

データがもたらす経済・社会の変革

—データドリブン社会を目指す先行事例から得られる示唆と課題—

調査部 主任研究員 野村 敦子

目 次

1. はじめに
2. データを巡る議論とその背景
 - (1) データドリブン社会とその背景
 - (2) データの価値を巡る競争
 - (3) 日本の立ち位置～Society 5.0に向けた取り組み
3. 「データドリブン」がもたらす変化
 - (1) 産業構造の転換
 - (2) 社会の変化
4. データドリブン社会に向けた先行事例
 - (1) エストニア：eエストニア
 - (2) シンガポール：スマートネイション
 - (3) 先行事例から得られる示唆
5. データドリブン社会に向けて必要とされる視点
 - (1) 透明性の高い仕組みづくり
 - (2) 組織や分野を越えた横断的な取り組み
 - (3) 小さく始めて大きく育てる視点

要 約

1. 「データは21世紀の石油」という言葉に象徴されるように、近年、経済・社会のあらゆる分野で、データ利活用の重要性に対する認識が高まっている。その背景には、①情報通信技術の発達やネットワーク化の進展に伴い、取り扱うことができるデータの量、種類の増大、②社会やビジネスが抱える課題が複雑化するなか、データをその解決に活用すべきという社会的な要請、などがある。さらには、実世界とサイバー空間を相互関連させるCPS（サイバーフィジカルシステム）の実用化が進んでおり、様々な領域の多種多様なデータを収集・蓄積し、可視化することで事実を客観的に把握したり、予測分析や予兆検知の精度を高めることなどが可能になってきた。そこで、ITやネットワークとともにこれらデータを有効に活用して、より良い意思決定や行動、価値創造に結び付けようとする「データドリブン社会」の構築を目指す動きが活発化している。
2. こうした環境下、資源としてのデータの確保が競争力の優劣にもかかわることから、データを巡る国や企業間の競争が激しさを増している。アメリカでは、プラットフォームによる大量のデータの収集・蓄積・利用が進んでおり、プライバシー侵害などを懸念する声が高まっている。中国では、自国企業に優先的・独占的に利用させるために、国がデータを囲い込むデータ保護主義の動きが見られる。EUでは、こうした動きに対抗する目的もあり、一般データ保護規則（GDPR）が制定され、個人データのコントロール権は個人に帰属することが明確化されている。日本では、国民が個人情報の取り扱いに敏感なこともあり、これまでデータの利活用について政府も企業も慎重であった。しかし、世界的な動向を鑑み、Society 5.0戦略でデータドリブン社会を目指す方針が打ち出され、データの流通・利活用が可能な環境の整備が官民協働で進められている。
3. それでは、データドリブン社会は、経済や社会にどのような変化をもたらすのであろうか。一つには、産業構造の転換が挙げられる。その代表的な事例には、ITと既存産業の融合の進展、ITを駆使しデータを有効に活用する「Xテック」と呼ばれる新たなプレイヤーの登場、製造業のサービス化に代表される既存ビジネスの形態の変化、モノの所有から共有への移行を促すシェアリングエコノミーの台頭などがある。社会的な変化としては、情報や知識の流れの変化が指摘できる。インターネットやSNSの普及で、これまで発信者から受信者に一方方向であった情報の流れが、双方向、さらには多対多となっている。このことは、人々の価値観や行動の変化を促しており、プロシューマーと呼ばれる層の深化・拡大や、「モノからコトへ」、「所有から共有へ」といった流れが強まっている。
4. このようにデータが価値を生み、社会を変革すると目される時代にあって、各国は経済活性化や社会的課題の解決にデータを活用すべく、データドリブン社会の構築を目指している。そこで、わが国に参考になる事例として、データ活用と社会実装で先行するエストニアとシンガポールの取り組みを概観する。

エストニアは、ソ連からの独立直後から、デジタル国家としての地位の確立を目指し、eエストニアと呼ばれる戦略を遂行している。主に電子政府の構築を核としたプロジェクトであり、データ交換プラットフォームのX-Roadと電子認証システムのe-Identity（e-ID）が基盤インフラの柱とされている。

る。これらインフラ整備と同時に、公共サービスの電子化と利用が円滑に進められるように、制度の整備も進められてきた。X-Roadやe-IDは政府機関ばかりでなく、公共機関や民間企業にも利用されており、電子政府以外に医療情報システムのeヘルスが実現している。こうした取り組みの結果、公共サービスの99%がオンラインで利用でき、国のGDPの2%に相当するコストが節約され、eヘルスでは99%の患者が電子処方箋を利用しており、医療機関の待ち時間や医療コストが削減された。

5. シンガポールは、国全体のスマートシティ化を目指し、2014年より「ネットワーク、データ、情報技術の力を活用」するスマートネイション戦略を遂行している。具体的には、全国規模のセンサーネットワーク「Smart Nation Sensor Platform (SNSP)」を構築してデータの生成・蓄積・活用を進めるほか、全国民が政府や民間のサービスを安全かつシームレスに利用可能な認証システム「National Digital Identity (NDI)」の開発に取り組んでいる。シンガポールでは、データドリブン社会の構築に向け、関連する法規制の整備も進められている。新しいビジネスと法規制との関係や普及・発展の可能性を検証するために、サンドボックスと呼ばれる仕組みが導入されている点が特徴である。この枠組みを活用して、スマートモビリティやスマートヘルスなど、社会的な課題の解決や国民の生活の改善、経済的な機会の創出を目指した実験的な取り組みが実施されている。
6. エストニアがeエストニアを通じてデータの収集や交換、利活用を円滑に進めることができた背景としては、①民間部門との密接な協力関係の構築、②シンプルなシステム・技術からの着手、③データのオーナーシップは市民であることの明確化、などが挙げられる。一方、シンガポールのスマートネイションは、技術とやらんで意識の変革が重要であるとして、①市民を顧客かつ共創者として捉え、需要主導型アプローチに移行、②スタートアップの育成とオープンイノベーションを推進、③迅速な社会実装に向けサンドボックスやリビングラボを活用、といった点に力が注がれている。
7. こうした先行事例から、わが国はどのようなことを学べるであろうか。技術やインフラ面での対応もさることながら、データの流通や活用を円滑化させる側面から、①国民が自身のデータ活用に関与でき、メリットを実感できる透明性の高い仕組みづくり、②多様なステークホルダーの協力による分野横断的・組織横断的な取り組み、③小さく始めて大きく育てていく視点、が重要になると考えられる。

とりわけ、先行事例では長期的な視点から一歩ずつ歩みを進めているところが共通点であり、わが国も「start small, start fast, fail fast」の精神と失敗を許容する心構えが、政府にも民間にも求められているといえよう。

1. はじめに

近年、「データは21世紀の石油（注1）」、あるいは「データは21世紀の知識経済のための重要インフラ（注2）」と表現されるように、経済・社会のあらゆる分野で、データ（注3）利活用の重要性に対する認識が高まっている。情報通信技術の発達やネットワーク化の進展に伴い、取り扱うことができるデータの量や範囲が飛躍的に拡大しており、多種多様なデータを収集、可視化することで事実を客観的に把握したり、予測分析や予兆検知などの精度を高めることが可能になってきた。そこで、政府の政策決定や企業の事業戦略において、従来のように経験や勘に頼るのではなく、事象をデータとして定量的に把握し、エビデンスに基づき適切な課題解決や意思決定に繋げようとする動きが広がっている。こうした取り組みは、「データドリブン（データ駆動型、データ主導）」とも称される。世界の政府機関や企業、研究機関などが、経済成長や社会的課題解決に向け、「データドリブン」によるイノベーションの推進に取り組んでいる。

データドリブンの捉え方は様々であり、各機関により様々な定義がなされているが（図表1）、要すれば、幅広い領域から収集・蓄積されたデータ（ビッグデータ）を利活用し、より良い判断や行動に繋げようとするプロセスや活動を指す。ビクター・マイヤー＝ショーンベルガーら [2016] は、「（ビッグデータとは）小規模では成し得ないことを大きな規模で実行し、新たな知の抽出や価値の創出によって、市場、組織、さらには市民と政府の関係などを変えること」であると述べている（注4）。すなわち、データドリブン社会の根底には、（ビッグ）データで物事の本質や真実を浮かび上がらせ、いかに生活や社会の在り方に生かしていくかという考えと、これに伴う意識や行動、組織の変革がある。

わが国においても、Society5.0戦略のもと、サイバーフィジカルシステム（CPS）によるデータドリ

（図表1）データドリブンに関する様々な定義

機関名・資料名等	定義
内閣府・日本経済再生本部 未来投資会議「未来投資戦略」（2018年）	目に見えるモノを中心としたリアル経済圏から、データやアイデアといった目には見えないものが行き交うサイバー経済圏へと、社会経済の在り方が大きく変化。経済活動の最も重要な糧は良質、最新、豊富なリアルデータ
国土交通省・国土交通政策研究所「国土交通分野におけるビッグデータの活用に関する調査研究」（2017年）	既存の業態・常識にとらわれずに、業種・組織の壁を越えてデータを共有・活用することでイノベーションを起こしていく社会
総務省・情報通信審議会 情報通信政策部会「IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」（2015年）	データの生成・収集・流通・分析・活用を徹底的に図ることによって、製造過程はもとより、あらゆる社会経済活動を再設計し、社会の抱える課題解決を図るもの（=Society 5.0）
経済産業省・産業構造審議会 商務流通情報分科会 情報経済小委員会「CPSによるデータ駆動型社会の到来を見据えた変革」（2015年）	実世界とサイバー空間との相互連関（Cyber Physical System）が社会のあらゆる領域に実装され、大きな社会的価値を生み出していく社会
経済産業省・データ駆動型（ドリブン）イノベーション創出戦略協議会・設立趣旨（2014年）	企業が壁を越えてデータを共有・活用し、新たな付加価値を生む取組＝“データ駆動型（ドリブン）イノベーション”
OECD “Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being”（2014年）	データドリブン・イノベーションとは、新製品、プロセス、組織的な方法、およびマーケットを改善または育成するためのデータの利用と分析を指す
Alex Pentland MIT Media Lab/Human Dynamics Lab “Social Physics”（2013年）	個人が都市のデジタル神経系（センサーや通信機器等）から収集された自分のデータを自分のために使う権利を持ち、様々な分野でコミュニティ・都市を改善し、公益を実現する人間中心の社会

（資料）各機関の報告書・資料を基に日本総合研究所作成

ブン社会の構築が目指されている。もっとも、その施策を見た限りでは、システムの開発・構築やデータ流通など、企業での活用やビジネスの展開に主眼が置かれており、ステークホルダーの意識や行動、組織の変革といった視点が欠けているように思われる。

本稿では、上記の問題意識のもと、国内外の文献等を参考にデータドリブン社会を巡る現在の議論や概念等を整理するとともに、先行事例を基に、データドリブン社会に向けてどのような取り組みが求められるかについて検討する。まず、第2章でこれまでのデータを巡る議論やその背景について整理し、第3章でデータドリブン社会の到来によりもたらされる変化について考察する。そして、第4章では、わが国がデータ連携基盤のモデルとしているエストニアやシンガポールを取り上げ、基盤インフラや制度の整備、経済・社会への活用動向等を概観する。第5章でまとめとして、先行事例におけるこれまでの取り組みから得られる示唆、顕在化した課題などを整理し、わが国がデータドリブン社会の構築に向け必要とされる視座の提示を試みる。

(注1) 例えば、欧州委員会のNeelie Kroesがスピーチで「データはデジタル時代の新しい石油である」(Kroes [2012] “Digital Agenda and Open Data” March 2012) と述べているほか、著名投資家のAnn Winblad、IBM CEOのGinni Rometty、数学者でテスコ・クラブカードの設計者Clive Humbyなど多くの識者や経営者が、データは新しい石油であると述べている。

(注2) OECD「OECDビッグデータ白書：データ駆動型イノベーションが拓く未来社会」(2018年3月)による。

(注3) データとは、「客観的な事実を数値、文字、図形、画像、音声などで表したもの」のことをいい、情報とは「ある特定の目的について、適切な判断を下したり行動の意思決定をするために役立つ資料や知識」を指す。データをもとに加工されたものが情報といえる(日本オラクル株式会社 井上学・山田真二郎「基礎から始めるデータベース入門セミナー」<http://www.oracle.com/technetwork/jp/articles/index-313275-ja.html>より引用)。また、情報化とは、「情報の活用度が増し、情報の価値が高まること。また、情報技術の進歩によって社会が変容すること」である(三省堂「大辞林」より)。

(注4) ビクター・マイヤー＝ショーンベルガー、ケネス・クキエ(斎藤栄一郎訳)『ビッグデータの正体』(講談社刊、2013年5月)。

2. データを巡る議論とその背景

(1) データドリブン社会とその背景

2017年以降「データドリブン」の注目度は、全世界で急速に上昇している(図表2)。以下では、データドリブン社会の構築が各国政府の焦点になった技術的・社会的背景について整理する。

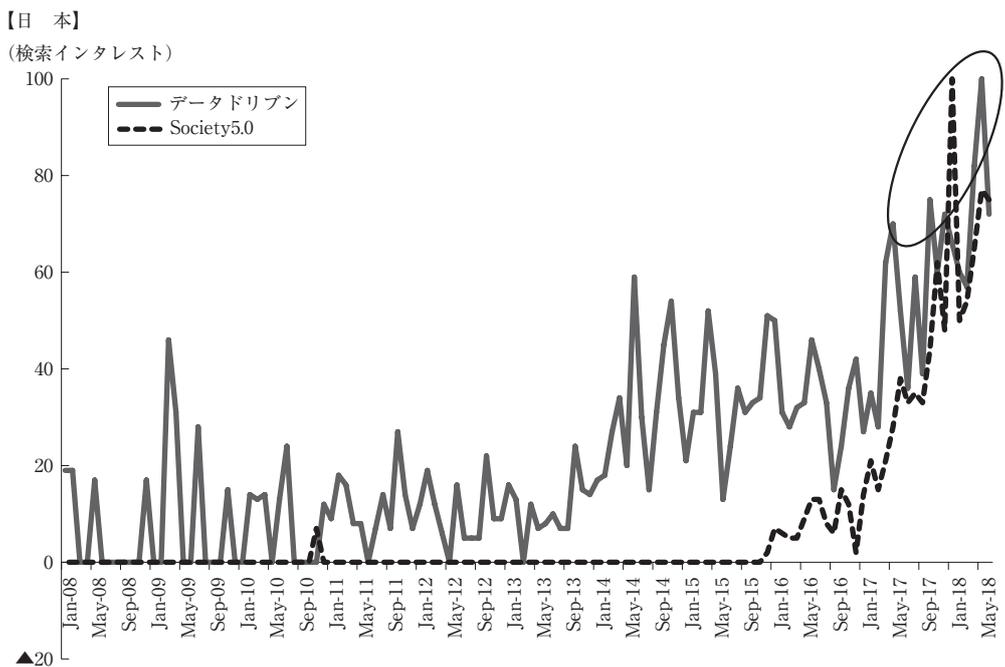
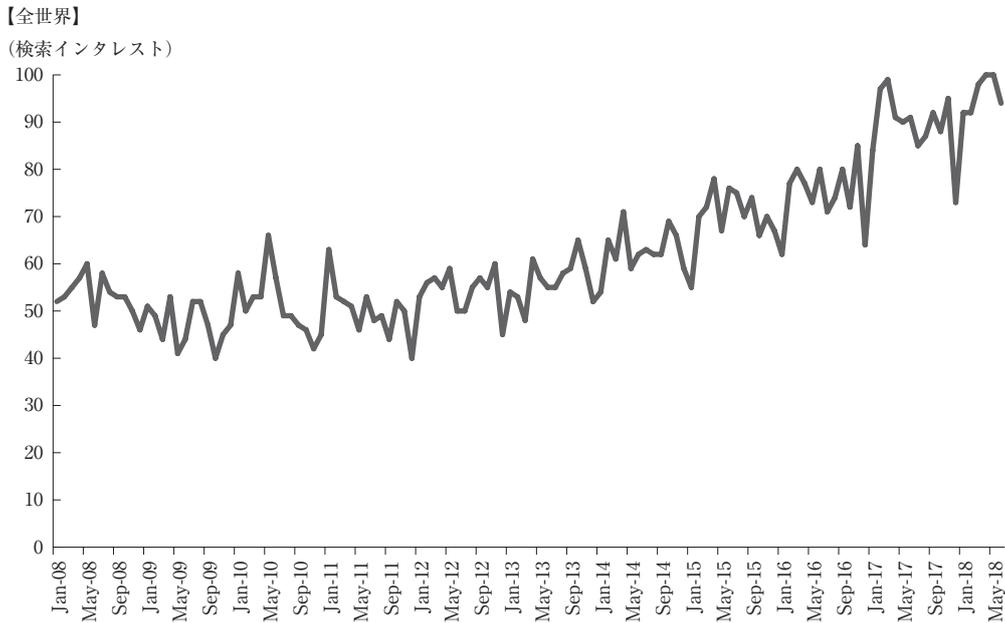
A. データ量の増大

情報通信技術の進化とインターネットの普及に伴い、大量かつ多様なデータが生成・蓄積されるようになっており、その流通や活用を巡る動向が注目されている。アメリカの大手調査会社IDCによれば、2025年には2016年の10倍に当たる163ゼタバイト(ZB、10の21乗)のデータが生成されると予測されている(図表3)。

データ量の増加が加速している背景として、パソコンやスマートフォンのみならずネットワークに接続してデータを排出する機器の増加や、通信網の大容量化・高速化、ネットワークで利用できるサービスと利用者の拡大などが挙げられる。

第1に、パソコンやスマートフォンが急速に普及していることに加え、IoT(Internet of Things、モノのインターネット)に代表されるように、車や家電製品など身の回りの様々なモノ、道路や街灯などのインフラ、工場やオフィスの設備など、あらゆるものをネットワークに接続しようという動きが広が

(図表2) 「データドリブン」の注目度

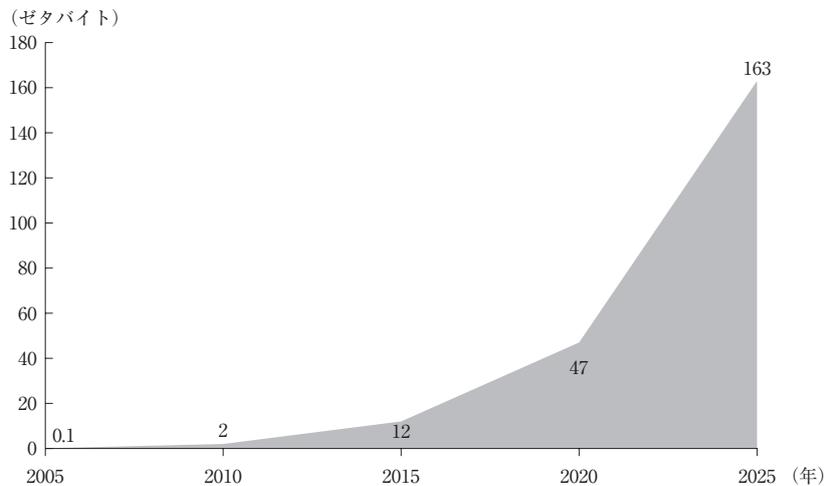


(資料) Googleトレンド (2018年6月21日アクセス)
(注) 検索が最も多かった時点を最大値100として、検索需要の傾向を示したものを。

っている。センサーの小型化や低価格化、低消費電力化が進んでいることが、IoTの動きを後押ししている。

第2に、通信のブロードバンド化の進展で、文字ばかりでなく、音声や画像、動画、ソフトウェアなど大容量のコンテンツを、ネットワークを通じて流通させることが可能になっている。2020年頃には、次世代移動通信システム (5G) が実現すると見られている。5Gは高速・広帯域であるばかりでなく、

(図表3) データ生成量の予測

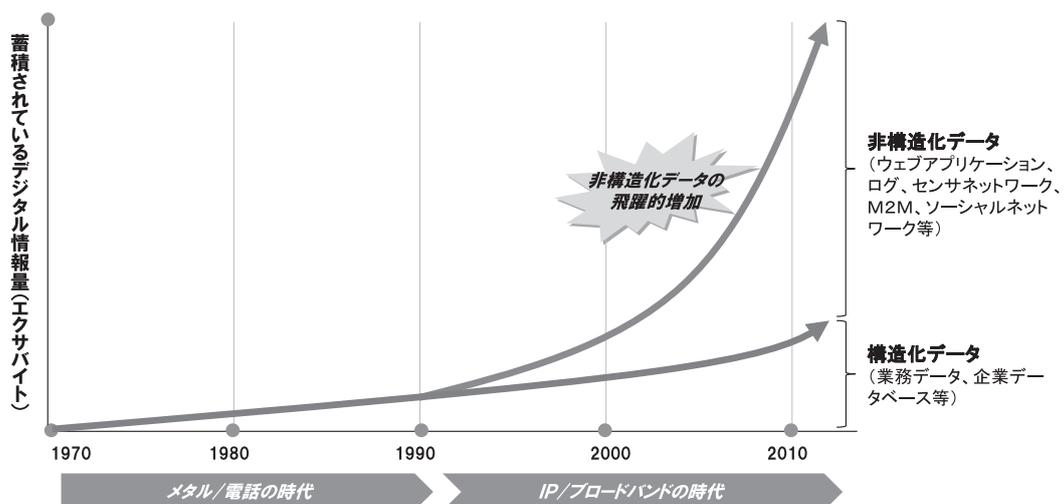


(資料) IDC “DataAge 2025: The Evolution of Data to Life-Critical~Don't Focus on Big Data; Focus on the Data That's Big” March 2017

大量の端末の同時接続、通信の遅れが少ない（超低遅延）といった特徴を持ち、自動運転や遠隔医療など、リアルタイムのデータ通信が必要なサービスやIoTを支える基盤として不可欠の技術である。

第3に、インターネット上には企業情報やニュース、ショッピングサイトなど様々な情報が掲載され流通しているが、とりわけソーシャルメディアの登場と爆発的な普及がデータ量を一段と増加させている。ソーシャルメディアの利用者は、フェイスブックだけでも全世界で20億人を超え（注5）、そうした利用者の属性、閲覧、検索、投稿などのデータが日々生成されており、得られるデータの量ばかりでなく質も変わってきている（図表4）。

(図表4) データの多様化の進展（データの伸びのイメージ）



(資料) 平成25年版情報通信白書「図表1-3-1-1 構造化データと非構造化データの伸び（イメージ）」
 (原典：総務省「情報流通・蓄積量の計測手法の検討に係る調査研究」平成25年)
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h25/html/nc113110.html>

さらに、データを格納するデータベース技術や、データを処理・分析する人工知能（AI）、これらの利用環境を提供するクラウドコンピューティング、といった技術が進化しており、上記のような大量かつ多様なデータを収集・蓄積・分析することが容易に可能となった。

B. 社会的な要請

データドリブン社会に向けた取り組みが推進されている背景には、技術的な側面ばかりではなく、社会的な要請もある。わが国企業は、消費者ニーズの多様化や複雑化、働き手の不足、生産性の向上などの課題に直面している。また、日本の社会としても、少子高齢化の到来や、エネルギー・資源の制約、環境問題や自然災害などの長期的な課題に対応していかなければならない。

そこで、企業では集めたデータからビジネスやサービスに役立つ知見を得ようとしている。これまでのように、勘と経験に頼るのではなく、これをデータとして定量的に把握し、分析に基づき客観的・合理的な判断を行ったり、予測・検知の精度を高めるといえるものである。これにより、顧客のニーズや需要動向をリアルタイムで的確に把握し、無駄のない生産や適時適切なサービスの提供に結び付けることができると期待されている。あるいは、ネットワーク化された工場の機械設備とデータのやりとりを通じて遠隔操作・自動制御を行い、省力化・省人化や生産性の向上を実現したり、ベテラン職人のノウハウをデータ化することにより、その伝承などが可能になると考えられている。

民間のサービスばかりでなく、行政や教育、医療など公共の分野においても情報のデジタル化・オンライン化が進められており、民間事業者同様に、業務の効率化や改善、サービスの高度化等に役立てようとする動きが出てきている。例えば、ウェアラブル端末を通じて人々の日常の健康の管理・増進を図ることにより、医療費を削減する、あるいは、ビッグデータとAIを用いた自動運転システムの実現により、交通渋滞や交通事故を削減する、高齢者等の柔軟な移動手段を確保する、といった取り組みが考えられている。

このように、データの活用は、より効果的にビジネス上の課題や社会的な課題を解決するのに役立つことが期待されている。

C. CPSが牽引するデータドリブンの取り組み

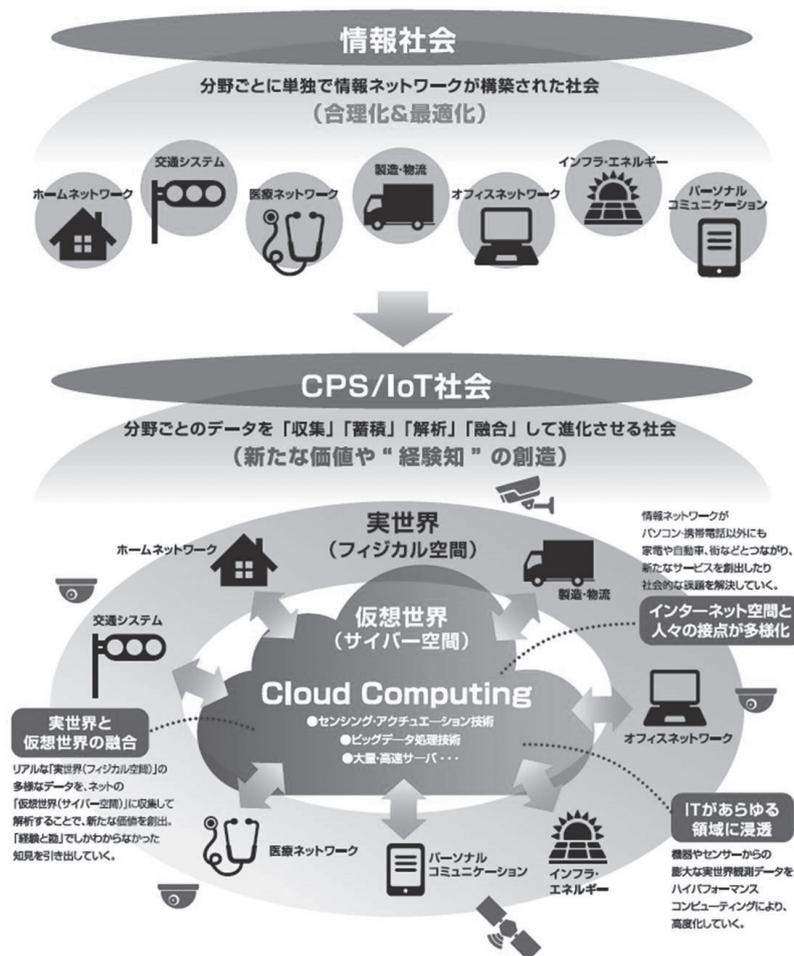
それでは、これまでのIT化や情報化の取り組みと、現在注目されている「データドリブン」では何が違うのだろうか。これまでは、どちらかといえば設備や業務のプロセスにITをインストールするというハードウェアやインフラの整備に力点が置かれていた。このため、情報化とはいえ組織内部のアナログ情報をデジタルデータ化するという限られた範囲のものにとどまっていた。例えば、オフィスにコンピュータとネットワークを整備して、社内にある紙ベースの情報をデジタルデータ化してコンピュータで処理可能とし、整理・加工・分析したり、ネットワークを通じて伝達、共有、公開するといった類である。

一方、データドリブンは、ハードウェア・インフラやアナログ情報のIT化・デジタルデータ化にとどまるものではない。前述の通り、文字資料や数値、コンピュータ・ウェブ上のデータにとどまらず、IoTによりモノやヒト、環境等のリアルタイムの動向がデータとして入手できるようになっている（注

6)。データの量が増えれば、AIのアルゴリズム（注7）の精度も上がるとされており、各種データを掛け合わせ（マッシュアップ）、可視化、分析することで、これまでにない新たな洞察や価値を生み出すことも可能となっている。そこで、ネットワークを通じてあらゆるモノや事象をデータとして捕捉・活用可能（Datafication、注8）とし、AIなどで分析することにより、より良い意思決定や行動、価値創造に結び付けていくことが、経済・社会の様々な分野で試みられている。これが、「データドリブン」である。

データドリブンを実現する代表格となる技術がCPS（Cyber Physical System、サイバーと現実世界の融合）である。IoTを通じて現実世界のデータ（工場、車、家庭、オフィス、医療機関、インフラ等）をサーバに収集し、AIで分析・解析して、再び現実世界にフィードバックするというループ（リアルとサイバーの相互連関）を構築するというものである。そして、これまでのような個別分野ごとのIT化・情報化を超えて、分野横断的なネットワーク化を進め、相互にデータの収集・活用・連携が可能な環境とし、新たな価値の発見や社会的課題の解決に繋げていこうという点が、最近のCPSの取り組みの特徴である（図表5）。

（図表5）CPS（Cyber Physical System）



（資料）電子情報技術産業協会（JEITA）ホームページ（<https://www.jeita.or.jp/cps/about/>）

(2) データの価値を巡る競争

こうした状況下、競争の焦点もハードウェアやインフラのIT化・高度化のみならず、そこで集積され活用されるデータ資源に移行しつつある。データの権利の所在やデータの流通などを巡り、海外では以下のような動きが見られる。

アメリカでは、GAFA（Google、Apple、Facebook、Amazon）と呼ばれる巨大IT企業が大規模なプラットフォームを形成しており、ネットビジネスを通じて大量のデータの収集・利用を行っている。そもそも、プラットフォーマーは、①ネットワーク効果（注9）とそれに伴う先行者優位性、②デジタル財を取り扱うことによる規模拡大の容易性、③プラットフォーム上の情報を集積し交渉力や価値を高める情報力、などを有し、デジタルエコノミーの時代において競争優位を築いている（注10）。こうしたプラットフォーマーによるデータ囲い込みの動きに対し、諸外国や市民からプライバシー侵害を懸念する声が高まっている。もっとも、アメリカでは、個人データの取り扱いに関する全国かつ包括的な法律が定められておらず、州や業界（医療、金融、通信など）ごとの個人情報保護に関する法律にとどまっている。連邦政府も、今までのところ企業の自由競争を重視する姿勢であり、介入には慎重である。

これと対照的なのが、中国をはじめとする新興国（注11）である。これらの国では、データを自国企業に優先的・独占的に利用させるために、データを国内に囲い込むというデータ保護主義の動きが見られる。例えば、中国では2017年6月に「インターネット安全法（中華人民共和国网络安全法）」が施行されている。同法は、インターネット関連商品・サービスの中国基準への適合を求めるとともに、中国国内で収集した個人情報と重要なデータは中国国内で保存・管理することとし、海外への持ち出しは原則禁止している（注12）。また、2014年に中国政府は、2020年までに社会信用システムを構築する政策「社会信用システム建設計画綱要（2014～2020年）」を発表している。全社会をカバーする信用情報共有プラットフォーム／国家企業信用情報開示システムを構築し、個人や企業の信用情報の記録を一元的に収集、評価を行うというもので、信用の高い個人・企業ほど恩恵を受け、信用の低い個人・企業はブラックリストに掲載され、例えば一定期間に民間航空機や列車の利用ができないなどの処罰を受ける（報酬制度と懲罰制度）。中国政府は、これにより誠実な社会を構築し、国の安全と社会の安定を守るとしている。しかしながら、中国の一連の取り組みを見ると、データのオーナーシップは個人というより国にあるといえ、一党独裁を維持するために、国があらゆるデータを掌握し、これ通じて国民を評価・監視する社会になるのではないかと懸念する意見も多い。

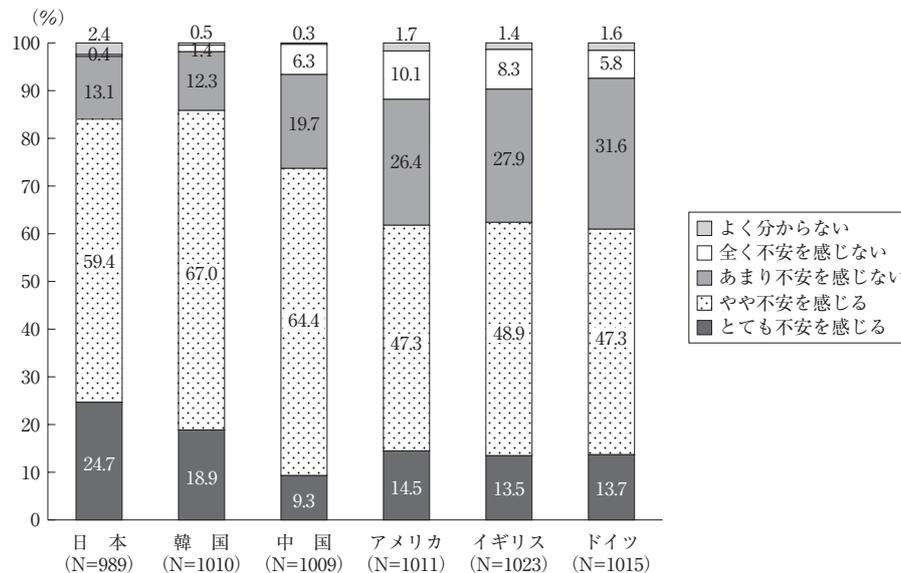
一方、EUでは、1995年成立のEUデータ保護指令に代わり、2018年5月に「一般データ保護規則（GDPR：General Data Protection Regulation）」の適用が開始され、個人データの取得や処理、EU域外への移転について、厳しい制限が課されることとなった。その背景には、デジタル技術の進展などに伴い個人データを巡る状況が大きく変化しており、前述の通りアメリカのプラットフォーマーが大量の個人データを収集・利用していることがある。個人のプライバシー侵害の懸念が高まっていることに加えて、プラットフォーマーが個人データを独占し、EU市場を支配することに対する危機感もある。そこでGDPRは、EU市民が自分の個人データを自分でコントロールできるようにする狙いがある。もっとも、GDPRは個人データの企業による利活用を一方的に制限するのではなく、個人のプライバシーに配慮しつつ、データのコントロール権は個人のものとし、その利活用の判断についても個人に委ねるこ

とで、保護と利用のバランスを図ろうとしている。すなわち、消費者は自分にとって利益になるデータの利活用を行う企業にデータを移動させる権利（データポータビリティ）を持つことになり、巨大プラットフォームによるデータ寡占の状況を打ち崩し、中小企業に機会を創出することに繋がるとしている（注13）。

(3) 日本の立ち位置～Society 5.0に向けた取り組み

一方、わが国では個人情報の取り扱いに敏感な国民の意識もあり（図表6）、これを利用することに対して政府も企業も慎重であった（注14）。しかしながら、世界中でデータの収集と利用の重要性に対する認識が高まっており、いかに国民の理解と協力を得ながらデータを使える社会にしていくかが、企業の戦略としても、政府の政策課題としても、前面に出されるようになってきている。

（図表6） パーソナルデータの提供全体に対する不安感（国際比較）



（資料）総務省「平成29年版情報通信白書」（原典：総務省「安心・安全なデータ流通・利活用に関する調査研究」2017年）

そうしたなか、2016年1月に公表された第五期科学基本計画において「Society 5.0」の実現を目指すことが示され、同年12月には、官民データ活用推進基本法が施行された。Society 5.0とは、「サイバー（仮想）空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会」をいう。その前提となるのが、現実空間からセンサーとIoTを通じて集積された多様かつ大量のデータである。AIなどによりこのデータを解析して、再び現実空間に戻して改善や高度化に繋げ（前述のCPS）、「必要なモノやサービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供する」快適な社会の構築を目指すとしている。

もっとも、データを個々の企業や公的機関がそれぞれ囲い込んでいたり、同業種・同分野のなかで閉じていては、Society 5.0は実現できない。また、データが多様なフォーマットで存在しているようでは、

データを円滑に交換したり相互利用ができず、データが分散管理されているとしても、シームレスに繋がりが、安全に利活用できるように環境を整備する必要がある。

そこで、政府、地方自治体、企業等が協力してデータ利活用の環境を整備することを目的として、2016年12月に官民データ活用推進基本法が施行された。行政手続きおよび民間取引について原則オンライン化を明確化することや、官民が保有するデータについて、個人情報の保護に配慮しつつ利活用できる環境を整備することなどを謳ったものである。Society5.0では、産業ばかりでなく、都市や社会、生活、インフラまで分野横断的にネットワーク化することが目指されており、現在分散して存在する各領域のデータを連携して取り扱えるように、データ連携基盤の構築が必要とされる。これに対応し、官民データ活用推進基本法の第15条2項では、「情報システムに係る規格の整備、互換性の確保、業務の見直し、官民の情報システムの連携を図るための基盤の整備（分野横断的なサービスプラットフォーム）」に取り組む方針が明示されている。また、第12条では、「官民データの円滑な流通を促進するため、データ流通における個人の関与の仕組みの構築」を図ることとしている。同法に基づき、官民データ活用推進戦略会議が設置され、政府や地方自治体は、官民データ推進基本計画の策定に取り組んでいる。

加えて、2017年5月には改正個人情報保護法が施行され、個人情報について、匿名加工情報の安全性を確保しつつ、積極的な利活用を推進する方向性が明確化された。そして、これまで日本には個人情報の取り扱いについて監督する権限を有する独立した専門組織がなかったが、改正個人情報保護法のもと、個人情報保護委員会が設立された。

さらに、2017年6月に公正取引委員会が「データと競争政策に関する検討会報告」を発表し、特定の事業者がデータを不当に収集・囲い込むことに対し、独占禁止法での対応が必要となるとの見解を示した。経済産業省では、「データ協調型社会」として、「データを囲い込むのではなく、個人がデータ管理しつつ、データを共有し利活用する社会」を目指すとしている（注15）。こうした一連の法制度の整備と併せて、パーソナルデータストア（PDS）や情報銀行など、個人が自分のデータの活用を管理・選択できる仕組みの構築が検討されている（図表7）。

（図表7）PDS（Personal Data Store）・情報銀行・データ取引市場の定義

PDS（Personal Data Store）	他社保有データの集約を含め、個人が自らの意思で自らのデータを蓄積・管理するための仕組み（システム）であって、第三者への提供に係る制御機能（移管を含む）を有するもの
情報銀行（情報利用信用銀行）	個人とのデータ活用に関する契約等に基づき、PDS等のシステムを活用して個人のデータを管理するとともに、個人の指示又は予め指定した条件に基づき個人に代わり妥当性を判断の上、データを第三者（他の事業者）に提供する事業
データ取引市場	データ保有者と当該データの活用を希望する者を仲介し、売買等による取引を可能とする仕組み（市場）

（資料）IT総合戦略本部 データ流通環境整備検討会「AI、IoT時代におけるデータ活用ワーキンググループ 中間とりまとめ」（2017）

（注5）フェイスブックの月間利用者数（<https://ja-jp.facebook.com/FacebookJapan/posts/10155040999449024>）。

（注6）リアルデータとは、「実世界の活動（個々人の生活情報や製品の稼働状況等）をネットワークに接続されたセンサーを介して直接的に収集するデータ」。一方、バーチャルデータとは「ユーザーがWeb上で入力するデータやWebから配信される音声・映像データ等」（経済産業省産業構造審議会新産業構造部会「新産業構造ビジョン～第4次産業革命をリードする日本の戦略～中間整理」2016年4月による）。

- (注7) 設定された問題を解くための計算の方法や処理の手順をいう。
- (注8) データフィケーション (Datafication) とは、単なるデータのデジタル化にとどまらず、これまで定量化されてこなかったあらゆるものをデータに変換し、集計・分析が可能な形にすること。
- (注9) モノやサービスの利用者が増えれば増えるほど、そのモノやサービスから得られる効用や価値が高まること。例えば、携帯電話で通じる相手が増えればそれだけ利便性が高まることになり、さらに利用者が増える。このことに加えて、サードパーティーにより携帯電話向けに提供されるサービスも増え、一段と価値が高まる。
- (注10) 経済産業省「第四次産業革命に向けた競争政策の在り方に関する研究会報告書～Connected Industriesの実現に向けて～」(2017年6月)による。
- (注11) 中国以外に、ロシア、インドネシア、ベトナム、インド、ナイジェリアなどで見られると指摘されている(平田正之「越境データ流通の拡大と データローカライゼーションの動き」情報通信総合研究所、2018年5月)。
- (注12) 同法37条は、重要情報インフラ運営者に対し「業務上の必要があり、これらの情報を国外に提供する際は、国家インターネット情報部門会と国土院の関連部門が制定した法律に従って審査を受けなくてはならない」と定めている(橋本広基「インターネット安全法が施行、外国企業にも中国基準を適用」JETROビジネス短信、2017年6月、<https://www.jetro.go.jp/biznews/2017/06/2ab3a0189ac86a3d.html>)。
- (注13) “EC’s Infographic” 仮訳(個人情報保護委員会ホームページ掲載、<https://www.ppc.go.jp/files/pdf/EC-Infographic.pdf>)
- (注14) 例えば、2013年にJR東日本がSuicaの利用履歴を匿名加工したうえで日立製作所に販売しようとしたところ、多くの利用者から批判や不安の声が上がり大きな問題となったため、提供は中止となった。レビューションリスクを恐れる大企業が、データの共有や活用に二の足を踏むきっかけともなった。
- (注15) 経済産業省経済産業政策局「データの利活用等に関する 制度・ルールについて」2016年3月 (http://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/shinsangyo_kozo/pdf/007_04_01.pdf) など。

3. 「データドリブン」がもたらす変化

デジタル技術の進展に伴い、取り扱うことができるデータが量的にも質的にも大きく拡大しており、これをモノづくりやサービス、医療、農業、行政など、様々な分野で活用する動きが広がっている。データの利活用についても、単に分析するにとどまらず、様々な技術やデータ相互間での掛け合わせにより、新たな価値の創造が追求されるようになっており、経済や社会に変化をもたらしている。

(1) 産業構造の転換

データは、伝統的な土地、労働力、資本とならび、重要な生産要素として位置付けられるようになっており、産業構造やビジネスの形態にも変化が生じ始めている(図表8)。

一つには、ITが様々な産業にとって汎用技術となり、あらゆるものがネットワークに接続(Connected X)されデータの利活用が進むのに伴い、ITと既存産業の融合が進展している。例えば、ドイツの

(図表8) データ活用による産業構造の変革の例

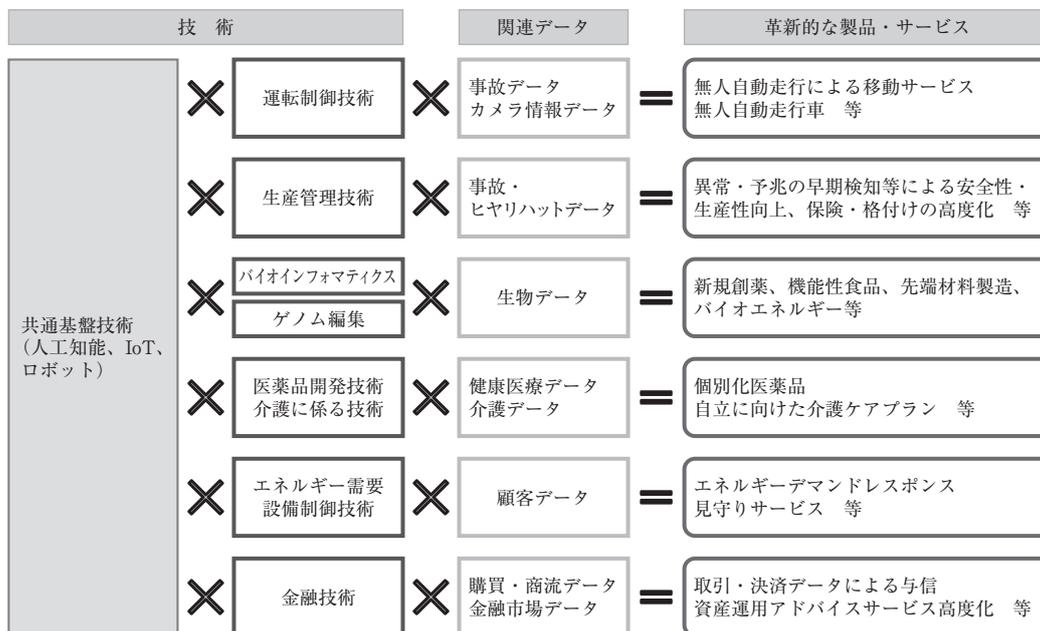
変 化	新たなビジネスモデルの具体例
大量生産・画一的サービスから、個々のニーズに合わせたカスタマイズ生産・サービスへ	個別化医療、即時オーダーメイド服、各人の理解度に合わせた教育
社会に眠っている資産と個々のニーズをコストゼロでマッチング	Uber、Airbnb等
人工知能により認識・制御機能を向上させることによる、人間の役割のサポート・代替	自動走行、ドローン施工管理・配送
製品やモノのサービス化、新たなサービスの創出	設備売り切りからセンサーデータを活用した稼働・保全・保険サービスへ
データ共有によるサプライチェーン全体での効率性の飛躍的向上	生産設備と物流・発送・決済システムの統合

(資料) 経済産業省産業構造審議会新産業構造部会「新産業構造ビジョン～第4次産業革命をリードする日本の戦略～中間整理」2016年4月

インダストリー4.0や日本のコネクテッド・インダストリーズは「第四次産業革命」とも称されるが、まさにITとモノづくり産業が融合した姿といえる。部品・原材料や製品、設備へのIoT導入、サプライチェーンの上流（原材料調達）から下流（物流・販売店）までのネットワーク化、各段階で得られるデータの分析・活用により、工場の製造工程のフル自動化や、需要動向に応じた原材料・部品の自動調達を実現する「スマート工場」、個々の顧客ニーズに応じながら大量生産を可能とする「マスカスタマイゼーション」などを目指している。

一方、既存産業の変化に加えて、ITを駆使しデータを有効に活用する新規のプレイヤーが出現し、既存産業を脅かすようになってきている。フィンテック（金融×IT）やアグリテック（農業×IT）に代表される「Xテック」の登場である。「Xテック」のビジネスは、ITやインターネットを基盤としており、これまで有効に使われていなかった多様なデータを収集・可視化・分析するなどにより、従来の製品・サービスに付加価値を付けたり、新たな製品・ビジネスモデルに結び付けている事例が多い（図表9）。一例を挙げると、保険加入者の車に取り付けたデバイスから運転の状況に関するデータを収集・分析し、個々人のリスクに応じた保険商品を開発・提供するインシュアテック、気候や土壌、生育状況、栽培ノウハウ等のデータをもとに農産物の質の向上や安定した生産を実現するアグリテックなどがある。

（図表9）技術・データの掛け合わせによる新たな財・サービス



（資料）経済産業省産業構造審議会新産業構造部会「新産業構造ビジョン～一人ひとりの、世界の課題を解決する日本の未来」2017年5月

データがもたらすもう一つの影響には、ビジネスの形態の変化を促していることが挙げられる。例えば、従来の製造業は製品を生産・販売してビジネスが完了していたのが、最近の製造業は販売した後の使用の段階において様々なソリューション・サービスを提供し、顧客と継続的な関係を構築している。いわゆる「製造業のサービス化」であり、リカーリングモデル（注16）と呼ばれるビジネスモデルであ

る。GEは、自社が製造した航空機のエンジンデータを収集・分析して、部品のメンテナンスの必要性を予測するとともに、航空会社に対し航路予測や燃費改善などを提案するソリューションビジネスを展開している。コマツの「KOMTRAX」は、自社の建設機械の位置や稼働状況等の情報を把握するために、建機に装備したGPSやセンサーからの情報をもとに、建機の保守管理サービス等を提供しているが、そればかりでなく、稼働データの収集・分析により景気動向も把握可能となっている。モノの販売だけでは収益を確保することが難しくなっている環境下、販売したモノから得られるデータが、付加価値を生む重要な源泉となっている。

モノからサービスへの重点の移行という観点では、モノの所有から共有への移行を促すシェアリングエコノミーの台頭も指摘できる。例えば、カーシェアリングやライドシェアリングは、移動する手段を「車の製造・販売」によって提供するのではなく、移動する手段（車）を持っている人と移動する手段を必要とする人のマッチングにより「サービスとしての移動（MaaS：Mobility as a Service）」を提供するビジネスモデルである。車以外にも自転車や駐車場、家・部屋、自分のスキルなど、様々なモノや能力がシェアリングの対象となっている。これらのビジネスは、ITやインターネットを基盤として需要者と供給者を繋ぐモデルであるが、大量かつ多様なデータ（需要、供給、資源、稼働状況、場所、時間など）をリアルタイムで捕捉・分析することで、マッチングの精度を高め、ニーズに合った最適な組み合わせを実現している。

このように、ビジネスにおけるデータ利活用の重要性が高まるにつれて、従来の業種間の垣根が低下もしくは曖昧になってきており、異業種から既存産業への参入が活発化している。具体的には、金融業界へのIT企業やフィンテック・スタートアップの参入であったり、自動車業界への電気自動車や自動運転、カーシェアリング・ライドシェアリングなど新規事業者の参入などである。競争相手や連携相手も、同業の事業者ばかりでなく、データと技術、アイデアを駆使するプラットフォーマーやスタートアップを視野に入れる必要が出てきており、業界地図は複雑さを増している。

(2) 社会の変化

データは、産業やビジネスばかりでなく、社会にも変化をもたらしている。インターネットやSNSを通じて、データが広く収集・共有・利活用されるようになったことで、情報や知識の流れがこれまでと大きく変化している。従来は、情報の送り手と受け手が明確に区分され、情報の流れはテレビ・新聞などのマスメディアから視聴者・読者へ、企業から消費者へ、政府から国民へという発信者から受信者への単一方向であった。それが、インターネットやSNSでは、ネットワークを介して企業や個人などあらゆるものが結びつき、誰もが発信者になり、受信者となるため、情報の流れは双方向、さらには多対多となっている。そして、これまで発信側の政府や企業が掌握していた情報やデータが、ネットワークを通じて広く拡散するようになっており、「情報の民主化」、「データの民主化」と呼ばれる事象が起きている。

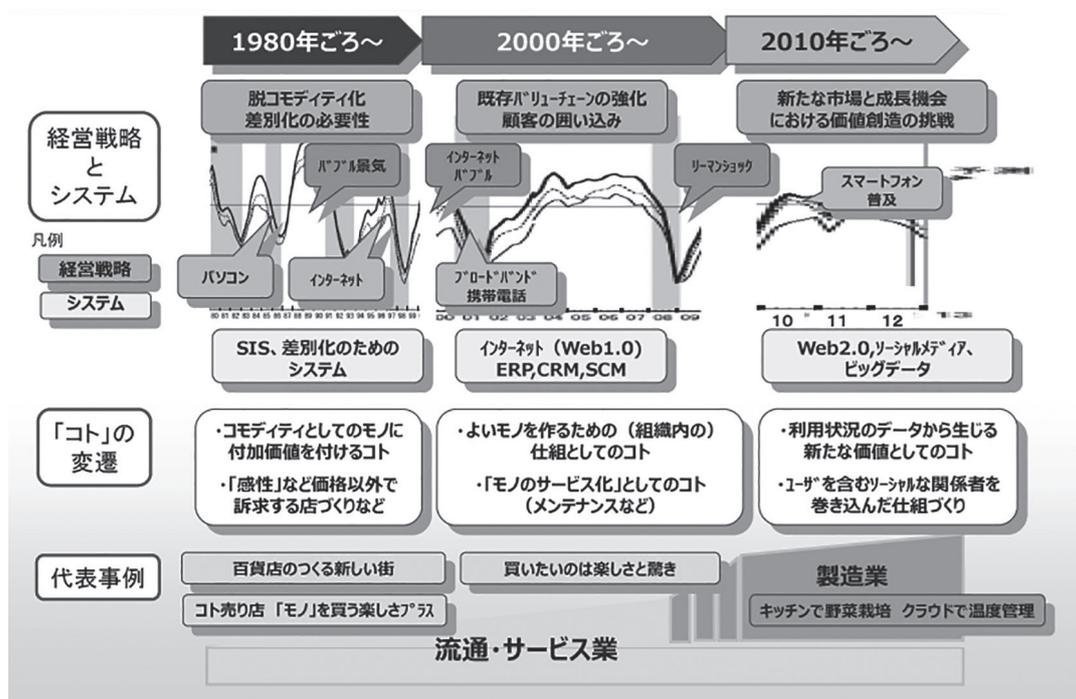
このことは、人々の価値観や行動の変化にも結び付いている。消費者自身が情報やデータを収集、共有、活用することが、従来よりも容易になったことで、企業から一方的に供給される製品やサービスには満足せず、独自の評価や口コミ情報を多くの人々の間で共有・交換したり、改善・改良を働きかけた

り、自らその開発・生産工程に関与する動きが出てきている。その代表的なものの一つが、プロシューマー（注17）と呼ばれる層である。

トフラー [1980] によれば、プロシューマーとは「これまで受身だった消費者が、積極的な生産＝消費者になる」ことを指す。トフラーの著書では、生産者と消費者を分けていた境界線がはっきりしなくなってきた事例が示されているが、インターネットやSNSの普及がそれに拍車をかけている。消費者の口コミや評価は瞬間にネットに流れ、企業の行動や業績にも影響を与えるようになってきている。さらには、消費者自身がデータとテクノロジーを活用して、生産工程のみならず、イノベーションや価値創造のプロセスにまで関与するなど、プロシューマー化が一段と深化・拡大しており、消費者やユーザーが主導する経済社会が到来しつつある。

こうした動きは、「モノからコトへ」、「所有から共有へ」の価値観の移行も促している（図表10）。前者は、モノそのものの所有に価値を見出すのではなく、得られる体験やストーリー、サービス（コト）をより重視するという価値観である。後者は、モノを所有しなくても必要なときに使用できれば安価で合理的であるという考え方である。前述の製造業のサービス化や、シェアリングエコノミー・Xテック・XaaS（あらゆる物事のサービス化）の台頭は、技術革新によりデータの収集・活用のハードルが下がったことで可能になったということもあるが、同時に人々が情報やデータを得ることにより変化した価値観や行動と表裏の関係にあるともいえよう。

（図表10）「コト」に関する時代的変遷



（資料）総務省「平成25年版情報通信白書」（原典：総務省「『コトづくり』の動向とICT連携に関する実態調査」2013年）
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h25/html/nc111310.html>

(注16) リカーリング (Recurring) とは、製品の売り切りで稼ぐのではなく、販売後のサービスやメンテナンスを通じて継続的に収益を得るビジネスモデル。事例として、プリンターが紙やインクなどの消耗品、ゲーム機がソフトウェアやコンテンツで、繰り返し収益を上げる仕組みなどが挙げられる。

(注17) アルビン・トフラーが著書「第三の波」(日本放送出版協会、1980年)で提唱した概念で、Consumer (消費者) と Producer (生産者) を組み合わせた造語。

4. データドリブン社会に向けた先事例

このようにデータが価値を生み、社会を変革すると目されている時代にあつて、各国政府は戦略の柱に「データドリブン社会の構築」を据えている。官民が保有するデータを積極的に活用することにより、経済成長を実現するとともに、各国が直面する社会的課題の解決に繋げようというものである。先に紹介したわが国の Society 5.0 もその一つである。

もっとも、データドリブン社会の構築に向けては、データの収集・活用を可能とする基盤インフラの整備や、安全・安心にデータが取り扱われるための制度と技術の確立、そして実際にデータを供給する主体ともなる人々からの信頼の確保が不可欠である。そこで、各国ではこれらについてどのように対応しているのか、そのプロセスを知るために、データ活用と社会実装で先行するエストニアとシンガポールの取り組みを概観する。

(1) エストニア：eエストニア

A. データドリブン社会に向けた取り組み～eエストニアの概要

エストニアが、電子政府を中心にデジタル技術とデータを活用した社会の構築を目指す取り組みを開始したのは、1991年にソ連から独立して間もなくのことである。その背景として、第1にエストニアは九州より大きい国土面積に比し、人口が130万人(青森県と同規模)と人口密度が低く、国全体に低コストで効率的に公共サービスを提供する必要に迫られていたことがある。

第2に、エストニアは天然資源が乏しいものの、旧ソ連時代に人工知能の研究等を行っていたサイバネティクス研究所が所在しており、IT人材が豊富であったことがある。この時期には、隣国のフィンランドにおいてノキアなど通信・IT産業が急成長を遂げていたため、IT立国を目指そうという機運が盛り上がっていた。

こうした経緯から、デジタル国家を目指し、まずは公共サービスのデジタル化が進められることになったものの、独立したばかりで財政や人材に制約があり、システム構築に多額の費用を投じることが困難であった。そこで、上記のIT人材やスタートアップ企業を積極的に登用して、独自の認証基盤(e-ID)やデータ交換プラットフォーム(X-Road)の開発を行うなど、官民共同での電子政府の基盤構築が進められた。独立直後で、レガシーシステムやITインフラ、既存の制度などが何もないゼロの状態であったこと、インターネットの黎明期と重なっていたことなどは、電子政府や新しい技術の導入にとって好都合であったと指摘されている。

電子政府を含む一連のデジタルプロジェクトは「eエストニア」と名付けられ、段階的にインフラ整備や提供サービスの拡大が行われている(図表11)。現在では、eエストニアにより公共サービスの99%(注18)がオンラインで利用でき、国のGDPの2%に相当するコストが節約されている。

(図表11) eエストニアのタイムライン

年	取り組み内容
1991	ソ連から独立
1992	国民データベースの構築に着手 個人識別コード (PIC: Personal Identification Code) 導入
1994	政府のポータルサイト開設
1998	エストニア情報政策の原則を議会が採択
2000	e-タックス (電子納税申告) の導入
2001	Population Register (住民登録台帳): エストニアに住む個人の基本情報のデータベース構築 X-Road (共通のシステム間連携基盤) の導入 e-Cabinet (閣議の電子化)
2002	e-IDカードの発行開始、電子署名の導入 e-スクール (電子学校管理) の開始
2003	電子政府のポータルサイト開始 e-IDカードを利用したバスケットの導入 e-Land registry (電子土地登記簿) の開始
2005	i-voting (インターネット投票) の導入
2006	情報社会戦略2013策定
2007	モバイルID導入 e-ポリス (電子警察) 開始 KIS (Keyless Signature Infrastructure) 導入
2008	e-ヘルス (電子医療システム) 開始
2010	e-Prescription (電子処方箋) の開始
2013	情報社会戦略2020策定 X-Roadヨーロッパ (X-Roadの国際展開) 開始
2014	e-Residency (国外からの電子住民登録) の開始 Data Embassy (国家機密データ等の安全なバックアップを他国に設置)
2015	e-レシート (電子領収書) 開始
2016	Data Embassyステージ2
2017	オンライン銀行口座開設の実現
2018	Reporting 3.0 (企業が従業員や給与情報のデータを国に自動的に提出できる仕組み)

(資料) エストニア政府eエストニア資料より日本総合研究所作成

また、国内のデジタル化ばかりでなく、eエストニアの電子政府システムのグローバル展開やクロスボーダーのデータ交換も視野に入れられている。2013年には、フィンランドとの間でX-Roadの共同開発をはじめとするIT分野の技術協力に関する覚書 (MoU) が取り交わされた。

B. インフラと制度の整備

a. データ交換プラットフォーム (X-Road)

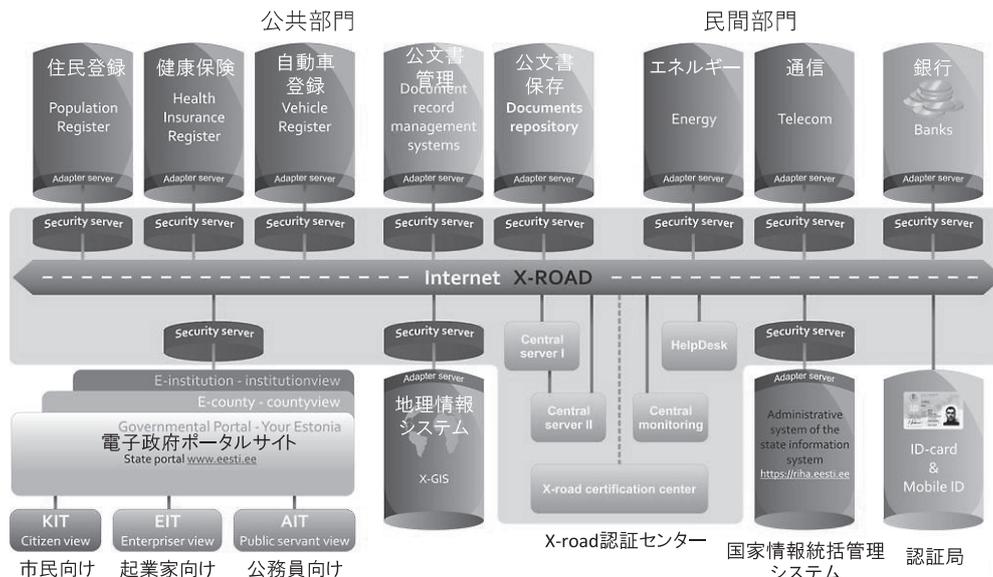
eエストニアを支える技術的な基盤は、データ交換プラットフォームの「X-Road」と、電子認証システムの「e-Identity (e-ID)」を二本柱としている。

X-Roadは、分散されたデータベースを連携させ、データの参照を可能とするプラットフォームである。1997年設立のサイバネティカにより開発された。同社は、先に紹介したサイバネティクス研究所を前身とする。政府の各省庁や公的機関には、それぞれが独自に構築したシステムやデータベースが存在し、新たにこれらを統合したシステムを開発するには多額の資金と時間、手間が必要になる。そこで、異なる機関の既存のシステムやデータベースを安全かつスムーズにネットワーク化し、データの相互参照を可能とするシステム間連携基盤として開発された。

2001年のX-Roadの導入により、各省庁・公的機関が保有するデータを安全に共有することが可能となり、従来の紙ベースの行政手続きが電子化され、コストや時間の大幅な削減に繋がった。また、デー

データベースは集中化されておらず分散されたままなので、どれか一つがサイバー攻撃にあたりダウンすることがあっても、全体のシステムに大きな影響は与えないとされる。2017年1月現在、1,000近い公共機関や企業がX-Roadに接続し、1,500以上のサービスが提供されている（図表12）。

（図表12）X-Roadの概念図



（資料）エストニア政府eエストニア資料、X-Roadホームページ

なお、X-Road上のデータの安全性を確保するために、「KSI（Keyless Signature Infrastructure、キーレス署名基盤）ブロックチェーン」と呼ばれる技術が導入されている。KSIブロックチェーンは、暗号的ハッシュ機能を使ってデータの改ざんをリアルタイムに検知し、データの真正性（完全性）を証明する技術である。2007年に発生した大規模なサイバー攻撃を機に、セキュリティ強化を目的として開発された。このKSIについては、2006年設立のGuardtimeが開発にかかわっている。

b. 電子認証基盤（e-ID）

eエストニアのもう一つの柱が、電子認証基盤のe-Identity（e-ID）である（図表13）。エストニアでは、生まれるとすぐに個人のID番号（PIC：Personal Identification Code）が付与される。そして、15歳になるとICチップ搭載のe-IDカードが発行され、所有が義務付けられている。e-IDカードは、氏名や性別、生年月日、出身地等のほかPICを含み、身分証明書であると同時に、公共・民間部門のサービス・データベースにアクセスするための鍵となる（注19）。

e-IDは1997年に検討が開始され、関連法案（身分証明書法、電子署名法）が成立したのち、2000年にe-IDカードの実行計画が政府に承認され、2002年に最初のe-IDカードが発行された。e-IDの発行・管理ならびに認証センターの運営は、2001年に銀行と通信会社により設立されたSK IDソリューションズが請け負っている。

(図表13) e-IDの概要

概要	2000年電子署名法に基づき2001年設立のSKが開発、運用 エストニア居住者 (=Estonian Resident、≠Estonian Citizen) が利用可能
普及状況	保有率98% (導入から15年経過の実績) うちモバイルID (SIM) 7% うちスマートID (アプリ) 15%
特徴	<ul style="list-style-type: none">• 電子的にできない手続は3つ：結婚、離婚、不動産取引 (+外国人はインターネット投票ができない)• IDナンバーは秘密ではない• 小さくスタート、20年かけて徐々に普及：年に1～2度しか使わない行政サービスだけでなく、日常的に使う銀行取引、病院での診察などでも利用



(資料) エストニア政府eエストニア資料、eIDホームページより日本総合研究所作成

e-IDカードは、発行当初は普及が伸び悩んだ。e-IDカードで利用できる電子サービスが少なく、国民にとって保有するインセンティブがほとんどなかったためである（注20）。2009年に、銀行と通信会社の協力のもと「コンピュータセキュリティ2009」プログラムが進められ、e-IDがインターネットバンキングの認証に使われるようになったことや、安価なカードリーダーの開発により無料で配布されたこと、2007年に携帯電話を使いカードリーダーが不要なモバイルIDが導入されたことなどにより、次第にe-IDの認知と利用が進むことになった（注21）。

オンラインで提供される公共サービスは、このe-IDカードやモバイルIDを使って電子政府のポータルサイト（市民ポータル）にアクセスし利用できる。さらに、カード自体を運転免許証、健康保険証、公共交通機関の乗車券、パスポート（EU域内）として使うことができる。カードの形態以外に、携帯電話・スマートフォンのSIMカードに格納されたモバイルIDや、スマートフォンにアプリをダウンロードして利用できるスマートIDがある。

エストニア政府によれば、e-IDカードの発行枚数は130万枚を超え、居住者の98%がIDカードを保有しており、67%が日常的に使用している（注22）。e-IDカードの技術的な陳腐化を避けるために、5年ごとにカードを更新する必要がある。モバイルIDは17.5万ユーザー、スマートIDは21.5万ユーザーに達した（2018年6月現在）。

なお、個人はPIC（個人のID番号）が個人情報関連のデータベース（住民登録台帳、Population Register）等に紐付けられているが、法人の場合にも同様に法人ID番号が法人情報関連のデータベース（商業登記簿、Commercial Register）等に紐付けられ、X-Roadを通じてデータ連携する。これにより、各種サービスを一つの画面（個人は市民ポータル、企業は企業ポータル）からスムーズに利用できるほか、後述の通り、公共機関に一度提供した情報を再度求められることはない（Once-only）。

c. 制度の整備

インフラ整備と同時に、様々な公共サービスの電子化と利用が円滑に進められるように、制度面の整備も進められてきた（図表14）。1999年に、個人の身分証明書としてのe-IDカードの発行と使用について定めた身分証明書法（Identity Document Act）、2000年に、電子署名を手書きの署名と同等の効力を持たせる法的根拠として電子署名法（Digital Signature Act）が、それぞれ制定された。国民ID番号（PIC）ならびに国・地方自治体による主要な個人データ（注23）の収集・登録については、2000年の住民登録法（Population Registry Act）により規定された。2001年には公共情報法（Public Information Act）が制定され、すべての公共機関に対し、保有する公共データのウェブサイトへの掲載を義務付けるとともに、市民や企業、行政等が公共データにアクセスできる権利が定められた。

（図表14）エストニアの制度整備

年	内 容
1996	個人データ保護法（Personal Data Protection Act、2003年、2008年改正）
1997	データベース法（Database Act、2008年公共情報法に統合）
1998	エストニア情報政策の原則（～2003、2004～2006） （エストニア情報政策のアクションプランを毎年策定） 公文書法（Archives Act）
1999	身分証明書法（Identity Documents Act） データ保護監督局（Data Protection Inspectorate）設置
2000	電子署名法（Digital Signature Act、2014年改正） 住民登録法（Population Registry Act）
2001	公共情報法（Public Information Act、2009年、2015年改正）
2004	情報社会サービス法（Information Society Services Act、2015年改正）
2014	経済活動コード法の一般部分でデータの再利用について規定（GDPRへの対応）
2016	電子取引のための電子本人確認と信託業務に関する法（Electronic Identification and Trust Services for Electronic Transactions Act、EUの規制に対応し、電子署名法を引き継ぐ）
2017	サービスの運営と情報の管理に関する原則

（資料）エストニア政府ホームページ、eエストニア資料を基に日本総合研究所作成

2003年のデータベース法（Database Act、2008年に公共情報法に統合）で、市民は政府に同じ情報を2回提供する必要がない（省庁間連携によりデータを相互参照）という「Once-only（1回限り）」の原則が明確化された。また、個人データ保護法（Personal Data Protection Act、1996年制定、2003年、2008年改正）に基づき、個人は公共機関が保有する自分に関するデータを見る権利が保障された。エストニアでは、誰が、いつ、何の目的で、自分のデータにアクセスしたかを確認できる。疑問に思ったときには問い合わせをすることができ、その回答に納得がいかなかった場合には、データ保護監督局（Data Protection Inspectorate）に苦情を申し立て、調査を求めることが可能な仕組みとなっている。

こうした法整備以外にも、政府によりeガバナンスの原則（図表15）や、「すべきこと・すべきでないこと」（図表16）が策定・公表されており、データの収集・利用に関する透明性や国民からの信頼の確保が強く意識されている。ユーロバロメーター（EUの世論調査）による自国の行政機関に対する信頼度で、エストニアは調査対象33カ国中第7位と、他のEU諸国等よりも高い結果であった。

(図表15) エストニアのeガバナンス原則

項目	内容
Decentralization (分散化)	中央データベースはなく、政府の省庁であれ企業であれ、すべてのステークホルダーは独自のシステムを選択可能
Interconnectivity (相互接続性)	すべてのシステムの要素はデータを安全に交換し、スムーズに連携
Integrity (完全性)	すべてのデータ交換、M2M通信、保存データ、ログファイルは、KSIブロックチェーン技術により、干渉されず、完全に説明可能
Open platform (オープンなプラットフォーム)	どの機関もインフラを利用でき、オープンソースとして機能
No legacy (レガシーなし)	継続的な法改正と、技術や法律の有機的な改善
Once-only (一回だけ)	データは一つの機関により1回だけ収集され、データの重複やお役所仕事を排除
Transparency (透明性)	市民は、自分の個人情報を見て、ログファイルを通じて政府によってどのように使われているかを確認する権利を保有

(資料) e-Estonia guide (<https://investinestonia.com/wp-content/uploads/estonia-guide-veeb.pdf>)

(図表16) eエストニアの推奨事項

項目	説明
Do (すべきこと)	使用プラットフォームに関係なく、既存のコンポーネントのリンクや新しいものの追加が可能で、非集中の分散システムを構築
Don't (すべきでないこと)	すべての人に、ニーズに合わなかったり利益より負担になるとされる中央集権のデータベースやシステムの使用を強制
Do (すべきこと)	民間部門により開発された最適なシステムを購入することで、スマートな買い手になる
Don't (すべきでないこと)	柔軟性のないシステムをもたらす大規模で遅い開発プロジェクトに何百万人も浪費すること
Do (すべきこと)	すでに稼働し、より速い実装を可能にするシステムを見つけ出すこと
Don't (すべきでないこと)	開発に時間がかかり機能しないであろう絵に描いた餅のようなソリューションへの依存

(資料) European Commission "Factsheet: Access to Base Registries in Estonia" 2017

C. データ活用の代表的な事例

a. 電子政府

X-Roadを基盤とする政府省庁、公共機関、民間企業間のデータ連携、e-IDによる電子署名や電子認証の実現により、エストニアでは99%の公共サービスがオンライン化されている。国民は、一つのポータルサイトで各種申請手続きができ、1日24時間/週7日利用可能である(図表17)。

そのなかでも代表的なサービスが納税申告と企業設立登記である。納税申告の95%(2016年)がオンラインで行われ、所要時間はわずか3分である(図表18)。税金の還付を1カ月から5日に短縮し、ロシア語版も増やすことで利用者が増加した。利用者の利便性ばかりでなく、行政にとってもコスト削減(印刷代が2000年の102,000ユーロから2009年に11,089ユーロ)や労働時間4万時間の短縮に繋がった(注24)。また、企業の設立についても手続きをすべてオンライン化したことで、所要時間が5日から最短で18分と大幅に短縮された。企業設立の98%が、インターネットを通じて行われている。

エストニアは、2005年に世界で初めてインターネット投票を導入している。最近の選挙では投票者の30%がインターネット投票を利用している(図表19)。エストニアの有権者は海外からでも投票が可能であり、世界の100カ国以上からインターネットを通じて投票が行われている。インターネット投票は期間中(選挙日の10日前から4日前までの7日間)何度でもやり直しができ、また選挙日における投票

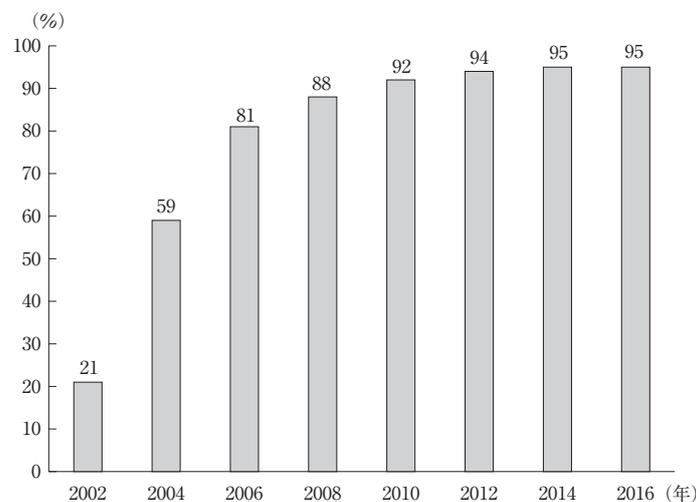
所での投票によりインターネット投票の変更も可能なので、投票の強制や買収といった不正行為の防止にも役立っている。最近の選挙では、インターネット投票により累計11,000時間の労働時間が節約された。

(図表17) eエストニアの主な提供サービス

サービス名	開始年	概要
e-Cabinet 電子内閣	2000	閣僚は閣議資料がアップされたシステムにアクセスして事前に内容を検討し、賛成・反対の立場や意見表明の有無などを明確化、意思決定プロセスを合理化。会議時間は4～5時間から30～90分に短縮、文書の印刷・配布の必要性をなくす
e-Tax 電子納税申告	2000	各種納税申告がオンラインで完了できるシステム。申告の所要時間は3分（最低5クリック）で、還付金振込みが1カ月から5日に短縮。国民の95%が利用
m-Parking モバイル駐車場管理	2000	携帯電話で駐車場の検索、SMSを通じた利用の開始と終了、料金の支払いができるシステム。同システムを利用した駐車料金の支払いは90%
e-Land register 電子土地登記簿	2003	不動産の所有権や住所、区画、使用の制限、抵当権等に関するデータベースで、100万件以上の不動産が登録。地理情報システム（GIS）と連携。土地取引の処理時間が最長3カ月から8日に短縮
e-School 電子学校管理	2003	生徒の宿題、成績、出欠、連絡事項等を学校・教師、生徒、保護者が共有、コミュニケーションできる民間のサービス（有料）。85%の学校が導入。欠席者が5年間で30%減少、中退が10年間で80%減少、教師の管理作業が50%（1日平均45分）削減
i-Voting インターネット投票	2005（地方） 2007（国政）	IDカードで世界中からインターネットを通じて投票可能なシステム。30%がインターネット投票を利用
e-Police 電子警察	2007	パトカーにモバイル端末を設置。交通違反や事故などの際に、警察その他のデータベースにアクセスし、運転者の身元や免許証、自動車登録、保険、違反歴等のデータを迅速に照会可能
e-Business 電子法人登記	2007	企業設立やデータの変更、年次報告書の提出等がオンラインで可能なシステム。設立の所要時間は5日から数時間（最短18分）に短縮。企業の98%がオンラインで設立
e-Health 電子医療システム	2008	電子健康記録（EHR）システムにより、患者の情報、医療記録、病歴、過去の診断結果等のデータを統合・保管。医療機関のオンライン予約も可能。2010年開始の電子処方箋で、患者はIDがあれば薬局で必要な薬を入手できる（利用率99%）
e-Residency 電子居住	2014	外国人非居住者でも電子居住者として登録でき、e-IDカードの取得、会社設立、電子納税、銀行口座開設等が可能

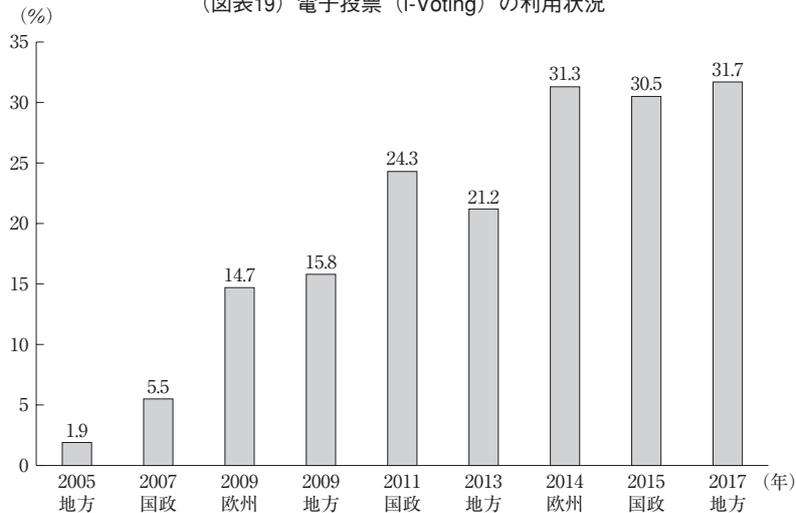
(資料) エストニア政府ホームページ、eエストニア資料を基に日本総合研究所作成

(図表18) 電子納税申告e-Taxの利用状況（所得税）



(資料) エストニア政府“Estonian ICT Cluster” 2017年3月

(図表19) 電子投票 (i-Voting) の利用状況



(資料) Statistics about Internet Voting in Estonia

m-Parkingは、公営・私営の駐車場の検索、支払いが携帯電話で完結できるサービスである。2000年に開始し、他のEU諸国にも普及している。駐車場に車を止めて、携帯電話のSMSで駐車場の利用開始・終了のコード送信するか、スマートフォンのアプリで車のナンバーを登録しておき、GPSで示された駐車場の場所・料金を確認・クリックすることで、簡単に駐車場を利用できる。利用料金は、携帯電話の通信料金とともに請求される。駐車料金の支払いの90%が、m-Parkingを通じて行われている。ユーザーにとっての利便性ばかりでなく、行政にとっては駐車メーターの設置やメンテナンスにかかるコストの削減に繋がっている。

e-IDカードは、本人確認以外にも健康保険証、運転免許証、パスポート (EU域内)、バスチケットとして利用でき、インターネットバンキングへのアクセスなどで使用できる。利用できるサービスの拡大により、e-IDカードの普及ばかりでなく、年間使用件数も大きく増加している。

なお、結婚、離婚、不動産取引は公証人の存在を確認する必要があるため、オンラインで手続きできない。

b. eヘルス

eヘルスのプロジェクトは、①医療における情報管理プロセスの合理化、②医療提供者に対するタイムリーで正確な情報の提供、③高品質で患者中心の医療の提供、を主要な目標とする。2003年からの準備期間を経て、2005年に患者中心のヘルスケアシステム構築を目的とするeヘルス財団 (現HWISC) が設立され、2008年に国民健康情報システム (National Health Information System) が稼動を開始した (図表20)。2004年にエストニアが欧州連合に加盟し、欧州連合のイノベーションに対する補助金 (EU構造基金) を得ることができるようになったことも、eヘルスのプロジェクト推進の大きな助けとなった。eヘルスのもと、EHR (電子健康記録) や医療画像データのデジタル化、医療機関のオンライン予約、電子処方箋 (e-Prescription) など、医療分野のIT化プロジェクトが順次進められることとなった。これらはいずれも、eエストニアの基盤であるX-Roadとe-IDを使って構築される。また、病院での診察

(図表20) エストニアのe-Healthの概要

項目	内容
経緯	2000年 医療データに関する計画の開始 2004年 EU加盟によりEUの基金が利用可能に 2005年 e-Health財団設立 2006年～2008年 e-Healthプロジェクト 2008年8月に制度面整備、EHR開始 2017年1月Health and Welfare Information System Center (HWISC) 設立、運用・管理を担当
実現の背景	インフラ面：ブロードバンドとコンピュータの普及 利用面：インターネットバンキングやe-Taxの普及 セキュリティ面：e-IDやX-roadの整備 制度面：関連法制の施行
特徴	ほぼすべての住民の健康状態を登録（医療機関に義務付け） オプトアウト、データ・ポータビリティが原則（患者が自分の情報をコントロール）
キーコンテンツ	電子処方箋（2010）、社会保険基金のデータ（2016）
投資額	約44億円（2005年～2013年の合計、3,300万ユーロ） 原資：Social Insurance Tax（所得の13%）とEUの基金（1/3）
成果	<ul style="list-style-type: none"> 電子処方箋の99%がオンラインで実行され、9割以上の診断書が電子化 患者ポータル（Patient Portal）により、診療、診断、検査結果や保険請求などの情報の参照、診察予約ができ、待ち時間が減少 医療機関は、医者用ポータルで病歴、検査画像などが閲覧可能、かかりつけ医によるプライマリ・ケアが強化され、他の医療機関への紹介も電子化 医療コストの削減（エストニアの医療費はGDPの6.3%に。＜他のEU諸国は10%程度）

（資料）HWISCへのインタビューならびにHWISC資料を基に日本総合研究所作成

や健診の記録の電子化と保存を行うEHR実現のために、健康情報法（Health Information Act）、医療サービス機関法が制定され、家庭医・病院は、すべての患者の健康データをデジタルデータ化し、国民健康情報システムに送信することが義務付けられた。

eヘルスにより、アクセスを認められた医療関係者間で患者に関する必要な情報の共有が可能となり、転院時ばかりでなく緊急時にも、すぐに患者情報や診療記録等にアクセスして確認でき、的確な処置が可能となった。また、遠隔地の患者は画像アーカイブに保存されているレントゲン画像を専門医と共有し、診断を受けることができる。医師が、独居老人宅への訪問介護の実施や予定を調べることもできる。市民は、患者ポータル（Patient Portal）から自分の健康に関する情報にアクセスできるようになり、よりよい健康状態を目指して、日々の生活の改善等に取り組むきっかけとなっている。

2010年には、薬の処方箋を電子的に発行する電子処方箋（e-Prescription）が導入された。すべての医師と薬局はこのシステムに接続しており、医師は電子化された処方箋をシステムに登録する。薬局はデータベースにアクセスして医師が処方した内容を確認でき、患者はe-IDカードを見れば、どこの薬局でも薬を受け取ることができる。電子処方箋では、薬を継続する場合には医師の診察を受けなくても処方が可能であり、通院回数や医療費の削減、手書きによる誤り、医師の不正な薬の横流しの防止などに寄与している。また、処方の履歴を確認することにより、不適切な飲み合わせを防止できる。現在、99%の患者が電子処方箋を利用している。

eヘルスは公共サービスとも連携しており、運転免許証更新時には、必要な健康データが道路交通局に送られ、運転者、職員双方の手間が省かれている。健康に関する統計のリアルタイム収集と分析も可能である。

患者は、e-IDカードを使ってe患者ポータルにログインし、自分の受診や健康診断の記録にアクセスすることができる。家族（子供や介護している両親など）の記録へのアクセス権もある。誰が自分のフ

ファイルにアクセスしたかを確認でき、場合によっては開示をしないことも選択できる（オプトアウト）。

なお、eヘルスはセンシティブ情報を扱うため、銀行のID認証サービスを通じた利用をサポートしておらず、現段階ではe-ID（カード、モバイル）でしか利用できない。また、データの更なる安全性確保のためにKSIブロックチェーンの導入が検討されている。

eヘルスは、2000年に設立されたノータル（Nortal）が中心となって開発した。

(2) シンガポール：スマートネイション

A. データドリブン社会に向けた取り組み～スマートネイションの概要

シンガポールでは、リー・シェンロン首相が2014年8月に施策方針演説で「スマートネイション・ビジョン」を発表したことを受け、国全体のスマートシティ化（＝スマート国家）を目指している（図表21）。スマートネイションは、「ネットワーク、データ、情報技術の力を活用して、生活の改善、経済的な機会の創出、密接なコミュニティの構築を促進する（注25）」という構想である。具体的には、全国の道路にセンサーやカメラを設置してネットワークを構築し、そこから収集されたリアルタイムデータを交通やエネルギー、ヘルスケア等のサービス改善や高度化に活用し、社会課題の解決や経済成長に結び付ける狙いである。

（図表 21）シンガポール：スマートネイション・イニシアティブの経緯

年 月	概 要
2014年8月	リー・シェンロン首相が「スマートネイション構想」を発表
2014年11月	スマートネイション・イニシアティブの取り組み開始 担当大臣指名（ヴィヴィアン・バラクリシュナン博士） 首相府にスマートネイション・プログラムオフィス設置
2015年8月	情報通信省（MCI）が「インフォコム・メディア2025」発表
2016年10月	サイバーセキュリティ戦略を開始 情報通信省に、スマートネイション支援を目的として、公的セクターのデジタル化を推進するGovTechと、民間セクターの取り組みや人材育成を支援するIMDAが発足
2017年5月	首相府にスマートネイション・デジタル政府オフィス（SNDGO）を設置・再編 GovTechが首相府傘下となり、SNDGOとスマートネイション・デジタル政府グループを組織
2017年8月	SNDGOが5分野の戦略的国家プロジェクト（SNPs）を発表
2018年6月	MCIがデジタルレディネス・ブループリントを発表

（資料）Smart Nationホームページ・マイルストーンを参考に日本総合研究所作成

スマートネイションは、そもそも1980年代後半の公共サービスのオンライン化の取り組みから続く、デジタル化政策の流れのなかに位置付けられる。もっとも、初期の電子政府の取り組みは、公共サービス提供の効率化に重点が置かれていた。一方、スマートネイションはより広範な分野（都市全体）のデジタル化、ならびに、市民の視点や民間との協働を重視したものとなっている。2014年11月には推進組織として、首相府直下に「スマートネイション・プログラム・オフィス（SNPO）」（その後スマートネイション・デジタル政府オフィス（SNDGO）に改組）が設置され、政府全体として取り組む体制が整えられた。

このスマートネイション・プログラムの具体的な取り組みを推進するために、2015年8月に、情報通信大臣の諮問委員会がICT政策の10カ年計画である「情報通信2025年計画（Infocomm Media 2025 Plan）」を発表した。同計画は、①データ、先進的な通信・コンピュータ技術の利活用、②リスクテイ

クや継続的な実験を奨励する情報通信エコシステムの育成、③情報通信技術を通じた人々の結び付きの強化、を戦略的な目的としている。これに伴い、情報通信省（MCI）傘下の情報通信開発庁（IDA）とメディア開発庁（MDA）は、情報通信メディア開発庁（IMDA）と政府技術庁（GovTech）の二つの新しい組織に再編された。そして、IMDAが民間セクターとともにInfocomm Media 2025 Planの実行を推進する主体、GovTechは公共サービスのデジタル化などデジタル政府の推進主体とされた。

もともと、スマートネイション構想は当初の期待通りに進捗していない状況であった（注26）。その背景として、複数の公的機関がそれぞれプロジェクトを主導することから生じる重複・非効率、政府主導の反動として民間セクターの参加が不十分であること、などが指摘された（注27）。そこで、2017年5月に推進体制強化のための組織再編が行われ、SNPOと財務省のデジタルガバナンス局、MCIの政府技術政策局が、首相府のスマートネイション・デジタル政府オフィス（SNDGO）に統合された。さらに、MCI傘下であったGovTechがSNDGOとともにスマートネイション・デジタル政府グループ（SNDGG）の傘下に置かれるなど（注28）、政策を迅速かつ統合的に進めるための組織再編が行われた。SNDGOがスマートネイションの主要プロジェクトの策定や民間セクターとの協働を推進し、GovTechがSNDGOの政策の実施機関とされている。

SNDGOが2017年～2022年に優先的に取り組むとする戦略的国家プロジェクト（図表22）には、①国

(図表22) シンガポール：スマートネイション・イニシアティブの概要

分野		主な内容
目的		<ul style="list-style-type: none"> すべての人のためのより良い暮らし、より強靱なコミュニティを支援、より良い機会を創出 問題解決や課題への取り組みに技術を活用（=技術ではなく、市民が中心）
概要		<ul style="list-style-type: none"> 街中にセンサーを設置、データを収集・蓄積・分析し、先端技術の実験場とする データやリビングラボを開放することにより、企業誘致や研究人材獲得を目指す スタートアップ向け支援策を通じ、エコシステムを構築 データを活用して以下のプロジェクトを実施
重点プロジェクト	NDI (National Digital Identity)	デジタル認証基盤、現在のカードベースのシステムから、より利便性・安全性の高いデジタル認証への転換と民間への利用拡大を図る。以下の既存システムを利用。 <ul style="list-style-type: none"> SingPass：政府の共通認証基盤 MyInfo：個人情報共通基盤（個人情報の収納庫）
	E-Payments（電子決済）	キャッシュレス社会に向けた電子決済の開発と普及 <ul style="list-style-type: none"> PayNow：携帯電話番号やNRIC（国民ID）番号で支払い可能なP2P（個人間）送金サービス、B2Bにも拡大 決済に使われるQRコードの仕様の標準化 公共交通システムにキャッシュレス決済を導入
	SNSP (Smart Nation Sensor Platform、センサーネットワーク)	センサーやIoT、CCTVの全国ネットワークを構築し、データの収集・蓄積・分析を行い、都市計画やユーティリティの保守管理、事件への迅速な対応などに活用 <ul style="list-style-type: none"> 選定地区での無線センサーネットワークの実証実験 全国の11万本の街灯をネットワークに接続
	Smart Urban Mobility	リアルタイムの需要データと交通データに基づき対応するデータドリブンの公共交通システムを構築 <ul style="list-style-type: none"> オンデマンドの公共バスサービス 衛星を使った電子道路課金システム 自動運転バスの実証実験
	Moments of Life (MOL)	個人のライフステージに応じて、適時適切に公共サービスを提供するシステムの構築 <ul style="list-style-type: none"> 子供を持つ世帯向けアプリの実証実験（出生登録と給付金申請、予防接種と医療予定管理、幼稚園の検索・登録等）
その他	Smart Health	医療情報システムを構築し、遠隔医療、NEHR（国民電子健康記録）、HealthHub（ワンストップのオンライン健康情報ポータル）、高齢者モニタリングシステム等を実現
	Smart Logistics	リアルタイムで貨物を追跡管理する集中型プラットフォームで、従来使われてきたTradeNet、TradeXchange、Customsのシステムを統合
	Smart HDB Town Framework	公共住宅（HDB）を対象に、スマートプランニング（コンピュータシミュレーション）、スマート環境（快適な環境）、スマートエステート（保守管理）、スマートリビング（省エネ、家電制御等）、スマートコミュニティ（住民のコミュニティの強化）で実験を行い、スマートホームに必要なインフラを開発

(資料) シンガポール政府Smart Nationホームページ、DBS “Singapore’s Digital Transformation” (2018年5月) を基に、日本総合研究所作成

民デジタル認証（NDI：National Digital Identity）システムの導入、②キャッシュレス社会に向けた電子決済の普及・拡大、③全国規模のセンサーネットワークの構築（SNSP：Smart Nation Sensor Platform）、④都市の移動（公共交通機関）のスマート化、⑤ライフステージに応じた公共サービスの組織横断的な提供（Moments of Life）、などがある。また、スマートネイションの実現のためには、政府がオープンデータやリビングラボ、スタートアップ・エコシステム、サイバーセキュリティとデータプライバシー、コンピュータ能力とデジタルインクルージョンの確保に向けた法規制や政策を整備する必要があり、これらを強力に推進するとしている。

B. インフラと制度の整備

a. 共通基盤の構築

スマートネイションの優先プロジェクトの一つが、「Smart Nation Sensor Platform（SNSP）」である。全国にセンサーネットワークを張り巡らせ、そこからリアルタイムで収集したデータを分析・活用するための共通基盤を構築し、社会的課題の解決やイノベーションの創出など安全で暮らしやすい最先端の国づくりに繋げる構想である。プロジェクトの第一段階では、ユーファ（Yuhua）、シビック地区、オーチャードロードなどのエリアにCCTV（監視カメラ）や環境センサー、接続インフラを整備している。さらに、陸運局と協力して全国約11万本の街灯を活用し、有線・無線のセンサーネットワークを構築して温度や湿度といった環境データなどを収集する「Lamppost as a Platform（LaaP）」の実現に向けた実施可能性調査を計画している。

もう一つの優先プロジェクトが、「National Digital Identity（NDI）」である。シンガポール居住者に対しデジタルIDを発行し、データを活用した各種デジタルサービスを利用する際に、共通の認証基盤とする計画である。2020年に稼働開始を予定しているが、そのベースとなるのが既存の認証システムのSingapore Personal Access（SingPass）と個人情報の共通基盤MyInfoである。

SingPassは、複数の政府サービスに簡単かつ安全にオンラインでアクセスできるようにするための共通認証システムである。それまで省庁ごとにばらばらであった認証番号を統一するために、2003年に導入された。15歳以上のシンガポール居住者は、SingPass IDとパスワードを申請し取得することができる。現在、SingPass Two-Factor（2FA）認証が使用されている（注29）。なお、法人に関しては、2016年に導入されたCorpPassがある。

MyInfoは、政府が提供する公共サービスを利用する際に、すでに登録してある個人情報を利用できる仕組みであり、2016年に導入された。一度個人情報を入力すれば、政府機関間で横串に共有され、何度も同じ情報を入力する手間が省ける、いわば「個人情報の収納庫」である。ユーザーがSingPassを使用して政府サービスにログインした後、利用サービスの入力フォームにある「MyInfo取得」ボタンをクリックすると、自分の個人情報のデータが自動的に入力される。2017年には、銀行口座開設やクレジットカード申請にMyInfoを使うことができるようになった。

NDIは、これら政府サービスのゲートウェイとなる基盤を構築し、政府ばかりでなく民間の利用にも拡大させ、シンガポールに居住する人々が安全・安心に、オンラインを通じて様々なサービスを利用できるようにしようというものである。一方、NDIを通じてサービスを提供する公共・民間部門は、デジ

タルに対応したビジネスモデルへの見直し、すなわちデジタル変革が求められることになる。政府は、NDIについて生態認証、暗号化技術、オープンAPIの要素を検討していくとしており、2018年にはNDIプロジェクトの一環として、より安全性と利便性を高めたSingPassモバイルアプリが開発される予定である。

b. 制度の整備

シンガポールでは、スマートネイションの推進に当たり、関連する法規制の変更も同時に進められている（図表23）。

（図表23）シンガポールの制度整備

年	内 容
1966	「国民登録法（NRA：National Registration Act）」：すべての国民に国民登録番号付与。個人を識別する様々なデータを中央ID登録システムに登録。15歳以上にカード取得を義務付け。2016年改正により個人識別子に虹彩追加
2013	「個人情報保護法（PDPA：Personal Data Protection Act）」を段階的に施行、個人データ保護委員会（PDPC：Personal Data Protection Commission）を設立
2018	「公共機関（ガバナンス）法（Public Sector（Governance）Act 2018）」成立 「サイバーセキュリティ法（CSA：Cyber Security Act）」成立：1993年「コンピュータ不正使用防止法（Computer Misuse Act）」→2013年「コンピュータ不正使用防止・サイバーセキュリティ法（CMCA）」→CSA

（資料）シンガポール政府ホームページ等を参考に日本総合研究所作成

シンガポールでは、「国民登録法（NRA：National Registration Act）」のもと、国民は出生時に国民登録番号（NRIC：National Registration Identity Code）が割り当てられ、15歳になると個人の身分証明書となるNRICカードを取得する義務がある。NRICは、SingPassを利用する際のIDとして、また、銀行口座開設や不動産取引などにおいて用いられている。NRAでは、個人を識別する様々なデータ（氏名、性別、誕生日、人種、住所、血液型、写真、指紋等）を中央ID登録情報システム（CIRIS：Central Identification and Registration Information System）に登録することを義務付けており、2016年の法改正では、個人識別子として虹彩が追加されることとなった。

一方、個人データに関しては、これまでシンガポールでは包括的な個人情報保護法は制定されておらず、個人情報を取り扱う各事業者の業法（銀行法や電気通信法等）において個別に規定を設けることで対応してきた。2013年より「個人情報保護法（PDPA：Personal Data Protection Act）」が段階的に施行され、同法のもと運用・執行機関として、個人データ保護委員会（PDPC：Personal Data Protection Commission）が設立された。もっとも、PDPAは個人データの保護ばかりでなく、公的機関や企業による個人データの収集・活用を促進させようという狙いもあり、両者のバランスを重視したものとなっている。

サイバーセキュリティに関しては、1993年にコンピュータ犯罪を取り締まる「コンピュータ不正使用防止法（Computer Misuse Act）」が制定されたが、2013年には「コンピュータ不正使用防止・サイバーセキュリティ法（CMCA：Computer Misuse and Cybersecurity Act）」に改正された。2017年にはシンガポールにおいて大規模なサイバー攻撃が発生したことから、最近のサイバー犯罪や技術の動向に対応するかたちでCMCAが改正され、2018年に「サイバーセキュリティ法（CSA：Cyber Security

Act)」が成立した。

さらに、2018年には公共機関におけるデータの共有ならびに責任の所在を明らかにし、公共機関職員によるデータの不正利用を禁止する「公共機関（ガバナンス）法（Public Sector（Governance） Act 2018）」が成立した。

c. データサンドボックスの導入

シンガポール政府は、2017年3月にIMDA内にData Innovation Programme Office（DIPO）を設置した。DIPOは、中小企業におけるデータ活用の支援、有能な人材の確保、データ共有・流通・交換のインフラの構築、民間との協力によるニーズの理解、有効で透明性の高い規制の検討など、シンガポールにおけるデータ活用の拡大とデータエコシステムの開発を目的とする。その一つが、「データサンドボックス」プログラムの導入である。

すでにシンガポールでは、シンガポール通貨金融庁（MAS：Monetary Agency of Singapore）がレギュラトリー・サンドボックスとして、一定の条件のもと関連法規制の一時的な緩和を行い、金融関連の新サービスの実証実験ができる制度を導入している。これに倣い、データサンドボックスは、企業が個人のプライバシーを脅かすことなく、データの共有や交換、活用について実験できる中立で信頼性の高いプラットフォームを提供するというものである。加えて、企業がデータサイエンスの専門知識を習得するのを支援するツールを提供する。

実施に当たってはPDPCとDIPOが中心となり、関連する政府諸機関と連携して、抵触する規制を一時的に緩和して実証実験を行い、データの共有や交換と規制の在り方を検討する材料とする。PDPCは、データ共有協定（Data Sharing Arrangements）を申請した組織に一定期間のPDPAの規制の適用除外を認める。そして、PDPAを改正（2019年の予定）するに当たり、見直しが求められている事項などについて、PDPCがデータサンドボックスの実施結果をもとに検討する（注30）。DIPOは、データ共有を行いたい組織や政府諸機関間の対話の橋渡しを担う。

シンガポール政府は、データサンドボックス・プログラムを通じて、企業間、セクター間のデータの共有・交換を加速し、新たなデータサービスや革新的なデータ関連技術の開発を促進することを目指している。

C. データの代表的な活用事例

シンガポールでは、スマートネイション・イニシアティブのもと、様々なプロジェクトが進められている（前傾図表22）。そのなかでも、わが国の参考になると考えられる交通、健康分野のプロジェクトについて紹介する。

a. 交通分野（スマートモビリティ）

スマートネイションの重点分野の一つが「スマートモビリティ」である。シンガポールは国土が狭く中心部の交通渋滞が深刻であり、時間とエネルギーの浪費の防止、環境負荷の軽減などの観点から、ITとデータを活用した交通渋滞の緩和が模索されてきた。主なソリューションとしては、①電子道路

課金システム（ERP：Electronic Road Pricing）、②公共交通機関の運行の最適化、③自動運転、が挙げられる。

ERPは、中心部に向かう道路にガントリー（ゲートウェイ）を設置し、車載器との通信により通行料金（時間帯や区間、交通量に応じて変動）を自動徴収するシステムである。スマートネイションが策定される以前の1998年に導入された。現在、GPS（Global Positioning System全地球測位システム）衛星を使いガントリーが不要となる新しいシステムを開発中で、2020年に導入する計画である。すべての車両の位置情報が把握可能となり、交通状況に応じた通行料金設定のほか、交通量のコントロールによる渋滞の解消、リアルタイムでの最適ルートの案内、車に代わり公共交通機関の利用推奨などが可能になると期待されている。

公共交通機関のルートの最適化については、GovTechと陸上交通庁（LTA）が開発し、2015年にサービスを開始したスマートフォンのアプリ「Beeline」がある。インフラや資源が限られているなか、データを活用して既存の公共交通機関の利便性や効率性を向上することに焦点が当てられている。具体的には、利用者とバス事業者をマッチングするサービスで、利用者が出発地と目的地、到着希望時刻を入力すると、バス事業者からルートが提案され、座席の予約ができる。バスのルートは、交通データと利用者のニーズを分析して導き出されたもので、利用者は自分の希望するルートをバス事業者に対し提案することができ、バス事業者はより利用者のニーズや交通状況に合った運行計画を立てることができる。利用者はバスの運行状況を地図上で確認可能である。Beelineは2017年に段階的にオープンソースとされ、開発者やスタートアップが参加して、サービスを改善したり、新しいサービスを作ることができるようになっている。また、公共交通機関を補完するために、2017年にGovTechと配車サービスのグラブの連携により、Beelineを使って小型の乗り合いバスをオンデマンドで運行させる「グラブシャトル」のサービスを開始した。

自動運転に関しては、シンガポール政府は交通に関する諸問題や物流業界の人手不足を解決する鍵になるとして、2014年8月よりLTAとA*STAR（シンガポール科学技術庁）が連携して自動運転車イニシアティブ（SAVi：Singapore Autonomous Vehicle Initiative）を推進しており、関連業界向けに技術、アプリケーション、ソリューションの研究開発やテストを支援する基盤を提供している。2015年1月には、公道で実証実験できるエリアとしてワンノース地区が指定され、自動運転タクシーや自動運転バス、トラック隊列走行などの実証実験が行われている（注31）。2017年2月には交通省が道路交通法を改正して、公道において自動運転の実証実験を行う際のルールを定めた（Autonomous Vehicles Rule、注32）。そして、5年間の期間を限定してサンドボックスを導入し、道路交通法に反映する予定である（注33）。シンガポール政府は、公道での様々な実証実験やSNSP（Smart Nation Sensor Platform）を通じて、自動運転の基幹技術となるAIに不可欠の各種交通状況のデータを収集し、世界に先駆け自動運転の実用化を目指している。

b. 健康

シンガポールはわが国と同様に急速な少子高齢化が進んでおり、高齢者の健康の維持や医療費の削減に寄与する「スマートヘルス」は、スマートネイション構想の重要な取り組み分野の一つである。政府

は、2011年より「One Patient, One Health Record（患者一人に一つの健康記録）」を目標とする国民電子健康記録（NEHR）を推進している。NEHRは、保健省の所管のもと傘下のIT企業・統合保険情報システム（IHIS）により運営されており、1,200を超える医療機関が参加している。NEHRにより、患者本人とアクセスを許可された医療サービス従事者が当該患者の一連の健康情報にアクセスすることができ、よりよい治療方法の決定や正確な処方・投薬などが可能になると期待される。このように、NEHRはスマートヘルスの中核となる基盤であり、公的な医療機関はほぼすべてが参加しているが、民間からの参加は3%にとどまっている。このため、2018年医療サービス法のもと、すべての医療機関に対しデータ提供が義務付けられることになる（注34）。

2016年1月には、シンガポール国民・居住者のワンストップのオンライン健康情報ポータル「HealthHub」がサービスを開始した。患者は、NEHRの医療記録や医療機関への予約、健診・投薬等の記録、個人向け健康情報にアクセスできる。徐々にサービスを拡充しており、2016年11月には介護者が患者の同意を受けその情報にアクセスできる介護者アクセスモジュール、2017年には糖尿病リスクの評価ツールと個人の健康管理ツールのヘルスハブ・トラックが導入されている。2017年1月末現在、8万4,000人以上がHealthHubのアプリをダウンロードしており、月平均で53万ページビューに上る。

また、遠隔医療のプロジェクトが進められており、ユーファ地区の公団住宅（HDB）で高齢者の見守りシステムの実証実験が行われている。具体的には、バイタルデータのモニタリング、ウェアラブル端末を通じた遠隔リハビリやビデオ相談などである。また、政府は2018年4月にLEAP（Licensing Experimentation and Adaptation Program）を開始している。現行法では、遠隔医療は規制されていないことから、LEAPでは遠隔医療の開発・提供を行う事業者向けにサンドボックスを導入する。事業者は、LEAPのライセンスを受け遠隔医療サービスを試験的に提供し、保健省はそこから得られた情報・データ等をもとに医療サービス法（2020年制定予定）で遠隔医療など新しい医療サービスをどのように規制するかを検討する方針である。

(3) 先行事例から得られる示唆

A. エストニアの取り組みから得られる示唆

エストニアが、eエストニアを通じてデータ連携基盤の構築と実際のデータ活用を円滑に進めることができた背景として、人口130万人の小国でレガシーがなかったということがあるが、それ以外にも、①民間部門との密接な協力関係を構築、②シンプルなシステム・技術から着手、③データのオーナーシップ（所有権）は市民であることを明確化、といった点が指摘できる。

第1に、データ連携基盤（X-Road）や基幹技術の開発において、政府と民間部門、あるいは民間部門間の協力関係、ならびに、銀行、通信会社、IT企業、スタートアップといったキープレイヤーの主体的な関与が重要な役割を果たした。e-IDで主要な役割を果たすスタートアップのSKは、オンラインサービスで個人認証が不可欠な銀行と通信会社が共同で設立し、信頼性と認知度の向上に寄与している。また、銀行、通信会社、IT企業は「Look@World」財団を設立し、2002年から2004年にかけてインターネットの普及・利用を支援するトレーニングプロジェクトに取り組んだほか、e-IDの普及を推進するコンピュータセキュリティ2009（注35）や失業者をIT専門家に育成するプログラムなどを実施している。

民間のこうした取り組みは、資金面ばかりでなく、インターネットを通じたサービスに対する国民の信頼を醸成したとされる。その結果、エストニアのインターネット普及率・利用率はともに88%と、EU28カ国平均（85%、84%）より高くなっている。

第2点目として、X-Roadに関しても、e-IDに関しても、複雑で高機能かつ高コストのシステムを最初から構築しようとしなかった点が挙げられる。X-Roadの開発は、既存のデータベースがそのまま使え、安全に連携させることに力が注がれた。e-IDに関しても、生態認証のような複雑かつ高機能なものを採用するのではなく、導入当初は低コストで済む既存の技術が活用された（注36）。また、システムのトラブルの多くはエンドユーザー、すなわち国民による利用局面で発生するので、エンドユーザーが使用するe-IDカードには重要な情報は載せないこととした。その結果、カードリーダーの読み込み速度も速くなった。エストニアの前大統領は、「社会全体にとって、テクノロジーそのものは最先端ではないにもかかわらず、その技術の普及率が高いということは、選ばれた何人かが手にする真に革新的な何かよりも、もっと良い結果をもたらす可能性があることを示している」（注37）と発言している。

第3点目として、エストニアでは、インターネットの利用は、国民の社会的な権利の一つと位置付けられている。そして、信頼性と透明性の確保に力が入れられており、国民が自分自身のデータを見ることができると同時に、誰が、いつ、何の目的で、自分のデータにアクセスしたかを見ることができる。すなわち、国民のデータは政府により政府の情報システムに格納されているものの、国民が自身のデータの所有者であり、コントロールする権利を有すること、政府は、誰がデータにアクセスして、何のためにデータを使っているかを国民に知らせなければならないことが明確化されている。また、政府によるデータの収集を最小限にするために「Once-only」の原則が採用されている。技術面とともに、政府のこうした姿勢が、国民との間の信頼関係の醸成に寄与している。

その一方で、課題もある。エストニアは小国であるがため、eエストニアやeヘルスのプロジェクトの財源はEUの基金に依存してきた。限られた資金を優先する分野に投じてきたため、電子参加（e-Participation）などの分野の進展が遅れていることがある。加えて、電子政府や国民のインターネットアクセスなどでは進んでいるが、企業のデジタル化という面でも遅れている（注38）。このため、データの集積・交換の基盤は構築されているものの、ビッグデータとして民間で活用される段階までには達しておらず、オープンデータやビッグデータ、予測分析、AIなどといった最近注目される先端技術分野でも遅れが見られることが指摘されている（注39）。

B. シンガポールの取り組みから得られる示唆

シンガポールのスマートネイションは、データを活用して都市国家が抱える様々な課題の解決を目指すプロジェクトであるが、同時に、政府自身の意識や行動の変革にも取り組んでいる。元情報通信開発庁（IDA）の上級副長官（Executive Deputy Chairperson）で現在はSGイノベートのCEOであるステイブ・レナード氏は、「スマートネイションの最大の課題は、技術ではなく考え方を変えることだ」と指摘している（注40）。そこで政府は、①市民を顧客かつ共創者として捉え、需要主導型アプローチへ移行、②スタートアップの育成とオープンイノベーションを推進、③迅速な社会実装に向け、サンドボックスやリビングラボを活用、といった点に注力し、データドリブン社会に適応した国家づくりを目

指している。具体的には以下の通りである。

第1に、政府が提供する公共サービスは、書類や手続きを電子化する（オフラインのものをオンラインに置き換える）ことにとどまり、市民のニーズや使い勝手に配慮したものではなかった。一方、スマートネイションでは、利用者である市民を顧客と捉え、顧客のニーズや課題解決に繋がるサービスをデータドリブンで創出することを目指している。政府CIOは、スマートネイションでは「行政プロセスのマニュアルをオンライン化することがデジタル化ではない」と述べている（注41）。その成果の一つが、ユーザーである市民と対話しながら公共交通サービスの再構築を図るBeelineのアプリであり、MyInfoやMoments of Lifeなどといったプロジェクトである。

第2に、スマートネイション構想を実現に導くためには、既存の企業ばかりでなく、革新的な技術とアイデアを持ち、機動的に動くことができるスタートアップの参画が不可欠である。そこで、シンガポール政府は、スタートアップの育成や集積、政府や大企業とのオープンイノベーションの機会創出のための各種プログラムを設けている（図表24）。単に、スタートアップに資金支援をするばかりでなく、実際のビジネス展開に繋がるように、スマートネイションのエコシステムにスタートアップを組み込もうとしている点が特徴的である。政府の積極的なスタートアップ支援策・集積策に刺激を受けて、多くのグローバル企業がシンガポールにインキュベーション施設等を開設している。

第3に、スマートネイションでは、データを利活用した革新的な技術やサービス、ビジネスモデルの導入に当たって、レギュラトリー・サンドボックスやリビングラボなどを用いて、規制との関係や社会への適応・普及の可能性、相乗効果などを検証、改良を重ねつつ、スケールアップへと繋げていく方針をとっている。これにより、社会実装するに際してのルールを検討や、実用化までの時間の短縮化などが展望できる。また、サンドボックスのようにある程度規制が緩和され、リビングラボのように実生活に近い環境で実証実験を行えるということで、国内のみならず世界中の企業をシンガポールに呼び込むという狙いもある。

もっとも、スマートネイションを強力に推進しようと中央集権的な機関を設置したことは、政策面では効率化をもたらしたものの、政府への依存をもたらし、民間セクターの機会や参加という面では課題が生じているとの指摘もある（注42）。

また、標準化や相互運用性といった面でも課題がある。エストニアの事例とは異なり、シンガポールの大手銀行は独自の認証システムを使っており、現状では、政府のSingPassで使われているOneKeyのような認証トークンを共通で使おうとする動きがない（注43）。NEHRに関しても、公的医療機関中心で、民間医療機関はこれまで自主性に任せていたために遅れていること、すでにそれぞれの医療機関で独自のシステムを構築しており互換性がないこと、患者が自分のデータをNEHRで共有することに抵抗感があること、などで参加が限られている状況にある（注44）。

（注18）エストニア政府によれば、オンラインでできない手続き（紙での手続きが必要）は、結婚、離婚、不動産取引のみである（<https://e-estonia.com/solutions/e-governance/>）。

（注19）このカード自体に重要な個人情報が入っておらず、個人の認証用とデジタル署名用の2種類の証明書のための、カード番号を人に見せたり、落としたりしても大きな支障はないということである。

（注20）ラウル・アルキヴィ氏によれば、eエストニアの開始初期に実現した電子納税申告は、年に1回しか手続きをしないため、

(図表24) シンガポールの主なスタートアップ支援策

プログラム名	支援機関	概要
アーリーステージ・ベンチャーファンド (ESVF)	国立研究財団 (NRF)	シンガポールに拠点を持つハイテク系スタートアップに、地場大手企業と共同出資するファンド (提携VCへの出資を通じて投資)
スタートアップ企業開発スキーム (STARTUP SG)	規格・生産性・革新庁 (SPRING)	スタートアップに対する資金や技術、人材育成、マッチング等の支援を行うプログラムで、Startup SG Founder、Startup SG Tech、Startup SG Equity、Startup SG Accelerator、Startup SG Loan、Startup SG Talentの六つの柱がある
Accreditation@SGD	IMDA	シンガポールに拠点を持つハイテク系スタートアップ向け認証制度で、保有技術や提供能力を保証し、潜在的購買者とマッチングの機会を創出、エコシステムを形成
PIXEL Labs	IMDA	起業家やスタートアップ、地場企業に対し、大企業とのマッチング、プロトタイプ開発のツール提供、メンタリング、ネットワーク構築等を支援
InnoLeap	GovTech	公共部門のイノベーション促進、ならびに政府調達に中小企業やスタートアップが早期に関与できるように、課題を持つ政府機関や技術的知見を持つ研究機関との連携を支援
Open Innovation Platform (OPI)	IMDA	課題を抱える政府機関や企業と、その解決に取り組むスタートアップをマッチングする仮想プラットフォームで、定期的にコンテスト形式で実施
SG Innovate	NRF	政府出資のVCで、先端分野 (ディープテック) のスタートアップや起業家の発展段階に応じた支援を提供、起業への投資や専門人材育成、研究開発支援等を実施

(資料) シンガポール政府ホームページを基に日本総合研究所作成

IDカードの保有のインセンティブにはなりにくかった。インターネットバンキングのように日常的に使うサービスの認証に使われるようになったことで、普及に弾みがついたという。

(注21) エストニアでは1996年からインターネットバンキングが開始されており、その普及率が高い。そして、銀行ばかりでなく、通信会社やユーティリティ会社 (水道、ガス、電気) などサードパーティのオンライン認証にもインターネットバンキングのID認証 (パスワードカードやワンタイムパスワード (PIN計算機)) が使われている。電子政府を利用するための市民ポータルもインターネットバンキング経由でログインできることから、当初はe-IDではなく銀行のID認証を使ってログインする利用者が多かった。そこで、パスワードカードの取引限度額を200ユーロとし、銀行のID認証からe-IDへの移行が進められた (セコムIS研究所・松本泰「エストニアのネットバンクにおける利用者の認証手段の誘導」2016年3月、http://www.imes.boj.or.jp/citecs/symp/17/ref6_matsumoto.pdf)

(注22) e-Estonia “Frequently asked questions e-identity” (<https://e-estonia.com/wp-content/uploads/faq-a4-v02-e-identity.pdf>)

(注23) 住民登録台帳 (Population Registry) には、氏名、生年月日・出生地、性別、個人のID番号 (PIC)、市民権、住所と連絡先、外国人の居住許可・労働許可または在留権、死亡日時と場所が含まれる (<https://www.siseministerium.ee/en/population-register>)。

(注24) Maarit Ströbele, Nele Leosk & Alexander H. Trechsel “Two Countries / Two Decades / Two Outcomes: A brief comparison of e-government solutions in Estonia and Switzerland” xUpéry, January 2017

(注25) シンガポール経済開発庁「シンガポールEDB経済・投資ニュース Oct-Dec 2017」(<https://www.edb.gov.sg/content/dam/edb/ja/resources/pdfs/publications/SingaporeInvestmentNews/2017/EDB-2017-Oct-Dec-JPSINews.pdf>)

(注26) 2017年4月にリー・シェンロン首相が、スマートネイション構想が当初の期待通りの速さで進捗していない旨コメントしている (シンガポール経済開発庁「シンガポールEDB経済・投資ニュースJul-Sep 2017」による)。

(注27) Jun Jie Woo “Singapore’s Smart Nation Initiative - A Policy and Organisational Perspective” Lee Kuan Yew School of Public Policy, National University of Singapore (https://lkyspp.nus.edu.sg/docs/default-source/case-studies/singapores_smart_nation_initiative)

(注28) それ以外にもSGイノベートがMCI傘下から首相府の国家研究基金 (NRF) に移管されている。また、SNDGGは副首相を委員長とする閣僚委員会によって監督される。

(注29) ユーザーは、自分のSingPassユーザー名とパスワードを入力し、「OneKey」トークンにより配信されるワンタイムパスワードを入力するか、登録された携帯電話番号にSMS経由で送信されたパスワードを入力して、政府のデジタルサービスにログインする仕組みとなっている。もっとも、端末を持ち歩く不便さやハッキングの恐れがあることから、政府ではNDIでこれに代わるモバイルアプリの開発を進めている。

- (注30) PDPCは、個人の同意を得ることが非現実的なケースがあることを踏まえ、PDPAを改正するに当たり、民間企業等による個人データ等の共有や活用から得られる利益やプライバシーに与える影響、公益とプライバシー保護のバランスなど、データサンドボックスを通じて検討する。
- (注31) 2016年8月に、マサチューセッツ工科大学（MIT）発のスタートアップであるニュートノミー（NuTonomy）が、シンガポール経済開発庁（EDB）のサポートを受け、LTAと提携し、自動運転タクシーの実証実験を開始。自動運転バスについては、STキネティクス、A*STAR、シンガポール国立大学、南洋理工大学などがコンソーシアムを立ち上げ、2020年初頭の実用化を目指す。トラック隊列走行については、シンガポール交通省と港湾運営会社PSA、豊田通商、スウェーデンのトラックメーカー・スカニアが共同でシステムの開発に取り組む。
- (注32) AVルールは、自動走行車または自動運転車技術のテスト、または公道上の自律車両の使用に関して、LTAの認可を必要とする。AVルールならびに関連する法律の枠組みのもと、LTAはそのようなテストや使用に関連して規制サンドボックスを効果的に実施することができる。これにより、LTAは、例えば、別途ライセンス条件を策定し、実証試験区域を定めることができる。（<https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=05a24ec3-027d-4478-b44d-04455db71c8a>）
- (注33) Channel New Asia “Regulations in place to ramp up driverless vehicle trials in Singapore” February 2017 (<https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/regulations-in-place-to-ramp-up-driverless-vehicle-trials-in-sin-7622038>)
- (注34) IHiS “Contributing Data to the NEHR” 2018
- (注35) コンピュータセキュリティ2009は、主要銀行、通信会社、政府が2006年5月に協力を締結したイニシアティブ。e-IDカードとモバイルIDの宣伝と広範なサポート、スマートカードリーダーの可用性と手頃な価格の実現、モバイルIDや代替e-IDカードの導入などを行い、3年間で認証システムのユーザーが大幅に増加した（当初の27,000人から2009年末には300,000人まで）。
- (注36) Tarvi Martens “Estonia- The Country with Identification Infrastructure” による。実際、e-IDカードは既存のフィンランドのカードに基づいていた（<https://innovalor.nl/en/Blogs/Interview-Taimar-Peterkop>）。
- (注37) Kevin Kwang “Commentary: Singapore’s Smart Nation vision blurry without a success story” Channel New Asia, August 2017 (<https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/commentary-singapore-s-smart-nation-vision-blurry-without-a-9122400>)
- (注38) OECDによれば、エストニアのコンピュータを使用する企業のうち17%しかICTセキュリティポリシーを持たず、これに対しスウェーデンは51%であり、エストニアより下位はポーランドとハンガリーのみ（OECD “Digital Economy Outlook 2017” 2015年）。また、EUの “Digital Economy and Society Index ”（2017年）では、企業のソーシャルメディアの使用（二つ以上）は12.9%とEU28のなかで24位にとどまる（<https://www.centerprode.com/conferences/1IeCSHSS/coas.e-conf.01.09093p.pdf>）
- (注39) Maarit Ströbele, Nele Leosk & Alexander H. Trechsel “Two Countries / Two Decades / Two Outcomes: A brief comparison of e-government solutions in Estonia and Switzerland” xUpéry, January 2017
- (注40) Infocomm Media Development Authority “The Smart Nation Mindset” November 2017 (<https://www.imda.gov.sg/infocomm-and-media-news/whats-trending/2016/4/the-smart-nation-mindset>)
- (注41) WIRED 「シンガポールはなぜ「電子政府化」を加速できたのか？ 電子政府カンファレンスレポート（前編）」2017年11月（<https://wired.jp/2017/11/22/bold-digital-government-1/>）
- (注42) Jun Jie Woo “Singapore’s Smart Nation Initiative - A Policy and Organisational Perspective” Lee Kuan Yew School of Public Policy, National University of Singapore (https://lkyspp.nus.edu.sg/docs/default-source/case-studies/singapores_smart_nation_initiative)
- (注43) Irene Tham “The new system, which will build on existing SingPass, is likely to be in place in three years” The Straits Times, August 2017 (<https://www.straitstimes.com/tech/new-digital-identity-system-in-the-works>)
- (注44) KPMG “Understanding the Data and Analytics Landscape in Singapore” August 2017

5. データドリブン社会に向けて必要とされる視点

ここまでデータドリブン社会に向けた動向についてみてきたが、データの利活用がもたらす経済社会の変化や先行事例における経験を踏まえると、わが国がSociety 5.0に基づく戦略を着実に進めていくために、どのような取り組みが求められるだろうか。技術やインフラ面での対応もさることながら、流通や活用を円滑化させる側面から、①国民が自身のデータ活用に関与でき、メリットを実感できる透明性の高い仕組みづくり、②多様なステークホルダーの協力による分野横断的・組織横断的な取り組み、③小さく始めて大きく育てていく視点、が重要になると考えられる。

(1) 透明性の高い仕組みづくり

わが国がSociety5.0戦略を通じてデータドリブン社会の構築を目指すに当たり、最大のハードルになると想定されるのが、データの利活用に対する国民の意識である。データには、①個人に関するデータ、②個人に関するデータを匿名化したもの、③個人に関する情報を含まないデータ（センサーを通じて収集される機械設備の稼働データや環境データ、産業データなど）などがある。そのなかでも、個人に関するデータ、すなわちパーソナルデータに関して、自分が知らない間に自分の情報が流通しているのではないかという漠然とした不安や、昨今のデータの流出・不正利用を巡る問題などがあり、国民はその収集や利活用に対し、これまで以上に敏感になっているといえる。その一方で、データの高度な利用や個人向けにカスタマイズされたサービスなどを実現していくためには、匿名化データや非個人データのみならず、パーソナルデータの収集・利活用が当然必要とされる。

先行事例においても、データの利活用に対する国民の理解と協力は最重要の課題とされている。エストニアでは、データの利用は個人の意志に基づくものであることを徹底し、その利用（誰が、いつ、どんな目的で）をトレースできる環境を法的・技術的に整備している。また、シンガポールでは市民中心の視点から、データを活用して公共サービスの再構築に取り組んでいる。これらの事例から、まずは国民が自身のデータをどのように取り扱うか選択できるとともに、どのように取り扱われているかを知ることができ、その利活用のメリットを実感できる仕組みづくりが重要と考えられる。具体的には、①データ利活用の意思決定の主体を個人とし、データポータビリティやトレーサビリティを可能とする枠組み、②①について個人に代わって行う仕組み、③データの提供主体がメリットを実感できるサービスの実現、などである。

①に関して、EUではGDPR第20条で「データ主体は、個人データを機械可読性のある形式で受け取る権利を持ち、また、その個人データの提供を受けた管理者から別の管理者に、それらの個人データを移行する権利を有する」と定められており、データポータビリティがEU市民の権利として保障されている。個人が、自身のデータのポータビリティやトレーサビリティ、削除などのコントロールを可能とすることで、いつでも自分のデータの利用状況が確認でき、必要に応じて自分にとってメリットがあると思われる事業者にデータを移すことなどができる。データの流通や利活用に対する安心感や信頼感を醸成しようというものである。

②に関しては、個人が①のすべてを直接行うことは難しい場合が想定される。データの円滑な流通を実現するためには、個人に代わりデータの管理・運用を行う仕組みが不可欠である。現在わが国では、個人の委託を受けてデータの管理や第三者への提供を行う「情報銀行」などの仕組みが検討されている。個人が自身のデータを信頼できる機関に安全・安心に提供できる環境が整備されれば、データ利活用の範囲や量が拡大することになり、提供した個人、ひいては社会にその便益が還元されることが期待できる。なお、当然のことながら、情報銀行には高い信頼性や堅牢なセキュリティ体制などが求められる。

③に関しては、これまでデータの利活用というと、政府機関や企業の立場から、事業の利便性や効率性の向上に目が向けられがちであった。これからは、データを保有する主体＝国民がメリットを実感できる分野で着実に成功体験を積み重ねて、利活用に対する理解と協力を得ていくことが肝要である。エストニアの事例でも、シンガポールの事例でも、電子政府以外ではe-ヘルスの取り組みが先行している

が、これは国民が直接的なメリットを実感できる分野であるとともに、様々な社会的課題の解決に繋がることが大きい。

上記の①～③は、相互に連動する関係にある。わが国では、まだデータポータビリティの確保や情報銀行が検討途上であるものの、これらが実現すれば、③のサービスを実現する基盤が整えられることになる。また、自分のデータを提供することでメリットを得ることができるサービスが実現されれば、これまで慎重な姿勢であった個人のデータの提供や、さらにプライバシーレベルが高いデータの提供にも繋がることが期待できよう（注45）。

(2) 組織や分野を越えた横断的な取り組み

先行事例では、政府内部の縦割りの壁を越えて取り組みが進められているとともに、民間部門との密接な協力関係を構築している点が特徴である。また、教訓として、政府が構築したデータ連携基盤や認証基盤への民間部門の参加が進まないと、市民の利用も進まないということがある。組織や分野を越えた取り組みとしては、以下の二点が求められる。

第1に、データの収集・共有・交換に関する組織横断的・分野横断的な取り組みを進める必要がある。企業が収集した顧客などに関するデータは、多くの場合、当該企業の内部で利活用されるにとどまり、有効に利活用されずに死蔵されているデータも多い。しかしながら、データはそのままでは価値を生まない。活用されてこそ価値を生むのであり、組織や分野の枠組みを越えて横断的に多様なデータを掛け合わせて分析を行う（マッシュアップする）ことがより効果的である。そこで、国では、企業等が協調して繋がり、情報や技術などを相互に利活用していくためのプラットフォームや制度の整備など、環境づくりに取り組んでいるところである。

もっとも、データ保有主体、とりわけ民間企業においては、自身の競争力の維持・強化のための重要データも存在し、すべてのデータを共有することは難しいだろう。したがって、まずは政府・公共機関の保有するデータをでき得る限りオープンデータや共有データとして利活用できるように整備を進めていくことが求められる。加えて、民間企業においても、保有データの棚卸しを通じて協調領域と競争領域の明確化を図ることが、これからの事業戦略として重要になる。なお、オープンデータや協調領域のデータについては、組織間・分野間での円滑な流通を可能とするために、標準化や互換性確保を進めることが不可欠であり、その早期実現に向け、国が関与していく必要があるだろう。

第2に、データの利活用に関しても、オープンかつ横断的な取り組みが求められる。前述の組織・分野横断的なデータの収集・共有・交換の取り組みを広げていくためには、データの相互利用が企業の収益に貢献する成功事例の創出が望まれる。わが国のSociety 5.0や未来投資戦略では、分野横断的なステークホルダーの参画によるオープンイノベーションの推進が打ち出され、政府、企業、大学・研究機関とならんでベンチャー企業が挙げられているものの、具体的にベンチャー企業をSociety 5.0のイノベーションエコシステムに巻き込む方策は、まだ明らかではない。また、共創者として市民の位置付けは明確化されていない。

一方、エストニアやシンガポールの事例では、データの利活用に当たっては、企業や政府機関、大学・研究機関ばかりでなく、スタートアップや市民が共創者として位置付けられている。そして、まず

は政府調達におけるスタートアップの組み込み（注46）や、大企業とのマッチングの実施、市民も担い手としたクラウドソーシング型サービスの開発などにより、オープンイノベーションが推進されている。

スタートアップや市民を巻き込む必要性として、一つには、データドリブン社会の構築に必要とされる各種デジタル技術は変化のスピードが速いことや、データ活用に当たっては常識にとらわれない柔軟な発想が必要とされることから、スタートアップのように機動的に動くことができるプレイヤーの参画が不可欠だからである。もう一つには、市民が参画することで、社会や市民生活に密着したデータ利活用のニーズや必要とされるソリューションが明確化されることに加え、市民の理解が深まり、自身のデータを自主的に提供・共有する動きが進むと期待されることである。シンガポールのスマートネイションはビジョンとして、「政府がすべての問題を解決するのではなく、誰もがデータをもとにより良い解決策を導き出す環境を作ること」が明確に打ち出されている。Society 5.0においても、政府や大企業、大学・研究機関を中心とした従来のようなイノベーション・プロジェクトではなく、スタートアップや市民を積極的に巻き込むオープンな視点が求められる。

(3) 小さく始めて大きく育てる視点

先行事例は、小規模な実験的取り組みから始めて、改善・改良を重ねながら、長期的な視点でスケールアップを図るところが共通している。例えば、シンガポールでは政府や民間企業の間、いわゆるリーンスタートアップ（注47）やアジャイル開発（注48）の考え方が導入されている。スマートネイションでは、先駆的なプロジェクトが進められており、これを構成する技術やサービスが必ずしも確立されているものではないため、小さく始めて、ユーザーの反応や成否を見極めながら、次の段階に進むという手法が取られている。シンガポール政府のデジタルサービスを開発するGovTechにおいても、ユーザーエクスペリエンスを高める観点から、ユーザーの声を反映するリーンスタートアップやアジャイル開発の考え方が徹底されている。また、エストニアのX-Roadやe-IDカードは、複雑かつ高機能で開発に時間がかかるシステムを一から立ち上げるのではなく、まずは既存の技術を活用し、ユーザーの使い勝手や導入のしやすさを重視している。そして、ある程度の普及が進んだところで、あるいは先端技術が低コストになったところで、高機能化を図っていくという知恵がある。エストニアのeヘルスは、2000年前後の検討開始から長い年月をかけて、少しずつ着実に、eヘルスの基盤上で利用できるアプリケーション等の数を増やしている。

また、リビングラボやサンドボックスのように、実生活に近い環境で、ある程度規制を緩和したなかで実証実験を行うことにより、社会実装を早めようとしている点も特徴である。とりわけ、シンガポール政府が様々な分野で適用しているレギュラトリー・サンドボックスは、新しい技術やサービスの開発と実用化において、必ずついて回るリスクや失敗をある程度許容するクッションとして機能している。わが国においても、サンドボックスが検討されているが、それと同時に、これら先行する国や地域と戦略的な連携を進め、日本では実施が難しい実証実験に取り組むことができる環境を企業等に対し提供できるようにすることも一考に値しよう。

シンガポールIMDA（情報通信メディア開発庁）のCEOであるTan Kiat How氏は「優先順位や有用な事例はない。我々がやっていることは、試して、経験して、小さく始め、早く始めることであり、も

し失敗するとすれば、早く失敗する必要がある。そして、それらの教訓から学び、再び（サンドボックスに）応募すればよいのである」と述べている（注49）。

わが国においても、Society 5.0のような先端的な未知の分野へ取り組むに当たっては、アイデアや技術を試すことができる場を用意し、素早く挑戦して、いち早く失敗から学び、再び挑戦できる環境づくりが重要である。そのためには、政府としてはサンドボックスをより拡充していくと同時に、雇用のセーフティネットをしっかりと整備していく必要がある。そして、なによりも「start small, start fast, fail fast」の精神と失敗を許容する心構えが、政府にも民間にも求められているといえよう。

(注45) この点に関しては、中村彰二郎氏の「会津若松市の『データに基づくスマートシティ計画』の全貌」（2018年1月）が、会津若松市におけるデータの見える化による市民意識の改革という経験を紹介している（<https://dcross.impress.co.jp/docs/column/column20171122-01/000293-2.html>）。

(注46) 例えば、シンガポールでは各種プログラムを通じて、スタートアップの政府調達への参画を支援している。その結果、2017年度のICTの公的契約（24億シンガポールドル）の3分の2が中小企業によって占められている。

(注47) Lean（無駄がない）とStartup（スタートアップ）を組み合わせた造語で、エリック・リース氏が提唱。仮説検証のため、コストや時間をそれほどかけずに必要最小限の製品（MVP：Minimum Viable Product）を作成して、ユーザーからのフィードバックを得て、改善・軌道修正を繰り返すことにより、成功に近づけていくという起業・新規事業のためのマネジメント手法。

(注48) agileは、機敏、素早いという意味で、アジャイル開発は、大まかな仕様をもとに、短期間に小さな単位で設計と実装、テストを繰り返すソフトウェア開発の手法。対比される手法として、企画、要件定義から設計、実装、テストまでを順次進めてシステムを構築していくウォーターフォール開発がある。

(注49) Saheli Roy Choudhury “One tiny city state is pushing hard to be a center for innovation” August 2017（<https://www.cnbc.com/2017/08/30/singapore-is-pushing-hard-to-be-a-center-for-innovation.html>）

(2018. 10. 16)

参考文献

- ・ OECD（大磯一、入江晃史監訳、齋藤長行、田中絵麻訳）[2018]. 『OECDビッグデータ白書：データ駆動型イノベーションが拓く未来社会』、明石書店、2018年3月
- ・ 西垣通 [2016]. 『ビッグデータと人工知能～可能性と罣を見極める』中公新書、2016年7月
- ・ ビクター・マイヤー＝ショーンベルガー、ケネス・クキエ（斎藤栄一郎訳）[2013]. 『ビッグデータの正体～情報の産業革命が世界のすべてを変える』、講談社、2013年5月
- ・ 八山幸司 [2016]. 『米国のITビジネスにおけるデータをめぐる取り組みの現状』JETROニューヨークだより、2016年3月
- ・ チャン・チョウ・ハウ（文・緒方亮介）[2017]. 「インタビュー：シンガポール政府におけるデジタル変革」『行政&情報システム』2017年12月号
- ・ 真野俊樹 [2016]. 「北欧（エストニア、デンマーク）の医療ICTの現状と日本の医療ICTの今後」共済総合研究第73号、JA共済総合研究所、2016年9月
- ・ 日本貿易振興機構（JETRO）シンガポール事務所 [2018]. 「2017年度日本発知的財産活用 ビジネス化支援事業エコシステム調査～シンガポール編～」2018年3月
- ・ 21世紀政策研究所 [2018]. 「データ利活用と産業化報告書」2018年5月

- ・ Katrin Nyman-Metcalf [2012]. “e-Estonia: The use of e-government in Estonia” *From traditional to online media: Best practices and perspectives*, 9th South Caucasus Media Conference, OSCE Representative on Freedom of the Media, October 2012 (<https://www.osce.org/fom/102311?download=true>)
- ・ Tatyana Vasileva Petkova [2018]. “Estonia or e-Estonia – Digitalization as the Highest Priority for its European Presidency” *1st International e-Conference on Studies in Humanities and Social Sciences: Conference Proceedings*, pp. 93-98, June 2018
- ・ Kristjan Vassil [2015]. “Estonian e-Government Ecosystem: Foundation, applications, outcomes” *World development report 2016*, World Bank, June 2015
- ・ European Commission [2018]. “eGovernment in Estonia” May 2018
- ・ Tarvi Martens [2010]. “Electronic identity management in Estonia between market and state governance” *Identity in the Information Society Volume 3, Issue 1*, pp 213-233, July 2010, <https://doi.org/10.1007/s12394-010-0044-0>
- ・ Maarit Ströbele, Nele Leosk & Alexander H. Trechsel [2017]. “Two Countries / Two Decades / Two Outcomes: A brief comparison of e-government solutions in Estonia and Switzerland” xUpery, January 2017
- ・ ITU-T Study Group 20 [2017]. “Implementing ITU-T International Standards to Shape Smart Sustainable Cities: The Case of Singapore” International Telecommunication Union, November 2017
- ・ Jun Jie Woo [2017]. “Singapore’s Smart Nation Initiative – A Policy and Organisational Perspective” Lee Kuan Yew School of Public Policy, National University of Singapore
- ・ KPMG [2017]. “Understanding the Data and Analytics Landscape in Singapore” August 2017
- ・ Centre for Liveable Cities [2018]. “Technology and the City: Foundation for a Smart Nation” 2018
- ・ 個人情報保護委員会ホームページ (<https://www.ppc.go.jp/>)
- ・ エストニア政府・eエストニアホームページ (<https://e-estonia.com/>)
- ・ シンガポール政府・スマートネーションホームページ (<https://www.smartnation.sg/>)