

## デジタル変革と防災

東京大学大学院 工学系研究科 教授  
森川博之

### 1. デジタルと防災

防災が関係する領域はきわめて広い。分野は、地震、津波、風水害、火山、雪害、火災、危険物、原子力など多岐に渡る。災害防止策として被害抑止と被害軽減、災害発生後の対応として応急対応と復旧・復興とを考えていかなければいけない。

これらすべての領域において、デジタルが関与していくことになる。デジタルが汎用技術 (General Purpose Technology) であることによる。汎用技術とは、特定の生産物に関連する技術ではなく、さまざまな経済活動において利用され、関連分野が非常に広い技術である。

汎用技術が世の中に与える影響はきわめて大きい。ありとあらゆるものの再定義が必要となることから、デジタルがあらゆる分野に浸透するまでには、10、20、30年という長い年月がかかる。

代表的な汎用技術の一つである電力では、19世紀末に電力の電灯事業への利用が開始されたが、工場動力の電化は遅れ、電化によって産業の生産性が上昇したのは1920年代以降であった。電化が旧設備の廃棄というコストを伴ったことや、生産性上昇に結びつくためには工場組織の再設計などの関連する変革が必要であったためである。

デジタルも、長い年月を経ながら着実に浸透していくことになる。例えば、農業分野にデジタルを導入して生産性を向上するといっても、当面はデジタルに理解のある先進的な農家のみである。作業のやり方自体を変えなければならないため、まだまだ多くの農家の方々にとっては負担が大きい。時間をかけて地道に展開していくことになる。

バブルがはじけて10、20、30年経って本物になるという歴史も、長い年月を要するという見方を後押ししている。1850年の英国でのバブルは鉄道株によるものであったが、鉄道の黄金期は1880年から1890年にかけてである。また、1929年のバブルは自動車株と電力株によるものであるが、自動車や電気が社会のすみずみに行き渡ったのは1950年から1960年にかけてである。

「デジタルツイン」という言葉がある。現実世界の出来事をデジタル世界において忠実に再現することを指す言葉である。製造業においては工場全体をまるごとデジタル世界において表現することで、物理的な実験を経ずに最適な生産ラインを配備したり、故障を未然に防ぐ「ダウンタイムゼロ」のサービスを顧客に提供することなどが可能となる。社内外の複数組織や人的・物理的リソースが絡み合う企業活動全体をデジタル化することで、マーケティングや経営層の意思決定にも資することもできる。

このようなデジタルツインは、将来の防災のあり方を示唆している。一步を踏み出さなければいけない。

## 2. デジタル変革とは

今まで人が経験と勘で対応してきたアナログな世界をデジタル化していく動きが進みつつある。

デジタル化は今に始まった話ではない。水位や流量などの河川情報のテレメータ観測、自動販売機の管理システム、重機のモニタリングシステム、エレベータの状態監視システム、公共バスの運行管理システム、店の POS システムなども、アナログな世界をデジタル化したものである。

デジタル変革とは、このようなデジタル化の動きがあらゆる領域で生じることで、事業や組織や社会が大きく変わることを指す。あらゆる事業領域から得られるデータを蓄積・解析することで、リアルな世界にフィードバックしていく動きである（図1）。

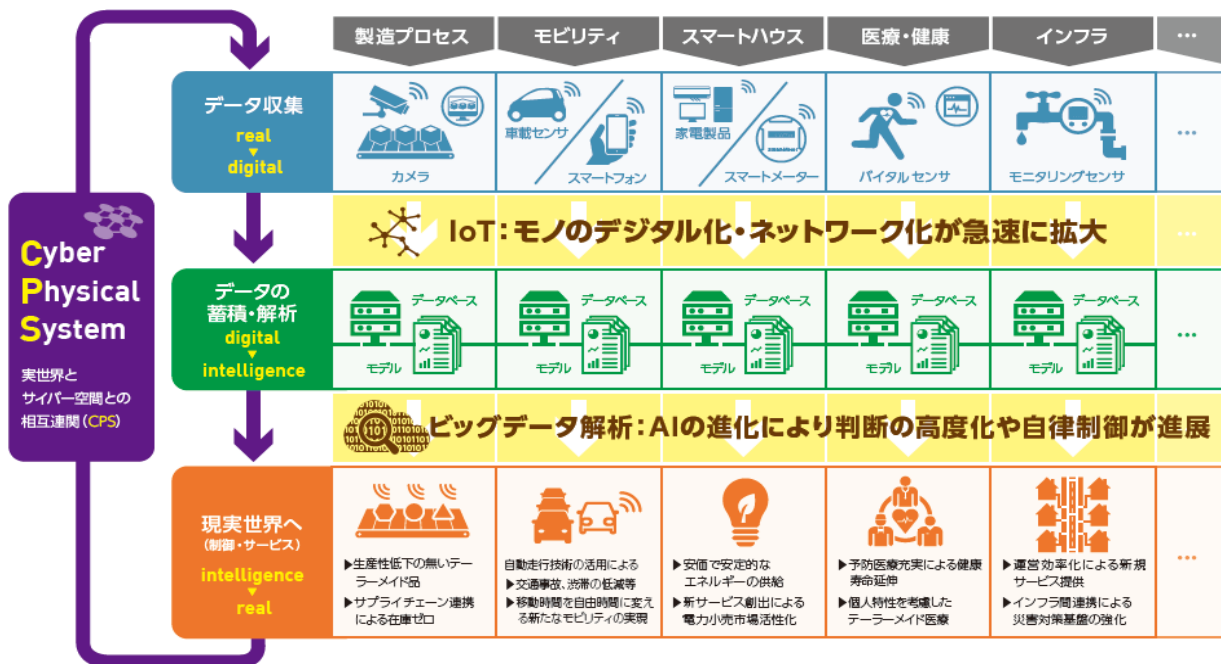


図1 来たるべきデータ駆動型社会のイメージ

（あらゆる産業分野において、現実世界から収集し、蓄積したデータの解析結果に基づき、制御やサービス提供が行われるようになる。出典：経済産業省「CPSによるデータ駆動型社会」）

IoT（モノのインターネット）やAI（人工知能）などといった最近はやりのキーワードも、事業領域からデータを収集するあたりをIoT、蓄積したデータを分析・解析するあたりをAIと考えれば、IoTもAIもデジタル変革プロセスの中のツールとして位置づけることができる。

IoT や AI を使うことが目的ではない。現場に存在する課題やニーズの把握を起点として、IoT や AI といったツールを活用しながら新たな価値を創造していくプロセスがデジタル変革である。

デジタル変革の背景には、クラウド、センサ、無線通信、機械学習ツールなどのコストが下がり、使いやすくなったことがある。

例えば、ごみ箱もスマート化される。街角や公園にあるごみ箱からのごみの収集である。それぞれのごみ箱のごみの量をセンサで測ることによってデジタル化すればごみの量がわかる。リアルなゴミのデータを回収業者に伝えれば、どのタイミングで回収すれば良いかが分かり、それまで毎日だった回収頻度を 3 日に一度で済ますことも可能になる。人が見ればわかることであるが、それをデジタル化してデータに基づいて処理することで、生産性の向上につなげることができる。

また、道路、橋、上下水道などといった社会インフラの維持管理や、物流や流通などにおいてもデジタル化したデータが鍵を握る。例えば、建物、岩盤、水道管などにセンサを設置してデジタルデータを収集すれば、異常予兆検知を行うことができ、維持管理費や更新費の低減を図ることができる。

大手バス会社の赤字バス路線を引き継いだイーグルバスでは、車両に GPS やカメラや赤外線センサを設置して運行状況を見える化し、利用者数の増加を実現し収益に結びつけている。箱根の老舗温泉旅館の一の湯では、従業員の労働時間を分単位で把握して、作業の見直し、効率化による労働時間の短縮に努め、生産性を高めている。

デジタルを導入し、人の経験と勘を事業のプロセスに埋め込むことで、生産性の抜本的な向上、さらには付加価値の創出を可能にすることができる。経済成長には生産性の向上が必須であることから、デジタルが成長戦略の一丁目一番地であるといっても過言ではない。

デジタルのビジネスチャンスは、生産性やサービス向上の余地がある分野を見つけ出すことにある。世の中には、生産性の低い事業領域が膨大に存在する。デジタルにより 2030 年に世界の GDP を約 15 兆ドル押し上げることができるとの試算もある。

### 3. データ駆動型社会

デジタル化でまず考慮すべき点は、何をデジタル化するのかといった視点である。

最近はやりのシェアリングエコノミーも、物的資産をデジタル化したものと考えることができる。クルマをデジタル化したものがウーバー、空き部屋をデジタル化したものがエアビーアンドビーである。

50 年以上も前に開発された航空機座席予約システムのセーバー (Sabre) も、座席という物的資産をデジタル化したものだ。単に座席という物的資産をデジタル化したものであったにも関わらず、時価総額が親会社のアメリカン航空を上回ったため、2000

年に親会社から切り離された。航空機座席予約データが旅行代理店、レンタカー、ホテルなどのデータと結びつくことで膨大な価値を産み出すことにつながった。

また、グーグルは2014年1月に32億ドルでサーモスタットを作っているネストを買収したが、ネストの価値も物的資産であるサーモスタットから生み出されるデータ自体にある。

そもそもグーグル、アマゾン、フェイスブック等のIT企業の強みは、膨大な量のデータを集めている点にある。グーグルはウェブ閲覧履歴データ、アマゾンは購買履歴データ、フェイスブックは個人関連データである。ユーチューブ、ニコニコ動画、エバーノート、ツイッターにしても、それぞれ映像データ、コメント付き映像データ、ノートやメモ、つぶやきなどのデータを収集している。集めたデータ自身がプラットフォームを構成しており、多様なサードパーティがプラットフォーム上にサービスを展開するエコシステムが巷を席卷している。

将来は、多様な現実世界のデータを手中に収める企業が覇者となる。この企業は、グーグルやアマゾンに匹敵する企業となる可能性もある。現実世界のデータは、現在のウェブ企業が対象としているウェブデータとは異なる新しいデータであり、現時点で膨大な量の現実世界データを収集している企業は存在しない。誰にでもチャンスがある世界である。

囲み記事のゼンメルワイスの悲劇を持ち出すまでもなく、データはあらゆる分野において価値を産み出す。

#### 【ゼンメルワイスの悲劇】

ウィーン総合病院第一産科の医師ゼンメルワイスは、産褥熱による死亡率が第二産科（2.0%）に対して第一産科（13.1%）の方が高いことをデータから明らかにし、手指を消毒しないで解剖にあたることによるものであるとの説を唱えた。手指を消毒することにより死亡率は2.4%にまで低下したとされる。手指の消毒さえ行わないということは現在の通念からいえば驚くべきものであるが、病原菌の存在を知らなかった当時の医師会は、ゼンメルワイスの説を科学的ではないとして受け入れることはしなかった。ゼンメルワイスの死後、感染は病原菌によって起こることが発見され、今では消毒法と院内感染予防の父として認識されている。

我々の仕事や生活のプロセスの中には、いまだデジタル化されていないアナログの物的資産が至る所に存在する。あらゆる分野においてデータが価値を産み出すデータ駆動型経済が到来しつつあることを踏まえ、デジタル化の価値をあらためて認識しなければいけない。

#### 4. 「経験と勘」からデジタルへ

今まで経験と勘で行ってきたアナログプロセスを、デジタルデータでもって定量的に把握することで、データに基づく議論が可能になる。

2015年に国が提供をはじめた地域経済分析システム（RESAS）が参考になろう。地方経済に関わるさまざまなデータを収集・分析し、わかりやすい形で提供している。統計資料や企業データなどを用いて、地方経済に関する情報を「産業」「農林水産業」「観光」「人口」「自治体比較」の5種類で分析する。

訪日外国人がどんなルートで移動しているのか、輸出が盛んなエリアや品目は何か、農地流動化が進んでいる地域はどこなのか、域外から稼いでいる産業は何かなどの詳細が日本地図上に描画される。俯瞰的な目線で「人・モノ・カネ」の流れを把握できる。また、富山市では、住民基本台帳データを用いて、高齢者の分布、高齢者単独世帯の分布、要介護・要支援認定者の分布などを可視化し、社会資本整備計画や福祉・医療・教育施設等の適正配置に反映させている。

都市施設、地価、社会インフラ維持コスト、地方税収、通行量（自動車／歩行者）、購買履歴、空き店舗、賃貸物件床単価などのデータを用いることができれば、将来のまちのあり方を予測することもできる。携帯電話やクルマから得られる位置データを用いることができれば、人やクルマの動線まで把握できるようになり、予測精度はさらに高まる。

全国津々浦々に張り巡らされた道路や上下水道などの社会資本ストック（道路、港湾、空港、公共賃貸住宅、下水道、都市公園、治水、海岸等）は高度経済成長期に集中的に整備されており、これから老朽化が急速に進む。維持・更新費用を賄えず、朽ち果てるに任せるしかない事態も想定される。地方自治体が事業主体となっている水道事業は、水使用量の減少、設備・管路の老朽化、職員の高齢化などの課題に直面している。

デジタルを積極的に用いて見える化し、維持管理費・更新費の低減を図ることは、財政的にも好ましい。また、上下水道の漏水／盗水検知や環境に優しい都市開発など世界的にも強く求められている地球的課題に資することもできる。産業活動の基盤であり、われわれの日々の生活を支える社会資本ストックをデジタルで高度化していかなければいけない。

人口が減り、住む人がいなくなると、国土も荒れる。国土保全の観点からは、農業・農村の有する多面的機能にも着目しなければいけない。農業の直接的な機能は食料を生産することであるが、食料・農業・農村基本法の第三条では国土の保全、水源のかん養、自然環境の保全、良好な景観の形成、文化の伝承等が多面的機能として挙げられている。デジタルでもって農業の生産性を上げ、生産者が儲かる仕組みを構築することも、あわせて考えていかなければいけない。



今まで経験と勘で進めてきた領域にデジタルは着実に浸透していく。試行錯誤しながら、考え続けながら、一步一步デジタル化を進めていくしかない。

## 5. インベンションとイノベーション

インベンションは技術のハードル、イノベーションは顧客のハードルである。デジタル化を進めていくにあたっては、イノベーションにより多くのリソースを配分することが望ましい。

図2に示すように、従来は、インベンションの技術のハードルが高く、イノベーションの顧客のハードルが相対的に低かった。技術のハードルを越えることができれば、事業に結び付ける困難さは相対的に小さかった。CPUの高速化・省電力化技術や無線通信の高速化技術など、技術開発に成功すればそのまま事業として展開されることが多かった。

これに対して、昨今は、イノベーションのハードルが相対的に高くなっている。インベンションの技術のハードルを越えることができて、イノベーションのハードルを越えられない事例が増えてきている。特に我が国では「技術で勝ってビジネスで負ける」と言われて久しいが、これこそイノベーションのハードルが高くなったことを示唆していよう。

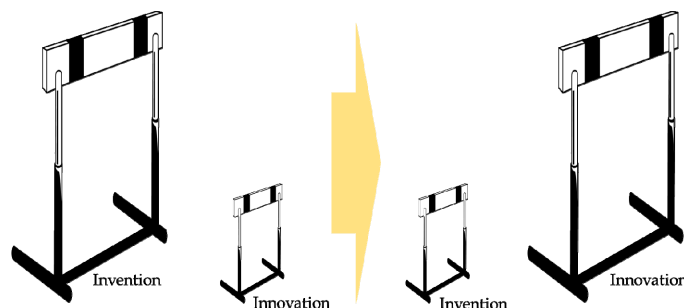


図2 インベンション（技術）とイノベーション（顧客）

（従来は、インベンションのハードルが高かった。昨今はイノベーションのハードルが高くなりつつある）

防災分野でも同様であろう。いろいろな技術は整いつつある。How（どのように技術で解決するのか）ではなく What（何を技術で解決するのか）が重要になりつつある。これがイノベーションのハードルであり、利用者のニーズを的確に踏まえることが必要となる。

シュンペーターは著書「経済発展の理論」において、イノベーションは「新結合」であるとしている。イノベーションは技術革新のみに限定されるものではない。シュンペーターは、イノベーションの類型として、「新しい財貨（製品やサービス）」「新し

い生産方法」「新しい販路」「原材料・半製品の新しい供給源」「新しい組織形態」を揚げている。

また、産業競争力を米国が今後も維持し続けるための施策を米国政府に提言したパルミサーノ・レポートによれば、イノベーションは「社会的、経済的な価値創造を実現する“インベンション（発明）とインサイト（洞察）”の掛け算」と定義される。これまでの単一機能の垂直統合的な発想、発明、事業化という時代ではなくなってきたことを指摘し、多種多様な学際領域をまたいだ融合が重要であることを指摘している。イノベーションは、社会的、経済的な価値創造であり、インサイトが重要であると明快に言い切っている。

デジタル変革においても重要なことは、顧客のニーズを的確に把握し、顧客が求めているものをデジタルで提供することである。そのため、顧客のハードルを乗り越えるべくイノベーション側により多くのリソースを割くことが必要となる。技術だけではイノベーションを起こすことが難しい。技術の強みを社会の中でどのように展開していくかのストーリーがあつてこそ、技術が活きる。

2015年にサービスが始まった Amazon Dash Button は、WiFi 接続機能とボタンを備え、自宅の WiFi を経由してアマゾンのサーバーに事前設定した日用品を注文することのできる IoT デバイスである。「日用品価格が高いので使う人は少ないのでは」「電池が1年しか持たないのでユーザに受け入れられないのでは」といったいろいろな意見が飛び交っている。技術的に新規性はないため、要求定義や要件定義さえできれば、誰もが類似のデバイスを作ることができる代物である。

しかし、Amazon Dash Button を、膨大な広告費市場を狙っているデバイスと位置付けると、まったく別の見方ができる。そもそも消費財メーカーは膨大な広告費を投入して、テレビコマーシャルなどで消費者に消費財を刷り込んでいる。消費財メーカーからすると、Amazon Dash Button のコストをすべて負担しても、アマゾンにマージンを支払ったとしても安い。

すなわち、Amazon Dash Button を、今までアマゾンが対象としていなかった広告市場を狙いにいくデバイスであると位置付けると、Amazon Dash Button に対する見方が一変する。顧客の日用品購買データもすべてアマゾンが握ることになるため、最終的には広告市場のプラットフォームを構築するためのキーデバイスとなる可能性も否定できない。電池が1年しかもたないことも、消費財メーカーをアマゾンにロックインするための仕組みであるとの見立ても可能である。

デジタルの時代においては、要求や要件を明確にしていくプロセスがますます重要になりつつある。技術はもちろん重要であるものの、技術主導で開発を進めると、何に使うの？誰が使うの？必要なの？と言われるとともに、イノベーションのハードルを越えることが難しくなってしまう。インベンションとイノベーションにかけるリソ

ースの配分にも留意しなければいけない。

## 6. デジタルの大海原へ

2045年には世界の全人口の70%が都市で生活すると予測されている。発展の過程で深刻な環境汚染を引き起こしている新興国のまちを環境負荷の低い持続可能なスマートシティに進化させていくことも考えていかなければならない。電柱、街路樹、マンホールなどに取り付けたセンサが人や交通の流量、天候、廃棄物、構造物などを把握し、住宅、医療、教育、交通インフラ、生活インフラ、ごみ処理、防災、そして環境への配慮にも用いられることになる。

我々の回りには、多様なアナログな世界が広がっている。これらをデジタル化して生産性を高め、価値を創りだしていかなければいけない。今までは経験と勘で対応していたプロセスを、デジタル化したデータに基づく処理に置き換えて、生産性の向上につなげる。

マーケティングの大家のピーター・ドラッカー、フィリップ・コトラー、クレイトン・クリステンセンは、以下のように述べている。

- ー ビジネスの目的についての適切な定義は一つしかない。すなわち、顧客の創造である（ピーター・ドラッカー）
- ー 賢明なマーケターは、まだ満たされていない隠れたニーズを発見し、これを具体的に定義できる存在である（フィリップ・コトラー）
- ー 顧客のジョブに焦点を当てることで、新たなニーズ、イノベーションのシーズが見えてくる。ジョブとは、顧客が処理しなければいけない作業や解決しなければいけない課題のことである（クレイトン・クリステンセン）

顧客に深く入り込む、デジタル化すべきアナログプロセスを見出し、価値の創出につなげていくことが必要だ。

デジタルが引き起こす変革に対処するためには、固定概念にとらわれず、現在の世の中のあり方は過渡的なものであるというマインドでもって柔軟な思考を続けるしかない。1989年に刊行されたMIT産業生産性調査委員会の「Made in America」(6)は、アメリカ製造業の生産性低下に警笛を鳴らし、復活するための処方箋を記したものである。

- ー 製造業からサービス産業への転換は避けることはできないものの、アメリカのような巨大な大陸型経済では、将来にわたってサービスの生産者として機能していくことはできない。
- ー ベンチャー企業が乱立しており、短期的利益に重点が置かれ、生産性が高まらない。特に問題なのがサンフランシスコ地区のベンチャーキャピタルである。

などといった主張がなされている。世界を代表する学者が、経営者と議論しながらま



とめたものにも関わらず、その後のサービス産業の隆盛に考えが至ることはなかった。MITがファイナンス分野で主導的な役割を果たしていたにも関わらず、先端金融技術の影響もまったく考慮されていなかった。

デジタルが対象とする分野はすべての産業分野にまたがり、デジタルが有効となるフィールドはあらゆるところに存在する。固定概念にとらわれず、かつ顧客に寄り添いながら課題を見出し、他分野のパートナーとの連携を通じて価値を創出していきながら、産業構造、経済構造、社会構造の変革に少しでも寄与していきたいものである。