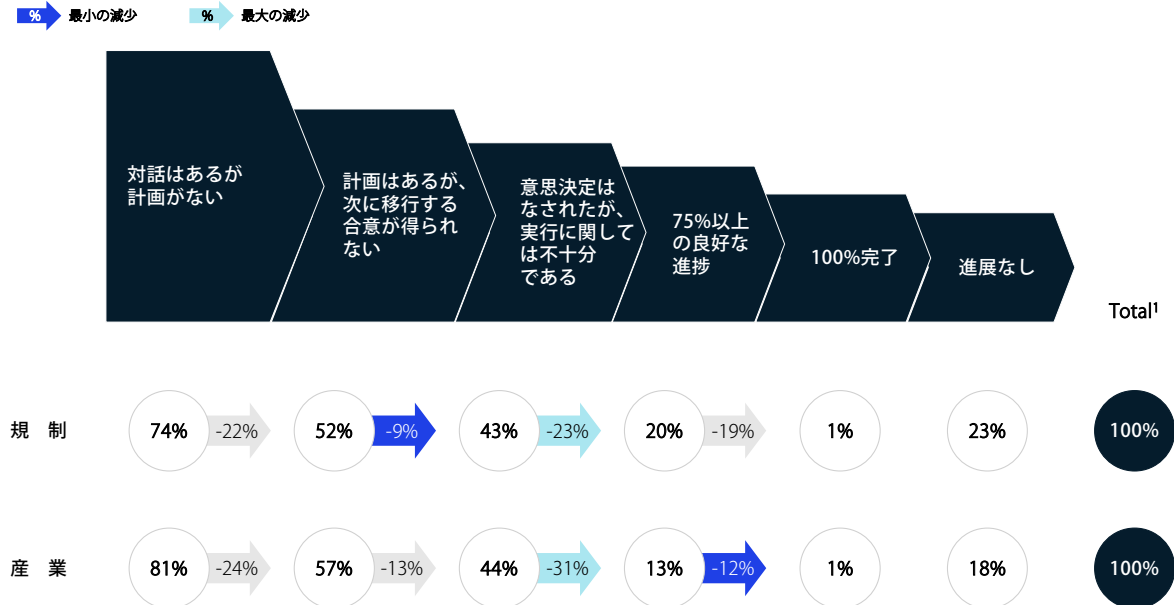


## 対話と実行の分断

以下の図が示すのは、施策の進捗状況をまとめたもので、施策実行に向けてどの段階まで進捗が見られたかに基づき、規制と産業の両方で集計したものである。それぞれの円の中の数字は、全施策の何%がその段階に達したかを示し、矢印の中の数字は前段階からの減少ポイントを示している。

図表 27:

### 各施策の進捗段階ごとの整理



1. 合計には、市場が成長したためあまり重要でなくなった4件の提案（3件の政策への提案と1件の取り組みの提案）が含まれる  
資料: Survey on Assessing Ten Years of US-Japan Cooperation on Building the Internet Economy, 2020

10年以上という期間にわたり多くの施策が開始されたが、成果を実現したのはほんの数件であったことがわかる。また、何かしらの行動はあったものの、規制に関する施策と産業に関する施策のそれぞれにおいて、全体のわずか1%しか、100%完全に進捗したとは認識されなかった。

規制に関する施策の実行継続性を見てみると、全施策の4分の3近くにおいて、対話は開始されたものの、良好な進展や完了が認められたものは、わずか21%であった。また、達成度の減少は、計画段階と意思決定段階から発生したが、減少が最も大きかったのは、一度意思決定がなされてから実行が開始となるまでの間の23%ポイントの減少であった。もう一点注目すべき点は、規制に関する施策の4分の1近くは、全く何の進展もなかったことである。また、計画段階と意思決定段階の間の減少は9%ポイントと最も小さく、これが意味するのは合意の欠如はここでは主な障壁ではなかったということである。

同様のパターンが産業に関する施策においても見られ、全施策の5分の4が対話段階まで進んだにもかかわらず、ほんの14%しか良好な進捗または完了が認められていない。減少が大きかったのは、規制に関する施策と同じく、「意思決定段階」から「実行段階」の間であったが、減少幅はより大きい31%ポイントであった。また、産業に関わる施策の18%は、全く何の進展もなかった。

全体的に、規制に関する施策の方が産業に関する施策よりも進捗度が高かった。規制に関する施策で良好な進捗段階へと進んだ施策は、産業に関する施策と比べて7%高い。また、規制に関する施策は、すでに開始されたものが27%だったのに対して、産業に関する施策は16%に留まった。つまり、産業に関する施策は実行プロセス全体を通じてより大きく減少していることがわかる。特に、実行段階では、産業に関する施策の達成度は減少し、規制に関する施策よりも35%も大きな減少であった。これは、規制に関する施策に対し、産業に関する施策の方が、その導入が複雑であることが原因かもしれない。つまり、規制に関する施策は文書の変更で終わるが、産業に関する施策は、エンドユーザーに影響を及ぼす具体的な行動まで求められるからである。

これは、産業に関する施策を実行できなかったことが、エンドユーザーに直接影響を及ぼしてしまったとも解釈できるかもしれない。たとえば、患者が医療記録にアクセスできなかったとか、学生が家でコンピューターにアクセスできなかったという具体的な課題を招いたということだ。規制の変更は、多くの場合産業に関する施策を促進させる。例えば、患者の医療記録へのアクセスは患者データ利用に関する規制に左右される。つまり、規制の変更が完全に制定されるまでは、それに依存する産業系の施策は先に進みようがないのだ。

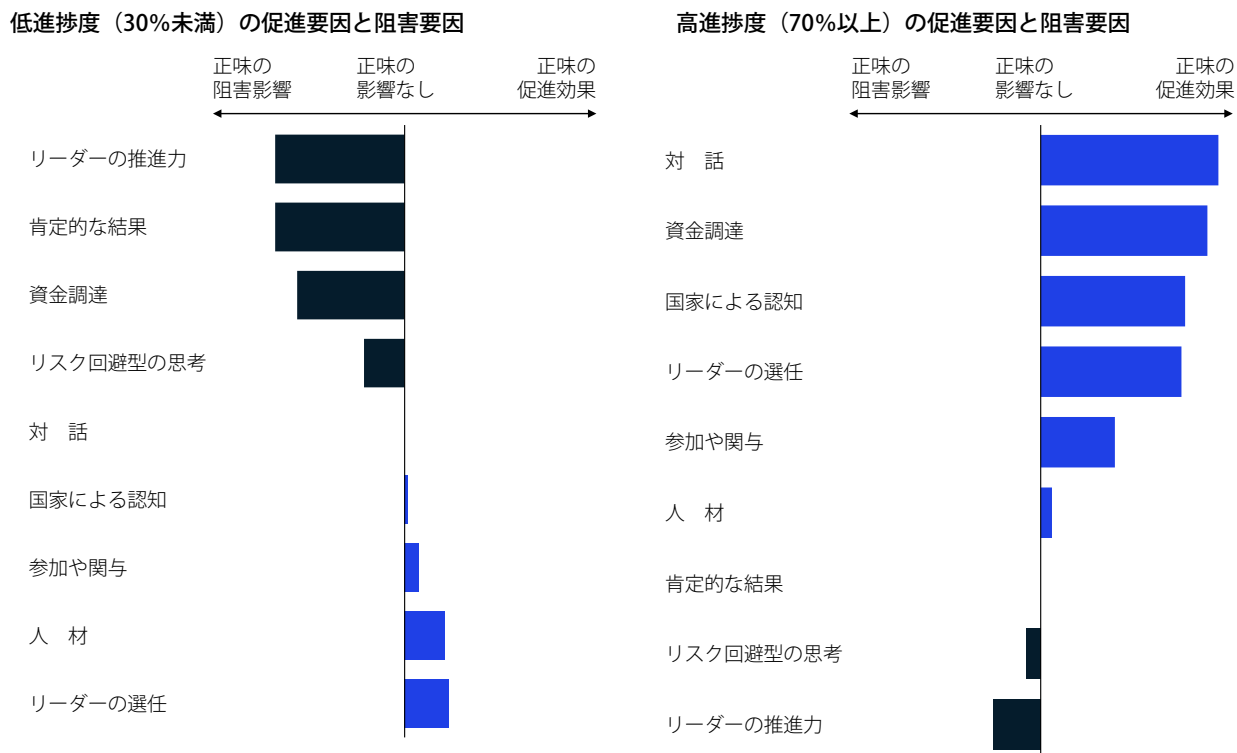
この質問に対する回答は、先の質問における回答者の意見と一致している。つまり、施策に関する対話はあったものの、その施策の確実な実行を担保するような具体的な仕掛けは無かったという点である。この溝を埋めるためには、決断力のある行動が必要とされており、この点においては新設のデジタル庁が重要になってくるかもしれない。同じ過ちを繰り返さないためにも、今後の規制および産業に関する施策を実行するにあたっては、過去の施策が全体のプロセスのどこで行き詰まったのかを十分に理解しなければならない。

## 施策の進捗を促進させる要因と阻害する要因

進捗が限定的だった背景を理解するために、各施策の進捗を促進させる要因と阻害する要因について、上位5つの要因を挙げるよう回答者に求めた。それぞれの要因には、回答結果に基づき点数が付けられた。正の点数である場合はその要素は全体的に促進要因として機能し、負の点数である場合は阻害要因として機能していることを意味する。

図表 28:

### 規制に関する施策の阻害要因と促進要因



備考：正味の影響／効果は各要素で順位付けされた測定促進要因／阻害要因を平均することで計算され、1位の促進要因は5点、2位は4点という具合に、阻害要因に関しては負の点数として計算される  
資料：Survey on Assessing Ten Years of US-Japan Cooperation on Building the Internet Economy, 2020

規制に関する施策については、「リーダーの推進力」や「ポジティブな成果」が不足していたことが、低い進捗度につながった最も大きな阻害要因とみなされ、次いで「資金調達」や「リスク回避型の思考」が阻害要因とみなされたことになる。リスク回避の話題については複数の意見が挙がっており、日本は「先行を避けることによる行き詰まり」、つまりこれまで誰も採用しようとしなかったものや実証されていないものを先行して最初に導入したいと考える個人や組織がないという問題に直面しているように見受けられる。誰もが誰かが先に試すのを待っているこの悪循環は、皆がリスクを負いたがらないことで悪化し、デジタル施策

の進展を妨げている。一方、小規模で測定可能な成功を重ねることは、たとえある地域限定であったとしても、意識改革を促すために必要な「ポジティブな成果」として刺激となるかもしれない。また、リーダーの推進力や資金調達に関しては、さまざまな施策への取り組みが複数の省庁をまたぐ性質を持つことを考えると、意思決定権および監視力のある明確なリーダーが必要であり、こうした人物がいなかったことが進展を妨げたのだと考えられる。今後新設予定のデジタル庁が、施策の実行に必要な権限、そして調達や予算編成を管理する権限を持ち、必要などころへ確実に十分な資金調達を行うことが期待されている。また、資金調達が、施策をより成功へと導く促進要因の中で2位にランク付けされたことは注目すべきことである。

一方、規制に関する施策の進展を促す最も重要な促進要因に選ばれたのは「対話」であった。また、リーダーの選任、参加や関与、国家による認知、人材も、進展を促す促進要因と認識された。興味深いのは、進捗度が低い施策においては人材が2番目に重要な促進要因とされたことで、つまり組織内のデジタルへの理解が、欠落していた必須能力とみなされていたということである。回答者からは、官僚が自分たちの理解や知識を超える技術の導入に抵抗を示すことで、そうした技術がもたらし得る生産性の向上を無視し、国が一部のデジタル化活動を完全に阻害するのが理由だという意見が聞かれた。

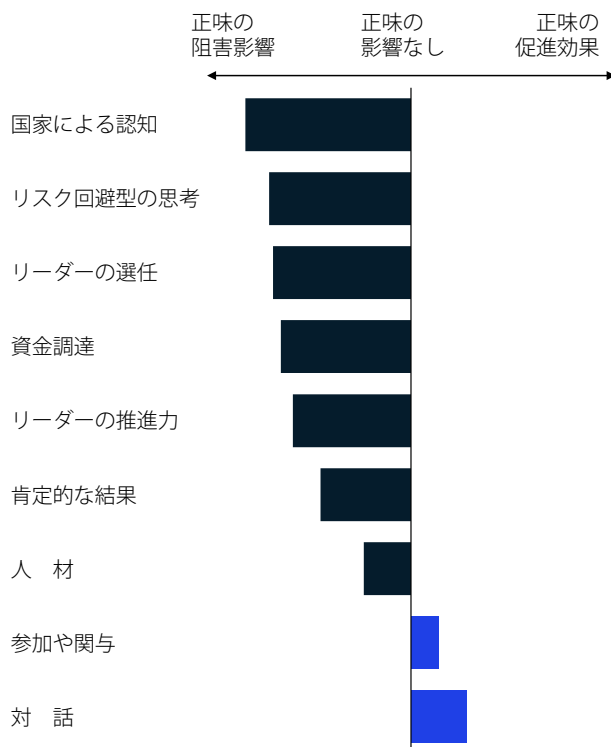
産業に関する施策は、国家による理解が制限されることが主な阻害要因とみなされた。これは政策こそが施策の実行を促し、民間の施策は多くの場合方向性、資金調達、必要な規制の点において、国の支援に依存しているという考えを再度強調している。また、ここでも同じように、リスク回避型の思考は阻害要因である。つまり、日本の民間企業は欧米の民間企業よりも規則を破ることや、訴訟を受けることに抵抗がある。民間企業の活動は制度や規制に左右されることが多く、規制が保守的であれば、民間企業の活動もその影響を受けやすいことになる。

さらに、リーダーの選任や資金調達の有無も阻害要因としてみなされていた。教育関連業界の施策に関するより細かな意見として、eラーニングに適切な通信環境を持たない生徒に対する資金調達について、国と

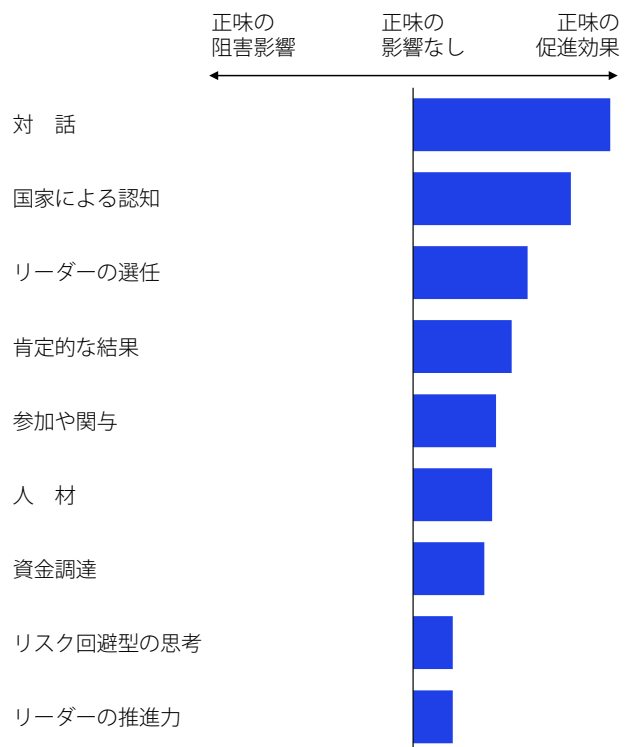
図表 29:

### 産業に関する施策の阻害要因と促進要因

#### 低進捗度（30%未満）の促進要因と阻害要因



#### 高進捗度（70%以上）の促進要因と阻害要因



備考：正味の影響／効果は各要素で順位付けされた測定促進要因／阻害要因を平均することで計算され、1位の促進要因は5点、2位は4点という具合に、阻害要因に関しては負の点数として計算される  
資料：Survey on Assessing Ten Years of US-Japan Cooperation on Building the Internet Economy, 2020

地方自治体との間で合意が取れていないということが挙げられていた。民間の資金調達が容易でないので、この施策の実行は困難となったのである。

逆に、高い進展を遂げた施策については、対話、国による認知、リーダーの選任が主な促進要因として挙げられた。前述の通り、すべての産業系施策の5分の4は、対話段階までは進んでいたことを考えると、日本はコミュニケーションの開始という点では進展があったようだ。より重視しなければならないのは、こうしたコミュニケーションを確実に明確な計画や行動へと落とし込み、それらの行動を推進していくことである。

## 過去の考察と今後の展望

2009年に刊行した白書が最終的に提言したのは、インターネット・エコノミーの将来に関する日米の対話を通じ、官民学が参加のもと、日米両政府とそれぞれの民間企業が本書に記載されるその他の提案施策の推進に協力し合えるような「プロセス」を構築することだった。

この提案は、1970年代初期以降の日米経済・通商関係を象徴した多くの摩擦を、インターネットの領域では避けたいという意図をもって作成された。

**「インターネット・エコノミーにおける協力は、貿易交渉のようなゼロサム・ゲームとは考えを別にするもので、日米経済の実りある将来を切り開くためのイノベーションを促進することができる。相互理解を深め、互いに協力できる分野を模索し、日米二国間の合意をより広い地域や世界においてコンセンサスを形成することにより、この対話が日米関係の新たな境地を切り開くことになるであろう」**

(ACCJ Internet Economy White Paper 2009)

この提案は、両国の政界や産業界の共感を呼び、2010年11月10日には、両政府の参加のもとインターネット・エコノミーに関する日米政策協力対話における日米共同声明が正式に発効された。これは米国務省および日本の総務省、そして両国の経済界を代表する在日米商工会議所と日本経済団体連合会がそれぞれ中心となるものであった。

その後、過去10年の間にこの対話は11回開催され、最近では2020年9月25日に開催された(図表30)。

図表 30:

## インターネット・エコノミーに関する日米政策協力の10年

### 主要な議題

<b>対話 #1</b> 東京、2010年11月10日	教育とヘルスケアにおけるクラウド技術の活用   商用ネットワークの安全性向上   オープンなインターネットの保持
<b>対話 #2</b> ワシントンDC、2011年6月9-10日	災害対策におけるICTの役割   重要なインフラの保護   将来的なテクノロジーに関する共同研究   国際機関における、複数の提携先との働き方
<b>対話 #3</b> 東京、2012年3月22-23日	グローバルなデータプライバシー問題に関する協力関係の強化   二国間のクラウドコンピューティング分科会の設置   サイバー攻撃に対する適切な対処
<b>対話 #4</b> ワシントンDC、2012年10月18-19日	クラウドにおける相互運用性とデータ可搬性に向けた協力   電子政府とデータ開示に関するベストプラクティスの共有   消費者の個人情報保護強化に向けて
<b>対話 #5</b> 東京、2014年3月12-13日	増加傾向にある国外からのサイバー攻撃への対処   アジア太平洋地域における国境を越えた個人情報保護のルール作り   産業界が牽引するクラウドコンピューティングの標準作り
<b>対話 #6</b> ワシントンDC、2014年9月16-17日	IANAからICANNへの移行支援   NETmundial会議の提言内容の承認   新世代ネットワーク / 次世代インターネットに関する調査の協力
<b>対話 #7</b> 東京、2016年2月25-26日	スマートシティやIoTの概念を紹介   データのローカライゼーションなど、越境データフローに対する障壁への懸念   各国内における個人情報保護への対処における協調
<b>対話 #8</b> ワシントンDC、2017年9月21-22日	APEC CBPRへの積極的な参画について   デジタル貿易に関する懸念解消に向けた二国間協調の確認   サイバーセキュリティ上の課題に関する情報共有
<b>対話 #9</b> ワシントンDC、2018年7月23-24日	各国内におけるAIT / IoTに関する規制の擦り合わせ   サイバー攻撃に関する対話グループとの合同セッション   デジタル貿易に関するルール作りへのコミット
<b>対話 #10</b> 東京、2019年10月10-11日	日米デジタル貿易協定の発表   国際会議におけるデジタル政策課題に関するパートナーシップ   JUSDEP作業部会からの報告
<b>対話 #11</b> ウェブ会議、2020年9月25日	世界的な感染症に対するデジタルを活用した対応   5G通信ネットワークの安全な実装   日米デジタル貿易協定やDFFT構想に関する意見交換

この長年にわたる対話で育まれた「協力体制」により、2019年10月7日、日米デジタル貿易協定が発表された。本協定は、とりわけデジタル製品の関税や差別的な税制を禁止した規定や二国間の自由なデータ流通を保証する公約が盛り込まれている。これには、金融サービス、デジタル署名の相互認証、データの保管場所を制限するデータローカライゼーション要件の禁止、および企業が所有するソースコードやアルゴリズムの開示強制の禁止などに関するものが含まれる。

この対話が今後も成熟していくにつれ、協議内容が2国間の関心事から徐々に経済開発協力機構(OECD)のような国際会議やEUや中国のような第三者に対する立場の調整において、共通の立場を形成するような方向に変わっていくであろう。

例えば、2019年G20大阪サミットで発表された「イノベーションとデジタル化に関する声明」は、デジタル経済における規則制定に関する日米とEU間の理念の違いを浮き彫りにした。つまり、欧州人はインターネットの管理・統治を行う上で政府がより大きく関与することを好むが、日米はより市場主導型の解決策を支持している。

日米間のこの協力関係は、国際的な問題の共有において両国が利益を享受できる世界のデジタル経済の今後の成長や改革を保証するために非常に重要である。この対話で培った協力体制と成果をうまく活用し、今後の10年を無駄にしないためにも日本は迅速に、決断力を持って行動し、行政や民間の改革を推し進めていかなければならない。

# 謝 辞

本書は、在日米国商工会議所とマッキンゼー・アンド・カンパニーが共同で作成し、マッキンゼーのデジタル部門および国内外の各産業研究グループが提供する専門知識や洞察を中心にまとめた。

本プロジェクトは、在日米国商工会議所のNew Digital Agenda (NDA) タスクフォースとマッキンゼーのリーダーシップの統括のもと、執筆チームが調査および洞察内容のまとめを担当した。

在日米国商工会議所 Board Advisors	在日米国商工会議所 NDAタスクフォース	マッキンゼーの リーダーシップ	マッキンゼーの 執筆チーム
ジェニファー・ ロジャース ACCJ会頭 (2021年)	ジェームス・ミラー タスクフォース議長	岩谷 直幸 日本代表 (2021年)	アンドレ・ナランホ パートナー
ピーター・ フィッツジェラルド ACCJ会頭 (2020年)	ジム・フォスター タスクフォース上級顧問	アンドレ・アンドニアン 日本代表 (2020年)	塩田 嘉成 準パートナー
浅井 英里子 ACCJ会長 (2021年)	ハンス・クレム タスクフォース顧問	桑原 祐 シニアパートナー	シヴァン・アグラワル エンゲージメント マネジャー
クリストファー・ ラフルアー ACCJ会長 (2020年)	ベス・フェルプス シニア・ディレクター	野中 賢治 シニアパートナー	アンビカ・ヴォラ アソシエイト
	中村 邦子 渉外担当、ディレクター	ラリー・ハマライネン シニアパートナー	ダヴィデ・クルトレラ シニアアナリスト
	ジュディス・ハンナ 顧問	マイケル・チュウイ パートナー、MGI	

本書の作成にあたっては、マッキンゼーの専門家が多くの時間を割き、各業界の専門知識を授けてくれた。ここに心より感謝の意を表す。

## 工業製造

野崎大輔  
加藤 智秋  
加藤 千尋  
村上友太

## 小売り・消費財

山川 奈織美  
平山 智晴  
黒川 通彦

## ヘルスケア

ミケーレ・ラヴィッショーニ  
酒井由紀子  
レイモンド・チャン  
反田 篤志

## 金融サービス

ジェフ・ガルビン  
香月 史秋  
チョン・ウンジョ  
小町景

## 行政・教育

堀井 摩耶  
エマ・ドーン  
サウラブ・サンビ

## スタートアップエコシステム

ジュナイド・モヒューディン  
リシャブ・ガーラ

## 12個のデジタル技術

アンドレ・ロシャ – アジャイル  
クリスチャン・ヤンセン –  
ロボティクス  
ダウ・チャー – AI/ML  
グスタフ・グルンディン – 5G  
ハリソン・ラング – クラウド

ジェレミー・イートン – IoT  
ジョナサン・ティリー –  
ロボティクス  
イェルク・ブロンバーガー –  
3Dプリンティング  
フアン・ヒンカピー – アジャイル  
森川 馨太 – 5G  
マシュー・デムラン – クラウド

マット・マクデビット – AI/ML  
パトリック・ナゲル –  
サイバーセキュリティ  
石田 修平 – AI NLP  
志水 彰太 – AI NLP  
松本 拓也 – クラウド  
トーマス・ダレット – クラウド

また、在日米国商工会議所の会員企業の役員およびスポンサーリードの皆様には、大変意義深い討議をさせていただき、本プロジェクトの調査や洞察の質を一層高めていただいた。ここに改めて感謝の意を表す。特に、以下に挙げる技術、産業、イノベーションに関する専門家の皆様には、多大なるご協力とご支援を賜った。重ねて深謝申し上げたい。

---

#### 在日米国商工会議所スポンサーリード

アンディ・コンラッド – Aflac  
ブルース・アップルビー – Aflac  
アン・ロリンズ – Apple  
土田 敦司 – Salesforce  
ダニエル・クリッツ –  
Palo Alto Networks  
菊池 徳夫 –  
Palo Alto Networks  
渡辺 弘美 – アマゾン  
竹井 淳 – Intel  
浅野 潤一郎 – IBM  
片山 建 – 日本マイクロソフト

マシューズ 真里 – Google  
小川 賢 – AT&T  
間宮 真矢 – Eli Lilly  
塚本 恵 – Caterpillar  
西嶋 美保子 – Adobe  
プリヤ・マハヤン – Verizon  
出雲 秀一 – Cisco  
小堀 恭志 – Facebook

#### 在日米国商工会議所メンバー

エイミー・ジャクソン – PhRMA  
フランク・パッカード –  
TAPジャパン  
ジョン・カールソン III – AbbVie  
杉原 佳堯 – Netflix

#### ジャパンテクノロジーコミュニティ

江崎 浩 – 東京大学  
水越 尚子 – レフトライト国際法律事務所  
小宮山 功一朗 – JPCert  
前村 昌紀 – 慶応義塾大学  
村井 純 – 慶応義塾大学  
國領 二郎 – 慶応義塾大学  
梶浦 敏範 – 日本経済団体連合会  
横澤 誠 – 日本経済団体連合会

#### ジャパンイノベーションコミュニティ

ジム・ワイザー – Weisser Ideas  
ジョシュア・バリー – Zaiko  
パトリック・マッキンジー – Stripe  
マーク・ビヴェンズ – Tachi.AI Ventures  
マシュー・ロメイン – Gengo  
黒田 蓮 – みずほグループ  
シェイン・ラッセル – ラッセル・コンサルティング  
ロブ・クラーク – HekaBio  
アストン・ブリッジマン – JP Morgan



最後に、在日米国商工会議所事務局の皆様、マッキンゼーの調査、編集、アナリティクス、アシスタントの各チームにも、心より感謝の意を表したい。

#### 在日米国商工会議所 事務局

岡本 典子  
役員秘書

村上 レーナ  
コミュニケーションズ・  
スペシャリスト

ショーン・勇氣・ガーヴィ  
委員会 & イベント  
コーディネーター

北田 尚子  
アカウントینگ  
マネージャー

澤田 知月子  
アシスタント  
アカウント

中野 綾子  
プログラム・マネージャー

伊地知 徳子  
渉外室  
アシスタント・ディレクター

井出 麻美  
渉外室 日本政府担当  
コーディネーター

アレクサンドラ・メリーロ  
渉外室米国政府担当  
コーディネーター

#### マッキンゼー調査チーム

永谷 朋子  
リサーチ

佐藤 恭子  
リサーチ

桂 さゆり  
リサーチ

岡田 典子  
リサーチ

アン テイ  
リサーチ

国吉 竜昇  
リサーチ

日比野(新谷)知子  
リサーチ

ブルーノ・リー  
リサーチ

ディクシャ・グプタ  
リサーチ

#### マッキンゼー 編集/サポートチーム

アンドリュー・ゴワース  
エグゼクティブエディター

ナイチン・アツパル  
サーベイアナリティクス

田邊 美穂  
エグゼクティブ アシスタント

柳澤 千恵子  
エグゼクティブ アシスタント

久保 友佳  
エグゼクティブ アシスタント

福田 文枝  
エグゼクティブ アシスタント

藤原 貴美香  
エグゼクティブ アシスタント

浅野 晴加  
エグゼクティブ アシスタント

サンディ・ルオ  
エグゼクティブ アシスタント

クリシュナクマール・ナイア  
シニアデザイナー

ラジャ・セカール  
デザイナー

岡安 知子  
デザイナー


February 2021

Copyright © McKinsey & Company / The American Chamber Of Commerce In Japan


[www.mckinsey.com](http://www.mckinsey.com) / [www.accj.or.jp](http://www.accj.or.jp)

[www.digitaljapan2030.com](http://www.digitaljapan2030.com)

 @McKinsey / @AmChamJapan

 @McKinsey / @The.ACCJ

 <https://www.linkedin.com/company/mckinsey/>

 <https://www.linkedin.com/company/american-chamber-of-commerce-in-japan/>

# ご支援いただいた在日米国商工会議所の 会員企業の皆様

本書は、在日米国商工会議所の協力を得て、マッキンゼー・アンド・カンパニーが作成した。特に、以下の会員企業の皆様には、多大なるご協力とご支援を賜った。

- |             |              |                      |           |
|-------------|--------------|----------------------|-----------|
| – Adobe     | – Aflac      | – Amazon             | – AWS     |
| – Apple     | – AT&T       | – Cisco              | – Lilly   |
| – Facebook  | – Google     | – Intel              | – IBM     |
| – Microsoft | – Salesforce | – Palo Alto Networks | – Verizon |

「2030年に向けた日本のデジタル改革」は在日米国商工会議所全体の取組みであり、在日米国商工会議所のすべての会員企業が日本経済の継続的なデジタル化に関与し、その恩恵を受けている。本書の作成において、資金面での支援や実践的な情報を提供して頂いた16社の会員企業には特に感謝の意を表したい。

本書には、日本のデジタル経済の改革を推進する技術や、これらの技術が最も大きな影響を与える可能性のある産業について多くの情報を記載している。

一方で、本書の中で同様に重要なテーマとして挙げているのが、デジタル領域で活動する米国企業と日本企業および消費者との間の連携であり、これらの企業や消費者は米国企業が日本で築き上げてきた新しい技術やビジネスモデルを歓迎しており、このことは本書の作成に寄与したスポンサー企業について特に当てはまる。

**AT&T**と**IBM**は日本で長い歴史を持ち、NTT、メガバンク、大手メーカー、国内の技術インフラ企業などの日本企業と緊密に連携し、ハードウェアやソフトウェア、サービスソリューションを提供することで日本の国際競争力を支えてきた。Verizonは2000年以降、日本市場で重要な役割を果たしてきた。通信の安全性や連携ソリューションを世界規模で提供する信頼できる事業者として、日本企業を含む大規模な多国籍企業に必須であるデジタル化の取組みを推進している。

**Intel**は、日本でモバイルコンピューティングやブロードバンドの展開など、PC領域における技術革新から、最先端の半導体製造技術まで、長年日本の産業界と連携してきた歴史がある。Cisco Systemsは、通信環境にアクセスのない人々に安全なネットワークを提供し、クラウドベースのサービス、ソフトウェア、ハードウェアソリューションを組み合わせて提供することで、日本における顧客との長期的な関係を構築している。Microsoftは、日本の企業、学校、家庭にPCを導入した先駆者であり、現在ではクラウド対応サービスへの移行を推進している。

**Apple**は1983年以降、革新的な製品とサービスを日本に提供してきた。iPhoneにモバイルアプリ向けの技術プラットフォームを導入し、またApp Storeのソフトウェア開発や配布方法を変更したことで、開発者が世界中の利用者にアプリを配布できる機会を提供している。

**Google**と**Facebook**は2000年初頭に日本市場に参入し、日本で成功を収めた米国企業の第二波を率いている。Googleは検索、地図、インターネット動画サービスで広く知られており、Facebookは日本で最も人気のあるソーシャルメディアサイトとなった。両社とも自社のサービスを基盤にした革新的な広告プラットフォームを展開している。

**Amazon**は、企業規模に関わらず、日本の企業が世界中の消費者に直接販売する機能を提供している。Amazon Web Servicesは、信頼性と安全性に優れたさまざまなクラウドサービスを日本企業に提供し、コスト削減や顧客サービスの向上を支援している。

迅速で柔軟なデジタルソリューションで知られる **Salesforce** は、業務の生産性を向上させ、顧客対応やマーケティング、サービスフローの合理化を支援するサービスを提供することで、日本企業のクラウドへの移行を促進している。**Adobe** の技術革新は、印刷物やオンライン上で個人、企業、政府による意思疎通の方法を改革し、メディアやデバイスのユーザー体験を最適化するとともに、合理化されたワークフローにより最も魅力的な体験を提供している。

**Palo Alto Networks** は、人工知能や分析、自動化、オーケストレーションの最新技術を活用することで今日のセキュリティ課題に対処し、クラウドやネットワーク、モバイルデバイス全体で日本の企業をサポートしている。

**Aflac** は日本で医療保険やがん保険を販売する大手保険会社で、消費者の保険ニーズの変化に対応し、共通の価値を創造するためにデジタル化を採用している。**Eli Lilly** は、患者への最適なケアを実現するために、医療機関向けのデジタルソリューションの推進に取り組んでおり、医療システムの効率化と耐久性の向上に努めている。両社は日本市場向けの新商品開発を支援するために、デジタル技術への依存度を高めている。

2009年の白書は、インターネットエコノミーに関する日米協力について、金融から医療、行政運営の改善に至るまで多くの分野について提言した。また、各産業に関して政府間で対話を開始することにも貢献し、共通の問題に関する二国間協力を推進するための具体的な方法を提示した。本書はこの流れを明確に引き継いでいる。

我々の目標は、スポンサー企業や会員企業が築き上げてきた政府間の交流や企業間の緊密な協力プロセスを強化することにより、日本のデジタル経済の成長をさらに支援し、デジタル領域における今後の技術革新を支える世界的な経済および事業環境を保持することである。