

「スマート IoT 推進戦略」

情報通信審議会 情報通信技術分科会
技術戦略委員会 第2次中間報告書(案)(別冊1)
第4章 分野別の推進方策
第1節 先端的なIoT分野の推進方策

目次

I 先端的 IoT の重要性	1
(1) 先端的な IoT への取組の重要性	1
(2) 主要国における IoT 技術分野に関する取組と市場動向	3
II 先端的な IoT により目指すべき社会イメージ(自律型モビリティ社会)	6
III 公共・産業分野の先端 IoT システム(固定系 IoT)の推進方策	8
(1) 公共・産業分野の先端 IoT を実現する社会的、産業的重要性	8
(2) 公共・産業分野の先端 IoT の実現に向けた技術開発の現状と動向	11
(3) 公共・産業分野の先端 IoT の実現に向けた課題と推進方策	15
IV 自律型モビリティ分野の先端 IoT システム(移動系 IoT)の推進方策	20
(1) 自律型モビリティシステムを実現する社会的、産業的重要性	20
(2) 自律型モビリティシステムの実現に向けた技術開発の現状と動向	29
(3) 自律型モビリティシステムの実現に向けた研究課題と推進方策	34
(4) 自律型モビリティシステムの実現に係る研究開発戦略	37
V 先端 IoT システムの円滑な社会実装に向けた推進方策	41
(1) IoT/BD/AI 時代のテストベッド環境の整備	41
(2) 「人・技術・データ」活用によるエコシステム構築に向けた取組	43

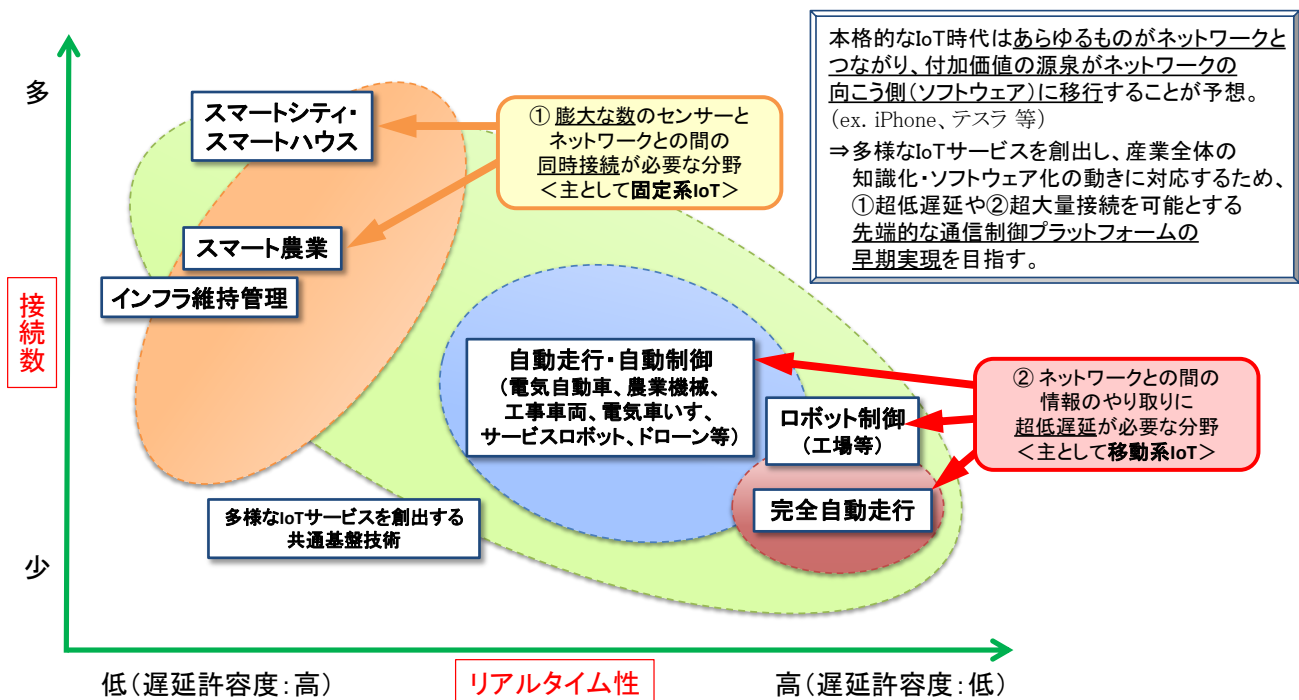
I 先端的 IoT の重要性

(1) 先端的な IoT への取組の重要性

あらゆるものを IoT によりネットワークにつなぐことで情報流通を促進し、ビッグデータ (BD) を収集し、AI により解析することで、様々な社会課題の解決や新たな社会価値の創出が可能となる時代が到来しつつある。他方、ネットワークを活用したサービス・ビジネスにおいては、欧米の巨大 ICT 企業がキラーサービスや先進的なビジネスモデルにより圧倒的な優位性を有しており、サービスを通じて得られる大量のユーザデータをグローバル規模で独占し、顧客ニーズを迅速かつ確実にとらえて、新サービスを創出する等、垂直統合型モデルが確立されつつある。

IoT/BD/AI 時代には、様々な社会課題の解決や新たな社会価値の創出を図り、国民生活や社会経済活動を変革していくことが期待されるが、同時に、付加価値を生み出すサービス・ビジネスの構造も大きく変わる可能性がある。今後社会展開されていく様々な IoT サービスは、サービス毎に求められるネットワーク要件、セキュリティ要件、分析・解析の技術要件等が異なるため、これらのサービスが共通に使用可能なプラットフォームを構築することで、ネットワークにつながる膨大な数のモノ、ヒト、そこから得られる莫大なデータを制御し、革新的な付加価値を生み出す新たな環境を構築することが重要である。これにより、既存の垂直統合型のモデルではない新たなモデルを作り出すことで、我が国経済の優位性を取り戻す契機とすることが重要である。

こうした付加価値を生み出すプラットフォームは、社会的な需要が大きく、経済的な波及効果の大きな IoT サービスに対して共通に対応可能なことが重要である。この点で、例えば、社会展開が開始されつつあるスマートシティ等の領域 (固定系 IoT) においては、2020 年には接続機器が 500 億台を超えとも予想されており、膨大な IoT デバイスからの情報の収集・管理や必要な制御を行うことが可能な IoT プラットフォームを整備することが必要である。また、自動走行等の領域 (移動系 IoT) においては、通信のリアルタイム性、確実性、安全性等を確保し、人々が安心してサービスを利用することが可能な IoT プラットフォームを整備することが必要である。

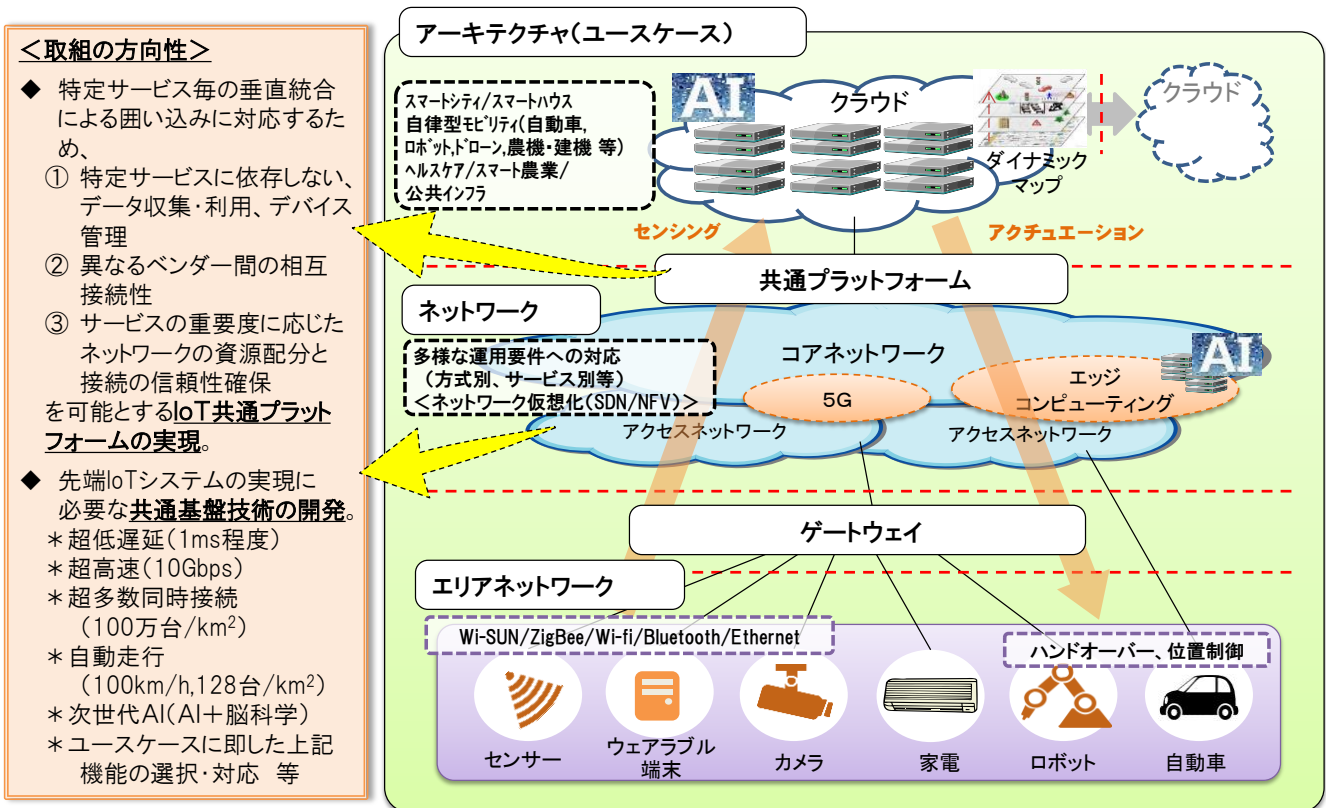


図表 I-1 先進的な IoT 分野の動向

このため、膨大な数のセンサーとネットワークとの間の同時接続が必要な分野（スマートシティ等の固定系 IoT）やセンサーとネットワークとの間の情報のやり取りに超低遅延性が求められる分野（自律型モビリティシステム¹等の移動系 IoT）のような先進的な IoT 分野に対応可能なプラットフォームの構築を、産学官が連携して推進するとともに、先端 IoT システムの実現に必要な共通基盤技術の開発を推進することが重要である。

このような特定のサービスに依存せず、機器の仕様や通信方式に依らない、多様な IoT サービスの要求条件に耐えうる先進的な IoT 共通プラットフォームを構築し、維持運用管理の仕組みを整備した上で、様々な分野及び分野間で格段に柔軟な情報流通を可能とすることで、このプラットフォームを活用した新たな IoT サービス・ビジネスの創出等を図り、未来の産業創造と社会変革を目指すことが必要である。

¹自律型モビリティシステムとは、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）や外部センサー等の情報と連携して、システム全体によって自律的に（原則として人の操作に依存せず）、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を指す。



図表 I-2 IoT/BD/AI 時代の先端 IoT システムの
共通プラットフォーム・共通基盤技術

(2) 主要国における IoT 技術分野に関する取組と市場動向

米国では、2006年にNSF(米国国立科学財団)が、様々な分野における課題を解決する極めて重要な研究課題としてCPS(Cyber Physical System)に取り組むことを打ち出した。NSFではその後、IoT/CPSを実現するため、同技術に関する多数のプロジェクトを強力に推進している。

次世代のICTアプリケーションやサービスを開発可能なテストベッドを構築して実証に取り組むUS Ignite(米国ブロードバンド促進団体)や産学官の連携でCPSの最先端アプリケーションの実証に取り組むSmart America Challenge等のプロジェクトが2010年前半から実施され、2014年9月から、これらのプロジェクト成果の国際展開・連携等を目指して「Global City Teams Challenge(GCTC)」がNIST(米国国立標準技術研究所)の主導により実施されている。また、2015年9月には1.6億ドルのスマートシティイニシアティブが発表され、NIST/NSFが中心となってGCTCとしてスマートシティ等のアプリケーションの開発とその社会実装を推進していくことが掲げられている。2016年2月にはNISTにInternational Technical Working Group on IoT-Enabled Smart City

Framework が設立され、国内外の標準化機関と連携を進めている。

欧州においても、FP7（第 7 次欧州研究開発フレームワーク計画）の枠組みのもと、2010 年代前半からスマートシティの実現に IoT/CPS が極めて重要との認識の下、スペインのサンタンデルやオランダのアムステルダム等で実証事業が実施されてきた。2014 年から実施されている研究開発計画「HORIZON2020」では、IoT プラットフォームである「FIWARE²」を中心とした普及展開が積極的に進められており、FIWARE 上でのスマートシティ等の領域における新たなビジネス創出等に取り組んでいる。また、2015 年 10 月には、スマートシティ実証「Large Scale Pilots」として 5 つのプロジェクトに合計 1 億ユーロを措置することが表明され、さらに、2015 年 3 月には、欧州における IoT 関連組織の連携を促進するためのイニシアティブ「AIOTI: The Alliance for IoT Innovation」が発表され、組織間の連携を進めている。

その他の地域においてもスマートシティへの取組は積極的に行われており、例えば、メキシコのメキシコシティでは、監視カメラネットワークを構築し、リアルタイムに地域を見守ることで地域住民に安全・安心を提供するスマートシティソリューションの展開が 2009 年から行われ、車両盗難の減少、警察のレスポンスタイムの短縮といった成果が得られている。

こうした中、ドイツにおいて、2010 年に、IoT/CPS の適用による製造業の革新を目指した「Industrie4.0」が発表され、「CPS でネットワーク化された『考える工場』」の実現に向けた取組が進められている。また、米国では IoT による製造業の革新に留まらず、多様な分野での新しいビジネスの創出を目指した「Industrial Internet」が 2012 年に GE により提唱され、それを具体的に推進するための組織「Industrial Internet Consortium (IIC)」が 2014 年に GE、Cisco、Intel、IBM、AT&T の 5 社によって設立された。コンソーシアムメンバーは、現在 230 社程度であり、引き続き急速に増加している。

自律型モビリティシステム分野では、民間の動きが先行的に開始されており、グローバル ICT 企業や自動車メーカーが 2020 年頃の自動走行車の商用化を目指し研究開発を積極的に進めている。こうした流れを受けて、各国政府も自動走行車の実現に向けて、技術開発の支援、制度的課題の解決、社会受容性の

² FP7 で開発された次世代インターネット技術のアプリケーション開発/普及を支えるソフトウェアモジュールの集合体、オープンソース・ライセンスフリーで各モジュールを組み合わせて利用可能

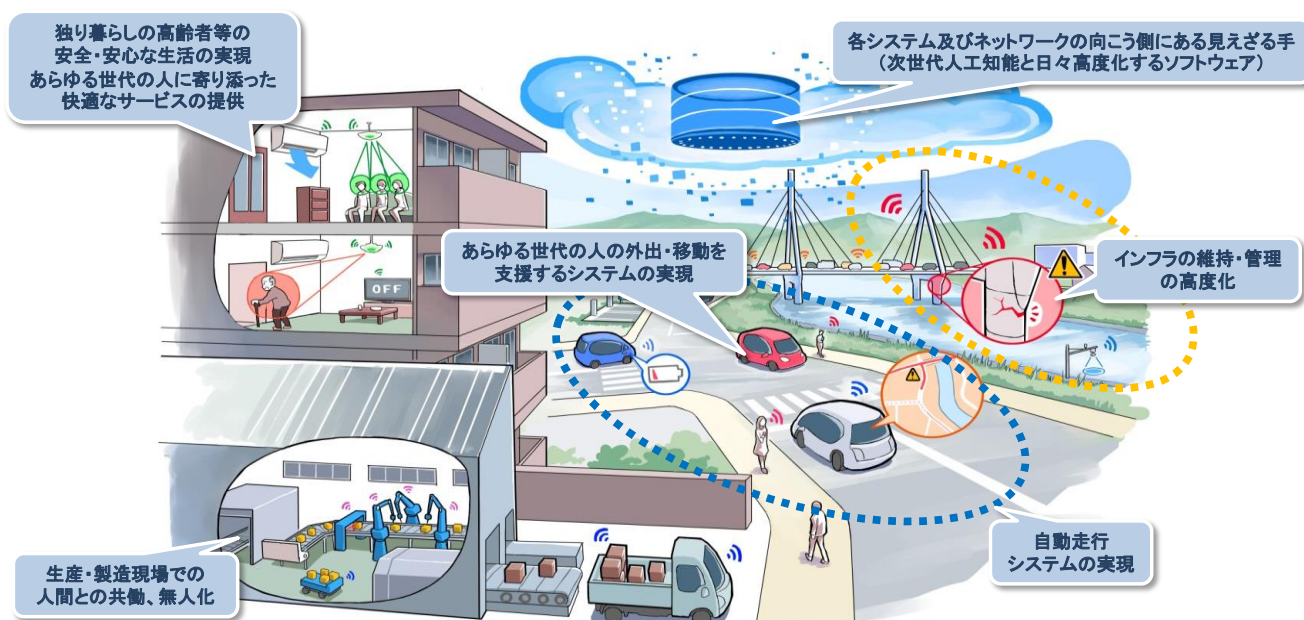
醸成等に向けた取組を行っている状況である。

このような状況を踏まえて、IoT/CPS 市場は今後急速に拡大していくことが予想されており、我が国における IoT/CPS 市場は 2020 年には 13 兆 7,495 億円規模（2014 年～2020 年までの年間平均成長率は 16.9%）になると予想されている。

II 先進的な IoT により目指すべき社会イメージ (自律型モビリティ社会)

超高齢化社会を迎える中で、すべての人が寿命を迎えるまで、自律的な移動を可能とし、安全・安心で豊かな生活を送れる社会、また、人口減少により労働力の確保が難しくなる中で、自律的に稼働するロボットや産業機械等により生産性を確保し、持続的に経済成長する社会の実現が重要である。このような先進的な IoT により目指すべき社会イメージを「自律型モビリティ社会」と呼ぶこととする(図表 II-1)。

- このような社会を実現するため、「自律型モビリティシステム」として、
- ・あらゆる世代の人の移動手段を提供するネットワークと連携した電気自動車、電動車いす
 - ・あらゆる世代の人の自宅まで生活必需品を毎日搬送するようなネットワークと連携した小型無人機
 - ・あらゆる世代の人の安全・安心で快適な生活を見守るコミュニケーションロボットや支援ロボット
 - ・生産現場やインフラの維持管理等で、人間と共働し、無人で生産・監視を行うネットワークと連携した製造ロボットや産業機械(無人建機・農機等)等の実現を目指すことが重要である。



図表 II-1 先進的な IoT により目指すべき社会イメージ

出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 先端技術 WG (第 1 回) プレゼンテーション資料 (㈱三菱総合研究所)

図表 II-2 自律型モビリティ社会のサービスイメージの例

<p>自動走行車</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 交通渋滞や交通事故が大きく軽減され、人々が安全・安心かつ迅速、快適に移動することが可能となる。 また、交通渋滞等が緩和されることにより、温室効果ガスの排出量が低減され、地球環境の維持にも寄与する。 さらに、救急車等緊急車両の移動もスムーズになり、救命救急活動の迅速化に寄与する。 ■ 過疎地等の地方における自動走行車の活用により、地域交通の活性化や、自動走行に対応したパーソナルモビリティシステム等が普及し、地域住民の足が確保されるようになり、地域での生活が快適になるとともに、生活弱者等の社会参画を促進する。
<p>ロボット／ 小型無人機</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 高齢者や自ら買い物等に出掛けることが出来ない人の代わりに買い物を行うこと等が可能なサービスロボットが実現することにより、生活弱者等も生活の利便性が向上する。 ■ 大幅な人手不足となる中で、生産・製造現場や店舗等において、人間とロボットの協働や無人化が実現し、労働生産性の向上等に寄与する。 ■ 介護サービス等の重労働で、労働力を確保するのが困難となっている領域において、従事者の活動を支援するサービスロボットが実現することで、従事者の過重な負担の軽減及びサービス利用者への満足度の高いサービスの提供が可能となる。 ■ 災害時等において、二次災害等の危険性から人が実際に作業を行うのが難しいような環境において、人の代わりに危険地域に入り込み、救助活動を行うことが可能となる。

III 公共・産業分野の先端 IoT システム（固定系 IoT）の推進方策

(1) 公共・産業分野の先端 IoT を実現する社会的、産業的重要性

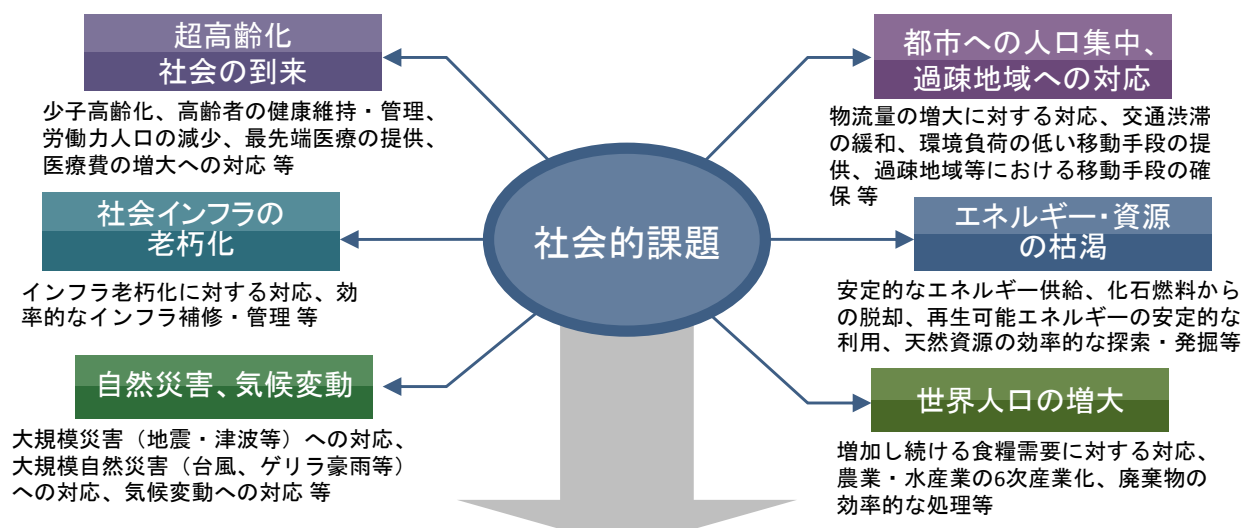
① 社会的的重要性

ファクトリーオートメーションの分野において、生産ラインを構成する製造設備をネットワークに接続し、IoT の導入により稼働状況を管理、制御することで、プロセス革新を図る取組が推進されているが、道路や橋梁、建築物といった巨大な社会インフラにも IoT の活用が期待されている。

近年、都市インフラを ICT で管理・制御することによって、防犯・防災、交通問題の解消、環境負荷低減、廃棄物処理といった多様な都市課題の解決を図る、スマートシティ構想が世界の主要国で強力に推進されている。IoT により社会インフラの運営・管理等をいかに高度化すべきかという観点から、収集されるビッグデータの解析や活用によって、社会全体のコスト削減や、住民の生活の質の向上といった具体的な効果につなげることが期待されている。

諸外国のスマートシティは人口の集中する中核都市に、IoT を導入することにより行政サービスや都市管理を最適化・高品質化することを目指すものが多い。我が国においても中核都市のスマート化は重要である。

一方で、我が国では、拡大する過疎地域における社会インフラをどのように維持・管理していくかということが大きな課題となっており、IoT を活用することにより社会インフラの維持・管理コストを低減し、最適な運用を実現することが求められている。



最先端のICTにより世界に先駆けて課題解決を図ることが重要

図表 III-1 最先端の ICT による社会課題解決

出所) 総務省 新たな情報通信技術戦略の在り方（平成 27 年 7 月 28 日中間答申）

② 産業的重要性

スマートシティにおいては、気象や環境情報、交通情報、防犯情報等、多様なデータが生み出されるが、それらを一括で集約し、オープン化することによってデータを活用した新たなサービス創出につなげ、地域の多様な需要の創出による関連産業の市場拡大や、地域イノベーションの促進につなげることも期待されている。

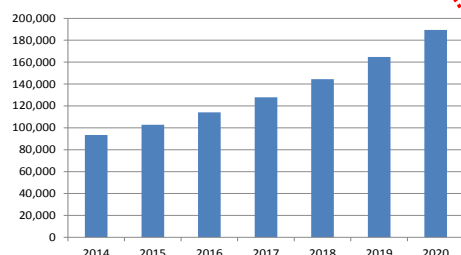
スマートシティ等の普及に伴い、2014年のIoT/M2M関連の国内の売上市場規模は9.3兆円であり、2019年には16.5兆円に達するものと予測されている。さらに、2020年においては売上市場規模が約19兆円になると試算されるが、その分野別の売上市場規模は図表 III-2 のとおりである。

また、世界においても、インターネットにつながるモノの数は、今後急速に増加すると予測されている。2013年時点では約158億個であり、2020年までに約530億個まで増大すると見込まれている。

このような状況の中でIoTは広範な産業分野に影響をもたらすものと予測されており、2025年までに世界GDPに対し年間最大11.1兆ドルの経済波及効果を持つとされている。(図表 III-3)

2014～2020年におけるIoT/M2M関連の売上市場規模

年	売上市場規模 (億円)	対前年比
2014	93,400	-
2015	102,800	10%
2016	114,000	11%
2017	128,000	12%
2018	144,000	13%
2019	165,000	14%
2020	189,000	15%



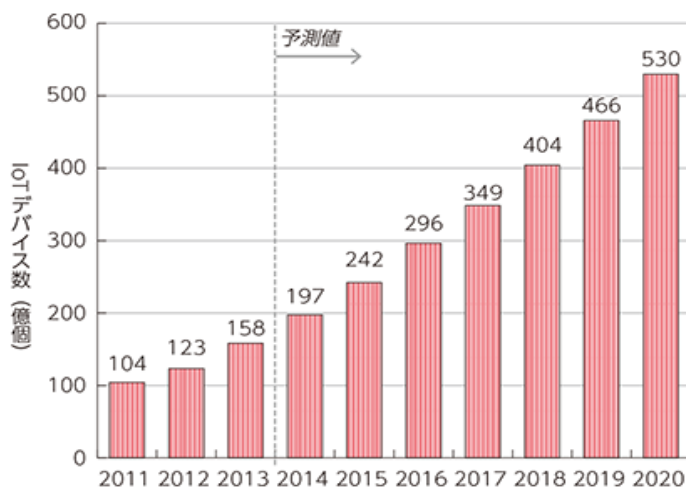
2020年における分野別のIoT/M2M関連の売上市場規模(試算)

分野	売上市場規模 (億円)	構成比
運輸・交通	12,000	6%
通信	9,320	5%
エネルギー	36,000	19%
公共(生活基盤)	12,000	6%
公共(国土保全・防災)	12,000	6%
農林水産	9,320	5%
製造	41,400	22%
流通	33,300	18%
金融	6,670	4%
その他サービス	17,300	9%
合計	189,000	100%

スマートホーム・スマートシティ関連事業分野の市場予測

図表 III-2 スマートホーム・スマートシティ関連事業分野の市場予測

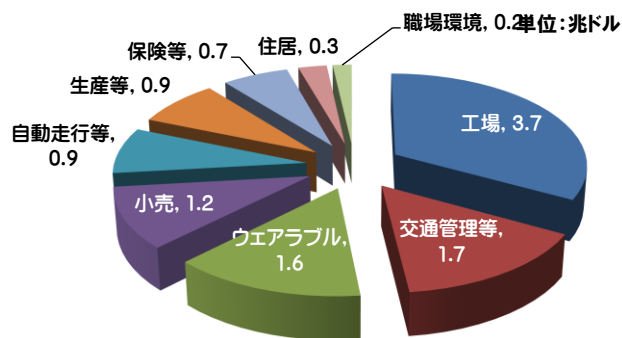
出所) IDC Japan 社の売上市場規模に基づき分野ごとの市場規模を NTT データ経営研究所にて試算



インターネットにつながるモノの数の推移・予測

出所) IHS Technology

2025年までに最大で年間11.1兆ドルの世界経済波及効果



IoTのマクロ経済への影響

出所) McKinsey Global Institute analysis 2015

図表 III-3 インターネットにつながるモノの数の推移・予測及び IoT のマクロ経済への影響

また、スマートファクトリー分野においては、IoT の導入による効率の向上で1%のコスト削減が行われれば、数百億ドル単位での運用コスト削減が見込まれている。例えば、航空業では約 300 億ドル、電力業界では約 660 億ドル、ヘルスケア産業では約 630 億ドル、鉄道業界では約 270 億ドル、石油・ガス業界では約 900 億ドルの削減効果があると推計されている (図表 III-4)。

What if... Potential Performance Gains in Key Sectors			
Industry	Segment	Type of Savings	Estimated Value Over 15 Years (Billion nominal US dollars)
Aviation	Commercial	1% Fuel Savings	\$30B
Power	Gas-fired Generation	1% Fuel Savings	\$66B
Healthcare	System-wide	1% Reduction in System Inefficiency	\$63B
Rail	Freight	1% Reduction in System Inefficiency	\$27B
Oil & Gas	Exploration & Development	1% Reduction in Capital Expenditures	\$90B

第4次産業革命による運用コスト削減(推計値)

図表 III-4 第4次産業革命による運用コスト削減(推計値)

出所) Evans and Annunziata 著「Industrial Internet: pushing the boundaries of minds and machines」(2012年11月)

(2) 公共・産業分野の先端 IoT の実現に向けた技術開発の現状と動向

① ネットワークの通信方式・サービスの多様化

スマートシティやスマートファクトリーといった、固定系 IoT では、携帯電話(セルラー)網だけでなく、Wi-SUN (Wireless Smart Utility Network)、ZigBee、Wi-Fi 等の非セルラー系の無線エリアネットワークからゲートウェイ経由でネットワークへ接続されるような形態でも利用される。また、特に道路や橋梁、巨大建築物といった社会インフラへの IoT 実装に向けては、例えば、低コストでのオペレーションを実現するため、機能や用途を制限して、データ伝送速度は遅くとも、電池寿命が長く、長距離通信が可能な LPWA (Low Power Wide Area) 通信と呼ばれるネットワーク技術の開発・展開が進んでいる。

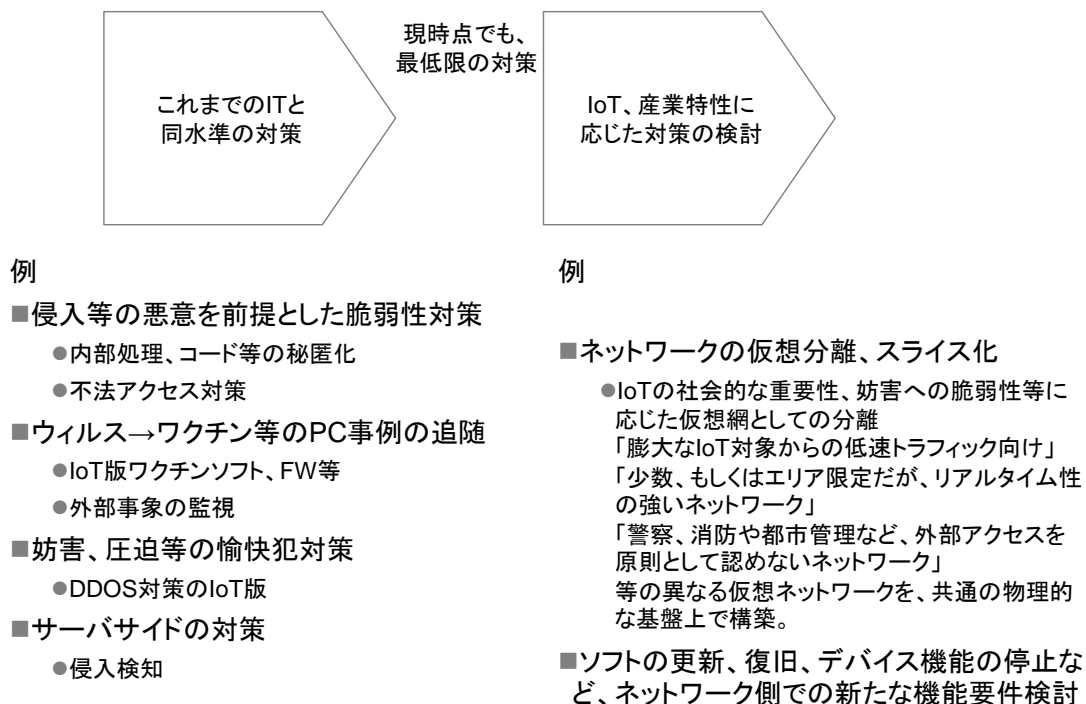
LPWA 分野で世界展開を加速するフランスの Sigfox は、英国、フランス、ドイツ、スペイン等の 18 カ国に展開しており、全米で 10 都市、2016 年には 50 都市でのサービス提供を計画している。また、欧州を中心に独自の LPWA 規格を推進する LoRa Alliance は、約 230 社の会員企業が加入しており、電力・ガスといったユーティリティ分野で採用が始まっている。

我が国においても、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）が開発した省電力でマルチホップ通信を可能とする通信方式が IEEE802.15.4e/g として国際標準化され、IEEE802.15.4g をベースとして標準規格認証団体（Wi-SUN アライアンス）が認証する規格である Wi-SUN の普及が進んでいる。Wi-SUN は国内の主要 10 大電力会社で採用され、8,000 万世帯・事業所に普及する見込みである。

その一方で、携帯電話事業者も同様の特徴を持つ通信規格（Cat-M、NB-IoT）を策定し、3GPP（3rd Generation Partnership Project）での標準化を推進するなど、広域で低価格な IoT ネットワークの技術は規格が乱立している。

また、スマートシティにおいては、警察の防犯用監視カメラソリューションのように高いセキュリティが求められるアプリケーションや、高齢者のバイタルデータの見守りのようにリアルタイム性が求められるもの、また、大気や気温のモニタリングのように漏洩や遅延によるリスクが比較的小さく、運用コストを抑えることが優先されるものなど、要求される条件の異なる通信が発生する。それぞれに専用のネットワークを割り振ることは効率的ではなく、SDN（Software Defined Network）のようにソフトウェアベースで通信を切り分け、それぞれに要求条件を設定する技術の実用化に向けた開発の加速が求められる。

想定される対策



図表 III-5 スマートシティの実現に対して今後想定される対策

出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 先端技術 WG (第3回) 野村総合研究所報告資料

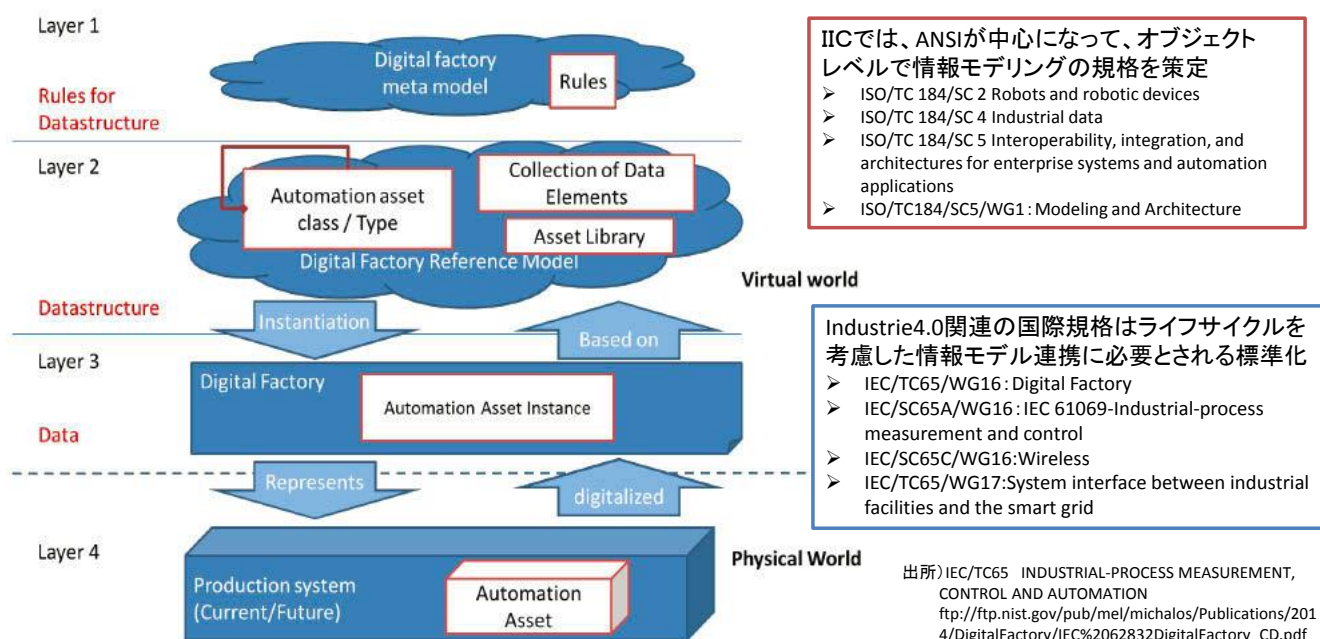
② 共通プラットフォームの構築

Industrie4.0 では、ファクトリーオートメーションにおける機器間の通信の規格化のみならず、生産管理システム全体に渡り、どのような標準・規格等が必要になるかコンセンサス形成を図るべく、装置・製品のライフサイクル、生産管理サイクルに加え、ビジネス・情報・通信・資産等の階層で3次元的に整理した参照アーキテクチャ (RAMI 4.0) を策定している。他方、IICでは自らの技術仕様は作らず、分野横断を前提に、テストベッドによる様々なユースケースの実証実験を中心に活動しているが、相互運用性やコスト・開発期間の効率化の観点から、アーキテクチャの構成要素や相互の関連性等を体系化した参照アーキテクチャ (IIRA) も策定している。Industrie4.0 と IIC はスマートファクトリーのモデリングやネットワークセキュリティの国際規格策定で連携している。

また、日、米、欧、中、韓、印の標準化団体8団体 (ARIB、ATIS、CCSA、ETSI、TIA、TTA、TTC 及び TSDSI) により組織された oneM2M においては、IoT の各利用分野で行われてきたデバイス管理やデータ収集・利用につい

て、統合して行える共通プラットフォームに関する標準化を推進している。また、W3C では、汎用性の高い Web 技術を利用したデバイス制御技術 (WoT) に関する標準化を推進している。

このように、業界やバリューチェーンを超えた、標準化に係る取組が各地で推進されており、今後、分野横断的な共通プラットフォームの構築による新たな市場創出やエコシステム構築に向けて、主要な標準化機関・団体や推進団体による国際標準化の競争が激化することが予想される。



Industrie4.0におけるスマートファクトリーのデータレイヤーモデル

図表 III-6 欧米によるスマートファクトリーの標準化

③ サイバー攻撃のリスクと社会受容性

IoT やビッグデータ、AI が本格的に普及する時代においては、あらゆる機器がネットワークに接続されることから、サイバー攻撃のリスクが深刻化することが予想される。

IIC では、ユースケースの分析、アーキテクチャの策定等に加え、ソリューションモデルを構築したベンダ主導による様々なテストプロジェクトや実装プロジェクトを通じて、IoT 導入の利便性とサイバー攻撃のリスクを検証している。また、GCTC に参加する US Ignite の実証プロジェクトにおいては、都市から発生する大小様々なデータに価値を見出し、IoT データの視覚化、管理プラットフォームの商用化やグローバル展開を行う先進的な事例も生まれており、利便性とリスクのバランスについては海外の推進団体の取組から学ぶべき点も多いと考えられる。

(3) 公共・産業分野の先端 IoT の実現に向けた課題と推進方策

① ネットワーク（同時多数接続、柔軟性）の高度化

i) エリアネットワーク

本格的な IoT 時代を支える基盤となるネットワーク環境については、今後、多種多様な IoT サービスの実現が期待される中で、ネットワークに求められる要求条件がサービス毎に異なるため、様々な通信方式が必要となってくる。

特に、公共・産業の様々な分野におけるサービスにおいて多種多様な情報収集を行う場合、これまでは、エリアネットワークでの情報収集の手段として携帯電話事業者が提供するセルラー網が中心的な役割を果たしてきたが、収集する情報の多様性が求められ、センサー等のデバイスの同時多接続性が要求される中で、低レート通信速度ではあるが、電池の長寿命化や広範囲をカバーする通信技術の活用が求められる。

エリアネットワークにおけるこうした通信技術は、Wi-Fi や Wi-SUN を代表として、免許不要の形態で利用されることも多く、ネットワーク全体の運用・管理を適切に行うための研究開発を推進する必要がある。

【具体的な技術開発課題】

⇒ エリアネットワーク内の超多接続環境における周波数有効利用や故障検出を可能とするネットワーク運用・管理技術の開発

ii) コアネットワーク

エリアネットワークが接続するコアネットワークについては、多様なサービス形態に対応するために柔軟なネットワーク構成が必要であり、加えて、エリアネットワークで収集された膨大な情報がコアネットワーク上を流通し、適時適切に分析・処理を行う必要がある。物理的なネットワークが対処できる能力を超えて、多様なサービスへの対応や膨大な情報の処理が必要となっている中で、ネットワーク仮想化技術を活用したネットワークソフト化やコアネットワークに送り込まれる膨大な情報を分散処理するエッジコンピューティング技術が必要となっている。

【具体的な技術開発課題】

⇒ 柔軟なネットワーク構成を可能とする SDN/NFV によるネットワーク仮想化技術の高度化やネットワークの負荷軽減を可能とするエッジコンピューティングによる分散処理技術の開発

また、エリアネットワークでの通信方式・サービスの多様化や、コアネットワークのソフト化の進展など、IoT の爆発的な増加に対応するため、ネットワーク毎に求められる状況や要件に応じて、ネットワーク仮想化やエッジコンピューティングの機能を最大限に活用することにより、有無線一体でネットワークを最適制御することが必要である。

【具体的な技術開発課題】

⇒ IoT の爆発的な増加に対応するために有無線一体で周波数を含めたネットワーク資源を最適制御可能な統合基盤技術の開発

iii) ネットワーク技術の検証環境

ネットワーク技術に関する研究開発を推進する上では、実際のネットワークに即した環境下における技術実証が必要不可欠である。特に、膨大な IoT 機器が接続されるネットワーク環境が今後想定される中で、こうした IoT 機器やネットワークがどのような条件下でどのような挙動を示すかについてネットワークの運用・管理の観点からの的確に把握することが求められる。

【具体的な推進方策】

⇒ 様々な IoT 利用ニーズと多種多様な無線規格の IoT 機器により構成されるエリアネットワーク／コアネットワークに対応した最適なネットワーク制御技術の検証を行うため、きめ細かなパラメータ設定等が可能な超高機能なオープンテストベッド環境の構築

② プラットフォームの構築

i) 分野横断的なコンセンサス形成

IoT による多様な分野の価値創造には、データを横展開できることが重要であり、垂直統合から水平展開に移行出来るかがポイントとなる。

欧米においては、各産業分野における生産性の向上や分野横断での連携を見据えたテストベッドによる実証実験に取り組んでおり、こうした取組を通じてデータ共有による価値の創出や新たなサービスの創出を目指している。

平成 27 年 10 月 23 日には、IoT に関する産学官連携の推進体制である「IoT 推進コンソーシアム」が設立され、同コンソーシアムのもとに設置された「スマート IoT 推進フォーラム (技術開発 WG)」において、IoT 関連技術の開発・実証・標準化を推進している。こうした推進体制を最大限活用し、まずは分野横断での実証実験等を通じて、新たなプラットフォームの構築に向けたデ

ータ流通の試行、データの公表範囲等のコンセンサス形成を図ることが必要である。

【具体的な推進方策】

⇒ 「スマート IoT 推進フォーラム」を核とした分野横断の連携体制の構築に向け、農業、都市・交通、ヘルスケア等の新たな利用分野を中心に、業際マッチングイベントを実施し、オープン化すべきデータの見極めや異業種間のデータ流通の重要性について理解を深めるとともに、実証実験等を通じて新たなプラットフォームの構築に向けたデータ流通の試行、データの公表範囲等のコンセンサス形成を推進

ii) 共通プラットフォームの構築に向けた技術開発・標準化の推進

今後の本格的な IoT の進展により期待される新たな市場領域の獲得を目指して、各利用分野で収集されているデータを共有するため、分野横断的に活用可能なプラットフォームの構築に向けて、インターフェースの標準化が必要となってくる。

様々な標準規格による通信が混在している中で、Web インターフェースの標準化活動が精力的に進められているが、IT 業界と利活用業界が連携して、このような汎用性の高いインターフェースによりプラットフォームを活用したデバイス制御や管理を実現する必要がある。

【具体的な技術開発課題】

⇒ 分野横断的なプラットフォームの構築に向けて、スマートホーム等の先行的な取組を踏まえ、汎用性の高い Web インターフェースによるデバイス管理・制御の共通化等の技術開発及びその国際標準化を推進

③ セキュリティ等の高信頼性と社会受容性の確保

i) IoT の社会受容性を高めるための技術開発・標準化及び技術実証・社会実証の推進

IoT/BD/AI 時代には、これまでサイバー空間の問題と捉えられていたネットワークセキュリティは、現実社会へと大きな影響を及ぼすことから、高信頼なネットワーク環境を構築することが IoT の社会受容性を高める上で非常に重要な課題となってくる。

セキュリティの確保に留意しつつ、IoT の利便性を社会に提示していく観点からは、様々な IoT 機器から収集されたデータを分野横断的に利用するためのデータの取り扱い方法やそのために必要な技術開発・標準化の推進、技術

実証・社会実証を通じて IoT の社会受容性を高めることが重要である。例えば、スマートホーム分野では、「大規模 HEMS 情報基盤整備事業」において、各家庭の電力データを一元的にクラウド管理する情報基盤システムを構築し、個人情報プライバシーに配慮した形で利用する制御技術（Privacy Policy Manager）を活用することにより、電力データの利活用環境について検討を実施した。また、分野横断的にデータを活用した新たなサービスを実現するために、情報を提供する消費者のサービスに対する信頼性を高める技術の確立が必要である。

【具体的な技術開発課題】

⇒ 多種多様な IoT データを汎用的に利用可能なデータに加工し蓄積可能な IoT データプール構築技術や、それらデータの高信頼な流通の履歴管理保証技術等、社会受容性を高めるための技術開発・標準化及び技術実証・社会実証を推進

ii) 国際共同研究プロジェクト等の推進

我が国がグローバル展開を目指す IoT 関連技術については、日 EU において 5 G を巡る戦略的協力に関する共同宣言を行い、欧州と共同研究開発プロジェクトの準備を進めているが、今後は国際標準獲得に向けた競争が激しくなることも想定されることから、欧米等との国際共同研究を一層強化することが必要である。

【具体的な推進方策】

⇒ IoT を先導する海外の推進団体の活動や様々な実証プロジェクトの状況を共有し、国際標準化連携を図るため、「スマート IoT 推進フォーラム」を核に、欧米の推進団体等との国際共同研究プロジェクトを強化

さらに、先進的かつ具体的な社会実証の取組などを通じて国民に分かりやすい形で IoT の実現イメージを提示していくことが必要である。

国内では、ビーコンやカメラ映像による人流情報やセンサーによる気象情報を集約・解析し、こうしたデータ連携の結果を情報端末に配信し、自治体の防災計画や都市計画、サービスの提供の参考とする実証実験が実施されている。

今後膨大なセンサーが社会のあらゆる場所に設置されることが予想される中で、例えば、こうしたセンサーから得た人の移動状況や気象データ等の情報を収集し、統合的に分析することにより、交通システム等の社会システム

の効率的な稼働や新たなビジネスの可能性を提示するなど、IoT データ活用の便益を国民に分かりやすく説明できるようなデータの有効活用に係るプロジェクトを推進することが重要である。

IV 自律型モビリティ分野の先端 IoT システム（移動系 IoT）の推進方策

(1) 自律型モビリティシステムを実現する社会的、産業的重要性

① 社会的的重要性

我が国における自動車の保有台数は 8,000 万台に到達しており、自動車は国民に幅広く普及した移動手段であり、便利かつ迅速に移動可能な社会インフラとして重要な役割を果たしている。一方で、交通事故は減少傾向にあるとはいえ、年間約 50 万件発生／死亡者約 4 千人を超える規模で発生しているとともに、交通渋滞の発生により、日本全体で年間約 50 億時間もの損失が発生しているという試算がなされるなど、その社会的・経済的損失も甚大なものとなっている。

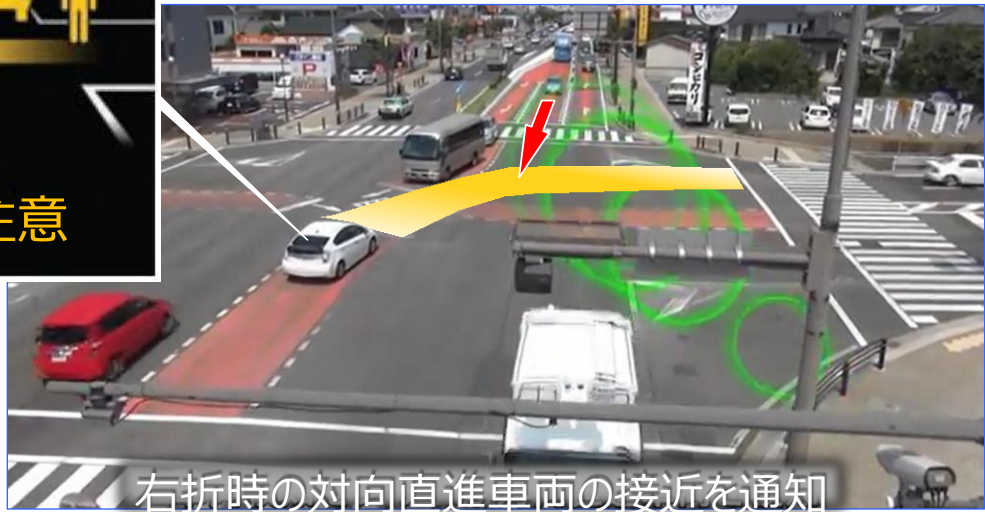
また、自動車は広く普及した移動手段である一方で、過疎地等で地域住民の足となっている地域公共交通は減少しつつあり、地方における輸送能力が 11 年間で 25%（平成 12 年度～平成 23 年度、バスの場合）低下しているという事実も存在する。こうした結果、地方に買い物等の移動困難者が増加するなど、様々な社会的課題を引き起こす要因の一つとなっている。

このような課題を解決することで新たな価値創出の土壌を醸成するための重要な技術として自律型モビリティシステムが期待されている。

現在		自律型モビリティが実現された社会
多発する交通事故による人的損失	▶	日々の安全・安心の向上
深刻化する交通渋滞による社会的・経済的損失	▶	移動効率の向上による流通等の迅速化、経済活動の活性化
地域経済等の疲弊による地域公共交通の衰退	▶	地域移動手段の提供による地域住民のQoL向上
移動支援手段の欠如に起因する引きこもり等の発生	▶	パーソナルモビリティや車イス等の自動走行実現による高齢者等の社会参加

図表 IV-1 自律型モビリティの実現による社会課題の解決（例）

例えば、自律型モビリティシステムが実現することで、交通事故や交通渋滞が低減することが期待され、それにより貴重な人命の損失を軽減するとともに、移動効率が向上し、流通等の経済活動が活性化することが期待できる。



右折時の対向直進車両の接近を通知

出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 先端技術 WG (第2回) プレゼンテーション資料 (トヨタ自動車株)

図表 IV-2 自動走行車による交通事故回避 (イメージ)

<渋滞緩和・快適走行>

ほぼ遅れのない追従走行の実現

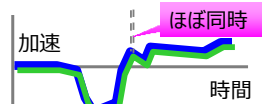


出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 先端技術 WG (第2回) プレゼンテーション資料 (トヨタ自動車株)

図表 IV-3 自動走行車による交通渋滞緩和 (イメージ)

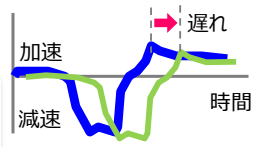
走行時の加減速イメージ

通信利用型：
同時加減速走行



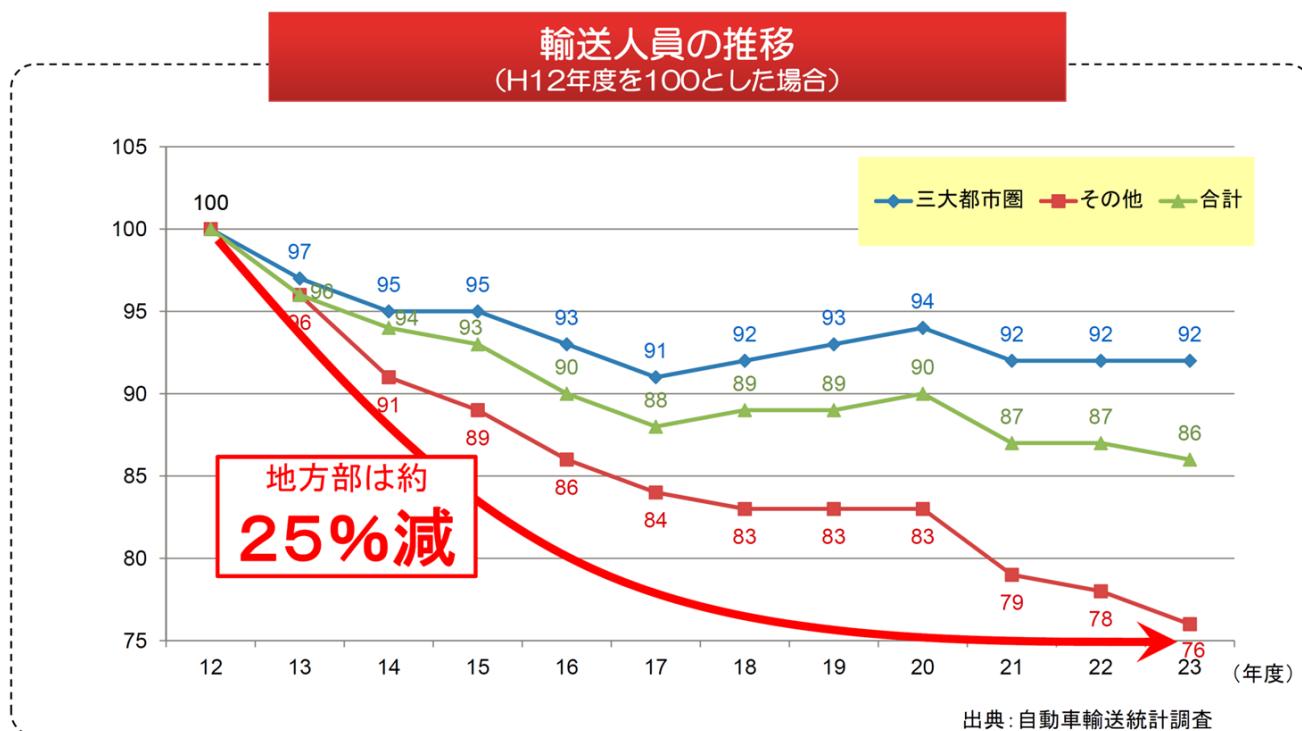
従来：レーダークルーズ
コントロールのみ

— 先行車
— 後続車



また、地方公共交通の減少に関しても、自律型モビリティシステムを実現することで、今までより低コストで新たな公共交通手段を提供することが可能となり、住民が地域で生活するための移動手段を確保できるようになる。

これにより、地域住民が、過疎地域であろうと生まれ育った地域で安心して継続して暮らせるような利便性の確保が期待できる。



図表 IV-4 地域公共交通手段の減衰（バス交通の例）

出所) 国土交通省「地域公共交通の現状等について」（平成 25 年 9 月 11 日）³

自動車以外にも、ロボットや小型無人機等の自律型モビリティシステムを実現することにより、現在は一人で外出するのが困難な者（生活弱者）が一人で外出可能となったり、そうした人達が必要とするモノをオンデマンドに無人配送したりすることも可能となり、地域住民の利便性の向上が期待できる。

さらに、例えば、少子高齢化社会及びそれに伴う労働人口の減少に直面する我が国においては、医療・福祉、介護における重労働の現場における代替労働力としての活用や、担い手の高齢化等の問題を抱えている林業等での効

³ <http://www.mlit.go.jp/common/001011383.pdf>

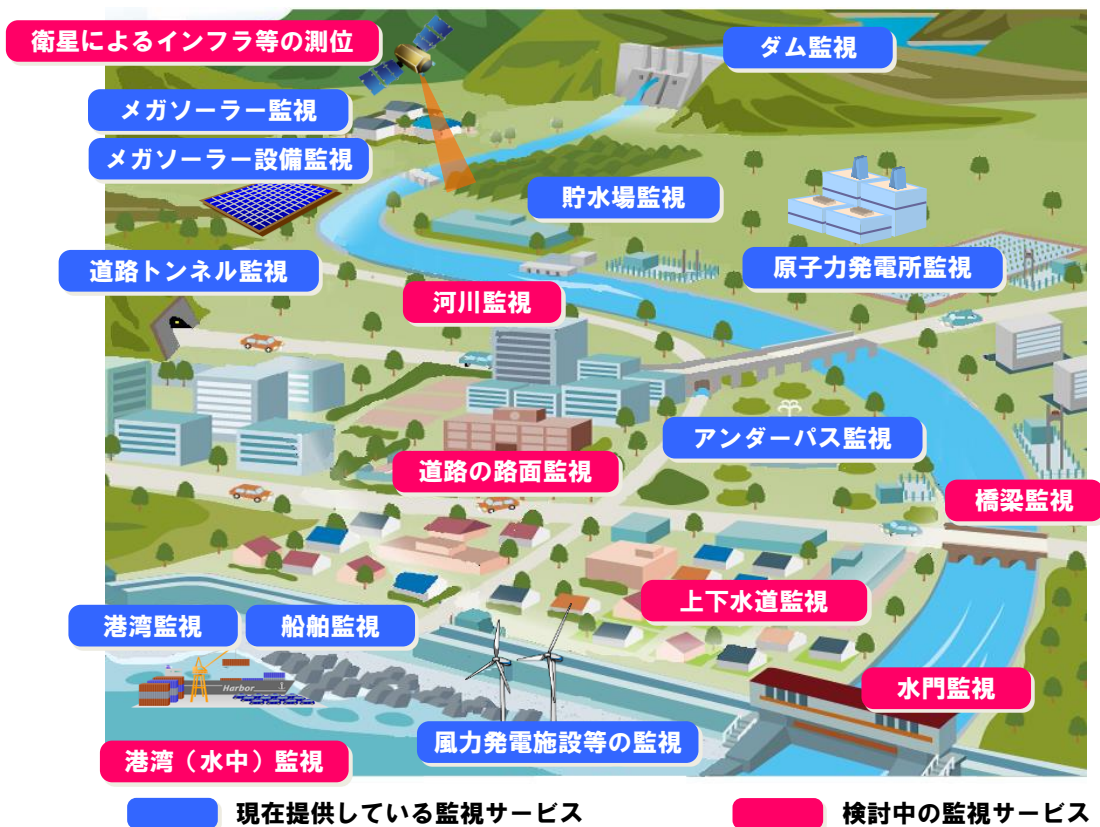
率的な資源管理、利用されなくなった休耕地にロボット／小型無人機等を導入することによる農業の活性化等が期待できる。



図表 IV-5 ロボットの社会実装による様々な産業への波及

出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 先端技術 WG (第 2 回) プレゼンテーション資料 (パナソニック(株))

また、道路や橋梁といった膨大な社会インフラの老朽化問題についても、社会インフラの監視・管理、具体的には道路、橋梁等の老朽化診断や故障箇所の発見等にロボットや小型無人機を活用することで、作業員の安全を確保しつつ、より高度で緻密なインフラ管理を行うことが可能となる。



図表 IV-6 ロボット／小型無人機を活用した社会インフラの管理（イメージ）

出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 先端技術 WG (第 2 回) プレゼンテーション資料 (総合警備保障棟)

さらには、近年頻発する各種災害への適用も期待できる。例えば、災害時等において、人が現地に入って観測することが困難な危険地域に行つての情報収集や、発災直後の混乱期等における迅速な災害復旧支援等に活用することができる。



図表 IV-7 ロボット／小型無人機を活用した災害対策（イメージ）

出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 先端技術 WG (第 2 回) プレゼンテーション資料 (総合警備保障棟)

② 産業的重要性

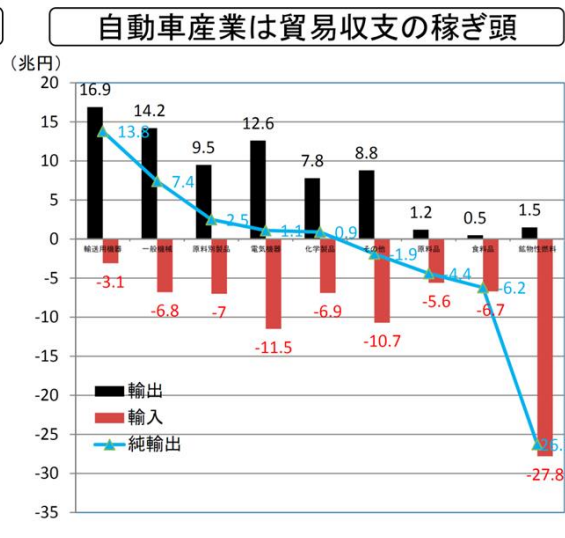
自動車産業は裾野の広い産業であり、製造品出荷額は 50 兆円を超え、関連産業の就業人口も 500 万人を超える。

自律型モビリティシステムの実現に向けた取組が国内外で活発に行われている中、我が国の経済活動において最も重要な産業の一つである自動車産業において、その国際競争力を維持・向上するためには、自律型モビリティシステムを世界に先駆けて実現していくことが重要である。

ロボットや小型無人機といった自動車以外の自律型モビリティシステムについても、前述のとおり、近年急速に実証的検証が産学官で進められている状況であり、自律型モビリティシステムが共通的に活用可能なプラットフォームは可能な限り一本化しつつ、それぞれのサービス要件に応じた柔軟な通信環境等を提供できるプラットフォームを実現していくことが重要である。



出典：総務省「平成17年(2005年)産業連関表」



図表 IV-8 日本の自動車産業の現状

出所) 経済産業省「自動車産業を巡る構造変化とその対応について」(平成27年7月22日)⁴

【社会的意義】

道路交通における安全・安心の確保

- 日本の交通事故死者数
2014年 4,113人
→ 2018年目途 2,500人以下に(目標)
- 世界の主要死亡原因(WHO調査)
交通事故死は、2015年 第9位(124万人)
↓
2030年 第7位(360万人)
- 交通事故の約9割がドライバーの運転ミス
(正確な'自動運転'で、大部分が回避可能)
- 2030年までに「世界一安全で円滑な道路交通社会」を構築(官民ITS構想・ロードマップ2015)

高齢者等の移動支援、地方の活性化

- 高齢者、交通制約者に優しい先進的な公共交通システム等の実現
- 地方におけるドライバー不足への対応等

【産業的意義】

自動車産業の競争力強化

安全性向上・商品力アップ

関連産業の市場拡大・創出

通信機器

車載センサー(カメラ、レーダー等)

車や人の位置、信号情報など

渋滞、事故情報

工事、規制情報

構造物、車線情報

ダイナミックマップ(階層構造のデジタル地図)

次世代都市交通システム
(2020年東京オリンピック・パラリンピック 東京都心~臨海部)

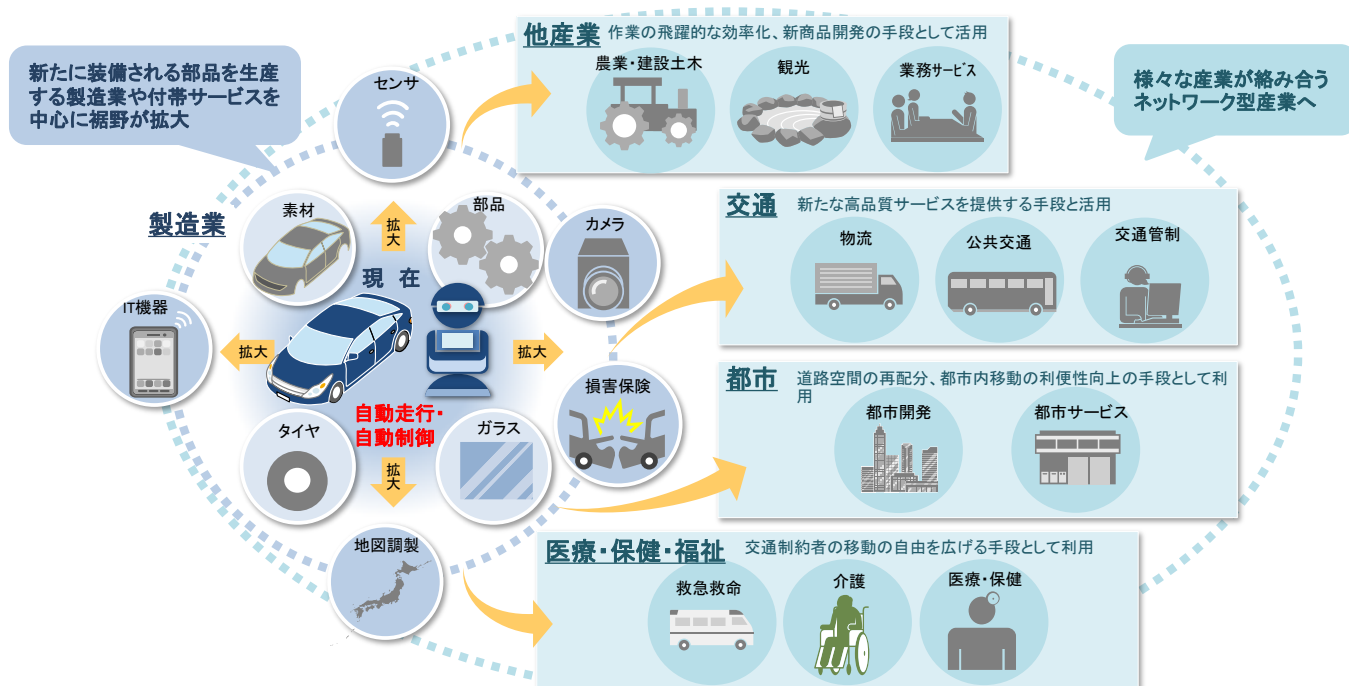
地域交通マネジメント

図表 IV-9 自律型モビリティシステム実現に対する社会的要請(自動走行の例)

出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 (第7回) 「自動走行システムの取組について」

⁴ <http://about.bloomberg.co.jp/content/uploads/sites/5/2015/07/METI.pdf>

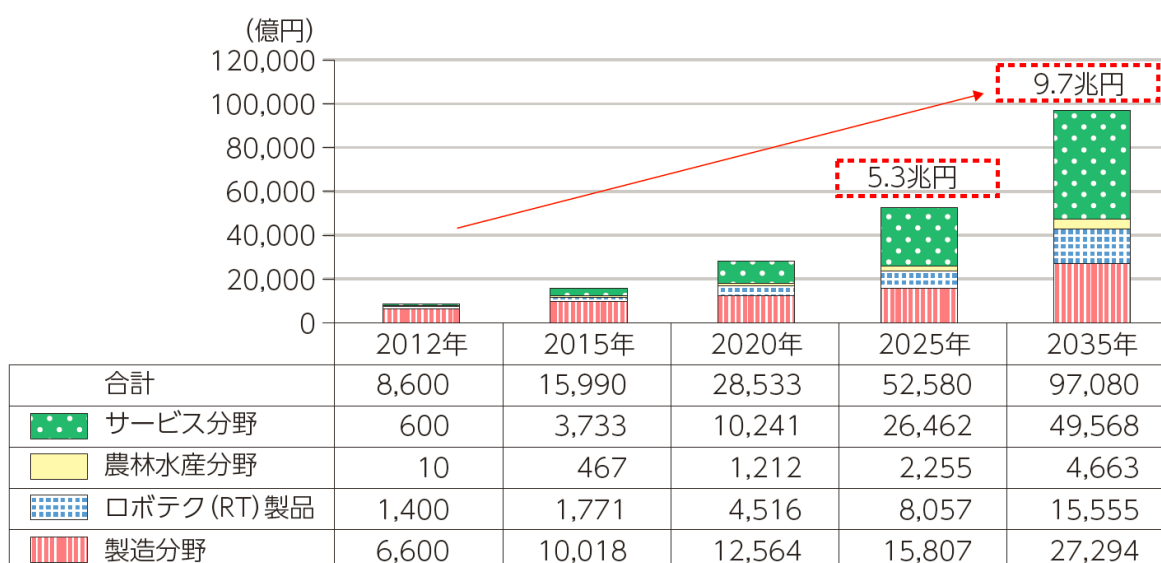
自律型モビリティシステムを社会実装していく過程及びそれが実現された社会においては、自動車やロボットといった特定の産業に留まらず、様々な応用領域産業への波及が期待される。具体的には、自動制御・自動走行の技術が新たに装備されるようになることにより、製造業を中心に関連産業の裾野が広がるとともに、センサー等の部品を通じて収集されるデータを用いた新たなサービスが創出されることが期待される。



図表 IV-10 自律型モビリティシステムの社会実装による様々な産業への波及

出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 先端技術 WG (第 1 回) プレゼンテーション資料 (㈱三菱総合研究所) より作成

例えば、我が国のロボット産業は、2025年には5.3兆円、2035年には9.7兆円（2015年は1.5兆円程度）規模にまで拡大すると予測されているが、IoT/BD/AI時代においては付加価値の源泉がネットワークの向こう側（ソフトウェア）に移行しつつある現状を鑑みれば、自動車、ロボット、小型無人機等の自律型モビリティシステムを実現するにあたって、その根幹となる先端的な通信プラットフォームを早期に構築し、その普及展開を図ることが重要である。それにより、機器製造にとどまらずプラットフォームやサービスの提供者としての地位を確立することが極めて重要である。



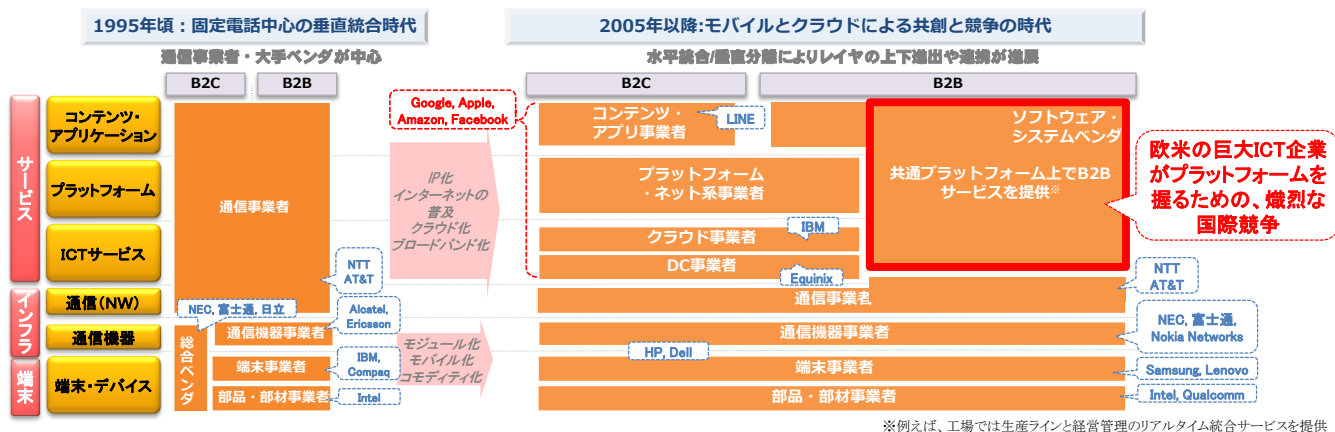
※2012年は足下推計値。2015～2035年の推計は平成22年度ロボット産業将来市場調査(経済産業省・NEDO)による。

図表 IV-11 2035年に向けたロボット産業の将来市場予測

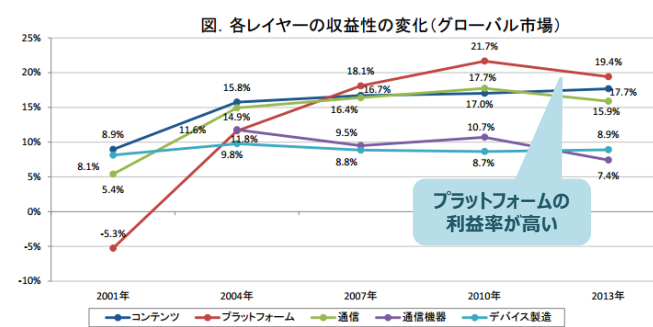
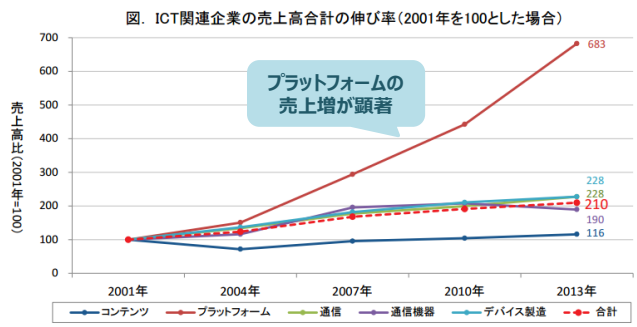
出所) 総務省「平成27年情報通信白書」⁵

⁵ <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc241330.html>

また、自律型モビリティシステムの共通的な通信プラットフォームは様々な産業分野に適用されていく可能性があり、同プラットフォームを世界に先駆けて構築することが我が国の ICT 関連産業（通信、情報処理、IoT 産業等）全体の国際競争力向上に資すると考えられる。



※例えば、工場では生産ラインと経営管理のリアルタイム統合サービスを提供



図表 IV-12 産業分野の通信制御 PF 等の上位レイヤー確保に向けた国際競争

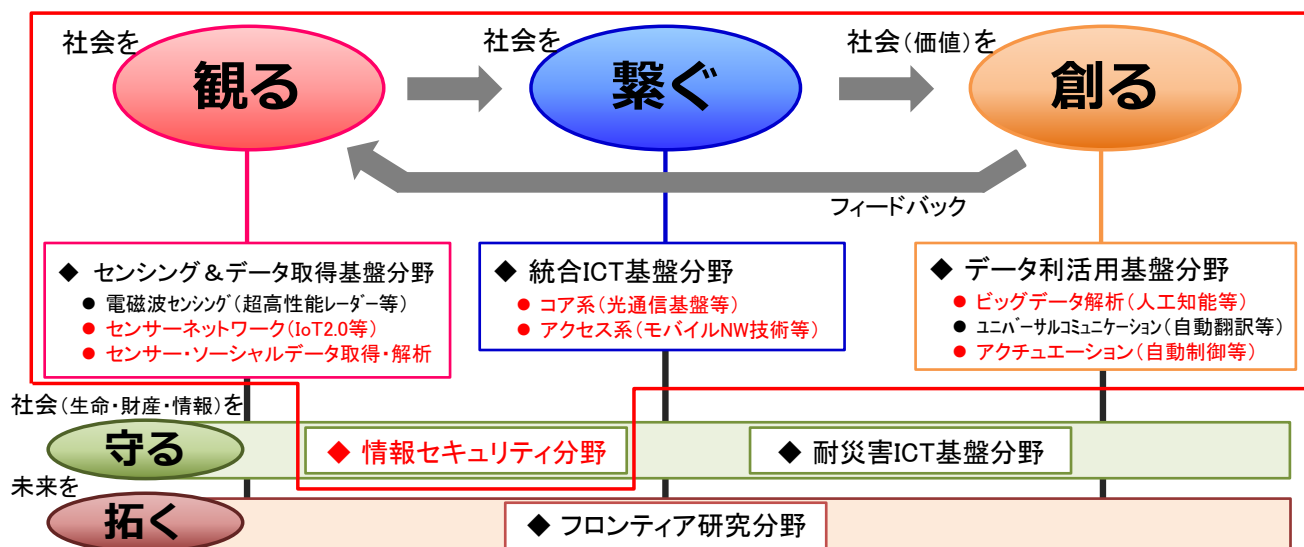
出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 先端技術 WG (第 1 回) プレゼンテーション資料 (㈱三菱総合研究所)

(2) 自律型モビリティシステムの実現に向けた技術開発の現状と動向

自動走行技術や自動制御技術等、自動走行を実現するための研究開発は、国内外において産業界、政府により積極的に進められているところである。現在、既に研究開発されている自動走行技術の一部は、主要な自動車会社において、2020年頃を目処に商用展開が計画されている。

こうした状況を踏まえると、我が国においても、2020年までの実用化を見据えつつ、前述の課題解決に資するような研究開発を進めていくことが重要である。

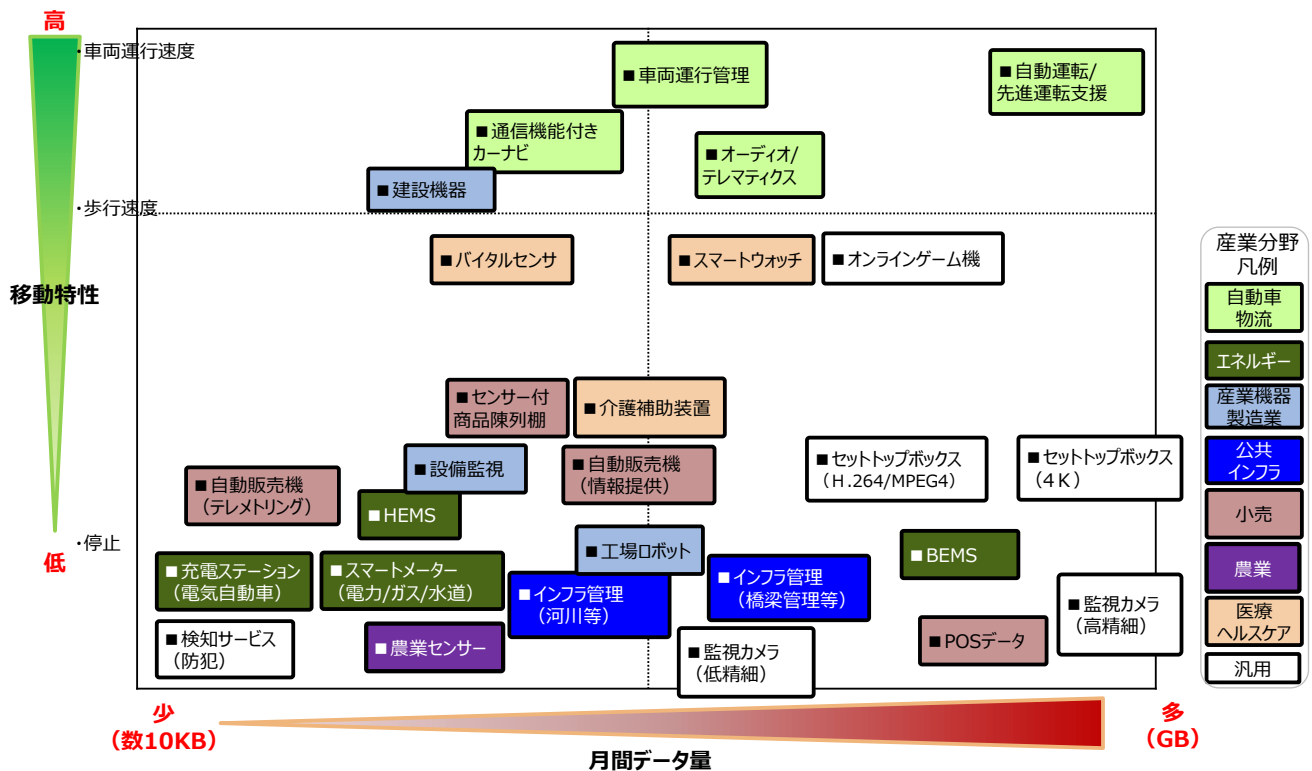
未来社会を開拓する世界最先端のICT



図表 IV-13 自律型モビリティシステムの実現に向けて
検討する必要がある技術領域

① ネットワーク（超高速・低遅延・高効率）の高度化

我が国は、これまでも光ファイバや無線によるブロードバンド環境の整備を推進し、世界最高水準の超高速ブロードバンド環境を実現している。一方で、本格的な IoT/BD/AI 時代には、これまで推進してきたコアネットワークの大容量化に加えて、情報伝送のリアルタイム性や膨大な数の機器の同時接続への対応など、ネットワークに求められる要件も、更に高度なものとなると考えられる。特に、移動系 IoT の行動制御といった高度な機能を実現するためには、自動車やロボット等の移動系機器から高精度かつリアルタイムに情報を収集し、収集された膨大な情報を迅速に処理し、処理された情報等の活用により機器の高精度な制御を実現することが必要である。



図表 IV-14 通信容量／移動性等を考慮した適材適所なネットワーク技術の必要性

出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 先端技術 WG (第 2 回) プレゼンテーション資料 (㈱NTT ドコモ)

② プラットフォームの構築

これまで、情報連携や機器の制御等を行うプラットフォームの構築は、サービスや業態毎にそれぞれ進められてきているところである。一方で、本格的な IoT/BD/AI 時代には、機器やサービスの枠を超えた新たな価値やサービスを創造するために、異なるプラットフォーム間での情報の連携や共有が重要となる。

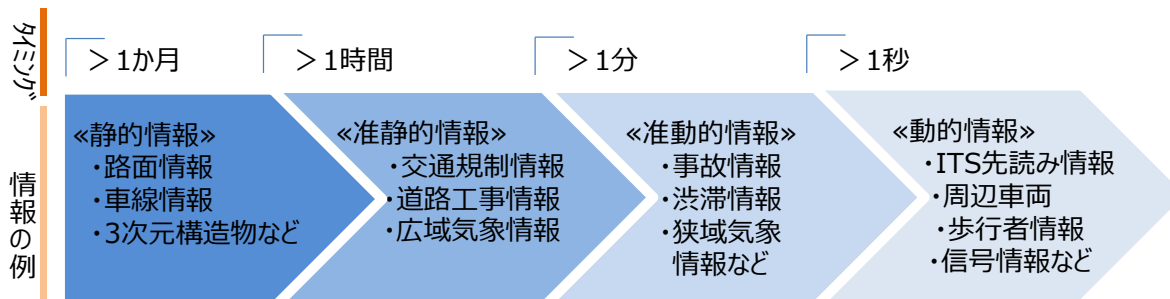
複数のプラットフォームの連携を実現させるためには、多種多様な機器を協調して制御するとともに、仕様の異なる機器が相互接続し、運用性を確保することが必要である。

特に、移動系サービスでは、自身の正確な位置情報とそれに基づく制御を行うことが重要であることから、自身の正確な位置情報を把握するため、高度な地図データに基づく情報等の活用が必須である。このため、現在、産学官の連携で進められている高度地図データベース（ダイナミックマップ）の活用に向けて、情報の効率的かつ効果的な伝送に必要な研究開発等を進めることが必要である。この際、移動系 IoT においても、自動車やロボット、小

型無人機といった分野・サービス毎に、ネットワークやプラットフォームに求められる通信要件（伝送遅延、伝送速度、同時接続性、移動速度等）は異なることが想定されることから、異なる多様な要件に対応できるネットワーク・プラットフォームを実現することが重要である。

	これまで(カーナビの例)	これから(ダイナミックマップ)
地図情報	人の運転に対して提供する情報 ・カーナビ地図更新データ ・駐車場満空情報 ・VICs情報 など	自動走行など車等が直接利用する情報も含む ・車線状況など大容量の地図基盤データ ・信号の色、歩行者・緊急車両接近・路面状況など幅広く変化がある情報など

ダイナミックマップで扱われる情報の種類とタイミング(例)



データ量、必要なタイミング、許容遅延、確実性など様々な観点から、使用する無線アクセス手段等を決める必要あり。

図表 IV-15 情報の更新頻度等を踏まえた情報配信技術の必要性

出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 先端技術 WG (第2回) プレゼンテーション資料 (㈱NTT ドコモ)

③ 高信頼性・セキュリティの確保

これまで、ネットワークに対する様々なセキュリティ対策が取られてきたところであるが、本格的な IoT/BD/AI 時代では、多種多様な機器がネットワークに接続し、サイバー空間で処理された情報に基づき現実社会のシステムが制御されることから、セキュリティ対策が現実社会の安全性に直結するようになると思われる。

また、従来、ネットワークに接続されていなかったような機器までもが、ネットワークに接続されるようになるという前提で、従来のようなソフトウェア上でのセキュリティ対策にとどまらず、ハードウェアを含めたシステムワイドなセキュリティ対策を行うことが重要である。

一方で、ネットワークにつながることによる利便性とリスクのバランスを踏まえたセキュリティ対策の在り方や信頼性の在り方は、開発者やサービス提供者のみならず、ユーザも含めた社会全体としての課題である。このため、業態やサービスによって、エッジ側とネットワーク側のどちらに重きを置く

てセキュリティ対策を取るか等、エッジ、ネットワーク、クラウドの各階層においてどのような分担で対策を講じるかについても検討することが重要である。

IoTが適用される業界		IoT活用例	主なセキュリティ脅威	エッジデバイス			通信網			クラウド/データセンター		
				C	I	A	C	I	A	C	I	A
製造	FA	装置リモートメンテナンス	制御装置異常	L	H	H	L	L	L	L	L	L
	PA	化学反応の歩留まり向上	プラント動作異常	M	H	H	M	L	L	M	L	L
流通/サービス	小売	POS端末情報の活用	個人情報漏えい	H	M	L	H	M	L	H	M	M
	物流	貨物のバーコード情報の活用	個人情報漏えい	L	L	M	L	L	M	H	L	M
金融	銀行	フィンテック・仮想通貨	個人情報漏えい	H	M	L	H	M	L	H	M	L
	保険	テレマティクス保険	個人情報漏えい	H	M	L	H	M	L	H	M	L
公共/インフラ	電力	スマートメーター	停電/メーター改ざん	L	M	L	L	M	M	M	H	H
	ガス	スマートメーター	ガス停止/メーター改ざん	L	M	L	L	M	M	M	H	H
	航空	航空機運航の効率化	不正操作による航空機事故	L	H	H	L	H	H	L	H	H
	鉄道	鉄道運行管理の効率化	不正操作による鉄道事故	L	H	H	L	H	H	L	H	H
	水道	リモート監視	遠隔操作による水道機能停止	L	L	H	L	L	H	L	L	H
	交通	渋滞解消	遠隔操作による自動車事故	L	H	H	L	H	H	L	H	H
	ビル	電力使用量の効率化	遠隔操作による火災	L	M	M	L	M	M	L	M	M
	医療	遠隔医療	個人情報（病歴）漏えい	H	H	L	H	H	L	H	H	L
一般消費者	個人	ウェアラブル機器	個人情報漏えい	M	L	L	M	L	L	M	L	L
	家庭	スマートホーム	個人情報漏えい	H	H	L	H	H	L	H	H	L
	車	自動運転	不正操作による自動車事故	L	H	H	L	H	H	L	H	H

凡例：C:機密性I:完全性A:可用性/H:リスク高M:リスク中L:リスク低

図表 IV-16 IoT を適用する業界別のセキュリティ脅威とセキュリティ評価

出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 先端技術 WG (第4回) プレゼンテーション資料 (インテリジェンティ)

特に、自律型モビリティシステムの分野においては、セキュリティ上の脅威が直接的に人命等の安全性に影響を及ぼす可能性が高く、ハードウェア、ネットワーク、プラットフォーム、通信、クラウドのいずれの領域においても、起動、検知、監視、対応、改善における高いセキュリティを担保することが重要である。このため、攻撃を防ぐ（防御）方法の検討に留まらず、①防御するための平時からの対策を取り、②攻撃の発生を適切に監視し、③攻撃を受けた場合には、即時・適切に対応するとともに、④再発を防止する攻撃後の対策を総合的に検討し、継続的に見直し、更新していくことが重要である。

(3) 自律型モビリティシステムの実現に向けた研究課題と推進方策

移動系 IoT の中でも、特にリアルタイム性や高信頼性が要求されるサービスとして自動走行・自動制御技術を活用した自律型モビリティシステムの実現が求められている。これらの早期の社会実装、普及を実現するとともに、これらのシステムを観光や土木、福祉等の多様な分野へ展開し、自律型モビリティ社会の実現に資するためには、自動走行に必要な高度地図データベース（ダイナミックマップ）の更新・配信のための通信技術の開発や、自動走行技術／自動制御技術等を活用した安全・安心な自律型モビリティシステムの開発及び利活用実証を推進することが必要である。

① 自律型モビリティシステムの高精度化

高速で移動する自律型モビリティシステムに対して、正確な位置情報に基づき、自動走行に必要な地図情報や周辺情報といったダイナミックマップの情報を、情報の鮮度を保ちつつ正確に伝送するためには、ローカル、エッジ、リモート（クラウド等）を、それぞれの用途・特性に応じて使い分けることで、自律型モビリティシステムが利用するネットワークの負荷分散、情報の種類に応じた局所的な動的データ処理、リアルタイム性を確保するための低遅延なレスポンスを実現することが重要である。

このためには、ネットワークの入り口で、必要な情報を適切に処理するためのエッジコンピューティング技術を用いたプラットフォーム構築技術確立が必要である。また、自動走行車等の安全・安心な動作を支援するためには、車両等の高精度な位置情報に基づき、リアルタイムかつ網羅的に車両周辺情報等を収集し、制御を行えるようにするための技術開発が必要である。

【具体的な技術開発課題】

- ⇒ 自律型モビリティシステムに適応したエッジサーバを構築するため、低遅延エッジサーバ技術、エッジサーバ間ハンドオーバー向上技術等の開発
- ⇒ 準天頂衛星等も活用した高精度な位置情報のリアルタイムな収集を可能とするための技術の開発、様々な情報を安定的に収集し、それを基にアプリケーションを安定的に実行・制御させるための技術の開発

② 自律型モビリティシステムを支える高効率情報配信

高精度な位置情報と周辺情報を活用し、自動走行を実現するためには、現

在、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）において検討が進められているダイナミックマップの活用が不可欠である。

自動走行に必要なダイナミックマップは、道路情報と道路上の物体に関する高精度な地図情報と、車両周辺情報等の多様かつ大量の情報を扱うため、これらの伝送においてはネットワークに対して大きな負荷がかかることが想定される。

このため、収集される様々な情報を、その情報の内容や更新粒度に合わせて、情報を配信する間隔や範囲を選別し、適切に配信することが重要である。さらに、ダイナミックマップの情報を効率的に管理し、情報の粒度・種類に応じて更新する技術等の研究開発が必要である。

【具体的な技術開発課題】

- ⇒ ダイナミックマップの情報を高効率に更新・配信し、確実に受信出来る技術の確立
- ⇒ 自動車以外の自律型モビリティシステムに活用するための、車道周辺の歩道等も含めた適用対象の拡大

③ 自律型モビリティシステムを支える高信頼ネットワーク

多種多様な IoT サービスがネットワークに接続することが想定される中、サービス毎の重要度に応じたネットワーク接続の信頼性確保が重要である。特に、自律型モビリティシステム及びそれらが接続するネットワークは、安全面においても高い信頼性が求められる。このため、自律型モビリティシステム全体の安全・安心を確保するためのサイバーセキュリティ対策や障害時の対策を確立する必要がある。

【具体的な技術開発課題】

- ⇒ ユースケース毎に異なる多様な運用条件に応じたネットワーク利用・管理方式、サイバー攻撃を検知・判断する技術、検知・判断に基づきネットワークスライスを遮断・縮退し、操作者に通知する技術の開発
- ⇒ 障害発生時においてもネットワーク側をつなぎ続けるためのリルート技術の確立
- ⇒ 障害時の回復、動作確認、復帰までのナビゲーションサポート技術の開発

④ ロボット等も含めた自律型モビリティシステムの共通プラットフォームの構築

自律型モビリティシステムに適用される自動走行技術／自動制御技術は、高速で移動する自動走行車の他に、電動車椅子やロボット、無人建機、小型無人機等の低速で移動する移動体に対しても有効であると考えられる。

また、自動走行技術／自動制御技術の実用化を進めるにあたっては、比較的低速な電動車椅子や無人建機等でその有効性を検証しつつ、開発を進めることが有効である。この際、特に時速 6km 以下で移動する電動車椅子などは、現行の道路交通法では歩行者と同等の扱いとなるため、歩道や敷地内を移動する人や荷物を運搬するカート等といかに共存を図るかが重要な課題となる。

このためには、特定のハードウェアやサービスに依存しない複数の自律型モビリティシステムが相互に連携し、さらには当該自律型モビリティシステムが人と協調しながら適切な行動を可能とするための共通プラットフォームの構築が必要である。

【具体的な技術開発課題】

- ⇒ 多様な自律型モビリティシステムが検知した情報を、他の自律型モビリティシステムと情報共有し、協調動作を可能とするためのプラットフォーム構築技術の開発
- ⇒ 自律型モビリティシステムが共通して利用可能な物体の検出、属性識別、行動予測等を可能とするための技術の開発

⑤ 自律型モビリティシステム実現に必要な情報の相互流通の促進

通信機能を備えた自動走行車同士が、危険等を事前に察知し、相互に連携しながら、危険回避行動を講じられるようになる必要がある。このため、位置情報や周辺状況といった様々な情報を収集し、分析することが必要であり、単一の事業者で全ての情報を収集・管理することが難しくなると想定される中、技術的な規格化、運用面でのルール化等、情報の相互流通の在り方を検討することが必要である。

また、異なるメーカー（センサー／車両）のシステムであっても相互に連携できないと事故に繋がる可能性がある。こうした事態が発生しないよう、情報流通の基盤／技術の標準化を図ることが必要である。この際、国内に閉じず、諸外国も巻き込んだ標準化が必要である。

⑥ 研究開発成果の実装と社会受容性の醸成

自律型モビリティシステムの社会実装に向けては、研究開発成果を活用し

た社会実証を通じて、自律型モビリティシステムの個別具体ケースの有用性を示し、研究開発成果の迅速な社会展開や更なる応用領域への展開を図ることが重要である。

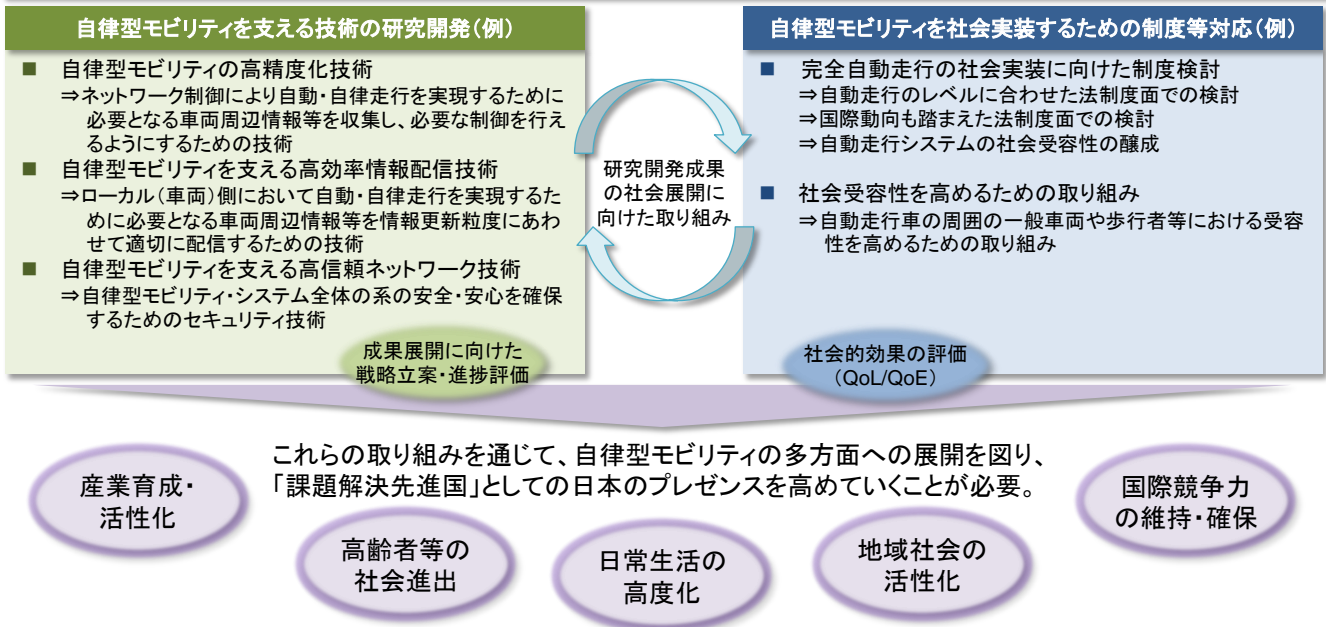
諸外国においても、特区等を設け、実際の道路において自動走行車の実証実験を行うとともに、そうした検証を通じて、どのような制度改革が必要であるか、社会実装上どのような課題があるかといった検証を行い、その対策を講じようとしている。すなわち、自律型モビリティシステムを社会実装していく上では、安全な社会の実現という点からも、充足すべき安全性についての要件等の明確化を図ることが重要である。

また、社会実装を進めるにあたっては、自律型モビリティシステムの周囲の一般車両や歩行者等の受容性を高めることが重要であることから、例えば、提供エリアや提供サービスに関して、導入に係る心理障壁等のハードルが低い部分から社会実装を進めることで、社会的受容性を徐々に醸成するというアプローチも重要である。

(4) 自律型モビリティシステムの実現に係る研究開発戦略

自動走行技術／自動制御技術の研究開発は、各国が熾烈な国際競争を行っている分野である。また、当該技術の実用化に向けては、これらの実装に対する社会的な受容性を醸成していくことが大きな課題である。

- 自律型モビリティ・システムの実現に向けては、①当該システムを実現するための技術を研究開発を確実に推進するとともに、②必要に応じて現行法規制の改正を含む対応を行う必要がある。あわせて、③当該システムの社会受容性を高める取り組みを行い、社会実装、普及展開を図っていく必要がある。
- 当該分野においては、前述のとおり、諸外国において官民挙げた研究開発／実用化に向けた取り組みが進められており、また他産業への波及効果も大きい。そのため、研究開発を進めるにあたっては、その効果を最大化するため研究開発後(実用化)も見据えた事業展開戦略(ロードマップ等)を策定し、その進捗度合い、効果(直接効果／波及効果)を定量的に評価していくことが重要なのではないかと。



図表 IV-17 先端技術の円滑な社会実装に向けた研究開発の全体方針

出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 先端技術 WG (第1回) プレゼンテーション資料(㈱三菱総合研究所)

このため、自律型モビリティシステムの研究開発を進めるにあたっては、以下の点に留意しながら、進めていくことが重要である。

① 競争領域と協調領域の分析を踏まえた取組戦略の策定

自動走行技術／自動制御技術の研究開発と実用化に関しては、多くの自動車メーカーや民間企業が既に莫大な投資を行い、研究開発を進めている。政府レベルにおいても、様々な取組が活発化している状況である。

例えば、米国では、運輸省が2014年12月に「ITS Strategic Plan 2015-2019」を発表し、本格的なIoT/BD/AI社会の到来を見据え、自動走行の実現に向けた取組の方向性を提示している。2016年1月には、「現実世界のパイロットプロジェクトを通じて、安全な自動走行の開発と採用を加速する」ために、今後10年間に40億ドル以上投資することを2017年度の予算案で表明し、産業界と連携し、自動走行車の安全な開発・運用に係るガイドラインを6ヶ月以内に策定すること等を明確化している。

また、欧州においても、ERTRAC (European Road Transport Research

Advisory Council)が2015年7月にAutomated Driving Roadmapを発表し、自動走行の実現が極めて重要であるという認識のもと、現在の自動車技術の強い産業基盤を維持しつつ、国際競争力で先頭に立つ方針を表明している。こうした各国の熾烈な競争に遅れることなく、我が国の国際競争力を強化するためには、単にそれらの取組を後追いするのではなく、日本（及び日本企業）が競争力を維持できる、或いは欧米の中核企業とパートナーを組める技術力を確保することが重要である。

このため、技術開発を進めるにあたっては、各国・企業の研究開発の方向性や現状を踏まえつつ、競争領域と協調領域の分析を行うとともに常に見直しを行い、国は協調領域に関する研究開発・標準化を推進し、可能な限り、その研究開発成果を多様なステークホルダーがプラットフォームとして活用できる仕組みを構築することが重要である。

② 迅速な社会実装を目指した研究開発、技術実証・社会実証の強化

交通事故／渋滞や地域公共交通の衰退、地方公共交通の減少による移動困難者の発生や生活弱者の地域社会からの孤立といった社会課題を解決するため、自律型モビリティシステムの社会実装を見据えて研究開発を推進することが重要である。例えば、移動困難者が屋内（自宅）⇒屋外（移動中）⇒屋内（外出先）という移動をする場合、屋内、屋外をシームレスに移動できるような自律型モビリティシステム（ダイナミックマップの連携等）が必要になる。また、自律型モビリティの安全性の検証に加え、搭乗者の快適性を考慮した検証も重要と考えられる。

したがって、社会課題の解決に資する研究開発を行うためには、その社会課題に直面している方々に参加してもらい形で実際のフィールド上で実証検証を行うことが効果的であり、例えば、車いすロボや見回りロボ等の研究開発にあたって、大型商業施設で実際に運用し、技術実証・社会実証を行うことで、利用時の課題を抽出・分析するとともに、そうした自律型モビリティシステムの存在に対するユーザの受容性等を評価し、研究開発にフィードバックすることが考えられる。

このため、研究開発主体は、研究開発段階から社会展開／社会実装を見据えたロードマップを作成し、国際的な動向等を踏まえつつ、適切に見直しを行いながら取り組んでいくことが必要である。

	2015	2020	2025	2030
様々な応用領域への適用		AIによる自律的な行動 <ul style="list-style-type: none"> 自動走行システム(レベル2)が可能に 製造工程へのロボットの投入が本格化 	AIによる人間活動の高度な支援 <ul style="list-style-type: none"> 自動走行システム(レベル3)が可能に 社会インフラ管理等の分野における人とロボットの協調作業が可能に 農作業等におけるテレレジスタンス(遠隔での物理的な作業)が可能に 	人間とAIとの高度な協調・連携 <ul style="list-style-type: none"> 完全自動走行(レベル4)が可能に 高齢者や障害者が人の介助なしに普通に生活可能な自律支援システムの実現 同時通訳レベルの音声翻訳サービスの実現
AI/IoTの基盤技術の高度化		環境認識・認知能力の向上 <ul style="list-style-type: none"> マルチモーダル認識による、より深い環境理解が可能に コンテンツのメタ情報をソーシャルノテーションを併用しつつ自動生成可能に 関心・スキル・周辺状況を踏まえた適切なリコメンデーションが可能に 	横断的な情報解析・分析能力の向上 <ul style="list-style-type: none"> 脳情報/視線情報等の生体情報を活用した感情認知・分析が可能に 様々な情報をリアルタイムに把握し、適切な予測・最適化が可能に 多種多様なセンサ群データを統合的に検索・分析が可能に 身体能力・知的能力を自然な形で拡張する小型装着型デバイスの出現 	大規模知識理解能力の向上 <ul style="list-style-type: none"> 脳活動を直接反映可能な運動機能補完ロボットの出現 複数対話に途中から自然に参加可能なAIエージェントの普及 個人/集団の状況をリアルタイムに把握し、助言/リスク提示を行うAIエージェントの出現 地域固有の文化・思想等を把握・理解可能に 意見対立者の事情を聞き、調停案を提示可能なAIエージェントの出現
社会高度化のためのICT基盤の高度化		柔軟かつ安全・安心な基盤の確立 <ul style="list-style-type: none"> ネットワーク仮想化による柔軟にリソース割当て可能なネットワーク基盤 エッジ分散コンピューティングによる低コストで柔軟なネットワーク基盤 攻撃の変化に追従し、自動防御するセキュリティ基盤 	高速・低遅延・高信頼ICT基盤の確立 <ul style="list-style-type: none"> 超低遅延通信広域無線ネットワーク基盤(自動制御等に求められる1ミリ秒以下を実現) 機器同士が自律的に連携し、通信途絶の発生しないネットワーク基盤 IoTにおいて重要な、制御システムへの不正侵入等を防御するセキュリティ技術 	多様かつ自律的なICT基盤の確立 <ul style="list-style-type: none"> 脳情報計測とワイヤレスエリア通信基盤 人間の脳と同等の情報処理が可能なニューロシナプティックシステム 自律的に学習する計算システムのアルゴリズム理論構築

図表 IV-18 自律型モビリティシステムのロードマップ(例)

出所) 情報通信審議会 術戦略委員会 先端技術 WG(第1回) プレゼンテーション資料(株)三菱総合研究所

③ 社会実装に向けた制度的検討

自律型モビリティシステムの社会実装にあたっては、単に技術を確立し、実証を通じてその有効性を検証するだけでは不十分である。それを社会で安全・安心に利用できるようにするためには、例えば、以下の様な観点からの制度的検討を進めていく必要がある。

- 自律型モビリティシステムが安全に動作するために求められる要件
- 自律型モビリティシステムに問題が生じた場合の責任分界点の在り方
- 自律型モビリティシステムがグローバルに水平展開される可能性も考慮し、諸外国における動向も踏まえた法規制の在り方
- 自律型モビリティシステムが直接的／間接的に収集・利用するデータの情報流通の在り方

V 先端 IoT システムの円滑な社会実装に向けた推進方策

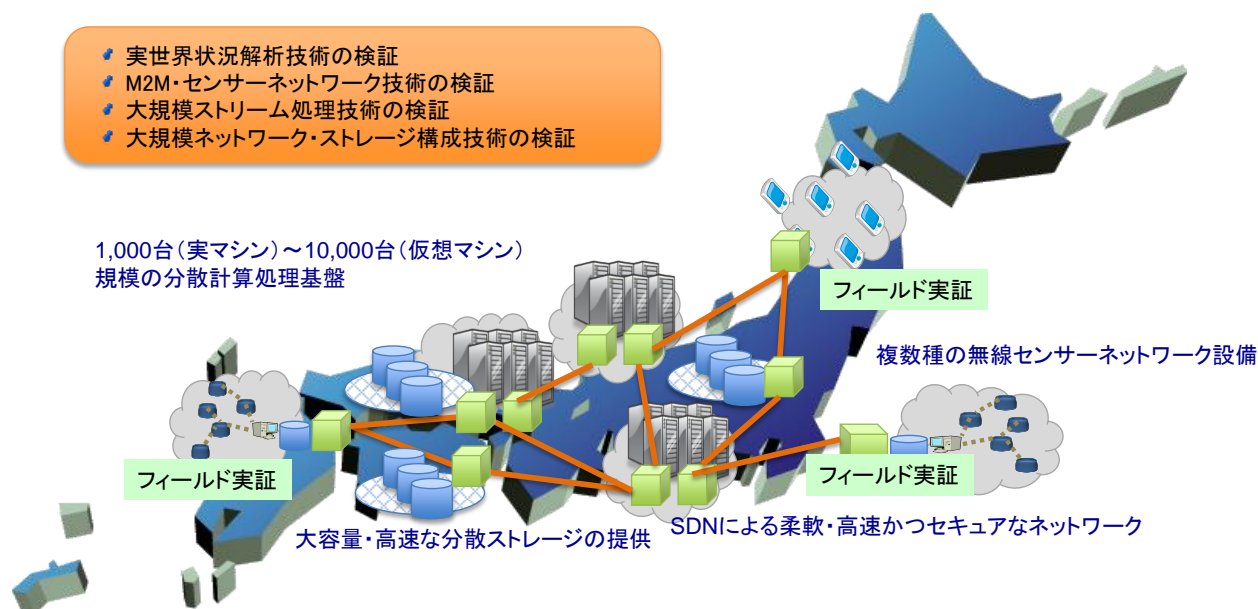
(1) IoT/BD/AI 時代のテストベッド環境の整備

今後の IoT の本格的な普及展開を見据え、地方創生やオープンイノベーションの視点も踏まえ、様々なユースケースを想定して、多様なセンサーデータの収集・蓄積・処理や多様な機器・通信プロトコルから構成されるネットワークシステムを再現し、検証することが一層重要となってくる。

これまでも、NICT では、新世代ネットワークの実現に向けた検証等を行うためのテストベッド環境を整備し、関連技術の研究開発を推進し、ネットワークを活用したサービスの実現に貢献してきたところである。

例えば、JGN は研究開発テストベッドネットワークとして平成 11 年から運用を開始し、その後、大規模マルチキャスト環境や IPv6 環境の整備、ネットワーク機能・性能の拡充等を行い、ネットワーク技術の研究開発やアプリケーションの実証実験等に貢献している。

また、IoT 時代の多様なネットワーク環境やそこから創出されるサービスの実現に向けては、大規模エミュレーション基盤としての StarBED や大規模スマート ICT サービス基盤テストベッドを整備し、研究開発の効率的な推進や複雑化するネットワーク環境の検証に貢献してきたところである。



図表 V-1 NICT の大規模スマート ICT サービス基盤テストベッド

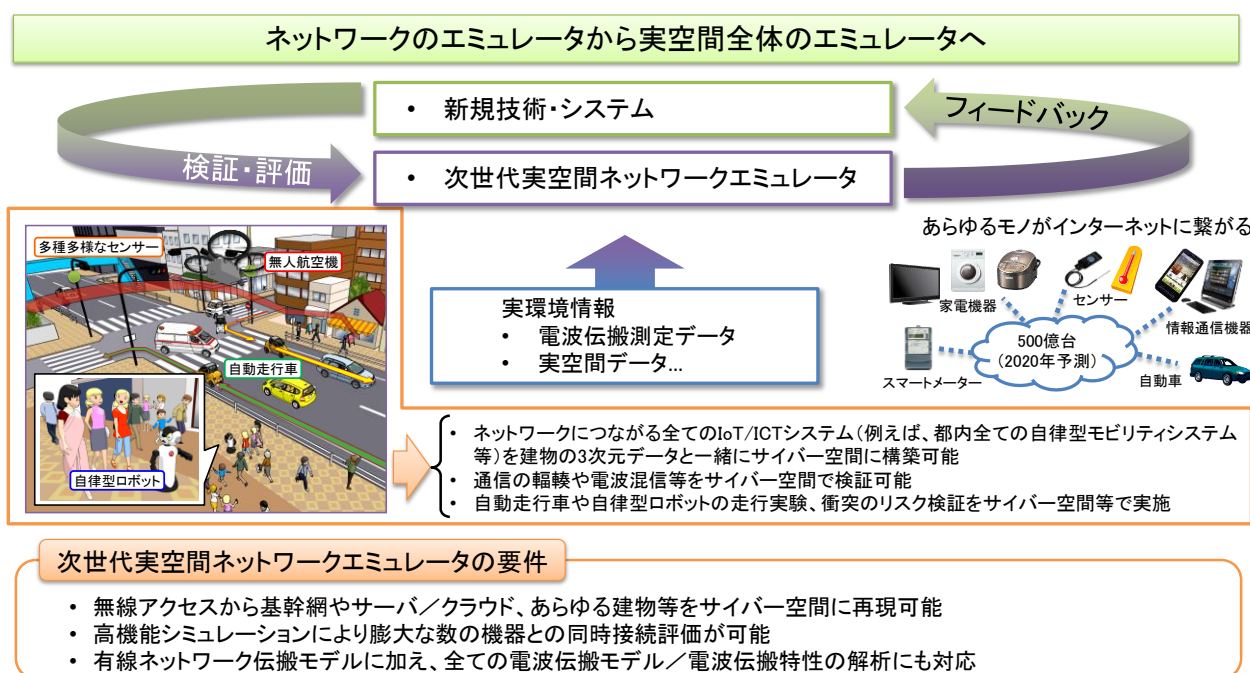
① テストベッド環境の高度化を実現する研究開発と人材育成

今後の本格的な IoT/BD/AI 時代を見据えた検証基盤としては、先端的な IoT サービスを実現するため、実環境の情報を踏まえたエミュレーション環境を

構築することが重要である。例えば、エリアネットワークの無線網からコアネットワークのサーバ/クラウドまでの総合評価、センサー等の膨大な機器の同時多接続環境の評価、有線ネットワークに加えてあらゆる無線ネットワークの伝搬モデルの解析・評価等、有無線一体で実空間全体の詳細な評価が可能なテストベッドが必要である。加えて、こうしたテストベッド環境は、実サービスを見通した検証を行うという点において、IoT のユーザ企業等の検証ニーズに合致した環境が求められることから、テストベッド環境を柔軟に対応させるための研究開発や開発を担う人材の育成も必要である。

【具体的な推進方策】

⇒ IoT/BD/AI 時代のテストベッドとして、膨大な数の IoT を利用した多様な先端 IoT サービスの開発・実証が行えるように、サイバーフィジカルシステム（CPS）全体について、機能の高度化やスペック変更等に柔軟に対応しつつ検証が可能な環境の開発とそのための人材育成を推進



図表 V-2 IoT/BD/AI に求められるテストベッド環境

② 利用者視点でのテストベッド環境構築

テストベッドはこれまで主にネットワークやシステムの研究開発を行う ICT 事業者、ベンダ、大学等の関係者が主に使用してきたが、IoT サービスを創出する観点からは、利用するための手続きや開発サポート等において IoT

のユーザ企業等がこうしたテストベッドを利用しやすい環境を整備していくことが重要である。

【具体的な推進方策】

- ⇒ テストベッドの一層の有効活用に向け、利用者の検証ニーズに応じてテストベッド環境を容易に設定可能なテストベッド API の開発・導入や、技術支援・利用サポートを行う専門家（テストベッドカタリスト）の育成を推進
- ⇒ テストベッドの提供者と利用者間及び利用者相互間において、検証に関わるデータ等のセキュリティ確保や検証成果の守秘義務等に関する汎用的な取り決め（テストベッド利用プロセスに係る取決め）の充実等の利用環境整備を推進

(2) 「人・技術・データ」活用によるエコシステム構築に向けた取組

① 「人・技術・データ」の集積拠点の形成

欧米の巨大 ICT 企業では、サービスプラットフォームを形成して競争力の高いサービスを提供する「垂直統合モデル」によって顧客を囲い込み、関連データを収集することで事業拡大を図っており、高収益のビジネスモデルを構築している。他方、IoT を活用した新たなサービスやビジネスを実現しその恩恵を享受するためには、多様な参加者が IoT のメリットを享受できるエコシステムの構築が重要である。

こうした「人・技術・データ」の集積拠点の形成にあたっては、技術実証の基盤であるテストベッドの活用が有効であり、試行的なデータ流通によりデータ共有の有効性のコンセンサス形成を図るとともに、新たな IoT サービスの創出に向けた共創型プロジェクトが重要である。

【具体的な推進方策】

- ⇒ 大学・民間等による多様な AI 技術や翻訳技術等の研究開発の検証にテストベッドの開放を推進するとともに、その際に集積されるデータを活用したアイデアソンやハッカソンを開催する等、テストベッドを核に「人・技術・データ」が集まるような共創型プロジェクトを推進

② 研究開発プロジェクト間の連携の強化、プロジェクトマネジメントの強化

IoT に関連する研究開発を効率的に進め、その効果を最大化するためには、他の研究開発プロジェクトと連携し、成果の相乗効果を生み出すことが重要

である。例えば、次世代 AI の研究開発と連携することにより、自律型モビリティシステムによる付加価値の一層高いサービスを実現する可能性も期待できる。

個々の政策目的で実施されている研究開発プロジェクトをこれまで以上に有機的に連携させるために、研究の進捗管理や成果の社会展開手法を共有・分析する等、プロジェクトのマネジメント手法の高度化の検討を進めることも重要である。

また、IoT/BD/AI 時代の地方創成やイノベーションの創出には、地方自治体、大学及び多様な企業・団体が協働し、価値の源泉となる多様なデータを実際に活用した研究を推進していく中で、データ駆動型のイノベーション人材を育成・活用していくことが重要である。

【具体的な推進方策】

⇒ 研究開発や実証実験等の各種プロジェクトの推進にあたり、成果の社会実装を強化するため、プロジェクトマネジメント手法の改善、効果的事例の共有、若手・女性研究者等の育成・活用を推進

③ 様々な IoT データの相互流通の促進、共通プラットフォーム実現に向けた研究開発・実証等

本格的な IoT/BD/AI 時代においては、様々なサービスにおいて膨大なデータが収集・管理されることになるが、1つのデータが様々なアプリケーション／サービスで利用できる可能性があることから、適切な対価でのデータの相互利活用やデータ形式・データアクセス等を共通化できるようにする仕組みを検討する必要がある。この際、異業種間等でのデータ流通を促進するという観点からも、データ流通によりその元々のデータ収集者のメリットが損なわれることのない在り方を検討すべきである。同時に、データの利活用にあたってはプライバシーに配慮した形で利用する仕組みの導入など、情報提供者のプライバシーにも留意が必要である。

また、巨大 ICT 企業等による、特定サービス毎の垂直統合による囲い込みに対応するため、

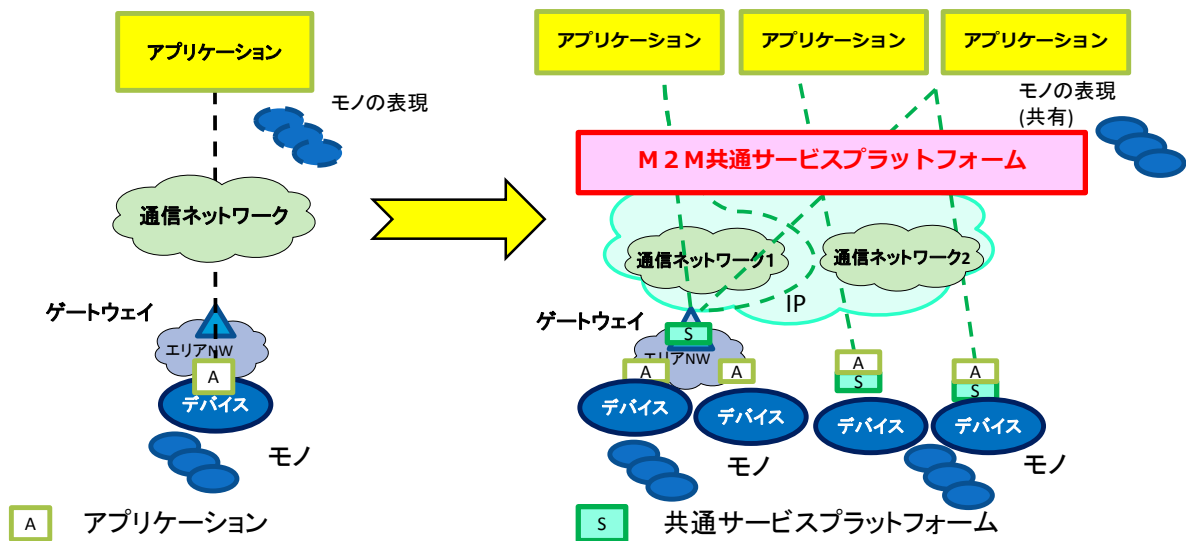
- ・ 特定の業種・サービスに依存しない、データ収集・利用、デバイス管理
- ・ 異なるベンダ間の相互接続性
- ・ AI の活用を含め、サービスの重要度に応じたネットワークの資源配分と接続の信頼性確保

を可能とする IoT 共通プラットフォームの実現に向け、テストベッドを活用しながら産学官一体となって研究開発、標準化、技術実証・社会実証に取

組み、オープンイノベーションを推進する必要がある。あわせて、先端 IoT システムの実現に必要な共通基盤技術の開発に取り組む必要がある。

パイプ (垂直統合型)
 1アプリケーション、1 NW,
 1 つあるいは少種類 デバイス

**水平方向展開
 (共通プラットフォーム利用)**
 アプリケーションが共通インフラ、環境、
 ネットワーク要素を共有
 (接続、デバイス管理、課金、セキュリティ等)



出所) 情報通信審議会 技術戦略委員会 (第8回) プレゼンテーション資料 ((一社)情報通信技術委員会)

図表 V-3 IoT サービスの垂直統合から水平分業へ