

新たな情報通信技術戦略の在り方
＜平成 26 年 12 月 18 日付け諮問第 22 号＞

第 3 次中間報告書（案）

～ 次世代 AI×ICT データリティ戦略 ～

～ 次世代人工知能社会実装戦略 ～

平成 29 年 6 月 20 日

技術戦略委員会

「次世代 AI×ICT データビリティ戦略」

情報通信審議会 情報通信技術分科会
技術戦略委員会 第3次中間報告書(案)
第 I 部

●目次

<u>はじめに</u>	1
<u>I. 次世代 AI×ICT データビリティが変革する未来</u>	3
<u>1. 対話プラットフォームがもたらす変革</u>	3
(1) 究極のインタフェースである対話プラットフォームの重要性	3
(2) チャットボットの重要性	5
(3) チャットボットの現状と未来	6
(4) 「コミュニケーションロボット産業」の創出	9
<u>2. 脳情報通信技術がもたらす変革</u>	11
(1) 脳情報通信の発展	11
(2) 究極のインタフェースである脳情報通信の重要性	12
(3) 「脳×ICT 産業」の創出	14
<u>3. 次世代 AI×ICT データビリティ戦略の検討</u>	16
<u>II. ICT データビリティ（ICT データ利活用環境整備）の推進方策</u>	19
<u>1. ユーザ企業等の IoT データ利活用の推進</u>	19
(1) IoT ユーザとベンダの協働による価値創造等	19
① ユーザ企業等のための IoT スキルセットの整備	19
② IoT ユーザとベンダのマッチングの推進	26
(2) 生産性向上に向けた多様な空間のデータ利活用の推進	30
① 生産現場における IoT 化の推進	30
② 社会インフラ維持管理における IoT 化の推進	37
<u>2. AI データの整備・提供に関する総合的な取組の推進</u>	42
(1) AI データテストベッド等の推進	42
① NICT「知能科学融合研究開発推進センター」の活動推進	42
② 先進的な自然言語処理プラットフォームを活用した社会実証、データ収集	46
(2) 個別重要分野の取組の推進	48
① 言語×ICT について	48
② 脳×ICT について	53
③ 宇宙×ICT について	57

3. 異分野データの連携基盤の構築の推進	62
(1) データ利活用のための基盤技術開発・環境整備.....	62
① プライバシー保護・データ機密性確保のための研究開発の推進 ..	62
② IoT セキュリティ等のための量子暗号の取組強化.....	64
(2) データの取得・収集、統合利活用に係る研究開発・社会実証の推進	67
① 異分野データの連携基盤の構築の推進.....	67
② Society 5.0 時代のデータビリティ戦略の推進	71
4. Society 5.0 時代の新たなプラットフォーム戦略の推進.....	74
(1) AI×革新的ネットワーク（5G、エッジ処理等）による Society 5.0 時代の新たなプラットフォーム戦略	74
① 5G、エッジ処理等の革新的ネットワークが与えるインパクト	74
② 人の目を超えた超高精細・超高感度の画像センサが与えるインパクト	76
③ 革新的 AI ネットワーク統合基盤の開発・実証.....	77
④ AI×革新的ネットワークによる新たなプラットフォームの構築 ...	78
(2) 個別重要分野の取組の推進.....	80
① 自律型モビリティシステムの推進	80
② オープンな日本語の次世代対話プラットフォームの構築	84
<u>おわりに</u>	87

はじめに

あらゆるモノを IoT によりネットワークにつなぐことで、その状態やニーズ等に関する情報を収集し、膨大なビッグデータを AI で解析することで、様々な社会課題の解決や新たな価値創造を図る Society 5.0 の実現が期待されている。

そのような中で、2016 年 4 月の「未来投資に向けた官民対話」における総理指示を受け、「人工知能技術戦略会議」が設置され、同会議が司令塔となって、総務省、文部科学省、経済産業省を中心に、AI 技術の研究開発を進めるとともに、出口産業を所管する関係府省と連携し、AI 技術の社会実装を進めている。

このような中で、同会議で取りまとめた人工知能の産業化ロードマップ等を幅広い有識者で議論するために、5 月 22 日に第 2 回の「次世代の人工知能技術に関する合同シンポジウム」が大阪で開催された。第 3 次中間報告書の冒頭に当たって、そのときの模様を紹介する。

パネルディスカッションでは、モデレータを務めたヤフー株式会社の安宅和人 CSO が、AI×データ戦争における 3 つの成功要件として、

①デバイス・領域を超えたマルチビッグデータの利活用

②圧倒的なデータ処理力

③質と量で世界レベルの情報系サイエンティストと ICT エンジニア

を挙げられ、いずれの点でも米国と比べれば全く勝負になっていない、164 年前の黒船来航時の日本と同じ状況だという問題提起があった。

そのような中で、多くの有識者から、期せずして、今後の我が国が取り組むべき重要な方向性として、以下のような点が指摘された。

- 日本の強みを活かすためには、人と機械、人と人、人と社会の中で AI 技術をどう活かしていくかが問われる。人と人、人とモノのインタラクションにおける情報処理を研究する必要がある。自己、相手、他者とどんな情報をどのように取得し、共有していると推論するのかについての研究が必要である。(安西祐一郎 人工知能技術戦略会議議長)
- ロボットが人間に一方的に働きかける時代から、ロボットと人間が相互にコミュニケーションしながら、お互いに適切な情報を獲得し、適切な判断と行動ができるようなマン・マシン・コミュニケーションが重要になる。(長尾真 京都大学名誉教授)
- 人間と AI が得意分野を補い合い協調して問題解決するインタラクティブ AI (IAI) が重要となり、人がロボットに仕事を教えるなど、IAI のためのインタラクションデザイン、AI アルゴリズムの研究が重要である。(山田誠二 人工知能学会会長)

我が国の労働力人口については、独立行政法人労働政策研究・研修機構の推計では、いわゆる現状維持のシナリオを想定した場合でも、2014年の6,587万人から2030年には5,800万人まで縮小する。今後、毎日1,500人ずつ労働力が減り続け、約15年間に700万人強の労働力を失うことになる。コンビニ、飲食店、物流サービス等、現在の日本のサービスを維持することは困難になりかねない。

人工知能と人間の協働については、株式会社野村総合研究所の未来予測プロジェクトの成果を取りまとめた「誰が日本の労働力を支えるのか？」¹において、以下のような予測がある。

- 「人工知能は人の仕事を奪うのか？」という議論があるが、結論から述べると、こうした不安を抱く必要はない、と我々は考えている。理由は大きく2つで、完全に人と同じ人工知能もしくはロボットの実現見通しがたっていないこと、その前提で、有史以来、新しい技術の周辺に常に新しい仕事、人の役割が生まれてきたこと、にある。

社会全体として、人々はなんらかの形でデジタル労働力と共存し、これまでと違うスタイルで価値を生み出す働き方にシフトすることが考えられる。

それゆえ、我が国は世界に先駆けて、人間とAIが協働する社会、人間とロボットが補い合う社会、高齢者がBMI（Brain Machine Interface）によるサポートを受けて意欲ある限り元気に働ける社会のような、少ない人間で生産性向上と豊かで安心な社会を実現していくことが不可欠である。

そのためにも、人間とAI、ロボットの円滑なインタラクションが必要であり、人間とサイバー空間をつなぐ究極のインタフェースである自然言語処理、脳情報通信の役割は今後極めて重要になる。日本では、これらの分野について30年以上前に国際電気通信基礎研究所（ATR）が設立され、日本語の音声認識・翻訳や脳の視聴覚機構等の研究が開始された。このような先行した強みを活かして、自然言語処理、脳情報通信の研究開発と社会実装を推進していく必要がある。

この第3次中間報告書を目にした若い世代が日本の将来に希望が持てるように、文部科学省、経済産業省と連携し、さらにはその他の省庁、産業界、大学とオールジャパンで総力を結集して、次世代人工知能に取り組んでいく必要がある。

最後に、5月22日の第2回の合同シンポジウムで安西人工知能技術戦略会議議長から述べられた以下の言葉を記す。

- 自動車産業では、自動車の発売では米国が先行したが、その後、日本がトヨタ・日産をはじめ世界で発展した。日本としては、車で世界を席巻したように、「人に優しい技術」をどうやったら作れるのかということをしっかり考えて取り組んでいけば、これから世界に十分太刀打ちできると思う。

1 「誰が日本の労働力を支えるのか？」（東洋経済新報社、2017年4月）

I. 次世代 AI×ICT データビリティが変革する未来

1. 対話プラットフォームがもたらす変革

(1) 究極のインタフェースである対話プラットフォームの重要性

2016 年 3 月に米マイクロソフトのサティア・ナデラ CEO は、「Conversation as a platform」というビジョンを打ち出した。ユーザインタフェースとして「会話」を使うことで、特定のアプリケーションに依存しないコンピューティングを実現しようというコンセプトである。人間が持つ「最も強力」なコミュニケーションインタフェースである「言語」を、あらゆるコンピューティングに適用していくというものである。

音声認識技術は、以前からあったが、自然言語処理技術、ディープラーニングの発達により、膨大な音声データで学習させることにより、音声認識精度の飛躍的な向上が進んでいる。米国でアマゾンがいち早く発売した AI 音声自動応答スピーカー「Echo」は既に米国の 700 万世帯弱に普及し、外部サービス事業者にオープン化することで 12,000 以上の機能を提供するプラットフォームになりつつある。

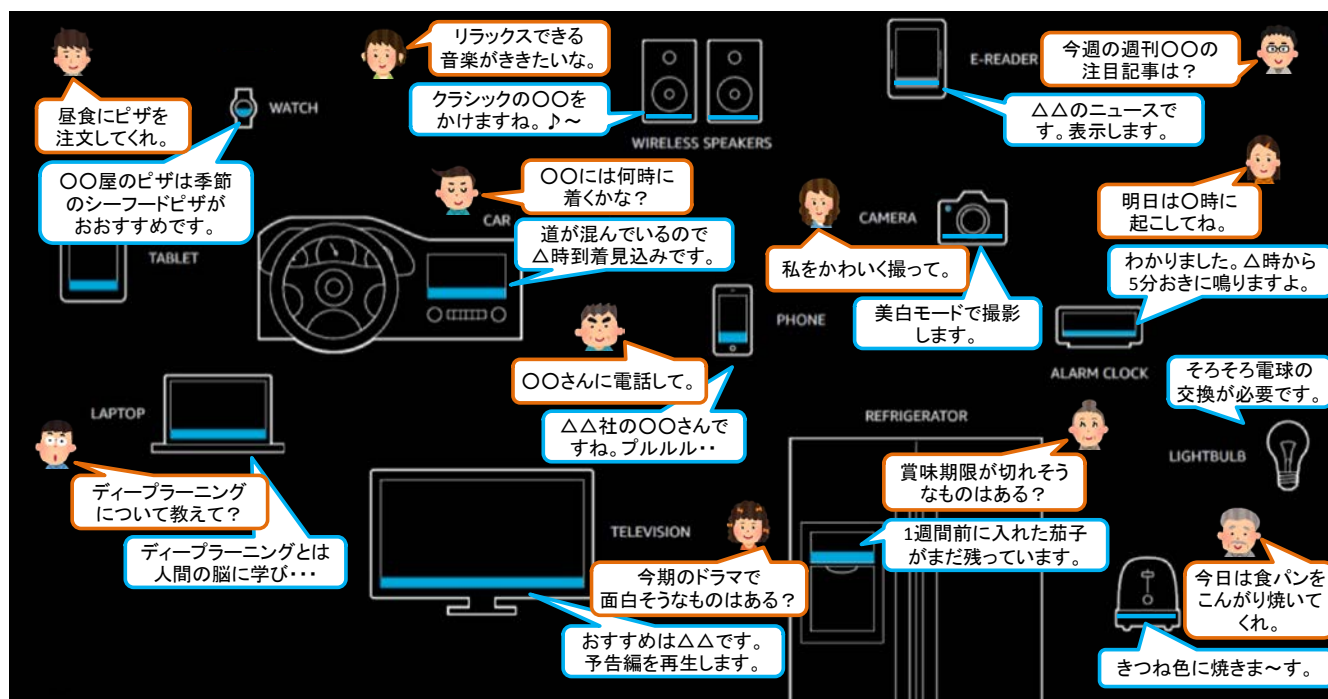
米国では、既にアンドロイドを搭載したスマートフォンでは検索の 2 割は音声入力によるものという話もある。将来の世代は、メールの送信やアプリの操作など音声による入力が普通になる可能性を秘めている。そのときに、音声自動応答スピーカーがリビングの中心の居場所を占めるだけでなく、同じ音声アシスト機能が家電、自動車、ロボット等あらゆるものに搭載され、サイバー空間への入口を独占し、あらゆる情報をやり取りするプラットフォームになるかもしれない。



出所）次世代人工知能社会実装 WG（第1回）(株)三菱総合研究所説明資料より作成

図 I-1 CES2017 における Alexa 搭載製品例

- 対話プラットフォームが家電、自動車、ロボット等のあらゆるものに搭載され、会話があらゆる活動のインターフェースとなる。
- 会話を通じて国民生活や経済活動の多様なシーン（時間、場所）での情報を大規模に集めることが可能である。



出所）オキナワアイオー(株)説明資料より作成

図 I-2 対話プラットフォームがもたらすインパクト

（２）チャットボットの重要性

このような対話プラットフォームとして急速に普及しつつあるのが、テキストや音声等を用いて会話を自動化するプログラムであるチャットボットである。チャットボットが対話データを蓄積・学習して自然対話が可能になったとき、お年寄りでも簡単に操作できる会話が人間のサイバー空間への窓口となる。まさに、「会話が新たな OS でありインタフェース」となり、端末や通信回線が何であるかはさしたる意味をなさなくなるものと考えられる。

また、チャットボットは相手が人間でなく AI であるという気軽さも手伝って、サービス改善に最も貴重な情報であるユーザの本音データを直接収集し、心地よいユーザ体験（UX）の提供につなげることができる。商品やサービスを購入する際に、店舗に足を運ぶのではなく、ブランドのチャットボットと会話することが顧客と当該ブランドとの最初の接点になるとともに、商品やサービス購入後もチャットボットがユーザに対するアフターフォローも行うようなブランド価値を体現する存在となり、マーケティングの革新を生み出す可能性がある。

さらに、現在のチャットボットは、「問いかけ」に対する「回答」をひたすら追加する労働集約的な音声対話システムであるが、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）では、これまで研究開発してきた世界最先端の日本語の自然言語処理技術を活用して、インターネット上の膨大なビッグデータと連携する等して、日本語によるいかなる質問に対しても柔軟に対話が可能となる次世代対話システムの開発を目指している。

このような次世代対話システムが実現すれば、これからの Web サービスはユーザが能動的に「探しに行く」のではなく、チャットボットというパートナーがユーザの意図を読み取り、手助けをしてくれる存在になる。チャットボットが広大なサイバー空間とユーザを適切につなぐ窓口となり、検索スキルがなくてもユーザが望む最適な情報を提示して、価値あるユーザ体験まで提供する。利用者の予定、行動パターンを理解し、モノやサービスの購入、予約の確保等のあらゆる要望をサイバー空間で代行してくれるアシスタントボットが登場することも予想される。

米マイクロソフトのナデラ CEO は、こうした AI をバックエンドに持つチャットボットに対して「Web という新しいプラットフォームが世に出たときのような驚きと可能性を感じる」とし、「今後、全てのコンピューティング、製品やサービスは、チャットボットのようなユーザインタフェースを通じ、自然な言語によって利用できる世界が来る」と述べている。

- 現在のチャットボットは人工知能を本格的に活用しているとは言えない。
- 人工知能により高度化したチャットボットが、ユーザの意図を読み取りその手助けをしてくれる、サイバー空間と現実空間のユーザをつなぐ究極のインターフェースとなり、データを活用した最上のパーソナライズ・サービスを提供する。

＜現在のチャットボット＞

チャットボットとはテキストや音声等を用いて会話を自動化するプログラム



- ・対話がアプリやwebサイトに代わるユーザとの新しい接点となる
- ・ユーザが情報を探すのではなく、対話を通してユーザに最適な情報を与え、価値ある体験を提供



AI音声自動応答スピーカ例:
「アマゾン エコー」(現在は英・独語対応)
(米国では2014年以降、800万台以上を販売。
既に12,000以上のサービスが利用可能。)



【チャットボットがもたらす変革】

- ① 会話が新たなOSでありインターフェースとなる
→ 対話データを蓄積・学習して自然会話が可能になったとき、テキストもしくは音声チャットがサイバー空間の「窓口」となる。
- ② これからのマーケティングは会話ベースになる
→ 商品やサービスを利用する際に店舗ではなくチャットボットが顧客との最初の接点になり、ブランド価値を体現する存在となる。
- ③ 自分の分身となり最上のパーソナライズ・サービスを提供する
→ アシスタントボットが登場し、利用者の行動パターンを理解し、あらゆる要望にサイバー空間で代わりに対応してくれる存在となる。

出所) 技術戦略委員会 (第 16 回) オキナワアイオー(株)説明資料より作成

図 I-3 対話プラットフォーム（チャットボット等）がもたらす変革

(3) チャットボットの現状と未来

対話プラットフォーム市場には大手 ICT 企業が次々に参入してきており、特に 2016 年以降、AI 音声自動応答スピーカによるサービスへの参入が急増している。現在のところ、サービス提供事業者は、ユーザとの接点となっているアプリケーションを介して、会話データの収集・解析、及び自社のサービスの提供を行うとともに、その機能を API を通じてサードパーティ企業に開放し、そのサービス提供に利用してもらうことで、より効率的にデータ収集・学習を行える環境を構築している。

すなわち、プラットフォームの機能を構築し、それを他者に対して開放しユーザを増やしたプラットフォーム事業者が、プラットフォームの拡大や精度向上を加速し音声対話市場で支配的な立場を獲得すると考えられる。

図表 I-1 主要 ICT 事業者における対話プラットフォームに係る取組

(2016 年 7 月時点)

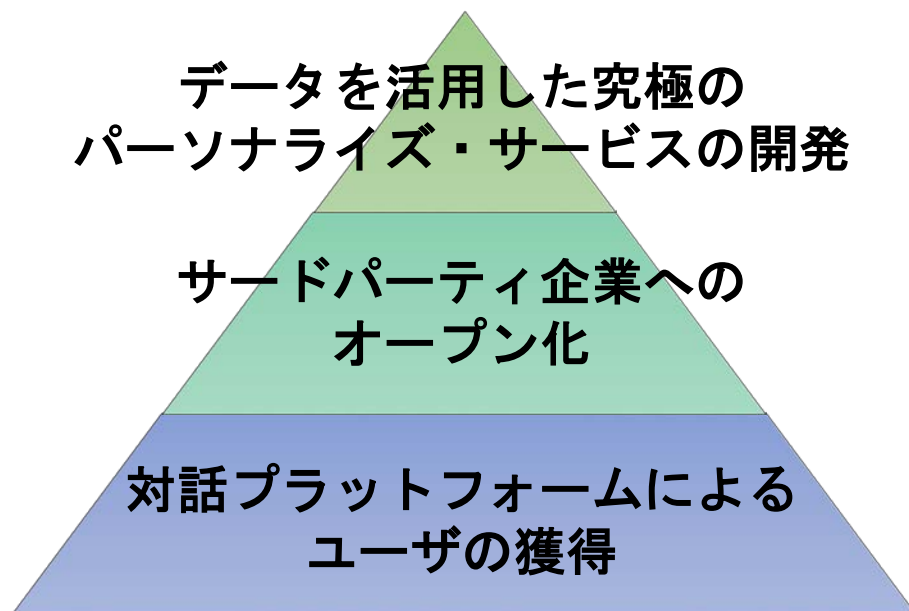
企業名	最近の動向概要
アマゾン	- クラウドベースの AI による音声認識サービス Alexa を搭載した、AI 音声自動応答スピーカー「Echo」を 2014 年 12 月に発売。音楽の再生や質問回答など、様々な機能を果たすことができ、既に 800 万個が販売されたと推定（2017 年 6 月時点）。現在の対応言語は英語とドイツ語のみ。 - Alexa と連携したサービスを開発するための API/SDK を無償で公開しており、外部のサービス提供者によって既に 12,000 以上の Alexa Skill が公開されている（2017 年 6 月時点）。 - クラウドプラットフォーム AWS の Amazon AI サービスとして、画像認識 Rekognition、テキスト音声変換 Polly、音声認識と自然言語理解 Lex を 2016 年 12 月に発表。 - 総額 1 億ドルの Alexa ファンドを用意して、対話 AI を活用するベンチャー企業に投資。
グーグル	- 自然言語で会話可能なアシスタント機能を有する「Google アシスタント」を提供しており、2016 年 9 月に同機能を有するメッセージアプリ「Allo」を発表し、2016 年 11 月には同機能を搭載した AI 音声自動応答スピーカー「Google Home」も 2016 年 11 月に発売予定。対応言語は英語、フランス語、ドイツ語、日本語、日本語版は 2017 年内に発売予定。 - 同社のクラウドサービス上で、クラウド自然言語 API（Cloud Natural Language API）を提供している。センチメント分析（ネガポジ分析）、表現抽出、シンタックス解析などの機能が利用できる。 - その他、クラウドサービスで学習済みの機械学習 API、クラウド・スピーチ API（Cloud Speech API）や視覚 API（Vision API）、翻訳 API（Translate API）なども提供している。クラウドサービスを利用する企業単位にカスタマイズして利用することが可能。
マイクロソフト	- 韓国傘下企業や米ヒューレット・パッカード、インテルと連携し、音声認識サービス Cortana を搭載した AI 音声自動応答スピーカーを、2017 年秋に発売予定。 - 高校生の人格を持つチャットボット「りんな」は、中国語用対話エンジン XiaoIce をベースにしており、過去の膨大な会話データや、約 1000 万冊分の書籍データ、ファッションの種類や素材などの情報を学習。 - Cortana が持つインテリジェンス技術である「ボットフレームワーク」、「コグニティブサービス」、「マシンラーニング」の機能をパッケージとして外部提供。
フェイスブック	- テキストメッセージサービス Messenger を通じてパーソナルアシスタント「M」の試験提供。 - また、自社利用に留まらず Messenger プラットフォームである「Facebook Messenger Platform」を構築し、チャットボットが接続できるように API を開放。
アップル	2017 年 6 月 5 日、音声認識サービス Siri を搭載した、AI 音声自動応答スピーカー「HomePod」を発表。対応言語は英語、2017 年 12 月に米国、英国、オーストラリアで発売予定。日本の発売は、2018 年以降で未定。
ドコモ	- フォーティーズ株式会社とコミュニケーションデバイス「petoco（ペトコ）」を共同開発したことを 2017 年 5 月に発表。 - カメラ・スピーカー・マイク・フルカラーの LED が搭載され Wi-Fi によるインターネット接続が可能。宅外にいるスマートフォンを持つ家族との間、又は「petoco」を介在して宅内の家族間で、テキスト・静止画・動画に

	よるメッセージのやりとりやビデオチャットができる。 • 2017 年夏に、フォーティーズ株式会社より、トライアル販売される予定。
ソフトバンク	• プレンゴロボティクス社が開発した手のひらサイズの箱型スピーカー「プレんキューブ」にソフトバンクの自然言語対話 AI（言語処理や音声合成技術）を搭載し、2017 年内に発売予定。対応言語は、日本語、英語、中国語、韓国語。
KDDI	• 2017 年 5 月 30 日に家庭向け IoT サービス「au HOME」を発表。この中で、Google の「Google アシスタント」と「au HOME」との連携を説明している。

出所) 技術戦略委員会 次世代人工知能社会実装 WG (第 1 回) NTT プレゼン資料より作成

一方でこうしたサービスの多くは、現状では、応答内容の限られた対話システムに留まっており、今後、人工知能技術を本格的に活用することにより、利用者毎の行動認識パターンを理解し、あらゆる要望に先回りするような、究極のパーソナライズ・サービスに発展していくことが期待される。

このような動きが加速するにつれて、人工知能により高度化した対話プラットフォーム（チャットボット等）がサイバー空間と現実空間のユーザをつなぐ窓口となり、利用者は、サービス毎にアプリケーションを使い分けるのではなく、同じ対話プラットフォームを通じて様々なサービスを自在に利用できるようになっていくことが考えられる。



出所) 技術戦略委員会 (第 16 回) オキナワアイオー(株)説明資料より作成

図 I-4 大手 ICT 企業の対話プラットフォームの展開戦略イメージ

（４）「コミュニケーションロボット産業」の創出

我が国では、2008 年をピークに人口が減少傾向にあり、本格的な少子高齢化社会が到来しつつある。75 歳以上の高齢者の全人口に占める割合は 2025 年に 18% を超え、2055 年には 26% を超える見込みである。さらに、世帯主が 65 歳以上の単身世帯が増加していき、2035 年には 15% を超える見込みである。

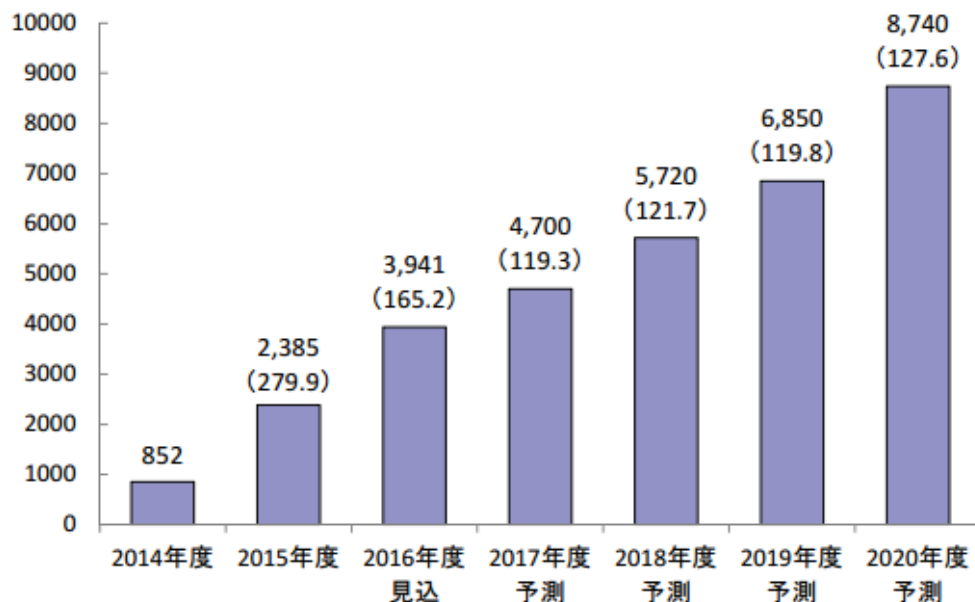
こうした社会背景も踏まえ、近年、様々なコミュニケーションロボットが市場に投入されつつあり、国内の市場規模も 2014 年の 8.5 億円から 2020 年には約 10 倍の 87.4 億円まで拡大（年平均成長率 47.4%）することが予想されている。

特に、人口減少で働き手が少なくなる中、高齢者が仮に一人暮らしになっても安心・安全に暮らせる社会を築いていくために、コミュニケーションロボットの役割が期待されている。

高齢者福祉施設等に導入されている現在のコミュニケーションロボットは基本的には高齢者に一方向で話しかけるものが多いが、自然言語処理技術等の AI 技術を活用した音声対話プラットフォームと連携することで、高齢者との会話をかみ合わせた双方向の対話が可能になる。また、会話に加えてカメラによる高齢者の様子をデータとして蓄積し分析することで、認知症の早期発見、緊急時はかかりつけ医院に連絡を行う等のあたかも人間が見守っているようなコミュニケーションロボットへの高度化が期待できる。

さらに、日本に続き急速に高齢化が進んでいるアジア諸国等に日本発の寄り添い型の新たなインフラとして普及展開を図ることも期待できる。

（単位：百万円、前年度比：％）



出所）矢野経済研究所「コミュニケーションロボット市場に関する調査を実施（2017 年）」

図 I-5 国内コミュニケーションロボット市場規模推移と予測

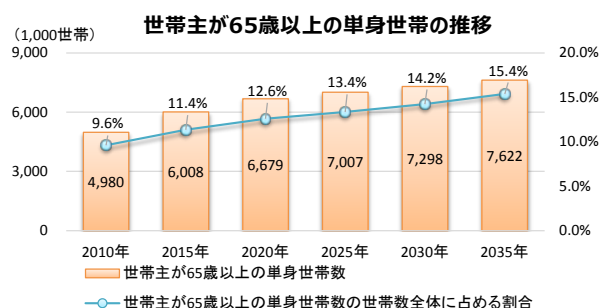
- コミュニケーションロボットは、自然言語処理による音声対話プラットフォームを実装することで、多様な質問に柔軟に答えられるよう高度化が可能。
- 人口減少で働き手が少なくなる中、高齢者の様子をデータ蓄積し分析することで、認知症の早期発見、緊急時のかかりつけ医院への連絡等、社会の見守りインフラとして高度化し、高齢化が進むアジア諸国等に日本発のインフラとして普及展開を図ることが適当。

1. 人口の高齢化の急速な進展

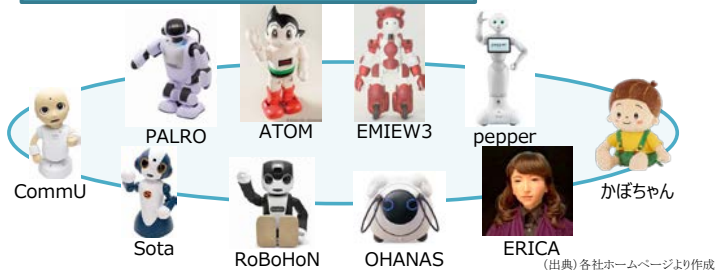
- ① 75歳以上の高齢者の全人口に占める割合は2025年に18%を超え、2055年には26%を超える見込み。

	2015年	2025年	2055年
75歳以上高齢者人口（割合）	1,646万人 (13.0%)	2,179万人 (18.1%)	2,401万人 (26.1%)

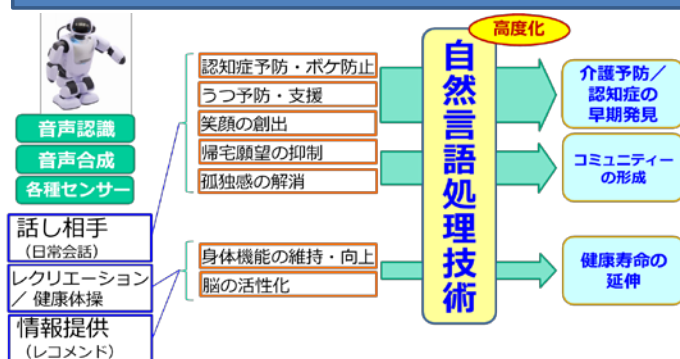
- ② 世帯主が65歳以上の単身世帯が増加していき、2035年には15%を超える見込み。



2. コミュニケーションロボット市場の形成



3. 音声対話プラットフォームとの融合によるインフラ化・産業化



出所) 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（全国推計）（平成 24（2012）年 1 月推計）」、「日本の世帯数の将来推計（全国推計）（平成 25（2013）年 1 月推計）」及び次世代人工知能社会実装WG（第 6 回）富士ソフト㈱説明資料より作成

図 I-6 対話プラットフォーム（コミュニケーションロボット等）がもたらす変革

2. 脳情報通信技術がもたらす変革

(1) 脳情報通信の発展

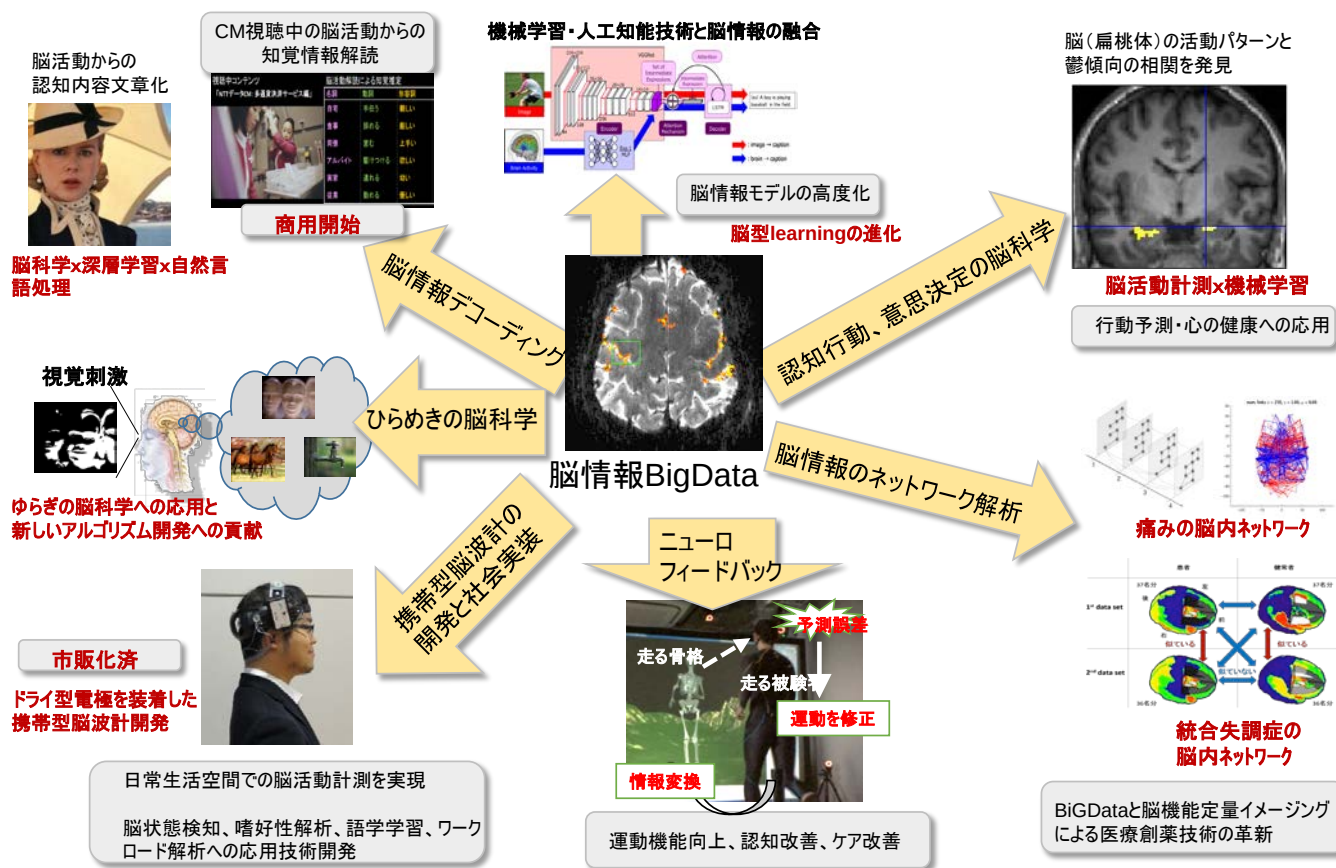
人工知能は人間の脳の学習理論のような脳科学の成果をニューラルネットに活かすことで進化してきた。日本においては、1979年にNHK技術研究所の福島邦彦氏が、脳科学研究の成果に基づき、現在のディープラーニングでよく使われている「畳み込みニューラルネットワーク」の原型となる「ネオコグニトロン」を発表している。その後、1990年代に入って、我が国ではATR等の研究機関において、ニューラルネットワーク関係の先駆的な理論を考案してきた。だが、応用技術としては日本で実らず、トロント大学のジェフリー・ヒントン教授が脳の仕組みに基づいたディープラーニングにより画像認識でブレークスルーを生み出した。ただ、脳にはまだ学ぶべきことが多い。人工知能はまだ脳のダイナミズムの仕組みを十分に利用していない。今後、さらに脳科学とAI研究が相乗効果を生み出すことで進化が加速すると考えられている。

本年5月に世界最強のプロ棋士との3番勝負で全勝した「アルファ碁」を開発したディープマインドのデミス・ハサビスCEOは、次のように述べている。

- ・ 記憶、想像力、概念、言語一。AIはこれらの能力を全て獲得できると考える。目指すのは「アルファ碁」のような用途を限定したAIではなく、様々な課題をこなせる汎用AI（AGI（Artificial General Intelligence））。²

NICTは大阪大学と連携して、脳機能研究を究め、そこで得られる知見を脳科学に基づく新しい技術体系の発展に応用することを目的とした脳情報通信融合研究センター（CiNet）を2011年に設置したが、脳科学と連携して次世代AIの研究開発をリードしていくことが重要である。

2 日本経済新聞 2017年6月4日付朝刊1面



出所) CiNet 説明資料より作成

図 I-7 人工知能に関連した CiNet の研究成果

(2) 究極のインタフェースである脳情報通信の重要性

脳情報通信は人間とサイバー空間をつなぐ究極のインタフェースとして期待されている。最近、Facebook 社やイーロン・マスク氏が非侵襲型 BMI や脳の中にデバイスを埋め込む侵襲型 BMI によって人間が考えている言葉を高速に読み出す大規模なプロジェクトを開始することを発表した。

CiNet では、脳情報の復号化技術（デコーディング）の研究開発を精力的に進めており、動画を視聴中の被験者の脳画像を fMRI で計測することによって、その被験者が見ている動画像を推定したり、視聴している映像から何を感じているかを推定するという技術を実現しており、コマーシャルの評価に使える技術として実用化されている。今後、顧客の感性に訴える魅力的な製品設計（デザイン、音質等）を可能とするなど、ものづくりの革新等への貢献が考えられる。

また、BMI は、義手やロボットの操作、機械の制御のためのツールとして非常に期待されている。高齢化や事故で失われた身体機能を代替することにより、意欲のある限り元気に働けるようにするための人間の「攻殻化³」のためにも重要

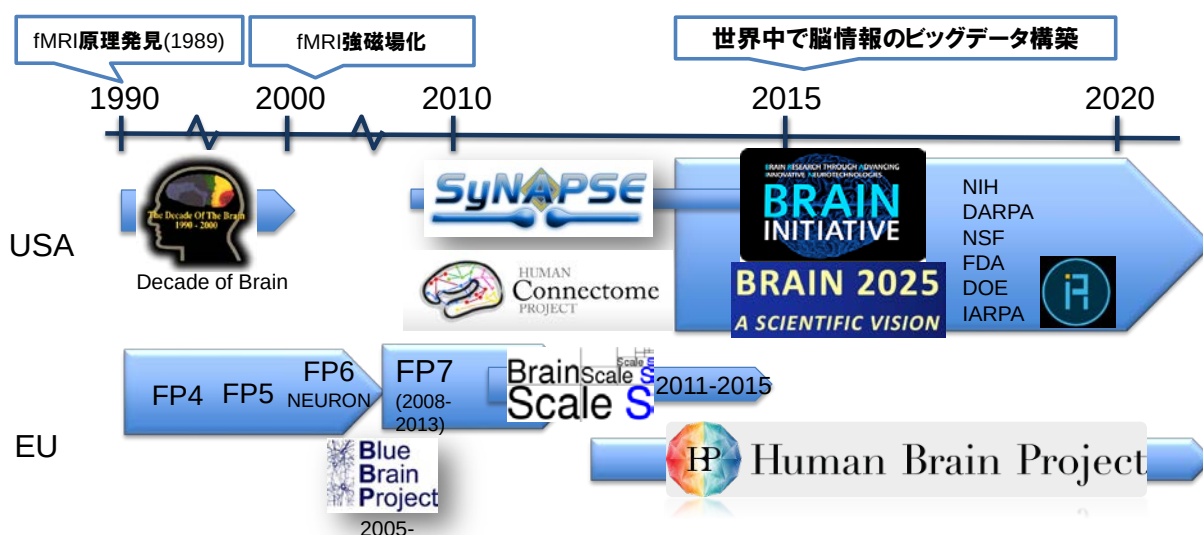
3 アニメ攻殻機動隊の世界のような脳電化やサイボーグ化をイメージしたもの。視力を再生するため、人工網膜を埋め込む実験が海外で既に行われはじめている。(ヤフー株式会社 安宅和人 CSO)

な技術と考えられている。

米国では、オバマ大統領が「Brain Initiative」を発表し、脳科学分野における大規模な研究と社会実装を推進している。

我が国でも、例えば精神疾患の分野では、患者数は 300 万人を超えているが、診断は症候だけに依存し、脳科学による生物学的検査は存在しなかった。過去 30 年、精神医学分野で大ヒットする薬物は開発されておらず、メガファーマが精神疾患分野から撤退しつつあるとの話もある。このような状況の中で、脳科学と連携した精神疾患の診断・治療、ニューロフィードバックを活用したリハビリテーション等の研究が注目を集めている。

ATR では、fMRI データを活用し、自閉スペクトラム症の脳回路バイオマーカーを発見し、高い精度で自閉スペクトラム症の判別に成功した⁴。



出所) 技次世代人工知能社会実装 WG (第 1 回) CiNet 説明資料より作成

図 I-8 脳機能・脳情報研究に関する世界の動向

図表 I-2 脳機能・脳情報研究に関する世界の動向

米国	1990 年に「脳の 10 年 (Decade of Brain)」が米国議会によって決議され、脳疾患等を含めた様々な脳科学研究が振興されている。 2013 年 4 月には、オバマ大統領が「BRAIN Initiative (BRAIN : Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies)」を発表し、大規模研究を開始した。政府予算としては、2016 年から 10 年間で 45 億ドルを拠出予定となっている。ナノテクノロジー、イメージング、工学、情報学等の技術を活用し、神経回路の全細胞の全活動を記録・解析するためのツールを開発することを目標としている。
EU	2005 年に BLUE BRAIN PROJECT がスイス EPFL と IBM との合意により始まり、また、EU の研究開発プログラム FP6 おいて 2007 年から NEURON と題した脳科学に関するファンディングを行うなど、様々な脳科学研究の振興が行われてきた。 2013 年 1 月より、FP7 のフラッグシッププロジェクトとして Human Brain Project を開始した。神経科学分野に関するサイエンスのサブプロジェクトと、技術的に実現を図るサブプロジェクトの 2 種類がある。ICT を用いて脳の理解を目指す 10 年計画の学際的研究プロジェクトとして総額 10 億ユーロを超える予算が確保されている。技術実現のサブプロジェクトには、脳神経科学と情報科学を融合したニューロインフォマティクスや、高性能コンピューティング (HPC)、脳神経回路を模倣するニューロモーフィックコンピューティング、ニューロロボティクスが含まれている。
中国	中国政府は人工知能産業に国として注力し、産業競争力の強化を目指している。2016 年 5 月に発表された「互聯網+」人工知能三年行動実施方案では、2018 年までに 1,000 億元 (約 1.6 兆円) 級の AI 活用市場を創出することを目標としている。同方案では、AI 産業の育成・発展に関するコア技術の研究開発と産業応用として、脳型コンピューティングの研究開発等が挙げられている。

(3) 「脳×ICT 産業」の創出

脳空間は人類最大かつ最後のフロンティアとして注目されている。CiNet において、fMRI や脳波計等による先端高度計測と人間行動解析を組み合わせることで、例えば、

- ・先端高度計測 + 痛み評価 → 痛みの可視化による痛み軽減や創薬
- ・先端高度計測 + 習熟度やワークロードの計測
→ 脳波による効率的学習や適度な労働実現
- ・先端高度計測 + 認知内容の計測
→ 感性評価によるものづくり (CM 評価等)
- ・先端高度計測 + 快・不快の計測 → 快適住環境の構築

等、医療、ヘルスケア、ものづくり等多様な分野で新たな価値を生み出し、このような人間の感性の分析を踏まえた「脳×ICT 産業」とも言える世界最先端のフロンティア産業を創出することが期待されている。

そのためには、様々な外的条件のもとで、fMRI による精密な脳計測データ、簡易に測定可能な脳波計データ、人間の行動解析データの紐付けが重要であり、産学官で利用可能な脳情報データベースの整備が求められている。

- 脳空間は人類最大かつ最後のフロンティアであり、脳科学とAIを組み合わせた脳情報通信ではNICTが世界をリード。
- 米国の巨大ICT企業も本分野に莫大な研究開発投資を行う中で、脳活動データの取得・解析を推進するとともに、産学官で連携し、医療、ヘルスケア、ものづくり等の多様な分野での社会実装を推進（「脳×ICT産業」の創出）することが必要。

NICT脳情報通信融合研究センター（CiNet）



出所) ATR 川人所長説明資料及び NICT 説明資料より作成

図 I-9 脳情報通信技術がもたらす変革

3. 次世代 AI×ICT データビリティ戦略の検討

情報通信審議会への「新たな情報通信技術戦略の在り方」に関する諮問は、我が国が人口減少社会を迎え、厳しい国際的な経済競争の中で、持続的な経済成長を図るため、ICTによるイノベーション創出を目指した総合的な研究開発・社会実装戦略を審議するために2014年12月に行われ、検討が開始された。

情報通信審議会の下に、技術戦略委員会を設置して審議を行ってきており、昨年7月には第2次中間答申を取りまとめた。

Society 5.0 時代においては、様々な産業において、ハードウェアが付加価値の源泉である時代からデータ駆動によるソフトウェアのレバレッジによる価値形成の時代に移行する。多様な産業で産業構造の大変革（デジタル・トランスフォーメーション）が起これ、「データ」と「プラットフォーム」と「人工知能」を制するものが勝つというゲームチェンジが起きる可能性がある。

このような背景を踏まえて、第2次中間答申では、分野別の推進方策として、

- ・AIの総合的な研究開発戦略である「次世代人工知能推進戦略」
- ・IoTプラットフォーム等の推進戦略である「スマートIoT推進戦略」

等を取りまとめた。

- 欧米では、モノの生産やサービスの提供について、実空間とサイバー空間を先端的なIoTによりつないで、膨大なビッグデータをAIにより解析することで高度化を図る「サイバーフィジカルシステム」(CPS)の実現が進展。
- IoT/BD/AI時代においては、様々な産業において、CPSの進展により、**ハードウェアシステムに係るノウハウ・レシピがオープン化(透明化)され、**
 - ① **データ駆動によるソフトウェアのレバレッジによる価値形成**
 - ② **国際的なビジネスエコシステムへの組み込みによるハードウェアのコモディティ化****を通じて、付加価値の源泉がハードウェアからソフトウェアに移行。産業構造を大変革させ、「データ」と「プラットフォーム」と「人工知能」を制するものが勝つというゲームチェンジが起きる可能性あり。**

ビジネスで価値を生み出す要素	
20世紀（ヒト・モノ・カネが重要）	Society 5.0の時代（データ・ソフト・サービスが重要）
熟練工による「巧みの技」	AIとロボットで安価・迅速に需要に応じた少量多品種生産
経験と勘によるカイゼン	データ解析による自動最適化
効率的に量産できる工場が希少価値	製品&サービスの設計力が希少価値
ハードの機能/性能で差異化	デザイン・ソフト・サービスで差異化
社内業務プロセスの効率化	サプライチェーン、さらにビジネス全体の自動最適化
供給側の宣伝広告でブランド・市場を作る	データで賢くなった顧客がブランド・市場を作る
大企業に資金が集まる	優れたアイデア・技術に資金が集まる

Society 5.0の時代を迎え、価値を生み出す要素が大きく変化

出所) 諮問第22号「新たな情報通信技術戦略の在り方」第2次中間答申 概要

図 I-10 Society 5.0 時代の課題

このような中で、今後あらゆるシーンでサイバー空間への窓口として重要な対話プラットフォームを実現する中核技術である自然言語処理技術及び、脳科学と人工知能の融合により新たな産業創出が期待され、米国の巨大 ICT 企業により莫大な研究開発投資が行われている脳情報通信技術について、研究開発のみならず、データをいかに収集するか、どのように社会実装に取り組むか、産学官でいかに連携するか等を総合的に検討することが喫緊の課題となってきた。

また、人工知能技術戦略会議で策定された「AI の研究開発目標と産業化ロードマップ」においても、①人間と ICT 機器、自動運転車等との間で、会話による意思疎通の実現、②BMI 技術等により利用者の意思で動く介護ロボット等の実現のように、自然言語処理技術、及び脳情報通信技術の重要性が指摘されているところである。

このため、平成 28 年 12 月に技術戦略委員会の検討を再開し、次世代人工知能社会実装 WG を設置し、NICT の最先端の自然言語処理技術、脳情報通信技術等の次世代 AI の社会実装戦略を検討することとした。

また、AI の社会実装のためには AI で利活用するデータの整備・提供が極めて重要であり、データが使いやすいように、クレンジングやアノテーション、データの提供に加えてデータを利用するための API の開発・提供等の推進が不可欠である。

したがって、次世代 AI の駆動力となる多様なユーザ企業等の IoT データ、言語空間、脳内空間、宇宙空間等の重要分野の大量のデータを安全、利便性高く、持続的に AI で利活用可能とするとともに、良質なデータを戦略的に確保するための環境整備（「ICT データビリティ」）を推進することが必要である。

このため、スマート IoT 推進フォーラム、宇宙×ICT に関する懇談会の検討とも連携して、第 3 次中間報告書では、『次世代 AI×ICT データビリティ戦略』と『次世代人工知能社会実装戦略』を車の両輪として一体的に取りまとめることとする。

- ・Society5.0時代を迎えた熾烈な国際競争の中で、我が国社会の生産性向上と豊かで安心な生活を実現するため、NICTの最先端の自然言語処理技術、脳情報通信技術等の次世代AIの社会実装を図ることが喫緊の課題である。
- ・また、その駆動力となる多様なユーザ企業等のIoTデータ、脳内空間、言語空間、宇宙空間等の大量のデータを安全、利便性高く、持続的にAIで利活用可能とするとともに、良質なデータを戦略的に確保するための環境整備(「ICTデータビリティ」)を推進することが必要である。
- ・このため、『次世代AI×ICTデータビリティ戦略』、『次世代人工知能社会実装戦略』を一体的に取りまとめる。

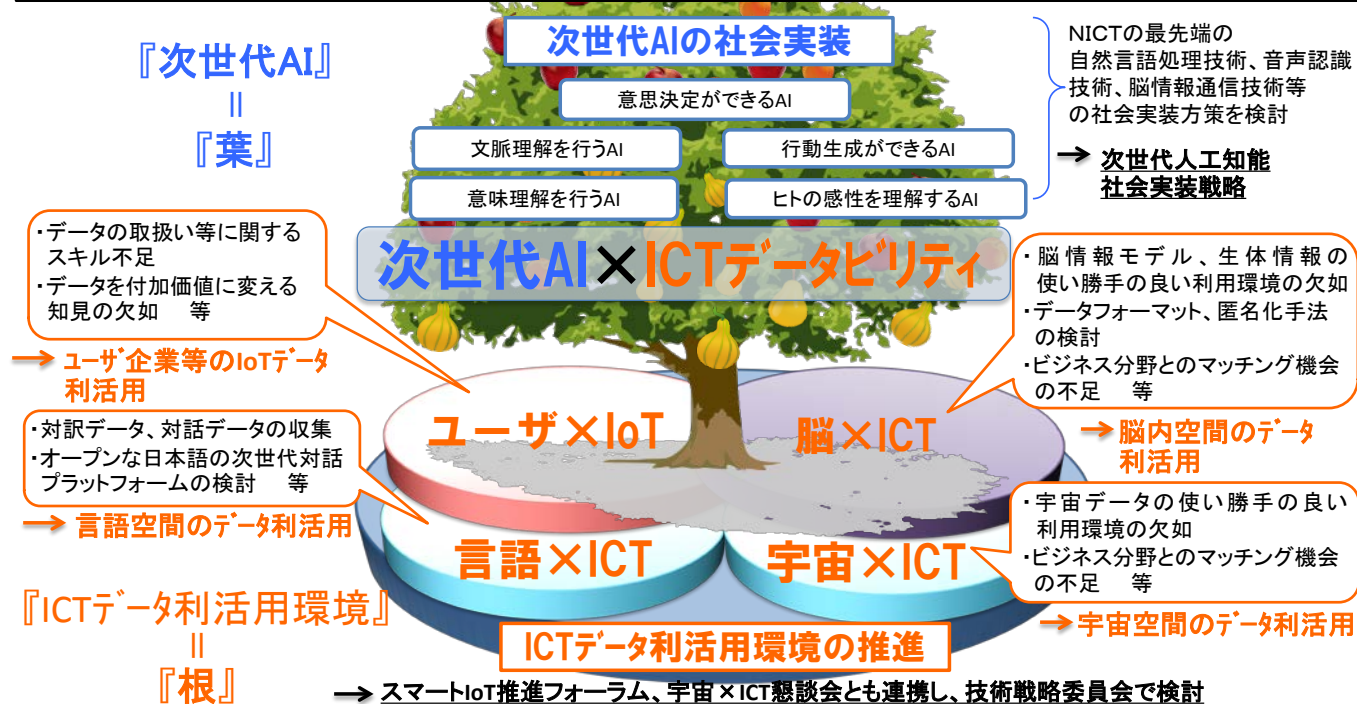


図 I-11 情報通信審議会「新たな情報通信技術戦略の在り方」の第3次中間答申に向けて
～次世代AI×ICTデータビリティによる技術開発及び社会実装の推進方策～

II. ICT データビリティ（ICT データ利活用環境整備）の推進方策

1. ユーザ企業等の IoT データ利活用の推進

（1）IoT ユーザとベンダの協働による価値創造等

① ユーザ企業等のための IoT スキルセットの整備

前述したとおり、次世代の AI の社会実装を図るためには、多様なユーザ企業等の IoT データをはじめ、大量のデータを安全に、利便性高く、持続的に AI で利活用可能とするとともに、良質なデータを戦略的に確保するための環境整備が重要となっている。

IoT の導入・利活用によって得られる効果については、多品種かつ少量のオンデマンド供給のニーズ、設備や機械などの販売後のアフターサービスの高付加価値化、熟練社員の確保が難しくなる中でのノウハウや知見の継承・自動化・省力化といった多様な期待が寄せられている。このようなニーズの進展により、IoT×ユーザデータによる価値創造の必要性が増している状況である。

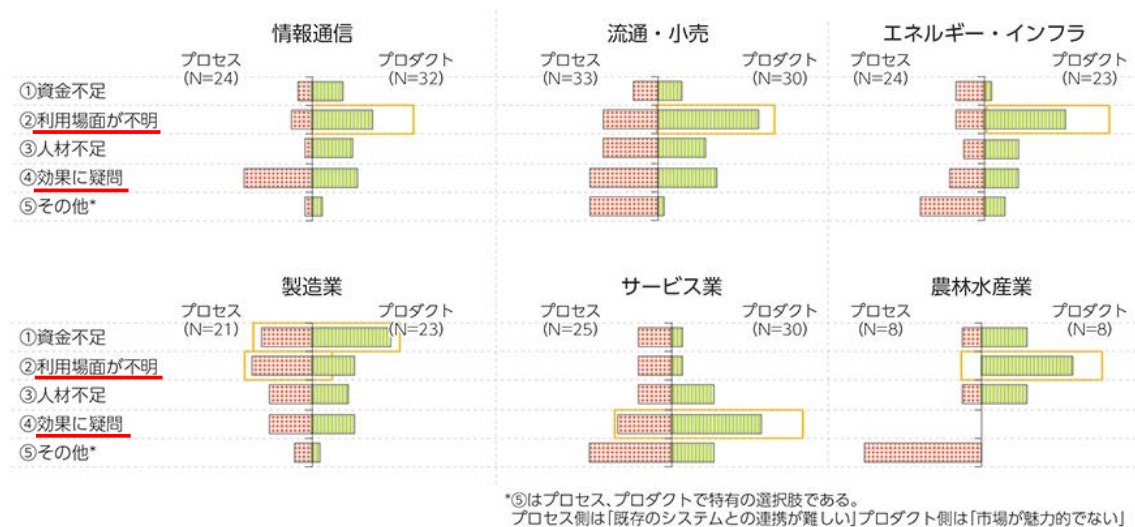
- ① 多品種&少量 **オンデマンド供給のニーズ**
- ② モノの**アフターサービスの高付加価値化**ニーズ
- ③ 生産・物流拠点の**グローバル化**
- ④ **熟練社員の確保困難化**
- ⑤ **ノウハウや知見の継承・自動化・省力化**
- ⑥ **設備の老朽化による 故障や事故の増加等**

⇒ ニーズに応えつつ コストを抑えて利益を得るため
生産・サービスにおける新たな経済価値の創出が必要

⇒ このため、リアルタイムの詳細なユーザデータが必要

出所) 技術戦略委員会（第 13 回） NTT コミュニケーションズ(株)説明資料より作成

図 II-1 IoT×ユーザデータによる価値創造が必要となった背景

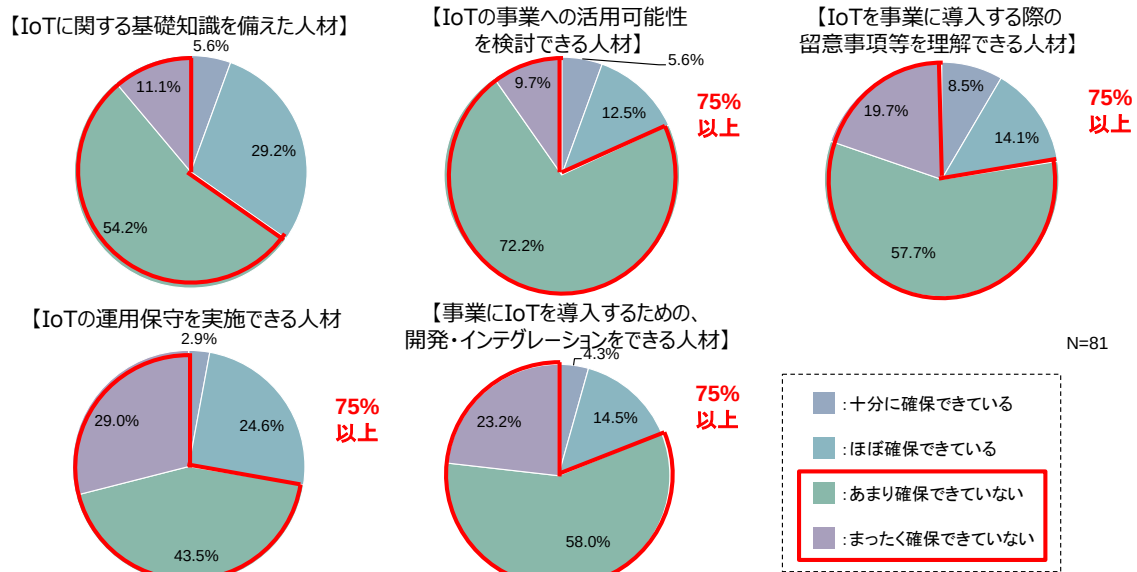


出所) 総務省「平成 28 年版 情報通信白書」より作成

図 II-2 日本企業におけるプロセス・プロダクトのIoT化を進めない理由（業種別）

一方で、「平成 28 年版 情報通信白書」によれば、我が国において IoT 化が進んでいない理由として、「利用場面が不明」「効果に疑問」等が多く挙げられており、ユーザ企業等において IoT の導入・利活用を進めていくためには、それぞれの分野・業種において、IoT の具体的な導入・利活用事例も示しつつ、利用シーンや導入の効果などを分かりやすく伝えていくことが求められている。

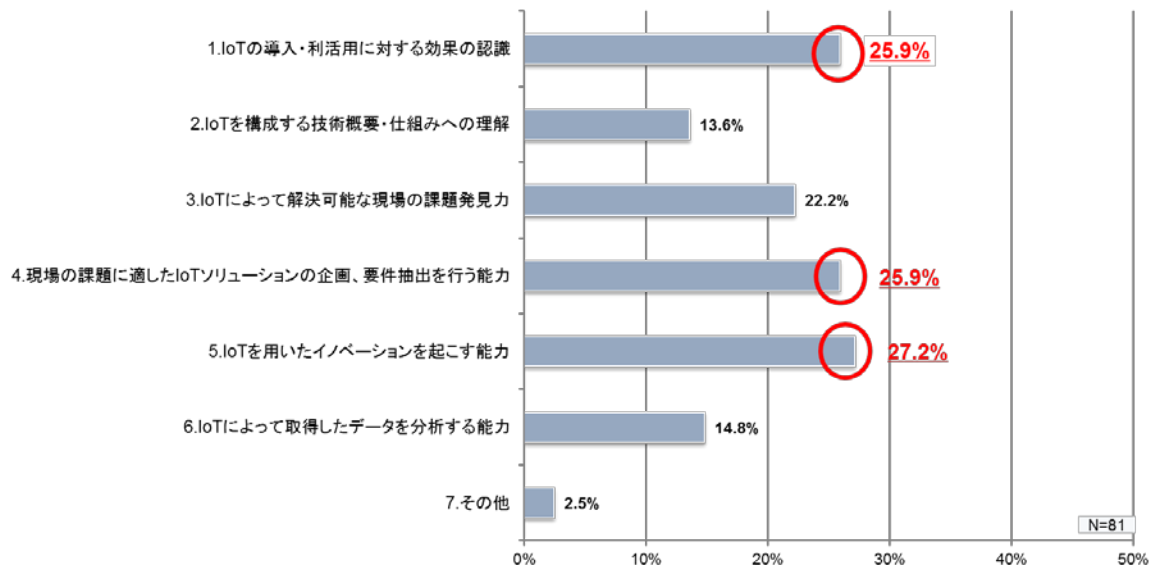
また、ユーザ企業等においては、IoT という言葉そのものを知っている人材は一定数いるものの、IoT の事業への活用可能性や実際に導入する際の留意事項を理解している人材は少ないのが現状である。



出所) スマート IoT 推進フォーラム IoT 人材育成分科会 (第 2 回会合) 資料より作成

図 II-3 IoT を事業等に活用する人材の確保状況

こうした背景もあり、ユーザ企業等においては、①IoT の導入・利活用に対する効果の認識、②現場の課題に適した IoT のソリューションの企画・要件抽出を行う能力、③IoT を用いたイノベーションを起こす能力を持った人材が求められている状況である。



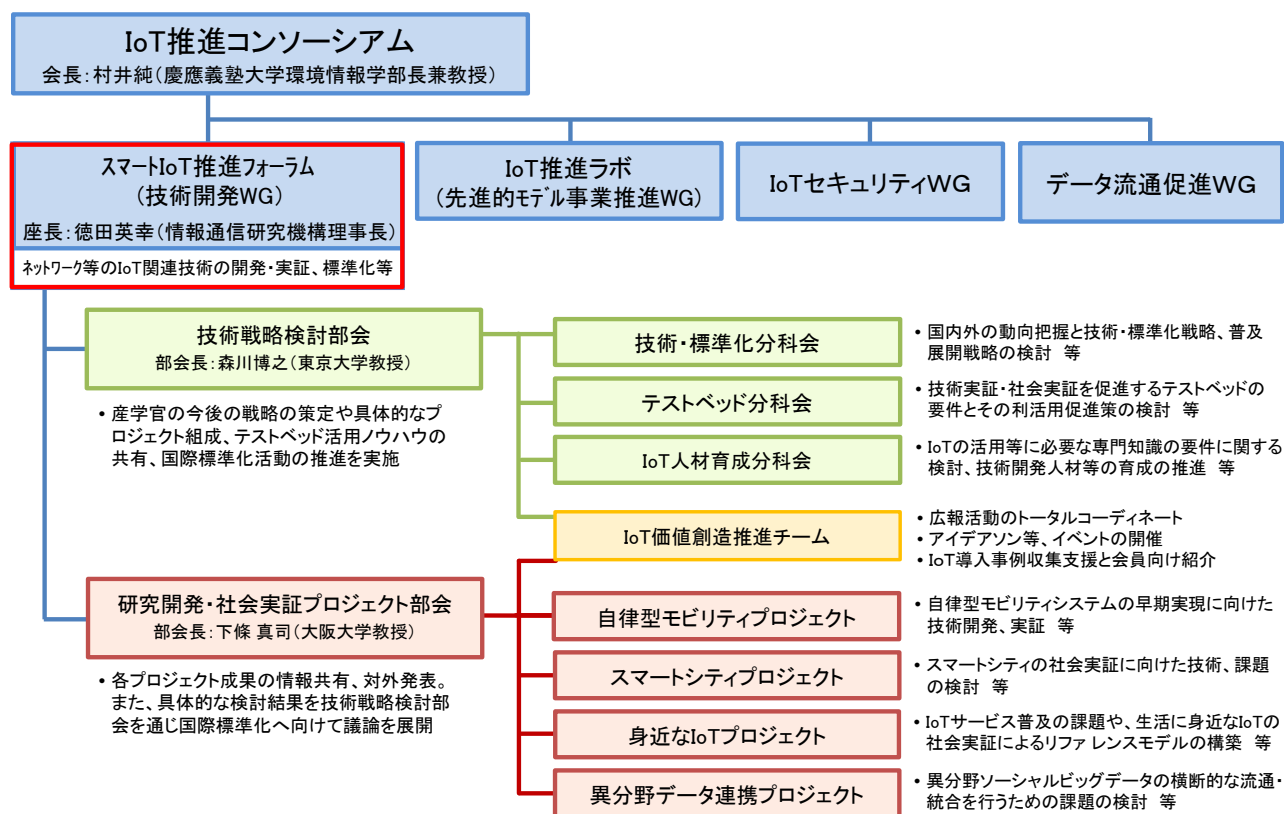
出所) スマート IoT 推進フォーラム IoT 人材育成分科会 (第 2 回会合) 資料より作成

図 II-4 ユーザ企業等において求められているスキル

こうした中、Society 5.0 時代に対応し、企業・業種の枠を超えて IoT の産学官

で利活用を促進するため、2015 年 10 月に「IoT 推進コンソーシアム」が設立された。

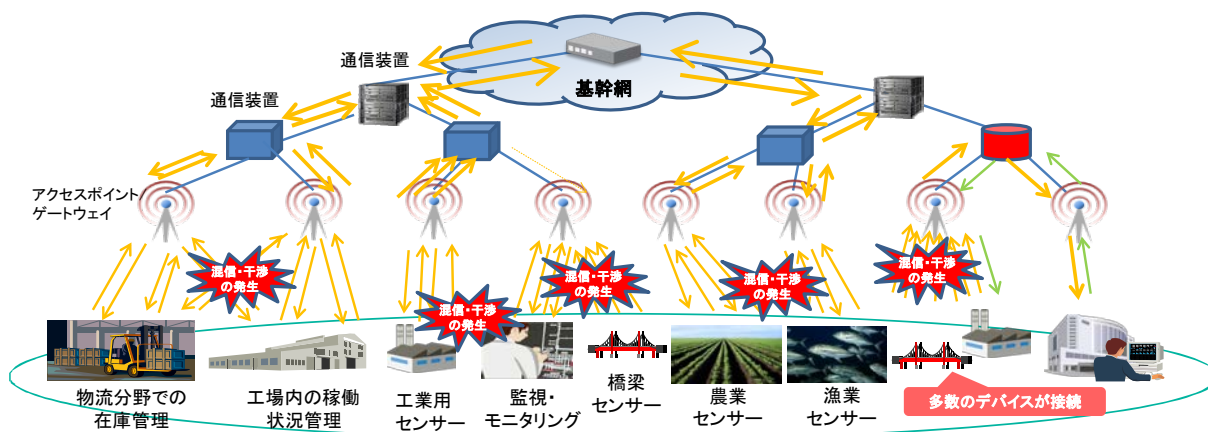
同コンソーシアムの下には、IoT 等に関する技術の開発・実証、標準化等を産学官で推進する技術開発ワーキンググループとして、スマート IoT 推進フォーラムが設置され、幅広い業種のユーザ企業等を含む 2,200 を超える会員が参加し、各分科会やプロジェクト毎に具体的な活動を行っている。



出所）スマート IoT 推進フォーラムホームページ： <http://smartiit-forum.jp/about>

図 II-5 スマート IoT 推進フォーラム体制図

今後、多様な分野・業種において膨大な数の IoT 機器の利用が見込まれている。このため、ユーザ企業等においても、電波の特性や有効利用の観点等も踏まえつつ、IoT 機器の種類・特性・用途等の基本的な知識や技術を理解し、IoT の適切な導入・利活用を図ることが不可欠である。



出所) スマート IoT 推進フォーラム「電波の有効利用を図りながら、ワイヤレス IoT を適切に導入・利活用するための要点 ver1.0 (概要)」

図 II-6 Society 5.0 時代における電波有効利用の必要性

このため、スマート IoT 推進フォーラムでは、IoT 人材育成分科会を設置し、このような知識や技術(「IoT スキルセット」)を整理し、『電波の有効利用を図りながら、ワイヤレス IoT を適切に導入・利活用するための要点 ver1.0』を取りまとめた(2017 年 4 月公表⁵⁾)。このスキルセットは、ワイヤレス IoT を適切に扱うことができる人材を育成する観点から、主にユーザ企業等の社内研修、民間事業者等による研修・講義や技術検定などに携わる方々の参考となるように作成されたものである。

5 「「電波の有効利用を図りながら、ワイヤレス IoT を適切に導入・利活用するための要点 ver. 1.0」の公表」(2017 年 4 月 26 日 スマート IoT 推進フォーラム)
<http://smartiot-forum.jp/topics/topics2017-04-26>

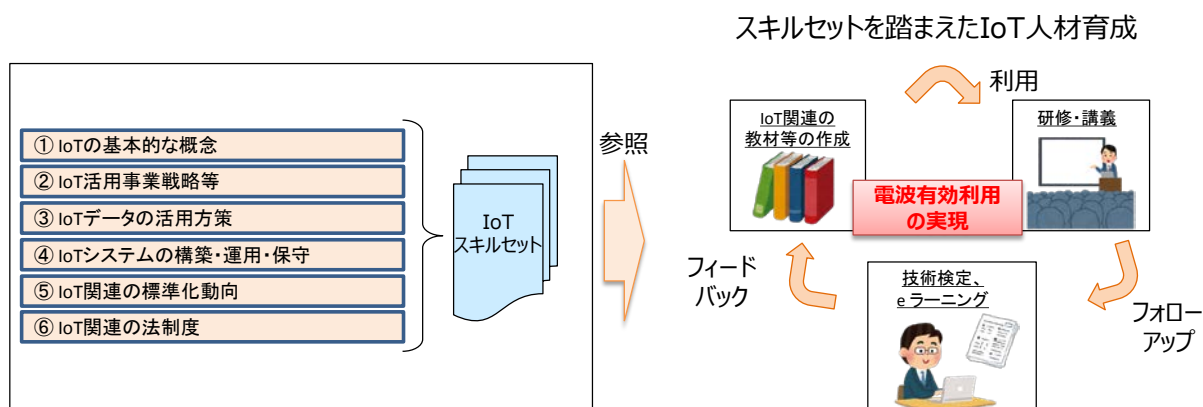
■ 本要点は、電波の有効利用を図りながらワイヤレスIoT（以下、単に「IoT」という）の導入・利活用を図る際に必要となる基本的な知識や技術（「IoTスキルセット」）を6つの項目に分け、各項目において求められる「目標」及び「内容」を記載。

	項目	主な内容
1	<u>IoTの基本的な概念</u>	- IoTに用いられるICTの基礎知識(電波の特性や無線システムの種類など) - 様々なヒト、モノ、コトが繋がることで創出される価値
2	<u>IoT活用事業戦略等</u>	- IoT活用事業戦略の策定 - BCP/BCM(事業継続計画/管理)の策定
3	<u>IoTデータの活用方策</u>	- データの活用方法(電波有効利用を踏まえたデータ収集など) - データ分析 - データ活用に関わる利害関係の調整 - 個人情報保護等
4	<u>IoTシステムの構築・運用・保守</u>	- IoTシステムの構成(電波の特性を踏まえた機器選択、混信回避機能など) - IoTシステムの設計(混信・干渉を発生させない設計、電波利用環境の把握など) - IoTシステムの運用・保守 - セキュリティの確保
5	<u>IoT関連の標準化動向</u>	国際標準に基づいた技術の理解
6	<u>IoT関連の法制度</u>	電波法等の法制度を守ったシステム運用

出所) スマート IoT 推進フォーラム「電波の有効利用を図りながら、ワイヤレス IoT を適切に導入・利活用するための要点 ver1.0 (概要)」

図 II-7 『電波の有効利用を図りながら、ワイヤレス IoT を適切に導入・利活用するための要点 ver1.0』全体構成

このようなスキルセットが作成されたことを踏まえ、IoT 人材育成のための地域毎の講習について、今後は体験型での実施も視野に入れつつ推進するとともに、その結果をスキルセットの改訂にフィードバックし、PDCA を回しながらユーザ企業等における IoT 人材の育成を図っていくことが重要である。



出所) スマート IoT 推進フォーラム「電波の有効利用を図りながら、ワイヤレス IoT を適切に導入・利活用するための要点 ver1.0 (概要)」

図 II-8 スキルセットを踏まえた IoT 人材育成のイメージ

そのため、ユーザ企業等を対象とした地域毎の講習会を実施していく際には、地域の自治体や商工会議所、金融機関、関係団体等と連携し、実施地域のニーズ

を踏まえた講習内容を検討し、地域のユーザ企業等への IoT の導入や利活用を図り、定着を図っていくことが効果的である。

また、特に、戦略的なデータの確保（データビリティ）の観点からは、ユーザ企業等が自らの課題解決や生産性の向上、新たな価値創出に向けて、データの収集、管理、分析等の重要性を認識し、目的に応じたデータ収集の必要性や最適なデータ収集／分析手段の採用等について理解し、これらに関する知識や技能を身に付けた人材の育成を図っていくことが重要である。

IoTスキルセットの概要（IoTデータの活用方策に係る部分）

【目標】電波の有効利用を図りながら、IoTシステムで収集したデータによる価値創出に必要な知識と活用方法を身に付ける。

- 電波の有効利用を踏まえて、データ収集の対象・条件・環境、データを収集・管理する仕組みや手法を理解する。
- データの分析・解析手法とその特徴を理解する。
- 関係者の間でデータ活用に関わる利害関係の調整が必要となることを理解する。

3-1 データの活用方法

- 電波の有効利用を図りながらどのようなデータを収集するのか、データ収集の条件や環境（収集の頻度や粒度）について理解する。
- IoTシステムにおけるデータの流れは、生成、収集、蓄積、集約、分析、利用のフェーズから成り、無線利用の必要性を含め、サービスに応じたそれぞれの手法の適切な選択について理解する。
- 多様なデータの生成、収集、蓄積等によって異常の察知や将来の予測等が可能となることを理解する。
- 要求条件に応じて、内部システムを用意する形態と外部システムを活用する形態を適切に選択することを理解する。

3-2 データ分析

- データの受け、加工、保管など、それぞれの手順における適切な手法の選択について理解する。
- データを解析するには、既知のデータの特性を説明する「統計解析」や、既知のデータから未知のものを「予測」する「機械学習」などの方法があることを理解し、それぞれの概要とメリットを理解する。

3-3 データ活用に関わる利害関係の調整

- 関係者の間で、データの取り扱いに関するコストと権利について、どのように配分するか、データの公開範囲とその方法、非公開データの取り扱いについて調整することが必要であることを理解する。

3-4 個人情報保護等

- IoT機器などから取得されるデータにおける個人情報保護等の必要性を理解する。
- 個人情報保護等に関する法制度や個人情報等を保護するための技術（匿名化手法等）を理解する。

出所）スマート IoT 推進フォーラム「電波の有効利用を図りながら、ワイヤレス IoT を適切に導入・利活用するための要点 ver1.0（概要）」

図 II-9 IoT スキルセットの概要（IoT データの活用方策）

②IoT ユーザとベンダのマッチングの推進

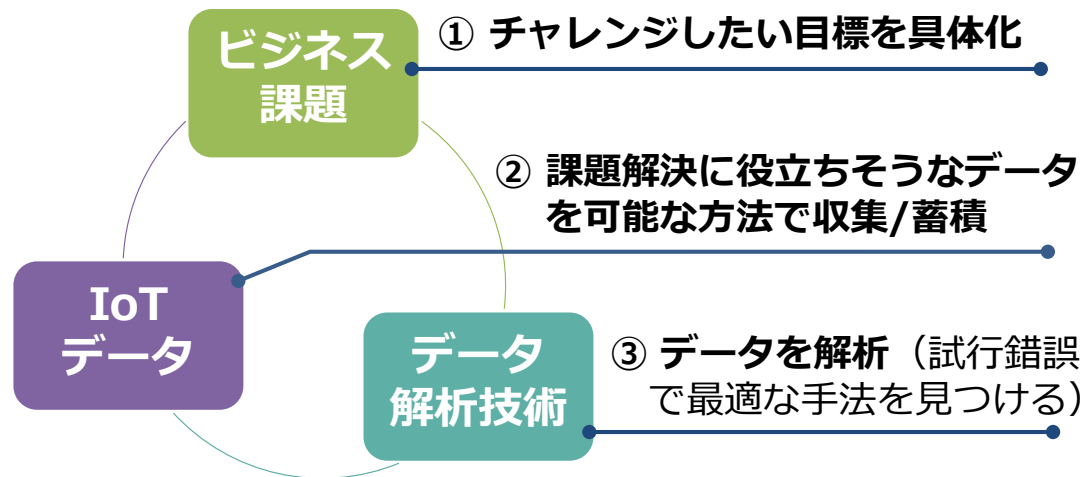
Society 5.0 時代には、データの利活用方法に関するアイデア出しとその実現方法の検討が非常に重要となってくる。すなわち、価値の源泉がデータの利活用へとシフトするのに伴い、開発のアプローチも従来とは大きく異なってくることから、プロトタイプを迅速に構築し、試行錯誤を繰り返しながら、価値を最大化する方策を見つけていくことが必要となる。

従来のソフト開発	IoT/データ活用の開発
開発すべきシステムが分かっており、要件定義が可能。投資対効果も比較的明確	要件定義や投資対効果の明確化が困難な場合が多い。開発効果は実証して判断することになる場合が多い
効率的で信頼性の高いソフトウェア開発が最も重要	価値創造につながるアイデアの発見と実ビジネスにおけるその有用性検証が最も重要
ウォーターフォールモデルが通常活用される	プロトタイプを迅速に構築し、試行錯誤を何回も繰り返しながら価値創造。リーンスタートアップとアジャイルモデルが有用
開発に必要なリソース確保とその的確な管理が重要。また、生産性向上のために各種サポートツールを展開	プロトタイプを迅速に構築するための創造的チームと実証環境の整備が重要（開発支援システム、オープンソース、テストベッドなどの活用、開発と運用の一体化）
自社、あるいは自社とベンダーに閉じた開発がメイン	オープンイノベーションの手法を活用し、開発速度を上げることも視野。エコシステム構築も有用な手段に

出所）技術戦略委員会（第14回）（一社）情報通信技術委員会 稲田氏説明資料より作成

図 II-10 従来のソフト開発 vs IoT/データ活用の開発

IoT/BD/AI を利活用した課題解決に当たっては、①チャレンジしたい目標を具体化、②課題解決に役立ちそうなデータの収集／蓄積、③データの解析について、ユーザ企業等の目線での検討が絶対的に必要である。

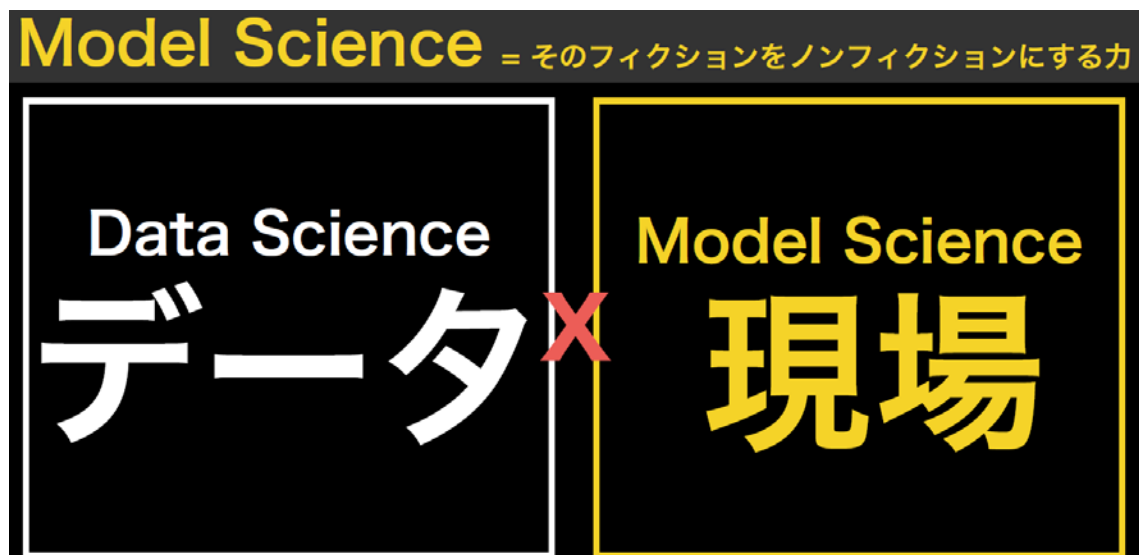


**データを事業に活かすにはユーザ企業等の目線での
ビジネスセンスと将来ビジョンが絶対的に必要**

出所) スマート IoT 推進フォーラム 第2回人材育成分科会 NTT コミュニケーションズ(株)説明資料より作成

図 II-11 データを活用した課題解決

また、IoT/BD/AI を利活用したスタートアップ成功のためにも、ビジネスの目標に係るフィクションを作る力、そのフィクションをノンフィクションにする力が重要である。そのためには、現場の課題を知り尽くした、現場力に基づく Model Science とデータの収集、管理、分析の能力に基づく Data Science を掛け合わせて新たな価値創出を図る必要がある。



出所) 「第2回次世代人工知能技術に関する合同シンポジウム」 デジタルセンセーション 石山氏説明資料より作成

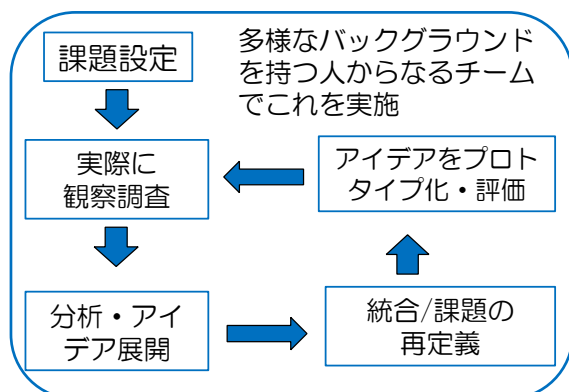
図 II-12 AI スタートアップ成功の条件

このため、データの利活用に関するアイデアを出し合い、プロトタイプを迅速に構築し、試行錯誤を繰り返しながら、新たな価値創出を図れるビジネスモデルを見つけていくことが必要である。

そのためには、試行錯誤に当たって、①デザイン思考などのイノベーション促進手法の適用、②ユーザ企業等や ICT ベンダ等の多様な人材から成るチームでの検討など、オープンイノベーションの手法を活用することが必要である。

このため、スマート IoT 推進フォーラムの Web サイト等において、IoT 導入・活用事例の収集や、ユーザ企業等と ICT ベンダ等がマッチングを図るための情報提供を行っていくことが適当である。

- デザイン思考は、デザイナーの感性と手法を用いて顧客価値と市場機会の創出を図ろうというアプローチで、シリコンバレーを中心に発展してきたイノベーションの方法論
- 近年、日本の企業や大学でも積極的な活用が始まっており、創造的プロダクトのデザインだけでなく、サービスやビジネスプロセスのデザインなど幅広い領域で活用が期待
- デザイン思考を活用すれば、ユーザの共感をベースに、短時間でプロダクトやサービスを作り上げることが可能。また、この手法の習得により、グループの創造性向上や組織の活性化が可能



デザイン思考の一般的プロセス

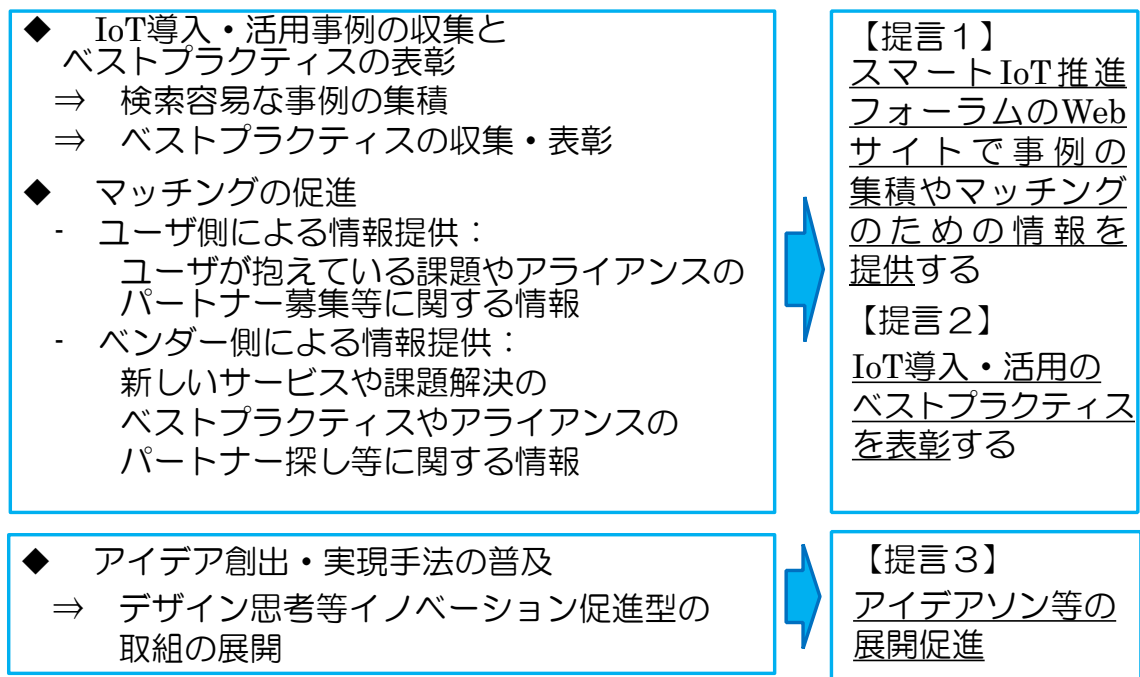


デザイン思考の実施風景

出所) 技術戦略委員会 (第 14 回) (一社) 情報通信技術委員会 稲田氏説明資料より作成

図 II-13 デザイン思考とは

デザイン思考等のイノベーション促進型の取組を進める上では、ユーザ企業やベンダだけではなく、未来を担う若者やスタートアップが Society 5.0 時代に必要とされる基本的な知識や技術を身に付けつつ、アイデアソンやハッカソンなどの手法によって、新たな価値の創出を図っていくことが有効である。



出所) 技術戦略委員会(第14回) (一社)情報通信技術委員会 稲田氏説明資料より作成

図 II-14 ビジネス創造の推進に向けて

【具体的な取組、今後の方向性】

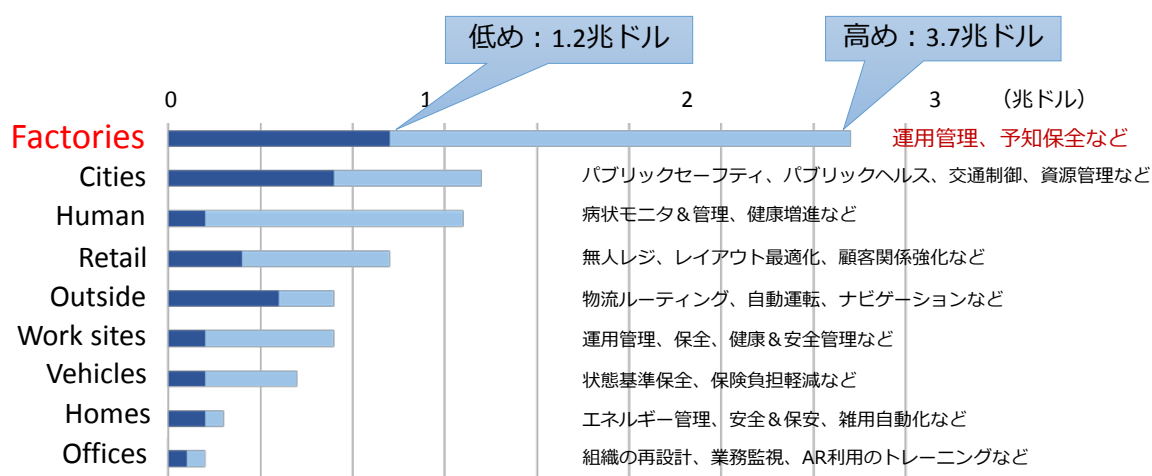
- ◎ ユーザ企業等がIoTデータによる新たな価値やイノベーションの創出を図っていくために、IoTスキルセットに基づく人材育成のための地域毎の講習、体験型の実習を推進
- ◎ スマートIoT推進フォーラムを中心に、IoT導入・活用事例の集積・紹介やベストプラクティスの表彰、ユーザ企業等とICTベンダ等のマッチングのための情報提供の推進
- ◎ 未来を担う若者やスタートアップを含めたアイデアソンの実施などにより新たな価値創出と人材育成の一体的推進

（２）生産性向上に向けた多様な空間のデータ利活用の推進

① 生産現場におけるIoT化の推進

（ア）工場のワイヤレス化への期待

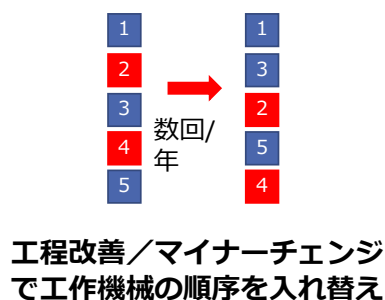
Society5.0の実現に向けて、国内外の製造現場では、生産工程にIoTを導入することで、生産性の向上、製品の品質改善、機器・設備の故障予測等を行う取組が期待されている。製造業における工場のIoT化は、今後、新たな市場創出が期待される分野であり、2025年時点では、工場向けIoT市場は最大で約3.7兆ドルに達するとされており、スマートシティ、ヘルスケア、小売り、物流等の他の分野と比較しても、巨大な市場が期待される分野である。



出所）技術戦略委員会（第14回） NICT 説明資料より作成

図 II-15 2025 年におけるIoT活用による経済効果

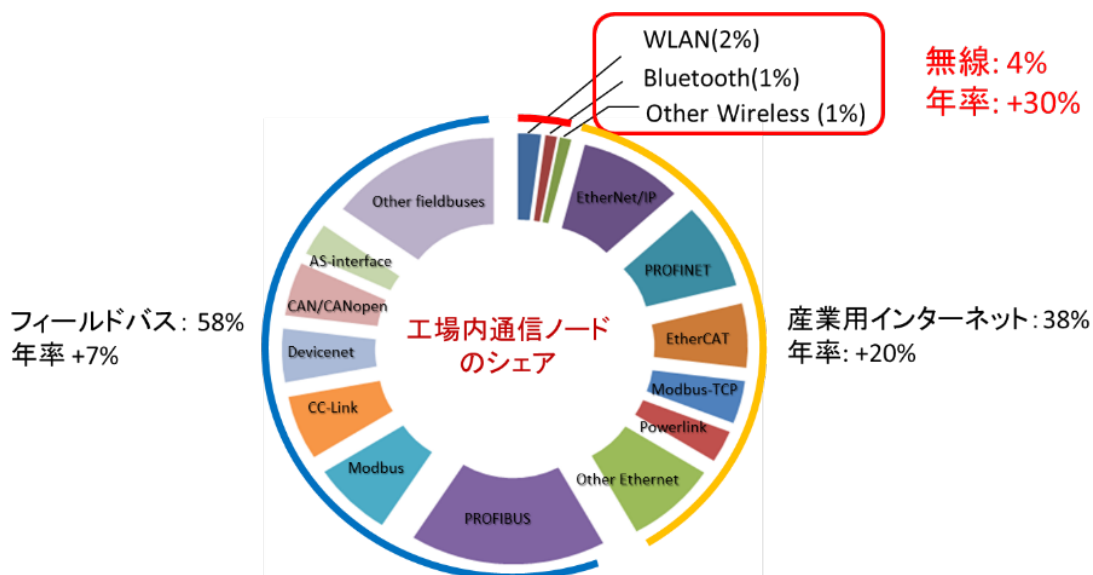
現在、工場では主に有線ケーブルにより製造装置、設備等が接続されているが、生産工程の改善や装置の変更などが行われる回数が増えてきており、需要の変化の速さに対応した生産ラインの柔軟な組み替えを可能にする無線の活用が期待されている。また、製造装置には温度、距離、加速度等を検出する様々なセンサが有線ケーブルにより接続されているが、センサの追加等を容易にするために有線ケーブルをワイヤレス化することが期待されている。



出所) 技術戦略委員会 (第 14 回) NICT 説明資料より作成

図 II-16 自動車製造現場におけるワイヤレス化の取組

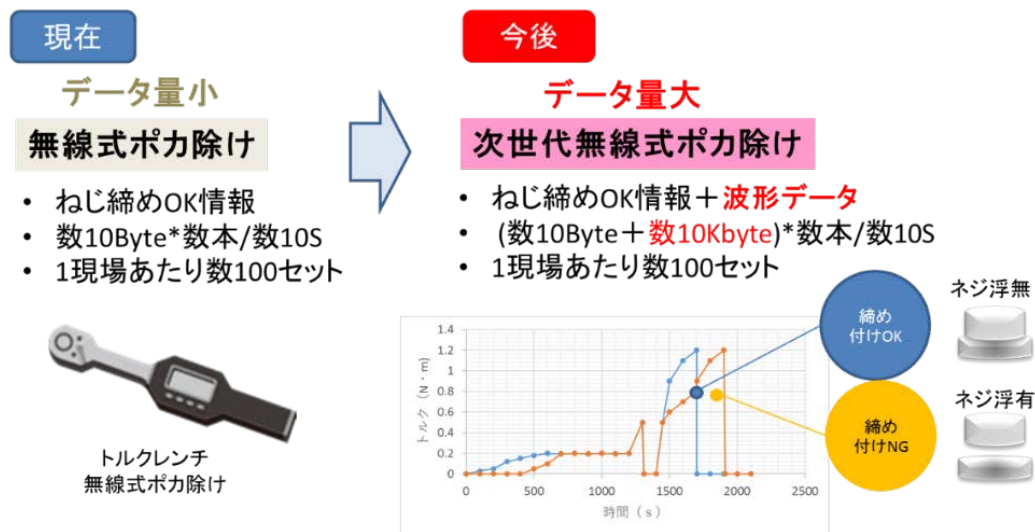
この点、2016 年における世界の工場内の無線通信の利用割合は全体の 4%に過ぎないが、近年の無線の利用率は年率 30%で伸びている状況であり、工場内のワイヤレス化が加速していくと予想される。



出所) 技術戦略委員会 (第 14 回) NICT 説明資料より作成

図 II-17 工場内の無線通信の現状と今後

今後、工場内の様々な設備・工具の IoT 化が進み、それら IoT 機器等において送受信されるデータの容量が増加することが予想される。例えば、現在は、自動車の組立工程の中で、作業の検査工程に無線が利用されており、作業者が使用する工具に無線機が取り付けられ、OK・NG といった作業結果を無線通信により送信・管理している。今後は、そのような作業結果のみならず、工具の動作回数や締め付け強度等、作業過程においても無線化を図ることで、その状況をデータとして送信・管理し、これらデータを分析することで品質向上やアフターフォロー等に役立てることが期待されている。



出所) 技術戦略委員会 (第 14 回) NICT 説明資料より作成

図 II-18 工場内の無線通信の大容量化の進展

(イ) 工場のワイヤレス化の課題

工場内では、920MHz 帯、2.4GHz 帯、5GHz 帯を中心に、IEEE 等で国際標準化した無線 LAN、Bluetooth、Wi-SUN 等の無線規格が使われている。これらの周波数帯では、我が国では電波法上の技術基準等を満たすなどの要件が整えば、免許不要で利用することができる一方で、IoT 機器を含む様々な無線システム・電子機器等で利用されていることから通信の輻輳等による通信の安定性の低下などの課題がある。

さらには、工場内では製造装置の動作やロボットの移動、工場内の作業の配置替えなどにより、無線環境がダイナミックに変化している。くわえて、工場内では、様々な装置が稼働する際に発生する電波雑音や、工場周辺に設置された無線 LAN のアクセスポイント等が発生する電波の影響などが、ワイヤレス化に向けた課題となっている。

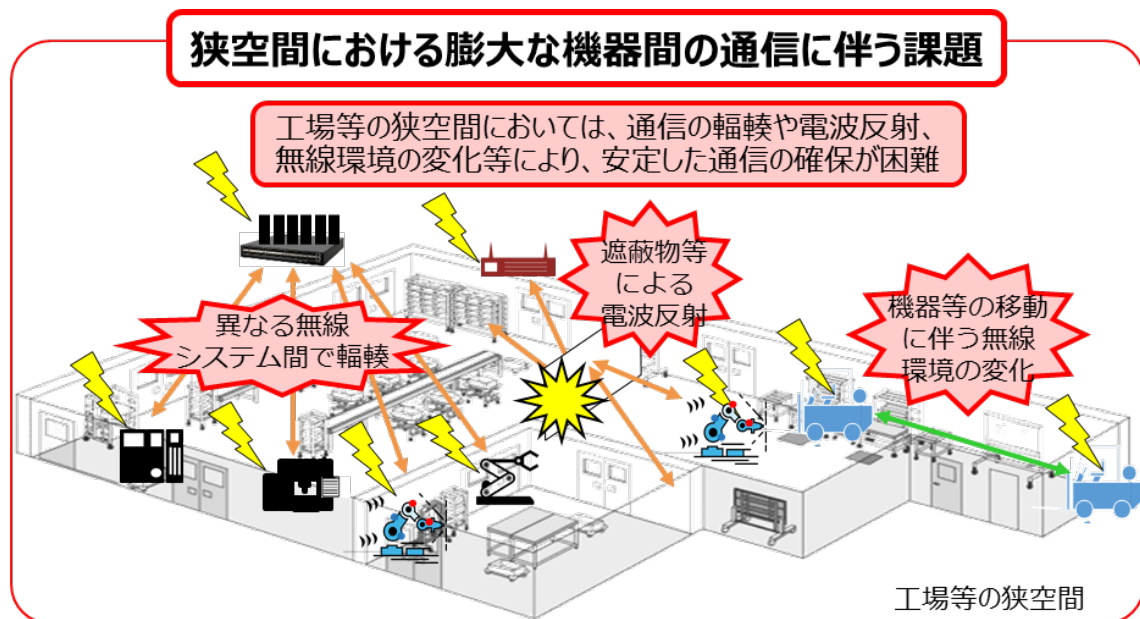


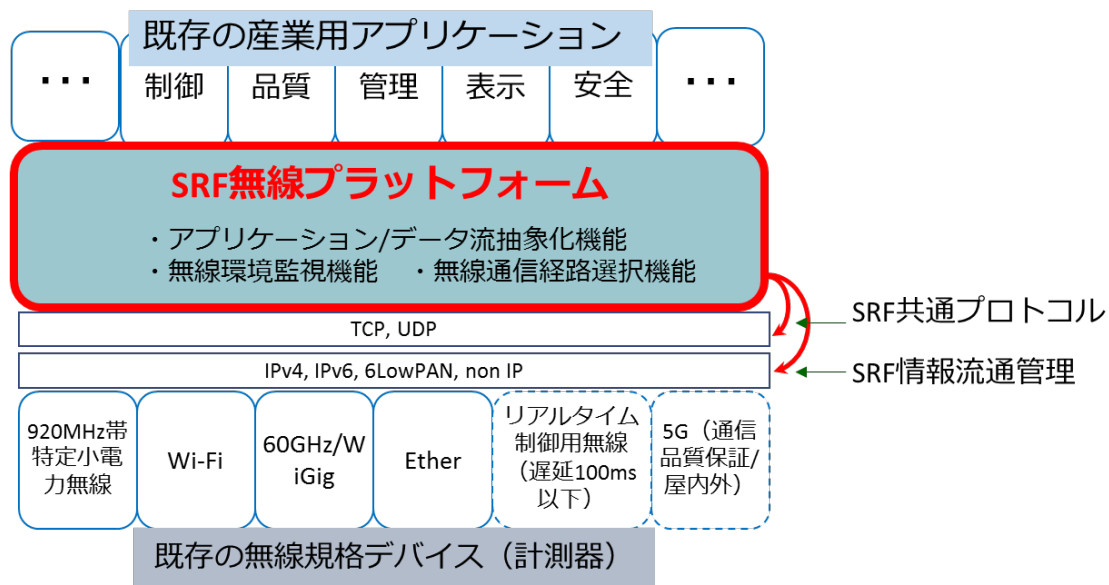
図 II-19 工場等の狭空間のワイヤレス化に向けた研究開発の推進

(ウ) ワイヤレススマート工場の実現に向けた取組

NICT が、2015 年 6 月より自動車メーカ、製造装置メーカや ICT ベンダと連携して、稼働中の工場内の無線の利用状況やワイヤレス化に向けた取組（フレキシブル・ファクトリー・プロジェクト（FFPJ））を推進している。

（イ）のような課題を解決するためには、アプリケーションごとに異なる通信の許容遅延を考慮しつつ、ダイナミックな無線環境の変化や様々な電波雑音等にも対応可能な電波の相互干渉、通信の輻輳や電波雑音等に強い新たな方式を開発し、狭空間における無線通信を最適化し、限られた電波資源を有効利用する必要がある。

併せて、NICT では、既に工場等の狭空間における複数無線システムの協調制御・安定化機能及びインタフェースを標準化するため、2017 年 3 月に IEEE802.11 に対して国際標準化に向けた提案を実施している。こうした国際標準化への取組を我が国がリードするためには、標準化推進のための国際会議の日本への招致、標準化を主導する体制の構築に加えて、外国の企業や研究機関等とも戦略的に連携し、国際標準化を進めることが重要である。



出所) 技術戦略委員会 (第 16 回) NICT 説明資料より作成

図 II-20 FFPJ の国際標準化に向けた取組内容

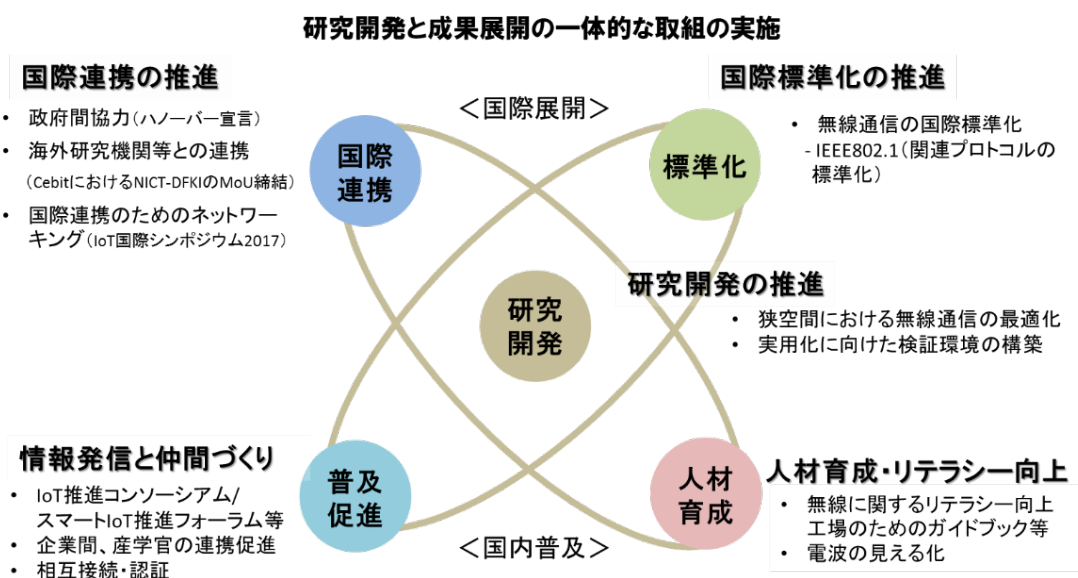
2017 年 3 月にドイツで開催された CeBIT において、わが国は Industry4.0 を推進するドイツ政府との間で、研究協力の推進や国際標準化に向けた取組等を推進するため、「ハノーバー宣言」に署名した。NICT は、工場無線通信に重点を置いた IoT/AI に関する研究開発や国際標準化を推進するため、ドイツ人工知能研究所 (DFKI) と協力覚書を締結したところである。引き続き、海外の研究機関との共同研究や IoT 推進団体とのベストプラクティスの共有等を進めていくことが重要である。

さらに、工場のワイヤレス化について国内外への普及を加速するためには、人材育成・普及促進も一体的に取り組むことが不可欠である。人材育成については、現場の利用者の無線通信等に関するリテラシーを向上させるとともに、利用者が無線に関する理解を深められるよう、ガイドブックの策定や講習・実地研修等を通じて現場で活躍できる IoT 活用人材の育成を進めることが必要である。また、工場に無線を導入すると無線通信のログデータやスペクトルアナライザによる周波数のデータ等が収集されるが、利用者がこれらの収集されたデータを解釈し有効活用できるような情報提示や行動するための指標の構築が重要である。また、普及促進については、開発した機器の安定動作の保証や機器同士の相互接続を推進することが重要である。

加えて、工場で収集されたデータを AI により分析することで、工場内の装置・設備のメンテナンス時期の把握や故障予測などを行うことが重要であるが、当該企業にとっては、生産現場のデータはノウハウの塊であり、そのまま外部に提供することは避けたいことから、データのモデル化・匿名化を施したデータを提供

し、その活用を促進する取組を進める必要がある。

以上のような研究開発、国際標準化、人材育成、データ利活用の取組について、スマート IoT 推進フォーラムも活用して国内外の関係者と情報共有を図りつつ、一体的に推進し、世界最先端のワイヤレススマート工場の実現を目指すことが適当である。



出所）技術戦略委員会（第14回） NICT 説明資料より作成

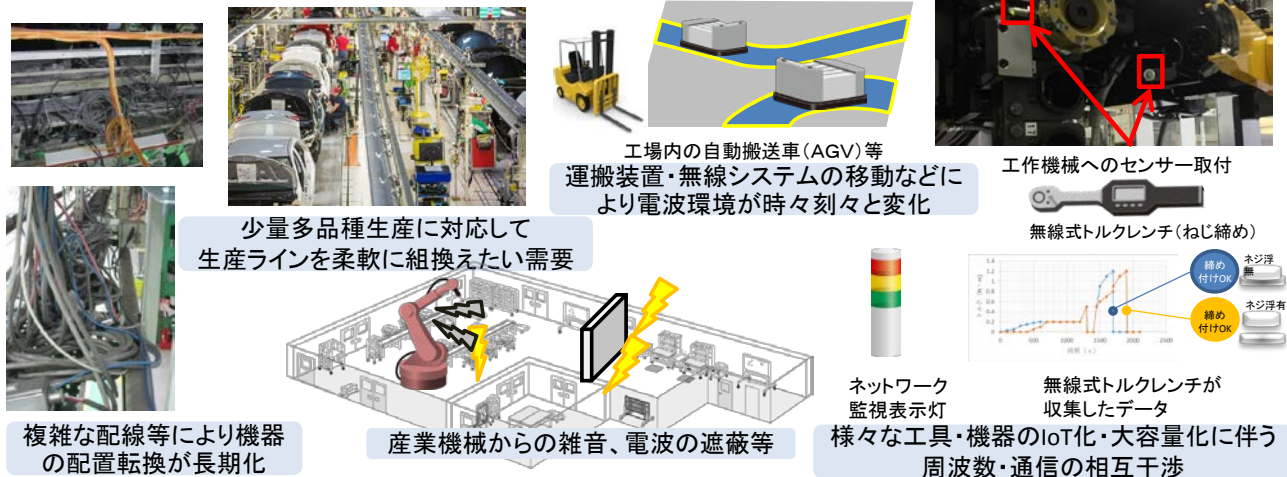
図 II-21 ワイヤレス化に向けた今後の取組の方向性

【具体的な取組、今後の方向性】

- ◎ 世界最先端のワイヤレススマート工場の実現に向けて、ダイナミックな無線環境の変化や様々な電波雑音などにも対応可能な、狭空間ワイヤレス通信方式を研究開発、国際標準化、さらに、機器の安定動作や機器同士の相互接続を推進
- ◎ 工場内の無線システムの管理者や利用者が無線通信を容易に取り扱えるようにするような無線環境情報の表示技術や機器の動作検証技術などを開発、データのモデル化・匿名化の上でデータ利活用を促進する取組を推進
- ◎ 以上のような研究開発、国際標準化、人材育成、データ利活用の取組について、スマート IoT 推進フォーラムも活用して国内外関係者との情報共有を図りつつ、一体的に推進

- 生産分野においても、少量多品種生産に対応して生産ラインを柔軟に組み換えたり、多様なデータを収集し価値創出を図るため、工場等の狭空間のワイヤレス化、IoT化が期待されているものの、工場内の多数のIoT機器同士の電波の相互干渉、通信の輻輳、産業機械から発生する電波雑音等が無線利用の大きな課題。
- NICTを中心に、電波の相互干渉、通信の輻輳や電波雑音等に強い新たな無線方式を開発し国際標準化を推進するとともに、機器の安定動作や相互接続性を確保するための取組を推進する。これにより、生産ラインのワイヤレス化、IoT化を推進・実現し、世界最先端のワイヤレススマート工場の実現を目指すことが適当。

工場内のワイヤレス化のニーズや課題



⇒ 電波の相互干渉、通信の輻輳や電波雑音等に強い新たな無線方式が必要

出所) 技術戦略委員会(第14回) NICT説明資料及び三菱重工工作機械(株)説明資料より作成

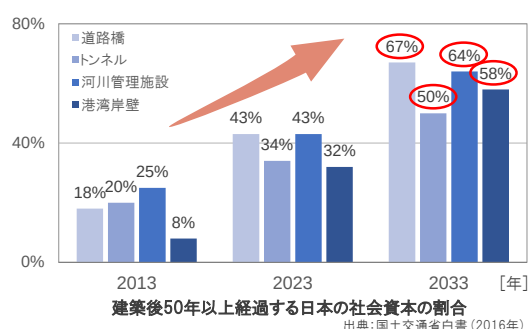
図 II-22 生産現場等狭空間のIoT化の推進

②社会インフラ維持管理におけるIoT化の推進

(ア) 社会インフラ維持管理の課題

近年、道路、橋梁、トンネル等の社会インフラで、建設後50年を経過したものの割合が増え、老朽化による破損が増加している。2016年の国土交通白書によると、2023年には全国の橋梁（2m以上）の43%が、2033年には67%が50年以上経過すると報告されており、今後本格化する社会インフラ老朽化への対策が急務になっている⁶。

国内でのインフラ老朽化



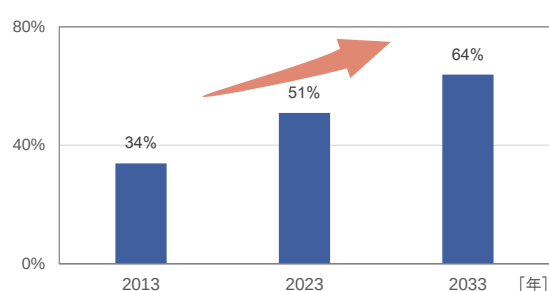
トラス橋の斜材の破断

出典：総務省「社会資本の維持管理及び更新に関する行政評価・監視」（2010年）



鋼鉄製の支柱の腐食

米国でのインフラ(橋梁)老朽化



ミネアポリス橋梁の崩壊事故現場

出典：米国ミネアポリス橋梁崩壊事故に関する技術調査報告（2007年）

出所）技術戦略委員会（第16回）（株）NTTデータ説明資料より作成

図 II-23 国内外の社会インフラ老朽化事例

一方、我が国の労働人口の減少のため、社会インフラの点検・修繕を行う熟練技術者が減ってきている。社会インフラに対する目視、打音等の検査手法は熟練した技術を要するが、建設技術者・作業者は減少傾向⁷にあり、検査に十分な人員を確保することは一層困難になると考えられる。このように、社会インフラ維持管理における人手不足や、今後増加する点検・修繕等にかかる多額のコストへの対応は大きな社会的課題となっている。

(イ) 社会インフラ維持管理のIoT化への期待とその現状

社会インフラの維持管理については、これまで人手による点検、管理が基本とされてきたが、センサ等のIoTを活用した維持管理システムの導入により、前述

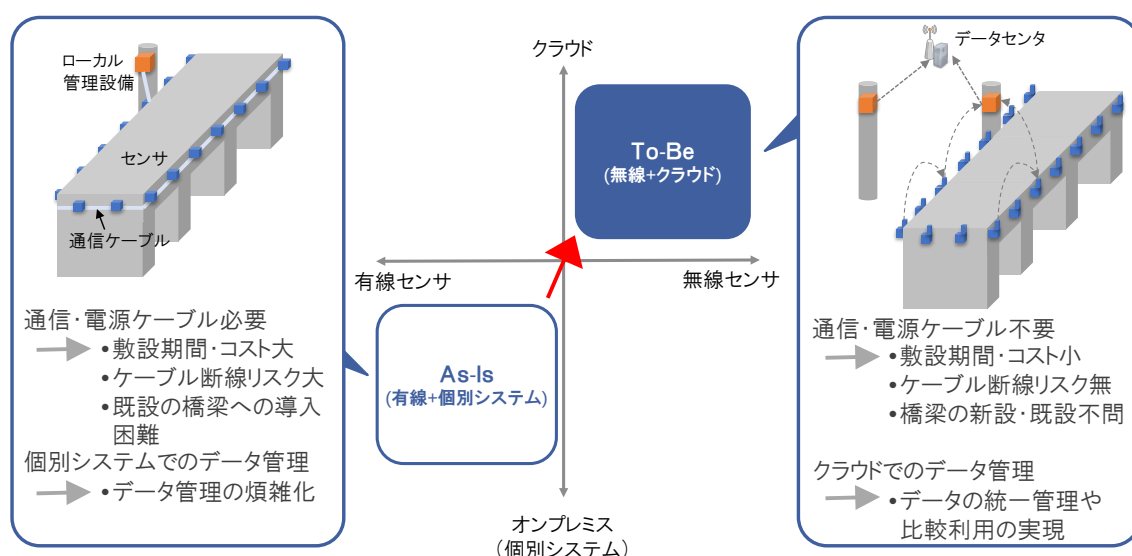
6 道路法施行規則（2014年7月1日施行）において、点検は「近接目視により、5年に1回の頻度で行うことを基本とすること」とされており、人手による点検費用が必要。

7 総務省「国勢調査報告」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（2006年12月推計）」の出生中位（死亡中位）を基に、国土交通省推計。

した点検・修繕における熟練技術者の人手不足を補うことが可能になる。IoTにより社会インフラを常時モニタリングすることで、リアルタイムかつ継続的にインフラの状態を把握でき、24時間の異常検知や早期異常把握が可能な効率的な維持管理が可能になる。

したがって、設置コストが比較的少なく、既設インフラにも容易に導入可能な無線センサによるインフラモニタリングシステムへの期待が高まっているが、無線センサは、電池駆動が不可欠であり、低消費電力化やセンサ間の時刻同期等の技術的課題がある。

また、収集データの一元管理・比較利用等のデータ利活用の観点から、統合的なデータ管理方法の導入が必要である。



出所) 技術戦略委員会 (第 16 回) (株)NTT データ説明資料より作成

図 II-24 有線ケーブル及び無線センサによるインフラ状態監視システムの例

総務省においては、社会インフラ維持管理の IoT 化の取組として、橋梁等に設置した無線センサで計測したひずみ、振動等のデータを高信頼かつ超低消費電力で収集・伝送する無線通信技術の研究開発⁸及び関連技術の標準化を実施してきた。これらの成果をリファレンスモデルとして一般社団法人情報通信技術委員会 (TTC) の技術レポート⁹としてとりまとめるとともに、橋梁用の無線センサとして用いた「加速度センサ」について、共通的なデータ項目と構造を規定した情報モデルについて標準化¹⁰を行った。なお、この情報モデルでは、他の IoT シス

8 総務省委託研究「スマートなインフラ維持管理にむけた ICT 基盤の確立」(2014~2016 年度)

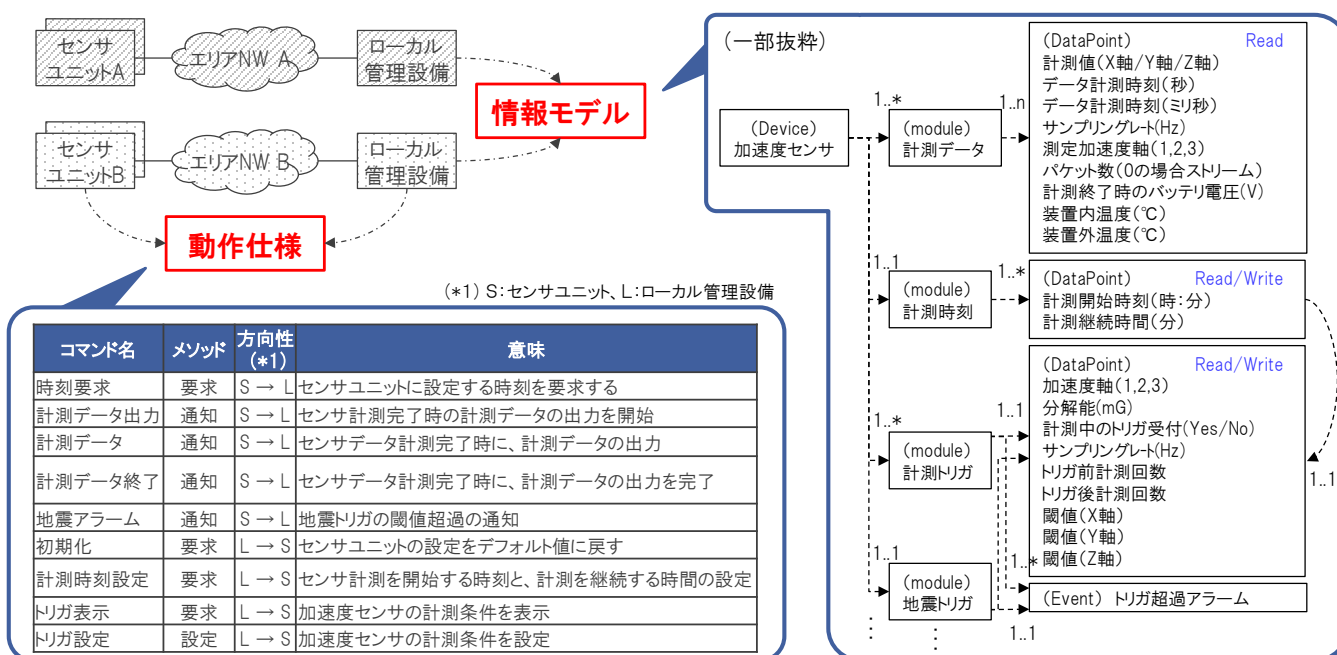
9 TTC 技術レポート: TR-1066「橋梁モニタリングのための低消費電力無線通信方式ガイドライン」(2017 年 3 月)

10 TTC 標準: JJ-300.30「橋梁モニタリング用加速度センサの情報モデル及び低消費電力無線通信における動作」(2017 年 5 月)

テムとの親和性を図るため、oneM2M¹¹の情報モデルである SDT(Smart Device Template)3.0 の構造を利用して、データの用途や通信方式、システム実装技術等に依存しない共通的なデータの項目・構造を記述した。これにより、マルチベンダーによるセンサやシステムから収集したデータの一元的管理が容易になり、本分野のデータ取得・分析・流通が加速することが期待される。

情報モデル：データの用途や通信方式、実装等に依存しない共通的なデータの項目・構造を規定したもの。

動作仕様：センサユニットとローカル管理設備間で、センサユニットの設定や計測したデータの取得などの処理に必要なインタフェースを、アプリケーション間の処理にマッピングした仕様。(コマンド名等)



出所) 技術戦略委員会 (第 16 回) (株)NTT データ説明資料より作成

図 II-25 加速度センサの情報モデルの TTC 標準概要

(ウ) 社会インフラ維持管理の IoT 化に関する研究開発と標準化の推進

このように、社会インフラ維持管理の IoT 化が進んできているものの、今後のデータ利活用のためには、データの分析・処理等の関連技術の確立、センサの種類やデータ収集範囲等の課題があり、IoT 化に向けて引き続き研究開発と標準化に取り組む必要がある。

特に分析・処理データが目視による点検の補助手段となれば、センサによるインフラ維持管理が飛躍的に展開することが予想されることから、データの収集・伝送技術、データの分析・処理技術に関する研究開発を引き続き推進することが必要である。

IoT を活用した社会インフラ維持管理については、我が国に限らず、海外にお

11 各国(地域)の8標準化機関(ARIB、ATIS、CCSA、ETSI、TIA、TTA、TTC 及び TSDSI)により組織。通信事業者及びベンダー(約200社)等が参画。

いても需要があるため、国外の研究機関等との共同研究により、我が国発の技術を海外へ展開することは極めて重要である。

情報モデルの標準化については、対象センサの拡大と、適用分野の拡大の2点を目指すことが重要である。

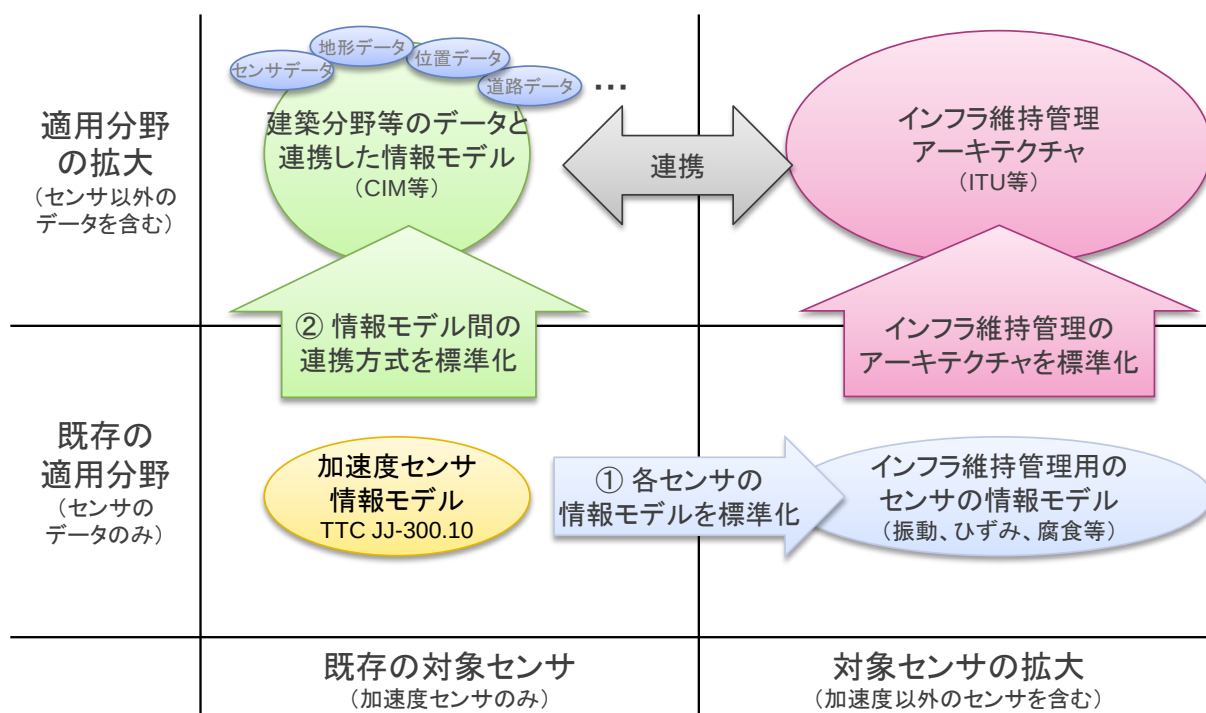


図 II-26 社会インフラ維持管理の情報モデルの標準化の方向性（一案）

対象センサの拡大については、既に標準化した加速度センサの情報モデルに加え、ひずみや腐食等のセンサの情報モデルを標準化し、各種センサのデータを一元化できることが多様なデータ流通や分析・処理の高度化等の観点から重要である。これにより、インフラ維持管理で利用可能な各種センサの規格が定まり、標準化された情報モデルによる製品化が進むことが期待される。加えて、センサから直接得られたデータを加工した固有振動数等のデータも利活用するため、加工データの標準化について検討を進めることが重要である。また、実装に向けたリファレンスモデルの共有も有効である。これらにより、多種多様なセンサから統一されたデータを効果的に分析・処理することができ、社会インフラ維持管理に係るデータの分析や利活用が一層促進されると考えられる。

適用分野の拡大については、各分野の情報モデル間のデータ連携が必要である。現在、国土交通省が事務局を務める CIM（Construction Information Model）¹² 導入推進委員会等において、建設・土木分野を中心に建設の調査・測量・設計から施工、インフラ維持管理までを含む CIM の国際標準化を検討している。CIM

¹² 形状情報に加え、材質や仕様、コスト情報等を 3D モデルに持たせることで、仮想建築を行いながら土木建設物を設計し、「測量～設計～施工～維持管理」のライフサイクルの業務効率化を図る手法。

で利用する情報モデルとセンサの情報モデルを連携するインタフェースを検討し、建設・土木分野等のデータ（地形データ、位置データ、道路データ等）と連携することで、インフラ維持管理や修繕だけでなく新たなデータ付加価値の創造につながる。

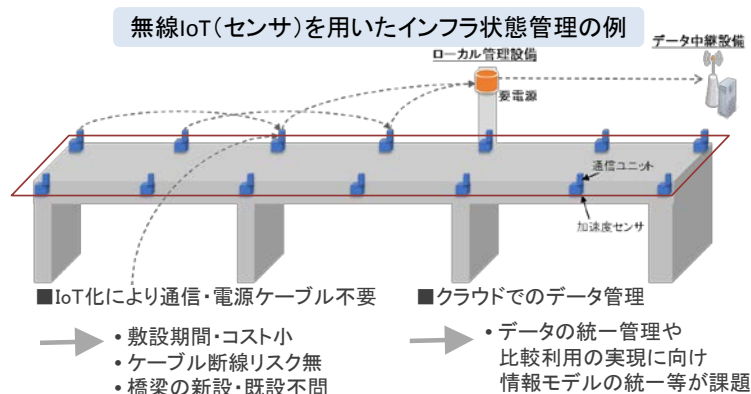
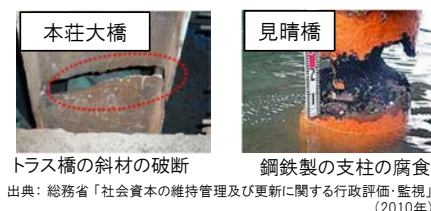
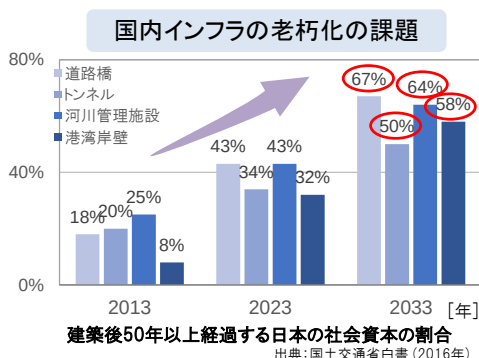
また、このような標準化の検討に当たっては、例えば、広くユーザや産学官の専門家が参加するスマート IoT 推進フォーラムにおいて、ニーズの発掘やコンセンサス形成を図ることが効果的である。

【具体的な取組、今後の方向性】

- ◎ 社会インフラ維持管理に関するデータの収集・伝送技術及び収集したデータの分析・処理技術の研究開発と研究成果の国内外への展開
- ◎ 対象センサの拡大によるセンサデータ（ひずみ、腐食等）及び加工データ（固有振動数等）等のインフラ維持管理に関連する情報モデルの標準化
- ◎ 社会インフラ維持管理において取得・創出されるデータと異分野データ等との連携による適用分野の拡大、インフラ維持管理や修繕以外での新たなデータ付加価値の創造

- 近年、築50年を超える道路、橋梁等の社会インフラの老朽化による破損事故が年々増加。効率的な社会インフラ維持管理を行うため、既設のインフラに後付けでも容易に導入できる無線IoT（センサ）を用いたインフラ状態監視が重要。
- 総務省では、電池駆動が不可欠な無線IoTで社会インフラのモニタリングを行うための超低消費電力を実現する無線通信技術の研究開発を実施。
- 本研究開発で実装した加速度センサの情報モデルについて2017年5月末に国内標準化機関（TTC）において標準化。
- 今後、ひずみ、腐食センサ等の情報モデルの標準化や収集データの分析技術を確立するとともに、インフラ維持管理や修繕以外での新たな付加価値の創造が重要。

社会インフラ維持管理におけるIoT化の課題と取組



今後の取組の方向性

- ① 情報モデルの統一（①により②や③の取組が加速）
 - ・複数業種間での情報モデル検討
 - ・国際標準化
- ② 分析技術の確立
 - ・分析技術の研究開発
- ③ 付加価値の創造
 - ・建設業者と管理者との情報連携

出所）技術戦略委員会（第16回）（株）NTT データ説明資料より作成

図 II-27 社会インフラ維持管理における IoT 化の推進

2. AI データの整備・提供に関する総合的な取組の推進

(1) AI データテストベッド等の推進

①NICT「知能科学融合研究開発推進センター」の活動推進

2017 年 3 月には、「人工知能技術戦略会議」から「人工知能技術戦略¹³」が公表され、

- AI 技術の利活用にはデータが不可欠でありデータそのものが競争力となりつつあること
- 健康、医療、介護、交通、農林水産分野など社会ニーズにつながっているデータの活用、環境整備を行っていく必要があること

等が指摘されている。

一方で、今後の主な課題として、

- 大学や研究機関で、独自にデータ整備や提供を行うことは大きな負担を伴うことから、整備が求められるデータを見極め、効果的にデータ整備・管理を行う支援体制を整備・強化すること
- 学習済みモデルを流通させる仕組みを構築すること

等が挙げられている。

このような現状認識の下、NICT では、知能科学領域におけるオープンイノベーション型の戦略的な研究開発推進組織として、2017 年 4 月に「知能科学融合研究開発推進センター (AIS)」¹⁴を設立している。

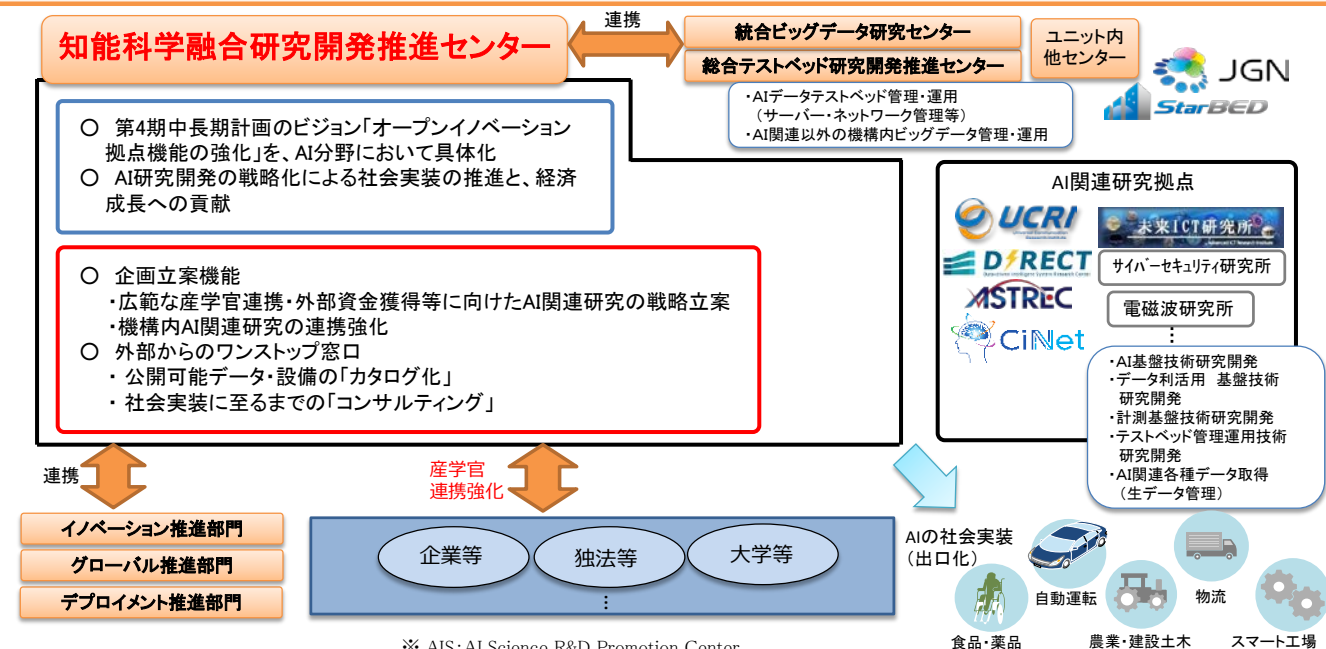
AIS では、従来から NICT が蓄積してきたデータを含め、産学官が利用しやすい研究開発環境を整備するとともに、社会実装に至るまでの「コンサルティング」を含め外部からのワンストップ窓口を提供することを目標としている。

13 「人工知能技術戦略」(2017 年 3 月 31 日 人工知能技術戦略会議)

<http://www.nedo.go.jp/content/100862413.pdf>

14 AIS : AI Science R&D Promotion Center

- AI技術の高度化、利活用のためには各分野のデータが不可欠であるが、良質なデータ整備や提供を行うことは大きな負担を伴うため、重点分野を見極め、効果的にデータ整備・提供を行う体制が必要。
- NICTの知能科学融合研究開発推進センター（略称：AIS[※]）は、知能科学領域におけるオープンイノベーション型の戦略的な研究開発推進組織として本年4月に設立。
- 今後AISを中心として、従来からNICTが蓄積してきたデータを含め、産学官が利用しやすい研究開発環境を整備するとともに、社会実装に至るまでの「コンサルティング」を含め外部からのワンストップ窓口を提供。
- 特に、様々な対話システムの開発に不可欠な言語資源データについては一層積極的に整備していくことが適当。



※ AIS: AI Science R&D Promotion Center

出所）技術戦略委員会資料（第16回）NICT説明資料より作成

図 II-28 知能科学融合研究開発推進センターの設立

AIの研究開発においては、収集した一次データに対してノイズ除去やフォーマットの統一、学習のための教師データとなるラベル付与（アノテーション）を行った質の高い学習データの確保が重要である。また、そうしたデータの量がAIの解析精度に直結することから、より良い成果を上げるためには大量の良質な学習データの作成が必須となる。一方で、良質な学習データの作成には、大きなコスト・時間とともに、その分野に関する高度な専門人材が必要であり、その確保が大きな課題である。

こうした中、AISでは、NICTが強みを持つ言語情報データ、脳情報モデル等について、NICTの実証ネットワーク（JGN）を通じて全国規模で利用可能とし、研究開発と実証を加速する「AIデータテストベッド」を推進している。具体的には、外部とのデータ共用に関する基本的な考え方やデータ利用に当たってのルールを整理した上で、共用可能なAIデータや関連アプリケーションを一覧化し、ウェブサイト¹⁵に掲載している。

特に、様々な対話システムの開発のために重要となる言語資源データについては一層積極的に提供していく必要がある。

15 知能科学融合研究開発推進センター（AIS）ウェブサイト：
<http://www2.nict.go.jp/ais/index.html>

● 禁止事項

- ①法令、条例又は公序良俗に反する利用、②国家・国民の安全に脅威を与える利用、③Webサーバに負荷を与える利用

● 第三者の権利侵害に関する注意

NICT以外の第三者が著作権その他の権利を有している場合があるため、特に権利処理済であることが明示されているものを除き、利用者の責任で当該第三者から利用の許諾を得ること。

また、外部データベース等とのAPI連携等により取得しているコンテンツについては、その提供元の利用条件に従うこと。

● 免責事項等

利用者がデータを用いて行う一切の行為(データを編集・加工等した情報を利用することを含む。)についての免責、公開データの完全性・正確性・網羅性・特定の目的への適合性等についての無保証、事前の予告なしのデータの変更・移転・削除等。

● 出典の記載

データ利用の際の出典の明記、データを編集・加工等して利用する場合の編集・加工等の追加明記等。

● 個別の利用条件

一部のデータに関し、利用の際に追加的な個別の制約条件(有償、物理上・組織上のアクセス限定、利用者の法人格、利用方法等を想定)がかかることがあるため、当該データの利用規約等の遵守を明記。

● その他

※ AISウェブサイト：
http://www2.nict.go.jp/ais/ais_policy.html

出所) 技術戦略委員会資料(第16回) NICT説明資料より作成

図 II-29 知能科学融合研究開発推進センターにおける AI データ共用のルール概要

- NICTは、多様な日本語の言語資源データを一層蓄積し、産学官の利用を促進することで、我が国の自然言語処理の研究開発と多様な分野でのサービス開発等の社会実装を推進することが適当。

(1) NICTが提供する言語資源の例

言語資源	概要
文脈類似語データベース	約100万の見出し語それぞれに対して、Web文書上での出現文脈が最も類似している名詞最大500個を類似度とともに列挙したもの
動詞含意関係データベース	含意関係が成立している動詞のペア(52,689ペア)と含意関係が成立していない動詞のペア(68,819ペア)の計121,508ペアを列挙したもの
負担・トラブル表現リスト	「災害」「心理的ストレス」「アスベスト汚染」など社会活動に負荷を与えたり、マイナス効果をもたらす問題や障害に関係する表現、20,115件を収録したもの
上位語階層データ	上位下位関係抽出ツールによって日本語Wikipedia(2007/03/28版)から自動獲得した上位下位関係の上位語を手で階層化したものであり、合計約69,000名詞句から成る階層的シソーラス
単語共起頻度データベース	各単語に対して、それとの意味的関連を表す共起スコアの高い単語を、スコアの高い順に、スコアとともに列挙したもの
日本語パターン言い換えデータベース	文の係り受け解析の結果を利用して、「AはBが豊富です」のような、一文中で任意の名詞AとBを結ぶパターンに対して、言い換えが可能な別のパターンを収集したもの
異表記対データベース	文字レベルの編集距離の近い、日本語の語句の異表記対(あるいは「表記揺れの対」)の正例と負例を集めたもの
日本語係り受けデータベース	大量の日本語文書を係り受け解析した結果から係り受け関係を抽出し、その頻度を収録したもの
基本的意味関係の事例ベース	約1億ページのWeb文書上において文脈の類似度が高い2語間の意味的関係を人手で分類し、ラベル付けした102,436語対を収録したもの
実証実験コーパスを用いた言語モデルおよび辞書	大規模音声翻訳実証実験において収集された日英中韓4か国語の実利用音声データを書き起こした約17万発話を形態素解析処理したものから作成したNグラム頻度(4グラム)データおよび、音声認識に用いるための発音辞書

(2) NICTが提供する言語処理ツールの例

言語処理ツール	概要
音声翻訳SDK	Webや自社等で開発されたスマートフォンアプリ等に多言語翻訳機能を導入して試用するためのSDK。NICTの多言語音声翻訳システムのサーバを参照するもの。最大31言語に対応。一日1,000回までの試用が可能。

出所) 技術戦略委員会資料(第16回) NICT説明資料より作成

図 II-30 言語資源データの提供の推進

このように、AI 技術の社会実装に不可欠な学習データ等の共用について、既に NICT において取組が開始されているが、現時点では共用可能な学習データが量的に限定されている。

そのため、どのようなデータを外部と共用するか、または戦略的な研究資産とみなして秘匿するか等の「オープン・クローズ戦略」を整理した上で、AIS が主体となって、外部と共用可能なデータの利活用を推進する。また、知能科学分野において、データ作成者、研究者、社会実装を図るサービス開発企業などの多様なプレイヤーの参画を得てオープンイノベーション型の研究開発を推進する。さらに、学習データを活用した新たな AI サービス創出の実証を推進することにより、データ収集、学習済みモデルの高度化、更なるデータ収集の好循環サイクルを構築することが期待される。

【具体的な取組、今後の方向性】

- ◎ AI データに関する「オープン・クローズ戦略」を整理した上で、外部と共用可能なデータの利活用を図る「AI データテストベッド」の推進
- ◎ データ作成者、研究者、社会実装を図るサービス開発企業などの多様なプレイヤーが参画するオープンイノベーション型の研究開発の推進
- ◎ 学習データを活用した新たな AI サービス創出の実証を推進することにより、データ収集、学習済みモデルの高度化、更なるデータ収集の好循環サイクルの構築

②先進的な自然言語処理プラットフォームを活用した社会実証、データ収集

(ア) 自然言語処理プラットフォームの構築の必要性

自然言語処理技術により、言語による膨大な情報の整理・検索・分析を行うとともに、異なる分野の情報について相互の関連性等を分析することにより、従来の手法では発見し得なかった新たな知識や価値を見いだすことが可能になってきている。現在、我が国は、自然災害や大規模事故等の発生時における国民の安全・安心の確保や超高齢化社会の到来等の社会課題に直面しているが、自然言語処理技術を活用することによりこれら課題に取り組むことが期待されている。

しかしながら、自然言語処理技術は、大規模な計算機資源や長期間にわたるコーパス・辞書等に関する研究実績を必要とする技術的に難易度の高い基盤技術であり、その社会実装は容易ではない。このため、自然言語処理技術の社会実装に際しては、国や NICT がこれまで培ってきた研究開発成果を活用して、様々な分野の社会課題の解決に資する汎用的かつ先進的な自然言語処理プラットフォームを構築することが求められる。

さらに、米国の巨大 ICT 企業は、コアとなる技術をブラックボックス化する一方、自然言語処理プラットフォームを外部のサービス事業者を利用可能とするとともに、自社及び外部事業者のサービスの利用者から実利用時の膨大な量のデータを収集している。このため、AI を利活用するサービスにおいて我が国の企業が競争力を確保するためには、英語によるデータの収集で先行する外国企業が日本語によるデータも大量に収集して日本でも独占的な地位を確立する前に、国や NICT の自然言語処理技術の研究成果を活用し、日本語の自然言語処理技術によるプラットフォームの構築を支援していくことが適当である。

(イ) 「IoT/BD/AI 情報通信プラットフォーム」社会実装推進事業の推進

このため、総務省では、2017 年度から「IoT/BD/AI 情報通信プラットフォーム」社会実装推進事業を開始し、NICT の研究成果を活用しつつ、様々な利活用分野に適用可能な自然言語処理プラットフォームの研究開発・実証等を行うことにより、最先端の自然言語処理技術を利用できる先進的な自然言語処理プラットフォームを構築し、多様な分野で社会実装を推進することを目的としている。

この事業により、様々な分野でデータ収集を促進するとともに、プラットフォームの高度化を図っていくことが適当である。

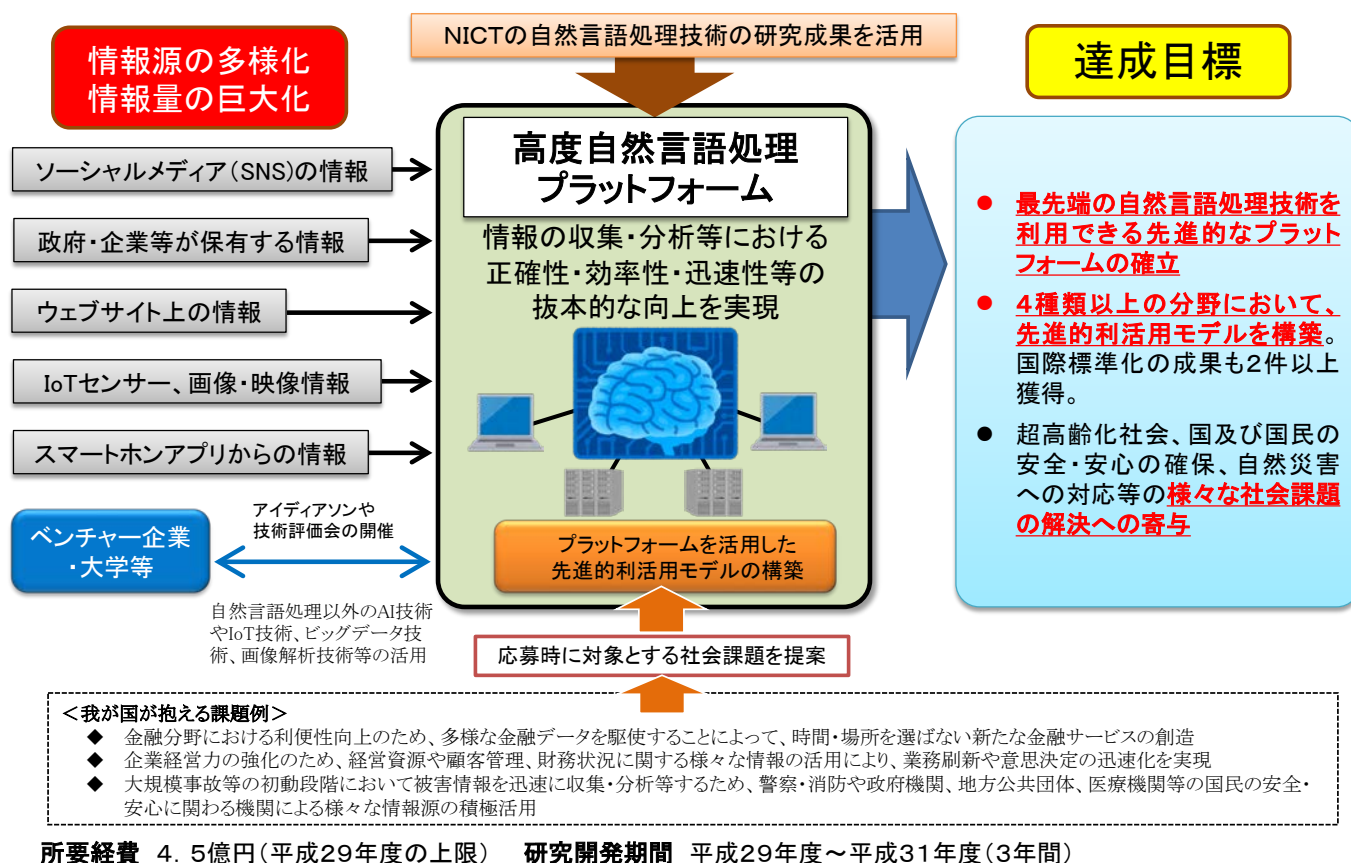


図 II-31 「IoT/BD/AI 情報通信プラットフォーム」社会実装推進事業の推進

【具体的な取組、今後の方向性】

- ◎ 日本語による自然言語処理技術を用い、様々な分野で利活用可能なIoT/BD/AI 情報通信プラットフォームを構築するための研究開発の推進
- ◎ IoT/BD/AI 情報通信プラットフォームの社会実証を多様な分野で推進し、データ収集、プラットフォームの高度化の推進

(2) 個別重要分野の取組の推進

①言語×ICTについて

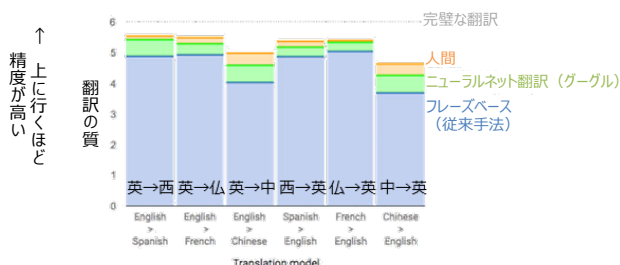
多言語音声翻訳システムに関しては、NICTによって2020年までに訪日外国人観光客の多い10言語を中心に、旅行、医療、防災等を含む生活一般の分野で実用レベルの翻訳を実現する研究開発と、実際の社会で同システムを使うために必要な雑音抑圧技術等の研究開発が進められている。

機械翻訳技術については、2016年11月よりGoogle社及びMicrosoft社が翻訳システムにディープラーニング（深層学習）技術を導入してサービスを開始しており、多くの報道で精度が向上したと取り上げられた。中でもMicrosoft社はSkypeに搭載したリアルタイム会話翻訳も同時に発表し、大きく取り上げられている。

- Googleは翻訳精度が高いと評され、世界で最も広く利用される。同システムを利用したアプリも多数。豊富な計算機資源を生かしてディープラーニング翻訳を導入（昨年11月）以降、日本語に関する翻訳でも性能を向上させている。
- マイクロソフトトランスレーターは、テレビ電話（Skype）でリアルタイム会話翻訳の提供を開始（4月）し、話題となっている。ディープラーニング翻訳を導入（昨年11月）後、翻訳精度は向上した。
- 総務省の研究開発開始（2015年）後、上記の技術動向で新たな対応が求められている。NICTは日英間の翻訳でディープラーニング翻訳の対応を準備中。ディープラーニング翻訳の本格対応への課題は「コンピュータとデータの量」。

Google翻訳

Google社発表の論文（2016.10）抜粋 （※日本語訳は事務局）

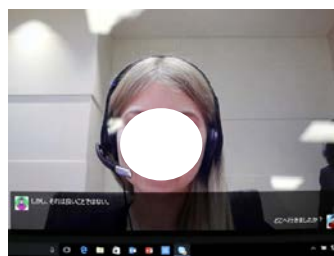


ディープラーニング翻訳で人間に近づき、従来手法を上回ったと発表。昨年11月に日本語をリリース。

- Googleがディープラーニングを導入した後、メディア等で翻訳精度の向上が話題に
- NICTは日英でディープラーニング翻訳の導入を準備中
- 他方、優位性の維持と英語以外の言語の開発の課題は「コンピュータとデータの量」

マイクロソフトトランスレーター

ディープラーニング翻訳の導入（2016.11）とリアルタイム会話翻訳機能の追加（2017.4）



写真：『ITpro』2017年4月7日掲載

スマホ版Skypeでは未対応。パソコン版のみ（2017.5 現在）

Skypeに同時通訳機能、日本語で話せば英仏独など9言語で伝わる
清嶋 直樹＝『ITpro』2017年4月7日掲載
米マイクロソフトは2017年4月7日、音声・テキストチャットツール「Skype」の翻訳機能を拡充したと発表した。新たに日本語の「リアルタイム会話翻訳」機能を追加。...
同社は深層学習（ディープラーニング）を採用した新しい翻訳アルゴリズムを開発しており、これをSkypeに適用した。
（中略）
続けて「どこへ行きましたか？」と聞いたところ、「Komagome and Nakameguro」という相手の声が聞こえてきたが、翻訳された音声は地名とは全く関係ない内容だった。固有名詞は翻訳しにくいようだ（写真）。

- たとえディープラーニングを導入しても、固有名詞等のデータがないと、翻訳精度には限界がある
- NICTも同時通訳システムを開発中
- 優位性の維持とさらなる同時通訳の研究開発の課題は「コンピュータとデータの量」

出所）次世代人工知能社会実装 WG（第2回） NICT 説明資料より作成

図 II-32 NICT の多言語音声翻訳システムの研究開発の方向性

- 翻訳システムへのディープラーニングの導入は、当該技術の多くのデータから特徴を抽出することが可能な性質を応用し、単語や文の「意図」や「主旨」を抽出し、翻訳モデルとして構成可能。このため、「意訳」を実現し、流暢な翻訳を実現するが、独特の誤訳（副作用）もある。
- 誤訳（副作用）を「いかに抑えるか」の世界的な競争が行われており、我が国においてディープラーニング技術の導入に十分な計算機資源の整備による開発環境を充実させることが必要。
- 官民に蓄積された様々な対訳データを共有するために、データ提供側にインセンティブが生まれるような仕組みの構築が適当。

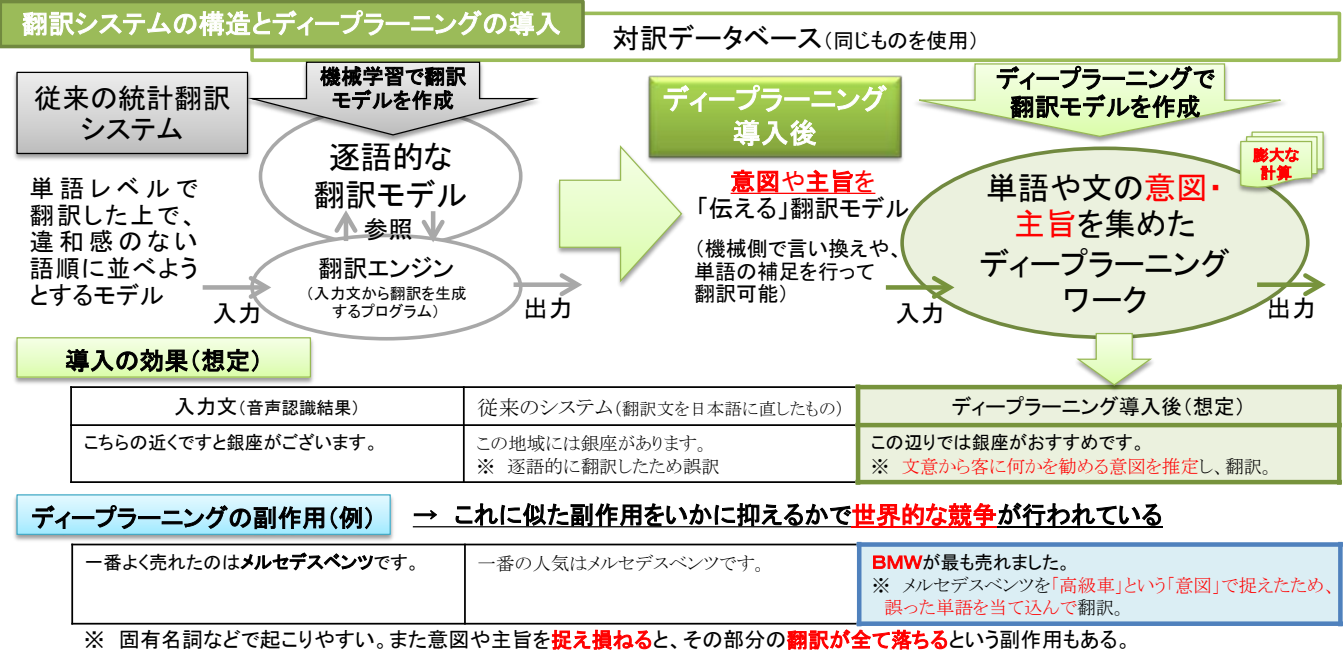


図 II-33 ディープラーニング翻訳

ディープラーニング翻訳は単語等を逐語的に翻訳するのではなく、特徴量に置き換えて翻訳を実現するため、あたかも意図や主旨をくみ取った翻訳をしているかのように振る舞うことができる技術である。一方で、固有名詞等は逐語的に正確に翻訳しないと意味をなさないことも多く、結果的にディープラーニング技術を導入したとしても、実用レベルの翻訳を達成するためには対訳データの充実が必要不可欠という課題が判明している。

このような課題は指摘されつつも、翻訳システムへのディープラーニング技術の導入には、様々な学术论文において翻訳精度が総じて向上すると検証されており、NICTでも研究開発が進められている。一般に公開しているスマートフォンアプリ VoiceTra では2017年の夏より日英の2言語間でディープラーニングを導入した翻訳が利用可能となる予定である。

こうした多言語音声翻訳システムに関する技術動向の変化を踏まえつつ、総務省及びNICTの当初の目的である、2020年までの多言語音声翻訳システムの民間企業の製品・サービスによる幅広い社会実装を実現するためには、以下の3つの点について追加的に対処する必要がある。

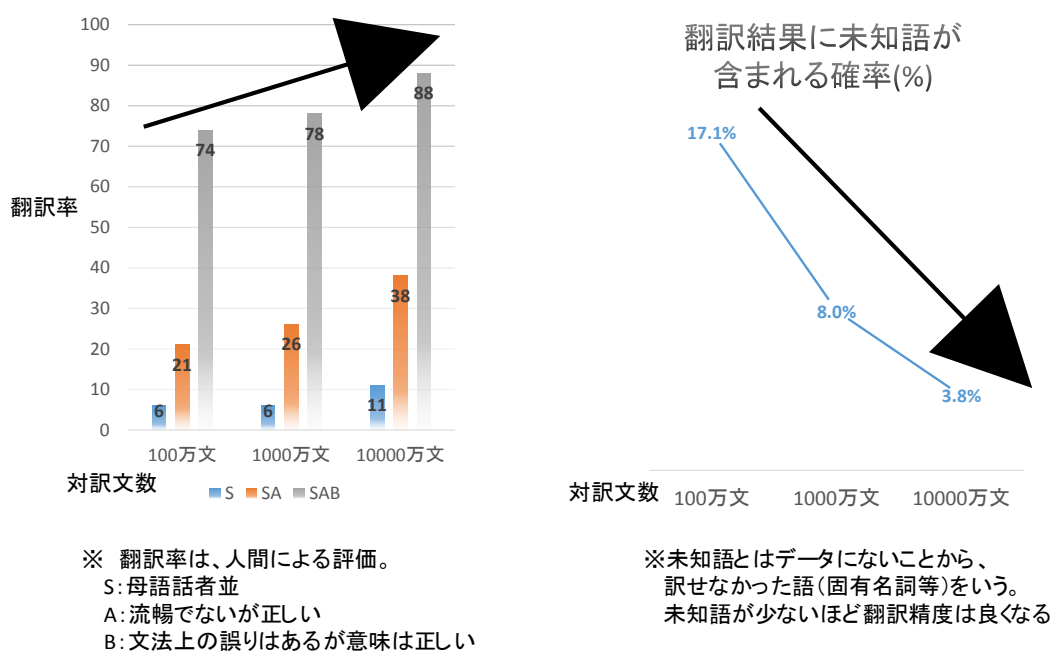
i) 計算機資源の整備

ディープラーニングは対訳データからモデルを生成する際の学習時だけでなく、学習済みモデルから推論の結果を導出する際に、浮動小数点演算を大量に行う必要がある。このため、主に画像処理に用いられた GPU（グラフィック処理ユニット）を用いて計算を行うことが効率的であり、専用の計算環境を十分に整えることが不可欠である。

ii) 更なる対訳データ（コーパス）の整備

現在、総務省及び NICT では、これまで整備された多言語での対訳データベースに加えて、さらに訪日外国人对応で必要となる旅行、医療、生活の表現を中心に、各言語の状況に応じて 100-200 万文を目標とした大幅なデータの拡充を予定しているが、データ拡充の中途段階でも精度が向上している。NICT においても経済産業省特許庁とともに特許翻訳の取組を行っているが、対訳文の数が増えるにしたがって、翻訳精度が向上している。

対訳文数を増やせば精度が上がる (特許翻訳での実績)



出所 NICT 提供資料をもとに作成

図 II-34 対訳文数と精度

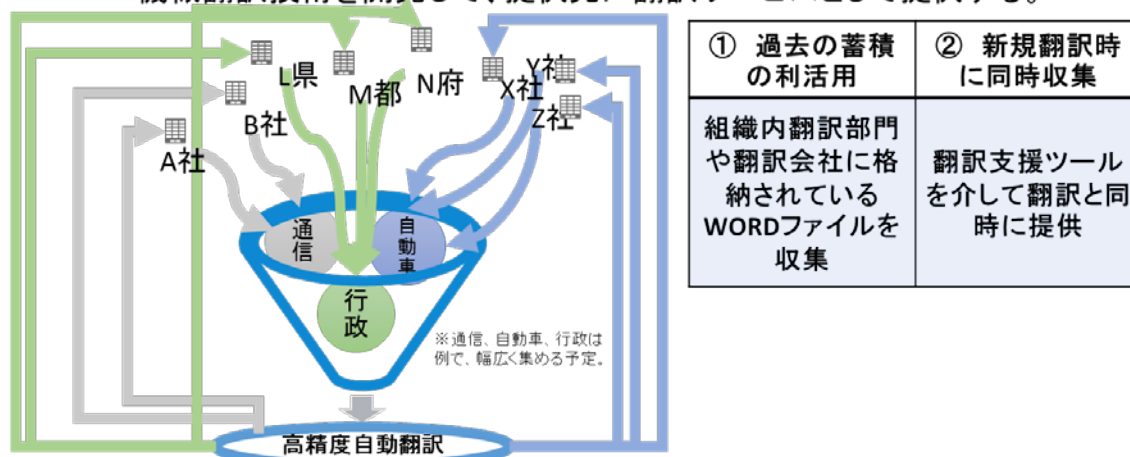
一方、国の機関や都道府県、市町村等の地方自治体、民間企業にはこれまで多言語で作成された書類、観光案内等のパンフレット、業務説明資料、取扱説明書等の様々な文書が多く存在している。ここから同じ意味を持つ単語、

文章の「対」を取り出すことができれば、多言語音声翻訳システムのコーパスとなるきわめて重要な資源となる。

仮に NICT にこれらのデータを集約できれば、NICT の翻訳システムにこれらのデータを組み込むことが可能となり、基本となる翻訳システムの精度向上に資すると考えられる。翻訳システムを提供する事業者は、顧客の要望に応じて地域や業種などの特定の目的にカスタマイズして翻訳システムを顧客に提供するが、基本となる翻訳システムの精度が向上すれば、カスタマイズの効率化や拡大につながることを期待される。

・ 翻訳データ収集と高精度自動翻訳技術の提供

- ・ 高精度な多言語翻訳技術の開発をめざして、企業に眠る翻訳データを集積する。
- ・ 収集したデータを用いて、各分野の文書を高精度に翻訳できる機械翻訳技術を開発して、提供先に翻訳サービスとして提供する。



出所) 技術戦略委員会 (第 15 回) NICT 説明資料より作成

図 II-35 翻訳データ収集と高精度自動翻訳技術

他方、データの集約に当たっては、これらのデータを共用する公的機関・民間企業側に何らかのインセンティブが生まれるような仕組みが構築されることが望ましい。

iii) 様々なニーズに応える民間企業等の翻訳システムの開発支援

2020 年までに製品・サービスによる翻訳システムの普及を実現するためには、ビジネス化を前提とした意欲のある大学・ベンチャー企業等を広く公募し、有望なプロジェクトに対して、研究開発支援を行うことも重要と考えられる。短期間でビジネス化を行う必要があるため、プロジェクトの選定に当たっては、学識経験者だけでなく、ビジネス分野の有識者の審査も経ることが適当と考えられる。

総務省及び NICT は 2020 年までに民間企業の製品・サービスで多言語音声翻訳システムが広く使われている状態を目指してきたが、目標達成のための技術動向の変化への対応や、市場環境に合わせた必要な対応が今こそ求められている。基礎となる翻訳システムの精度向上を図るだけでなく、民間企業の製品・サービスが広範に創出される環境を実現し、目標達成に向けて取組を加速化する必要がある。

【具体的な取組、今後の方向性】

- ◎ ディープラーニング技術の導入に十分な GPU 等の計算機資源の整備による開発環境の充実
- ◎ 官民に蓄積された様々な対訳データを共用のインセンティブも考慮しながら関係者間で有効に活用する仕組みの整備
- ◎ 製品・サービス化を前提とした民間企業等の翻訳システムの開発支援

②脳×ICTについて

脳情報通信技術は、知覚結果を脳からダイレクトに読み取ることで、主観評価のみに頼らない客観的で信頼性の高い評価結果を獲得することができるため、CM 評価などマーケティング分野において実用化されている。

これらの評価手法は様々な場面への応用が期待されるが、fMRI 等の大型計測機器での計測が必要であるため、利用シーンが限られている。そのため、より簡易な手法でバイオマーカーを取り出すことができれば、様々な場面でその人の行動や判断の予測、快・不快の心の状態等が把握でき、多様な分野での実装につながると考えられる。fMRI の密な情報、脳波計の粗い情報及び人間の活動の 3 つの要素を繋ぐようなデータベースを整備することによって、脳活動の簡易な計測による様々な分野への応用が期待される。

今後、脳情報通信技術の社会実装に向けた課題として、以下の 2 点が挙げられる。

(ア)脳活動データベースの拡充強化

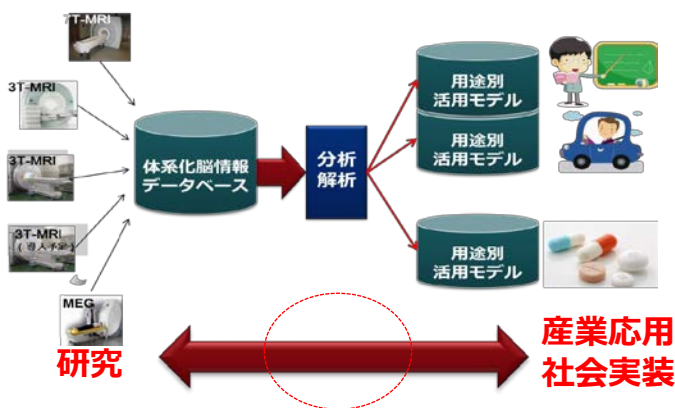
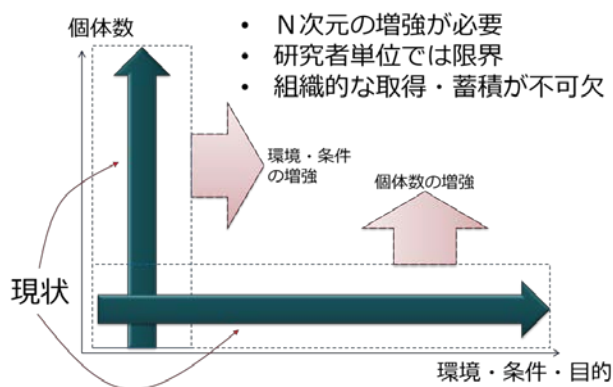
現在、各々の研究者がそれぞれの目的に応じて収集したデータが個別に存在しているため、どのようなデータをどのような数で、どのように増やしていくのかという視点と、環境・条件・目的をどのように設定していくかという視点を踏まえて、戦略的にデータベースを拡充していく必要がある。

データモデル定義と
解析技術の体系化



データの体系的蓄積

NICT/CiNet様ご紹介資料より抜粋・加筆



(出典) 次世代人工知能技術社会実装 WG (第 3 回) NEC プレゼン資料「脳情報技術の産業利用と課題」

図 II-36 脳活動データの体系的蓄積と解析技術の体系化

(イ) 利活用技術の確立への取組

脳情報を活用して社会実装を進めるために、脳科学の研究者からも積極的に利活用について提案し、脳情報に基づく製品やサービスの開発に関心のある企業とのマッチングの場、例えば「応用脳科学コンソーシアム」のような産学官の取組を推進していく必要がある。



(出典) 次世代人工知能技術社会実装 WG (第 6 回) (株) NTTデータ経営研究所説明資料より作成

図 II-37 応用脳科学コンソーシアムの概要

このように脳科学については、薬学や工学の分野に比べて民間企業と研究者の接点が少ないため、民間企業としても取組が難しい側面がある。また、脳情報の研究は沢山の事象を集めてそこから共通項を見つけてモデル化していくというデータ・ドリブンの研究スタイルが中心となるが、脳情報のデータが不足している状況にある。

このため、現在 NICT の CiNet において、脳情報データに係る研究機関とサービス開発企業との連携体制の構築に向けた検討が進められており、脳情報の大規模データ取得と高度な脳活動計測技術の確立により、脳情報に基づく分析サービスの実現を図ることで、サービス関連企業と連携した、様々な分野のビジネス創出を図ることが期待されている。

- NICTのCiNetを中心とした脳情報データの利活用を目指した産学官連携を推進し、脳情報の大規模データ取得と高度な脳活動計測技術の確立により、脳情報に基づく分析サービスの実現を図ることで、サービス開発企業と連携した様々な分野の市場創出を図ることが適当。

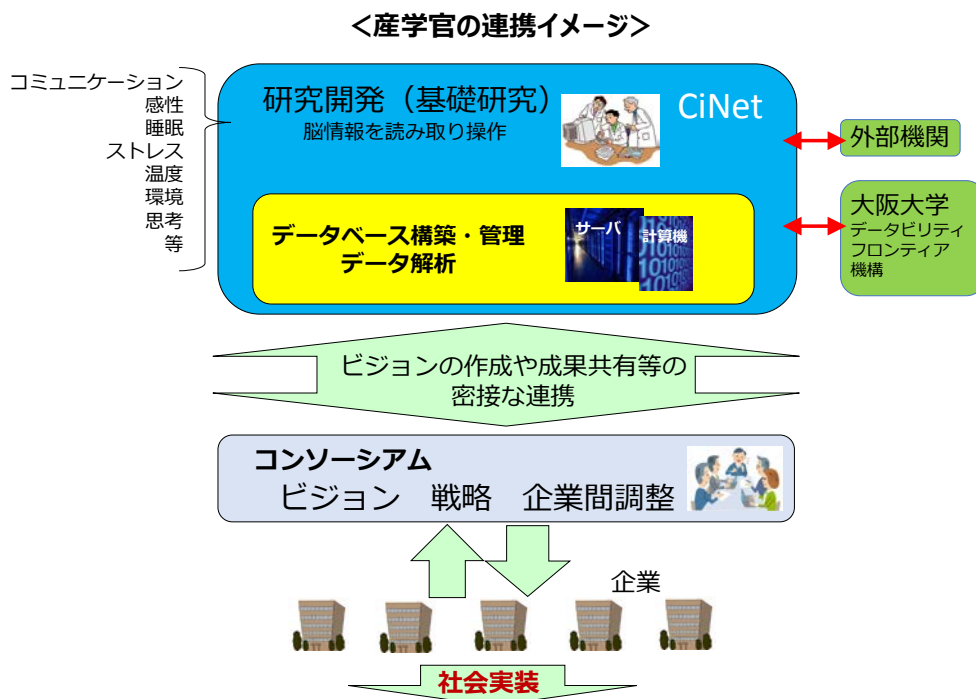


図 II-38 脳情報データに係る産学の連携体制の構築のイメージ

【具体的な取組、今後の方向性】

- ◎ 脳活動データベースの拡充強化、利活用技術の確立への取組
- ◎ 脳情報データの収集、共同利用を加速化するための産学官の連携体制の構築

③宇宙×ICTについて

世界の宇宙産業市場は年成長率 3%で伸びており、その市場規模は 2083 億ドル（約 22 兆円：2015 年）に達し、日本においても近年では漸増傾向である。ICT の進化により宇宙利用分野においても、IoT、ビッグデータ、AI を活用した新たなサイエンスやビジネスが創造される大変革時代を迎えつつある。2017 年 5 月には、内閣府の宇宙政策委員会が「宇宙産業ビジョン 2030」を取りまとめ、今後の宇宙産業の活性化に向けた方向性が示されたところである。

こうした中、総務省では、宇宙利用における先駆的なイノベーションの創出と宇宙産業の活性化に、ICT 分野の先端技術・基盤技術を積極的に活用するための方策を検討するため、平成 28 年 11 月から「宇宙×ICT に関する懇談会」を開催している。懇談会では、宇宙利用分野の戦略的なイノベーションの創出をめざし、ICT を活用した宇宙利用のイノベーションがもたらす新たな社会像やその実現方策等を検討し、重点的に取り組むべき 4 分野（①ブロードバンド衛星通信ビジネス、②ワイヤレス宇宙資源探査ビジネス、③宇宙環境情報ビジネス、④宇宙データ利活用ビジネス）について議論を行っている。そのうち「宇宙データ利活用ビジネス」では、宇宙データの利活用を推進するための方策を検討し、他の地上系データと合わせることで、新たなビジネス、社会的価値の創造を目指している。

米国

■ オープンガバメント政策

- 2009年5月、米国政府機関が保有する各種データのカタログサイト「Data.gov」立ち上げ。NOAA（米国海洋大気庁）の気象衛星観測データ等を様々なデータ形式により公開。
- Data.govでは、一般ユーザによるデータ活用、アプリケーション開発促進のため、一部データをAPIで公開。
- 2013年5月、米国政府機関が保有するデータを原則オープンかつ機械読み取り可能な形で公開を義務づける大統領令を発令。

■ NOAAビッグデータプロジェクト

- 2015年4月、NOAAは、気象衛星データに国民が自由にアクセスし、新たなサービスを創出するための環境をクラウドプラットフォーム上で提供するためのプロジェクトを立ち上げ。
- 本プロジェクトでは、米国ICT企業5社（アマゾン、グーグル、IBM、マイクロソフト、オープンクラウドコンソーシアム）と連携。
- 現在、アマゾンのクラウドプラットフォーム「AWS」においては、NOAAの次世代気象レーダー網（NEXRAD）のリアルタイムデータ及びアーカイブデータがオープン＆フリーで提供中。

欧州

■ コペルニクス計画

- コペルニクス計画は、欧州委員会とESA（欧州宇宙機関）が共同して、ESAや欧州各国が保有する地球観測衛星等のデータの利用システムを開発・運営するプログラム。
- コペルニクス計画の新規衛星として、異なる種類のセンサーを搭載したセンチネル衛星（Sentinel-1～6）整備を計画。センチネル衛星のデータは、原則無償で公開。

■ コペルニクス計画の衛星データクラウドプラットフォームプロジェクト

- 2016年の商業アイデアコンテストで、スロベニアのソフトウェア会社のSinergise社の「Sentinel Hub」が大賞を受賞。
- Sentinel Hubでは、アマゾンが提供するクラウドサービス「AWS」を活用し、Sentinel-2衛星（マルチスペクトル光学衛星）の撮像データの処理、解析、配布サービスを提供。

■ ESAの衛星データクラウドプラットフォームプロジェクト

- 2016年11月、ESAはソフトウェア会社SAPとの間で地球データ解析サービスの提供を発表。
- SAPが提供する「SAP HANA クラウドプラットフォーム」を活用。

日本

■ JAXAの取組

- 2013年2月より、「G-portal」において、現在運用中及び運用を終了した地球観測衛星の検索、ダウンロードサービスを有償・無償で提供。
- 2014年3月、JAXA OPEN API（2016年3月末まで公開）を活用したアプリケーション開発のアイデアコンテストを開催。

■ JSSの取組

- JSS（宇宙システム開発利用推進機構）は、宇宙関連の新たな事業創出を目指す企業の宇宙ビジネスの事業化の支援を目的としたポータルサイト「宇宙ビジネスコート」を開設。
- 同サイト内で、一般利用者に対する衛星データの新たなアプリケーション環境の整備を目的としたAPI（現在、光学センサーASTERのデータのAPI）を提供。

■ アクセルスペース（民間事業者）の取組

- アクセルスペース社は、光学センサーを搭載した超小型衛星を2022年までに50機体制で運用するコンステレーション衛星網（Axel Globe）の構築を計画。
- 2016年9月、AxelGlobeデータをクラウド環境で管理する場合の最適な手法をアマゾンと共同で検討するとともに、撮像データのオープンデータ化に向けた取組みを発表。

出所）宇宙×ICTに関する懇談会（第6回）「中間とりまとめ（叩き台）」（事務局）より作成

図 II-39 宇宙データ利活用ビジネスの国際動向

現在、国際的な動向として、衛星観測データの「オープン&フリー」化、「クラウドプラットフォーム」化が進められており、宇宙データの利活用推進の起爆剤となることが期待されている。日本においても宇宙産業ビジョン2030において宇宙データの「オープン&フリー」化を目指した具体的な取組を進めることとされている。

宇宙データの利活用¹⁶等の実現に向けた課題として

- 一般に、宇宙データは、地上系データと比較すると、非常に専門性が高いことから、宇宙関係の研究者以外の事業者が扱うことが難しいため、異分野の事業者による宇宙データを活用したビジネス創出環境には、非宇宙系事業者においても、利活用が容易となるような宇宙データの事前処理等のサービスを提供できる仕組みが必要
- 宇宙データと他のIoTデータやSNSデータ等を時空間的に連携し、新たな価値の創造を促進するためには、大量のデータを効率良く処理・流通させる環境が必要
- 宇宙データのフォーマットについては、地球観測系のデータは、現状、利用分野の特徴に適したデータフォーマットが選択されている状況や、国・地域ごとにも利用されるフォーマットが異なる状況を踏まえると、まずは、そのデータ連携を進めつつ、フォーマットの標準化に向けた検討を進めていくことが重要

といった点が指摘されている。

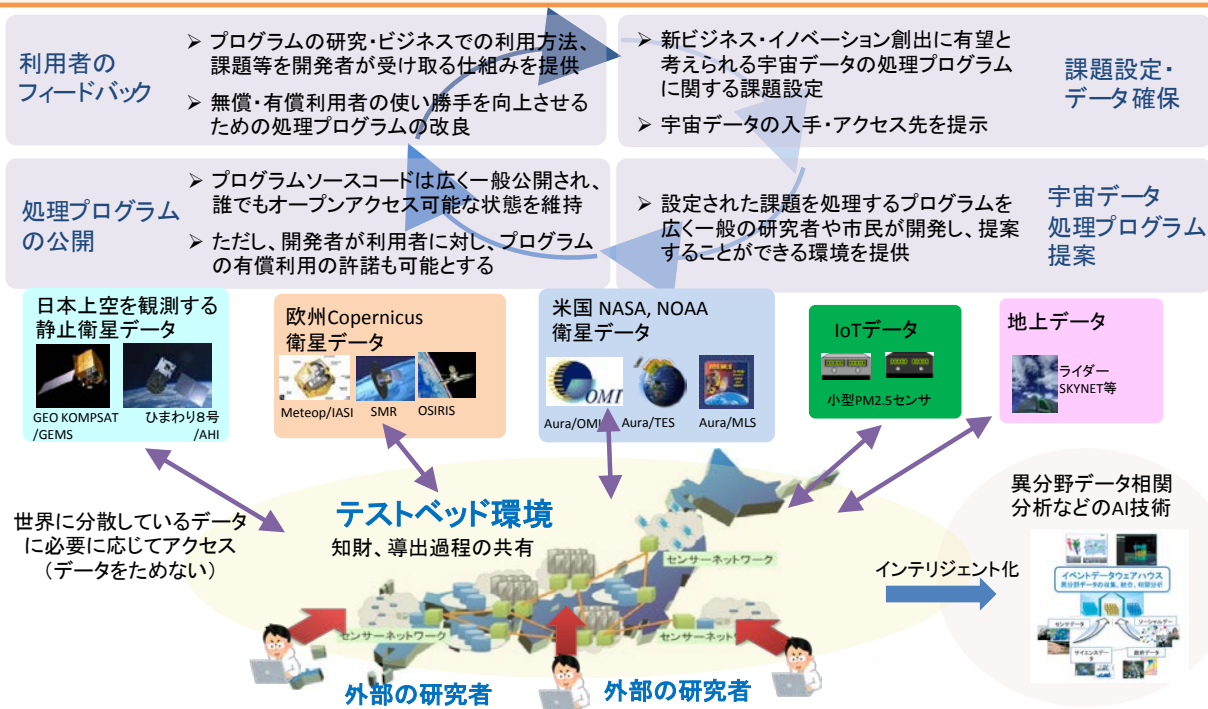
これらの課題を解決し、宇宙×ICTのデータビリティを実現するため、懇談会において「宇宙データ利活用推進戦略」を策定した。本戦略においては、NICTのテストベッドを活用し、宇宙データと多様なデータを連携、処理するオープンな環境を提供することにより、宇宙データの処理機能の提供と効果的な利活用のエコシステムの構築を目指すこととしている。

16 宇宙データの利活用イメージとして、2030年には、例えば、

- 光学、SAR（合成開口レーダ）センサを搭載したリモートセンシング衛星については、空間分解能の向上によるデータの精度向上に加え、ハイパースペクトルセンサのデータやSARの高次解析データ等との組み合わせによる高付加価値データの利活用が進展
- 特に、光学衛星データは、コンステレーションによる運用により、観測頻度・時間分解能が向上することにより、データの連続性を重視する産業での利活用が進展
- 気象系の科学衛星についても、データの国際的な連携・流通の進展による広域かつ連続的なデータ利用の入手が可能となり、非宇宙系事業者によるビジネス活用が一般化
- AI、ビッグデータ解析の普及・高度化により、宇宙データとIoTデータ、SNSデータ、地上系オープンデータ等との連携が容易となり、宇宙分野以外の様々な異業種分野における新ビジネスが台頭

といったことが期待される。

- 試行的に取り扱う宇宙データ、IoTデータの分野の絞り込みを行った上で、宇宙データ利活用モデルの機能の検証や課題抽出・改善策の推進を図ることが適当。例えば、地球の環境問題対策に係る市民、自治体、企業、研究者等が参加した社会実証の推進が考えられる。
- NICTテストベッドを活用し、宇宙データと多様なデータを連携、処理するオープンな環境を提供することが適当。



出所) 宇宙×ICTに関する懇談会(第6回)「中間とりまとめ(叩き台)」(事務局)より作成

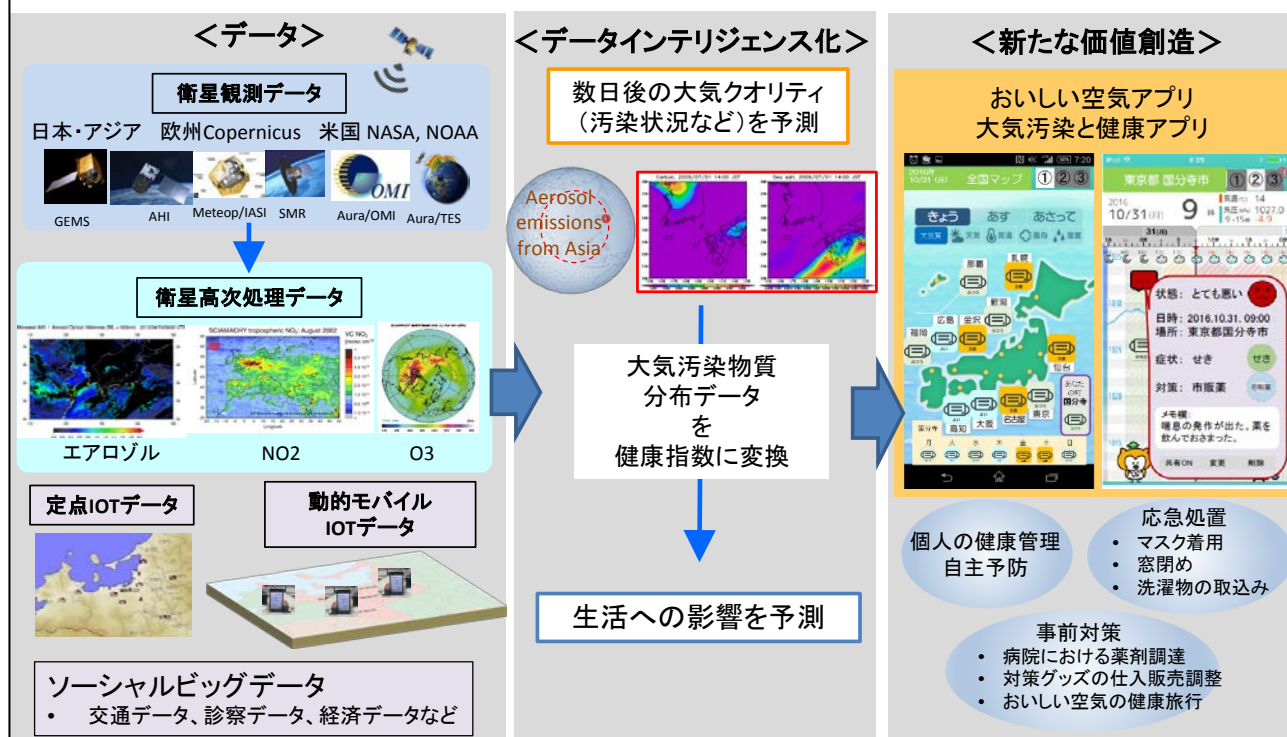
図 II-40 宇宙データ利活用推進戦略

これを踏まえ、今後、NICTのテストベッド環境を核としたオープンプラットフォームを構築するに当たっては、まず試行的に取り扱う宇宙データ、IoTデータの分野の絞り込みを行った上で、機能の具体的検証や課題・改善策の実施を行う。

例えば、具体的なサービス創出のイメージとしては、「おいしい空気アプリ」¹⁷のような地域の環境問題対策のために、市民、自治体、企業、研究者等の様々なプレイヤーが参加し、クラウドソーシングによるデータ収集(環境データ、被害データ等)とデータ高度解析に基づく、地域特性を踏まえた予測モデルの研究開発と社会実証を行い、対策の実施、結果の分析、改善策の実施といったPDCAサイクルの確立を目指すことが考えられる。

¹⁷ 「衛星観測データから得られたデータから数日後の大気の状態を予測し、おいしい空気が吸える場所(空気汚染が少ない場所)を提供するアプリ」を新たなサービスとして構想したもの。

- 市民、自治体、企業、研究者等が参加し、地域の環境問題対策の集合知を形成
 - クラウドソーシングによるデータ収集（環境データ、被害データ等）とデータ高度化解析
 - 我が街に特化した予測モデルの研究開発
 - 皆で協力して課題を分析、対策を実施し、結果を共有。改善や横展開につなげる



出所) 宇宙×ICTに関する懇談会（第6回）「中間とりまとめ（叩き台）」（事務局）より作成

図 II-41 宇宙データ×他のデータによる新たなサービス創出のイメージ



出所) 宇宙×ICTに関する懇談会（第8回）事務局資料より作成

図 II-42 宇宙データ利活用推進戦略の方向性

【具体的な取組、今後の方向性】

- ◎ 試行的に取り扱う宇宙データ、IoT データの分野の絞り込みを行った上で、宇宙データ利活用モデルの機能の検証や課題抽出・改善策の推進
- ◎ 例えば、地域の環境問題対策のために、市民、自治体、企業、研究者等の様々なプレイヤーが参加し、クラウドソーシングによるデータ収集（環境データ、被害データ等）とデータ高度解析に基づく、地域特性を踏まえた予測モデルの研究開発と社会実証の推進
- ◎ NICT テストベッドを活用し、宇宙データと多様なデータを連携、処理するオープンな環境を提供

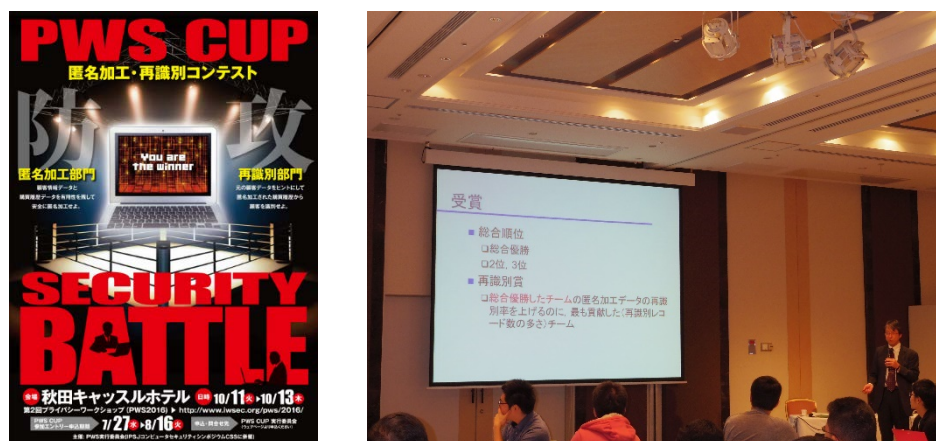
3. 異分野データの連携基盤の構築の推進

(1) データ利活用のための基盤技術開発・環境整備

① プライバシー保護・データ機密性確保のための研究開発の推進

企業や組織の垣根を越えたデータ利活用の推進は、新たな成長戦略の鍵といえる。その際、プライバシー及びセキュリティの確保はデータビリティ、すなわち大量のデータを安全、利便性高く、持続的に利活用可能とする上で極めて重要である。特に、ビッグデータを統合利活用する上で、パーソナルデータと呼ばれる個人の行動・状態に関するデータの利用が期待されている。

2017 年 5 月末に施行された改正個人情報保護法により、データの活用と個人情報及びプライバシーの保護との両立に配慮したデータ利活用を図るために、匿名加工情報制度が新たに導入された。この匿名加工情報の作成に当たっては、いかに再識別のリスクを低減し、データの有用性を保ったまま加工するか、すなわち、匿名加工技術の評価（安全性指標及び有用性指標）が下図に示す PWS CUP¹⁸（情報処理学会主催）等で検討されており、社会実装に向けた研究課題となっている。



出所) <http://www.iwsec.org/pws/2016/pwscup.html>

図 II-43 PWS CUP2016 (匿名加工・再識別コンテスト) の様子

複数の異なる業種・組織が有する実社会の膨大なデータを統合して利活用する際には、プライバシーのみならずデータセキュリティの確保も必要である。現状では、自組織のデータ機密性が確保できていない、あるいは他組織のデータ信頼性を検証する手段がないといった課題がある。こうした課題に対し、暗号・認証技術を活用することでデータ機密性やデータ信頼性を確保できれば、分野横断でのデータ利活用が促進されると期待される。そのためには、暗号化したまま次世代 AI 技術によりビッグデータ解析を行う技術の研究開発が不可欠である。

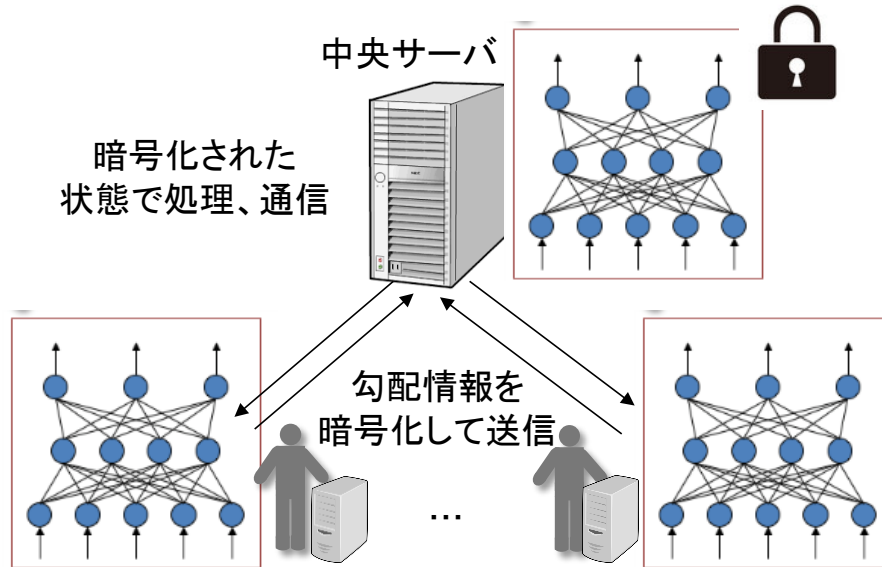


出所) 技術戦略委員会 (第 14 回) NICT 説明資料より作成

図 II-44 データ統合利活用におけるデータセキュリティの確保

この点、NICT では、ビッグデータ解析で多用されているロジスティック回帰分析を、データを暗号化したまま実用的な時間で計算可能とするための研究開発が進められている。また、データを暗号化したまま深層学習を行う例として、多数の参加者が持つデータセットを互いに秘匿したまま深層学習を行うプライバシー保護深層学習システムの研究開発も進められている。

データのプライバシー保護やセキュリティの確保に向けて、更なる研究開発を進めるとともに、その成果の社会実装を推進することが重要である。



出所) 技術戦略委員会 (第 14 回) NICT 説明資料より作成

図 II-45 暗号化したまま深層学習(Deep Learning)

【具体的な取組、今後の方向性】

- ◎ 暗号化したまま次世代 AI 技術によりビッグデータ解析を行う技術の研究開発
- ◎ 多数の参加者が持つデータセットを互いに秘匿したまま深層学習を行うプライバシー保護深層学習システムの研究開発

②IoT セキュリティ等のための量子暗号の取組強化

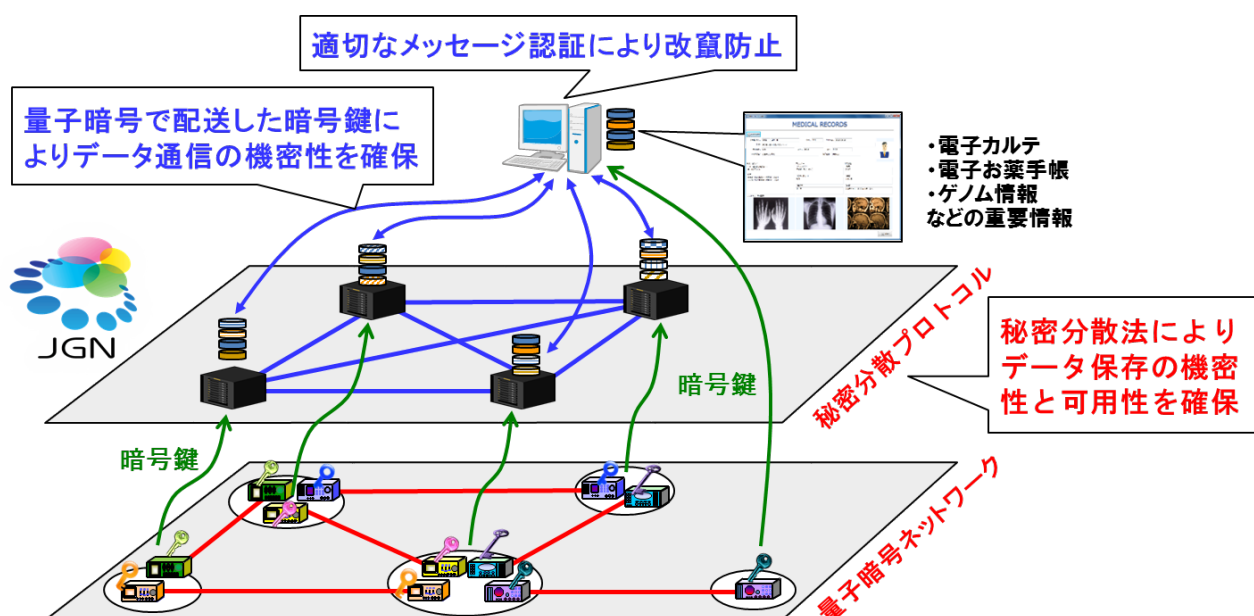
データの安全な流通・管理・提供のためには、マルウェアによるサイバー攻撃対策のほかに、万が一情報漏えいがあった場合でも機密が保たれるよう、データを適切に暗号化する必要がある。データの中には、世紀単位の超長期間にわたって機密性や完全性を保つべき重要データも存在する。例えば、医療情報や国家安全保障に関わる重要機密などである。

現代暗号は、解読計算の複雑さが安全性の根拠となっているが、暗号化データを盗聴した上で保存しておき、将来、量子コンピュータ等の高度な計算技術が登場した際に、過去にさかのぼって暗号化データの解読 (“Store now, read later”) が可能となる場合、超長期間の機密性や完全性を保証することができないといった懸念が指摘されている。

また、重要情報は、災害やサイバー攻撃などに見舞われた場合でも、その減失や棄損があってはならず、必要なときにいつでも利活用できる状態に保つ必要がある。このような重要データの機密性、完全性、可用性を確保する手段として秘

秘密分散法がある。秘密分散法とは、多項式を用いてデータからシェアと呼ばれる、それ自体では意味をなさない情報を複数生成し、それぞれを物理的に離れたデータサーバ（シェアホルダ）に保管する¹⁹。秘密分散法においては、シェアホルダ間の通信を完全秘匿に行えることが前提となっているが、現状では現代暗号に基づく仮想プライベートネットを使う場合がほとんどで、これでは超長期間のセキュリティ確保の要件を満たせないという問題があった。

これに対してシェアホルダ間を量子暗号回線で接続できれば、どんな高度な計算機でも解読できない安全性を持ったデータバックアップ保管システムを実現することができる²⁰。



出所) 技術戦略委員会 (第 16 回) NICT 説明資料より作成

図 II-46 秘密分散法と量子暗号を統合した超長期安全性を持つ
秘密分散データバックアップシステム

また、IoT の利活用においては、ウェブカメラやセンサ、アクチュエータといった IoT 機器では、省電力・省スペースのため実装できるセキュリティ技術にも限界がある。また、ドローンなどの移動系 IoT は、従来の固定 ICT 端末とは異なり、乗っ取られた場合に物理的脅威に変わる可能性もあるため、適切なセキュリティ対策が必須である。したがって、省電力・省スペースの環境下でも、最低限のセキュリティを確保するための汎用的な技術を開発し、IoT セキュリティの共

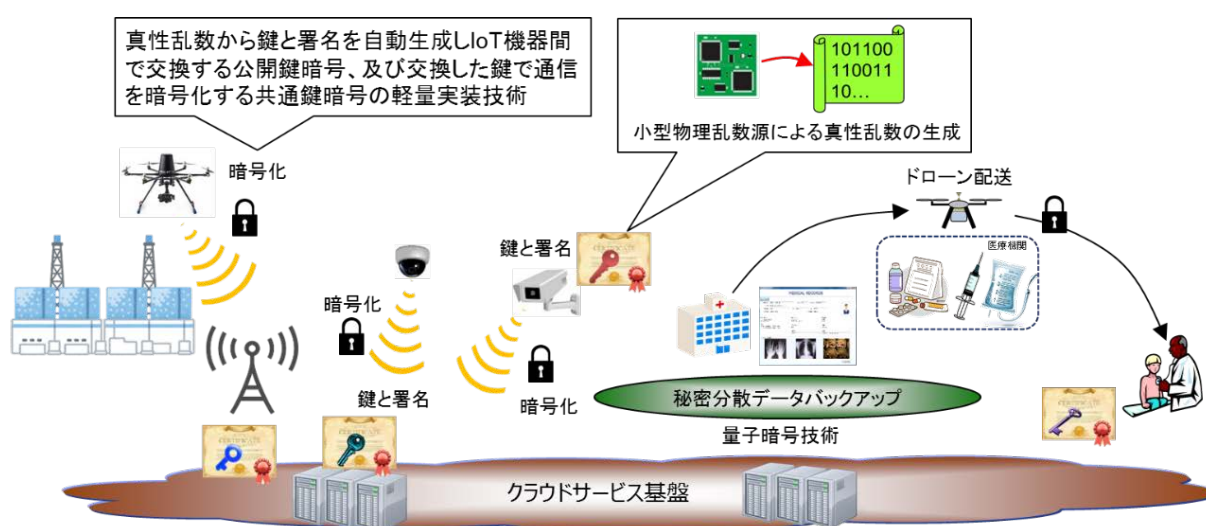
19 データが必要な際には、分散したシェアを一定個数集めることで元データを復元することができる。一方、一定個数未満のシェアからは元データの情報を一切得ることができないためデータを秘匿化できる。

20 秘密分散法自体では、データの改竄を防ぐ（つまり完全性を保証する）ことはできないため、量子暗号鍵によるメッセージ認証などの認証技術まで組み込んだ超長期安全性を持つ秘密分散データバックアップシステムが、近年、NICT などによって研究開発が進められている。今後は、このような秘密計算機能まで併せ持つ超長期間安全な秘密分散データバックアップシステムの実用化に向けた研究開発が望まれる。

通プラットフォームを構築する必要がある。

そのためのコア技術の一つとなるのが、真性乱数を生成する物理乱数源の開発である。乱数はあらゆる暗号技術の基礎であり、乱数の安全性が脆弱であればシステム全体の安全性が揺らぐために、特に、暗号用途には、予測と再現が不可能とされている『真性乱数』を用いることが有効である。真性乱数は、物理的な雑音源いわゆる『物理乱数源』から生成されるが、IoT 機器内に組み込まれた微細素子自体を『物理乱数源』として、そこから真性乱数を生成し認証や暗号化のための秘密鍵に用いることができれば、IoT セキュリティの強化に有効である²¹。

小型物理乱数源、公開鍵暗号・共通鍵暗号の軽量実装技術、低コストの量子暗号技術を組み合わせることにより、IoT 機器の目的や実装形態に合ったソリューションを提供でき、将来的には IoT のセキュリティを総合的に強化できる共通プラットフォームを構築できると期待される。



出所) NICT 説明資料より作成

図 II-47 小型物理乱数源、公開鍵暗号・共通鍵暗号の軽量実装技術、低コストの量子暗号技術を組み合わせた IoT セキュリティソリューションのイメージ例

【具体的な取組、今後の方向性】

- ◎ 秘密計算機能まで併せ持つ超長期間安全な秘密分散データバックアップシステムの研究開発
- ◎ 小型物理乱数源、公開鍵暗号・共通鍵暗号の軽量実装技術、低コストの量子暗号技術を組み合わせた、IoT セキュリティの共通プラットフォームの研究開発

21 例えば、公開鍵暗号を IoT 機器内の微細素子で処理する軽量実装技術を開発できれば、ネット上の様々なサーバや機器間で安全に暗号鍵を交換することが可能となり、IoT 機器からの情報漏洩やデータの改竄を防ぐことができる。さらに、低コストの量子暗号装置を開発できれば、真性乱数を完全秘匿化してネットワーク上で配送することができるようになる。

（２）データの取得・収集、統合利活用に係る研究開発・社会実証の推進

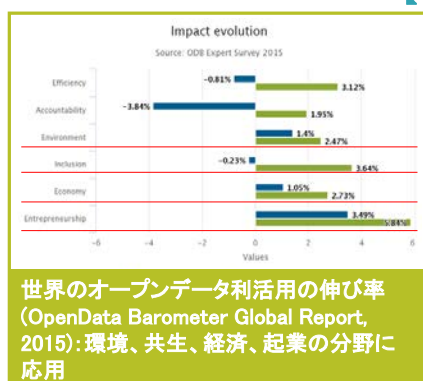
①異分野データの連携基盤の構築の推進

G8 オープンデータ憲章(2013) や各国のオープンデータ政策を受け、政府のデータポータル上で多種多様なオープンデータの整備が積極的に進められている。こうしたオープンデータの世界的な潮流の中で、様々な分野のデータを横断的に利活用し、環境問題の解決や、住民参加型での社会的課題の解決に役立てようという動きが活発化してきている。特に、スマートシティでは、異分野の IoT データを利活用し、エネルギー、交通など都市リソースの最適化や、災害時等の安心・安全など、生活の質（QoL）の向上に資する付加価値の高いサービスを創出することへの期待が高まっている。

既に、諸外国においても、先進的な取組が始まっており、我が国においても、異分野データの掛け合わせにより新たな価値を創出し、地域・社会の課題解決に貢献する ICT 基盤の整備は急務である。

異なる分野の多種多様なデータの掛け合わせによる 新たな価値創出で、地域・社会の課題解決に貢献する

【 諸外国における取組の例 】



我が国の現状

- ① 散在するオープンデータやIoTデータの利活用ができない
- ② 異なる分野のデータを横断的に連携して活用できていない
- ③ 国や自治体、住民が協働するための場がない

地域・人的資源を活用し、自助・互助を支える「ICT基盤」が必要

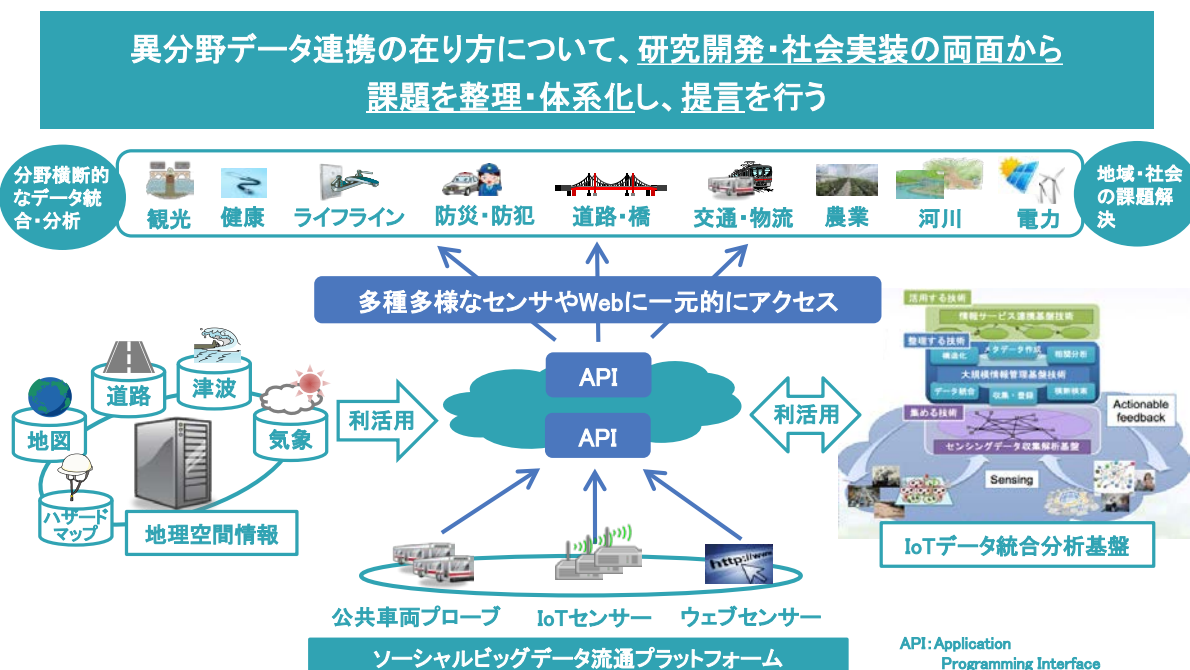
出所) 第2回スマート IoT 推進フォーラム総会 異分野データ連携プロジェクト 2016 年度活動報告

図 II-48 異分野データ連携の背景

こうした状況を背景に、我が国でも、2015 年 12 月に設立された「スマート IoT 推進フォーラム」においても、「異分野データ連携プロジェクト」を 2016 年 9 月に設立し、異分野データ連携の在り方について研究開発、社会実装の両面から課

題と解決方策についての検討が進められている²²。

センサデータをはじめ、国・地方自治体のオープンデータや公開されているG空間データが様々な分野に利活用されるためのデータ流通・統合における課題の検討



出所) 第2回スマート IoT 推進フォーラム総会 異分野データ連携プロジェクト 2016 年度活動報告

図 II-49 異分野データ連携プロジェクトの概要

22 現在、異分野データ連携のための研究開発として、以下のような取組が推進されている。

- ・実空間データの分野横断的利活用による環境問題対策支援（NICT）
センシングデータ、科学データ、ソーシャルメディアデータ等を対象に、時間・空間・概念的な相関性を分析し分野横断的な検索や予測を行う技術を開発。ゲリラ豪雨や大気汚染等の環境問題による様々な被害発生リスク分析に利用
- ・スマートシティを実現するソーシャルビッグデータ利活用・還流基盤（慶応義塾大学）
IoT センサからウェブまで、多種多様なセンシングデータを透過的に取得・流通させる仮想センシング基盤を開発。オートモーティブセンシング（ごみ収集車による環境データ収集）や、参加型センシングによるごみ資源情報等の収集・整理に活用
- ・地理空間（G 空間）情報アーカイブ（東京大学）
官民が保有する G 空間関連データを共有・提供し、データを円滑に組合せて利活用するオープンデータ・プラットフォームを構築。また、G 空間情報センターによる利活用サービス（①G 空間情報の流通支援、②政府・自治体向け「情報信託銀行」、③G 空間情報の研究開発、④災害対応情報ハブ、⑤G 空間オープンソースハブ）を提供
- ・大規模ドライブレコーダデータに基づく運転者指向サービス（東京大学）
交通・物流事業者から数千台、数千運転者規模のドライブレコーダデータを収集。ドライバーの運転操作の特徴を抽出し運転経歴や事故履歴との相関を分析することで、運転者管理や運転者教育に活用。さらに、特定の運転操作が頻発する道路の箇所を発見・可視化することで道路の潜在的なリスクを発見し、運転者への注意喚起や道路改善につなげる
- ・「はたらく車」走行データによる自治体業務の高度化（株式会社ゼンリンデータコム）
公用車数百台から走行データ（OBD2 等）を収集。公用車のカーシェアリングに向けた稼働率や走行範囲の分析・管理や、道路保全業務に必要な路面状況の経時変化の取得の簡易化、防犯パトロール経路の最適化等に活用。走行データと活用モデルをオープン化し、活用モデル開発の促進や、他自治体でのモデル活用により都市間での比較・評価を行い自治体経営に還元
- ・地域に密着したデータ利活用の実践（エリアポータル株式会社）
東京都中野区をフィールドとして、地域に密着したピンポイントな気象データの収集・配信や、商店街に設置したビーコン型センサで取得したスマートフォンの移動データによる詳細な人流解析を実施。災害発生時の避難誘導と平時の商店街活性化の両方に活用することで、自治体と協力しながら持続可能なデータ収集と利活用を実現

異分野データ連携のための取組課題に関しては、以下のような提言がなされている。

(ア) 実空間データのデータ形式や情報モデルの共通化

異分野データをスケーラブルに統合・分析し分野横断的な価値を創出する上で、データの構造 (syntax) や意味 (semantics) を共通化したり互換性をもたせることは極めて重要である。特に、IoT データなど実世界を反映した異分野データの連携では、位置や距離を示す測地系や地理空間データの表現形式、データ構造の相互変換、テキスト／画像／PDF など多種多様なコンテンツに対する位置情報の付与が不可欠である。また、大規模データを扱う上で、時空間データの内挿化を効率的に行う技術や、時空間的な連続データを手軽に扱えるようにする API の整備が重要となる。

異分野データを横断的に分析し、実世界に関する有益な知識を抽出するためには、実世界で発生する様々な事象 (イベント) に関する情報を、“いつ、どこ、なに” (space, time, theme) を基本とした共通の情報モデルで抽象化し、多種多様なデータから人、モノ、コトに関するイベント情報を抽出し、それらの時空間的・意味的な相関性を分析・予測できるようにすることが重要である²³。

(イ) 安心・安全なデータ利活用のための技術

未知の第三者から入手したデータが、どこでどのように生成されたのかという“データ素性” (data provenance) を詳細に把握することは、安心・安全にデータを利活用する上で重要である。そのためには、データ取得を行うセンサの性能や、データの作成、加工、流通の過程を詳細に明らかにするトレーサビリティ技術や、第三者から入手したデータが本物であり一切の改竄を含まないことを証明するデータの真贋性保証技術の開発が必要となる。今後、IoT の発展によりリアルタイムなデータ流通が可能になることを考えると、センサによるデータの取得からインターネットでデータを流通させるまでの時間 (データのリアルタイム性) に応じて適切な秘匿化手法を選択・調整する技術の必要性が高まってくる。

(ウ) データ利活用のスケーラビリティの向上

IoT の発展に伴うデータソースの多様化・豊富化に ICT 基盤を対応させるべく、エッジ、フォグ、クラウドコンピューティングを効果的に連携させ、各種処理の実行を最適化した上で、ストリームデータの検索やデータ要求に基づく選択的なデータ配信や更新頻度の調整などの高度な機能を実現していくことが必要となる。

23 例えば、気象データと交通データ、SNS データから、それぞれ異常気象や交通障害、キーワード増加に関するイベント情報を抽出し、それらの時間的、地理空間的な相関性を AI 技術により分析することで、異常気象による社会的な影響を網羅的に発見したり予測したりすることが可能となる。

さらに分散化した IoT データにユニークな識別子を割り当て、ポータルサイトやアプリケーションからデータを参照できるようにすることで、利活用状況に応じたデータの最適配置や動的配信など、ビッグデータのスケーラブルな流通が可能となる。

一方、従来のデータ統合、検索、分析、可視化などのデータ利活用技術も、マルチスケール、マルチモーダル、マルチメディアなデータの取得・流通に対応し強化・拡張することが求められる²⁴。

【具体的な取組、今後の方向性】

- ◎ 実空間データのデータ形式や情報モデルの共通化等のデータの流通・利活用のスケーラビリティを向上させる技術及び第3者のデータを安心・安全に利活用するためのトレーサビリティ技術等の研究開発
- ◎ データの取得から流通・統合、分析、提供までのデータ利活用の総合的な研究開発とテストベッドにおける実証
- ◎ スマート IoT 推進フォーラムプロジェクトの下で、産学官連携による課題提言や標準化を推進

24 例えば、衛星から地上レーダ、IoT センサなど多種多様な観測機器を使って取得された環境データを同化させ、地球規模の気候変動からアジア地域の越境汚染、都市の生活空間レベルの環境変化までをシームレスにつなぎ、異常気象や越境汚染による生活空間への影響を早期に予測するような技術の開発が期待される。

②Society 5.0 時代のデータビリティ戦略の推進

本格的な Society 5.0 時代には、データの「取得・収集」、「流通・管理」、「統合・分析・情報抽出」、「提供・利用」といった利活用サイクルを通じ、新たな技術知識の獲得や社会価値の創出、様々な社会課題の解決を図ることが期待されている。

この「データの利活用サイクル」の各フェーズにおいて、NICT は様々な研究開発を実施しているが、更なるデータの利活用の推進のためには、各フェーズの連携を強化する必要がある。したがって、Society 5.0 時代のデータビリティ戦略として、以下の取組を推進すべきである。



出展) 技術戦略委員会 (第 14 回) NICT 説明資料より作成

図 II-50 NICT のデータサイエンスの概要

(ア)データの利便性の向上

データの「取得・収集」から「統合・分析・情報抽出」までの連携を深めるためには、ユーザが扱い易いデータを提供することが必要である。

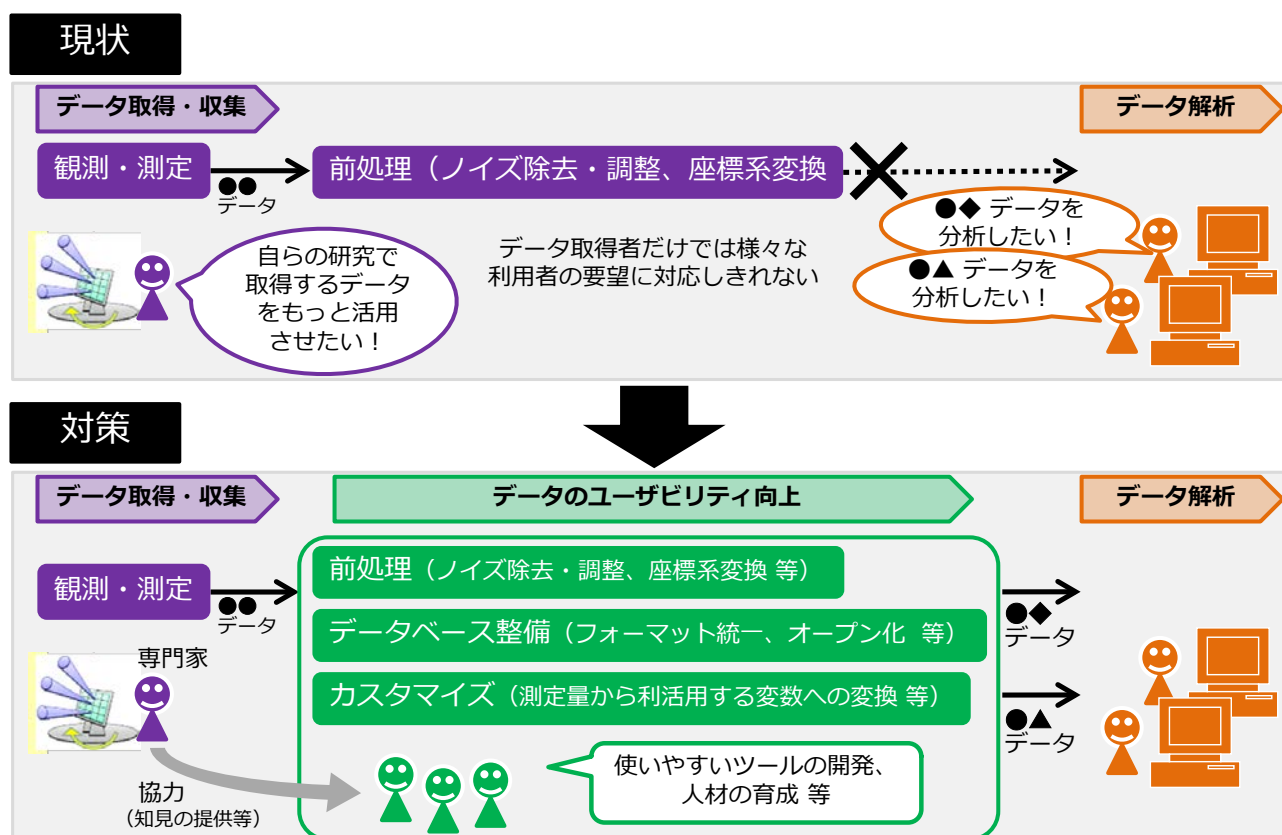
NICT では、様々な実環境、地球・宇宙から脳・微生物まで、実空間からサイバー空間まで多種多様なデータを取得・収集しているが、各専門分野の用途を越えてデータの利活用が十分進んでいない。この主要因の一つとして、データの専門性の高さが挙げられる²⁵。

また、「3.(2)①異分野データの連携基盤の構築の推進」にも前述したとおり、

25 例えば、人工衛星による観測データを解析する場合、ノイズ除去や時間・空間上の座標系の変換や補間、自分が扱う物理量への変換・抽出といった前処理が必要となり、さらに解析を行う上でも測定方法や誤差等を踏まえる必要がある。当該分野の知見を持たないユーザにとって、そうした作業を行うのは困難である。

分野横断的にデータを活用するためには、データ形式や情報モデルの共通化や互換性、メタデータの付与なども重要となる。これら全ての作業をデータ取得者側で行うことは限界がある。

このため、その対応方策として、両者の橋渡しをする機能を強化することなどが挙げられる。有効な橋渡し機能を構築するためには、データ「取得・収集」側の学問的・技術的知識にも理解に加えて、データサイエンスの知見と技術が必要である。具体的にはデータの preprocessing や、データベースの整備・オープン化（ツールの公開を含む）、カスタマイズ等を効率良く行うための技術を開発し、データのユーザビリティを向上させることが重要である。



出所）技術戦略委員会（第16回）NICT説明資料より作成

図 II-51 データを活用する研究開発についての課題への対応方策

(イ)産学官の連携によるデータ利活用の推進

データの利活用を促進するためには、共用可能なデータについて、外部のニーズに適応したデータを扱い易い形で提供するとともに、積極的に外部の技術シーズを取り入れ、ツールの開発や解析を協働で推進することも重要である。また、産学官連携で推進するためのテストベッド環境の整備・拡充についても積極的に推進することが必要である。

(ウ) データ利活用研究に対応する人材の育成

前述の取組を行うためには、特にデータサイエンスの知見・技術を活用し、データの素性やニーズを十分に理解し、その特性を考慮しつつ、ツールの開発やデータベースの構築を行うなど、データのユーザビリティを向上出来る人材が必要である。このため、例えば、データ利活用研究の過程で得られた開発ツールや活用事例を関係機関と共有し、産学官連携を強化することなどで、こうした人材の育成を進めることが必要である。

【具体的な取組、今後の方向性】

- ◎ データの利便性の向上を推進し、NICT が保有するデータを始め分野横断的にデータを利活用するため、各分野におけるデータ形式や情報モデル（スキーマ）の共通化や互換性、メタデータの付与などを検討
- ◎ データ利活用促進のために、ツールの開発・解析を産学官連携で推進するためのテストベッド環境の強化
- ◎ データ利活用研究で得られた開発ツールや活用事例の共有、産学官の連携強化等による人材育成を推進

4. Society 5.0 時代の新たなプラットフォーム戦略の推進

(1) AI×革新的ネットワーク（5G、エッジ処理等）による Society 5.0 時代の新たなプラットフォーム戦略

①5G、エッジ処理等の革新的ネットワークが与えるインパクト

第1章にて記載したとおり、本格的な Society 5.0 時代の到来に向けて、海外の大規模な事業者は、様々な IoT/BD/AI 関連のプラットフォームを市場に展開しており、API を公開することにより AI サービスを提供する事業者も取り込むとともに、これらのプラットフォームを介した利用者のデータ等の蓄積を進めているところである。また、これらのプラットフォームでは、IoT/BD/AI の基本処理機能（データの収集・蓄積・分析等）をプラットフォームとして提供しており、利用者はこれらを自由に活用することが可能である。一方で、プラットフォームの提供事業者は利用者のデータ等の蓄積を進めているところである。

こうしたプラットフォームを提供することにより、利用者のデータを大量に取得し、そのデータに基づいた人工知能の高度化を図るサイクルが、各プラットフォームの提供事業者が主導して構築され、データを独占するとともに、その利用者の熾烈な囲い込み競争が進んでいる状況である。

一方で、ネットワーク事業者やベンダにより、仮想化とエッジコンピューティング等の最先端のネットワーク技術との組み合わせによる高度なネットワーク基盤の実現に向けた研究開発、ネットワーク管理等への AI の適応に関する取組も行われている。

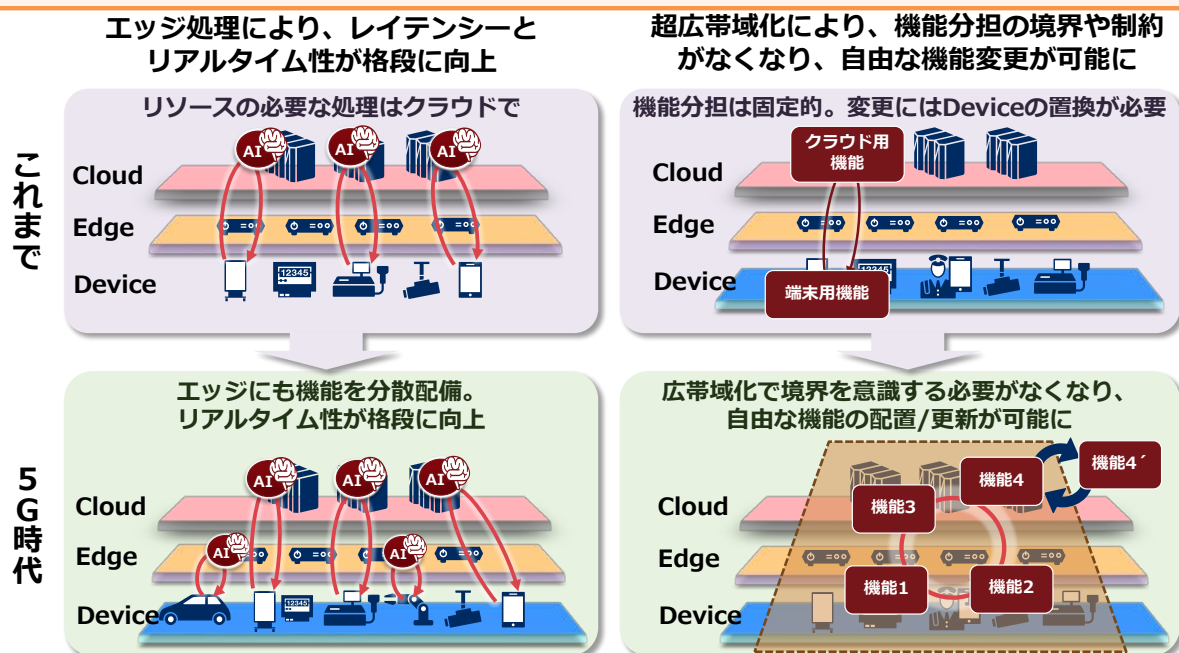
欧州の HORIZON2020/5G-PPP イニシアティブにおいては、NFV (Network Functions Virtualization) の技術を活用し、カスタマイズ性の高いサービスプラットフォームを実現することを目的とした研究開発 (SONATA) が実施されている。SONATA では、NFV 技術を活用し、通信サービス事業者、サービス開発者に柔軟性の高いプラットフォームを提供しており、サービス開発者等はプラットフォーム上でサービスを開発・提供することが可能である。

今後、第5世代移動通信システム（5G）が実現すると、NFV 等の仮想化技術を活用することにより、ネットワークのエッジにおいてトラフィックの効率的な管理を行うなど、エッジにおいても様々な処理を行うことが可能になるため、クラウドにデータを伝送し処理をしていた従来に比べて、伝送遅延が格段に向上することが期待され、結果として、アプリケーションやサービスの実現方法の自由度が格段に向上することが期待されている。

また、伝送容量の超広帯域化が可能となり、情報のやり取りを今まで以上に柔軟に行うことが可能となる。これにより、従来は低解像度の映像しかやり取りできなかったものが、5G 時代においては、4K/8K 等の超高精細映像をやり取りすることが可能となり、自動運転や遠隔医療においても、より正確・適切な状況判

断を行うことが可能となる。

- 5G、エッジ処理等の革新的ネットワークの実現により、エッジにおいて様々な処理を行うことが可能になるため、伝送遅延が格段に改善することが期待。また、伝送容量の超広帯域化が可能となり、情報のやり取りを今まで以上に柔軟に行うことが可能。



出所) 技術戦略委員会 (第15回) 日本電気(株)説明資料より作成

図 II-52 5G・プラットフォームの進化が与えるインパクト

②人の目を越えた超高精細・超高感度の画像センサが与えるインパクト

近年、イメージセンサの性能が飛躍的に向上し、可視光外センシングや偏光センシング、8K画素以上（1億画素以上）の分解能を有するセンサなどが実現している。

このような人の眼を超えた超高精細・超高感度の画像センサによる圧倒的な情報量を持つ実社会の情報を人工知能に入力することで、従来のセンサでは把握出来なかった死角や暗所の情報を自動走行車の制御に活用することで、人間の能力に伍する安全・安心な自律型モビリティシステム等の実現が期待される。

- 我が国のお家芸である人の目を越えた超高精細・超高感度の画像センサにより、最強の実世界情報を人工知能に入力することで、人間の能力に伍する安全・安心な自律型モビリティシステム等の実現が期待。
- そのためには、大容量の画像情報から必要なデータを取捨選択し、エッジで処理できるものはエッジで処理するエッジコンピューティング技術の実現が不可欠。



【応用分野】

- 星あかりでもカラー動画 (超高感度化)
- 植物生育・野菜鮮度・果物糖度 かわかる (波長分解能・赤外など可視光外)
- 数百人の顔が同時にわかる (高精細化・画素数)
- 3次元形状や距離がわかる (距離測定)
- 秒960コマで瞬間を捉える (ハイフレームレート)
- 反射で見にくい窓越しや水面下も見える (偏光)
- 炎天下のまぶしさと地下の暗さを同時に見る (明るさのダイナミックレンジ)

出所) 次世代人工知能社会実装 WG (第5回) ソニー(株)説明資料より作成

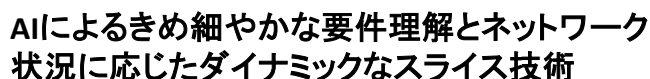
図 II-53 人の目を越えた超高精細・超高感度での状態認識

こうした超高精細のセンサ等から収集される大容量データのリアルタイム処理を実現していくためには、全てのデータをクラウドで処理することは現実的ではないため、大容量の画像情報から必要なデータを取捨選択し、エッジで処理出来るものは処理するといったエッジコンピューティング技術の実現が不可欠である。

移動通信の通信量は爆発的に増加しており、2020 年代には 2010 年比で 1,000 倍以上に増加すると予測される中で、自動運転やスマートシティ等、サービス毎に伝送速度、伝送遅延、同時接続数等の要件が異なるため、ネットワークにも多種多様な要件への適応が求められる。このような **Society 5.0** を実現するための革新的 AI ネットワーク統合基盤を構築するためには、AI によるきめ細やかな要件理解とネットワーク状況に応じたダイナミックなネットワークスライシング技術の開発を進め、革新的な AI ネットワーク統合基盤を構築することが重要である。

また、AI ネットワーク統合基盤を構成する ICT インフラやアプリの状況分析を行い、AI により KPI 目標値を満たす ICT インフラやアプリの構成を判断し、その重要度や要件等に応じて、リアルタイムに、かつ柔軟に、スライスを再構成する研究開発・実証を推進することが必要である。

- ## 現在のスライシング技術



④AI×革新的ネットワークによる新たなプラットフォームの構築

このように、従来のクラウド処理型プラットフォームから、超広帯域・超低遅延の革新的なネットワークによるエッジ処理プラットフォームを実現することにより、新たに創造される AI サービスの要件に合わせたプラットフォームを提供することが可能となる。これにより、ネットワーク事業者、ベンダは、クラウドまでの通信回線を単に提供するだけではなく、提供される AI サービスに最適な通信アーキテクチャを提案することにより、AI サービス提供者とネットワーク事業者、ベンダの協業によるプラットフォームの提供という新たな形態が可能となる。さらに、他の異業種のサービス提供者と連携することによりユーザ企業等に多様なサービスを提供することができる（B2B2X モデル）。

- 超広帯域・超低遅延の革新的ネットワークによるエッジ処理プラットフォームを実現することにより、ネットワーク事業者・ベンダは、単なる通信回線の提供ではなく、AIサービス提供者との協業によるプラットフォームの提供という新たな価値創出を目指すことが適当。

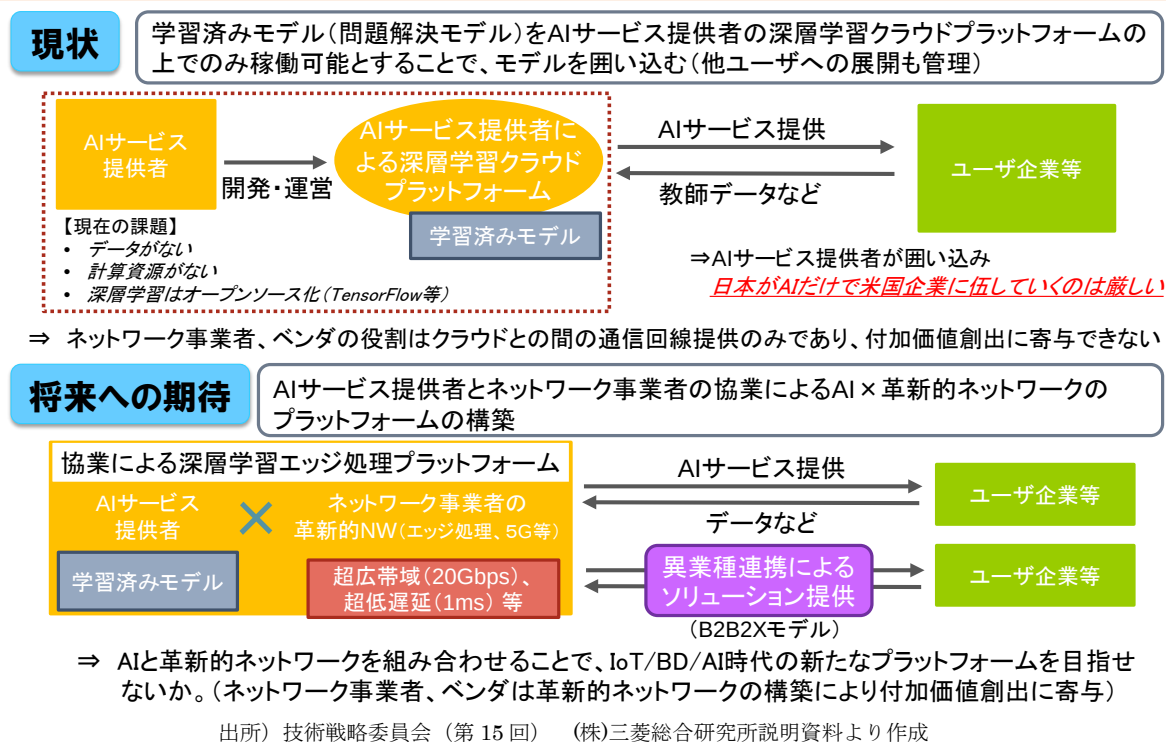


図 II-55 AI×革新的ネットワークによる新たなプラットフォームの実現に向けて

今後、2020年代までには、5GやIoT機器の急速な普及に伴い、通信量が莫大に増加することが見込まれるとともに、AIの技術革新を背景に交通、医療・介護、農業等の様々な分野で新たなサービスが創出され、それぞれのサービス毎に多種多様でハイレベルなサービス要件（リアルタイム、ダイナミック、リモート、セキュア等）が求められることとなる。

上述の AI と革新的ネットワークの掛け合わせによるプラットフォームを構築するためには、通信ネットワークの大容量化に対応するための光通信技術の高度

化に加え、「AI によるエッジの最適自動化技術」、「スライス的设计・運用・管理自動化技術」、「暗号化したままでの高速データ分析技術」の研究開発を実施し、革新的 IoT/BD/AI ネットワーク基盤の確立を図るとともに、多様な分野で AI サービス提供者、ユーザ企業等との協業を図っていくことが必要である。これにより、日本のネットワーク事業者、ベンダの Society 5.0 時代の新たなプラットフォームとしての国際競争力の強化に寄与することが重要である。

【具体的な取組、今後の方向性】

- ◎ 革新的 IoT/BD/AI ネットワーク基盤の確立を図るため、
 - ・ AI によるエッジ制御・ルーティングの自動最適化技術
 - ・ スライス的设计・運用・管理自動化技術
 - ・ 暗号化したままでの高速データ分析技術の研究開発を推進
- ◎ 革新的 IoT/BD/AI ネットワーク基盤をもとに、多様な分野で、AI サービス提供者、ユーザ企業等と協業することで社会実装を推進し、新たなプラットフォーム機能の提供を目指す

（２）個別重要分野の取組の推進

①自律型モビリティシステムの推進

我が国が超高齢化を迎える中、安全・安心な生活や多様な経済活動の生産性確保等に資する技術として、自動走行技術や自動制御技術等の多様な分野への展開が期待されている。

自律型モビリティシステムは、通信ネットワークと接続し、高度地図データベース（ダイナミックマップ）や外部センサ等の情報と連携して、自律的に高精度・高信頼に制御される自動車、電動車いす、支援ロボット、小型無人機、無人建機・農機等のモビリティシステムである。

これらを支える通信ネットワーク技術として、高効率な通信処理技術や自動走行等に必要な高度地図データベースの更新・配信技術、緊急時の自動停止・再起動等の高信頼化技術等の開発が必要である。また、自律型モビリティシステムは、様々な速度で走行する膨大な数の移動体に対し、多様で大容量な情報（ダイナミックマップや移動体の位置、道路情報等）のやりとりを遅延なく効率的に行う必要があり、限られた電波資源を最大限に有効利用しつつ、このような情報をリアルタイムに処理可能な仕組みを実現する必要がある。

- 自律型モビリティシステムの基盤技術の開発を行い、電波の有効利用を図りながら、革新的ネットワーク・情報処理基盤・セキュリティ基盤を一体とした自律型モビリティシステム用プラットフォームの構築と実証実験を目指すことが重要。
- インターフェースの技術仕様の公開等により、スマートIoT推進フォーラムの会員等が、自律的に高精度・高信頼に制御される自動車、ロボット、ドローン等を自由に接続して実証可能なオープンテストベッドを構築し、YRP等の実フィールドにおいて世界に先駆けて多様な社会実証を推進することが適当。

自律型モビリティシステムの開発・実証の全体像

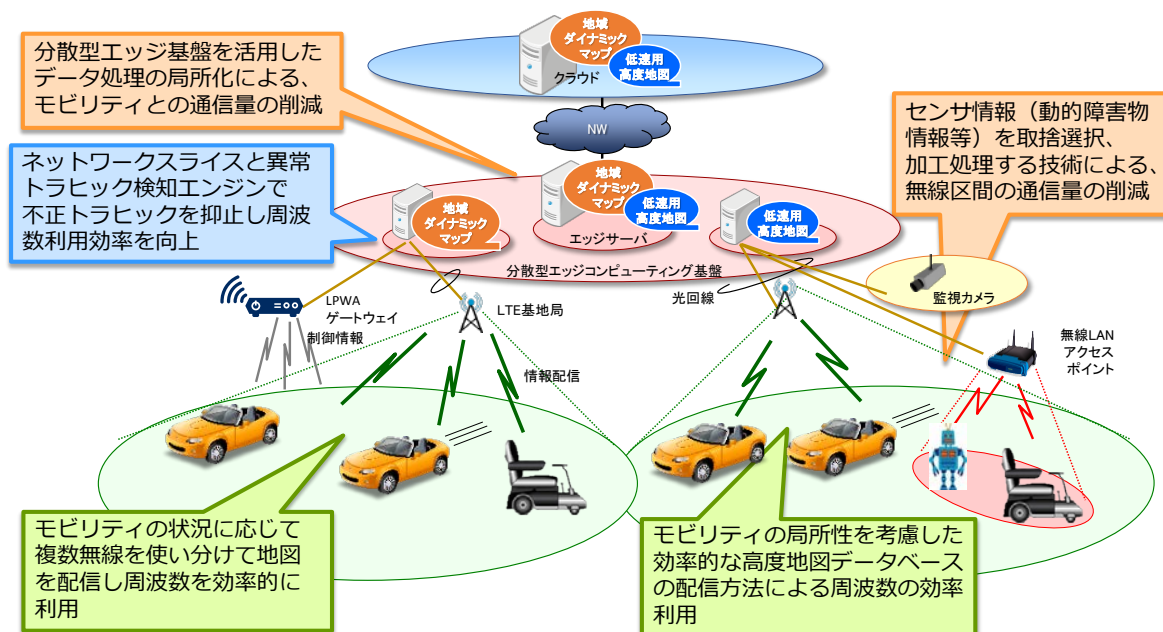
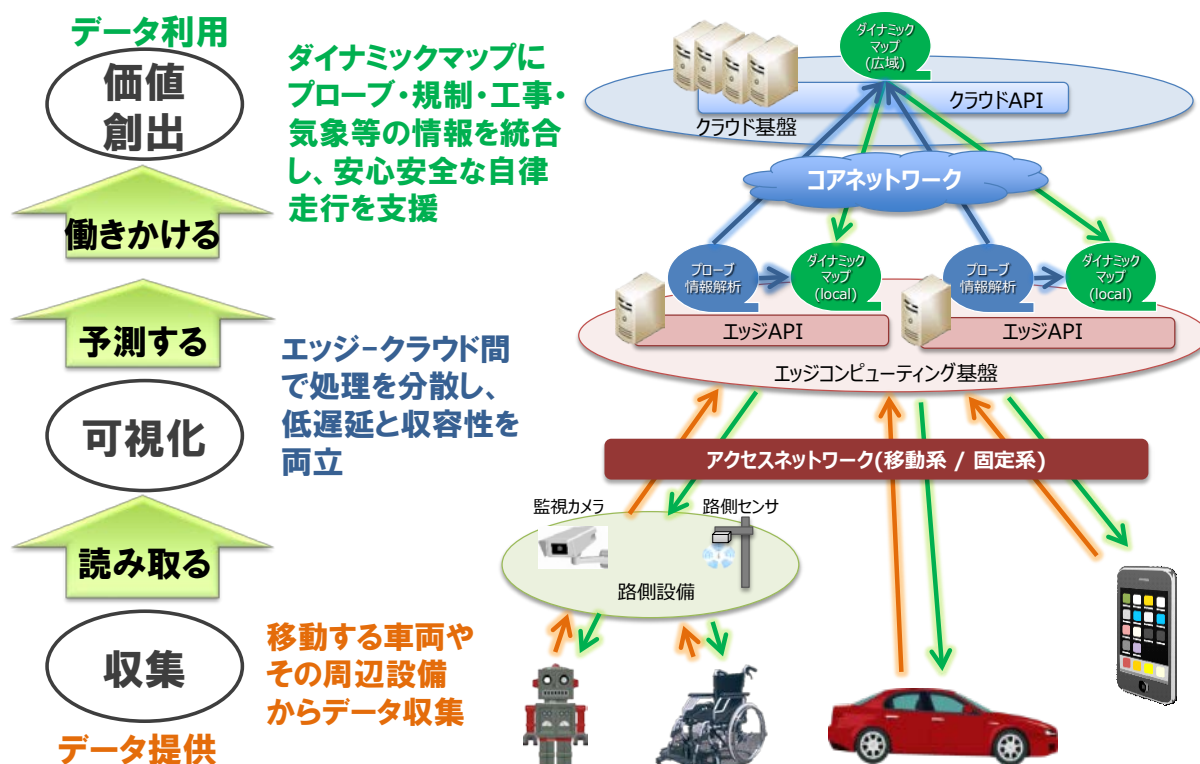


図 II-56 自律型モビリティシステムの推進

(ア)自律型モビリティシステムを支える通信ネットワーク技術

自律型モビリティシステムでは、広域にわたるエリアの情報を統合的に処理したり、局所エリア内の交通状況をリアルタイムで把握したりすることが求められ、広域分散処理によりネットワークにかかる負荷を低減しつつ、低遅延で情報を処理することが必要となる。

エッジコンピューティング技術は、従来クラウド上で一括して処理していた情報をより端末レイヤに近いところで分散処理することで低遅延性を実現する技術であるとともに、自律型モビリティシステムを支える中心的な技術であり、国際標準化にも積極的に対応していく必要がある。

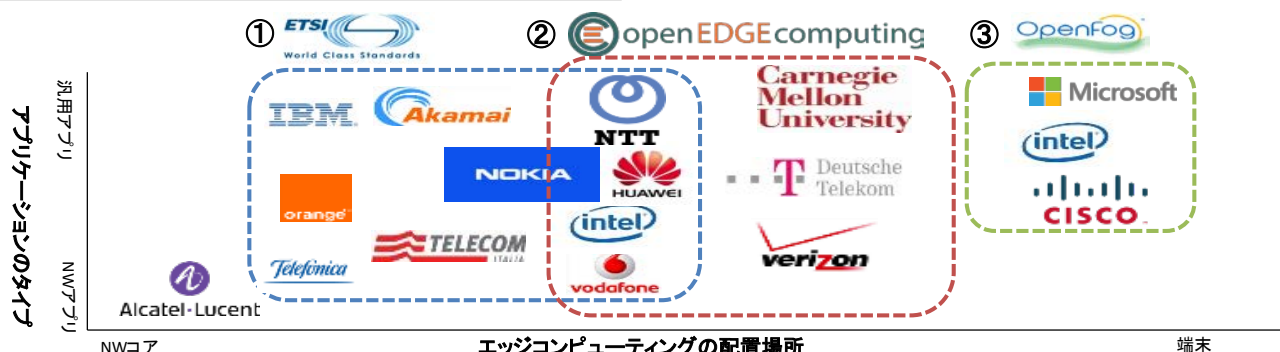


出所) 技術戦略委員会 (第 15 回) 篠原委員説明資料より作成

図 II-57 自律型モビリティシステムにおけるエッジコンピューティングの活用

- 多様なIoT機器からネットワークへの膨大な接続要求に対応し、自動走行等の超低遅延のエンド・ツー・エンドの通信を実現するため、ネットワーク上で超分散処理をするためのエッジコンピューティングの実現が不可欠。
- エッジコンピューティングに関する国際標準化活動は、ETSI MEC (European Telecommunications Standards Institute Mobile Edge Computing)、OEC (Open Edge Computing Initiative)、Open Fogの3つがあり、自律型モビリティシステムのプロジェクトの成果を踏まえて、国際標準化に積極的に対応していく予定。

エッジコンピューティングを取り巻く3つの標準化動向

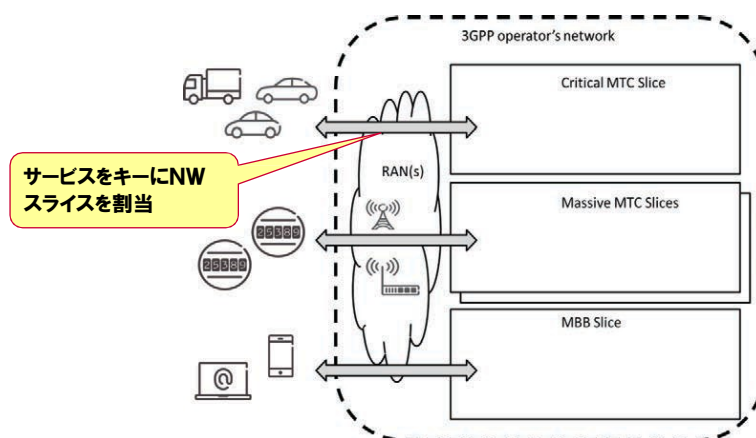


- ① ETSI MEC (デジタール標準化)
 - ・ 通信キャリア・ベンダを中心とした世界で最初に始まったモバイルエッジコンピューティングの標準化グループ
 - ・ 基地局等にインテリジェンスを持たせ、ネットワークの土管化を防ぐ観点から、通信キャリアの関心が高い
 - ・ 3GPP等での発言力を持つメンバが多く、4G/5GなどのモバイルインフラにMECの導入を検討する重要な団体
- ② Open Edge Computing Initiative (デファクト標準化)
 - ・ CMUを中心とするエッジコンピューティングのオープンソースソフトウェア化 (OpenStackベース)を進めるグループ
 - ・ スピーディなデファクト化と、強力なOSS基盤を利用した市場エコシステムの構築を指向する団体
- ③ Open Fog (業界コンソーシアム構築)
 - ・ シスコを中心とするFog Computingの仕様策定と普及を推進する業界団体
 - ・ ルータにインテリジェンスを持たせ、高付加価値化する観点から、シスコの関心が高い
 - ・ 近年はFog Computingの位置づけをエッジコンピューティングの一種とする動きもあり、技術的には融合する可能性

図 II-58 エッジコンピューティングに関する国際標準化への対応

また、Society 5.0 時代を迎え、あらゆるものがインターネットに繋がり、通信ネットワークを通じて様々な情報が行き交うようになる中、ネットワークのスライシング技術が期待されている。

サービスがお互いに干渉しないようサービスの要求条件や端末の特性に基づいて専用ネットワークに分割する。(標準化検討中)



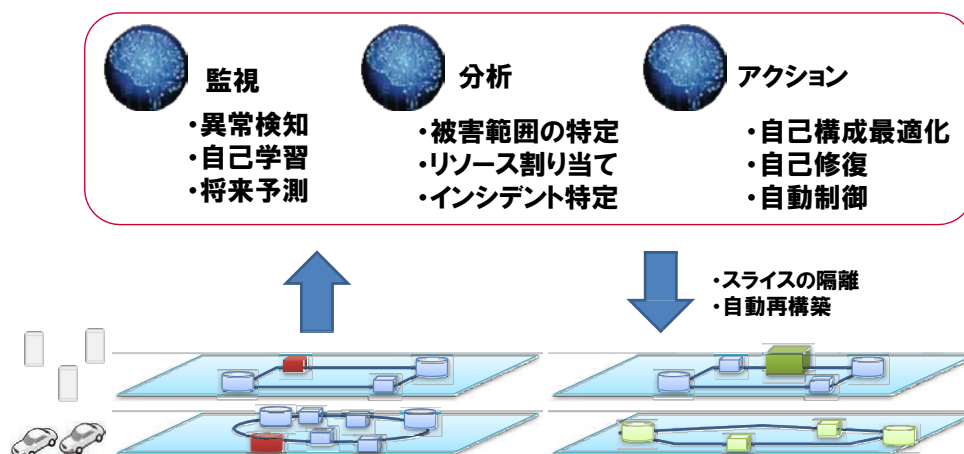
※3GPP TR22.891から引用、Rel14で検討中

出所) 技術戦略委員会 (第 14 回) NTT ドコモ(株)説明資料より作成

図 II-59 ネットワークのスライシング

従来、通信ネットワークはハード設備に依存する面が強かったが、ネットワークを仮想的にスライシングし、サービスの要求条件や端末の特性に応じてネットワークスライスを割り当てることで、通信ネットワークのリソースを最適かつ動的にコントロールする技術の実現に向けた取組が進んでいる。

SDN化されたネットワークをAIで運用、 サービス復旧・リソース最適化・インシデント予防



出所) 技術戦略委員会 (第 14 回) NTT ドコモ(株)説明資料より作成

図 II-60 通信インフラと人工知能の進化

【具体的な取組、今後の方向性】

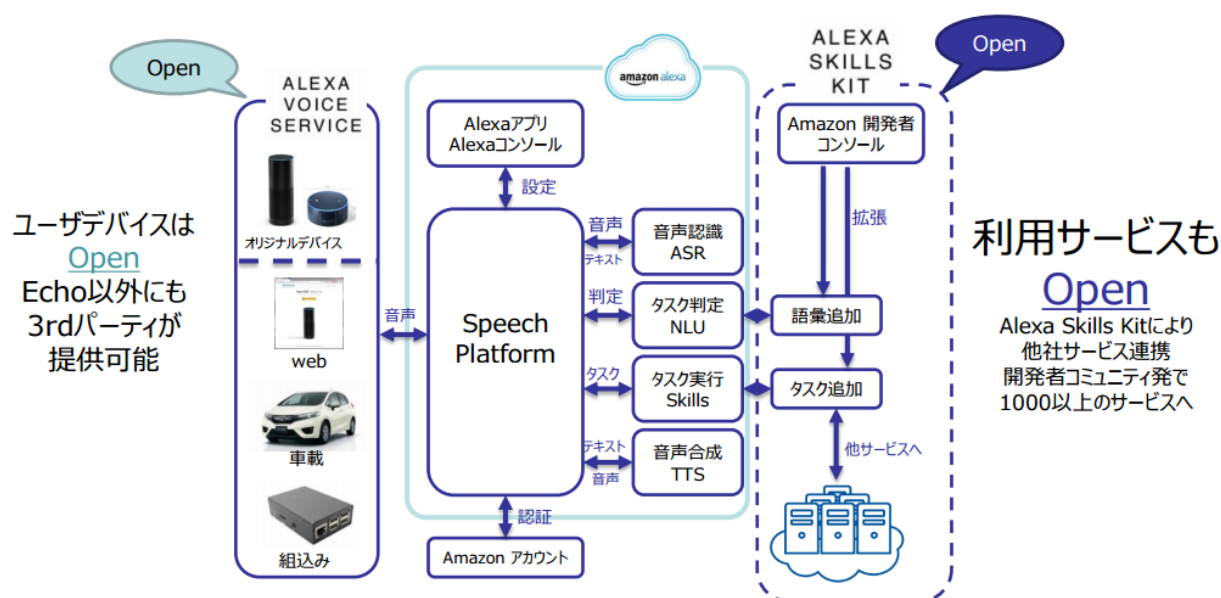
- ◎ 自律型モビリティシステムを実現するための新たなプラットフォーム機能の実現を目指して、電波の有効利用を図りつつ、革新的ネットワーク・情報処理基盤・セキュリティ等の ICT 基盤技術を統合的に開発し、実フィールドでの実証を推進

②オープンな日本語の次世代対話プラットフォームの構築

(ア)対話プラットフォームに関する現状及び課題

近年、国内外において AI 音声自動応答スピーカーが大きな注目を集めている。例えば、米 Amazon による音声認識人工知能サービス「Alexa」は、音声自動応答スピーカー「Echo」に搭載され、2017 年 6 月には米国での同端末の販売台数は 800 万台に達している。

これまで、Web サービスのユーザインタフェースとしてテキストベースのブラウザが主流であったが、対話システムへと変化しつつある。各種情報提供や商品販売等のサービスだけでなく、ロボットや家電の操作等、マン・マシン・インタフェースの主役となるとともに、新たな知識や行動を提案するような、寄り添い型の対話システムとなる可能性も秘めている。このようなシステムを支える対話プラットフォームは、あらゆるサービスのインタフェースとなり得る技術であることから、我が国として技術的優位を確保することが非常に重要である。



出所) 次世代人工知能社会実装 WG (第 1 回会合) (株)NTT ドコモ説明資料より作成

図 II-61 Amazon Echo (Alexa) に見られる対話システムの典型

Amazon Echo は上図のような構成になっている。そのコアである人工知能 Alexa は、家電・車・自転車など多様な機器に搭載することができる。

Amazon Echo は何千万人ものユーザに対応できるよう、1 秒に数百、数千のトランザクションが来ても対応できるようなスケーラビリティを担保している。

図の右にある ALEXA SKILLS KIT は、サードパーティがいろいろなタスクと呼ばれる機能を自由に追加できる仕組みであり、非常に拡張性のある形になっている。コアな技術部分は Amazon が独占し、利用サービスや搭載機器をオープンにすることで、様々なサードパーティによる利活用を推進し、その結果、短い時

間で膨大なデータ収集を行っている(2017年6月現在、サードパーティが12,000個以上のタスクを提供している。)。その結果、ユーザとのインタフェースを独占し、新たなサービスが出現しても強い競争力を維持している。

米国では、Amazon 以外にも Google、Microsoft や Apple が同様の AI 音声自動応答スピーカーを発売・発表しており、ブラウザ戦争の再来とも思える状況を呈してきている。家庭で行われている対話の情報量は、検索エンジンへの入力の数百倍から数千倍と想定される。このような音声アシスタント端末を普及させることで膨大な音声データを独占し、そのデータを対話用 AI に学習させることで高度化を加速しようとしている。また、各企業がブラウザ同様にユーザのインタフェースを握ることで、現在のサービスプラットフォームの上に新しいサービスプラットフォームを構築することを目指している(プラットフォーム・オン・プラットフォームと呼ばれる。)。

(イ) 日本語の次世代対話プラットフォームの構築

一方で、これらの対話プラットフォームは現状、あらかじめ質問とその回答をひたすら入力しており、入力されている質問にしか対応できない。このため、NICT が開発・運用している Web40 億ページの知識ベースをもとに、どのような質問に対しても柔軟に回答可能なほか、仮説の推論や質問の提案まで行うことが可能な世界最先端の日本語の自然言語処理システム Wisdom-X をベースに、次世代の対話システムの研究開発を行い、社会実装を進める必要がある。まさに、VoiceTra の多言語翻訳システムのように、次世代対話システムのプラットフォームを民間企業に開放し、得られたデータを共用し、AI システムを高度化していくような官民の協業が重要である。

これにより、世界最先端の日本語の次世代対話プラットフォームにより、例えば、単純な対話機能ではなく、

- ・ ユーザのブレインストーミングに付き合っ、相互に議論等をしつつ、考えるヒントを提供し、仕事や趣味の上でのスキルアップ、レベルアップに貢献する
- ・ 子供の教育や、高齢者の相手をして、知識、情報の提供はもちろん、元気を出してもらうような対話をしたり具体的なアドバイスをしたりする
- ・ 極端な場合、家族にも相談できないような事柄にヒントを提供する

ような人間に寄り添い協働する仮想個人エージェント機能 (Virtual Private Agent)を実現することを目指す。

次世代の対話プラットフォームの構築は我が国にとって喫緊の課題であり、国として強力に推進するとともに、自動運転車や介護ロボットとの組み合わせなど多様な利活用分野における社会実証に取り組むことが重要である。

- ICTシステム、ロボット、車等を通じて、我々が生活する実空間とサイバー空間との間で情報のやりとりを行うインターフェースが音声中心になっていく中で、インターネット上の膨大なビッグデータと連携する等して、日本語においていかなる質問に対しても高度な対話が可能となる次世代対話システムの基盤となるプラットフォームの構築は喫緊の課題。
- APIの共通化・オープン戦略により、多様なサードパーティが利用できるエコシステムの形成が重要。
- 簡単に外部のシステムと接続可能で、開発者が機能追加が可能なのが適当。

①現在のAI音声自動応答スピーカー

例：対応できる「問い合わせ」リストの例

- ・ピザの注文、室内照明の点灯、ネットラジオの再生
- ・天気を知り、野球の試合の結果を知り
- ・簡単な質問（聖書は誰が書いたか？
米国の大統領は？ 等）

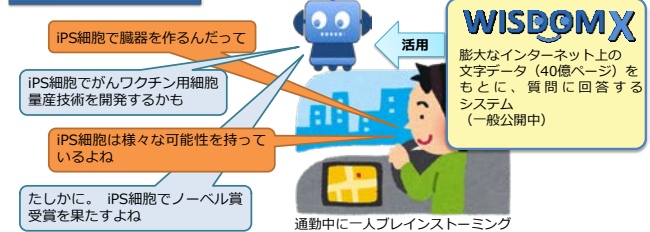
→項目は順次追加されていく

質問に対する回答をひたすら追加するレベル

②次世代対話システム

NICTでは、膨大なインターネット上の知識（40億ページ分）をもとに質問に回答するシステム（WISDOM X）をもとに、音声による対話が可能なように高度化。

例：車内対話システム



具体的な対話の内容をシステム開発者は一切システムに教える必要がない
→労働集約型ではなく多様な対話に対応可。発展可能性は大。

- ① 現在のAI音声自動応答スピーカーは、ピザの注文や簡単な質問等のようにあらかじめ対応できる「問い合わせ」が決まっており、対応する回答や操作を事前に準備しておくことで、ユーザーの実際の問い合わせに応じて音声による回答や操作を行うシステムである。（対応できる「問い合わせリスト」があり、それ以外には対応できない。）
- ② NICTの次世代対話システムは、ユーザーが自由に何を質問しても、膨大なインターネット上の知識を最先端のAI（自然言語処理技術）で解析し、音声による回答、さらにユーザーに追加提案を行うことも可能となる。将来的には、要介護高齢者の話し相手、ビジネス、研究等におけるブレインストーミング等の様々な高度対話を行う世界最先端の対話システムを目指す。

図 II-62 オープンな日本語の次世代対話システムの構築

【具体的な取組、今後の方向性】

- ◎ 産学官が共同で利用可能なオープンな日本語の次世代対話プラットフォームの研究開発を推進するとともに、自動運転車や介護ロボットとの組み合わせなど多様な利活用分野での社会実証を推進

おわりに

～将来を担う若い世代へ～



出所) 上図 : <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EasterParade1900.jpg>

下図 : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ave_5_NY_2_fl.bus.jpg

図 ニューヨーク 5 番街の変化

上の写真は 1900 年、下の写真は 1913 年におけるニューヨーク 5 番街の写真である。1908 年に T 型フォードが発売され、大量生産されたことで、5 年後には馬車がほとんど全て自動車に置き換わったのである。

今まさに AI やロボットにより社会が激変する前夜（すなわち自動車産業における 1908 年）でないと誰が言えようか。

サイバーアイ・エンタテインメント CEO の久夛良木健氏は、次のように述べている²⁶。

26 週刊東洋経済 2017 年 5 月 27 号

- 「20 世紀型の社会では、ノウハウの囲い込みとブラックボックス化に意味があったと思う。マイスターとか徒弟制度なんてまさにそう。でも、21 世紀は、失敗を含めた知の共有がいちばん大事になる。AI のディープラーニングで何がすごいかというと、人間にはまねできないほどのものすごい数の失敗を重ねて学習するということ。(略)

だから、人間も、大勢がさまざまなことに挑戦するという多様性がすごく大事。何かを始めると絶対に失敗するよね。世界中の人が何かを一斉にやってみて、いろいろな理由で失敗して、何かを学ぶ。ここに AI も加わり、膨大な数の経験と失敗と学習を積み重ねていく。(略)

オープンイノベーションしかない。とにかく早く企業の殻を破って、世界とつながるところから始めないといけない。」

このような激変の時代にこそ、価値ある失敗を奨励すること、答えのある課題を解くよりも新たな課題そのものを自分で発見することが一層重要になってきている。総務省では、2014 年度より、大いなる可能性がある奇想天外で野心的な技術課題に挑戦する独創的な人材を支援する「異能ベーション」プロジェクト²⁷を実施してきた。そのプロジェクトに総務省政務から寄せていただいた現代経営学の父と呼ばれるピーター・ドラッカー氏のイノベーションに関する次の言葉で締めくりたい。

- 「1 つの優れたアイデアを手にするには、多くの馬鹿げたアイデアが必要である。イノベーションの早い段階では、両者を識別する手立てはない。あらゆるアイデアが、実現性のない、馬鹿げたものに見え、同時に素晴らしいものに見える」

「イノベーションとは姿勢であり、行動である。イノベーションを行う組織では、トップの役割は、生煮えの非現実的なアイデアを具体化することにある。」

27 異能 (Inno) vation | 独創的な人特別枠 <http://www.inno.go.jp/>