

産業構造審議会
商務流通情報分科会
情報経済小委員会
分散戦略WG

中間とりまとめ

平成 28 年 11 月

目次

0. はじめに

1. IoT 進展により見えてきた中期的課題

- (1) 膨大なデータとリアルタイムレスポンス要請 5
- (2) 高信頼性とセキュリティの確保、システムの柔軟性・延長性の確保 5
- (3) プライバシー保護に関する懸念とデータ利活用のバランス 6
- (4) データ寡占化によるロックインへの懸念 7

2. 新たなアプローチの登場

- (1) エッジヘビーコンピューティング・仮想化技術など、システム全体のデータ処理を最適に処理する仕組みの登場 9
- (2) 集めないビッグデータ、パーソナルデータストア、データ流通市場のアプローチ 12
- (3) ブロックチェーン技術の台頭 15
- (4) シェアリングエコノミーの幕開け 18

3. IoT 進展の先とその課題

- (1) IT システム提供事業者主導のデータ集約型構造から、データユーザー主導のデータ分散型構造へ 22
- (2) ハイブリッドなデータ流通システムの実現 25
- (3) 「信頼」の仕組みを変える新たな産業社会システムへ 31
- (4) パブリックな分散型ビジネスモデルの拡大（シェアリングエコノミー 2.0） 35

4. 情報関連産業等の戦略の方向性

- (1) 情報関連産業における最適な IT アーキテクチャ展開戦略 42
- (2) ユーザー企業等における新たなデータ協調戦略の構築 44
- (3) ユーザー主導型のビジネスモデルへの転換 45
- (4) 構造変化に対応した IoT 人材基盤 45

5. 政策の方向性

- (1) 施策の方向性の例 47
- (2) 今後検討すべき象徴的なプロジェクト例 51

6. 最後に

0. はじめに

インターネットはもともと自律分散型の自由な世界として発展し、オープンに利活用されることで、様々なイノベーションを生み出してきた。さらに、今後の IoT の進展により、あらゆる分野においてサイバー世界がリアル世界と融合して「第四次産業革命」として社会全体を変革し、データに基づく自動制御や、個別ニーズに応じてカスタマイズされたサービスの低コストでの提供など、様々な分野で新たなイノベーションが生まれることが期待されている。

それら新たなイノベーションの創出を図るため、昨年 10 月に総務省と経済産業省の支援の下、民主導により IoT 推進コンソーシアムが設立され、我が国を IoT により少子高齢化等の社会的課題を具体的に解決する「テストベッド」とすべく、様々な革新的ビジネスモデルを生み出すための環境整備が図られているところである。

また、本年 4 月には産業構造審議会新産業構造部会において中間整理として「新産業構造ビジョン」が取りまとめられ¹、官民の「羅針盤」として、第四次産業革命が我が国産業社会にもたらす変革とその対応の方向性が示されている。

一方で、ネットワークのプラットフォーム構造に着目すると、スマートフォンの普及、通信環境の高速化を契機として、グローバルなクラウドサービスの拡大とともに巨大プラットフォームへのデータ集約が進み、個人データ等に基づくサービスにおいて強いロックイン効果が生まれるという、かつては想定していなかった事態への懸念が世界的に高まっていると言える。

また、IoT の進展により様々なデータが取得され、集積されたデータの集合が個人の人格をも表す性格を帯びていくにつれ、個人のプライバシーの確保に関する懸念も高まっている。

これらの懸念により、B2C・B2B での「深い」データ流通・利活用が阻害され、それが IoT の進展自体の制約となり、本来 IoT により期待し得る便益が損なわれる恐れがある。

そうした中、こうした制約要因を変化させる可能性がある様々な技術やアプローチが続々と登場している。

具体的には、オープスタックⁱ、SDN（Software Defined Networking）ⁱⁱや NFV（Network Functions Virtualization）ⁱⁱⁱなどのストレージやネットワークなどの仮想化技術、人工知能を活用したエッジヘビーコンピューティング^{iv}やフォグコンピューティング^v、分散台帳技術であるブロックチェーン^{vi}などの技術が登場している。

¹ 産業構造審議会 新産業構造部会(第 8 回)

http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shin_sangyoukouzou/008_haifu.html

また、プライバシーへの懸念を解消する観点から、ユーザーが自らデータを管理するパーソナルデータストアや、データの可搬性を高めるデータポータビリティやユーザーからデータを預かり集約する情報銀行、非パーソナルデータも含めデータの権利関係の明確化の観点からのデータオーナーシップなどの議論の潮流が世界的に生まれてきている。

これらの新たな技術やアプローチの導入が促進されることにより、データによるロックイン効果の弊害が少ないかたちで、公正な企業間の競争が促進され、中期的にユーザー本位のデータ構造へと変化していくことが期待される。また、こうした変容の中で、わが国産業の成長機会の創出が期待され、その実現に向けて企業におけるデータ戦略も再構築される必要がある。

本 WG においては、中長期的視点に立ち、IT 企業等のサプライサイドから、IoT がどのように進化していくかという観点を踏まえつつ、ユーザー本位のデータ構造へと進化していくための新たなアーキテクチャ、ブロックチェーン、シェアリングエコノミー、プライバシー関連データに関する新たなアプローチなどについて検討を行い、これらにより中期的に実現される将来像を描き、あるべき戦略論について検討を行った。無論、その実現のための課題は少なくないが、今後の自律分散協調型の社会に向けた我が国の IoT に係る中期的戦略の検討の一つの軸となれば幸いである。

1. IoT 進展により見えてきた中期的課題

(1) 膨大なデータとリアルタイムレスポンス要請

IoT は現時点では序章に過ぎない。全てのモノ・コトがデジタル化されて起こる「データ爆発」、現実世界をデジタル制御することで求められる「リアルタイム性」「高信頼性」「データ保護」などを背景として、現行の IT 構造はさらに変化していく必要がある。

医療、ヘルスケア、介護、物流、製造、交通、インフラ、農業などのあらゆる分野にセンサー等の情報入出力デバイスが実装されることで、様々な社会ニーズにまで対応することが可能となる。それに伴いこれまでに想定されていなかったロングテール領域の様々なモノに情報入出力デバイスがセンサー等として実装されるにつれて（2020 年には現状の 100 億台から 500 億台のデバイスがネットワークに接続するとも予想されている²⁾）、そこから生み出されるデータは指数関数的に増加し、「爆発」的なものとなると予測されている。

他方、IoT により生み出されるデータは膨大なデータ量に比して「価値密度」が低い可能性が高く、これらのデータの処理の効率性・単価が問題となる。したがって、ビット当たりの単価が最適な場所で処理されることが重要となることから、クラウドだけではなく、エッジ（デバイス）側で「価値密度」を上げるためのデータ処理が重要となってくる。

また、自動運転や自動工場、ドローンなど、データによる機器の自動制御の進展に伴い、データ伝送のレイテンシー（遅延）のバラツキが問題となってくる。一般には、この遅延が少なくとも数十ミリ秒以下であることが必要となるが、遠隔地にあるクラウド処理では経由するルータ数が増加する物理的要因から、一般に数百ミリ秒単位を要するとされる。したがって、クラウドと分担・連携してシステム全体の負荷を低減することが重要となり、そのためには、主にエッジ側で処理していくことが必要となってくる。また、取得時には価値が見出されないデータであっても、データ処理能力の向上等により将来、価値が生まれる場合もあることに留意しておく必要もある。

これらの課題が解決されない場合、データのキャパシティ、データ処理コストの増加といった問題が生ずるとともに、機械制御など現実世界へフィードバックするような IoT の利活用展開が困難なものとなる。

(2) 高信頼性とセキュリティの確保、システムの柔軟性・延長性の確保

次に重要となるのが「高信頼性」である。IoT システムが進展して、重要な機器の制御等が含まれるような交通システムやインフラ管理システム、契約管理システムなど、社会全体にとって重要なインフラとなってくる場合、システム停止の社会的コストが非常に高まることとなる。この結果として、

²⁾ 出典：インテル、シスコシステムズによる予想

システム停止やデータ消失を防止するような「冗長性」が強く求められ、機能やデータが分散され、システム全体がダウンしないことが重要になってくるものと考えられる。

また、サイバーセキュリティの観点からも、扱われるデータが暗号技術等により適切に保護され、データの信頼性が確保されることが重要となってくる。また、保護のみならずデータ流通の観点からも、データ管理者の意向を反映して適切に管理されることが重要になってくる。

さらに、IoT システムが複雑化するにつれ、トップダウン型のシステム設計では、随時の機能の追加が構造上難しくなってくる。加えて、IoT の制御系システムについては、長期間に渡り運用されるものであるため、旧来型のセンサーやシステムと新しいシステムが併存する形にならざるをえず、レトロフィット性^{vii}が求められると考えられる。このため、全体最適を追求する視点は維持しつつも、ミクロな機能を有するモジュールをボトムアップで組み合わせ、あるいはこれらモジュールが自律的に連携して機能するアーキテクチャが必要となってくる。

これらの課題が解決されない場合、システム停止による社会的コストが致命的なものとなり、データに対する信頼性の欠如によるシステムの機能不全、システムの発展可能性への障害を生じせしめることになる。

(3) プライバシー保護に関する懸念とデータ利活用のバランス

IoT の進展に伴い、様々な履歴情報などの個人を巡るデータが増大し、これらのデータが結合することで個人の人格をも表す性格を帯びてくれば、個人のプライバシーが把握されることへの懸念がより一層広がることとなる。世界的にも、欧州を中心としてプライバシーの保護に関する懸念が広がっている。

一方、個人の詳細なデータの利活用により、例えば個別化医療や金融サービスなど、カスタマイズされた様々なサービスがユーザーに新たな便益をもたらす可能性がある。

我が国においては、昨年個人情報保護法が改正され、匿名加工情報制度^{viii}が創設されたところであるが、これによって統計的なビッグデータの分析には対応できても、個人の詳細な履歴情報を中長期的に集約・名寄せして「ディープデータ^{ix}」を作成し、これにより個人に最適にカスタマイズされたサービスを展開しようとしても、前述の懸念の高まりから対応が困難な状況にある。

プライバシー保護に関する懸念を解消し、個人に最適化されたカスタマイズドサービスの展開等に向けたデータ利活用を達成するためには、個人からデータの利活用の状況やメリットが「見えない」という状況を解決しつつ、データ移転に伴う漏洩リスク、データが一箇所に集中することによる攻撃されるリスク等、データ管理構造に関するリスクを低減していくことが必要となってくる。

これらの課題が解決されない場合、「ディープデータ」を利活用し、個人

に最適化されたカスタマイズドサービスを提供することが困難となる。

（４）データ寡占化によるロックインへの懸念

インターネットは、その経緯から自律分散構造をもともと前提とし、そのインフラの管理については関係者による自主的なガバナンスを土台として、民間企業による多様なイノベーションを生み出してきた。

過去には、ハードウェアである CPU とその根幹を成す OS に関して寡占的と見られる状況が生じたものの、競争領域がソフトウェア・ネットワークにより実現するサービス自体に移行するにつれて問題としては軽減され、ネットワーク全体については引き続き自主的なガバナンスが確保されてきた。

しかしながら、近年、高速回線やスマートフォンの普及、スケーラビリティの実現の必要性などを背景としてクラウド上のサービスが進展するにつれ、クラウド上にデータが集約されやすい構造となり、かつ、機械学習[※]の登場によって質の高いデータセットの確保が競争優位性を左右する状況が生じつつある。さらに、リアルとサイバーが融合する中で、リアルの世界でもデータを集約する能力を持つ事業者がサービス面でも優位になる構造が形成されつつある。

例えば、現状では一部の B2C サービスについては、位置情報を初めとして既に相当程度のデータが特定の既存事業者へ蓄積されており、それらデータの利活用により利用者に対して利便性が高いサービスを提供できる反面、これらの高いサービス品質によるロックイン効果が生じることから、今後、データを利活用した多様な競争が確保されない可能性がある。

B2B の分野でも今後様々な産業用データが取得されていくこととなるが、先行するプラットフォーマーが産業機器の稼働データなどを蓄積しつつあるなど、予断を許さない状況となっている。

こういったデータの寡占によりロックイン効果が生じる結果、適切な競争が行われず、ユーザーにとって質の高い IoT サービスが中長期的に提供されない可能性がある。また、更なるデータ集中・データの支配的地位によりデータ寡占が進展すれば、サイバーだけでなくリアルの世界においても、あらゆる財・サービスの競争環境に影響が及ぶことになる。

これらのデータ寡占は競争法の世界の問題だけではなく、様々なデータを「握られる」個人から見た場合にもプライバシーの問題が生じる可能性がある。個人が有効な選択肢を持たず、特定サービスにロックインされれば、当該個人の人格を体現する全てのデータが当該サービスの提供者に集約されることとなり、前述のようにプライバシー保護に関する懸念からディープデータの利活用が進まなくなる可能性がある。B2B においても同様に、何らかのデータを保持する事業者側から見て、当該データを提供することによって競争優位の全てを把握されてしまうのではないかと懸念から、データを必要以上に自社に囲い込んでしまい、複数事業者の連携による有益な IoT サービスが進展しなくなる懸念も出てきている。

これらの課題が解決されなければ、一部のプラットフォーマーによるロッ

クインへの懸念と、個人が「丸裸」にされることへの懸念から、適切な競争を通じた IoT の進展による利便性の確保が得られない可能性がある。国際規格の戦略的な設計等によりその対応が可能となる場合もあるが、より根本的な解決策としては、データが一部事業者に集約されやすいデータ構造自体が今後変化していく必要がある。

以上（１）から（４）までの、経済、社会、技術にまたがる４つの課題が解決されなければ、IoT 自体が「データの波」に飲み込まれ、安全性もクリアされず、プライバシーへの懸念が高まるなど、IoT システム全体として機能しないのみならず、適切な競争が確保されずに多様なサービスが生まれないといった弊害が噴出するリスクがある。IoT を促進するにあたって、こうした課題を解決していくためには、次章で述べる新たなアプローチを採用していくことが必要となる。

2. 新たなアプローチの登場

(1) エッジヘビーコンピューティング・仮想化技術など、システム全体のデータ処理を最適に処理する仕組みの登場

ディープラーニングをはじめとした人工知能の実装は、新たなビジネスモデルとして展開されつつあるが、これは現時点ではクラウド上に集約したビッグデータの機械学習・深層学習がメインであり、良質な学習データを集約することが競争上優位となるデータ集約型社会の典型的な形である。他方、IoT 時代の膨大なデータ量を見据え、価値密度に応じた最適な処理を実施する観点から、クラウドにおけるデータ処理のみならず、エッジ側でディープラーニングも活用したデータ処理を分担することで、その課題を解決しようという動きがある。

例えば、人工知能をエッジ側に実装することで、センサー等のデバイスから連続データなどの中から本当に価値のあるデータだけを抽出して上位層へ伝送する、あるいはエッジ側の人工知能で複数のセンサーで収集されたデータから状況を判断し、デバイスやアクチュエータ^{xi}に制御等の指示を出すことが可能となる。

さらに、実装された後に機械学習できる人工知能を用いれば、「現場」に近い場所で「知識」を吸収して能力を高めることが可能となる。また、エッジ側に実装された人工知能間でその「知識」を共有することで協調しながら学習ができる研究も進んでいる。

こうした下位層であるエッジ側でのデータ処理（エッジヘビーコンピューティング）を従来の上位層であるクラウドでのデータ処理と組み合わせて役割分担を図ることによって、システム全体として最適なデータ処理が可能となる。結果、非効率な計算負荷の偏りを防ぐとともに、伝送されるデータのビット単位での価値密度を高め、リアルタイムレスポンス^{xii}への対応力を向上させることができる。ここで言う最適なデータ処理とは、ケースによって、データ処理コストの低減やリアルタイムレスポンス、ボトムアップ型イノベーションなどのプライオリティに応じて変化し得るものである。例えば、スマート工場等の分野によって、エッジ側におけるデータ処理によって、「現場」の知と融合したボトムアップ型の新たなイノベーションも可能となる。

PFNのDeep-Learning基盤であるDIMoと、NTTのリアルタイム分散処理基盤であるエッジコンピューティングを組合せ、IoT Networkを構築

①情報収集・解析エンジン
Sensor-Beeによる多様な情報収集技術と、Deep-Learningを活用した情報解析技術による、故障検知や歩行者認識、危険回避などの実現

②リアルタイム処理基盤
カメラ画像や車両情報をリアルタイム/スケーラブルにDIMoで処理可能な分散エッジコンピューティング基盤技術

③高速高信頼通信
車両やRSUからの情報を高速・高信頼に伝送する無線・有線アクセス技術

④ハイブリッド通信技術
データのボリュームやリアルタイム性要求に応じた通信技術のベストミックス

低遅延通信によるリアルタイム性実現

NTT
インフラ設備

クラウド

DIMo

情報蓄積

コア網

ルータ

ルータ

エッジサーバ

分散配置によるスケーラブル通信

アクセス網

DIMo

OLT

光アクセス

基地局

LTE

カメラ画像

車両

車載カメラ

検知

路側カメラ

路側設備

RSU

DSRC

DIMo

車両

車載カメラ

検知

Preferred Infrastructure.

また、システム全体としての最適なデータ処理を実現できる別手法として、クラウドを階層に分け、中間段階のクラウド（あるいは仮想的意味でエッジも含め）をフォグと呼び、概念的にエッジ・フォグ・クラウドの三段階の役割分担で処理するという構想がフォグコンピューティングとして提唱されている。

The diagram illustrates the Fog Computing architecture. At the center is a green circle labeled "Fog Computing" with the text "ユーザに近く、クラウドからモノへと連続した分散コンピューティング、ストレージ、そしてネットワーク" (Near users, continuous distributed computing, storage, and network from cloud to things). This central hub is connected to various components:

- Top:** A globe icon with a laptop, labeled "WWW" and "簡単にアプリケーションをより多く" (Easily more applications).
- Right:** A cloud icon labeled "クラウド" and "アプリケーションやITのコスト効率の改善" (Improvement of cost efficiency of applications and IT).
- Bottom:** A row of icons representing various devices and services: a crane, a speedometer, a factory, a location pin, a mobile phone, a computer monitor, a laptop, a car, a truck, a battery, an airplane, and an ellipsis. Below these icons is the text "TCP/IP どこでもコンピュータを接続" (TCP/IP Connect computers everywhere).
- Surrounding Clouds:** Several light gray clouds labeled "フォグ" (Fog) are arranged around the central hub, representing the distributed nature of the computing.

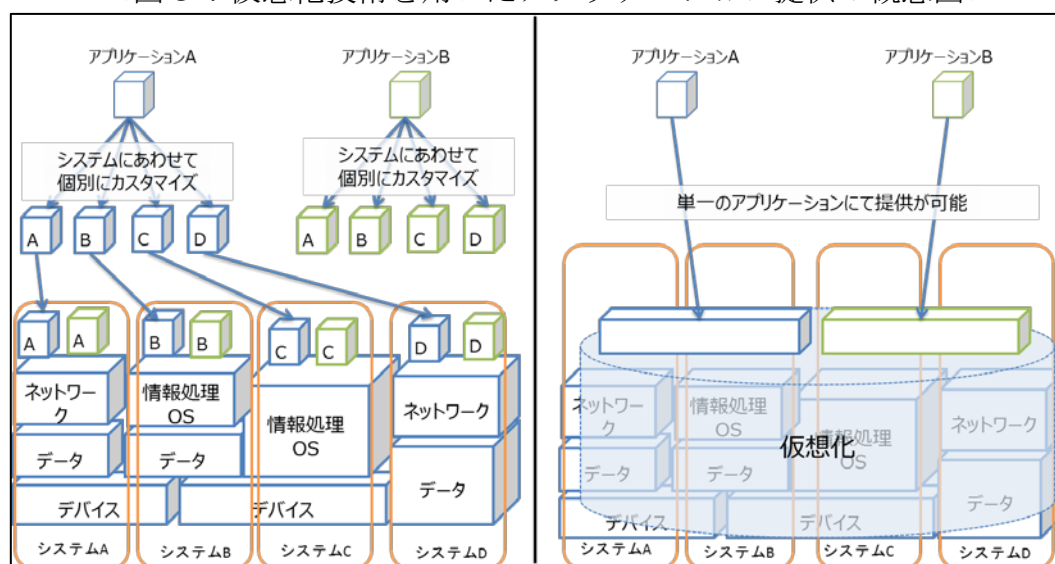
10

なお、IoT のデータ処理機能をフォグやエッジ側にも持たせることは、従来からある最上位のクラウドと直接競合するわけではなく、システム全体の最適化という目的のために棲み分けをしていくことで共存共栄が可能となるものである。

これらの構想を支える技術として仮想化技術が挙げられ、ストレージやネットワークの様々な仮想化技術が出現している。例えば、仮想化技術を活用すれば、クラウド上に構成したストレージと、オンプレミス^{xiii}のサーバやストレージとをシームレスに連携するサービスが可能となる。

また、ネットワークについては、SDN (Software Defined Network)・NFV (Network Functions Virtualization) によって、単一障害点^{xiv}の排除、スケーラビリティの確保やセキュアなネットワークを構築することが可能になり、例えばエッジヘビーコンピューティングやフォグコンピューティングといった分散処理に対応した、高度かつ柔軟にセキュリティ設定可能な分散型ネットワークを実現できるようになっている。

＜図 3：仮想化技術を用いたアプリケーション提供の概念図＞

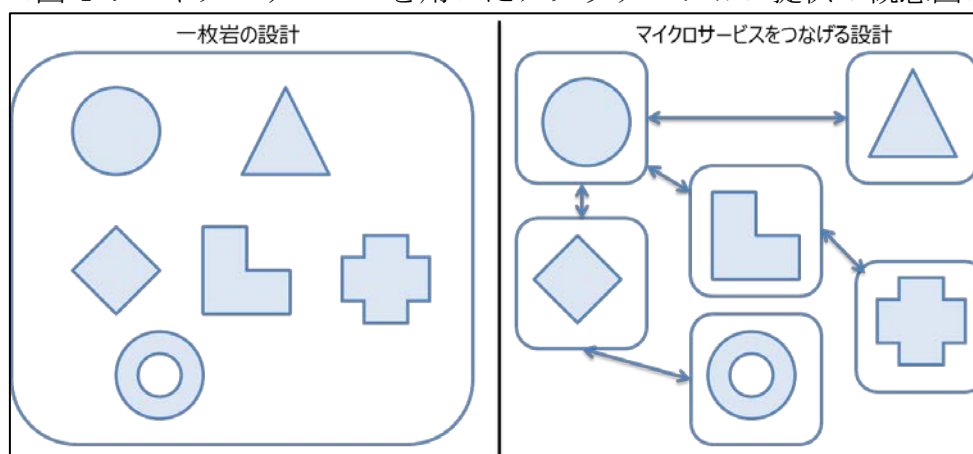


こうした仮想化技術の進展に伴い、マイクロサービスという新しい開発手法が登場している。従来の SOA (Service Oriented Approach)^{xv} の概念に近く、小さなサービスを組み合わせることによってアプリケーションを開発するアプローチである。小さなサービス自体はそれぞれのプロセスに則って単独で完結に動作し、他の小さなサービスと通信することで一つのアプリケーションを実現することが可能となる。なお、これらサービスは将来的にスケールしうるものである。

今まで画一的にしか対応できなかったところが、マイクロサービスを活用すれば、ソフトウェアの修正が容易になるため、ニーズの変化やそのスピードへ対応することがより容易となるとともに、元々持っている現場の高い対応能力をマイクロサービスの組み合わせにより表現することで、より適した

形での現場対応が可能となる。つまり、現場の能力を高めることにつながる。例えば、中小企業の工場等の「現場」において、「カイゼン」的な知をマイクロサービス化してシステム上速やかに展開していくことが可能となる。

<図4：マイクロサービスを用いたアプリケーション提供の概念図>



これらのアプローチにより、膨大なデータ爆発やリアルタイムレスポンスに対応できるだけでなく、データを取得するユーザー企業側から見て戦略的なデータ処理・保管が可能となるとともに、企業規模に囚われず、ベンチャー企業等によるマイクロサービスの開発が活性化されるなど、新たなエコシステムを構築することが可能となる。

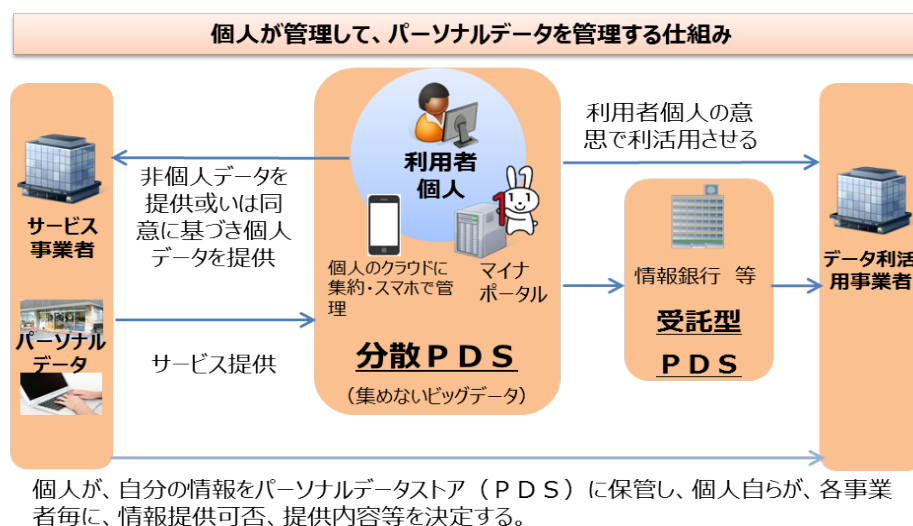
(2) 集めないビッグデータ、パーソナルデータストア、データ流通市場のアプローチ

従来の延長線上のビッグデータ分析に必要な匿名加工などの議論とは別に、パーソナルなディープデータに関しては、「集めないビッグデータ」、「パーソナルデータストア (PDS)」「情報銀行」「VRM (Vendor Relationship Management) ^{xvi}」など、本人の関与を高めて本人の「納得感」を得ながらデータの利活用を目指す新たなアプローチが提唱されている。

これらのアプローチは、個人からデータを取得して、一箇所に集約するのではなく、データは個人の「手元」に置き、その意思により管理可能とした上で、データを必要に応じて提供するモデルである。ここで言う個人の「手元」とはスマートフォンなどのローカルで管理することも含むが、仮想化された中で個人が管理可能なクラウドに分散して保存されることも対象に含まれている。これが「集めないビッグデータ」「パーソナルデータストア」「VRM」の基本的な構造である。個人をサポートしてデータを本人に代わって集約・管理し、本人のニーズに沿って第三者に提供するエージェントとしての役割を担うのが、「情報銀行」(狭義の「パーソナルデータストア」)や

「信託型代理機関^{xvii}」ということになる。個人が直接管理する「分散型パーソナルデータストア」に対して、情報銀行は、いわば「受託型パーソナルデータストア」である。

<図5：個人によりパーソナルデータを管理する仕組みの概念図>



パーソナルデータストアにおいては、サイロ化された同種データを統合するのみならず、中期的には時系列的にデータ収集し、異種データの横断的な組み合わせをし、併せて適宜マイナポータルや他のパーソナルデータストアとも同期することで、ディープデータの作成を可能にし、データの価値密度を高めることができる。

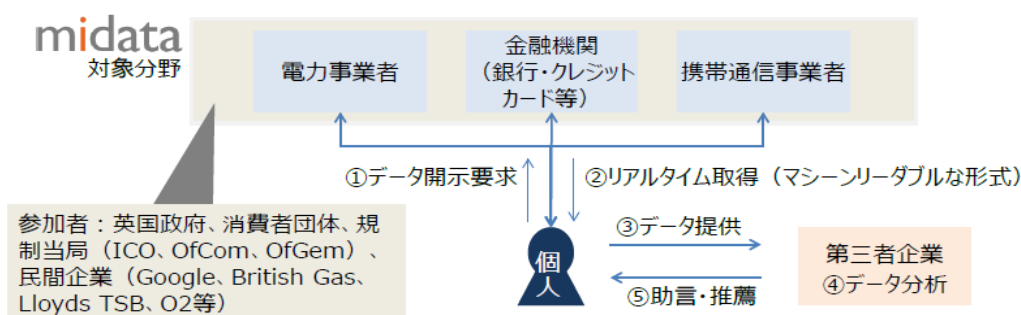
IoT 進展によって、様々なパーソナルデータを活用したカスタマイズドサービスが可能となっているものの、現状では個人情報保護に関する意識の高まりを踏まえた企業側の萎縮などから、十分なサービスを実施できる見込みは必ずしも立っていない。例えば医療情報や金融情報などの詳細かつパーソナルな履歴情報に基づく高付加価値なカスタマイズドサービスを提供するためには、個人が管理し個人にメリットをもたらす前提でデータが流通する仕組みが不可避となっており、プライバシーの発想の転換が求められている。

すなわち、個人のプライバシーに深く関連するディープデータについては、個人に一旦「還元」して、データ構造が一旦「分散化」された上で、データ自体に付与された利用・保護のコントロール機能を通じ、個人がデータを自ら管理しながら、「情報銀行」や各事業者に提供することが必要である。このように「ディープデータ」が「流通」することで、パーソナルにカスタマイズされた新たなサービスの展開が容易になるとともに、社会全体としてもビッグデータ分析結果の共有が可能となると考えられる。このような

考え方の下、欧州を中心にデータポータビリティの考え方が提唱され、欧州委員会による個人情報保護規則においては、データのプラットフォーマー（データ管理者）がデジタル形式によりデータの還元を受け、あるいは他のデータプラットフォーマーへ移転できるとする制度が構築されてきている。これはパーソナルなデータを個人のデジタル資産とみなして、これを可搬できるようにするというものであり、データの資産化と捉えることもできる。

こうしたアプローチにより、個人にもそのニーズに合った高付加価値サービスが提供されることで恩恵をもたらし、個人が安心してデータを提供し、社会的にも個人情報大規模流出のリスクを軽減できる可能性があるとともに、巨大プラットフォーマーによるデータ寡占を相対化できる可能性がある。

<図6：欧州における取組事例：「midata」（英国）の仕組み>

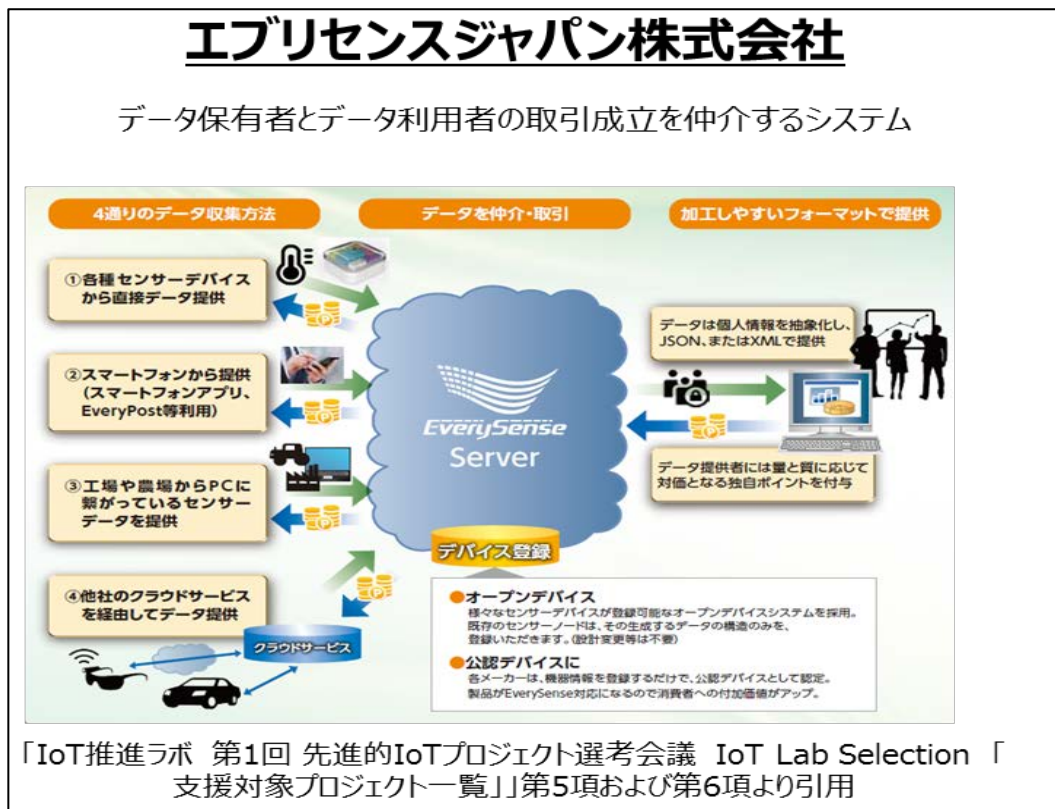


また、非パーソナルデータについては、プライバシーの制約要因はないものの、協調領域に関し、データのシェアが十分になされているとは言い難い。特に今後様々な関係者がデータ創出に寄与するにつれて、データの権限関係の整理が問題となってくる。これを解決すべく、データ創出に寄与した者によるデータの利活用権限の主張を公平に認めていくことが望ましいとする「データオーナーシップ」の考え方が世界的に出てきている。

現時点では、パーソナルデータについては個人が原則管理可能なものとするとの議論を除き、非パーソナルデータに係る「データオーナーシップ」の明確な整理はなされておらず、制度化もされていないが、このような考え方の整理により、非パーソナルデータについても複数の事業者間でデータ共有が進むことが期待されている。

こうした流れを受け、あたかも株式市場のように個人・事業者が保有するデータを市場に持ち寄って取引する構想（データ取引所）も出てきている。データの場合、ソフトウェア・ネットワーク上で取引することが可能であり、民間事業者からはセンサーデータを初めとする様々なデータの取引が可能となるプラットフォームの提案が出てきている。

<図 7：民間事業者によるデータ流通プラットフォームの運営>



なお、中期的には、技術の進展により、一定期間が経過した後に自動的にデータを消去するあるいは、特定のデータが消えたり、意図した者に引き継がれたりする設定が可能となることも期待される。

(3) ブロックチェーン技術の台頭

2008年11月末に、暗号技術者が情報交換する米国のメーリングリストにおいて、Satoshi Nakamotoを名乗る人物が、一本の論文についてメールをしたのが、ビットコイン^{xviii}及びブロックチェーンの始まりである。メーリングリストでしばらく議論が行われたのち、2009年1月にビットコインおよびブロックチェーンの運用が始まった。

2014年2月に、東京都に拠点を置くビットコイン取引所であったマウントゴックス社がハッキングを契機に破綻³、2016年8月には香港のビットコイン取引所Bitfinexがハッキングを受け66億円相当のビットコインの盗難に遭う⁴などの事件が発生しているが、そうした被害は、ビットコインの「外

³ 出典：日本経済新聞(2014/2/28)

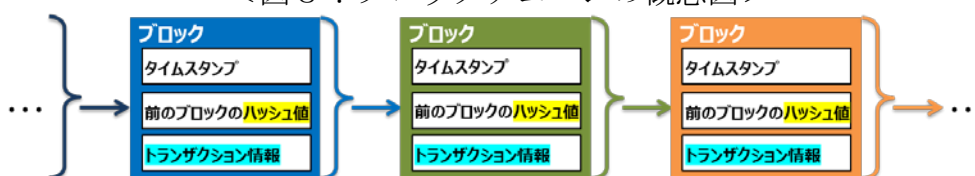
http://www.nikkei.com/article/DGXNASGC2802C_Y4A220C1MM8000/

⁴ 出典：日本経済新聞(2016/8/3)

側」のシステムに対するハッキングである。ビットコインのシステムは、運用開始から現在までの7年以上もの間、一度も停止状態になることなく運用されていることから、ビットコインを構成するブロックチェーン技術が注目を浴びている。

ブロックチェーンは、既存技術の組み合わせにより、新たな機能が生み出されたものと考えることができる。いくつかの暗号技術がベースとなっており、P2P ネットワーク^{xix}を利用してブロックチェーンデータを共有し、中央管理者を必要とせずにシステムを維持することを実現している。ブロックチェーンは、トランザクション情報の集合等を含んだブロックを、ハッシュ関数^{xx}から生成するハッシュ値をキーとしてチェーン状に連ねたものとして、概念的に説明される。

<図8：ブロックチェーンの概念図>

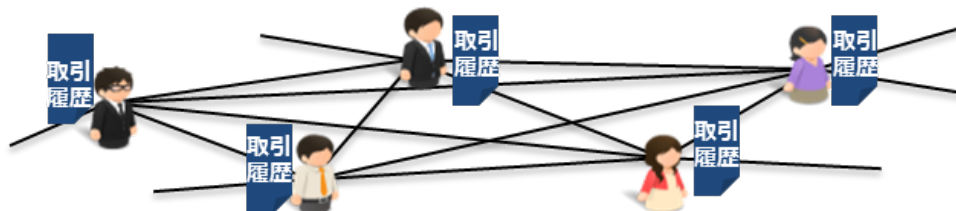


✓ ハッシュ値：「ハッシュ関数」にデータを入力すると、得られる一定の桁数の値。同じデータからは同じハッシュ値が得られるが、わずかでも異なるデータを入力すると、全く異なるハッシュ値となる

✓ トランザクション情報：ビットコインでは、「アドレス A からアドレス B へ 5BTC 移動」というような取引の情報

P2P ネットワーク上のノードと呼ばれる通信を行なう各コンピュータが、新しいブロックを相互に承認し、チェーンに足していく。各ノードが同じブロックチェーンのデータを分散して保持しているため、データの改ざんが困難であると同時に単一障害点が存在せず、高い故障耐性を持つ。

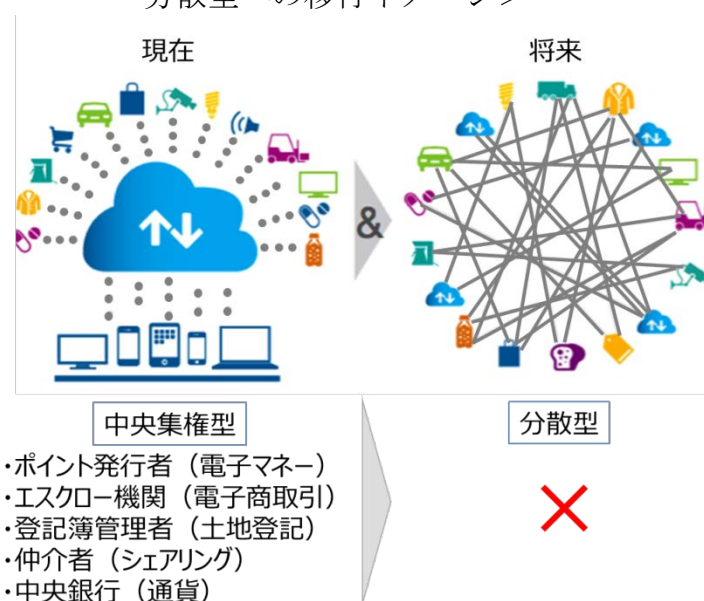
<図9：P2P ネットワークによるデータ分散の概念図>



こうした特徴から、ブロックチェーンでは、中央管理者が不在であっても、また悪意を持ったユーザーがいた場合であっても、安定したシステムの構築と運用を可能とし、真正性の保証された取引が可能となり、後から検証

可能な透明性の高い取引が実現されている。これは、これまで経済社会において不可欠であった取引相手の信頼性を担保する手段として、コストを払って構築してきた中央集権的な第三者機関（中央機関）による監視・管理・認証等の仕組みを代替し、従来の社会システムを大きく変容させる可能性を示唆するものである。そのため、様々な技術的課題が顕在化しているものの、インターネットに匹敵する発明であるとも評価されている。

<図 10：ブロックチェーン技術がもたらす中央集権型から分散型への移行イメージ>



なお、一般的なブロックチェーンは各ノードがデータを分散して保持しており、取引の内容を後から検証可能であるということで、誰でもデータを見ることができる状態である。「秘匿性」はないため、プライバシーにかかわるデータを取り扱うことには向いていない。これはブロックチェーン技術の課題の一つでもある。

そのような中、世界中でブロックチェーン技術を活用した様々なユースケースが生み出されている。その多くは実証実験段階であるものの、海外では企業グループなどによる業界横断的な取組や、行政業務への適用検討も進んでいる。ブロックチェーン技術を活用する開発環境提供のサービスも増え始めている中、今後様々な分野での実証が加速すると予想される。また、世界的には標準化に向けた動きもすでに開始されている。

ブロックチェーン技術活用の可能性は幅広いと考えられ、地域通貨・ポイントの管理、権利情報の管理の非中央集権化、マイクロ・ペイメントを活かしたサービスの実現やシェアリングサービスの高効率化等が検討されている。また、IoT 関連分野においては、サプライチェーンにおけるトレーサビリティの確保やデータの信頼性確保が重要で、かつプライバシーがそれほど

重要でない分野における分散型データベースとしての活用、さらには、契約条件や履行内容をブロックチェーン上に記録することにより取引の自動化を実現するスマートコントラクト^{xxi}を活用することにより、エッジに自律的な自動処理機能を持たせる可能性にも期待されている。これは、IoT が普及した世界においては、各デバイスが相互に通信の送受信を行うため、中央集権的なサーバ・クライアント型のネットワーク構造ではボトルネックが発生しやすいという課題の解決にも繋がるものと考えられる。

さらには、ブロックチェーンの特性である高信頼性がセキュリティの確保につながるとともに、中央管理者不在という特性から、データプラットフォームによる付加価値の独占を避け、ユーザー本位のデータベース構造とデータ格差のない信頼できるデータ社会を構築できる可能性がある。

(4) シェアリングエコノミーの幕開け

シェアリングエコノミーは、様々な場所・乗り物・モノ・ヒト・カネ・エネルギーなどの社会的な「遊休資産」を、IT プラットフォームにより N 対 N で共有・融通するものであり、広義の意味での IoT と言える。カーシェアリングに代表されるように、資産を共有するという思想自体は旧知であるが、スマートフォンの普及や SNS を活用した本人確認技術の確立、IT を活用してリアルタイムでの稼働状態の把握が可能となったこと等を背景に、N 対 N マッチングを可能とするプラットフォームを提供する事業者が多数サービスインし、その市場が急速に広がっている。Uber^{xxii} や Airbnb^{xxiii} といった米国の著名なプラットフォームにとどまらず、前述のブロックチェーンと同様、様々なアイデアが生まれ、様々なサービスが創出されている。

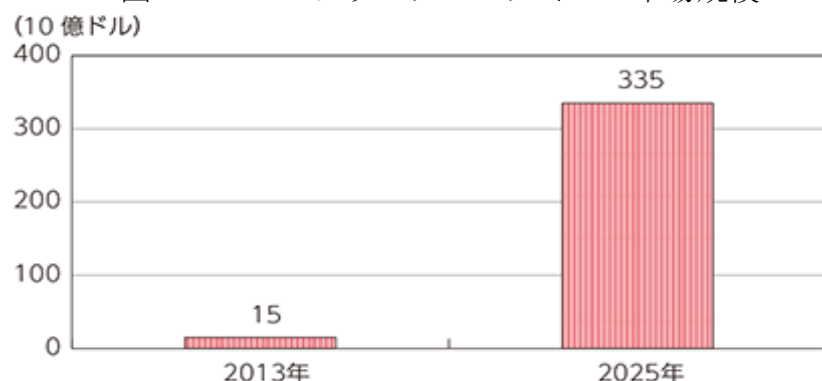
<図 1 1 : 様々な「資産」を対象にしたシェアリングエコノミーサービス>



出典：新経済連盟シェアリングエコノミー推進 TF
「シェアリングエコノミー活性化に必要な法的措置に係る具体的提案」

世界の状況に目を向けてみると、Uber や Airbnb といった巨大プラットフォームが市場を席巻し、その効用の大きさからシェアリングエコノミーは既に世界中で多くのユーザーに受け入れられ浸透している。それに伴い、消費者であると同時に供給者であるといういわゆる「プロシューマー」が活躍し、社会全体の資産が高効率で稼働する世界へと移行しつつある。他方、我が国においては、政治的な衝突、業法規制の関係からシェアリングエコノミー市場は限定的であり、国民のシェアリングエコノミーに対する認知度、利用意向は他国に比べて低い⁵。

<図 1 2 : シェアリングエコノミーの市場規模>



※金融、人材、宿泊施設、自動車、音楽・ビデオ配信の5分野におけるシェアリングを対象

出典：PwC「The sharing economy - sizing the revenue opportunity」

⁵平成 28 年版情報通信白書によれば、民泊サービスの認知度 72%、利用意向 31.6%で日米英独韓中豪印の中で共に最低となっている。

個人が供給者であり、かつ、消費者であるという「プロシューマー」が活躍する社会は、ライドシェアなど分野によっては個別業法等の既存規制との衝突を生み出しうるが、全体としてはこれまでの所有や労働の概念、ビジネスモデル等を大きく変えていく可能性がある。例えば、現在は一つの企業に雇用され働くというスタイルが主流であるが、シェアリングエコノミーの普及は、働き方や収入源の多様化を通じて、個人の生活スタイルに様々な選択肢を提供し、個人の人生設計の自由度を高める。また、プラットフォームを通じて個人が容易にサービスの提供者になれることから、供給面での制約が解消し、需要に対し柔軟にサービスが提供される。

シェアリングエコノミーの進展、すなわち従来型の 1 対 N の取引形態から、N 対 N の分散型取引形態への移行により、社会的リソースが糾合され、スケーラビリティを確保しつつ、遊休資産の稼働率が向上する。また、シェアリングエコノミーの普及は、子育てを終えた女性や高齢者を始めとするあらゆる地域住民が、シェアリングサービスを通じ助ける側にも助けられる側にもなる「共助」の社会システムの構築に繋がり、地域内の社会的課題の解決、自律的な経済の促進、一億総活躍への貢献といった意義を持つ。例えば、空き時間をシェアするサービスは、労働力（典型的には保育士・介護士等）不足の問題解決の一助となり得る。

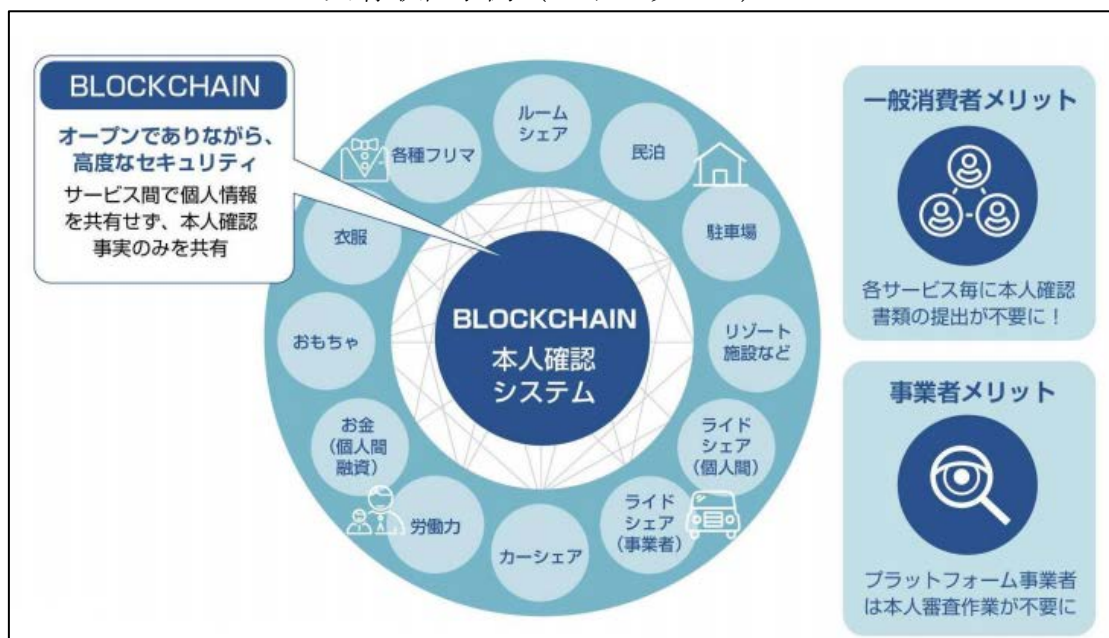
データ構造との関係でも、デバイスの計算機能やストレージの余剰を仮想化して N 対 N でシェアして、データを分散処理・保存するビジネスモデルも出てきており、このことは 1.（1）で述べた課題を解消する可能性がある。そもそも、シェアリングエコノミーでは、ニーズ・シーズやサービス提供者の評価データは基本的にオープン化されており、かつ N 対 N の取引をベースとするものであるため、プラットフォーム間で十分な競争が働いている環境下においては、仲介者が手数料以上の付加価値を占めることは原則的に困難であるとも考えられる。ただし、スイッチング・コストが高くかつ特定のプラットフォームが独占的に高付加価値なサービスを提供している場合には、ロックインが生じプラットフォーム側が高い利潤を得ることができる場合もあると考えられる。

業法との抵触が問題とならない分野においては、これまでオークションモデルが、相互評価などの適切な情報開示の仕組みや、違法品対策についてノーティス&テイクダウン手続きが用意されることによって、基本的には当事者間自治で概ね機能するとされてきたように、シェアリングエコノミーについても、売買かサービス提供という違いはあるものの、本来的には同様の規律が該当すると考えられる。

さらに、このようなシェアリングエコノミーは、現時点では優れたレコメンドエンジン、代行決済機能、評価システム、使い勝手等を付加価値として、仲介プラットフォームが存在しているが、将来的には、ブロックチェーン技術の活用、人工知能等の進展により、管理者・仲介者が介在しないあるいはその価値が相対的に希薄化する可能性がある。そうした状況下において

は、特定のプラットフォームがデータを寡占する可能性は低く、データ寡占化によるロックインの懸念は相対的に減少する。

＜図 1 3：ブロックチェーンの活用による本人確認情報の共有取組事例（ガイアックス）＞



（出典）株式会社ガイアックス

このように、シェアリングエコノミーは人々の消費スタイルを単独所有から共同利用へと大きく転換させ、我が国社会の産業構造を変化させる可能性を秘めている。シェアリングエコノミーは現時点では黎明期であり、市場規模も限定的で業法との抵触等の課題も抱えているが、これからの日本経済を支える新たな経済領域として、その市場の健全な発展に向けて我が国政府としても各種の取組を進めて行く必要がある。

以上のような、新たな制度的、技術的アプローチを IoT 進展と組み合わせることにより、IoT に立ちはだかる制約要因を解決し、IoT 進展のさらなる先を指し示すことが可能となると考えられる。

3. IoT 進展の先とその課題

IoT 進展の将来を見通せば、分散されたデータが瞬時に協調してデータを中心に動く IoT システムが構築される、「データ・セントリック社会」に移行していくと考えられる。前節で述べた、そうした社会の潜在的な課題を解決するであろう新たなアプローチから推察される将来像の方向性として、以下の4つが考えられる。

(1) IT システム提供事業者主導のデータ集約型構造から、データユーザー主導のデータ分散型構造へ

自動運転や工場の産業機械など、制御系の厳密なリアルタイムレスポンスが必要とされる分野等においては、エッジヘビーコンピューティング等により、エッジ側において人工知能等によるデータ処理が行われて制御へフィードバックされる。一方で、エッジ側で価値密度が高められたデータが伝送されることにより、上位のクラウド側ではより高次のデータ処理が行われる仕組みが拡大する。さらにストレージやネットワークが仮想化され、垂直連携だけではなく、エッジ間や複層化されたクラウド間（フォグとクラウド間や、あるクラウドとそれとは別のクラウド間等）での連携も可能になる。

すなわち、エッジからクラウドまでの間で、リアルタイムレスポンス、高信頼性やデータの価値密度等に応じて最適な役割分担がなされ、システム全体の負荷を下げるとともに、ケースに応じた柔軟な処理がされる仕組みが実現される可能性がある。

このことは、エッジ側の付加価値を高め、トップダウン式のイノベーションではなく、我が国が伝統的に強みを有している「現場」からのボトムアップイノベーションを IT 活用で実現する可能性を秘めている。例えば、エッジ側でのデータ処理の過程に人の意思決定を入れたマンインザループ^{xxiv}のようなフィードバックループ^{xxv}によるイノベーションや、そうしたデータ処理を学習した人工知能をエッジ側に実装することで付加価値を高めることが可能となる。

上記は、システム全体の最適化だけにとどまらず、エコシステムの最適化までを担う可能性がある。現行のクラウドのように、データが一部事業者に集中することなく、各レイヤー間で適切な役割分担がされることにより必然的にデータが円滑に流通し、健全なエコシステムが形成されることとなる。

さらに、そうした役割分担にはマイクロサービスの開発手法が適しており、マイクロサービスに対応したアーキテクチャの上でビジネスが展開され、その特長であるユーザーニーズの変化への即応性が発揮されるとともに、それぞれの現場に適したサービスが出現することからエッジ側に多様性が生まれることとなる。

このような将来像では、データが分散するとともに多種多様な役割が誕生するため、IT サービス・デバイスを供給する日本企業にとって新たな機会が

生まれるとともに、ユーザー企業にとっては、競争優位につながる革新的なアイデアやデバイス技術などをベースとして、そこからユーザー経験を視点
に、自らの競争領域にかかるデータは適切に保護しつつ、データを戦略的に
シェアすることで新たな付加価値を創造することが可能となり、クラウドを
充実、活用するかしないかという二者択一でない柔軟なデータ戦略が可能と
なる。

以上を踏まえると、我が国として、このような IoT に対応した新たなアー
キテクチャとそれを支える技術基盤の整備に徹底的に取り組む必要がある。

<具体事例のイメージ>

- マンインザループによって制御される産業機械、あるいは自己学習機能を持つ人工知能が実装された産業機械が、工場内システムや外部システムといったクラウドと連結され、相互に連結された IT システムの全体を俯瞰して、エッジからクラウドまでの最適な役割分担がなされる。また、人工知能の学習結果等の現場のイノベーションをエッジ間協調の仕組みにより横展開することや、エッジ側であえて閉じたデータ処理を実施することで自社の生産技術ノウハウ等のコアコンピタンスに関わるデータを保護することが可能となる工場システムが構築される。
 - ➔ データ保護と利活用の最適なバランスをユーザー側が選択でき、現場からのイノベーション・改善を生かす仕組み
- ユーザーは小規模なアプリケーションであれば、ライブラリにあるマイクロサービスを組み合わせることでアプリケーションを作成でき、さらにニーズが明らかに変化したときは、関連するマイクロサービスを入れ替えてアプリケーションを迅速に修正することが可能となる。
 - ➔ ユーザー主導型の迅速なニーズ対応社会の形成とベンチャー企業等によるエコシステムの形成
- 本人の管理の下、デバイスが自動的にデータ処理してニーズ側に提供・取引するような「勝手に稼ぐ」仕組みが実現する。例えば、無人自動走行の電気自動車が個人宅の余剰電力を充電するために自律的に取引したり、荷物の運搬を倉庫のロボットと自律的に取引して積み込んだり等、ヒトが介在することなく、自律的に契約取引処理がされる仕組みが実現する。
 - ➔ 社会における様々な契約・決済等コストの大幅な低減

<意義>

膨大なデータトラフィックによるネットワーク負荷やデータ処理を含めた伝送遅延等のデータ移動にまつわる課題への有望な対応策になるとともに、グローバルなクラウドサービスの相対化により、巨大プラットフォーマーによるデータの寡占を防止することができる。さらには、デバイスやリアルな現場といった我が国のエッジ側の強みを活かしたイノベーションを促進し、

そこからの更なる小さな改善もマイクロサービスの特長を用いて細かく実施することが可能となる。

＜課題と解決の方向性＞

① 技術戦略の策定

現在の IT におけるアーキテクチャはデータ集約型を前提としており、ユーザー主導のデータ分散型構造を拡大していくためには、特にエッジ側におけるデータ処理の増加等に適した新しいアーキテクチャへと対応していく必要がある。したがって、事前に新しいアーキテクチャを見据え、データ分散型構造に対応した技術開発を盛り込んだ技術戦略を策定し、国の研究開発プロジェクトの中でプライオリティづけをしていくことが求められる。

その方向性としては、リアルタイム自己学習機能付き人工知能や、高速データ処理チップやデバイスの開発とその低消費電力化等におけるエッジ側での高付加価値データ処理の実現に向けた要素技術開発が重要となる。

また、システム全体での最適化という観点では、エッジ連携型の日本版クラウドを整備することで、様々な実証実験を可能とし、それに伴って、学習・解析ツール、事前学習モデル、シミュレータなどのライブラリを次々と蓄積し、さらにはユースケースを広く共有することによって、幅広い分野の企業が参加してくるようなオープンツールの開発を促進して正のサイクルが回ることを期待できる。

一方で、国内で閉じた活動にしてしまうとアーキテクチャ構造がガラパゴス化してしまう恐れがあるため、海外の企業や政府とも連携するとともに、必要に応じて標準化の推進に取り組んでいく必要がある。

② データ戦略の再構築

アーキテクチャが変化することに伴ってデータ構造やデータフローが大きく変化することになり、従来のデータ戦略では対応できないユースケースが出てくる恐れがある。特にユーザー企業においては、データ戦略に基づいた的確な IT システムの導入や開発体制の見直し等、経営にも影響を及ぼす可能性がある。

具体的には、エッジ側におけるデータ処理により、価値密度が高められたデータをどう扱うのか、どのデータであれば外部に提供する意味があるのか、どの処理にはアジャイル開発^{xxvi}が向いているのか等、多面的な影響を考慮してデータ戦略を再構築する必要がある。

また、ユーザー企業主導型のデータ戦略が構築されることにより、ユーザー企業の要求が高度化し、従来のシステム提供企業はその要求に応える形でお互いが成長していくことが期待される。

③ 新たな IT 人材の不足

アーキテクチャが変化することで、新しいアーキテクチャに対応した IT 人材が必要となる。今後、クラウドとデバイス間の連携、ネットワークの仮想化、クラウド・デバイス間の連携などアーキテクチャ全体を見渡した上でサービス設計が可能な人材が必要となる。このように新しいアーキテクチャの在り方に関する議論が可能な人材、今後普及するであろうマイクロサービスの記述が可能な人材（単体でサービスとして完結したプログラムコードを記述できる人材）や、プログラムコードを書くだけでなく確率論も含めた機械学習に対応した人材、プログラムコードが書ける人材、ハードウェアを理解してデータ分析のみならずデータの取得から外部提供まで含めた戦略を描ける人材等を育成していく必要がある。

なお、この新たな IT 人材には、IT 分野のみならず、携わる産業分野にも精通していることも期待される。

④ 自律的に動くデバイス等の責任

デバイスがデータ・プログラムコードに基づき、自律的に動作し、また、デバイス同士が契約取引を行うことについて、有事の際の責任関係は未だ不明確である。デバイスの開発者、アプリケーションプログラムの実装者、運用者や所有者等、多くのステークホルダーが存在する中で、民事刑事上の責任関係の明確化が必要となる。あるいは、そうした取引における有事の際もカバーできる保険商品を開発すること等で対処する可能性も考慮すべきである。

（２）ハイブリッドなデータ流通システムの実現

昨年の個人情報保護法改正により、事業者が安心して第三者等にデータを提供し、ビッグデータ解析等のデータ利活用を進めるため、匿名加工情報制度が創設された。本制度により、統計的なビッグデータ分析には匿名加工情報制度が対応できる環境が整いつつあるが、個別化医療など個人に対し最適なカスタマイズドサービスを展開しようとする場合には、十分な対応ができていない状況となっている。

中期的には、前述したとおり、プライバシーに係るディープデータを個人に一旦「還元」するアプローチにより、個人の管理の下でのプライバシー保護を確保しつつ、パーソナルデータストア等を通じてディープデータが分散管理され、必要なときに流通し、第三者や社会全体が利活用する仕組みが進展していることが期待される。

つまり、個人の自己管理が重視されない匿名加工情報等の利活用領域（集中型）だけでなく、個人がプライバシーに係るディープデータの管理・利活用を主導する新たなシステム（分散型）とのハイブリッドのデータ流通システムが形成される。

このようなデータ流通構造の変化により、個人から見た場合には、ディープデータの活用によりサービスが極限までカスタマイズされるとともに、必要な財・サービスが必要な人に、必要な時に、最適な量・水準で自律的に調整・提供されることすら可能となり、個人の多様なニーズにきめ細やかな対応が可能となると考えられる。そのようなリアルタイムでの最適需給マッチングは現状への対応に留まらず、潜在的なニーズも掘り起こして先取りし、地域や年齢、デジタル環境等による格差を是正し、さらには、個人の誰もがサービス提供者にもなり得る環境整備に繋がることが期待される。

こうしたデータの分散管理は、個人へのデータの還元のための強力な「ツール」であるデータポータビリティが用意されることで一層進むと考えられる。データポータビリティとは、分断・点在する自身のデータに対する、自身のニーズに応じた集約・移行が可能となる仕組みである。個人による、サービス毎に個別管理されたあらゆる自分自身のデータ（行動の履歴、経済活動の履歴、健康の履歴等）のコントロール（集約・移行等）が可能となり、事業者は個人のコンセンサスを得ることによって、他社が保有する当該個人のデータの取得・利活用が可能となる。これにより、個人の意思によりパーソナルデータが個人へと「還元」され、分野横断的なデータの名寄せとともに、時系列でのデータ蓄積を促進することにもなる。いわばデータポータビリティは、パーソナルデータストアと組み合わせられることで、プラットフォームによって図らずも分断されたパーソナルデータ（すなわち自らを表す人格）を自らの意思で再統合することを可能とするとも言える。

データポータビリティによりデータの還元が一段と加速し、個人も自らの関心に沿って、例えば、データ集約により最適にカスタマイズされたヘルスケアサービスによって健康のための行動変容が促され、よりデータの取得が求められてデータポータビリティがなされ、データ集約（仮想的なものも含む）も進むといった、好循環が生まれる。

データポータビリティが進むことで、ディープデータの流通が増大し、パーソナルデータストアも充実するが、個人が管理するデータが増大するとなれば、管理する個人をサポートしてデータを本人に代わって集約・管理し、本人のニーズに沿って第三者に提供するエージェントが必要になる。こうしたエージェントが「情報銀行」や「信託型代理機関」であるが、エージェントは、その専門性の下、データを統合したり、時系列的、横断的に組み合わせたりしながら、価値密度を高めたディープデータを作成し、本人の意向に従って第三者に適切に利活用させることが期待される。また、エージェントの専門性を活かし、データ利活用のための仲介機能を備えることもその優位性のために必須となり得る。

他方、利活用したい他社のデータが非パーソナルデータであるときは、契約等によりその権限を取得しなければならないが、事業者により囲い込まれたデータの提供を受けることには相当な困難を伴い、場合によっては契約における力関係といった根深い問題が存在するが、これを解消し、B2Bにおける非パーソナルデータの利活用を促進することが重要である。事業者は競争

優位の阻害等の懸念からデータを必要以上に囲い込む傾向にあるが、この状況を打破するためには、データ創出に寄与した者によるデータの利活用権限の主張を公平に認めることが望ましいとする「データオーナーシップ」の考え方が浸透し、複数事業者間でデータ共有が行われていることが期待される。

また、各者の権利を守りつつ、B2Bでのデータ共有を促進するためには、ディープラーニング等の機械学習によって付加価値を有するようになった人工知能（学習済みモデル）や、さらにはその学習のためのデータやデータセットについて、知的財産ルール等で明確に整理されていることが期待される。加えて、ディープラーニング等の機械学習の中には、プロセスがブラックボックス化しているものもあり、データの健全性等の検証や、何らかの紛争が起きた際の解決するメカニズムが整備されることも期待される。

これらにより、従来の事業者主導型のビッグデータ分析・匿名加工データ流通に加え、個人に根差したディープデータについては個人が起点となったパーソナルデータストアとそれを支える「情報銀行」（信託型代理機関）が進展するとともに、事業者間においてデータ共有が契約上明確化され、データ取引市場を通じ、学習済みモデル・データセットも含め、様々なデータがリアルタイムで取引される世界が実現する。

なお、上述のデータポータビリティとデータ集約の好循環の黎明期においては、データが先か、サービスが先かとの状況が想定される。この状況の解決にあたっては、行政機関が保有するデータのオープンデータ化が期待される。

以上を踏まえると、我が国としても、事業者主導のデータ流通の促進に加え、パーソナルデータの新たなアプローチを推進しつつ、そのための様々な基盤を整備していくことが必要である。

<具体事例のイメージ>

- エッジ側のパーソナルデータストアにおいて個人の健康・購買・資産情報を管理し、マイナポータルにおける行政情報と一覧性を持つよう連携し、これらのデータを個人管理の下で提供することにより、最適な健康提供サービス・資産管理サービスや税手続きを自動的に受けることが可能となる。これらを集約するため、まずは分野別に関係事業者から成る情報管理会社（情報銀行）が設立され、他分野の情報管理会社と連携しつつ、最終的には横断的な情報管理会社へと移行していくことが考えられる。
 - ➡ ビッグデータ分析により社会全体で未病診断や経済動向をリアルタイムで把握できる仕組み
- 自動車の運転履歴データを個人に集約してパーソナルデータストアにおいて管理し、より最適で個別化された自動運転アシストやシェアリングの提

案や保険商品の購入などで個人に対するサービス還元がなされる。

- ➔ ビッグデータ分析による自動運転の仕組みのさらなるスマート化や、交通制御システムへのフィードバックによる事故削減等、社会全体のシステム最適化
- 個人が、電子レシートデータ（複数の小売店舗から取得した自らの購買履歴情報）をパーソナルデータにおいて集約・管理して第三者に提供し、本人のニーズに合った購買レコメンドサービスや購買情報を基にしてファイナンスサービス（無担保融資など）を受けることが可能となる。
 - ➔ 様々な購買データが個人を介して集約されることで精度の高い需給分析や商品開発などにつながる仕組み
- 母子手帳、学校検診、特定健診、電子カルテ、介護記録などのライフコースデータと健康飲料、嗜好品などの購買データがパーソナルデータストアにおいて名寄せされ、個人に対するカスタマイズされた健康サービスや生命保険サービスが提供される。
 - ➔ 予防医療や疾病の因子研究、食育計画、健康食品の開発やマーケティングなどへの利活用が可能となる仕組み
- 各メーカー等が協調して、各デバイス、センサーによるリアルタイムデータが取引される「データ取引市場」がソフトウェア上に創設され、データ流通が本格化する。
 - ➔ データ自体がアセット化され取引される社会的なエコシステムの実現

<意義>

個人を起点としたデータ流通の実現により、一部事業者のデータ寡占によるロックイン効果を打破するとともに、個人のプライバシーへの懸念を解消することができる。併せて、個人が自己の意思によりデータを取得できる仕組み（データポータビリティ）を構築することで、ディープデータの利活用を促進し、個人に集約されたデータを第三者も含め共有することにより更なる利活用の促進を図ることができる。

事業者間でもデータ権限の明確化によりデータ共有・取引が進むことにより、一部事業者のデータ寡占による競争優位に相対的に対抗可能となる。

<課題と解決の方向性>

① 個人起点の新たなデータ流通構造の創成

人工知能、IoT などの技術革新により、新産業創出や市場規模拡大、さらには解決可能な社会課題の分野拡大など、我が国におけるパーソナルデータの利活用に対する期待は高まっている。一方で、プライバシー保護に関する

個人の意識の高まりにより、期待されるほどの利活用が進まない現状がある。

パーソナルデータ利活用の議論においては、個人の関与を省く形での利活用が議論される傾向にあったが、例えば個別化医療など、個人のデータ利活用に対する関心度の高まりや、特定の個人に紐付き長期に名寄せ蓄積されたデータ、いわゆるディープデータの利活用が期待される状況においては、個人の理解無くしてデータの利活用は実現されない。これからのデータ流通において期待されるのは、個人が納得した上でのデータ流通であるが、制度環境整備や技術開発が遅れていることから、実現が進んでいないと考えられる。

今後、個人を起点としたデータ流通促進のために不可欠な要素は、仕組みとしての「データポータビリティ」と、手段としての「パーソナルデータストア」である。データポータビリティにより、これまで事業者間の交渉では流通不可能であったデータの利活用も実現されることが期待される。この仕組みを構築していくためには、まずは、社会実装の一部実現を通じて世の中でプロジェクトが具体的メリットも含め「見える化」され、社会的な受容が拡大していくことが重要である。その上で、欧州のように横断的あるいは分野別に法制度化するか、あるいは事業者においてビジネス上先行させるなどが考えられるが、法制度化の可否等について今後検討していくことが必要である。

そして、このデータポータビリティを有効に機能させるのが、パーソナルデータストアである。パーソナルデータストアは、「情報銀行」や「信託型代理機関」のような、個人によるパーソナルデータの管理・運用が可能なツールであり、これにより個人に集約されたデータがパーソナルデータストアを介して事業者も含めた第三者に共有されるような、個人主導型のデータ流通が実現される。例えば、利用者に圧倒的な利便性を実感させるアプリケーションには、必然的にその利用者に関するあらゆるデータが集約される。当該アプリケーションにデータの管理・提供機能が備わることで、当該アプリケーションを起点としたデータ流通、つまりは個人を起点としたデータ流通が可能となる。このパーソナルデータストアは現行法制度上実施することは可能であるが、今後、データの安全管理等の信用面での裏づけなどの観点からの検討が必要である。

さらには、このパーソナルデータストアとマイナポータルが接続され、行政の手続き関係も含めて一覽的に個人の情報がコントロール可能となるような技術面の整備も課題である。

② データオーナーシップの明確化

IoT など IT に係る技術革新が進展し、データが競争力の源泉となる一方で、特に事業者間においては、データオーナーシップ（ここでは、データの利活用の観点から、データの利用権を念頭に置く。）との関わりでデータの利活用が必ずしも進展していない。データオーナーシップについては、事業

者間の取引で頻繁に問題となるにもかかわらず、個人情報保護制度や知的財産制度等において明確に規定されていないため、事業者間で適切に利活用権限の分配がなされるためには、契約で明記されることが必要となっている。

データオーナーシップの問題は、例えば、工作機械の稼働データのような主に産業分野において創出される B2B に係るデータの利活用権限として問題となる。例えば、製造工場に工作機械を販売した工作機械メーカーが、契約で定めがないこと等により、製造工場が工作機械から取得したデータを自らの事業活動のために利活用することができない場合等である。結果として、こうした取引に係る個別の事業活動において創出されるデータの利活用権限は契約当事者間の力関係で決せられる傾向にあり、必ずしもデータ創出に対する当事者の寄与度等を勘案した適切な配分が行われず、また、他者に融通されていない現状にある。この問題は、民法上所有権の対象であるとされる有体物とは異なり、データが無体物であること、公共財的性質や非排他性を有するという特性にも関わる。

通常は B2B の契約において取引に関連するデータの利活用権限を決めることが一般的とはなっていないため、そのデータの有用性にもかかわらず、流通がなされず事業者に囲い込まれている実態がある。如何なる事業者にあっても自らのイノベーションや産業発展のためにデータの有効な利活用が極めて重要になっているが、特に、比較的立場の弱いベンチャー企業や中小企業などはこうしたデータの融通を希望通りには受けられていない。こうした状況については、一方の当事者がその優越的な地位を利用しているとして、競争法上の問題が生じ得ることも否定できない。

多くの場合、契約当事者間の力関係によりデータの利活用が進んでいない面があるが、こうした問題については、契約において各当事者のオーナーシップを明確化し、データ創出に対する当事者の寄与度等を勘案して契約当事者間の協議により公平にデータの利活用権等を決められることが望ましい。また、データオーナーシップの切り口から適切にその利活用権限を援用・主張し、例えば協調領域での利活用を徹底的・集中的に進めるなど柔軟なデータ戦略が望まれる。

データの利活用や流通のためには、公平性の観点からデータオーナーシップが契約当事者間で明確化されることが必要であり、各業界や団体が、個別の事情も踏まえながら議論を主導し、そのための指針策定やルール of 明確化が進められることが期待される。

なお、この問題は、特に B2B で顕在化するが、B2C の関係でもパーソナルデータのオーナーシップが問題となるところ、基本的にはそのオーナーシップは個人にあるものとして適切に扱われることが望まれる。

また、データを取引するための外部市場も重要であり、民間企業において、データ取引所のビジネスモデルの検討が進んでいるが、信用を裏付けるためのデータ取引所の行動準則などの検討も必要である。

③ データ保護に関する知的財産制度上の扱い

データはその価値が飛躍的に高まっているにもかかわらず、現行法上データ自体やデータを利活用して生まれたデータ等無体物が必ずしも網羅的かつ適切に保護されているかが明確ではなく、新たな法的保護の検討の必要性や現行法上の適用の明確化の必要性が指摘されているところである。特に、ディープラーニングを中心とした人工知能の進展により、人工知能に関わるデータの価値を無視できない状況にあるが、この点も、その開発・発展のフェーズごとに分析的な検証が求められ、学習に利用される生データやデータセット、データを利活用することにより得られる学習済みモデルの保護の必要性や保護の在り方の検討、現行法上の適用の明確化が課題となっている。

(3)「信頼」の仕組みを変える新たな産業社会システムへ

先に述べた通り、ブロックチェーンでは P2P ネットワーク上のノードと呼ばれる各コンピュータが、同じデータを分散して保持しているため、データの真正性が担保され、中央管理者を必要とせず取引相手の信頼性を担保することができる。これにより、決済・送金等の金融分野の変革のみならず、様々な価値の流通、権利・真贋証明の自律化、様々な情報資産の流通、仲介者不要の N 対 N 取引、スマートコントラクトを活用した個々の人的契約行為が不要の自律的組織、超少額決済による新たなビジネスなど、これまでの契約社会システムを大きく変革する可能性がある。

つまり、これまで信頼のおける取引を実現するために多大なコストを払って構築・維持してきた社会システムともいえる中央集権的な第三者機関（中央機関）を不要とする可能性を持ち、例えば以下のような信頼性を永く担保してきた仕組みの存在意義が揺らぐことになる。

<既存の仕組みの例>

格付け・会計監査	会社の弁済能力や会計の適切性の外部機関による評価
公証人	第三者による適法性の担保
登記	権利所有者の透明性の担保
商法	会社が取引に参加するために必要な信頼を担保するためのルール
中央銀行	通貨の発行主体であり、通貨の信用の担保機関

分散型台帳技術であるブロックチェーンの登場によって、IoT 分野でも、真正性が求められるデータについてはブロックチェーン上で記録され、分散的にデータが保有されるとともに、自律的に取引処理がなされ、上記の中央集権的な既存の IT システムとも連携していく可能性がある。それにより、IoT 分野だけではなく、登記、権利管理、契約管理、金融などの社会基盤においてもブロックチェーンが導入され、社会システム自体の分散化が進みうる。

この結果として、「支配的」な「管理者」が相対化され、ユーザー本位の自律分散協調構造が構築される。すなわち、データが「自ら」最適な場所に動き、そして分散型台帳技術であるブロックチェーン技術によりトレーサビリティを確保しつつ、「管理者」がいない中で、ノード間で相互に自律的なやりとりがされる領域が拡大していく可能性がある。

こうしたことを踏まえると、ブロックチェーン技術は、金融面のみならず、IoT システムの新たな基盤となり得ること、我が国の信頼システム・契約社会の基盤を大きく変革する必要があることから、徹底的にその利活用を進めていくことが必要である。

他方、匿名 ID ではあるものの過去の全ての取引内容が公開される一般的なブロックチェーンは秘匿性が課題に挙げられており⁶、その対応策も模索されている。現時点においては、公開に適したデータであるかどうかを事前に検討することが利活用の前提である点に留意が必要である。

＜具体事例のイメージ＞

- 学歴や取得科目、検定試験結果に加え、社会人講座等の受講や購読した書籍などの履歴、職歴など、今までは記録していないような詳細な情報まで含めた個人の「知の系譜」をブロックチェーン上に記録することによって、その真正性を確保でき、個人のスキルや経験が詳細に蓄積されて正しく評価されるとともに、新たな講座の受講や検定試験受験等に対するインセンティブの位置付けが明確となる仕組みが実現される。
 - ➔ 趣向・能力に応じた人員の適材適所配置の実現
- デジタルコンテンツの所有権がブロックチェーン上で自律的かつ詳細に管理され、権利の移転、部分的なライセンス、それに伴う権利者への還元等が自動で契約処理される仕組みが実現される。プログラムコード上で保護されることによって、知的財産制度等による保護が不要となる。
 - ➔ 所有権や知的財産の流通ボトルネック解消
- 会社登記・不動産登記や戸籍簿登録等をブロックチェーン上に記録することにより、権利証明が必要な事項について、登記所や自治体を經由して証明書等を請求・取得する必要が一切なくなり、当事者間で自動的に確認できるようになる仕組みが実現される。登録コストや維持コストが大幅に低減され、利用者の負担も軽減されるほか、信頼性が向上する。
 - ➔ 電子商取引の信頼基盤強化に伴う市場活性化
- 合意された透明かつ変更不可のプログラムコードにより自律的に「組

⁶ 出典：日本取引所グループ ワーキングペーパー「金融市場インフラに対する分散型台帳技術の適用可能性について」2016年8月30日

織」が動き、例えば投資組合における投資先や金額の決定と実行が自律的になされるなど、管理者不在の新たな組織形態が出現する可能性がある。

➔ 管理者不在ビジネスモデルの台頭

- 一般道等の公共施設の使用状況を設置したセンサー等のデータからカウントしてブロックチェーンに記録することで、利用者はブロックチェーンを通して利用料を支払うなどといった、公共施設の財源調達問題への新たなアプローチが出現する可能性がある。

➔ 公共事業の変革に伴う新しいエコシステムの出現

- 余剰電力が個人と事業者の間でブロックチェーンを介して直接取引することにより、仲介コストが不要となり、最適な利益配分を実現できる。さらに、地域において仮想的に閉じたグリッドを形成することで、地域住民同士での余剰電力を取引する事が可能となり、第三者機関が一切不要となる。

➔ 自律的な電力配分最適化の実現と新しい電力市場の登場

- 製造プロセスにおいて、実際の各工程のワークフロー（材料投入、設備使用（償却）、人材投入（労務費）、エネルギー利用等）に応じてブロックチェーン上に記録していくことで、各プロセスの原価構造が透明化され、ボトムアップ型でコスト構造分析や生産管理ができる。また、そうした分析結果をもとに製造現場のマイクロサービスを組み替えていくことが可能となり、従来の工場全体を統一管理するトップダウン型のシステムでは達成できない柔軟なシステムが構築可能となる。さらに、ブロックチェーン上のデータを企業間で共有することでサプライチェーン上のコスト管理、トレーサビリティが容易になる可能性がある。

➔ 新しい生産管理システムの実現にともなう新しい会計に関わる概念の革新

<意義>

これらに共通して、IoT データの信頼性を確保する基盤となるとともに、社会的な監査にかかるコストや契約取引にかかるコストが不要となるなど、意義は大きい。また、これまで存在しえなかった管理者不在の自律分散型ビジネスモデルが次々と創出されることも期待できる。

その実現に向けては、以下に述べる課題を政府が中心となり、関係企業や学術機関と連携して解決していくことが必須となる。

<課題と解決の方向性>

① ブロックチェーン技術の社会実装拡大

ブロックチェーン技術は期待が先行し、実装が追い付いていない実態がある。これを解決するためには、政府も、IoT 推進ラボ^{xxvii}等の枠組みにより、民間による実証実験を支援することにより、新たなビジネスモデルの創出を推進することが必要である。

さらには、政府が自らブロックチェーンを採用し、政府内システムにおいて率先して活用することにより、民間での活用を促すことも検討すべきである。具体的には、ブロックチェーンを利用した文書管理システムや投票システムの導入、医療や健康に関する情報管理、戸籍・不動産登記システム等での活用が考えられる。行政事務においては、紙での管理をシステムに寄せ替えたにすぎないレガシーシステムの管理・運用コストは割高であり、これを低減することも可能になる。加えて、政府内のみならず他の公的機関や民間でのブロックチェーン技術活用をさらに後押しするためにも、政府が民間の先進的かつ有望なプロダクトを率先して認証する枠組みの創設も検討すべきである。

また、ブロックチェーン技術の重要な要素である暗号技術・改ざん防止技術については、我が国は長年研究を続けており、世界的にも競争力があると言える。産業界が大学や研究所との連携を深め、暗号技術等の研究開発・実証を進めることにより、ブロックチェーンの分野においても日本の存在感を示していくことも可能であると考ええる。同時に、ブロックチェーンはインターネットが経てきた大学・研究所での研究と検証が十分に行われないうちに実装を開始しており、実装の拡大に向けて不安を招くなど障害となる可能性もあるため、大学・研究所における検証についても支援していく必要があると考えられる。

ブロックチェーンに対しては、不安感だけでなく、過度な期待や誤解が生じており、結果的に適切な導入に結び付かないという現象が生じつつある。特性を正しく評価し、既存の技術・システムとの比較を可能とする指標・基準の整備を急ぐ必要がある。また、早くも国際標準化の動きがある。我が国にとって不利な形とならないよう、また実装を遅らせる原因とならないよう、この動きに積極的に関与していくことが必要である。

② 監査・認証・証明制度等の見直しと再構築

先に述べたユースケースとして、監査の証憑としてブロックチェーンのデータを活用する場合や、戸籍システムや不動産等登記のシステムとしてブロックチェーンを活用する場合、デジタルコンテンツにかかる権利の自律的管理システムを導入する場合等については、事前に関連する制度の在り方全体の見直しが必要となる。既存の制度に沿ってレガシーシステムを運用することにこだわらず、新たなシステムを活用し、その特性を活用することを前提として、制度の在り方そのものの見直しも行うべきである。

また、戸籍システムや不動産等登記のシステムとして活用する場合には、既存のマイナンバー等本人認証システムとの連携を前提とすべきである。それにより、個人と家族の関係、所有権や相続権の関係を一括して把握するこ

とができ、行政事務の効率化を実現するとともに大幅なコストの削減と利用者の手続き負担の軽減を見込むことができる。

さらにブロックチェーン技術を活用した効率化を実現するに当たっては、制度的検証もすべきである。例えば、民事訴訟における契約書等の電子署名が付された電子文書の証拠力に関する法律として、電子署名法⁷がある。電子署名法においては、一定の条件を満たす電子署名が付された電子文書に証拠力を持たせているが、これは「認証事業者が発行した電子証明書に係る電子署名」が施された電子文書を想定している。他方、ブロックチェーンにおいては、契約書の真正性を確認するための中央管理者がいないケースも想定されるところ、その場合でも、ブロックチェーンの特徴を鑑みれば、契約の真正性は十分に担保されることが考えられることから、電子署名法を含む所要の制度との差異を分析し、相当の効力を認めるための制度的検討をすべきである。

③ プログラムコードにより自律的に動く組織・実行される契約に対する責任関係

先に述べたプログラムコードにより自律的に動く組織が今後出現し、実際のビジネスの世界に関与する可能性は高い。その場合に、この組織を法人格として取り扱うのか否か、またそのような組織に関与する係争が生じた場合の司法判断において生じうる論点について、先行して議論を進めておくことが必要となる。

また、仮にブロックチェーン上でハッキング等の問題が起こった場合、選択肢の一つとしてハードフォークと呼ばれる手段がある。これは、ブロックチェーンのある時点を起点として、以後のブロックチェーンと互換性のない新たなブロックチェーンに移行するものである。実際に、2016年6月にビットコインと類似のブロックチェーンを利用したEthereumという仮想通貨のネットワーク上で展開されていたサービスにおいて、ブロックチェーンの外側のシステムに対するハッキングによって50億円相当の通貨が不正に持ち出される事件⁸が発生したが、このときEthereumは事件以前の状態にハードフォークすることを選択した。この決定の是非については意見が分かれている。今後も発生する可能性がある同様の不正において、民事訴訟等の場における司法判断として、ハードフォークを解決手段とするかどうかについても、議論が必要である。

(4) パブリックな分散型ビジネスモデルの拡大（シェアリングエコノミー2.0）

⁷ 電子署名法の概要(法務省 HP) <http://www.moj.go.jp/MINJI/minji32.html>

⁸ 出典:AFPBB News(2016/6/19) <http://www.afpbb.com/articles/-/3090959>

N 対 N の分散型取引の普及により、社会に分散している様々なリソース（モノ、スペース、カネ、ヒト、スキル、エネルギー、生産システム、ストレージ・計算資源等）が IT を通じてデジタル・アセット化されて徹底的に利活用され、各資産の「稼働率」を飛躍的に高める仕組みが経済にビルトインされる。現在は、仲介プラットフォームがユーザー間のマッチング機能を担っているが、将来的には、ブロックチェーン技術の活用により、管理者・仲介者が介在しないあるいはその価値が相対的に希薄化され、仲介者不要で資源の最適配分が行われる世界が実現する可能性もある。

リアルな社会でも、シェアリングエコノミーの進展によって、モノ、ヒト、カネなどの「資産」の所有概念は、個人に帰属するものから社会全体、あるいは特定のコミュニティで共有するものへと変化し、P2P によって取引が自律的に行われる領域が拡大していくと考えられる。

これによって、社会全体としての資産稼働率が高まり、潜在的な生産性が向上するとともに、クラウドソーシング^{xxviii}の仕組みを通じた知恵・時間のシェアリング等によって働き方の多様化も促すこととなり、「ヒト」の「稼働率」も向上させることとなる。

シェアリングエコノミーの進展に伴い、供給制約が解消され、需要に対し柔軟にサービスが提供される社会、すなわち、ジャストインタイムのオンデマンドエコノミーが一般化し、効率化、コスト削減が徹底される社会が到来すると予想される。そのような社会構造の変化の中で、以前であれば無償の助け合いとして行ってきた社会的行為がオンデマンド商取引の対象へと変化していくことも考えられる。働き方の面でも、雇用のオンデマンド化が進展すると考えられる。ただし、供給制約が解消された効率的な社会では、労働力の供給者としてスポット的に市場へエントリーすることは容易であっても、恒常的に対価を得ることは困難になることが予想され、労働者が不安定な立場に置かれるのではないかと指摘もある。シェアリングエコノミーを効率化やコスト削減を徹底させる市場経済の究極の姿として捉えると、産業政策のみならず、雇用政策、分配問題、社会保障の政策とも連携して考える必要がある。

また、シェアリングエコノミー型社会への移行に伴い、各々が所有していたものが相互に融通されることとなれば、その相互融通部分については GDP に対しネガティブなインパクトを及ぼし得るが、シェアにより生じた余剰資本が成長ポテンシャルの高い産業領域に適切に投資されれば、我が国全体としての中期的な成長率向上に寄与するものと考えられる。加えて、シェアリングエコノミーの普及がもたらす働き方の多様化、誰もが社会参加し活躍できる社会の到来等は、必ずしも国民経済計算では表現できない世界（ユーザーの幸福感や利便性、豊かさの感覚）で、ポジティブな側面を有すると言える。また、モノについては多くはローカルな結びつきを高めた上でのシェアとなるが、無形の知恵やカネについては、仮想通貨・デジタル通貨によって低コストで少額決済が可能となり、国境を越えてグローバルにシェアされることとなる。

これらにより、N 対 N の領域が拡大し、主に個人をエンパワーメントして

いくこととなる。すなわち、「管理者」がいない世界の中で個人と個人が直接につながり、効率的にモノ、ヒト、カネなどの「資産」が「共有」されて徹底利活用されるオンデマンドエコノミーが一般化するとともに、既存の経済成長システムでは十分に計測することができない「共助」かつ「スケーラブル」な、シェアリングソサエティともいべき新たな高効率な経済システムが構築される。しかしながら、このことは、エンタープライズの世界が必ずしも縮小していくことを意味するわけではない。こうした自律分散協調構造を前提として提供される新たなエンタープライズのサービスが生まれ、付加価値を生んでいくこととなる。働き方についても必ずしも一企業に専属しない個人がエンパワーメントされることとなるが、好悪に関わらず、供給者と消費者の境目が相対化し、融合した新たな経済社会が構築されることになる。

こうした点を踏まえ、シェアリングエコノミーは、上述のとおり国民経済計算では表現できないポジティブな面を有することからも、我が国経済構造を大きく変革するものとして、徹底的に推進していく必要がある。

<具体事例のイメージ>

- 住宅やオフィスや公共施設などの個々の全てのスペースに、スマートロック^{xxix}がついて時間単位で全てがシェアされ、需給に応じて余剰スペースがスケーラブルに利活用される仕組みが実現。
 - ➔ 需給に応じた宿泊・住居・会議等の調整（ピーク時に合わせた設備投資が不要化）
- 移動手段がシェアされるだけでなく、移動車やトラックなどの空いているスペースを使って荷物が搭載され、徹底的に配送される仕組みが実現。
 - ➔ 物流の効率化、省エネルギーの実現
- 複数のスキルに応じて、空いている時間で様々なタスクを請け負い、一身専属的に企業に所属せず、自らのスキルと時間を徹底的に生かす仕組みが実現。
 - ➔ 働き方の変革、自己実現の多様化
- 子育てを終えた女性や高齢者が、家事代行や子育て・介護等のシェアリングサービスを通じ、助ける側にも助けられる側にもなる「共助」の仕組みが確立。保育士不足等の社会課題の解決の一助となる。
 - ➔ 超少子高齢化社会が抱える社会課題の解決
- グローバルなソーシャルファンディング^{xxx}やソーシャルレンディングサービス^{xxxi}を通じて、ビットコイン等の仮想通貨を用いて国内外のスタートアップ／個人に投資できる仕組みが確立。銀行やVCでは投資

に踏み切れないハイリスクなプロジェクトが世界中の個人によるリスク分担により次々に実現。

➔ 調達コストの低下、新サービスの登場

- 個人が保有する余剰ストレージ・計算資源が仮想的にシェアされ、スケーラブルにストレージ・計算ができる仕組みが実現。

➔ IT システム全体のスケーラビリティの確保、省資源

- ブロックチェーンの活用により、中央の管理者不在でシェアリングの本人確認や評価制度を全てのプラットフォームで一元化する仕組みが実現。新たなサービスであっても、過去に他のサービスにおいて蓄積された評価が容易に参照可能になり、個人の信用度が過去の評価により定量化される社会が到来。

➔ 利用者の安全・安心の確保

- 地域内の官と民（例えばライドシェア事業者）が共同して公共交通機関（バス・タクシー等）を含む移動データを集約、動線分析を行い、周辺事業者のマーケティングや渋滞緩和に活用。

➔ 官民共同でのデータ活用による新たなサービスの登場、渋滞解消による移動効率向上

<意義>

シェアリングエコノミーの進展により、個々人の「所有」の概念が希薄化し、あらゆる試算がデジタル・アセット化され、その徹底利活用が進むことにより、生産性向上、省資源の効果が期待され、我が国全体の経済構造変革につながる。また、個人がサービスの消費者でもあり提供者でもある「プロシューマー化」が進むことや、働き方の多様性が確保されることにより、一億総活躍社会の実現を後押しすることになる。

<課題と解決の方向性>

① シェアリングエコノミーの社会的受容

調査結果からは、シェアリングサービスの利用に積極的でない理由として、「事故やトラブル時の対応に不安があるから」が最も多く挙げられている⁹。他方で、シェアリングエコノミー関連のプラットフォームを提供している事業者の多くは、SNS を活用した本人確認や保険会社との提携による損

⁹ 平成27年版情報通信白書によれば、シェアリングエコノミー型サービスを利用したくないと回答した人（「あまり利用したくない」又は「利用したくない」と回答した人）にその理由を尋ねたところ、「事故やトラブル時の対応に不安があるから」を挙げた人が約6割で最も多いという結果になっている。

害賠償保険の整備、トラブル時の相談窓口の設置等、様々な消費者保護のための取組を行っている。シェアリングエコノミー市場の健全な成長のためには、多くの事業者がユーザー保護の観点から十分な対策を行っているという事実を拡散し、社会的に受容される土壌を形成することが重要となる。

そのための対応の方向性としては、プラットフォームが負うべき消費者保護に関する責任を法制度により明確化し担保することも考えられるが、日々新たなビジネスが生じているシェアリングエコノミー市場においては、行政による制度整備が追いつかない領域が存在するため、タイムリーな利用者保護・業界の健全な振興の観点からは、民間主導による自主的な基盤整備を尊重することが望ましいと考えられる。政府の関与としては、民間団体が主体となって自主的なルール整備を行うための議論の場の用意、自主ガイドラインの策定に関する考え方の提示等が必要である。

また、自主的なルールの実効性を担保するために、自主ガイドラインに基づく認証制度を創設し、認定事業者に対し一定の優遇措置を講ずることで、事業者が高水準の消費者保護措置等を講じることにインセンティブを与えることも考えられる。他方で、認証制度を持続可能なものとするためには、慎重に運用体制（制度設計）を進める必要があり、そこに政府としてどのように関与していくかは今後精査が必要な課題である。

② 地方レベルでのシェアリングエコノミー活用に関する課題

地方自治体においても、シェアリングエコノミーを活用することで、遊休公共資産（ヒト・モノ）の稼働率向上、業務の効率化を図り、地域経済・住民全体の活性化につなげることが期待される。海外においても、例えば公園の遊具が住民からのクラウドファンディングによって修繕しようとする試みが見られるなど、共助の仕組みが普及しつつある。他方、我が国の地方自治体においては、シェアリングエコノミーをどのように導入し、活用していくことが効果的なのか、またそのために必要な条例改正等のルール整備をどのように進めていけばよいのか、全体像の把握が困難であるという課題がある。

上記課題への対応としては、下記2点を進めることが考えられる。

- (ア) シェアリングエコノミーの活用を待機児童や人材（労働力）不足といった社会課題の解決に繋げている自治体をモデル事例として創出、ベストプラクティスとして横展開する仕組みを整備する。
- (イ) 自治体がシェアリングエコノミーを活用する際の制度上の課題（①公用財産規則の見直し、②クラウドソーシング活用のための役務等に係る調達規則の見直し、③自治体職員によるクラウドソーシング参加のためのルール整備（兼業・副業の観点）、④自治体等が保有している既存の予約システムとの衝突、⑤自治体内部での合意形成等）を整理すると共に、対応の方向性を示す。

③ 個別業法等との衝突の調整

民泊やライドシェアをはじめ、既存の法規制との関係でグレーゾーンとされているシェアリングサービスも一部存在している。その原因の一つには、各サービス領域においてどのような業法が関係しうるのかを事業者側で網羅的に精査することが現実的には不可能という側面がある。この点、スコープを絞った上で、留意すべき法律に関する情報を行政側でまとめて提供していくことや、事業者のニーズに応じてグレーゾーンの明確化を進めていくことが必要である。併せて、相互評価等のシェアリングエコノミーの特性により代替可能な規制については、緩和を進めて行くことが必要である。

グレーゾーンの明確化に関しては、例えば、産業競争力強化法に基づくグレーゾーン解消制度・企業実証特例制度^{xxxii}の活用（また、同制度の使い勝手の改善）や、他法と抵触する可能性がある軽微かつ横断的な法的問題については、「電子商取引及び情報財取引等に関する準則」等のツールを活用し、過去の判例等からの類推などによって、企業からの要望に応じる形で、法律専門家によって適用関係を整理することが考えられる。

具体的な例のひとつとして、乗り合い等のルール上の明確化も考えられる。道路運送法上、他人の需要に応じ、有償で、自動車を使用して旅客を運送する事業を經營しようとする者は、国土交通大臣の許可を受けなければならないとされており、ライドシェアサービスの中でも長距離の乗り合いサービスは、実費（ガソリン代や高速代等）の範囲内で割り勘するという条件下でサービスが提供されている。長距離乗り合いサービスはタクシーと需要を奪い合わず、かつ、渋滞の解消や駐車場不足の解消、CO2削減等のポジティブな側面が強いことから、高速バス事業（一般乗合旅客自動車運送事業者）と事業領域が重なる可能性がある点に留意が必要であるが、ルールの明確化が必要と考えられる。

④ シェアリングエコノミーによる経済効果の測定

先に述べたとおり、相互融通部分については生産活動にネガティブなインパクトを及ぼし得るが、それだけでなく新サービスの創出も含めた当該地域全体における中長期的な純効用を把握しなければ、政府として支援するに値するかどうかは判断できないことも事実である。所有経済から共有経済への移行に伴い、消費者の経済活動（購買活動）がどのように変化するのか、働き方や収入源の多様化等も含め国民経済計算では表現できないユーザーの幸福感や利便性といった観点を政策評価にどのように取り込んでいくのか等が課題になる。例えば、ライドシェアでは、買い物難民の解消による消費増、関連産業の雇用増、兼業ドライバーの収入増、マイカー保有台数減に伴う可処分所得増、自動車関連事業者の収益構造の変化（リース業の振興やメンテナンス関連での収益増等）など、様々な考慮すべき要因が存在する。

4.情報関連産業等の戦略の方向性

我が国の情報関連産業は、3. で述べた今後の課題とその解決に向けた取組の方向性を見据えた上で、新たなビジネス機会を捉え、ユーザー主導型のサービスへと転換していくことが考えられる。

具体的には、前節で述べたように、①エッジ側でのデータ処理の実現可能性向上と必要性の増大、②プライバシー懸念への対応も含めた個人に紐付くデータ管理の必要性増大、③プラットフォームによるデータ寡占を超越するためのデータ協調、④ブロックチェーン技術による分散取引の実現可能性向上、⑤所有を前提とせず、分散されたアセットの有効活用によるシェアリングビジネスモデルの進展といった新たな方向性が生じつつある。

これによって、プラットフォームが（＝プレーヤー）、クラウドに（＝アーキテクチャ）、一元的にデータを集約（＝データ寡占）する従来の構造ではなく、ユースケースに応じて、クラウドとエッジで役割分担し、システム全体の負荷も低減させられるような最適なアーキテクチャが構築され（データ処理の分散）、事業者間あるいは事業者と個人間の合意に基づくデータの相互利活用によって、ステークホルダー全体の便益が図られ（データの分散）、プラットフォームの存在が相対化される（プレーヤーの分散）、様々なリソースがデジタル化されてシェアリングされる（利活用されるアセットの分散）ような、「瞬時に分散化され、協調される産業社会」が到来する可能性がある。

足下では、付加価値の源泉がデータにシフトするにつれて、GAFA^{xxiii}をはじめとするクラウドプラットフォームへのデータ集約が競争優位を持つ状況となり、IoT、ビッグデータ、人工知能による第四次産業革命の流れは、一見すると、こうしたデータ集約が競争優位を持つ構造が、あらゆる産業分野に及ぶことを示唆している。

しかしながら、更に将来を見据えたとき、現下で顕在化しつつある新たな技術的・社会的潮流は、データの一極集中ではなく、むしろ、データが分散的に管理され、相互に利活用される「データ協調型社会」への流れを示唆し、オープンなアーキテクチャの中で様々なマイクロサービスが組み合わせられ、現場からのボトムアップ型のイノベーションを可能とする方向性も示唆している。

したがって、今後のIT利活用ビジネスのあり方は、足下におけるデータ集約型ともいえる状況を一種の通過点と捉え、大胆に将来を見据えて取組を進めていくことが重要である。

その際には、後述するようにオープンイノベーションが改めての鍵となる。多様なプレーヤーが参加可能なオープンなアーキテクチャの中で、部分的であれ迅速なサービス提供が実現可能となるアジャイル型で開発されたマイクロサービスが重要となってくる中、既存の大企業はイノベーターとしての役割ではなく、ベンチャー企業へのファンディングとユーザー企業へのつなぎ役に徹し、様々な企業との連携によるサービス・プラットフォームを生

み出していくことが重要となる。

具体的には、下記の点を考慮しながら、ビジネスモデル構築を進めていく必要があると考えられる。

(1) 情報関連産業における最適な IT アーキテクチャ展開戦略

データ処理量の増大、レイテンシーの課題、高信頼性、プライバシー懸念への対応等の観点から、エッジ側でのデータ処理の重要度が相対的に増し、ユースケースに応じて、クラウドとエッジとの間で負荷や効率等の観点から最適に役割分担されたアーキテクチャが実現されることとなる。当該アーキテクチャは技術進歩に応じて変化すると考えられ、ユースケースや時間軸に応じた最適なアーキテクチャを見据えたビジネス対応が必要となる。

こうした新たなアーキテクチャは、それぞれのレイヤー間の垂直型・水平型連携を可能にすることで、様々な事業者を組み合わせる新たなサービスを実現するというオープンイノベーションが特に要請されることになる。

このため、当該アーキテクチャについては、デバイス、ネットワーク、クラウド、アプリケーション、ユーザー企業がレイヤーをまたいで相互に連携し、IoT 時代の爆発的なデータ量増加に対し、全体として、その処理や所在を最適化しつつ、プラットフォームとしてのサービスを提供していく必要がある。特に、我が国情報関連産業は、各事業者単位で自ら完結したサービスを提供することはもはや不可能であることを認識し、我が国が強みを有するリアルデータ^{xxxiv}を有するユーザー企業が起点となって、ネットワーク事業者、ディープラーニング事業者、ベンダー事業者、アプリケーション開発事業者、デバイス事業者が、既存の系列的枠組みを超えて、大企業、ベンチャー企業、外資系グローバル企業等と柔軟に連携していくことが不可欠である。

例えば、ファナック、プリファードネットワークス、シスコ、ロックウェルが連携して工作機械の制御系のプラットフォームとして発表された FANUC Intelligent Edge Link and Drive (FIELD) system¹⁰は、オープンなアーキテクチャを前提としてディープラーニングを活用したエッジでのデータ処理を実現することで、データ処理・保護の使い分けに敏感なユーザー企業や様々なベンダーやアプリケーションを開発する事業者を呼び込むエコシステムを構築しようとしている。このようなアプローチは、自動運転など様々な分野で新規領域を切り開き、展開され得るものと考えられる。

デバイスやソフトウェアのサプライヤの観点からは、人工知能、セキュリティによる暗号化、プライバシーコントロールなどの付加価値を加えた、新しいアーキテクチャに基づく独自チップ・組み込みソフトなど、エッジ側でのデータ処理による高付加価値化が競争優位性を持つことが考えられ、デバ

¹⁰ 出典:ITPro 日経 BP 社(2016 年 4 月 18 日)

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/news/16/041801133/>

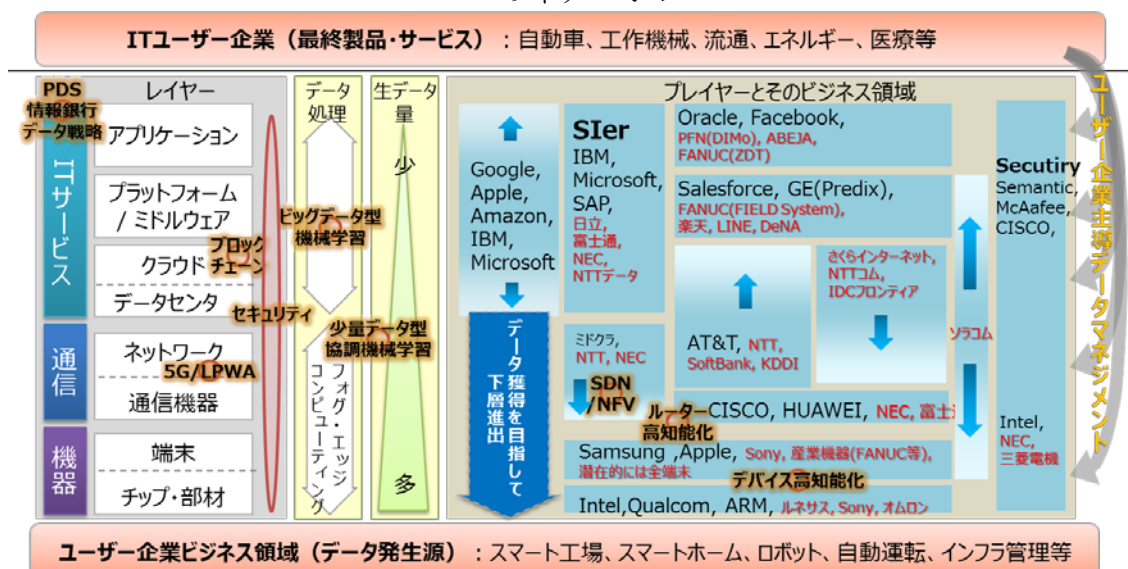
イスレベルでのハードと組み込みソフトの一体開発が求められる。実際にディープラーニングに対応した専用チップの開発が世界的にも競争領域となりつつあり、チップメーカーとディープラーニング事業者との連携も進みつつあるが、中期的にはデバイスメーカー、組み込みソフトベンダーは、上位のプラットフォーム事業者、クラウド事業者、サービス事業者等と連携して高付加価値化を図っていくことが不可欠である。

データセンタービジネスの観点からは、徹底的な仮想化を前提としたローカルなクラウドの整備が競争優位を持つ可能性がある。すなわち、オープンなグローバルクラウドと互換性をもたせて、エッジと連携したクラウド戦略の下で、地域性の高いデータ処理を行い、ユーザーから見てシームレスに展開できるようになることで、企業によるデータの使い分けニーズに対応し、クラウド需要を獲得することが可能となる可能性がある。通信事業者による余剰基地局の有効活用も含め、日本側のデータセンターとして、新たなビジネスチャンスとして取り組んでいくことが必要である。その際、他の事業者と連携し、IoTのエッジ処理、ディープラーニング、データ保護・流通など独自の付加価値を加えていく必要がある。

オープンなアーキテクチャに載せられるマイクロサービスのアプリケーションは、アジャイル型の開発を得意とする様々なベンチャー企業の出番となる。クラウドの仮想化サービス、ネットワークの仮想化サービス、分析ツール、ディープラーニング、ブロックチェーンなど、ベンチャー企業が容易に参入できるオープンな環境整備が重要となる。

こうした中、既存のITベンダー企業単独では、アプリケーションの開発には対応できない可能性が高い。自らイノベーションを生み出すのではなく、ファンディング及びユーザー企業とのつなぎの役割に徹し、ディープラーニング、セキュリティ、ネットワーク、ブロックチェーンなど、コアとなるそれぞれのイノベーションについては社外に求め（内部に抱え込んでいる場合には社外化し）、M&Aによりファンディングして事業連携を図っていくことが必要である。なお、政府調達の仕組みが既存ITベンダー企業のビジネスモデルに少なからず影響を与えていることにも留意し、今後その仕組みを検討することも必要である。

＜図 1 4：ユーザー企業を起点とした最適なアーキテクチャ戦略
のイメージ＞



（２）ユーザー企業等における新たなデータ協調戦略の構築

プラットフォームがクラウドにデータを一極集中させ、当該データから得られる分析結果を付加価値としてビジネス展開するモデルは、消費者のプライバシー懸念の増大や単独事業者でのデータ囲い込み戦略へとつながり、既にグローバルな巨大プラットフォームとなっている事業者を除いては、真の意味でのデータ利活用を果たせない恐れがある。

データを保有する各事業者は、単にデータを囲い込むのではなく、競争領域ではないデータを見極めた上で、他企業とシェアする経営判断とともに、重要データについてはエッジによるデータ処理や契約などで適切に保護する仕組みの構築が必要となる。

特に個人に関連するカスタマイズドサービスを展開しようとする場合には、プライバシー懸念を打破して個人のディープデータの利活用を進めるためには、データを「こっそり」取得するのではなく、ユーザーとのインタラクティブなコミュニケーションの中で、ユーザーの明確な意思の下でデータを預かるという視点に立ち、ユーザーにとっての費用と便益を、ユーザー自身が比較考量した上で、同意してデータを提供するための仕組みの構築が必要となる。取得されるデータは一旦個人に還元し、個人の管理の下で進んでデータ提供を受けられるようなサービス構築が最終的には競争優位を持つものと考えられる。関係事業者と連携してパーソナルデータストア等を自らつくっていくことも重要となる。

こうしたデータ戦略を踏まえ、将来のアーキテクチャや、データ利活用のあり方を前提とした戦略的な経営判断をするため、CIO (Chief Information Officer) ではなく、CDO (Chief Digital/Data Officer) の位置づけを強化

して権限を与えるなど、無形資産としてのデータを経営資源として確実に管理し戦略的に利活用するための社内体制を整備していくことが重要となる。

(3) ユーザー主導型のビジネスモデルへの転換

ブロックチェーンやシェアリングエコノミーは、消費者中心のN対Nの共有経済の創出や、管理者不在の脱中央集権的な自律型システムの創出へと繋がり、従来のプラットフォーマーとしてのサービスサプライヤーの役割を相対化するものである。

このような状況においては、これまで構築されてきた既存市場の構造はもはや通用せず、サービスの供給者としての事業者と、需要者としての消費者という関係性から脱却し、消費者と一体となって社会活動を共創していくプレーヤーが、ユーザー主導型のビジネスモデルとして発展していく必要がある。

具体的には、ブロックチェーンのツール提供者であるベンチャー企業と組んで、地域通貨やポイント管理といった金融的分野のみならず、様々なモノのトレーサビリティ管理やIoTでのデータ、デバイス管理など、様々な分野でブロックチェーン技術を活用した新たなサービスモデルを生み出していくことが重要である。シェアリングエコノミーについても、モノの売り切り等や自社の資源の囲い込みといった従来型のビジネスモデルを再検証し、ベンチャー企業と連携して、例えばスペース、移動手段、スキル、3Dプリンター、ストレージ等の分散したアセットを活用して組み合わせた新たなビジネスモデル、あるいはスキル等について外部リソースの積極的かつ効率的活用などの新規事業を展開していくことが重要である。加えて、アイデアやユーザーインターフェースを強みとして、将来的にはグローバルに展開していくシェアリングサービス事業者が創出されていくことが望まれる。

(4) 構造変化に対応したIoT人材基盤

これまでのSIer的人材ではなく、クラウドからネットワークも含めたアーキテクチャのグランドデザインができる人材、マイクロサービスのアジャイル的な開発ができる人材、ハードも理解してコードが書ける人材、コードと確率論ができる機械学習人材等が求められていくことになる。

加えて、利活用側の人材として、業務を理解して「現場」からデータに基づき、マイクロサービスを活用して迅速に「現場」の知をシステム化できる人材、データ分析のみならずデータ取得から全体的な戦略を描ける人材が求められていくことになる。

これら人材基盤を形成していくためには、方法論を工学化していく取組や、実装する「現場」でOJTにより育成する取組が必要となる。これらのうちハイエンド人材については、現時点では限られていることから、企業間で取り合うのではなく、外部化や連携プロジェクトを通じた人材の適切な「シェアリング」が必要となる。

なお、機械学習等の導入により、「現場」での人材が不要化していく面もあるが、前述したとおり「現場」を知り、ボトムアップ型で「現場」の知をシステム化していく人材が重要となる面にも留意すべきである。

5. 政策の方向性

我が国の強みであるリアルデータを活かしつつ、データユーザー主導型のデータ分散型構造の実現等、新たな領域におけるビジネスチャンスを活かしていくためには、既存の取組の延長線上ではなく、新たな発想で取り組んでいく必要がある。そのためには、以下のような政策の方向性が考えられる。

政策関与の基本的な方向性としては、そもそも技術的な変化の早い IT 世界の中で、行政が把握できる情報に一定の限界がある条件下では、旧来型のターゲティングポリシー政策ではなく、自由なビジネスを阻害する旧来型規制の除去や、市場の自主ルールを尊重した事後的な調整措置が望ましい点を留意する必要がある。加えて、短期的な政策の積み重ねではなく、恒常的なPDCA を回すことで中長期的に一貫した市場関与とすることで、市場の先見性を高め自由なビジネスを促進する点を留意する必要がある。さらに、関連政策は省庁間で連携し、一貫性ある政策を提供することも重要である。

なお、以下の政策案は、短期的に実現すべきものと中長期的なものとが混在している点に留意が必要である。

(1) 施策の方向性の例

① データユーザー主導型データ構造への対応

○技術開発や環境整備の支援

- エッジ側での高付加価値化の実現
 - エッジにおけるデータ処理の増加に対応して NEDO で策定する IoT 技術戦略(モデルベースシステムズエンジニアリングなど)に基づき、技術開発等を推進する。
 - リアルタイム自己学習機能付き人工知能や、セキュリティ、プライバシー等を考慮した暗号化等のデータ処理技術、超低消費電力化などの様々なニーズにマッチした、ロングテール領域の高速データ処理チップ・デバイス等の研究開発を強化する。
- エッジ連携型の日本版クラウドの実現
 - システム全体での最適化検証が可能な日本型クラウドを整備し、必要に応じて産業技術総合研究所とも連携可能な仕組みを構築する。
 - 様々な実証実験を通じて、学習・解析ツール、事前学習モデル、シミュレータなど基礎的なライブラリを整備し、幅広い分野の企業に活用してもらうためにユースケースを広く共有する。
- アーキテクチャ構造にかかるグローバル連携・規格化
 - IoT 推進コンソーシアム^{xxxv}と OpenFog コンソーシアム^{xxxvi}、IIC(インダストリアルインターネット・コンソーシアム)^{xxxvii}との連携の下、ニーズの掘り起

こし、ビジネスマッチング、及びそれを実現するデバイスの設計・試作・評価とサービスをシミュレート・運用するためのツールの開発など、ユーザーのアイデアを迅速に具現化するための枠組みの構築と望ましいアーキテクチャについて、グローバルに連携し規格化を進める。

- 新しいアーキテクチャに対応した IoT 関連の技術開発戦略を NEDO が策定する。また、こうした新しいアーキテクチャを活用した各分野でのプラットフォームについて、国際規格化を目指していく。

○データ戦略の再構築の推進

- IoT 推進ラボ等におけるプライオリティとして、ユーザー主導型データ構造を実現する先鋭的なプロジェクトを優先的に採択する。

○新たな構造に対応した人材育成

- 構造変化に対応した以下の様な IT 人材の育成を図るため、資格制度等の見直しを図る。加えて、これら人材が互いを高め合うためのコミュニティの形成を支援する。
 - ◇ 自律分散協調型アーキテクチャのグランドデザインができる人材や、ネットワークからクラウドサービスまでのアーキテクチャに関する議論が可能な人材
 - ◇ マイクロサービスの記述が可能な（単体でサービスとして完結したプログラムコードを記述できる）人材、あるいはマイクロサービスを組み合わせる接続等の管理ができる人材
 - ◇ プログラムコードのみならず、プログラミング開発や運用等の方法論を体系的にまとめている学問分野であるソフトウェア工学と同じように機械学習の方法論について習得している人材
 - ◇ プログラムコードのみならずハードウェアに通じた人材
 - ◇ データ分析のみならずデータの取得から全体的な戦略を描ける人材
 - ◇ 業務を理解してマイクロサービスを活用して「現場」の知をシステム化できる人材

○その他制度等

- 自律的に動くデバイス等の責任関係の検討
 - 人工知能やプログラムコードに基づき、自律的に動作するデバイス等のノードについて、元々の開発・運用者等の民事・刑事上の責任関係を電子商取引準則等で明確化していくことを検討する。

② オープンなデータ流通市場の創出

○個人起点の新たなデータ流通構造の創成

- パーソナルデータストア・プロジェクトの実現
 - 行政履歴が確認できるマイナポータルとも連携して個人による履歴情報が一覧的に閲覧でき、個人の管理の下、提供が可能な民間プロジェクトを推進する。
- データポータビリティ、個人を支える信託型代理機関の検討
 - 個人が自らに関連するデータの所在を把握し、データの引き出し等、自ら管理が可能であり、信託を受けてサポートする信託型代理機関、データポータビリティに係る法制度の在り方について検討する。
- データ取引所のルール策定とビジネス実現化
 - データを取り扱う取引所サービスについて、取引所の信用性を強化するための行動指針の策定を検討するなど、民間事業者によるデータ取引所の立ち上げを支援する。
- オープンデータとデジタルファーストの促進
 - 行政機関が保有するデータをデータ流通市場に提供するように、利用可能な形でのオープンデータ化を進めるとともに、官民・民民における書面手続きについても、デジタル化が進むための制度見直しを進める。

○データの利活用権限の明確化（データオーナーシップ）

- 契約上のデータ取引の明確化を推進
 - データ流通契約ガイドライン^{xxxviii}を改訂する。
- 主要分野のデファクト形成と国際連携
 - 複数事業者が関連する工場内のデータ管理、ビル管理、海事等の具体的分野について協調領域に属するものは可能な限りシェアすると
の理念の下、データ権限に関する具体的な事例づくりを行う。
- 秘密分散・計算技術の活用によるデータ協調環境整備の検討
 - 企業が漏洩を気にすることなく、ビッグデータ分析のためにデータを容易に提供できるよう、秘密計算技術等を活用した、第三者に提供する場合の運用の在り方について検討する。
- データ利活用を萎縮する制約要因の解消
 - 具体的な加工手法の提示等を通じ、改正個人情報保護法に基づく匿名加工制度の活用を促進するとともに、データ流通促進WGにおいて企業からの個別相談を受けて解決するほか、カメラ画像の利活用などの自主ルールの策定を支援する。

③ 「信頼」の仕組みを変える新たな産業社会の構築

○ブロックチェーン技術の社会実装の推進

- 実証による新たなビジネスモデルの創出
 - IoT 推進ラボ等により、ブロックチェーン技術を活用した先鋭的なプロジェクトについて支援を図る。
- 政府システムでの活用
 - 文書管理、投票システム、医療情報管理等においてブロックチェーン技術の活用を目指す。
- 政府による先進的サービスの認証
 - 政府調達を通じたイノベーションを創出するため、ブロックチェーンも含めた最先端技術を用いた民間 IT サービスについて、各行政機関での採用を促すための政府による認証の仕組みについて検討する。
- 学术界と産業界の連携促進
 - 我が国の強みである暗号技術を有する大学・研究所とブロックチェーン業界との連携を強化するため、学术界の活動を支援する。
- 性能基準の明確化、標準化
 - ブロックチェーンの様々なシステムについて、既存のシステムと比較してメリット・デメリットが容易に判別可能になるような性能基準を示す指標を策定するとともに、国際標準化の動きに積極的に関与していく。

○既存制度の見直しの促進

- 監査・認証・証明制度等の見直し
 - ブロックチェーン導入に伴い、登記や権利管理などについてどのような制度的見直しが必要となるかについて検証を図るとともに、その導入を進める。
- 法的証拠力の明確化
 - ブロックチェーンに記録されているデータの民事訴訟上の証拠力の明確化に向けて、電子署名法を含む所要の制度との差異について検証を行うとともに、その明確化に向けた制度的検討を進める。
- 新しいユースケースへの対応
 - ブロックチェーン技術を担保としたプログラムコードで組織された法人格の取り扱いについて検証するとともに、ブロックチェーン上で不正が生じた場合の解決手法（ハードフォーク）とそれに反対する訴訟等の関係について検証を図る。

④ パブリックな分散型ビジネスモデルの創出

○シェアリングエコノミーの自主的取組による社会的信用性の獲得

- 自主ガイドラインの策定
 - シェアリングエコノミーに関し、本人確認、評価システム、苦情処理、データセキュリティ等を盛り込んだ業種横断的なガイドラインを策定する。
- シェアリングサービス民間認証制度の創設
 - 上記ガイドラインをベースとした、民間団体による優良サービス認証制度の構築を支援する。

○普及のための地方レベルでのシェアリングシティの促進

通勤時のライドシェアの乗り合い推進、公共施設や空き家・空き店舗の貸し出しなど、シェアリングモデルを徹底的に取り込み、行政の効率化・共助を図るシェアリングシティについて、具体的なモデル事例を発掘、横展開し、必要なルール整備や資金的支援を図るとともに、障害となり得る実務上の課題について整理・明確化する。

○個別業法等との衝突の調整

タクシーも含め、「乗り合い」の規制緩和・明確化や移動手段による荷物の共同配送などシェアリングエコノミーをさらに推進するためのルール整備について検討する。

併せて、電子商取引の準則等によりグレーゾーン解消の明確化を図る。

○従来型の GDP を前提とした経済効果の見直し

シェアリングエコノミーによる経済効果の測定として、ライドシェア等の分野について、GDP では必ずしも測定できない消費者余剰等の全体への効用について経済効果の検証を図る。

(2) 今後検討すべき象徴的なプロジェクト例

- ◆ エッジヘビーコンピューティング
 - 自動運転システムをグローバルクラウド・基地局・自動車レベルで適切に分担処理するプロジェクト
- ◆ エッジ・個人起点のデータ流通
 - 健康情報・移動情報・購買情報などのパーソナルデータストアを提供するため、医療・自動車・流通などの分野別に関係会社が組織するプロジェクト

◆ブロックチェーン・シェアリング

- ブロックチェーンにより ID 管理をして、シェアリングサービスの利用履歴を共通化するプロジェクト
- ユーザーとしての行政機関によるブロックチェーンを活用したトレーサビリティを確保した文書管理システムの導入

◆シェアリングシティ

- 地方都市において通勤時の車移動にライドシェアによる乗合を導入、あるいは通勤時の駐輪場の自転車を昼間時に住民・観光客等に開放してシェアリングするプロジェクト
- 自転車・二輪車・四輪などの交通手段を荷物配送に活用して物流を効率化するプロジェクト

6. 最後に

様々なデータに基づき、全ての現実世界を制御し、個人に最適なサービスを予測して実現するという IoT の次のステップにたどり着くためには、実は様々な課題があり、これに対し、エッジヘビーコンピューティング等を背景としたデータ処理構造の変化、個人を起点としたデータ構造やデータオーナーシップの明確化などのデータに対するアプローチの変革が必要となり、さらに、ブロックチェーン技術がさらに自律的な進化を加速させ、シェアリングエコノミーの進展が分散化された様々なアセットを「デジタル化」して経済モデルに組み込んでいくという、中期的な変化の可能性を眺めてきた。

一見すると、データを一気に集約するクラウド・プラットフォーム全盛の中でのトップダウン型のイノベーションに見えるものの、IoT の今後の進展の中で、デバイスの「復権」やローカルなクラウドの可能性、データを生み出す「現場」の重要性とボトムアップ型のイノベーションの重要性、プライバシー保護に関する新たなアプローチ、管理者なきデータの分散管理を実現するブロックチェーン技術、分散化されたアセットをデジタル化して利活用可能としたシェアリングなど、寡占的なクラウド・プラットフォームを相対化し、ユーザー主導型のデータ構造・ビジネスモデルへと転化させていくことが可能な流れが出てきている。

日本企業は、IT 構造に関し、欧米発の巨大プラットフォーマーに大きく差をつけられているとも指摘されるが、IoT は未だ序章であり、上記観点に立てば「あきらめる」ことは早く、我が国が伝統的に強みを有しているデバイスやものづくりをはじめとする分野でのリアルデータも活かしつつ、新たな領域におけるビジネスチャンスやユーザー主導型のデータ構造による柔軟なデータ戦略の実現などの機会は十分にあると言える。

そのためには、既存の取組の延長線上ではなく、新たな発想で取り組んでいく必要がある。

第一に、従来型のベンダー・機器メーカー主導による各論的な SI 的イノベーションではなく、アーキテクチャ全体を俯瞰し、ベンチャー企業のイノベーションを中核とし、リアルデータを保有するユーザー企業を起点として様々な企業がオープンに連携する新たなプラットフォームの動きへと大胆に転換していく必要がある。国による支援も、このような取組に重点化していく必要がある。従来型のベンダー・機器メーカー等は、このようなベンチャー企業を生み出すために社外に投資を行い、先端分野はむしろ切り出して社外化していくなどの徹底したオープンイノベーションのエコシステムを構築していくことが期待される。

第二に、事業者主導のデータ流通構造だけではなく、プライバシー関連については制度的にもアプローチを大胆に転換し、個人を起点としたデータ流通構造へと転換していかなければならない。事業者間のデータについても個

社で囲い込むあるいは権限が不明確なまま利活用しないのではなく、協調領域に関して共有するとともに、複数事業者間に渡る場合には権限関係を公平かつ契約上明確にしていかなければならず、公平でないと考えられる場合には競争法的視点からの対応も検討していく必要がある。

第三に、新たな動向であるブロックチェーン技術やシェアリングエコノミーについては、ディープラーニングに対する対応と同様に、他の動向を眺めているのではなく、これを積極的に活用して、既存のビジネスモデルを破壊するような新たなビジネスモデルを率先して生み出していかなければならない。国として、そのための障害となる規制改革やルール整備に立ち遅れずに進めていく必要がある。

第四に、これらを支える人材自体も変化していく可能性がある。ユーザー企業の下請け的な SIer ではなく、アーキテクチャ全体を俯瞰し、クラウドと仮想化されたネットワークとエッジ間のデータ連携も制御し、ベンチャー企業的に独立したアプリケーションをアジャイルで開発できる人材が求められる。

本 WG では、「第四次産業革命」に対する対応策等を補完する観点から、将来の IT 構造の変化などを踏まえ、サプライヤ的視点から中期的に必要な事項を整理した。人工知能の開発及びその普及した世界でのルール整備、各分野での規制改革と社会実装等の推進、社会実装で培った経験を活かした国際競争力強化のための戦略的な規格化の検討等はもとより重要であり、これらの施策と、本報告書において整理した分散的なデータ構造に関する取組とが相まって、IoT をさらに進化させ、併せて、我が国企業の競争力を高めることが期待される。

なお、本報告書は、WG 委員による意見のみならず、各回に実施した有識者からのヒアリング結果を参考として取りまとめたものである。関係者に感謝するとともに、様々な関係者の今後の検討の参考になれば幸いである。

-
- ⁱ クラウド環境を構築することが可能なオープンソースソフトウェアのこと。
 - ⁱⁱ ネットワークの構成機器をソフトウェアで制御することで、ネットワークの構造、構成、設定などを変更することができる技術の総称。
 - ⁱⁱⁱ SDN がネットワーク自体の仮想化に対して、NFV はネットワークの効率的かつ安心安全に活用するために必要となる機能・サービス(ファイアウォールやロードバランサ等)を仮想化する技術の総称。
 - ^{iv} Preferred Networks 社が提唱する、クラウド・ネットワークデバイス・エッジデバイスが分散協調的にデータ処理を行うための新しいコンピューティングの概念。その他似た概念として、エッジコンピューティング(NTT コミュニケーションズによると、エッジサーバに演算処理機能、ストレージを備え、アプリケーションプログラムの実行、コンテンツデータの蓄積に利用することができ、小規模なクラウドデータセンターがユーザー近傍に分散配置されたものと説明)や、フォグコンピューティング(シスコシステムズが提唱するクラウドとデバイスの間にあるレイヤーによる分散処理を実現できる環境)等がある。
 - ^v iv 参照
 - ^{vi} 2(3) 参照
 - ^{vii} 現在のニーズに合った価値を創出するために、旧来型のセンサーやシステムについて置き換えるのではなく改良することや新システムとの相互接続を確立すること等により、旧来型のものを継続して活かすことが可能な性質のこと。
 - ^{viii} 個人情報加工して、特定の個人を識別することができず、かつ、作成の元となった個人情報情報を復元することができないようにすることで、その取扱いについて個人情報の取扱いに関する義務よりも緩やかな一定の規律が設けられるとする制度。平成27年の個人情報保護法改正により新たに創設された。
 - ^{ix} ディープデータとは、特定の個人のパーソナルデータが名寄せ及び蓄積等されることにより、利用価値が高まったデータのこと。
 - ^x 人間が自然に行っている学習能力と同様の機能をコンピュータで実現しようとする技術・手法のことであり、明示的にプログラムしなくてもコンピュータが適切な動作をするようなことが考えられる。
 - ^{xi} 入力されたエネルギーを物理的運動に変換するもので、例えば、電気エネルギーをモーターの回転に変換するものがある。
 - ^{xii} 入力に対する求められる出力を瞬時に応答すること。瞬時の度合は、その構成するシステムに求められる仕様・性能等によるが、一般的には1秒以内と考えられる。
 - ^{xiii} 企業の業務システムなどで、自社で用意した設備でソフトウェアなどを導入・利用する自社運用のスタイルのこと。
 - ^{xiv} その単一箇所が働かないと、システム全体が障害や停止となるような箇所のこと。
 - ^{xv} サービス指向アーキテクチャと言われ、大規模なコンピュータ・システムを構築する際に、アプリケーションなどをコンポーネント化(部品化)し、それらを組み合わせてシステムを作る概念や手法の総称。
 - ^{xvi} 個人が自らのパーソナルデータを管理し、データを開示するサービス事業者を自ら選択できるとする考え方。CRM(Customer Relationship Management)と対比される考え方。
 - ^{xvii} 個人からそのデータの提供を受けて、個人が設定した信託目的に従い、データの管理及び運用等を行う機関。
 - ^{xviii} インターネット上で流通している通貨の性質を持ったもので通貨の単位はBTC。「仮想通貨」「暗号通貨」などとも呼ばれる。発行・流通を管理する事業主体や国家もなく、中央銀行のようなものも存在せず、紙幣・硬貨は発行されない。

-
- ^{xix} ネットワークに参加するノード(通信を行なう各コンピュータを指す。「ピア」とも呼ばれる)が、他のノードに対して対等の関係でデータの要求と提供等を行う自律的なネットワークのこと。いわゆるクライアント/サーバ型と異なり、それぞれのノードはサーバまたはクライアントといった役割が固定されない。
- ^{xx} 与えられた入力データから、規則性のない固定長の値(ハッシュ値)を生成する演算手法。わずかでも異なるデータを入力すると、全く異なるハッシュ値が得られるのが特徴である。さらに、ハッシュ値から元のデータを推測するのは非常に困難とされる。
- ^{xxi} 契約条件、履行内容、将来発生するプロセス等をプログラムコードとしてブロックチェーン上に記録することで、契約条件トリガーをキッカケとして記録されたプログラムコードが自動で実行されて第三者を介在させずに公平・透明性のある取引が可能となる技術や概念の総称。
- ^{xxii} スマートフォンや GPS などの ICT を活用し、移動ニーズのある利用者とドライバーをマッチングさせるサービス。
- ^{xxiii} 保有する住宅や物件を宿泊施設として登録し、貸し出しできるプラットフォームを提供する WEB サービス。190 カ国超の 34,000 超の都市で 100 万超の宿が登録されている。
- ^{xxiv} 一連の処理の中で次の処理に進むために、人間の意思決定が必要なために人間が介在している状態のこと。
- ^{xxv} フィードバックループとは、フィードバックを繰り返すことで、結果が増幅されていくこと。
- ^{xxvi} 迅速、部分的、軽量、反復的なソフトウェア開発のこと。
- ^{xxvii} IoT 推進ラボは、IoT 推進コンソーシアムの下に設置された枠組み。個別の IoT プロジェクトを発掘・選定し、企業連携・資金・規制の面から支援を行うとともに、社会実装に向けた規制改革・制度形成等の環境整備に係る支援を行う。
- ^{xxviii} 不特定の人(crowd)に業務委託(sourcing)するという意味の造語で、ICT を活用して必要な時に必要な人材を調達する仕組み。
- ^{xxix} スマートフォンを用いて遠隔から解錠・施錠が可能な鍵のこと。
- ^{xxx} 小規模な事業者や個人が、ビジネスプロジェクトやアイデアをインターネット上で提示し、それに対し不特定多数の投資家から出資を募る仕組み。
- ^{xxxi} ソーシャルファンディングの一形態であり、ネット上でお金の借り手と貸し手を結びつける新しい金融サービスのこと。
- ^{xxxii} 企業の個々の事業内容に即して規制改革を進めていくことを狙いとして創設された制度。グレーゾーン解消制度は、事業者が、現行の規制の適用範囲が不明確な場合においても、安心して新事業活動を行い得るよう、具体的な事業計画に即して、あらかじめ、規制の適用の有無を確認できる制度。企業実証特例制度は、新事業活動を行おうとする事業者による規制の特例措置の提案を受けて、安全性等の確保を条件として、「企業単位」で、規制の特例措置の適用を求める制度。
- ^{xxxiii} GAFA とは、グーグル、アップル、フェイスブック、アマゾンの米 4 大インターネット関連企業のこと。
- ^{xxxiv} 現実世界からセンサにより収集した現場の改善等に活かされている質の高いデータ。
- ^{xxxv} IoT/ビッグデータ/人工知能時代に対応し、企業・業種の枠を超えて産学官で利活用を促進するため、平成 27 年 10 月に設立された民間組織。技術開発、利活用、政策課題の解決に向けた提言等を実施。
- ^{xxxvi} ARM、CISCO、Dell、Intel、Microsoft、プリンストン大学などが中心となり、2015 年 11 月 19 日に設立。オープンアーキテクチャーおよびフォグコンピューティング技術の加速を目指す。
- ^{xxxvii} AT&T、CISCO、GE、IBM、Intel 米国 5 社を創設メンバーに、2014 年 3 月に設立。産

業市場における IoT 関連の産業実装を推進していくことを目指す。

^{xxxviii} データ流通契約ガイドラインとは、平成27年10月に経済産業省が公表した「データに関する取引の推進を目的とした契約ガイドライン」のこと。分野・産業の壁を超えてデータに関する取引を活性化させることを目的として、データに関する取引の当事者が、契約締結時に留意すべきポイントをチェックリスト形式で整理している。