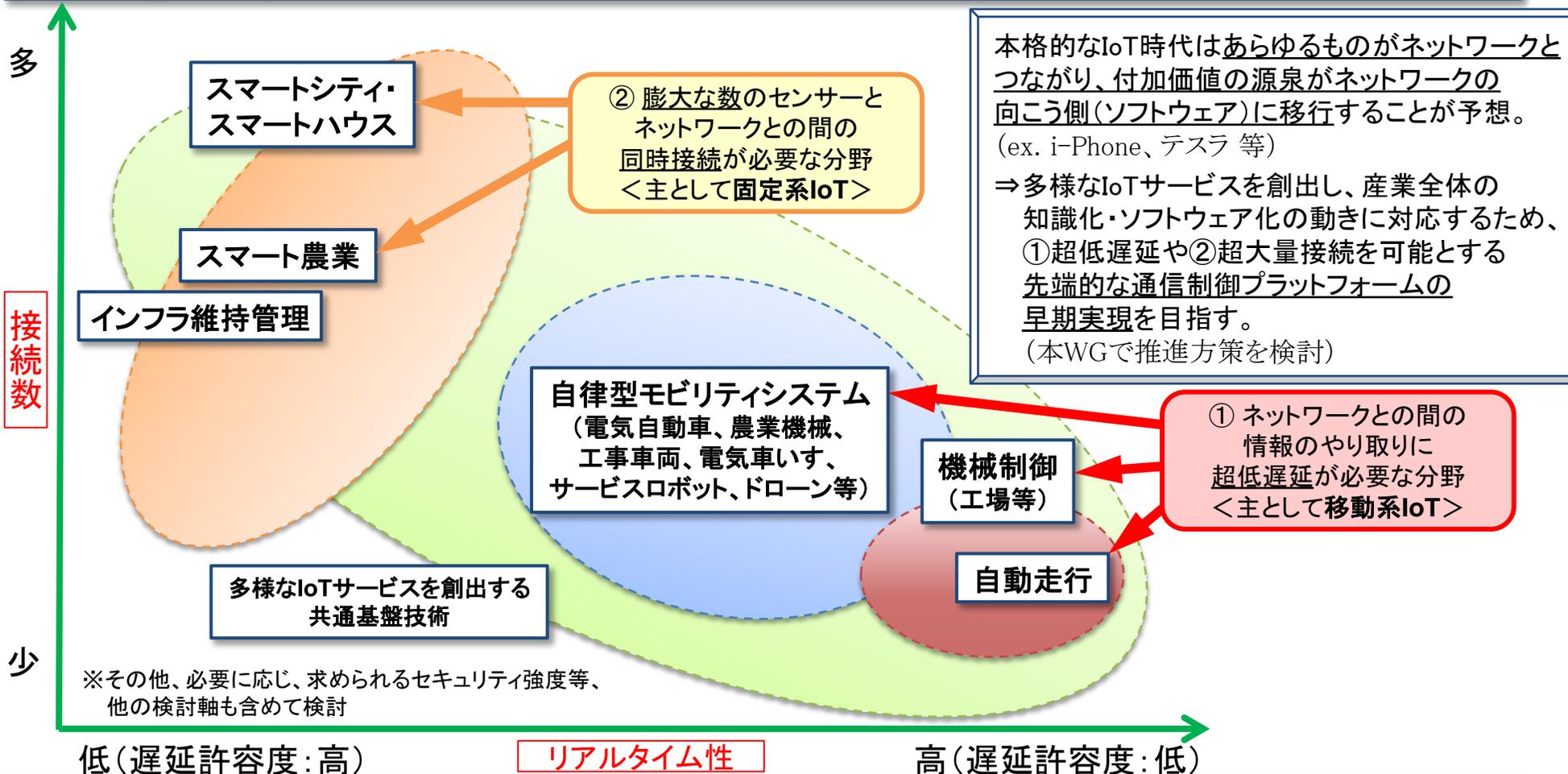


自律型モビリティに係る最近の動向

2016年1月29日

IoTの発展・展開の可能性

- 今後、様々なIoTサービスが社会展開・実装されていくことが期待されるが、それぞれのサービスに求められるネットワーク要件、セキュリティ要件、分析・解析等技術に求められる要件等は異なる。
- 例えば、自動走行や自律型モビリティシステムにおいては、刻々と変化する状況をリアルタイムに把握・分析し、適切な措置を取る必要がある。他方、スマートシティ・スマートハウスにおいては、都市空間に展開される膨大なセンサ・アクチュエータ等を対象に情報収集・制御等を行える必要がある。



先端IoTにおける今後の展開戦略に係る論点提起

■ **IoTの先進的な技術開発・実証で取り組むべき分野**については、**IoTサービスの成功モデルを早期に創出**すべく、以下のような観点から検討することが重要。

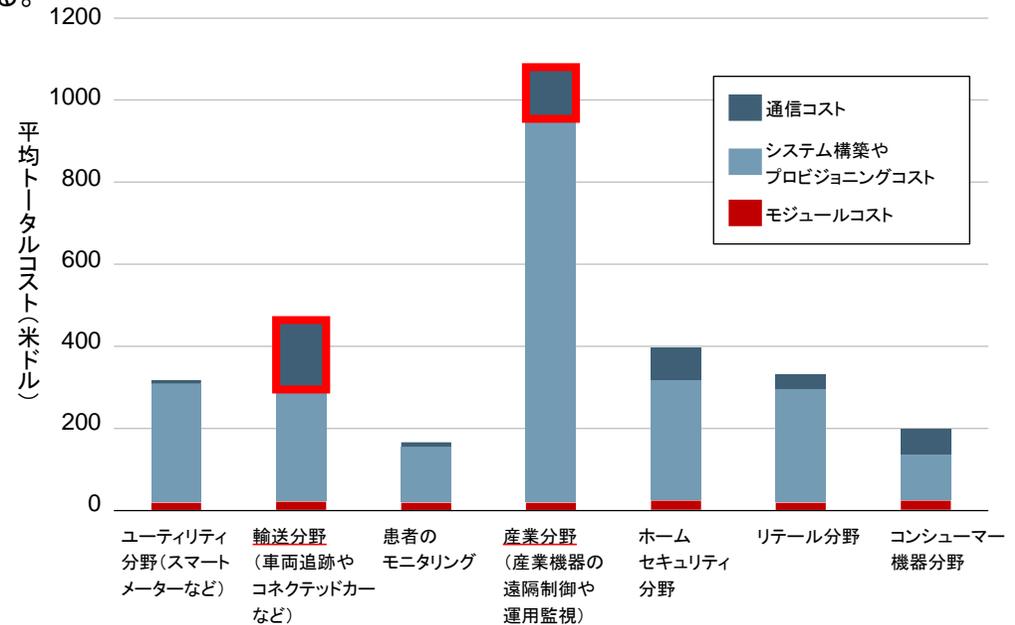
- ① IoTシステムのユーザに十分な利益が生まれて、IoTシステムへの設備投資のインセンティブにつながるものが適当ではないか。
→ ユーザに十分な利益が生まれないと、単なる実証で終わってしまうリスク大。
- ② 個々の農家単位や小売店単位で利益を考えた場合、IoTの設備投資負担に見合う利益は出てこないのではないかと懸念がある。
→ そのためにも、業界全体で、さらに業界をまたがって、新たな価値を創出し利益を生み出せるものが適当ではないか。
- ③ IoTシステムからの通信量も一定程度期待され、通信事業者もデータを収集する通信インフラを構築するインセンティブにつながるものが適当ではないか。
→ 右下図のように、コネクテッドカーのような輸送分野や遠隔制御のような産業分野がトータルコストに占める通信費用が大きいので、通信事業者のインフラ構築(5G等)への関心が高いと考えられる。

- ④ 膨大な数のセンサーを使用し制御を行う③の輸送分野や産業分野が通信機器ベンダーとしても関心が高いのではないかと懸念がある。
このようにユーザ、通信事業者、機器ベンダーの各プレイヤーに利益が出て、Win-Winの関係を構築できるものが最初の取組分野としては適当ではないか。

→ 例えば、農家での利用は、使用するセンサーの数も少なく、間欠通信のため通信量も非常に少ないのではないかと懸念がある。

- ⑤ 我が国の基幹産業の国際競争力の確保にとって極めて重要なものを取り上げるべきではないか。

→ 自動車、ロボット、無人飛行機、産業機械等がネットワークとつながることで、ネットワーク経由で監視、制御、バージョンアップ等のアフターサービスが不可欠になる中で、ネットワーク制御のプラットフォーム(OSやソフトウェア)を外国企業に奪われることは我が国の基幹産業に大きな影響を及ぼさないか。



各分野のトータルコストに占める通信費の費用割合

出所) Analysis Maison "Report for the GSMA, The total cost of ownership for embedded mobile devices" 2010年11月を基にMRI作成

自律型モビリティに係る産業界等における主な取組み

| | |
|---------------------|--|
| <p>自律型 ロボット</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ DARPAが災害救助用のロボット競技大会(DARPA Robotics Challenge)を実施。2015年6月に開催された本戦には、産学から25チームが参加し、韓国KAISTが優勝。 |
| <p>自動 走行車</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ トヨタ、日産が2015年10月にそれぞれ高速道路、一般道における自動運転実験車のデモ走行を実施。いずれの企業も2020年頃を目処に商用展開を計画中。 ■ 海外の自動車メーカーも自動走行車に積極的に取り組みを行っている状況であり、アウディは2017年に自動運転機能を搭載した車両を2017年に販売することを表明(2015年3月)。メルセデス・ベンツ、BMW、フォルクスワーゲン、GM等も自動運転に向けた取り組みを推進中。 ■ Googleは2009年から自動走行車の開発に取り組んでおり、2012年5月にネバダ州で米国初の自動運転車専用のライセンスを取得。2015年11月時点で総走行距離190万kmを突破。 ■ Baidu(百度)が2015年12月に北京市内約30kmにおいて自動走行テストを行い、成功したことを発表。 |
| <p>ドローン</p> | <ul style="list-style-type: none"> ■ Amazonが商品購入後30分以内のお届けサービス「Prime Air」を実現するドローン型配送システムのための研究開発を推進中。アメリカ、イギリス、イスラエルに開発拠点を設け、サービス開始に向けた試験を実施中。 ■ 日本国内においても、東京大学(CLUE)、千葉大学(自律制御システム研究所)等発のベンチャーが設立されるなど、積極的に研究開発、事業化に向けた取り組みが進められている状況。 |

自律型ロボット



自動走行車



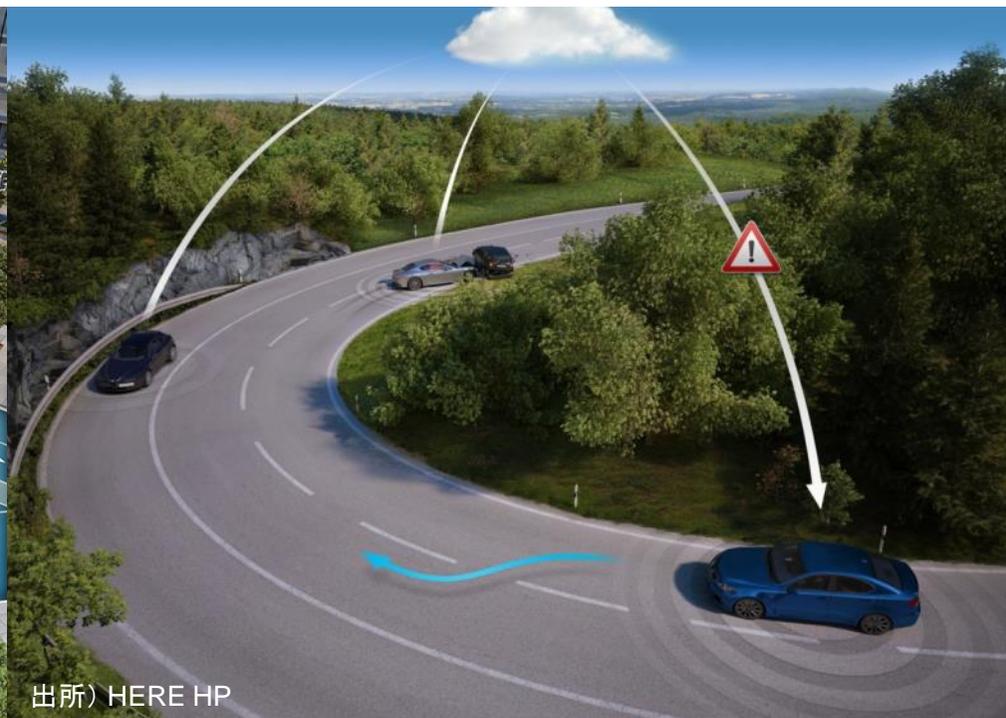
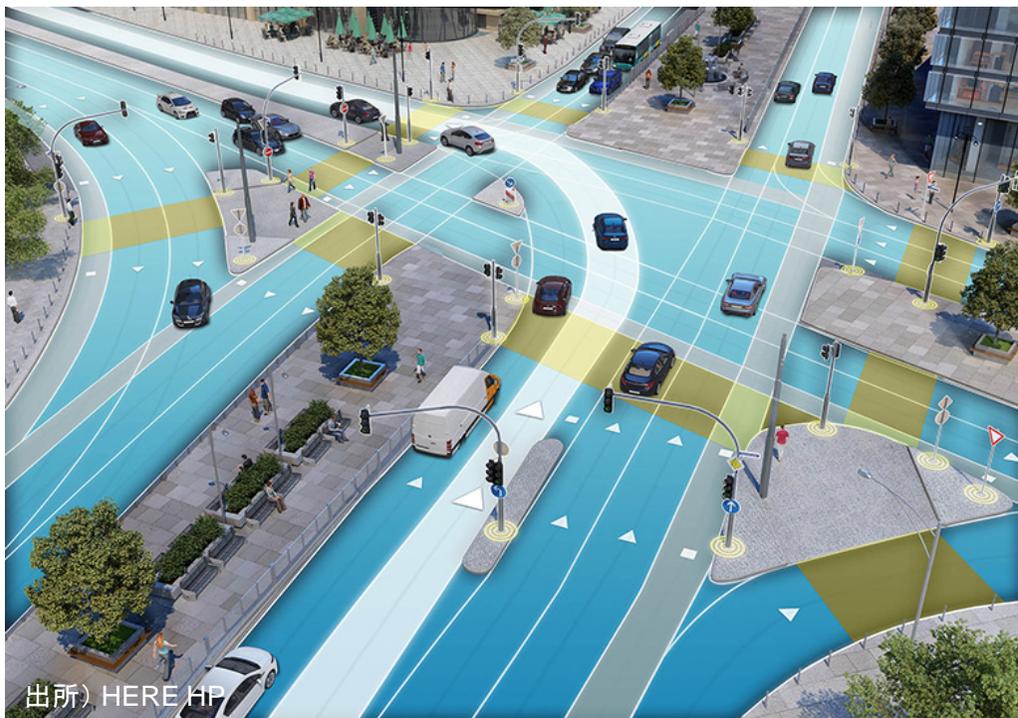
ドローン



自律型モビリティに係る産業界等における主な取組み(続き)

地図

- 2015年8月、ドイツのアウディ、BMW、ダイムラーの3社が共同で、ノキア傘下でデジタル地図事業を行っているHEREを28億ドルで買収することを発表。車両がデータを収集して、交通量や駐車などのリアルタイムの最新情報を、他の車両と共有できるようになることが期待されている。
- 2015年7月、カーナビゲーション用地図大手のTomTomが、ドイツのBoschと共同で自動運転車向けの高精度な地図を開発中であることを発表。2015年末までにドイツ内の高速道路網と高速走行が可能な道路の高精度マップを作成する予定(2016年1月時点で最新情報を未確認)。

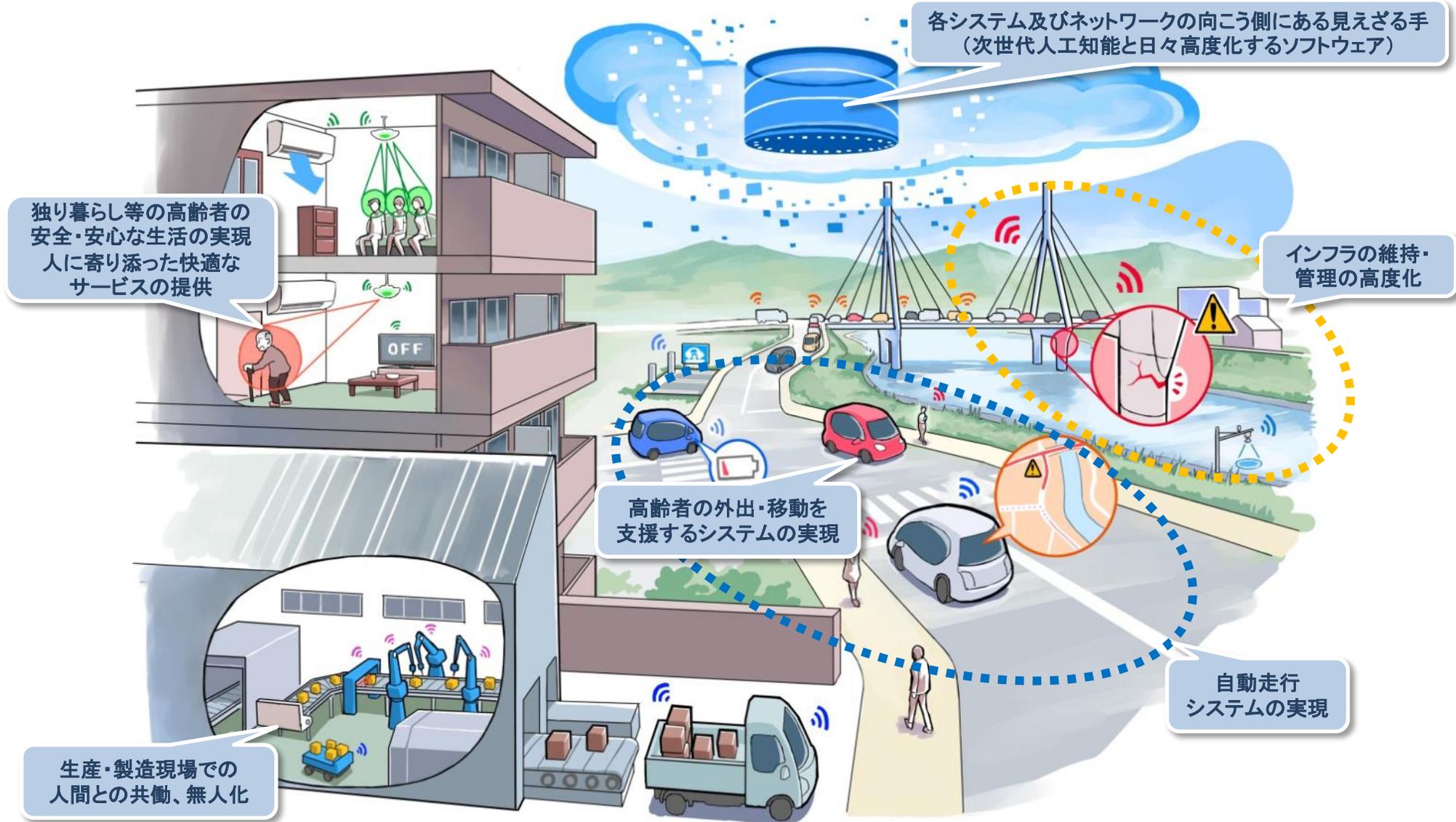


自律型モビリティ(自動走行車)に係る諸外国政府の動向

| | |
|----|--|
| 米国 | <p>2016年1月に「現実世界のパイロットプロジェクトを通じて、安全な自動運転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。運輸省は、2016年の活動アイテムとして、下記を提示。</p> <ul style="list-style-type: none">■ 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。■ 州等と連携し、国家政策と整合性のある参照州政策を6ヶ月以内に策定。■ 自動車製造業者からの規制の解釈方法(例えば、BMWの自動駐車システムが連邦の安全基準を満たしているか等)に関する問合せを行うことを促進。■ 規制解釈が十分ではない場合には、適用除外申請を行うことを促進。適用除外を認めることが新しい安全機能の開発に寄与すると判断された場合には、2年間で最大2,500台の自動車を開発することが可能に。■ 完全自動走行車を大規模に展開するために必要となる新しい規制解釈を必要に応じて提供すべく努力。 |
| 欧州 | <p>HORIZON 2020 Work Programme 2016-2017「IoT-01-2016 Large Scale Pilots」において、自動走行車の研究開発に最大2,000万ユーロの予算を割当て。安全な完全自動走行車の実現に向けて、様々なユースケース・シナリオにおいて検証を行っていくことを目的とした研究開発。</p> <p>研究開発対象技術には、下記のような技術が含まれる。</p> <ul style="list-style-type: none">■ 様々な自動車サービス、先端的なセンサーやインターネットからの情報(これにより付加価値のあるアプリケーションが提供されるようになる可能性がある)等を管理するための信頼性の高くリアルタイム性のあるプラットフォーム技術、■ 効率的なナビゲーションや改良された宛先決定技術、■ 車々間通信技術、■ 車両・インフラ間通信技術 |
| 韓国 | <p>韓国政府は、市場環境の変化や新規市場の確立に向けて関係する規制を必要に応じて再調整することを目的として、早ければ、2016年2月より公道において自動走行車の公道試験を開始することを発表(2015年10月発表)。</p> <p>公道試験の対象として、ソウル - 釜山間の一般道41km、及び仁川 - 江陵間の高速道路320kmを指定。</p> |

各国において、自動走行車の実現に向けた研究開発(試験走行を含む)が積極的に推進されている状況。
研究開発等を通じて、必要な規制改正等にも取り組んでいく予定。

自律型モビリティの可能性(1)



自律型モビリティの可能性(2)

各システム及びネットワークの向こう側にある見えざる手
(次世代人工知能と日々高度化するソフトウェア)

人に寄り添った
サービスの提供

生活弱者を支援する
サービスの提供

自律型モビリティを支える技術群の展開予測

- AIが情報通信分野に適用されることにより、自律的で最適化された安心・安全な情報通信ネットワーク及び情報処理基盤が実現。
e.g. 自律的にネットワーク資源の割当てや攻撃からの防御が可能な情報通信ネットワークの実現、インフラ運用コストの削減。
- 多様な経済社会活動を支える安全・安心で効率的な情報通信インフラが実現することで、自律型モビリティシステムや個人の特性に合わせて最適化された究極のヒューマンインタフェース等が実現するとともに、脳や視線等生体活動情報を活用した人とマシンとの連携等が可能となり、それを基盤とする現実社会(フィジカル空間)と情報通信(サイバー空間)が高度に融合した社会が実現。
e.g. 脳活動を直接反映可能な運動機能補完ロボット等の出現。

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

- 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

- 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グジスタンス(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

- 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の基盤技術
の高度化

環境認識・認知能力の向上

- 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アナレ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

- 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

- 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

柔軟かつ安心・安全な基盤の確立

- 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

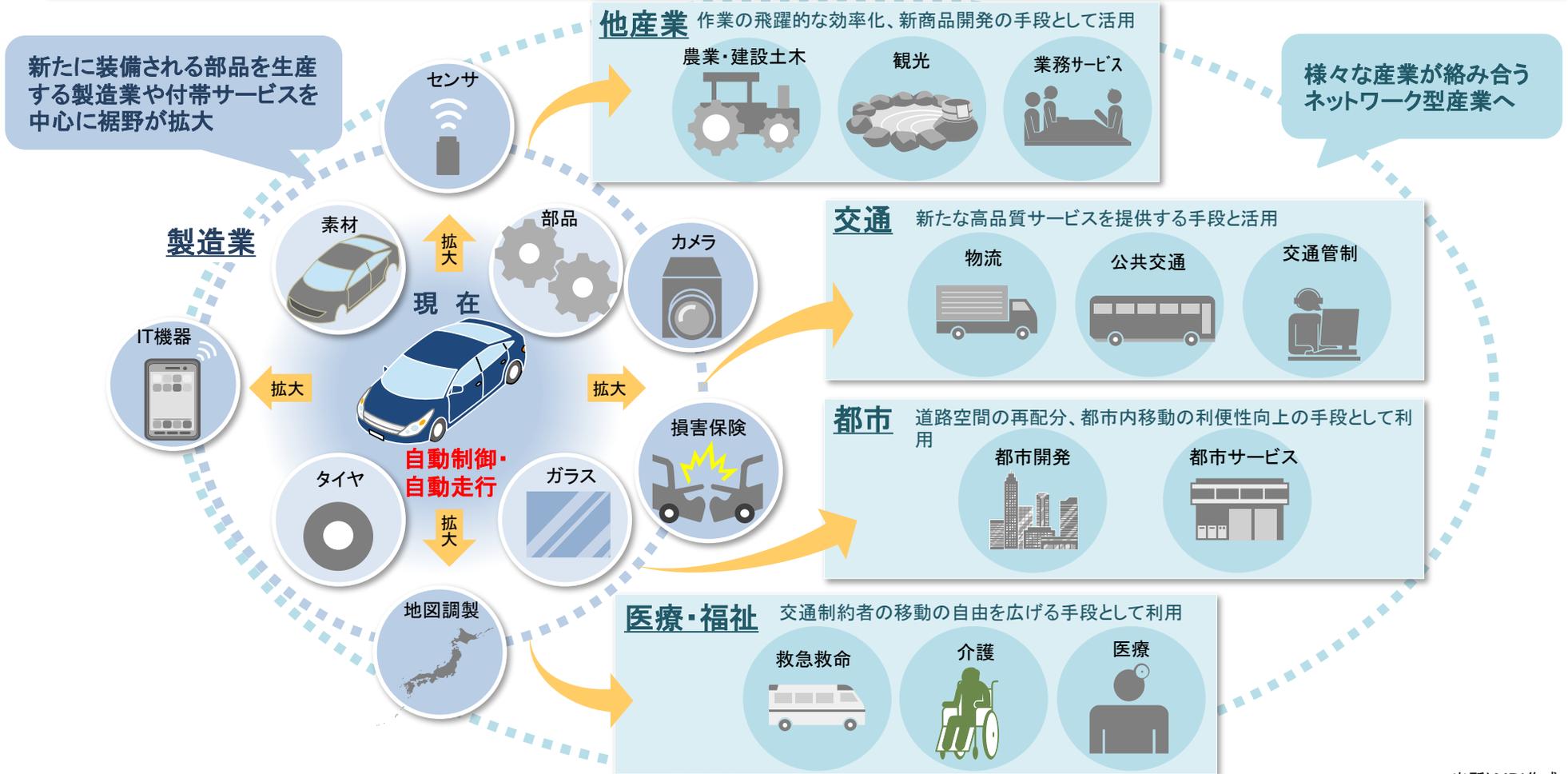
- 超低遅延通信広域無線ネットワーク基盤(自動制御等に求められる1ミリ秒以下を実現)
- 機器同士が自律的に連携し、通信途絶の発生しないネットワーク基盤
- IoTにおいて重要な、制御システムへの不正侵入等を防御するセキュリティ技術

多様かつ自律的なICT基盤の確立

- 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プローチ理論構築

自律型モビリティを起点とする様々な産業への波及

- 自動制御・自動走行に必要な部品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**。また、センサ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実現する**。
- さらに、自動走行する自動車がサービス提供の手段として普及することにより、**自動車製造業を中心としたピラミッド型の産業構造から、様々な産業が絡み合うネットワーク型の産業構造を創出**。

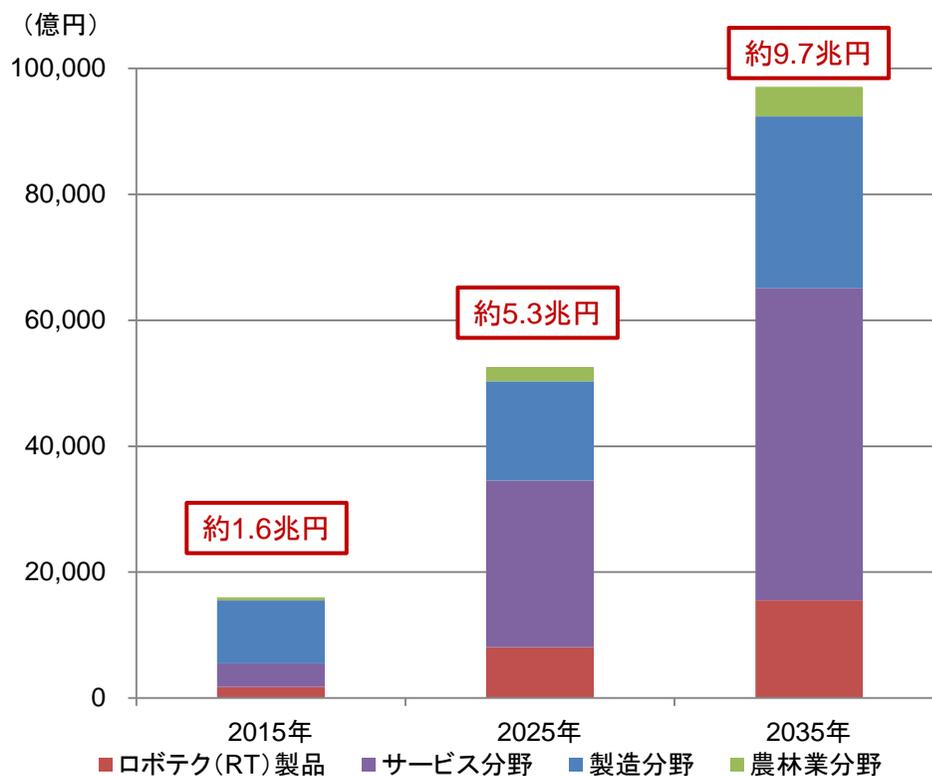


自動制御・自動走行(自律型モビリティ)システムの市場規模

- 自律型モビリティシステムの主たる市場と想定される**自動車、ロボット、ドローン**等の市場においても、**自律型モビリティは黎明期の状況**。ただし、今後20年間で年平均10%近い成長をすることが期待されており、**20年後にはコア(中核)市場だけで約10兆円規模になることと予想される**。さらに、**福祉、建設土木、製造分野等における生産性向上等の波及分野は極めて広範である**。
- いずれの市場も成長市場であるため、市場規模自体も急速に拡大することが予想されるが、ICT産業における付加価値が上位レイヤーにシフトしていることを考慮すれば、**自律型モビリティシステム等の通信制御プラットフォームレイヤー等上位レイヤーを確実に抑えていく必要がある**。

自律型モビリティシステムの対象(例)

- (1) 自動走行システム関連
 - 自動車に搭載される情報通信機器(センサー等)
 - 自動走行等を支援する通信サービス
 - 過疎地向け等の自律型走行車(らくらくカー等)
- (2) 自律型ロボット(ネットワークロボット)関連
 - ① 家庭用ネットワークロボット
 - コミュニケーションロボット
 - 介護用ロボット等
 - ② 産業用ネットワークロボット
 - 製造ライン用ロボット
 - 資材搬送用ロボット等
- (3) 自律型福祉機器関連
 - ① ネットワーク車いす
- (4) 自律型無人飛行機(ドローン等関連)
 - ① 輸送用ネットワークUAV
 - ② 警備用ネットワークUAV
- (5) 自律型マシン関連
 - ① ネットワーク建機
 - ② ネットワーク農業機械
- (6) その他



出所) 平成22年ロボット産業将来市場調査(経済産業省・NEDO)を基にMRI作成

自律型モビリティの展開に向けて

- 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。

自律型モビリティを支える技術の研究開発(例)

- 自律型モビリティの高精度化技術
⇒ネットワーク制御により自動・自律走行を実現するために必要となる車両周辺情報等を収集し、必要な制御を行うようにするための技術
- 自律型モビリティを支える高効率情報配信技術
⇒ローカル(車両)側において自動・自律走行を実現するために必要となる車両周辺情報等を情報更新粒度にあわせて適切に配信するための技術
- 自律型モビリティを支える高信頼ネットワーク技術
⇒自律型モビリティ・システム全体の系の安心・安全を確保するためのセキュリティ技術

成果展開に向けた
戦略立案・進捗評価

研究開発成果
の社会展開に
向けた取り組み

自律型モビリティを社会実装するための制度等対応(例)

- 完全自動走行の社会実装に向けた制度検討
⇒自動走行のレベルに合わせた法制度面での検討
⇒国際動向も踏まえた法制度面での検討
⇒自動走行システムの社会受容性の醸成
- 社会受容性を高めるための取り組み
⇒自動走行車の周囲の一般車両や歩行者等における受容性を高めるための取り組み

社会的効果の評価
(QoL/QoE)

これらの取り組みを通じて、自律型モビリティの多方面への展開を図り、「課題解決先進国」としての日本のプレゼンスを高めていくことが必要。

産業育成・
活性化

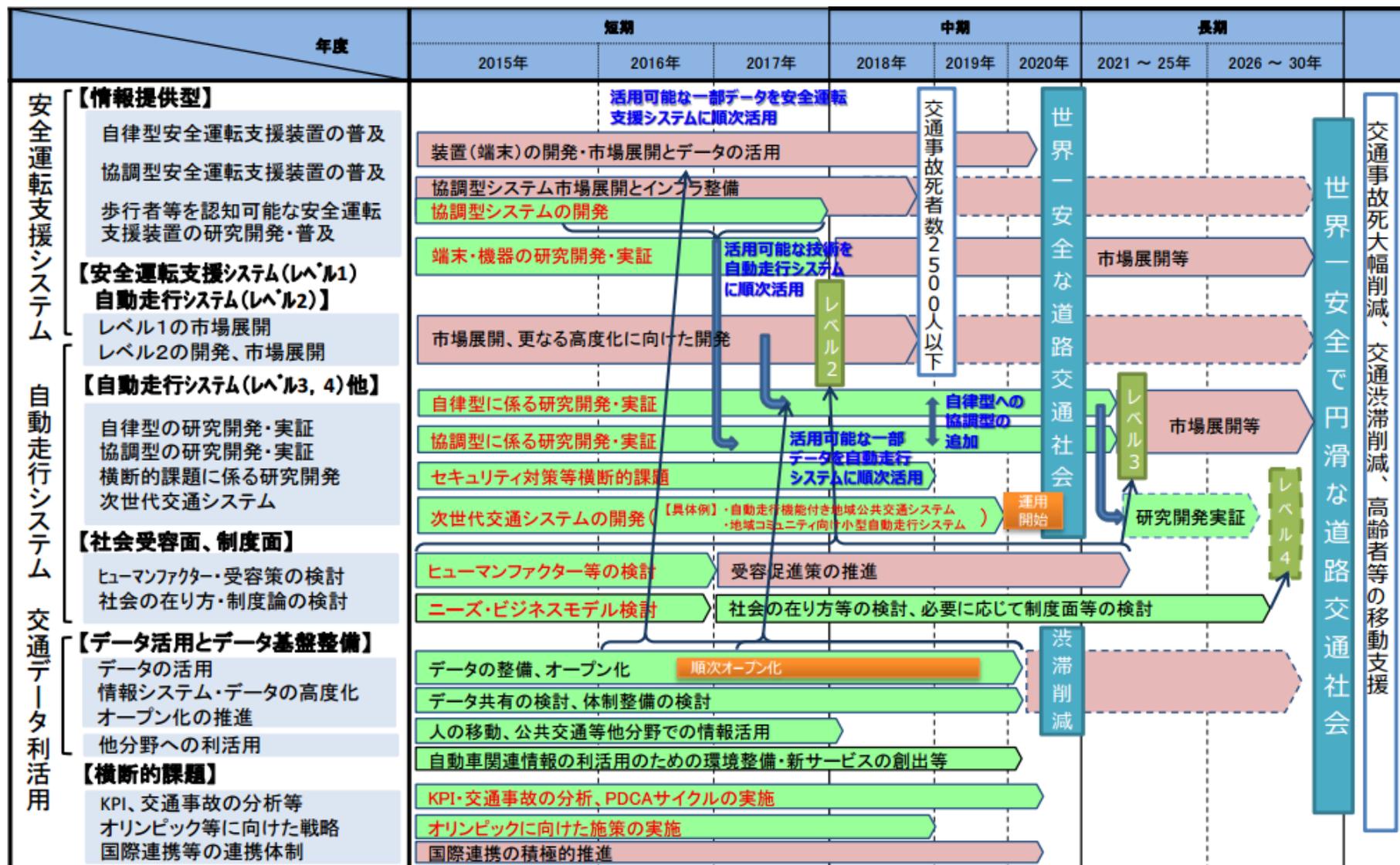
高齢者等の
社会進出

日常生活の
高度化

地域社会の
活性化

国際競争力
の維持・確保

【参考】官民ITS構想・ロードマップ2015



■ :主に開発に係る施策

■ :主に市場展開に係る施策

赤字 :SIP関連研究開発を含む項目

出所)官民ITS構想・ロードマップ2015

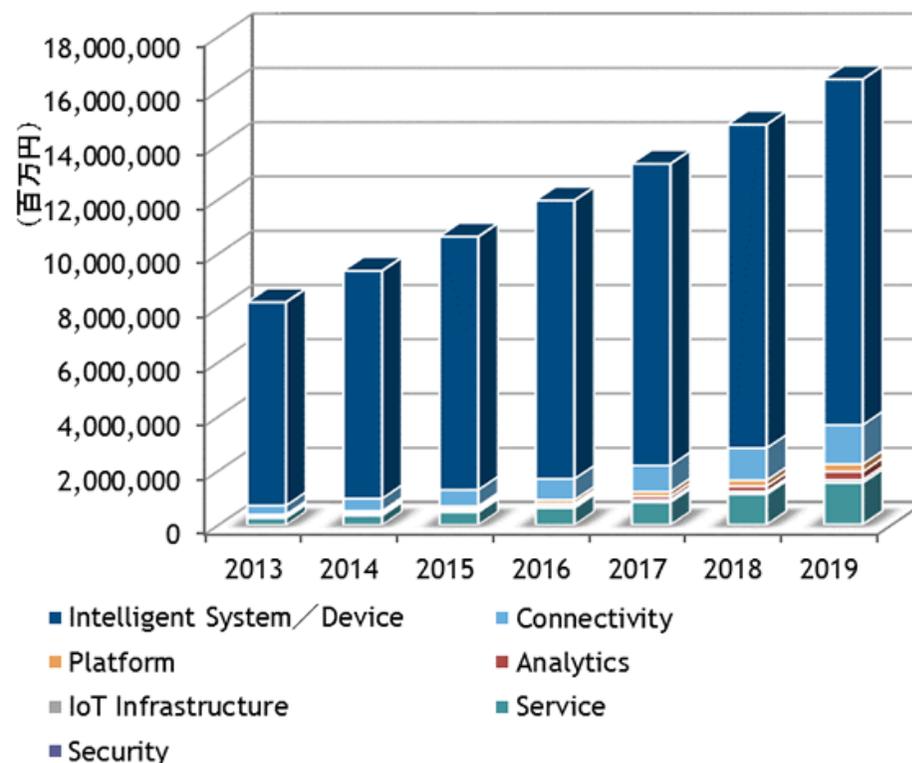
高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部

【参考】IoT/AIの市場規模

- IDC Japanの予測によれば、国内のIoT市場は2014年時点において約9.4兆円規模なのに対して、今後5年間年平均約12%で成長し、2019年には約16兆円規模まで拡大する。IoTに接続される機器は、2014年の約5.57億台から2019年には約9.56億台まで増加する。
- 産業、運輸・物流、インフラ管理をはじめとして、施設管理、健康管理、小売等幅広い領域への適用が期待されている。

| IoTサービスの対象(例) | |
|---------------|--|
| 産業 | <ul style="list-style-type: none"> • 工場プロセスの広範囲に適用可能な産業用設備の管理・追跡の高度化 • 鉱業、灌漑、農林業等における資源の自動化 |
| 運輸・物流 | <ul style="list-style-type: none"> • 車両テレマティクス・追跡システムや非車両を対象とした輸送管理の高度化 • 交通システム管理の高度化 |
| セキュリティ・公衆安全 | <ul style="list-style-type: none"> • 緊急帰還、公共インフラ(環境モニタリング等)、追跡・監視システム等の高度化 |
| エネルギー | <ul style="list-style-type: none"> • 需給関係設備の管理を通じた電力需給管理 • 資源採掘や運搬等に係る管理の高度化 |
| 施設 | <ul style="list-style-type: none"> • 施設内設備管理の高度化(自動監視・制御等) |
| 家庭・個人 | <ul style="list-style-type: none"> • 宅内基盤設備管理の高度化 • 宅内向け安心・安全等サービスの高度化 |
| 小売 | <ul style="list-style-type: none"> • サプライチェーンに係る高度な可視化 • 顧客・製品情報の収集 • 在庫管理の改善 • エネルギー消費の低減 |
| ヘルスケア・生命科学 | <ul style="list-style-type: none"> • 医療機関/診察管理の高度化 • 患者や高齢者のバイタル管理 • 治療オプションの最適化 • 創薬や診断支援等の研究の高度化 |
| IT・ネットワーク | <ul style="list-style-type: none"> • オフィス関連機器の監視・管理の高度化 • 通信インフラの監視・管理の高度化 |

出所)総務省「平成27年情報通信白書」を基にMRI作成



出所)IDC Japan「国内IoT市場 テクノロジー要素別売上予測 2013年～2019年」(2015年2月5日)

【参考】自動制御・自動走行システムが創出する産業の全体像(1)

| 自動運転レベル | | レベル2 | レベル3 | レベル4 |
|---------|-----------|---|---|----------------------------------|
| | | 各産業における利用・発展 | | 安全・安心な移動だけでなく、自由で楽しい移動、新たな楽しさの創出 |
| 自動車等 | 製造部品 | <ul style="list-style-type: none"> 自動走行の認知・判断・操作機能に関わる新たな産業が創出。(2030年に全世界で17兆円規模) | <ul style="list-style-type: none"> 認知・判断・操作に関する高性能・高信頼性・低コストな要素技術が、ロボット産業等の様々な分野で活用される。 | |
| | アフターサービス等 | <ul style="list-style-type: none"> 車両の利用実績データを解析し、故障を未然に診断し、ディーラー等での点検を促す。 | <ul style="list-style-type: none"> 大量の走行車両データや利用実績データ解析により、迅速できめ細かな車両診断が可能となり、車両開発の高度化・迅速化に活用される。 | |
| | 損害保険 | <ul style="list-style-type: none"> 安全運転度合いに応じて保険料の割引を行うPHYD (Pay How You Drive) が普及する。 | <ul style="list-style-type: none"> ドライバーの健康状態等を検知し、事故を起こす前に適切な助言を行うサービスが実現する。 交通制約者(高齢者等)向けのメディカル・アシスト・サービスが提供される。 | |
| 交通 | 物流 | <ul style="list-style-type: none"> 高速道路におけるドライバーの運転の負担が軽減し、安全で安心な長距離輸送が可能となる。 | <ul style="list-style-type: none"> 幹線道路の特定レーンや港湾など物流施設内において、貨物車輛の自動走行が可能となり、輸送の大幅な効率化が実現する。 | |
| | 公共交通 | | <ul style="list-style-type: none"> 幹線道路・域内道路の特定レーンで、ARTによるサービス提供が実現する。 ARTが、海外や国内他地域に展開し、公共交通における利便性向上とパッケージ輸送産業の創出を実現する。 | |

【参考】自動制御・自動走行システムが創出する産業の全体像(2)

| 自動運転レベル | | レベル2 | レベル3 | レベル4 |
|------------------|-------|---|---|--|
| | | <p>安全・安心な移動だけでなく、自由で楽しい移動、新たな楽しさの創出</p> <p>交通事故の削減、道路交通の整流化、さらに新たなモビリティ社会創出</p> <p>自動走行システムの利用により新たなサービス創出・開発、関連技術が他分野へ波及</p> | | |
| 各産業における 利用・発展 | 都市・地域 | 都市・地域開発 | <ul style="list-style-type: none"> ● 道路交通に関わるデータの解析により、都市や地域の人・車の流動状況が精緻に把握され、効率的な都市・地域の開発や行政に寄与する。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 移動データをリアルタイムに集約・解析し、適切な情報提供等により渋滞や事故を未然に防ぎ、道路交通の整流化を実現する。 ● カーシェアリングやパーソナルモビリティ、ART等の新たな交通モードが普及し、都市における効率的なモビリティデザインが実現する。 |
| | | 都市サービス | <ul style="list-style-type: none"> ● 自動駐車や、自動バレーパーキング専用の駐車上において自動駐車が行われる。 ● 自動走行対応車のシェアリングサービスが普及し、車の運転に自身のない人の移動の自由が広がる。 | |
| 他産業 | 観光 | | <ul style="list-style-type: none"> ● 日本の交通規則に不案内な外国人観光客が自動車で自由な観光旅行を楽しむことができる。 ● 高速道路の長距離走行や渋滞時の走行が自動化されることにより、ドライバーも同乗者と同様に観光を楽しむことができる。 | |
| | 農業 | <ul style="list-style-type: none"> ● 農耕車両の悪路での走行や操作・作業の自動化により、熟練者でなくても効率的な農作業が可能となる。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 高速道路の自動走行により、長距離の生鮮品輸送をドライバーの過度な負荷を抑えて実現可能となる。 | |
| | 医療・介護 | | <ul style="list-style-type: none"> ● 交通制約者の移動の自由が広がるとともに、ドライバーの健康状態モニタリングや、わかりやすいナビゲーション、緊急時の車両の自動停車・緊急通報等のサービスが実現する。 | |
| | 救急救命 | <ul style="list-style-type: none"> ● 高度な安全運転支援により、夜間、豪雨など厳しい環境下でも、活動が可能となる。 ● 緊急車両の効率的な優先走行が可能となる。 | | |

【参考】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

MRI

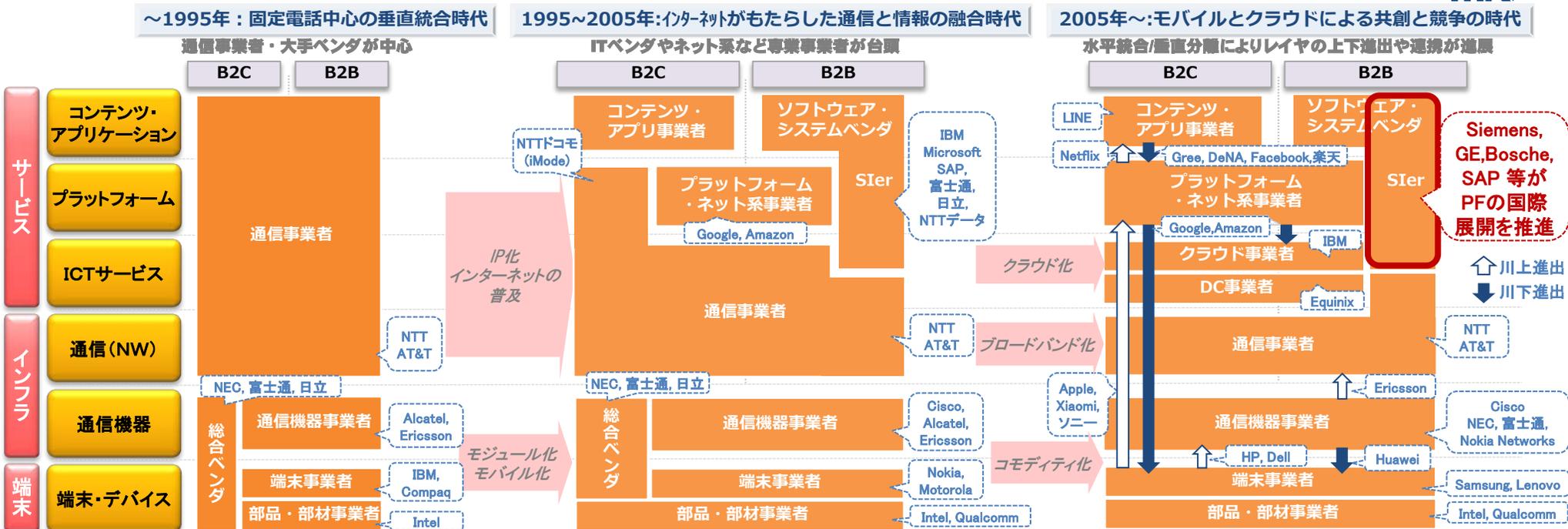


図. ICT関連企業の売上高合計の伸び率(2001年を100とした場合)

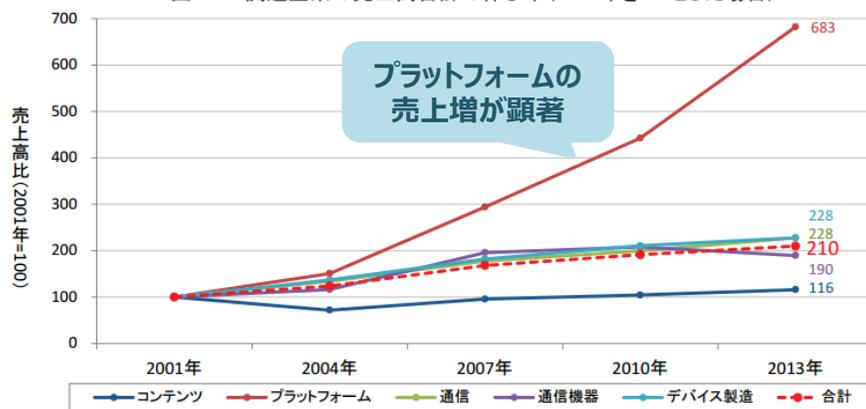
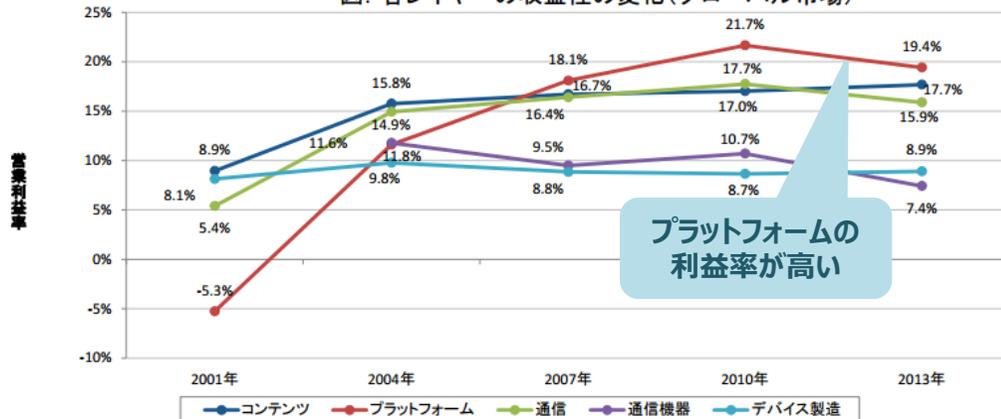


図. 各レイヤーの収益性の変化(グローバル市場)



出所)総務省「平成27年情報通信白書」を基にMRI作成