

### 情報爆発を支える新たな情報通信基盤の確立策を提言 - 生成 AI で加速するデータ利活用社会に向けて -

株式会社三菱総合研究所(本社:東京都千代田区、代表取締役社長:藪田健二、以下 MRI)は、生成 AI やメタバース等の技術進展がもたらす 2030 年代のデータ利活用社会の姿を定量的に予測しました。潤沢で信頼あるデータ流通を実現するための鍵となるデータ連携プラットフォームとネットワークインフラに着目し、あるべき情報通信基盤の確立に向けた施策を提言します。

#### 新ビジネスによる価値創出のためには、信頼あるデータ流通を支える基盤の整備が不可欠

国際経営開発研究所(IMD)が公表する世界競争力ランキング(2023年)において、日本は35位と過去最低を更新しました。競争力の回復のためには企業が生産性を高めるだけでなく、新たなビジネスやサービスで付加価値を創出する必要があります。この成否を分けるのがデータ利活用の巧拙です。デジタル社会の資源であるデータから価値を引き出すためには、多種多様な主体が保有するデータを持ち寄り組み合わせることが重要です。大事なデータが乱用されたり、悪意あるデータに騙されたりする不安があれば、データの共有は進みません。信頼あるデータ流通の実現が不可欠です。

価値創出を牽引するのは、自動運転・メタバース・生成 AI などの分野です。高度なデータ利活用社会では、これらのユースケースによりデータ量が爆発します(情報爆発)。当社予測では国内のトラフィックは 2040 年には 2020 年の 348 倍に達する可能性があり、発生構造も変化します。自動運転や監視カメラなどの映像など、地域内で処理可能な地産地消型のデータが約 7 割に達し、データ流通の地域分散化が進行します。

新ビジネスの創出と、それがもたらすデータ流通構造の変化を支えるには、新たな情報通信基盤の整備が必要です。具体的には、信頼してデータを預けられるデータ連携プラットフォームと、情報爆発に耐えうる潤沢で安価なネットワークインフラの整備が求められます。



#### 環境規制への対応が、新たなデータ連携プラットフォーム整備の好機に

現在のデータ連携プラットフォームにはさまざまな課題があります。検索や SNS など消費者向けサービスでは、巨大プラットフォームの寡占に対する消費者の懸念が高まっています。例えば、大量に収集されるデータが消費者の管理の及ばないところで利用されることへの不安があり、生体情報など機微データを任せるとなればなおさらでしょう。一方で産業分野に目を向けると、幅広い主体が参加できるオープンなプラットフォームの形成は遅れています。企業間のデータ連携は、多くの場合系列内など限られた範囲にとどまりますが、それは特定事業者の管理するプラットフォームに重要データを預けることへの抵抗感が背景にあるためと考えられます。

データ連携プラットフォームに幅広い参加者が安心して参加できるようにするためには、データや権限を過度に集中させない仕組みが必要です。そのためには中央的な管理者を置かない信頼確保の仕組みを実装するのが

理想です。取引の時間的順序を改ざんなく記録し検証することができるブロックチェーンの活用は、その有望な選択肢となります。金融分野ではこの仕組みを応用して、非中央集権的な信頼の確保を一定程度実現し、暗号資産などの新ビジネスの創出につながりました。

産業データ連携プラットフォームでも同様の信頼確保の仕組みへの要請が高まっています。ブロックチェーン技術はまだ未成熟で、過去に多くの試みが失敗に終わっていますが、技術開発の進展により課題解消の道筋が見え始めています。データ連携の推進に際して、中央集権的な仕組みに対する代替的な選択肢を獲得するために、ブロックチェーンを活用したプラットフォームの形成を並行して進めるべきでしょう。

ブロックチェーンの産業データ連携への応用において、現状では暗号資産のような利益を生むビジネスモデルが見えていませんが、期待されるのが、資源循環管理や温室効果ガスの排出量管理など、規制対応の領域です。抜け道のない規制のためには、多様な主体がデータ連携し、改ざん不能かつ検証可能な形で記録を残すことが重要です。この点においてはパブリックブロックチェーン<sup>1</sup>と高い親和性があります。規制対応の領域での社会実装を入り口として、新たな付加価値を創出できる企業間のデータ連携を通じた新ビジネスの創出や、地域データ連携による公共サービスの高度化などに繋がる産業戦略を描くことが重要といえるでしょう。

## 潤沢でレジリエントなネットワークインフラの整備が、高度なデータ利活用を下支え

ネットワークインフラがひっ迫すれば、高度なデータ利活用は絵に描いた餅に終わってしまいます。

無線通信網では、周波数と投資の確保が最重要課題です。当社では情報爆発が進展した場合に 2040 年には全国約 200 万局の基地局を運用するために年間約 10 兆円の総コストが発生し、業界が大幅な投資不足に陥ると予測しています。そのためインフラ共用や周波数の効率利用によるコスト削減が不可欠と考えています。それでも投資が不足する場合は、無線通信網の整備の遅れや料金高騰が産業全体の機会損失を招くことがないように、コスト負担について政府と産業横断での合意形成を図る必要が生じると考えられます。欧州などでは通信網への投資に対してコンテンツ事業者等に負担を求める枠組みの是非を巡る議論が行われていますが、そうした議論も参考にしながら客観的証拠に基づく検討を進めるべきでしょう。

データセンターも情報爆発を支えるための大規模な整備が必要ですが、当社の予測では 2040 年に自然体では通信産業の電力消費が約 73 テラワット時(2020 年の約 9 倍)に達します。カーボンニュートラル達成への悪影響を避けるため、半導体の省電力化や冷却技術の高度化など、省エネルギー技術の開発が不可欠です。またデータセンターの整備においては、国内分散配置を進めることで紛争や災害等へのレジリエンスを高め、再生可能エネルギーの地産地消に貢献することが可能となります。2040 年に地産地消型のデータが約 7 割に達するなど、情報爆発のもたらすデータ需要の構造変化を先取りし、データセンター分散整備の新たな最適解を政府・産業界が導いていく必要があります。

## 2つの基盤整備で潤沢で信頼あるデータ流通を実現し、産業競争力の向上を

生成 AI やメタバースなど革新的なサービスが社会に浸透すればするほど、それらサービスを支えるデータの信頼性が問われることとなります。多様な主体間での信頼あるデータ流通を支えるプラットフォームがなければ、革新的なサービスの普及や、データ連携による付加価値の創出は停滞してしまうでしょう。また、企業や消費者が革新的サービスに必要な大量データを存分に流通させ消費するためには、安価で潤沢なネットワークが供給されなければなりません。

本稿で述べた新たなデータ連携プラットフォームとネットワークインフラの 2 つの基盤整備による潤沢で信頼あるデータ流通の確保を通じて、生成 AI 時代の一步進んだデータ利活用が後押しされることで、今後の日本の産業競争力向上にも寄与すると考えられます。

---

<sup>1</sup> 特定の管理責任者を置かず、誰もが許諾なし（パーミッションレス）で参加可能なブロックチェーンのこと。

# 目次

<b>1. 2030年代のデータ利活用社会とミッシングピース</b> .....	<b>2</b>
1.1. データ利活用で加速する情報爆発の姿 .....	2
1.2. データ利活用実現のミッシングピース .....	5
<b>2. データ連携プラットフォームの将来像と実現策</b> .....	<b>8</b>
2.1. データ連携プラットフォームの現状と課題 .....	8
2.2. 分散協調型・非中央集権的なデータ連携プラットフォーム .....	9
2.3. 分散型データ連携プラットフォームの実装シナリオと課題 .....	12
<b>3. ネットワークインフラの将来像と実現策</b> .....	<b>16</b>
3.1. 無線通信網 .....	16
3.2. データセンター .....	20
コラム:新たなユースケースの創出に向けたテストベッドの検討 .....	24
<b>4. 新たな情報通信基盤の確保に向けて</b> .....	<b>26</b>

# 第1章

# 2030年代のデータ利活用

# 社会とミッシングピース

---

# 1. 2030年代のデータ利活用社会とミッシングピース

国際経営開発研究所(IMD)公表する世界競争力ランキング(2023)で日本は35位と過去最低を更新した<sup>2</sup>。競争力の回復のためには企業が生産性を高めるだけでなく、新たなビジネスやサービスで付加価値を創出する必要がある。成否を分けるのがデータ利活用の巧拙だ。

本章では、高度なデータ利活用が実現された場合の社会におけるデータ利活用の姿(本稿では「情報爆発」と呼ぶ)について定量的な分析を行う。その上で、情報爆発を現実のものとする上でのミッシングピースを特定し、2章以降の課題解決策の提言への入り口としたい。

## 1.1. データ利活用で加速する情報爆発の姿

生成AIやBeyond 5G<sup>3</sup>の登場で、既存のデジタル技術活用の高度化に加え、新たなユースケースの登場が期待されている。社会・産業・個人の各レベルでこれまで以上にデジタル技術の活用が進み、デジタルとリアル空間の融合が一層進展することが予想される。

図表 1-1 に期待される主なユースケースを示した。デジタルツインや自動運転のように、すでに取り組みが進み始めている事例もある。ロボットやアバターと人の協業やライフログの活用などが普及するには技術進展や社会受容が必要だが、萌芽事例は生まれつつある。

例えば、サービス業ではAIを活用したロボットやアバターによる接客や配膳サポートなどの導入が進みつつあり、労働力の一部を補完している。今後より産業や業種に特化した高度なスマートロボット/アバターが登場し、人との協働が進むだろう。生成AIはカメラ映像等の大規模なデータを学習するだけでなく、その推論時に大量のデータを生産する。データ流通量はこれまで以上に爆発的に増加することが予想される。

ライフログデータの活用では、バイタルデータ等を活用した健康支援サービス、業務履歴をまるごと記録するサービスなどが登場している<sup>4</sup>。今後は、スマートグラスやセンサーの高度化により、より個人に最適化された支援サービスが登場するだろう。

図表 1-1 Beyond 5G や生成 AI の登場で期待される主なユースケース

ユースケース	概要	期待される効果
【社会】 都市・社会の デジタルツイン	<ul style="list-style-type: none"><li>多数のセンサーデータをもとにリアルタイムで収集</li><li>都市マネジメントで活用</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>エネルギー需給調整等の効率運用</li><li>災害時の誘導など都市の安全性向上</li></ul>
【社会・産業】 自動車・ドローンの 自動運転	<ul style="list-style-type: none"><li>B5Gの超低遅延・超多数接続の特徴などを活用し機器を一括制御、安全性の高い自動運転が実現</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>輸送分野等の人手不足の解消</li><li>ドローンを活用したインフラの遠隔・自動点検等</li></ul>
【産業】 生成AIを活用した ロボット/アバターと 人の協業	<ul style="list-style-type: none"><li>製造業や接客等のサービス業でスマートロボット・サービスアバターの活用が進展</li><li>産業用途に合わせた多様な生成AIが登場し、労働力を補完する形での利用が進展</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>労働力人口減少のマイナス影響の緩和、生産性の向上</li><li>多様な生成AIの登場による、生成AI間の競争</li></ul>
【産業・個人】 ライフログの活用	<ul style="list-style-type: none"><li>スマートグラス等のデバイスを活用し、生体情報や視覚情報を日々収集・蓄積(ライフログ)</li><li>ライフログと生成AIを組み合わせることにより、パーソナライズされた生成AIが登場</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>個々人に最適化されたサービス提供による満足度や生産性の向上</li></ul>

出所:各種資料等をもとに三菱総合研究所作成

<sup>2</sup> デジタル競争力に特化した「世界デジタル競争力ランキング」では29位(2022)。

<sup>3</sup> 現行の5G(第5世代)の次世代の無線通信規格で、2030年頃の商用化が期待されている。

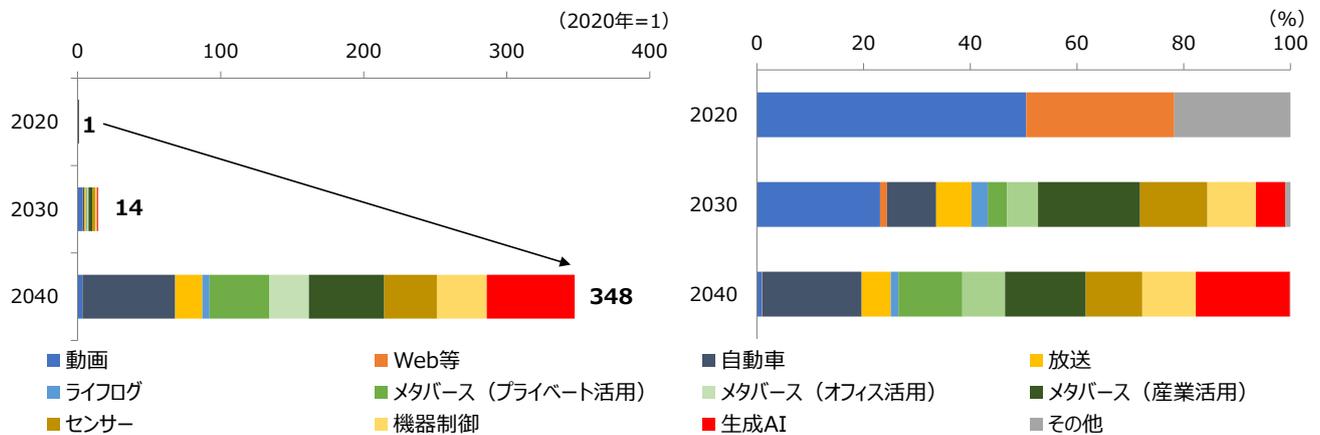
<sup>4</sup> 例えばRewind AI社が提供するRewindなど。

## 情報爆発モデルを活用した試算: 2040 年には 2020 年比で約 348 倍に増加

当社では情報爆発の社会への影響を定量的に分析するため、情報爆発モデルを開発した<sup>5</sup>。本モデルは、100 を超える産業別のユースケースの積み上げにより作成している点の特徴である。

生成 AI の影響<sup>6</sup>の反映等を行った結果、2020 年比で 2030 年には約 14 倍、2040 年には約 348 倍のトラフィックが発生する結果となった(図表 1-2)<sup>7,8</sup>。

図表 1-2 情報爆発モデル試算結果(ユースケース別)



注:メタバースには VR や AR、デジタルツインなどを含む。

出所:三菱総合研究所

トラフィックの量だけでなく種類も大きく変化する。2030 年時点では動画や SNS、Web 閲覧等の下りトラフィックが一定程度のシェアを占めるが、2040 年にかけては自動運転やメタバース、ドローン等の遠隔制御など、低遅延かつリアルタイムの双方向トラフィックが増加すると予想される。

新たなユースケースの登場はトラフィックの発生構造も大きく変える。現状のトラフィックは東京・大阪で集中処理し海外と接続するものが大半である。2040 年時点では多様な産業、地域からトラフィックが発生することが想定される(図表 1-3)。自動運転、工場や農場内の機器制御、教育や医療、観光分野など地域でのデータ利活用が進展することで、トラフィック発生は面的に拡大するだろう。

<sup>5</sup> モデルの概要等については、三菱総合研究所「Beyond 5G 時代の分散型成長を実現する方策を提言—デジタル経済圏の健全な発展に向けて—」を参照。 <https://www.mri.co.jp/knowledge/insight/20220930.html>

<sup>6</sup> 生成 AI を活用したユースケースとして以下の 4 類型を想定(括弧内は主なデータトラフィック)。

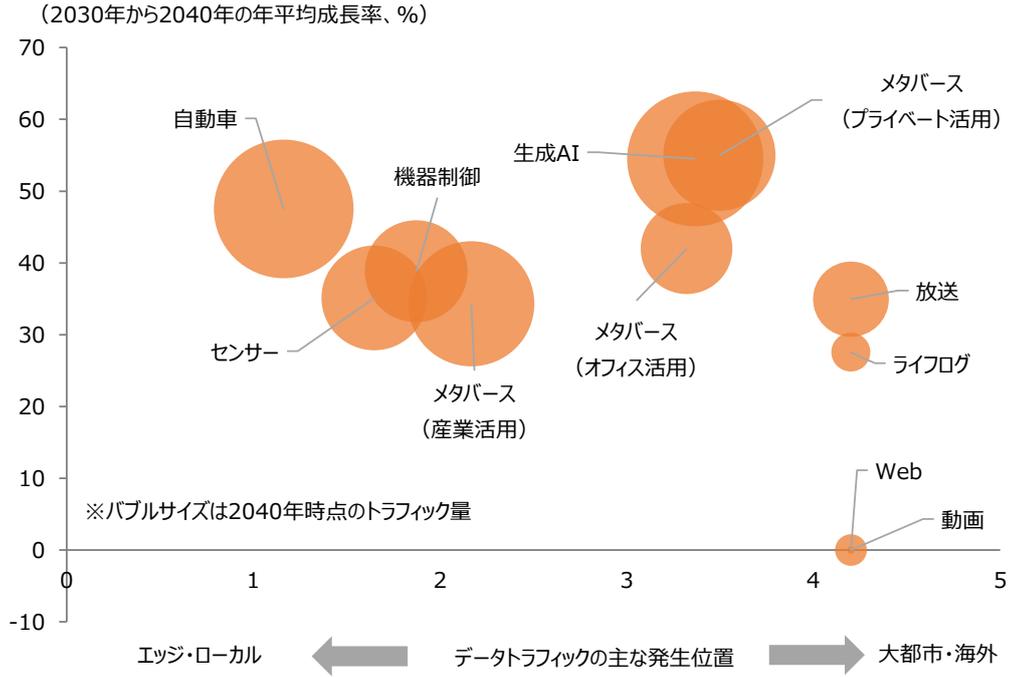
- ① 対話型生成 AI(学習のための Web サイトなどのクローリング)
- ② メディア生成型 AI(一般消費者による画像・映像等コンテンツを作成とアップロード)
- ③ パーソナルアシスタント型生成 AI(個人のライフログデータを含む多様なデータをもとに学習)
- ④ スマートロボット/サービスアバター(サービス提供時の映像・音声等を記録・学習)

<sup>7</sup> インフラの供給制約もなく、技術革新によりすべてのユースケースの利用が拡大する「情報爆発シナリオ」の想定。昨年度の推計では 309 倍としていたが、生成 AI の普及等を勘案し上方修正した。

<sup>8</sup> トラフィック量の長期予測の事例としては、例えば英国通信庁(Ofcom)の 2035 年までのモバイルトラフィックの推計がある。低成長シナリオでは、2021 年と比較し 2035 年は約 19 倍、高成長シナリオでは 540 倍と試算している。Ofcom の推計は、年平均成長率をもとに将来推計を実施している。

Ofcom(2022) “Mobile networks and spectrum Meeting future demand for mobile data”, discussion paper, [https://www.ofcom.org.uk/\\_data/assets/pdf\\_file/0017/232082/mobile-spectrum-demand-discussion-paper.pdf](https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0017/232082/mobile-spectrum-demand-discussion-paper.pdf)

図表 1-3 情報爆発モデル試算結果(ユースケースとデータの発生位置)



注:横軸は 5 段階で数値化しトラフィックで加重平均。「①構内」はローカル B5G・プライベートネットワークなど、「②地域内」は市内通話区域相当、「③地方」は都道府県相当、「④全国」は東京・大阪経由、「⑤海外」は国際。

出所:三菱総合研究所

多様な産業、地域でデータ利活用が進展することによる経済効果も期待される<sup>9</sup>。総務省の「デジタル変革時代の電波政策懇談会」では、日本で 5G の普及が全産業の生産性向上等に及んだ場合の GDP 押し上げ効果を 2035 年時点で 44 兆円と算出している<sup>10</sup>。データ利活用を新ビジネスの創出につなげられれば、創出価値はさらに大きなものとなる可能性がある。

<sup>9</sup> 近年、欧米先進国では IT 産業が GDP を牽引してきた。2002 年から 18 年の IT 産業と GDP 全体の成長率は、米国 3.3 倍/1.9 倍、ドイツ 3.1 倍/1.9 倍、フランス 2.3 倍/1.9 倍、英国 2.1 倍/1.6 倍。一方、日本は 1.3 倍/1.2 倍であり、IT 産業の成長の弱さが目立つ。(データの出所は GDP:IMF、IT 産業付加価値:米国 NSF)

<sup>10</sup> 5G 活用による全産業における追加の生産性向上、投資促進効果の波及を見込んだ「成長シナリオ」と「ベースラインシナリオ」の差分。[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000894450.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000894450.pdf)

## 1.2. データ利活用実現のミッシングピース

データの流通と利活用を促進することが、デジタル社会の発展に直結する。1.1 章では、情報爆発が実現すれば 2040 年のデータ流通量が 2020 年の 348 倍に達することを示した。

デジタル社会におけるデータ利活用の構造は、ネットワークインフラ<sup>11</sup>、データ連携プラットフォーム<sup>12</sup>、応用サービスの三階層に整理できる(図表 1-4)。1.1 章で示した情報爆発の姿は、応用サービスの潜在需要、いわば理想形を推計したものである。これを顕在化させるためには、応用サービスの開発はもちろんのこと、サービス開発・提供の基盤となるデータ連携プラットフォームとネットワークインフラを整備する必要がある。2030 年代を見通すとその整備は十分ではなく、「信頼してデータを預けられるプラットフォーム」「潤沢で安価なインフラ」の不在がデータ利活用の阻害要因となる可能性がある。これらは基盤的・公共的な性質が強いことから、官民を巻き込んだ戦略的な対応が必要となる。

図表 1-4 デジタル社会におけるデータ利活用の構造とミッシングピース



出所:三菱総合研究所

### 1.2.1. データ連携プラットフォームの課題

データ連携プラットフォームの階層では、検索や SNS など消費者向けのビジネスで、米国事業者を中心とする巨大プラットフォームの寡占に対する消費者の懸念が高まっている。例えば大量に収集されるデータが、消費者の管理の及ばないところで利用されることへの不安がある。生体情報など機微データを任せるとなれば尚更だろう。少数の営利事業者がデータ利活用の基幹機能やデータ<sup>13</sup>が集約することは、デジタル社会の重大なリスクとなりうる。

一方、サプライチェーン上でのデータ流通などの産業用途では、幅広い主体が参加できるオープンなプラットフォームの形成は遅れている。産業用途では、消費者向け以上に特定事業者へのデータ集中への懸念が強い。結果として企業間のデータ連携は、系列内などの限られた範囲にとどまる場合が多い。

データ連携プラットフォームの課題は、消費者向けでは特定プラットフォームへの集中への懸念という形で、また産業向けではプラットフォーム形成の遅れという形で、それぞれ顕在化している。

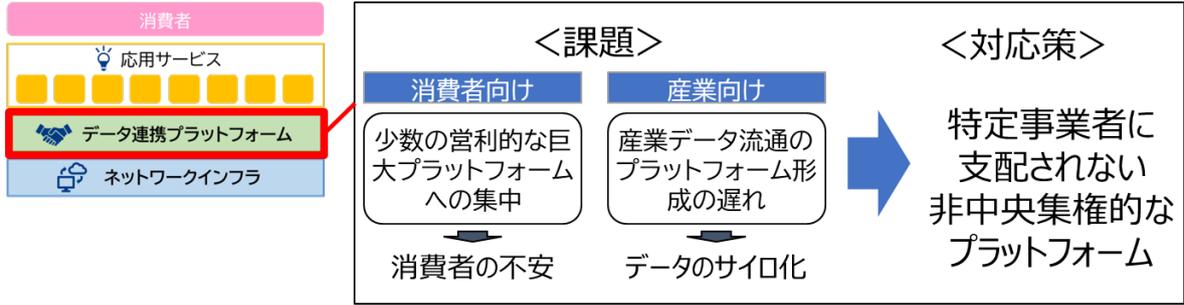
プラットフォームに幅広い参加者が安心して参加できるようにするためには、データや権限を過度に集中させない仕組みが必要だ。そのためには、非中央集権的な信頼確保の仕組みを有するデータ連携プラットフォームを実装するのが理想である(図表 1-5)。具体案は 2 章で詳述する。

<sup>11</sup> 有線・無線の通信ネットワークやデータセンターなど、データの流通、蓄積、計算を担う設備や装置を指す。基地局、光ファイバー回線、伝送装置、サーバ、ストレージなどが該当する。

<sup>12</sup> 異なる主体間でデータを連携するための共通基盤を指す。データの管理・分析機能や、複数主体間でのデータ流通に係る基礎的機能(認証、交換、検証など)、応用機能(プログラム実行環境など)を有すると想定される。

<sup>13</sup> 同じプラットフォームに集う他の利用者との間の人間関係、取引や行動の履歴、個人や法人の信用なども含まれる。これらのデータはプラットフォーム間での移管が容易ではないという特徴がある。

図表 1-5 データ連携プラットフォーム領域の課題と対応策



出所:三菱総合研究所

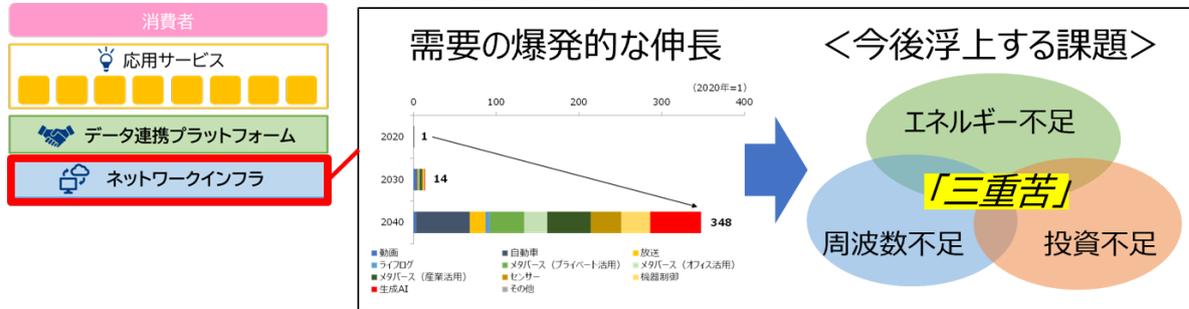
### 1.2.2. ネットワークインフラの課題

データ連携プラットフォームを活用したデータの大量流通を進める上で土台となるのが、安価で潤沢なネットワークインフラである。主役となるのは無線通信網とデータセンターだ。

長年にわたり、日本のブロードバンドやモバイルなどのネットワークインフラは世界最高水準を誇ってきた。しかし近年では課題が顕在化しつつある。情報を伝達する神経系にあたる通信網では、2022年7月から2023年4月までの8カ月間で7件の「重大事故」が発生し<sup>14</sup>、緊急通報や物流、金融サービスに影響が波及した。またデータセンターについても、東京圏への集中や災害等に備えたレジリエンスの確保が課題となっている<sup>15</sup>。今後社会の重要サービスを託する上では、冗長性や地域分散性等を十分に考慮した信頼性の高い公衆インフラの確保が求められている。

2030年代までを展望すれば、新たな課題も生じる。1.1章で述べたとおり、2040年の日本の潜在的な総データトラフィックは2020年の348倍、1年あたり83ゼタバイト<sup>16</sup>に達する。しかし、ネットワークインフラを構築するリソースは十分ではない。とりわけ不足するのは「周波数」「エネルギー」「投資」の3つだ。この「三重苦」によって日本のネットワークインフラは致命的な供給不足に陥る可能性がある(図表 1-6)。この点については、定量的な分析や解決策を含め、3章で詳述する。

図表 1-6 ネットワークインフラ領域の環境変化で浮上する課題



出所:三菱総合研究所

<sup>14</sup> 「電気通信事業法施行規則等の一部改正について」(2023年5月26日), 総務省,  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000882533.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000882533.pdf)

<sup>15</sup> 「デジタルインフラ(DC等)整備に関する有識者会合中間とりまとめ 2.0」(2023年5月), 経済産業省・総務省,  
[https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/joho/conference/digital\\_infrastructure/0006/torimatome2\\_01.pdf](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/digital_infrastructure/0006/torimatome2_01.pdf)

<sup>16</sup> 1ゼタバイトは1兆ギガバイトに相当。

# 第2章 データ連携プラットフォームの 将来像と実現策

---

## 2. データ連携プラットフォームの将来像と実現策<sup>17</sup>

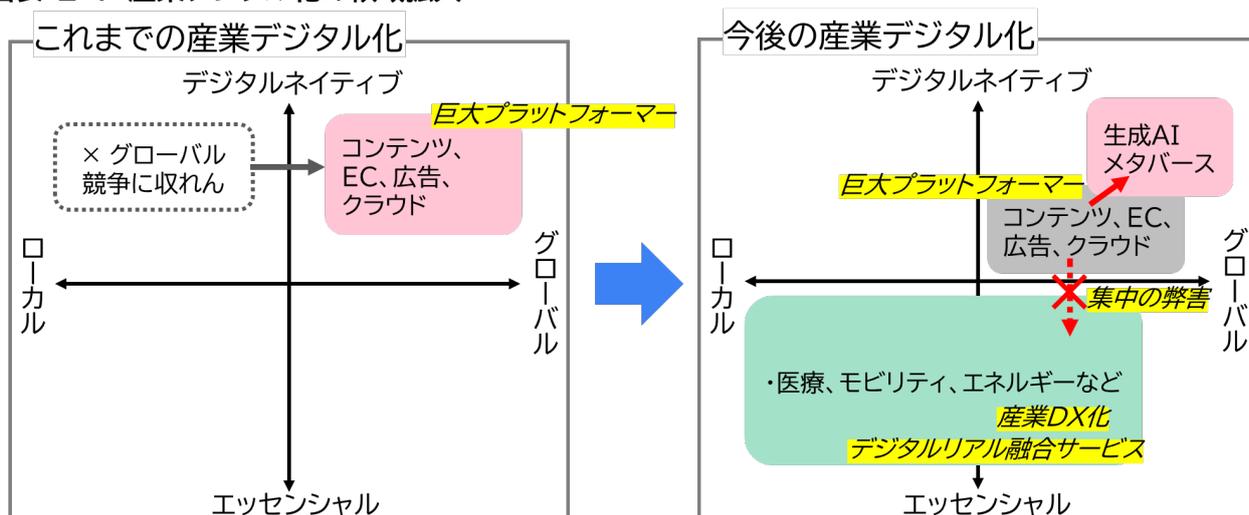
### 2.1. データ連携プラットフォームの現状と課題

デジタル経済はデータをエネルギーとして発展してきた。例えば Web 上に記録される個人の行動や購買履歴等の情報を解析することで、サービスのパーソナライゼーションが実現し、大きな付加価値を創出した。データは集積・解析によってその利用価値が高まる<sup>18</sup>ため、クラウドコンピューティングやデータ解析技術を活用しデータを大量に集積・解析するための環境が整備されていった。

一方で、業界構造に目を向ければ、巨大プラットフォームにデータが集中することで、寡占的な構造が生まれた。便利さの半面で、ガバナンスの不透明さやデータ主権の不在、単一障害点<sup>19</sup>の存在への懸念は強まっている。データを起点としたビジネスには規模の経済・範囲の経済<sup>20</sup>が働き勝者総取りとなりやすいが、その管理のあり方に不透明性が生じてしまう。こうした状況に対して各国で規制強化の動きがあるが、多くは対症療法による「いたちごっこ」の様相を呈している。

今後、情報爆発によりデータの範囲や用途は急速に広がる。デジタルネイティブな領域ではメタバースや生成 AI 等の新産業が巨大プラットフォームを中心にグローバルに伸長し、用いられるデータは一層広範なものになる。これまでデジタル化が十分でなかったエッセンシャル領域(医療やモビリティ、エネルギーなど)でも、ローカルからグローバルまでさまざまな地域単位で、産業 DX の進展やデジタルリアル融合サービスの開花が期待される(図表 2-1)。

図表 2-1 産業デジタル化の領域拡大



注: デジタルネイティブとは、サービスの主要部分をデジタル空間で完結させることのできる検索、SNS、動画配信などの産業を指す。エッセンシャルとは、サービスの主要部分がリアル空間における対面サービス等に依存する産業を指す。

出所: 三菱総合研究所

エッセンシャル産業でのデータ利活用への期待は大きいですが、現状では企業間・業種間のデータ連携は本格的には進んでいない。多くの重要データはサイロ化したままで、企業や産業を超えたデータ連携は限定的だ。連携のためにはプラットフォームに自社データを拠出するのが近道だが、他社の管理運営するプラットフォームにデータを丸投げするのはリスクが高い。特定の事業者への依存度が低く、透明性の高いガバナンスを持ち、データ保有主体が所有権や制御権を留保できるようなプラットフォームを整備することで、企業や個人が安心してデータを拠出し共有できるようにする必要がある。

<sup>17</sup> 本章の内容はジョージタウン大学松尾真一郎研究教授と三菱総合研究所の共同研究に基づく。

<sup>18</sup> 公正取引委員会, “データ市場に係る競争政策に関する検討会 報告書(概要)”, [https://www.jftc.go.jp/houdou/pressrelease/2021/jun/210625\\_12\\_page\\_outline.pdf](https://www.jftc.go.jp/houdou/pressrelease/2021/jun/210625_12_page_outline.pdf)

<sup>19</sup> 当該箇所に障害が発生する関連するシステム全体が停止してしまう箇所のこと

<sup>20</sup> 規模の経済とは、事業規模が大きくなればなるほど競争優位性を得ること。範囲の経済とは、複数事業展開下で経営資源を一元化することで競争優位性を得ること。

## 2.2. 分散協調型・非中央集権的なデータ連携プラットフォーム

2.1章で述べた課題を解消するためには、分散協調型で非中央集権的なデータ連携プラットフォームを構築することが有効な策となる。本章ではその機能や実現イメージについて説明する。

### 2.2.1. ブロックチェーン技術を活用した信頼の確保

産業データ流通の活性化を実現するためにデータ連携プラットフォームに求められる機能は、インターネットに不足している信頼の確保だ。インターネットは累次の機能追加により、認証と暗号化による一定の信頼確保<sup>21</sup>を実現してきた。しかし複数のステークホルダー間でのビジネスプロセスが信頼に足るものかどうかを保証するには、依然として機能不足である。絶対的に信頼できる中央的な管理者が存在すれば問題は解決するが、そのような管理者を想定することは現実的ではない。したがって、中央的な管理者を置かなくても信頼を確保できる仕組みへの要請がある。

また、データを異業種・異主体間で共有する場合、そのデータが機微・重要であればあるほど厳密な管理が求められる。例えば企業間取引では各社が取引データを交換する際に改ざんや偽装、欠損や不整合が生じないこと(データインテグリティ)が必要だ(図表 2-2)。企業内では ERP<sup>22</sup>がその役目を担うが、企業間取引でこれを担う仕組みは、誰もが参加可能なオープンな仕組みとしては確立されていない<sup>23</sup>。

図表 2-2 企業間取引におけるデータインテグリティ



出所:三菱総合研究所

ブロックチェーン技術の登場を契機に、インターネットに不足する信頼確保の仕組みとして、相互検証可能なプロトコルに注目が集まった。ブロックチェーンでは、中央的な管理者を置かずともトランザクションの時間順序を改ざんなく記録できる。この仕組みを活用することで、金融分野では従来のインターネットでは実現困難だった革新的なユースケース(暗号資産など)が次々に登場した。

ブロックチェーンの新たな応用分野として期待されるのが、データ連携プラットフォームとしての役割である。他社にデータを共有する場合でも、自分が選んだ相手にのみ開示したり、不当利用をトランザクション記録から検証できたりする。またイーサリアム<sup>24</sup>等ではトークン化とスマートコントラクト<sup>25</sup>を通じて企業間取引におけるデータインテグリティを実装できる。このような仕組みを活用し、企業間・業種間の信頼あるデータ共有を実現できるのではないかと期待が大きい。

EU や日本では政府主導での分散協調型のデータ連携基盤の検討が始まっている<sup>26,27</sup>。ブロックチェーン技術は現状では未成熟であり、現状でこれらの取り組みがブロックチェーンの利用を前提として構想されているわ

<sup>21</sup> 例えば SSL(Secure Sockets Layer)/TLS(Transport Layer Security)の追加により、通信相手のなりすましやデータの改ざん・盗聴を防止することができるようになった。

<sup>22</sup> Enterprise Resources Planning の略。企業の経営資源を統合的に管理する基幹システム。

<sup>23</sup> 1970年代に登場した EDI(電子データ交換)が今なお利用され、有力な代替策が登場していない。

<sup>24</sup> ブロックチェーンの最大手のひとつで、プログラム(スマートコントラクト)の実行機能を有する。

<sup>25</sup> 特定の条件が満たされた場合に決められた処理が自動的に実行されることで、契約履行管理の自動化を行うブロックチェーン上の仕組み。

<sup>26</sup> EU の GAIA-X、日本の DATA-EX や Ouranos Ecosystem(ウラノス エコシステム)など。

<sup>27</sup> 米国については、当社が 2023 年 7 月に複数の有識者と意見交換を行ったところ、EU 主導に対する反発や、政府が主導することでイノベーションが停滞したり国家監視が強まることへの警戒が多く聞かれた。

けではない。しかし将来を展望すれば親和性は高いと考えられる。

## 2.2.2. 産業データ連携プラットフォームの実装イメージ

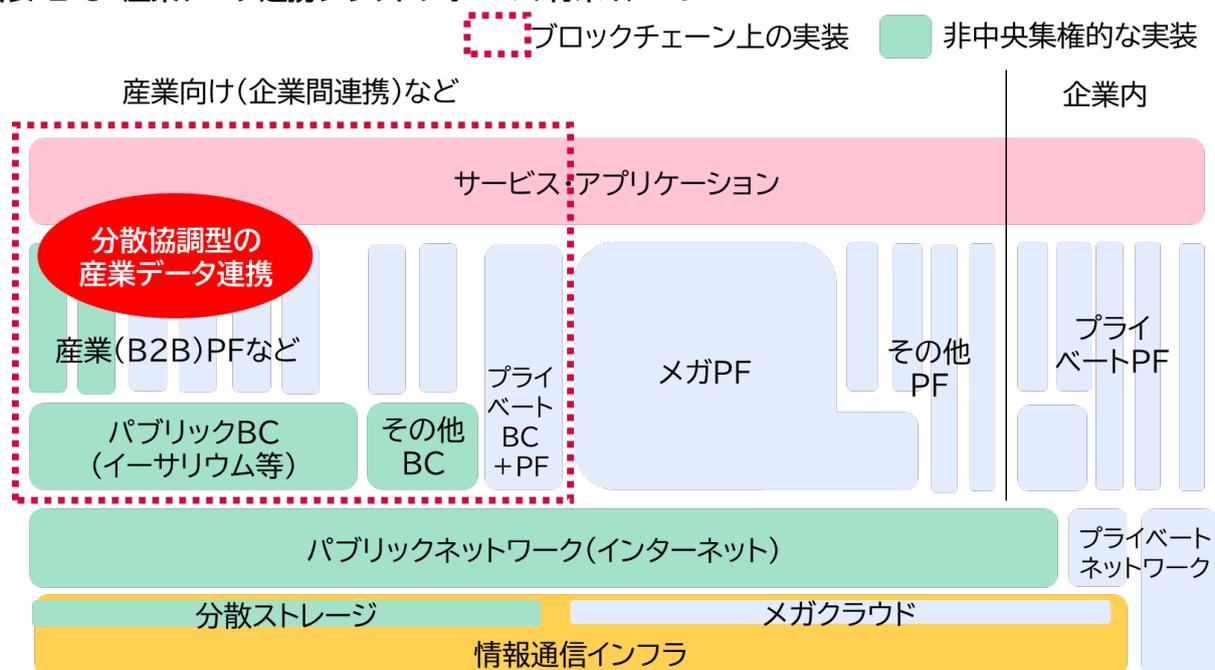
ブロックチェーンを活用した産業データ流通の取り組みの多くは頓挫してきた。理由は複合的だが、多くのプロジェクトはプライベートチェーン<sup>28</sup>を採用することで集権的な性質を帯び、幅広い参加者の獲得に失敗している。特定事業者による管理を許すのであれば、巨大プラットフォームの Web システムとガバナンスの本質は変わらない。貿易分野の TradeLens の頓挫は記憶に新しい<sup>29</sup>。

頓挫したプロジェクトがプライベートチェーンに頼らざるを得なかったのは、パブリックブロックチェーン(以下、パブリックチェーン)<sup>30</sup>にはスケーラビリティ<sup>31</sup>やプライバシー、セキュリティなど解決すべき課題が山積しているからだ。しかしこれらの解決に資する技術革新のペースは速い。

本稿では、パブリックチェーンの課題が技術進展によって十分に解決された場合(2030年代を想定)のエッセンシャル産業におけるデータ連携プラットフォームの姿を想定してみよう。

非中央集権性、オープンさ、信頼確保、データの所有権や制御権、データインテグリティなど、幅広い参加者が参加するための要件を同時に満たすための解として、インターネットにパブリックチェーンを組み合わせる形の分散協調型プラットフォームが有力だろう。増え続けるデータを分散的かつ高い秘匿性で保管する役割は、分散ストレージが担うと想定される。それらの共通基盤の上に、政府や業界、民間事業者などが産業データのエコシステムを形成していくことになる(図表 2-3、図表 2-4)。

図表 2-3 産業データ連携プラットフォームの将来イメージ



注:PF はプラットフォーム、BC はブロックチェーン、B2C はビジネス・トゥ・コンシューマの略。

出所:三菱総合研究所

<sup>28</sup> ノードを少数に絞り管理責任者を置いたパーミッション型のブロックチェーン。

<sup>29</sup> TradeLens は、5年間の運用を経て2022年に稼働停止した。IBMとMaerskが主導し、プライベートチェーンを採用していた。Maerskと競合する大手海運事業者が参加を拒むなど、参加企業拡大に難航した。

<sup>30</sup> 特定の管理責任者を置かず、誰もが自由に許諾なし(パーミッションレス)で参加可能なブロックチェーンのこと。代表例はビットコイン(bitcoin)やイーサリアム(Ethereum)など。

<sup>31</sup> 拡張性の意だが、具体的には大量のトランザクションを所定の時間内にさばくことのできる能力を指す。

図表 2-4 分散協調型の産業データ連携プラットフォームの主たる構成要素

構成要素	実装例	理由、要件等
パブリックネットワーク	インターネット	TCP/IP の非効率性などから、将来は特定産業用途などで競合するネットワークが台頭する可能性もある <sup>32</sup> 。しかし普遍的なカバレッジとオープンな性質等により、パブリックな産業データ連携プラットフォームはインターネットベースとなる可能性が高い。
パブリックブロックチェーン	イーサリアム	ビジネスプロセスの信頼担保機能を追加する技術としてブロックチェーンは最有力。今後パブリックチェーンは 1 つまたは少数の有力チェーンに収れんしていく可能性が高い <sup>33</sup> 。スケーラビリティを確保するためのさまざまな技術 <sup>34</sup> の併用が前提。
分散ストレージ	IPFS <sup>35</sup>	情報爆発で生じる大量データをすべてオンチェーンで記録することはコストや秘匿性の観点から現実的ではない。一方でメガクラウドに依存すればパブリックチェーンの非中央集権という恩恵が減損する。そのため分散ストレージの併用が現実解となろう <sup>36</sup> 。

出所:三菱総合研究所

インターネットは独占的だが、同時に非中央集権的であるという特徴を持つ。独占的であることによって規模の経済等に起因する便益を経済全体としては享受しつつ、非中央集権的であることによってその便益を特定の国家や事業者に支配させないことが可能となる。パブリックチェーンも将来 1 つまたは少数の有力チェーンに収れんすることを通じて、類似の特性を獲得することができよう。

パブリックチェーンは信頼あるデータ流通のための機能を提供するが、単独で完結するわけではない。パブリックチェーンを活用したデータエコシステム<sup>37</sup>の形成が必要であり、それが現行の巨大プラットフォームと類似した寡占的な性質を帯びることもありうる。

それでも重要機能の多くがパブリックチェーン上で基盤化・共通化されていれば、エコシステムの支配者が自由にできる範囲は大幅に制約される。不透明なガバナンスや単一障害点について社会が負うリスクは、パブリックチェーンを利用しない場合と比べて大幅に軽減される。それこそがパブリックチェーンを活用することの最大の意義であると考えられる。

<sup>32</sup> 例えば NTT の提唱する将来ネットワーク構想 (IOWN) では、特定主体間や特定用途の通信では、TCP/IP を使わずにより効率的なプロトコルで通信を行うことを視野に入れている。

<sup>33</sup> 現状では最大の開発者コミュニティを擁するイーサリアムが最有力候補である。暗号資産などの分野では複数のパブリックブロックチェーンが乱立しながら一定の相互運用性を確立するシナリオも想定される。

<sup>34</sup> シャーディング、サイドチェーン、ロールアップ、セカンドレイヤーなどさまざまな手法が開発されている。

<sup>35</sup> InterPlanetary File System の略。Protocol Labs が開発する分散ストレージのプロトコルおよびファイルシステム。

<sup>36</sup> 分散ストレージの商用実装として Arweave や Filecoin (IPFS ベース) などがある。

<sup>37</sup> エコシステムの中では現実世界とブロックチェーンを接続するさまざまな機能の実装が求められる。例えば、主体やデータの真正性の確認、スマートコントラクトに与えるデータの監査、トークン化された資産と現実資産の連動管理、不正行為に対する法執行、ステークホルダー間の利益配分、利用者保護などが必要とされよう。暗号資産や NFT (非代替性トークン) の場合には、主として中央集権的な取引所 (CEX; Central Exchange) がこれら役割を担っている。

## 2.3. 分散型データ連携プラットフォームの実装シナリオと課題

分散型データ連携プラットフォームの実装は、先行する金融分野を除けば、まだ端緒についたばかりである。普及のためには牽引するユースケースが必要だ。当社では非金融分野での普及に向けた4つのシナリオを想定した(図表 2-5)。

図表 2-5 分散型データ連携プラットフォームの普及に向けた4つのシナリオ

No	領域	ユースケース	発展シナリオ	萌芽事例	主な課題
1	B2C	分散型 ID とデジタルウォレット	個人が資産・価値・情報をデジタルウォレットで自主管理	オープンバッジ (日本、スキル証明)	ハッキング対策、収益モデル
2	B2B	環境・資源循環等の規制対応	温室効果ガス排出や循環経済にかかる規制遵守のためのデータ管理	MediLedger (米国・医薬品分野)	コスト、スケラビリティ
3	B2B	産業データ流通、企業DXへの活用	商取引・契約の自動化と費用削減	TradeLens (貿易分野)	秘匿性の確保
4	B2B	地域における付加価値創出	異分野データの掛け算等によるサービス高度化、新たな価値創出	—	収益モデル、分配モデル

出所:三菱総合研究所

### B2C 領域

日常サービスやコミュニケーションなど消費者向けサービスでは、活発なデータ利活用が実現されている。しかし利用者のアイデンティティ(ID)を含むデータ管理は巨大プラットフォームにいわば丸投げしている。利用者自身が能動的にデータを管理したり、外部から運用の適正さを検証したりすることが難しい。

現状ではこれは大きな問題とはなっていない。しかし、AI等を活用したデータ利活用がさらに進み、例えば生活履歴を学習した個人秘書に重要な判断を依存したり、資産やバイタルデータなど大事な情報の管理を託すとなれば、利用者にとってガバナンスの不透明な事業者依存するリスクは看過できないものとなる。逆に事業者の立場からも、機微データの管理コストや漏洩時の賠償リスクが増大するため、データを事業者が管理せずにサービス提供を行う選択肢が必要とされている。

自己主権型アイデンティティ(SSI)/分散型アイデンティティ(DID)は、特定の事業者 ID やデータの管理を依存する必要がないオープンで非中央集権的なデータ管理方式として注目を集めている。EUでは同方式を採用した European Digital Identity Wallet(EUDIW)の導入が決まった。日本政府の主導するトラスト確保の枠組みである Trusted Web もユースケースとして SSI/DID に着目している<sup>38</sup>。SSI/DID はブロックチェーン技術とも親和性が高い。こうしたことから、パブリックチェーンに実装された SSI/DID が B2C 分野での分散型データ連携プラットフォームの先導的ユースケースとなることが期待される。

課題もある。SSI/DID は利用者にデータ管理の裁量を与えるが、リテラシーや手間を要求する面もある。金融資産を除けば、一般的な消費者が負担を引き受けてまで自ら管理したいと考える情報はまだ多くない。ハッキング等で資産を失うことのもリスクも重大である。現状では、消費者にも事業者にも、中央集権型モデルから移行する強いインセンティブがあるとはいえない。

現実的な普及シナリオとしては、行政サービスの利用、学歴や職歴の証明、海外での ID 提示など公的で利便性が高い分野で、スマートフォンなどにインストールしたデジタルウォレットの利用体験を広げていくことが王道だろう。知識・スキル・経験のデジタル証明を提供するオープンバッジ<sup>39</sup>におけるブロックチェーン活用はその萌芽的な事例である。初期段階での収益化は難しくとも、ウォレットが一定の普及の閾値を超えれば、幅広い産業分野で収益化の可能なサービス実装の土台となるはずだ。

<sup>38</sup> SSI/DID は法人や機械等にも適用可能であるが、主たるユースケースは個人(B2C 領域)であると考えられる。

<sup>39</sup> <https://www.openbadge.or.jp/>

## B2B 領域

### (1) 環境・資源循環等の規制対応

炭素税の導入など環境規制を適正に実装するためには、温室効果ガスの排出量やクレジットを把握し、サプライチェーンを通じて改ざんのないよう記録し追跡する必要がある。資源循環についても同様だ。欧州では 2026 年からバッテリー分野でデジタルプロダクトパスポート(DPP)が導入され、資源循環等に関する各種情報を記録し開示することが義務化される。これらの規制を支えるデータ連携プラットフォームには、多様な主体がデータ連携し、改ざん不能かつ検証可能な形で記録を残すことが重要である。また金融取引と同レベルのオープンさと厳密さが求められよう。そのため、トークンを使った排出量やクレジットの管理を行うことのできるブロックチェーン技術への期待がある。

萌芽的な事例として、米国の医薬品分野における規制対応がある。DCSCA<sup>40</sup>規制に対応して医薬品のトレーサビリティを確保するため、製薬業界はブロックチェーンを利用した MediLedger の運用を開始した。他分野では失敗例の多い業界主導型のプライベートチェーンだが、規制対応という外圧を受けて一定の普及に成功している。

環境や資源循環の分野でも、グローバルな共通基盤を構築するのはハードルが高く、国ごと・業界ごとに管理責任者を置いた個別システムが実装される蓋然性は高い。しかし本来はパブリックチェーンと親和性が高い領域であり、規制対応を最終目的ではなく産業データ流通の導火線と考えるならば、非中央集権的なパブリックチェーン上に共通基盤を構築する意義は大きい。

### (2) 産業データ流通、企業 DX への活用

個別取引を基本とする EDI(電子データ交換)から、パブリックチェーン上のマルチステークホルダーエコシステムに移行することで、産業データ流通は革命的な進化を遂げるだろう。企業内の ERP と同じ緊密さでサプライチェーンのデータを統合し、企業間取引(契約)をスマートコントラクトにより自動化することが可能になるためだ。商流の多くは自動化・最適化され、在庫も大幅に圧縮できる。企業間取引の自動化はあらゆる産業の企業に大幅な生産性向上をもたらすはずだ。

これまでのところ、B2B ウェブポータルなどの取り組みは中央集権的な性質ゆえに幅広いステークホルダーの参加を得られず頓挫してきた。2.2.2 章で取り上げた貿易分野の TradeLens が幅広い参加者の獲得に難航したのも、プライベートチェーンを採用するなど中央集権的な性格が強かったことが一因である。救世主となるはずのパブリックチェーンには、秘匿性の確保という大きな課題がある。重要な取引の条件やデータがライバルに丸見えとなるリスクがあれば企業の実用には耐えない。しかし、ゼロ知識証明<sup>41</sup>などのデータ秘匿技術の進歩や、秘匿性の高い分散ストレージとの併用などを通じて、パブリックチェーンの秘匿性は急速に改善しつつある。いずれ実用に耐えうる水準に到達し、広範な普及を促すだろう。

サプライチェーンでの取引自動化が実現した先には、同じプラットフォームを活用して、異分野の企業間データ連携による新サービス創出を見据えることができる。ただし、非中央集権的なシステムにおける利益の創出と分配は中央集権的なシステムと比べて難しいと考えられ、実現には時間を要するだろう。

### (3) 地域における付加価値創出

地域における多様なデータを組み合わせることで新たな付加価値を創出できる可能性がある。都市の 3 次元空間情報に医療、交通、通信、防災、エネルギーなど異なる産業のデータを紐づけることで、例えば自動運転バスの最適ルート探索、電力需給の動的な調整、災害時の被災者支援の最適化など、サービスの高度化や付加価値創出を実現しようという試みである。

現状では持続的な投資を正当化するほど大きな創出価値が見込めるユースケースは少ない。しかしデータの整備と集積が進み、都市のデジタルツインを構成して AI による分析・シミュレーション機能を加えれば、行政やビジネスの効果を予測するなど可能性は大きく広がるだろう。行政の観点からは、感染症対策、都市開発などさまざまな局面で、複数のプランのシミュレーションを実施し、住民の納得を得ながら政策決定を行うことができれば、

<sup>40</sup> Drug Supply Chain Security Act の略。「2013 年版医薬品の品質および安全性法」の第 2 章を指す。

<sup>41</sup> ある主張が真であることを、「真であること」以外には相手に何の情報も与えることなく証明する手法。例えば、身分証明書などの証拠を見せることなく「20 歳以上である」「日本人である」などを証明できる。

歳出削減やウェルビーイングの向上につながる。企業による都市のデジタルツイン上のトライ・アンド・エラーも容易になり、新サービスの創出に貢献するだろう。

「デジタル田園都市国家構想」の後押しもあり、数多くの自治体で公的資金によるさまざまなトライアルが行われている。自治体主導のトライアルでは非中央集権的な実装への要請は強くない場合が多く、ブロックチェーンを活用する事例は限定的<sup>42</sup>であるが、関連産業におけるデータの整備や集積、共有のための環境づくりは進みつつある。今後、規制対応や企業 DX など他のシナリオでパブリックチェーン上の基盤形成やデータの整備・集積が実現すれば、その果実に相乗りする形で、企業主導でのパブリックチェーンを活用した地域でのデータ連携が進展する可能性がある。持続的なビジネスモデル(利益の創出・分配モデル)の形成が鍵となる。

## 実現に向けたロードマップと課題

社会が中央集権的な仕組みに過度に依存せずに済むための代替的な選択肢を獲得するために、非中央集権的なデータ連携プラットフォームの形成を並行して進めるべきだろう。

実現に際して、現状では暗号資産のような「儲かる」ビジネスモデルが見えていない。そこで期待されるのが、資源循環管理や温室効果ガスの排出量管理などの規制対応の領域だ。抜け道のない規制のためには、多様な主体がデータ連携し、改ざん不能かつ検証可能な形で記録を残すことが重要である。その点でオープンなパブリックブロックチェーンとの親和性が高い。

規制対応での社会実装を入り口とする場合にも、最終的には利益を創出できる領域、すなわち企業間のデータ連携を通じた取引自動化による生産性向上や、地域のデータ連携によるサービス高度化・新ビジネス創出などに展開するロードマップを描くことが重要だ。

パブリックチェーンを用いたデータ連携プラットフォームの確立は、信頼ある生成 AI の発展にも寄与することが期待される。企業を含むデータ保有者が AI へのデータ開示条件を制御したり、AI の学習データや出力データの真正性を証明したりすることなどが可能になるためである。例えば世界中の病院から患者の画像データを収集・学習して病理の診断を行う AI において、画像データの出所を追跡する機能を用いれば、悪意ある者が偽の画像データを紛れ込ませるリスクを軽減できる。データ連携プラットフォームの選択においては、ブロックチェーンの持つこうしたメリットも十分に考慮すべきだ。

新たなデータ連携プラットフォームは本質的にグローバルなものとなる。EU 発の環境規制対応は官主導の色が濃く、日本政府はこの分野で EU との連携を深めている。一方で米国民間セクタは、ブロックチェーン技術に係る標準化やルール作り、産業応用に大きな影響力を有する。中央集権的なシステムへの代替選択肢としての分散協調システムに目配せする上で、政府および産業界は米国との連携をより強化すべきだろう。

企業を超えたデータの共有は、商流の自動化による大幅なコスト削減や、業界データ連携による生成 AI の高度化、統合デジタルツイン上でのサービス開発など、大きな価値をもたらす。企業は共有すべきデータの特定と整備を進め、データ連携の下での収益モデル・分配モデルの検討に着手すべきだ。データ連携は相手が多いほど大きな価値を生む。データ連携に係るマルチステークホルダーの取り組みに積極的に参画・貢献することが、将来のデータ連携におけるアドバンテージを生むことにつながる。

最後に、分散型データ連携プラットフォームは、集中型と比べて一般に多くのインフラ資源を消費する。インフラ資源の単位コストの低下のためには規模の拡大、すなわち情報爆発によるデータ量の圧倒的な増大が追い風となるだろう。この点については 3 章で説明する。

<sup>42</sup> 例えば福岡県飯塚市の「空家解消プラットフォームのデジタル実装」などの取り組みがある。

# 第3章 ネットワークインフラの 将来像と実現策

---

### 3. ネットワークインフラの将来像と実現策

データ連携プラットフォームを活用したデータの大量流通を進める上で土台となるのが、潤沢で信頼できるネットワークインフラである。本章では情報爆発を現実のものとするためのネットワークインフラの将来像について検討する。

Beyond 5G 時代におけるネットワークインフラの主役は、神経系にあたる無線通信網<sup>43</sup>と、頭脳にあたるデータセンターである。3.1 章と 3.2 章でそれぞれの将来像、課題と実現策を論じる。

#### 3.1. 無線通信網

##### 3.1.1. 無線通信網の目指す姿

Beyond 5G が普及すると想定される 2030 年代において、情報爆発を支えるために必要とされる無線通信網の主たる要件は図表 3-1 のとおりである。総務省の「Beyond 5G 推進戦略<sup>44</sup>」で提示されている 7 つの機能要件<sup>45</sup>に、価格や提供事業者などの市場要件を加えて再整理を行ったものである。高度な品質と包摂性を確保しながら、ユーザー料金の低廉さや選択肢を確保することが重要である。

図表 3-1 2030 年代の無線通信網に求められる要件

項目	要件
性能・品質	<ul style="list-style-type: none"><li>● 100Gbps クラスの高速通信など<sup>46</sup>、人間だけでなく機械や AI の性能をフルに引き出せる高度なサービスが利用可能である。</li><li>● データ通信の集中する地域や時間帯でも安定的なデータ通信が可能である。</li><li>● 通信障害の発生は稀で、発生した場合にも影響が狭い範囲に限定される<sup>47</sup>。</li></ul>
包摂性	<ul style="list-style-type: none"><li>● 全国どこでも合理的なレベルの公衆無線通信サービスが利用可能である。</li><li>● 海洋、上空、宇宙、人体内でも無線通信サービスが利用可能となる。</li><li>● 多様な主体がさまざまなサービス提供に周波数を有効利用できる。</li></ul>
ユーザー料金、選択肢	<ul style="list-style-type: none"><li>● 一般消費者は、現状並みの月額料金で高度サービスを利用できる。</li><li>● 消費者にとって複数の通信網事業者の選択肢が存在する。</li></ul>
カスタマイズ	<ul style="list-style-type: none"><li>● 法人向けの通信網は API<sup>48</sup>等を通じて高度機能<sup>49</sup>が開放され、利用者側で性能を柔軟にカスタマイズできる。</li></ul>

出所：各種文献に基づき三菱総合研究所作成

##### 3.1.2. 無線通信網の現状と課題

日本の ICT インフラは世界最高水準を誇ってきた。経済協力開発機構(OECD)の統計によれば、日本の「固定ブロードバンドに占める光ファイバーの割合」「モバイルブロードバンド普及率」はともに世界第 2 位となっている<sup>50</sup>。しかし、これらは NTT が公社時代から脈々と整備してきた光ファイバー網や、2000 年代～2010 年代に設営された基地局群など、専ら過去の資産に依拠している。

最新世代 5G については、新規参入の楽天モバイルを除く携帯 3 社の近年の設備投資額は年間 1.4 兆円程度で、投資は潤沢とはいえない。5G サービスの差別化が不十分なまま、需要も投資も縮小均衡に陥り、5G イン

<sup>43</sup> 本稿では無線アクセスを支える有線のバックホールやコアネットワークも含めた広義の概念とする。

<sup>44</sup> 総務省「Beyond 5G 推進戦略－6G へのロードマップ」、  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000696613.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000696613.pdf)

<sup>45</sup> 超高速、超低遅延、超多数接続、自律性、拡張性、超安全・信頼性、超低消費電力の 7 つ。

<sup>46</sup> 速度要件の他にも、0.1 ミリ秒クラス(エンドツーエンドでは 1 ミリ秒クラス)の低遅延、1 平方キロメートルあたり 1000 万個を超える大量デバイスの同時接続などの性能要件がある。

<sup>47</sup> 要件としては 99.99999%の可用性の実現など(サービス停止時間が 1 年間で 3 秒以内相当)。

<sup>48</sup> Application Programming Interface の略。ソフトウェア機能を外部から共有するための仕組み。

<sup>49</sup> 例えば、上りと下りの通信容量の割り当てを基地局ごとに動的に変更したり、エッジサーバとクラウドサーバの間でデータの振り分けや連携を行うための機能など。

<sup>50</sup> OECD, "Broadband Portal", <https://www.oecd.org/digital/broadband/broadband-statistics/>

フラが諸外国に劣後することが懸念される。

将来に目を向けるとどうか。1章で紹介した当社の情報爆発モデルによれば、2040年の日本の潜在的な総データトラフィックは2020年の348倍、1年あたり83ゼタバイトに達する。これだけのトラフィックの増加を支えるための無線通信網を構築するには、大量のリソースが必要だ。とりわけ「周波数」「エネルギー」「投資」の3つのリソースについて、不足が懸念される。この「三重苦」を放置すれば、日本のネットワークインフラは2030年代に致命的な供給不足に陥る可能性がある。本章では周波数とコストの問題を論じる（エネルギーの問題は3.2章「データセンター」で論じる）。

## 周波数

総務省の電波政策懇談会では年率1.2倍のトラフィック増を前提条件として、2030年代末の携帯電話網システムの必要帯域を約41~55ギガヘルツと見積もっている<sup>51</sup>。そうした大量の帯域を確保できるのは高周波数帯に限られる。

現在の無線通信で主に利用されている低い周波数帯の電波は減衰が少なく障害物の迂回もしやすいため、1つの基地局で広いエリアをカバーすることができる。半面、高速通信は難しい。逆に高周波数帯では高速通信を実現できるが、1つの基地局で狭い面積しかカバーできない。現行世代の5Gでも高速通信の目的で各国でミリ波帯<sup>52</sup>の活用が進められているが、エリアカバーの難しさから苦戦しているのが実態だ。ミリ波よりさらに上のサブテラヘルツ帯<sup>53</sup>となれば、さらに活用は難しい。

高周波数帯でのエリアカバーを改善するための技術開発と並行して、必要な帯域幅を抑制することでサブテラヘルツ帯などの極端な高周波数帯への依存を可能な限り小さくする対策が必要である。

## コスト

高周波数帯では電波伝搬特性によりカバーエリアの狭いスモールセル（小型基地局）となる。現行の5Gサービスにおいては、スモールセルの利用は需要密集地（駅前や商業施設など）での局所的なもので、サービスエリアを隙間なく埋め尽くすような面的カバーを行うことは想定されていない。

しかしBeyond 5Gが広く普及する2040年までを展望すると、トラフィック密度<sup>54</sup>の増加により、スモールセルの局所的な利用だけで需要を支えることは困難になる。多くの地域で面的カバーに近いレベルでのスモールセルの大量設置が必要になるだろう。

当社では、情報爆発モデルを拡張し、複数の地域区分（都市、郊外、ルーラル<sup>55</sup>）ごとに2040年までのトラフィック需要を推計し、基地局やバックホールを含む無線通信網を構成した上で、投資額や運用経費を推計した。同モデルによれば、2040年には全国約200万局の基地局が必要となる。これに伴い、通信網運用の総コスト<sup>56</sup>は自然体では年間約10兆円に達する見通しである。

通信事業者が情報爆発の下で、3.1.1章で論じた性能要件を実現する一方で、その投資負担をそのまま利用者に転嫁すれば、月あたりで現状の数倍<sup>57</sup>となるような大幅な料金上昇を招く恐れがある。

### 3.1.3. 課題解決に向けて

#### 周波数

3.1.2章で分析したとおり、情報爆発を支えるためには大量の周波数帯域確保が必要となる。ひっ迫を抑えるためには、利用効率を高めることが有効だ。具体的には、周波数の空間的な利用効率と、周波数あたり速度の向上<sup>58</sup>である。

<sup>51</sup> 総務省(2021年8月)「デジタル変革時代の電波政策懇談会報告書」。衛星通信や無線LANなどを含まない数字。

<sup>52</sup> 概ね30~300ギガヘルツの周波数帯域。

<sup>53</sup> 概ね100ギガ~1テラヘルツの周波数帯域。

<sup>54</sup> 単位面積あたりのトラフィック。

<sup>55</sup> 「都市」は東京特別区及び政令指定都市、「郊外」は市(左記除く)、「ルーラル」は町村と定義。

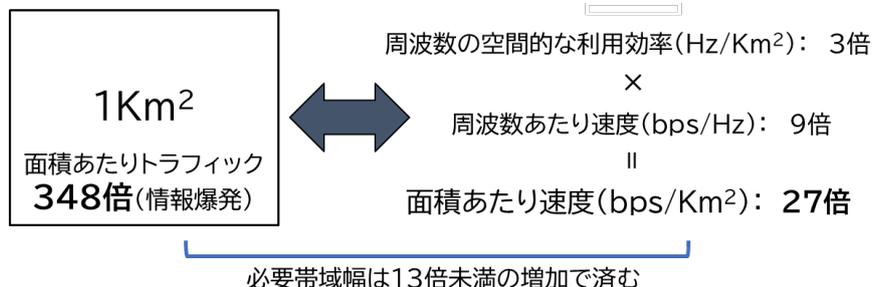
<sup>56</sup> 基地局等の主要設備に係る投資額の減価償却分に加え、固定回線のレンタルや、施設保全など運用経費を含む。

<sup>57</sup> 情報爆発モデルによる2040年の予測投資額と、現在の通信事業者の実績投資額の比較に基づく。

<sup>58</sup> 電波政策懇談会報告書(2021年8月)では、周波数利用効率は2020年度末から2025年度末までは一定、2025年度末から2039年度末まではLTEから5Gへの周波数利用効率の向上(3~4倍)と同等と想定されている。

情報爆発モデルの試算では、スモールセルの稠密配置によって周波数の空間的な利用効率(Hz/Km<sup>2</sup>)を全国平均で約 3 倍に高めることが期待される。無線通信技術の進化による周波数あたり速度(bps/Hz)の向上は、4G から 5G、5G から Beyond 5G でそれぞれ 3 倍とみれば、2020 年から 2040 年で 9 倍となる。これらの掛け算で面積あたり速度(bps/Km<sup>2</sup>)は約 27 倍となる。情報爆発で面積あたりトラフィックが 348 倍に増えたとしても、必要周波数帯の増加は 13 倍程度に抑制できることとなる(図表 3-2)。

図表 3-2 周波数の利用効率の向上による必要帯域幅の抑制



出所:三菱総合研究所

こうした周波数資源の利用効率向上を実現するための技術開発が重要である。幸い日本は、高周波数帯の活用に不可欠なアンテナ技術に加え、スモールセルの実装で重要となる光ファイバーと無線の連携技術に強みをもっている。高度なスモールセルの運用を含めた海外展開にも期待がかかる。

## コスト

「三重苦」の中で最も深刻と考えられるのがコストの問題である。品質と料金の要請を両立するためには、コスト削減・分担と新たな収入源の確保の両面で対策を検討する必要がある。

まず取り組むべきは通信業界のコスト低減だ。当社試算では、ルーラルの無線通信インフラを設備共用を通じて 4 つから 2 つに集約することで、業界全体のコストを 1 割程度削減することが見込まれる。また、衛星通信の活用で 2040 年までには最大で総コストの 2 割程度にあたる無線通信網を代替する<sup>59</sup>ことが可能となることも想定される。オープン RAN の推進<sup>60</sup>も機器価格の低減に寄与するだろう。

ネットワーク構築を通信事業者だけに任せず、社会全体で支える方策の検討も必要だ。産業用途では、ユーザー企業が免許人となって基地局を置くローカル 5G がわが国ですでに制度化されている。一般家庭もフェムトセル<sup>61</sup>などの活用促進を通じて無線通信網の拡充に寄与することが期待される。

コスト削減と並んで、追加収入の確保も重要である。応用産業と通信事業者が連携を深めることでサービスの付加価値を高め、利益をシェアするビジネスモデルの構築が期待される。高度な通信網の機能を API 化して応用産業のビジネスに組み込むなど<sup>62</sup>、さまざまな試みが始まりつつある。

以上に挙げたコスト削減・収入確保の取り組みを総動員してもなお、投資不足は避けられない可能性がある。通信産業には正の外部性、すなわち通信網を増強することによって、外部にある応用産業が便益を得る構造が存在する。通信産業単体での最適化を図ればネットワーク投資が経済全体にとって最適な水準に到達せず、経済の縮小均衡を招く恐れがある。

海外では、日本よりも早く 5G や光アクセス回線への投資不足が顕在化する中で、「公正なインフラ投資負担」の議論が進行している(図表 3-3)。具体的には、大量のトラフィックを通信網に流し込む事業者(LTGs<sup>63</sup>)などに応分のネットワーク投資負担を求める動きである。

<sup>59</sup> 2040 年においてルーラルで発生する 180Tbps 程度の地上系通信を衛星通信で代替することを想定。

<sup>60</sup> 基地局などの仕様をオープンなものとするなどで、複数のベンダーの機器を組み合わせることを可能とし、特定ベンダーへのロックインを避けることができる。O-RAN Alliance が中心となって推進。

<sup>61</sup> 通信事業者が提供する超小型の基地局。

<sup>62</sup> 例えば GSMA による「Open Gateway」構想など。https://www.gsma.com/futurenetworks/gsma-open-gateway/

<sup>63</sup> Large Traffic Generators の略。地域にもよるが Google や Netflix、Microsoft などが該当する場合が多い。

図表 3-3 諸外国における「公正なインフラ投資負担」の議論

国・地域	議論の状況
欧州	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 欧州電気通信事業者協会(ETNO)は、欧州連合(EU)域内で LTGs に年間 200 億ユーロのインフラ投資負担を義務付けることで、GDP が 720 億ユーロ、雇用が 84 万人増えるとの試算を公表<sup>64</sup>。</li> <li>● 欧州委員会は 2023 年 2 月に ICT インフラの将来に関する意見募集を開始(同年 5 月に閉切)<sup>65</sup>。応用産業による投資貢献への賛否などを問うている。</li> </ul>
米国	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 連邦通信委員会(FCC)の Brendan Carr 委員が、巨大コンテンツ事業者への ICT インフラ投資負担を求め問題提起。ブロードバンド構築を支援するユニバーサルサービス基金制度の枠内で議論が行われている<sup>66</sup>。</li> </ul>
韓国	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 通信事業者 SK ブロードバンドが Netflix にトラフィックに対する「ネットワーク使用料」の支払いを求め、法廷闘争に。2021 年 6 月の一審で SK ブロードバンドの主張を大筋で認める判決が出た(法廷闘争は継続中)。</li> </ul>

出所:各種文献に基づき三菱総合研究所作成

ただし LTGs に単純に投資負担を転嫁すればよいかというと、話はそう単純ではない。当社が 2023 年 7 月に米国の複数の関係者と意見交換を行ったところ、制度の正当性や複雑化への懸念など、数々の課題<sup>67</sup>が指摘された。これら課題のそれぞれについて客観的な分析を交えながら慎重に検討を進める必要がある。

DX や AI 利活用の進展で増大する ICT インフラ投資を誰がどう負担すべきか、地域間でどの程度のネットワーク品質の差異を許容するか、また政策介入は正当化されるのか否か。欧米で議論されている政策介入のメリットや副作用も参考にしながら、日本でも議論を開始することが望ましい。

<sup>64</sup> ETNO, “Europe’s internet ecosystem: socio-economic benefits of a fairer balance between tech giants and telecom operators”, <https://www.etno.eu/library/reports/105-EU-internet-ecosystem.html>

<sup>65</sup> European Union, “The future of the electronic communications sector and its infrastructure”, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/consultations/future-electronic-communications-sector-and-its-infrastructure>

<sup>66</sup> FCC, “FCC Reports to Congress on Future of the Universal Service Fund”, <https://www.fcc.gov/document/fcc-reports-congress-future-universal-service-fund>

<sup>67</sup> ①各業界がそれぞれ投資を行う中で通信業界だけが他業界に投資負担を求めることの正当性 ②全てのトラフィックを対等に扱うネットワーク中立性の原則に違反する疑義 ③負担を義務化した場合の制度設計の複雑化への懸念 など。

## 3.2. データセンター

### 3.2.1. データセンターの目指す姿

情報爆発を支えるデータセンターの主たる要件は図表 3-4 のとおりである。現状のメガクラウドの全盛を支えている経済合理性や運用性等の基本要件に加えて、地域分散や再生可能エネルギー(再エネ)の活用、事業者集中の解消など、複合的な社会要請に応える必要が生じるだろう。

図表 3-4 2030 年代のデータセンターに求められる要件

項目	要件
基本要件	● データセンターの処理性能、可用性、運用性、セキュリティ、価格などが、情報爆発に伴うデータの蓄積・処理を十分に賄える水準に達している。
地域分散	● データの発生地と消費地の構造に基づき効率的に分散処理することができる。 ● 地域の自治体や企業が希望すれば、データを域外流出させずに域内で保存・処理することができる(地域内での教育や医療など)
再エネ活用	● 地域のデータを当該地域の再エネを最大限活用する形で処理できる。 ● 再エネ電力供給に乏しい都市部のデータは、国内外の再エネ発電地等に動的に転送することで再エネ活用が可能となる。
事業者集中の解消	● 特定の海外メガクラウド事業者等への過度な集中が解消されている。 ● 非中央集権型のデータ管理を支える分散ストレージが利用可能である。

出所:三菱総合研究所

### 3.2.2. データセンターの現状と課題

#### 東京・大阪圏への地理的な集中

データセンターは東京・大阪に集中している。経済産業省・総務省の報告書<sup>68</sup>によると、国内のデータセンターの8割超は東京圏・大阪圏(サーバーームの床面積ベース)に立地している。

地理的な集中は、集積の生む規模の経済などのメリットがある一方、災害発生時などレジリエンス確保の観点からは課題となる。2011年の東日本大震災発生時は海底ケーブルの断線が発生したほか、基地局などの通信インフラにも被害が発生し、通信障害が生じた。首都直下型地震の発生なども想定されていることを考慮すれば、東京への過度な集中は望ましくないだろう。またデータセンターが東京・大阪圏に集中したままでは、地域に散在する再エネを有効に活用することも難しい。

#### 海外クラウド事業者への集中

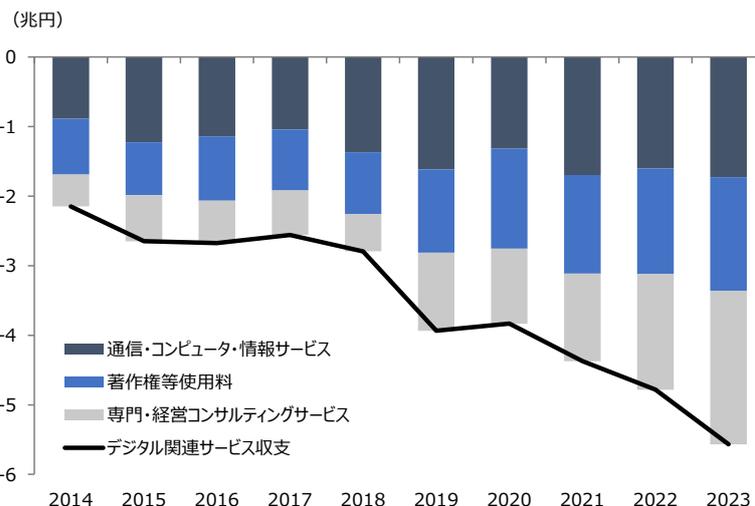
クラウドサービス分野では、海外企業、特に米国企業への依存度が高い。日本政策投資銀行の報告書<sup>69</sup>によると、2020年の国内のIaaS/PaaS市場の約7割がAWS(Amazon Web Services)等の海外のメガクラウド事業者となっている。データセンターの東京・大阪圏への集中の背景には、それら地域に集中投資するメガクラウド事業者への依存構造がある。海外企業に過度に依存することは、経済安全保障やデータ主権の観点から課題がある。

またクラウド利用料等デジタル関連サービスのサービス収支を見ると、海外への支払いが多く赤字が拡大している(図表 3-5)。デジタル関連サービスの赤字が日本のサービス収支全体の赤字拡大の一因となっており、国内の事業者の育成ができなければ、富の流出拡大が続く可能性が高い。

<sup>68</sup> 経済産業省・総務省「デジタルインフラ(DC等)整備に関する有識者会合 中間とりまとめ 2.0」

<sup>69</sup> 日本政策投資銀行「データセンター業界レポート ～データセンター業界の最新の動向～」

図表 3-5 デジタル関連のサービス収支



注:2023 年は 1-6 月期の実績をもとにした年換算。「通信・コンピュータ・情報サービス」にはクラウドサービス等の利用料が、「著作権等使用料」には OS のライセンス料が、「専門・経営コンサルティングサービス」には、ウェブサイトの広告スペース費用等が含まれる。

出所:「国際収支関連統計」より三菱総合研究所作成

### 消費電力の増大と不十分な再エネ活用

当社の情報爆発モデルによる予測では、2040 年には通信産業の電力消費<sup>70</sup>は約 73TWh(2020 年の約 9 倍)に達する<sup>71</sup>。情報爆発の達成が、カーボンニュートラルの達成の阻害要因となることが懸念される。

生成 AI の普及についても、消費電力の観点からは懸念が広がっている。AI モデルで消費される電力の大半は学習済 AI モデルを用いた推論過程で生じている<sup>72</sup>。この推論一実行あたりの消費電力は、先進的な AI モデルについては指数関数的な増加が見られ<sup>73</sup>、少なくとも 4~5 倍に増大するとの試算もある<sup>74</sup>。データセンターでの消費電力の問題が生成 AI 普及発展の足かせとなるシナリオも否定できない。

量だけでなく、質の問題もある。電力業界とデータセンター業界の双方に再エネ活用へのニーズがあるが、メガクラウド事業者では PPA<sup>75</sup>などの間接活用が多く、再エネの直接活用は極めて限定的だ。日本国内では北海道や九州で再エネ資源が豊富であるのに対し、データセンターの立地は東京や大阪に集中している。需要地と供給地が一致しないため、直接の活用が難しいのが現状だ。

### 3.2.3. 課題解決に向けて

#### データセンターの地域分散推進

データセンターの地域分散には政策支援の追い風が吹いている。22 年 6 月に閣議決定された「デジタル田園都市国家構想基本方針」では、全国各地で十数カ所の地方データセンター拠点を 5 年程度で整備する方針が示された。また、経済産業省・総務省「デジタルインフラ(DC 等)整備に関する有識者会合 中間とりまとめ 2.0」で

<sup>70</sup> ここでは「総合エネルギー統計」(資源エネルギー庁)における「通信業」の電力消費を指す。

<sup>71</sup> エネルギー効率が過去 10 年間と同じ水準(年率 1.2 倍)で向上すると見込んだ場合の推計値。

<sup>72</sup> “AI Power Consumption Exploding”(Semiconductor Engineering)によれば、AI に関わる消費電力全体の内、推論による消費電力は 70-80%以上の構成比。 <https://semiengineering.com/ai-power-consumption-exploding/>

<sup>73</sup> “Compute and Energy Consumption Trends in Deep Learning Inference”, DeepAI, 2021/9/12 <https://deepai.org/publication/compute-and-energy-consumption-trends-in-deep-learning-inference>

<sup>74</sup> “The Generative AI Race Has a Dirty Secret”, WIRED, 2023/2/10 <https://www.wired.com/story/the-generative-ai-search-race-has-a-dirty-secret/>

<sup>75</sup> Power Purchase Agreement(電力販売契約)の略。再エネの豊富な地域で調達した再エネを電力市場に売却する一方、データセンターで電力を市場から調達し、双方の量を相殺させる形で再エネを間接的に活用する方式。

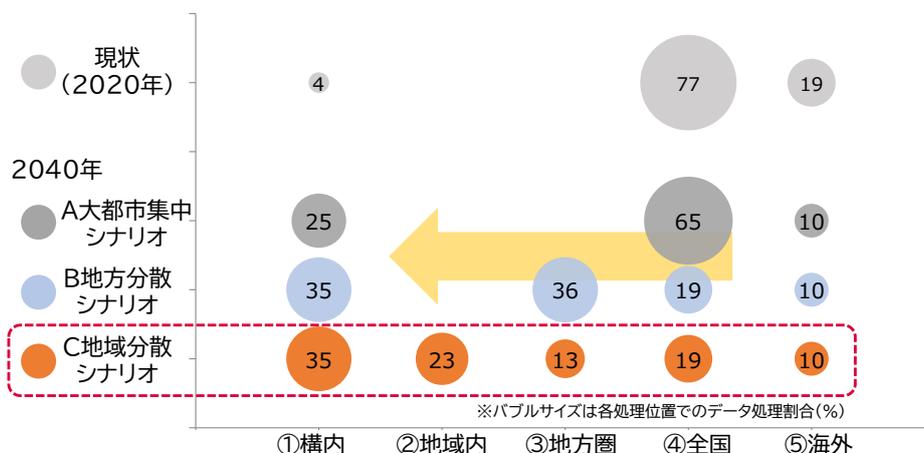
は、北海道や九州エリアで整備を検討する方針が打ち出されている。

問題となるのはデータセンター事業の持続性、つまり地方で持続的なデータ需要が発生し、運営事業者が収益性を確保できるかである。現状で地域分散が進んでいないのは、そこに懸念があるからだ。

当社の試算では、2040年に向けて地方でもデータ需要が爆発的に増加する。自動運転や医療など遅延の発生がサービス障害につながるものは、需要地近傍で処理する必要性が高まる。また、ローカルな機器制御や監視カメラ映像処理、地域内での観光や教育などのデータは東京・大阪を経由する必要がない。このような「データの地産地消型ユースケース」のトラフィックが2040年にかけて増加する。

情報爆発モデルをもとに、データの処理位置の変化を試算した結果が、図表 3-6 である。最大限に地域分散が進めば、総トラフィックの23%が「地域内」のレベル<sup>76</sup>で処理されるだろう(シナリオ C)。地域分散が「地方圏」(都道府県レベル)までにとどまると想定したシナリオ B では、地方 1 拠点当たりのデータ処理量は2020年の東京・大阪で処理しているデータ量の約 7 倍となる。規模が大きくなることで、データセンターの地域分散の阻害要因であった経済合理性の解消につながるだろう。

図表 3-6 情報爆発モデルに基づくデータ処理の地方分散化



注:①から⑤はデータ処理位置の想定であり、「①構内」はローカル B5G・プライベートネットワークなど、「②地域内」は市内通話区域相当、「③地方」は都道府県相当、「④全国」は東京・大阪、「⑤海外」は国際。

出所:三菱総合研究所

### グリーンデータセンター化

3.2.2 章で整理したとおり、消費電力量の削減と再エネの活用の 2 点が重要だ。

消費電力量の削減については、データセンターの電力効率の向上が必要となる。データの処理や保存を、いかに少ない電力で実施するか。本丸となるのは、CPU(中央演算処理装置)や GPU(画像処理装置)などの処理チップに用いられる半導体の高度化だ。例えば NTT の次世代ネットワーク構想「IOWN<sup>77</sup>」が推進する光電融合技術は、半導体のエネルギー効率を抜本的に向上させると期待されている。半導体チップ内の光化となると実用化は 2030 年代となるが、百分の一程度まで消費電力を抑制できる可能性がある。

これに加え、電力消費の多くを占める冷却技術の効率化も重要である。空冷(空気冷却)に代わり、パイプやドアに冷却水を流す水冷方式、絶縁性オイルに設備を浸す液浸方式などが注目されている。またドイツでデータセンターの排熱の一部を地域暖房等で再利用することを法律で義務付ける動きがあるなど、排熱の処理が今後のデータセンター建設の重要な要件となる可能性がある。

再エネ活用については、再エネ発電地とデータ需要地が一致しないことがハードルとなっている<sup>78</sup>。両者が一致しない場合には、再エネをデータ需要地まで送電線で運ぶか、データを再エネ発電地まで通信回線で運ぶほかない(図表 3-7)。現在はエネルギーとデータを大都市のメガクラウドに集中させているが、近年ではエネルギー

<sup>76</sup> 例えば、全国で 600 個設定されている NTT の市内通話区域に相当するエリアを想定。

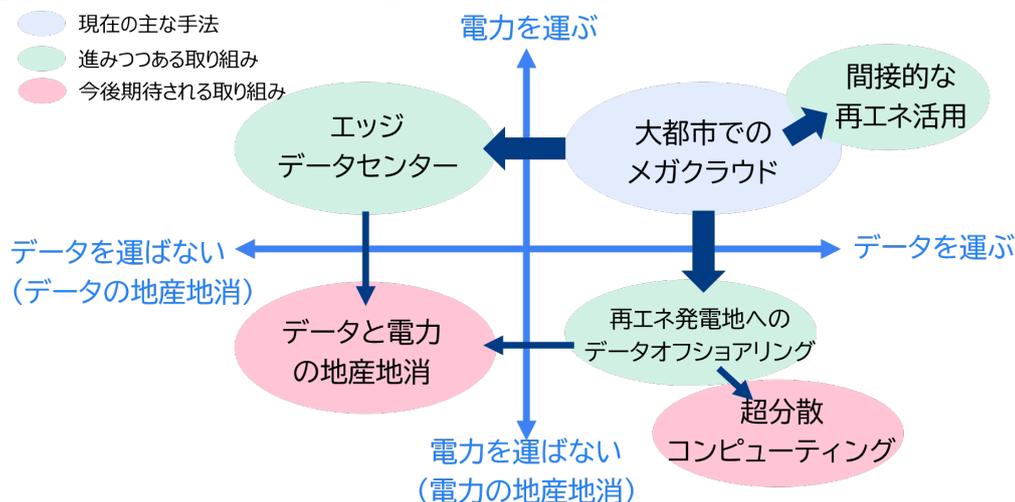
<sup>77</sup> Innovative Optical and Wireless Network の略。

<sup>78</sup> 実運用の観点からは、出力変動の激しい再エネでデータセンターを 365 日×24 時間安定稼働させるのが難しいという問題もあり、解決のためのさまざまな技術開発が行われている。

ーを運ぶ代わりにデータ運ぶことの優位性が相対的に高まりつつある。大量のシミュレーションを行うような高性能コンピューティングについては、欧州では再エネ発電地へのオフショアリング<sup>79</sup>が実用化されている。今後は分散ストレージや超分散コンピューティングなどの技術開発により、再エネ発電地でのさらなるデータ処理の進展に期待がかかる。

一方、情報爆発により地域内で処理可能なデータが増大することで、各地域でデータ処理と再エネのマッチングが進行することが予想される。ニーズに対応するため、地産地消を支えるエッジデータセンターの整備や、エッジとクラウドの連携サービスの高度化などが求められる。

図表 3-7 電力とデータのマッチングの方向性



出所:三菱総合研究所

将来的には再エネ活用のハードルが下がると期待されるものの、過渡期においては経済性や運用性の観点から利用が進まない可能性もある。再エネの活用を社会全体で推進するためには、利用側の行動変容を促進する取り組みも有効である。ユーザー企業における環境負荷低減の取り組みの一環として、利用しているデータセンターにおける再エネ比率を開示する例は増えつつある<sup>80</sup>。例えば、再エネを活用するグリーンなICTインフラを認定するなどの仕組みがあれば、こうした情報開示の透明性を高めることにつながり、プレミアム価格を払ってでも利用したいと考える企業が増えるだろう。

<sup>79</sup> 企業が業務の一部を海外に移すこと。欧州では再エネの豊富なノルウェーやアイスランドなどのデータセンターが主な移管先となっている。

<sup>80</sup> 例えば、Zホールディングスはヤフーで利用しているデータセンターの環境負荷に関する情報(再エネ比率等)を開示している。<https://www.z-holdings.co.jp/sustainability/stakeholder/19/>

## コラム:新たなユースケースの創出に向けたテストベッドの検討

情報爆発を日本の産業競争力と暮らしの豊かさにつなげるには、実効的なユースケースを据えた上で、その実現に向けたイノベーションを創出していくことが重要となる。テストベッドは、トライ&エラーを重ねた開発を可能とする場であり、日本のほか欧米でテストベッドに関する取り組みが活発化している。

当社は東京大学中尾彰宏研究室との共同研究により、Beyond 5G 時代に求められる「ラピッドイノベーションテストベッド(RITB)」を提案した(2022年9月)。本研究では RITB がイノベーション創出に資するために満たすべき要件を抽出した上、RITB を特徴づけるコンセプトを掲げ、具体像として①混然一体型丸ごとテストベッド、②多分野連携型リアル・デジタル融合テストベッドを示した(図表 3-8)。

図表 3-8 ラピッドイノベーションテストベッド(RITB)の概要

要件		
市場化を見据えて ユースケースを掲げる	技術進展に合わせて 対象を変化	多様な参加の下、 成果公表をオープンに
コンセプト		
イノベーションの 迅速性を適える	イノベーションの多様性 と包摂性を適える	
具体像		
混然一体型 丸ごとテストベッド	多分野連携型 リアル・デジタル融合テストベッド	

出所:三菱総合研究所、東京大学

先の共同研究では海外先行事例(米・英・フィンランド)へのインタビューを行い、RITB の検討の参考とした。その後の RITB の具体化に向けた研究として、国内先行事例(テストベッド及びリビングラボ)についてインタビューを行ったところ、RITB の考え方を部分的に具現化した取り組みがあることが判明した(図表 3-9)。

図表 3-9 国内先行事例のインタビュー結果概要

慶応義塾大学 SFC 研究所 デジタル ツインキャンパス ラボ	名古屋大学 TMI テストベッド	大阪大学 NEC B5G 協働研究所	東北大学病院 オープンベッドラボ
キャンパス丸ごとテストベッドを進め、その成果を分かり易く公開することで、学内の多様な研究者の参画によるイノベーション研究の孵化が期待される。	キャンパス丸ごとテストベッドを進め、多分野の学生が利用・研究を行うとともに、企業参画の敷居を低くすることで、イノベーションを担う人材の育成が期待される。	介護分野はニーズが具体的であり、市場での実装イメージも明確。当リビングラボでは具体的な開発目標を据え、AI を活用した実践的な技術の開発・実装が期待される。	医療分野では多大なニーズを抱えており、B5G 等が解決に貢献できる余地大。当テストベッドではユースケースを見据え、実践的な技術の開発、現場での展開が期待される。

出所:各所インタビューに基づき三菱総合研究所作成<sup>81</sup>

これら国内先行事例のインタビューから得られた知見として、市場を見据えたユースケースに向けては、具体的なニーズを抱える分野(例:医療、介護)と情報通信分野との連携、また、多様な参加の下での成果公表のオープン化に向けては、大学の立場(学際性・教育機能・公益等)を活用したキャンパステストベッドの取り組みを活性化することが有効と考えられる。今後も三菱総合研究所は東京大学中尾研究室とともに、関係府省・研究機関・大学・企業等との連携を深めつつ、RITB の具現化に向けて取り組んでいく。

<sup>81</sup> インタビューでは、慶応義塾大学中村修教授、名古屋大学河口信夫教授、大阪大学村田正幸教授、東北大学中川敦寛教授にご協力いただいた。

# 第4章 新たな情報通信基盤の確立に向けて

---

## 4. 新たな情報通信基盤の確保に向けて

前章までに、データ利活用の発展と情報爆発を支えるデータ連携プラットフォームとネットワークインフラの課題や対策について説明した。最後に、政策・制度、研究開発、ビジネスのそれぞれの観点から、優先的に実施すべき取り組みを提言する。

### 政策・制度

データ連携の推進に際して、中央集権的な仕組みに対する代替的な選択肢を獲得するために、非中央集権的なデータ連携プラットフォームの形成を並行して進めるべきだ。それが将来のゲームチェンジに備えることにつながる。その際にグローバル連携によりガラパゴス化を避けることが重要である。環境規制対応での EU 連携に加え、分散協調型基盤の実現に資するブロックチェーン活用で先行する米国との連携も強化すべきだ。

ネットワークインフラでは、「三重苦」問題の回避に向けた政策支援が必要とされるだろう。周波数再編を含めた有効利用の促進策、データセンターの地域分散とグリーン化を促す支援制度、インフラの社会便益を最大化するための負担の在り方などを前広に検討すべきである。

### 研究開発

分散協調型データ連携の鍵となるのはブロックチェーン技術である。ブロックチェーンの欠点であったプライバシー確保や性能向上に資する技術は日進月歩で進んでいる。注目の高まる生成 AI の信頼確保への応用などを含め、具体のユースケースでの要件を見据えた技術開発が重要だ。

ネットワークインフラでは、高周波数帯を活用するためのアンテナ技術、通信機器のオープン化(オープン RAN 等)、省エネ技術(光電融合、データセンター冷却、超分散コンピューティング等)など、日本の強みがある技術領域に集中投資すべきである。

### ビジネス

企業を超えたデータの共有は、商流の自動化による大幅なコスト削減や、業界データ連携による生成 AI の高度化、統合デジタルツイン上でのサービス開発など、大きな価値をもたらす。企業は共有すべきデータの特定と整備を進め、データ連携の下での収益モデル・分配モデルの検討に着手すべきだ。データ連携は相手が多いほど大きな価値を生む。データ連携に係るマルチステークホルダーの取り組みに積極的に参画・貢献することが、将来のデータ連携におけるアドバンテージを生むことにつながる。また、暗号資産などの金融分野で先行する技術、ビジネス、制度の検討成果を、他の産業分野に移植して展開するアプローチも有効だろう。

企業はネットワークインフラをより有機的にビジネスに組み込むことで、サービスの差別化を実現できる可能性がある。例えば、データ配信や物流などのビジネスに API を通じたネットワーク制御を連携させることでサービスを高度化できる。また、企業は再エネ活用・地産地消型のデータセンターを積極利用することでカーボンニュートラルに貢献できる。

生成 AI やメタバースが社会に浸透すればするほど、その信頼性が問われることになる。多様な主体間での信頼あるデータ流通を支えるプラットフォームがなければ、革新的なサービスの普及や、異業種間でのデータ連携による付加価値の創出は停滞してしまうだろう。また企業や消費者が心置きなくデータを流通させ活用するためには、安価で潤沢なネットワークが供給されなければならない。

本稿で述べた新たなデータ連携プラットフォームとネットワークインフラの 2 つの基盤整備による潤沢で信頼あるデータ流通の確保を通じて、生成 AI 時代の一歩進んだデータ利活用が後押しされることで、わが国の今後の産業競争力向上にも寄与するだろう。

担当者

西角直樹、下村雅彦、仙頭洋一、綿谷謙吾、木根原良樹

本件に関するお問い合わせ先

株式会社三菱総合研究所  
〒100-8141 東京都千代田区永田町二丁目10番3号

【内容に関するお問い合わせ】

政策・経済センター  
電話:03-6858-2717 メール:pecgroup@mri.co.jp

【報道機関からのお問い合わせ】

広報部  
メール:media@mri.co.jp