

# 諮問第22号「新たな情報通信技術戦略の在り方」 第2次中間報告書（概要）

---

平成28年6月13日

技術戦略委員会

# 審議経過

## 技術戦略委員会

(主査:相田委員)

### 第7回会合(平成27年12月14日)

WGの設置、IoT時代における標準化戦略等に関する審議

### 第8回会合(平成28年2月16日)

WGの検討事項、人材育成、国際標準化の推進方策等に関する審議

### 第9回会合(平成28年3月18日)

IoT時代における日本の情報通信産業の方向付け、自動車産業のデジタル化、WoT/IoT技術への取組等に関する審議

### 第10回会合(平成28年4月19日)

WGの検討事項、これまでの議論の取りまとめ等に関する審議

### 第11回会合(平成28年6月13日)

第2次中間報告書(案)に関する審議



### (参考)第12回会合～

第2次中間報告書(案)に関する審議  
(メール審議の可能性有り)

## 先端技術WG

(主任:森川委員)

### 第1回会合(平成28年1月29日)

自律型モビリティシステム(移動系IoT)に関する審議①

### 第2回会合(平成28年2月23日)

自律型モビリティシステム(移動系IoT)に関する審議②

### 第3回会合(平成28年3月8日)

公共・産業分野の先端IoTシステム(固定系IoT)に関する審議

### 第4回会合(平成28年4月7日)

技術戦略委員会への中間報告(案)等に関する審議

### 第5回会合(平成28年4月22日)

推進方策に関する審議

### 第6回会合(平成28年5月27日)

技術戦略委員会への最終報告(案)等に関する審議

## AI・脳研究WG

(主任:柳田NICT脳情報通信融合研究センター長)

### 第1回会合(平成28年1月29日)

AI・脳研究WGにおける検討(検討イメージと論点例)、構成員等からのヒアリング

### 第2回会合(平成28年2月17日)

構成員等からのヒアリング(AI利活用と課題、脳科学の現状と課題等①)

### 第3回会合(平成28年2月26日)

構成員等からのヒアリング(AI利活用と課題、脳科学の現状と課題等②)

### 第4回会合(平成28年3月24日)

構成員等からのヒアリング(人材育成、社会実装への手順等)、論点整理等

### 第5回会合(平成28年4月15日)

構成員等からのヒアリング(脳の最先端科学)、論点整理等

### 第6回会合(平成28年5月17日)

構成員等からのヒアリング(脳の最先端科学、AIの社会実装、AIが社会にもたらす影響)

### 第7回会合(平成28年5月30日)

技術戦略委員会への最終報告(案)に関する審議

# I 第1次中間答申以降の動き

## II IoT/ビッグデータ/AI時代の政策課題

## III 横断的な推進方策

1. IoT/ビッグデータ/AI時代の人材育成策
2. IoT/ビッグデータ/AI時代の標準化戦略

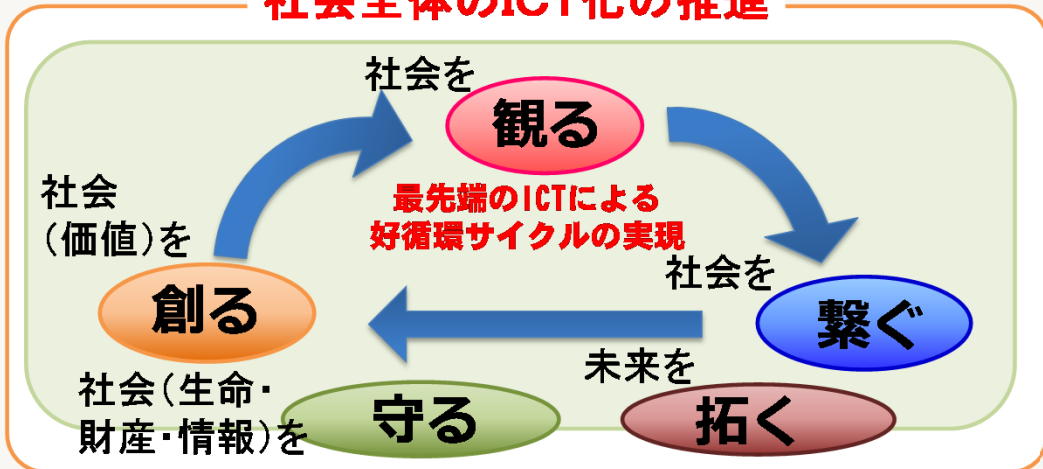
## IV 分野別の推進方策

1. 先端的なIoT分野(「スマートIoT推進戦略」)
2. 次世代人工知能分野(「次世代人工知能推進戦略」)

## 第1次中間答申における主な提言

- 平成28年度からの5年間を目途とした、国・NICTが取り組むべき重点研究開発分野・課題

### 社会全体のICT化の推進



- 研究開発と実証実験(技術実証・社会実証)の一体的推進
- 産学官によるIoT推進体制の構築

## 答申後の主な動き

- 平成28年度からの新たなNICT中長期目標の策定 (H28.3.7 総務省からNICTに対して指示)
- 中長期目標に基づくNICTにおける中長期計画の策定 (H28. 3.30総務大臣認可)
- 人工知能技術戦略会議の創設 (H28.4 第1回会合)
- IoT推進コンソーシアムの設立 (H27.10)
- 同コンソーシアムに技術開発WG (スマートIoT推進フォーラム)を設置 (H27.12第1回会合)

I 第1次中間答申以降の動き

II IoT/ビッグデータ/AI時代の政策課題

III 横断的な推進方策

1. IoT/ビッグデータ/AI時代の人材育成策
2. IoT/ビッグデータ/AI時代の標準化戦略

IV 分野別の推進方策

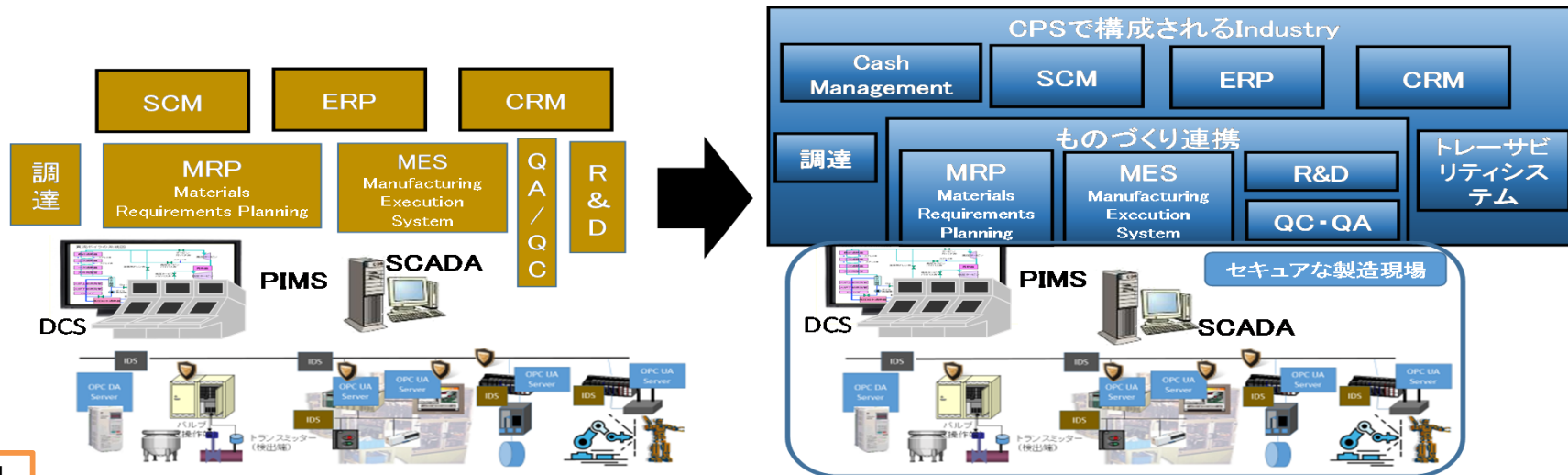
1. 先端的なIoT分野(「スマートIoT推進戦略」)
2. 次世代人工知能分野(「次世代人工知能推進戦略」)

# IoT/ビッグデータ/AI時代の政策課題の背景①

- 欧米では、モノの生産やサービスの提供等について、先端的なIoTによりサイバー空間とつなぎ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)の実現により、産業構造の変革によるゲームチェンジを目指している。

## 【事例1】IoT/BD/AIによるモノの生産やサービスの提供における変革の可能性

- デジタル化と統合により、生産ラインのデータに基づき、人工知能が製品開発・生産・受発注等の統合管理を図るプラットフォームを提供することで、生産のリアルタイム最適化を実現。
- 具体的には、製品開発及び生産過程のモデリングによる形式化により、生産工程の設計・変更の自動化を目指すもの。（生産機械等のハードウェアに係る暗黙知のレシピを透明化し、データの形に変換。）
- そのため、製品開発や生産ラインのデータを収集し、データベース化し、人工知能による最適化の実現を図るもの。
- これにより、ものづくり技術を一つのFunction Domainとして調達やSCMと連携させたプラットフォームを構築し、多くの工場に普及させることでデータを独占、プラットフォームの一層の高度化を推進。



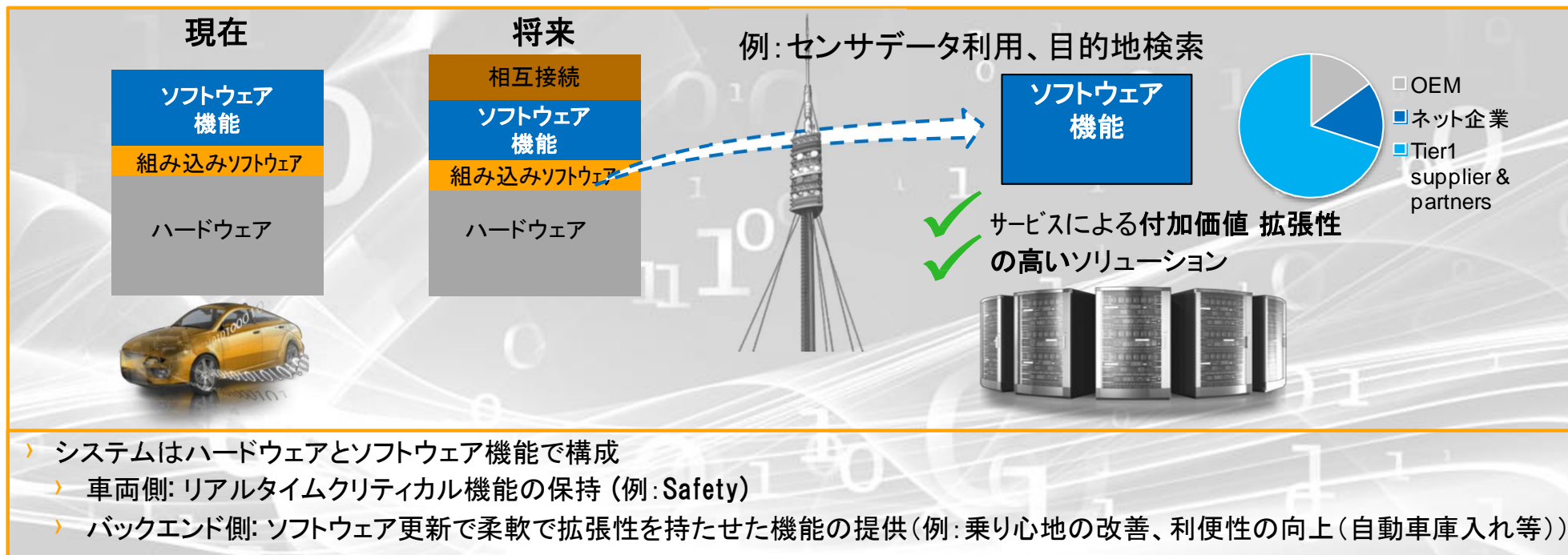
資料10-2 VEC  
説明資料を基に作成

## 変革の方向

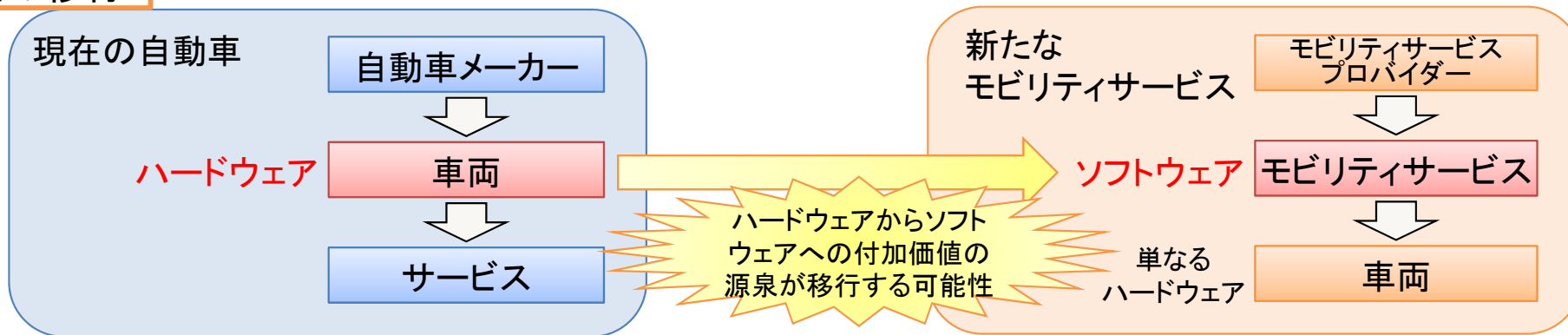
- 工場/プラント/インフラ管理等をIoTとCPSによりオープン化。  
→ハードウェアに係る暗黙知のレシピによる価値創出から、工場等の運用情報が情報層に集まりデータから価値創出するサービスビジネスへ変革。
- ハードウェアによる価値形成から、日々生成されるデータに基づくソフトウェアのレバレッジによる価値形成へゲームチェンジ。
- ハードウェアは国際的なビジネスエコシステムに組み込まれ、コモディティ化する懸念。

## 【事例2】IoT/BD/AIによる自動車分野における付加価値移行の可能性

- テスラモーターズのように、ネットワーク経由でソフトウェアを更新することにより利便性の向上を図る自動車の登場。
- さらに、自動車というハードウェアの売切りモデルではなく、スマートフォンのようにソフトウェア更新で高度化するモビリティサービスを課金モデルで提供するベンチャー企業の登場。



## 付加価値の移行



■ IoT/BD/AI時代は多様な産業において、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 ハードウェアの国際的なビジネスエコシステムへの組み込みによるコモディティ化

を通じて、付加価値の源泉がソフトウェアに移行し、産業構造の変革により、「プラットフォーム」と「データ」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。

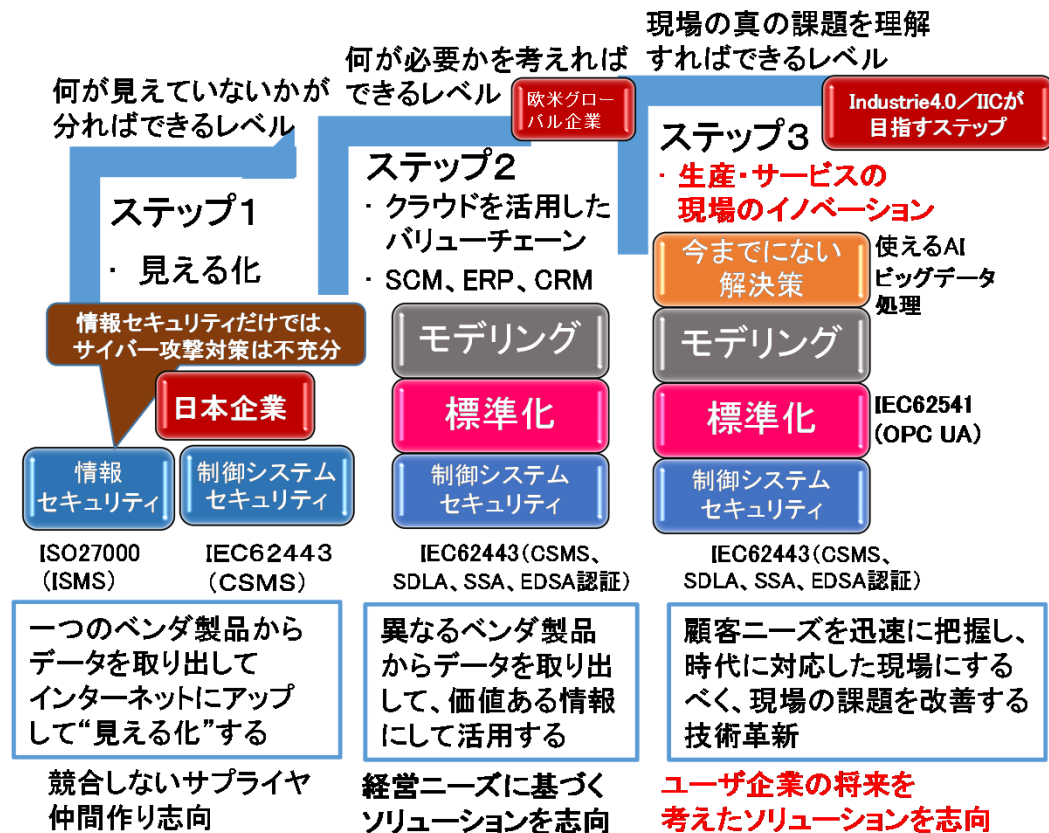
■ IoT/BD/AI時代は産業の競争力・付加価値が変化

20世紀の産業競争力 ～ヒト・モノ・カネ～	IoT/BD/AI時代の産業競争力 ～データ・ソフト・サービス～
熟練工による「巧みの技」	<b>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</b>
経験と勘によるカイゼン	<b>データ解析による自動最適化</b>
量産できる工場の所有が 希少価値	<b>製品&amp;サービスの設計力が 希少価値</b>
ハードの機能/性能で差異化	<b>デザイン・ソフト・サービスで 差異化</b>
社内業務プロセスの効率化	<b>サプライチェーン全体の自動 最適化</b>
供給側の宣伝広告で ブランド・市場を作る	<b>データで賢くなった顧客が ブランド・市場を作る</b>
大企業に資金が集まる	<b>優れたアイデア・技術に資金が 集まる</b>

■ IoTとCPSにより付加価値を生み出すためには、  
データを何に生かすのかという戦略の検討が不可欠

## CPS/第4次産業革命のステップ1, 2, 3

制御システムセキュリティ対策は、IoT/CPSを支える基盤技術



価値を生み出すスキル・求められる人材像が  
大きく変化



- 本委員会においては、IoT/BD/AI時代において、我が国経済が引き続き国際競争力を維持・強化し、我が国経済の持続的な成長を図るために、国・NICTが今後取り組むべき技術戦略として、横断的な推進方策と分野別の推進方策について検討

## I 横断的な推進方策

### ① 人材育成

IoT/BD/AI時代に重要となる  
ソフトウェアとデータ分析分野等の  
人材育成策

### ② 標準化

IoT/BD/AI時代の産業のデジタル化、  
ソフトウェア化、産業構造のエコシステム化  
に対応するためのオープン&クローズ戦略

## II 分野別の推進方策

### ① 先端的なIoT分野

超低遅延接続が必要な自律型モビリティシステム  
(自動車、ロボット、ドローン等)や超大量接続が  
必要なスマートシティ等の推進方策  
⇒「スマートIoT推進戦略」

### ② 次世代人工知能

省電力で大量のデータを必要としない  
脳科学の知見を利用した次世代人工知能の  
推進方策  
⇒「次世代人工知能推進戦略」

I 第1次中間答申以降の動き

II IoT/ビッグデータ/AI時代の政策課題

III 横断的な推進方策

1. IoT/ビッグデータ/AI時代の人材育成策

2. IoT/ビッグデータ/AI時代の標準化戦略

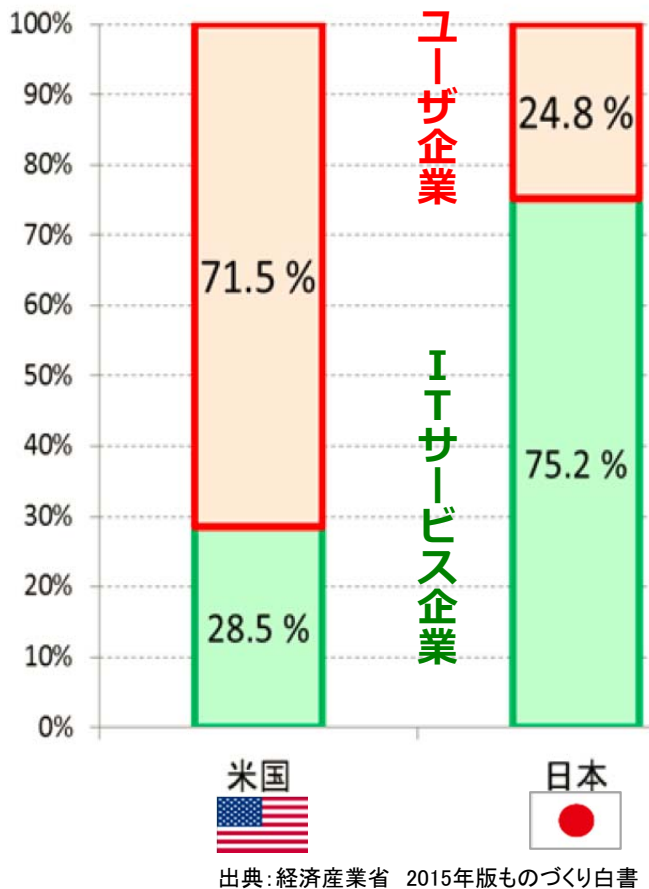
IV 分野別の推進方策

1. 先端的なIoT分野(「スマートIoT推進戦略」)

2. 次世代人工知能分野(「次世代人工知能推進戦略」)

- 我が国においては米国と比べてユーザ企業においてICT技術者が不足しており、IoT/CPSに対応できる人材育成が急務。
- IoT/BD/AI時代の到来により、製品やサービスの付加価値の源泉がハードウェアからソフトウェアやサービスに移行することが予想され、必要となる人材のスキルが大きく変わっていくことが予想。

● 日米におけるIT技術者の状況



● 日本企業から聴取した人材面の課題

業界	担当者のコメント
機械・重工業	製品の故障修理でお金がもらえる時代は終わる。IoTを活用したレンタルサービスのノウハウが必要。
製造装置・部品	輸出製品の保守メンテのためIoTを活用したいが、ITとOTが両方わかり通信工事できる人がいない… (OT: Operation Technology)
電機・自動車	工場のサイバーセキュリティ対策も検討したいが、制御システムに詳しいセキュリティ人材がいない…
ITサービス企業	IoT/CPS時代に向けたサービスの検討が必要だが、ユーザー/社会のニーズ・課題のわかる人が少ない

ユーザー企業のIT技術者育成・IT業界との協業が急務

● IoT/CPSの普及に向けて必要となるスキル

スキル項目	必要な能力
課題発見・コンサル	社会や企業の問題点を見つけ、独自の解決策を考える
ビジネスモデル考案	常識や慣習にとらわれず業界を超えたサービスを考える
ICT基盤デザイン	最新のハード/ソフト技術で新しいアーキテクチャを創る
データ解析・AI	数理統計や機械学習の技術を使って社会課題を解決する
ITとOTの統合	制御系システムの特性を理解しITネットワークにつなぐ
セキュリティ	制御系システムを含めて人・モノ・データの安全を守る
UI/UXデザイン	ハード/ソフト/サービスのデザイン力で人を感動させる

- IoTによる産業構造の変革に対応するためには、ICT企業、ユーザ企業が連携して人材チームを構成し、オープン&クローズ戦略を検討するとともに、テストベッド等を活用したセキュアなインフラにより、次世代の生産・サービス提供プラットフォームの実現に向けた実証を推進することが重要。

- IoT/BD/AI時代に対応するためには、「プロデューサ(軍師型人材)」が進むべき方向性を具体的な方策へ翻訳して示すとともに、「サービス開発人材」が顧客ニーズを読みデータを価値に変えるサービスを検討し、「エンジニア」は生産機器等のハードウェアとソフトウェアとICTの技術者等が協力して対応し、「イノベーター」がそれらを巻き込んでイノベーションを起こすことが重要である。これらの人材チームにより実証を通じたサービス・プラットフォームの構築を目指す。
- 個人ではジョブズ、ゲイツに対抗できないのであれば、それぞれの役割を果たすことが出来る人材チームで対抗する。

## [求められる役割]

- ・方向性と具体的方策の提示
- ・オープン&クローズ戦略
- ・技術やデータを価値に結びつけるメカニズム構築
- ・技術とビジネスのバランス

### プロデューサ(軍師型人材)

- 俯瞰的にとらえ、方向性等を提示する能力
- 現場を理解し、全体をデザインできる能力

### イノベーター

- 独創性
- 自己追求性
- 不屈の精神

## [求められる役割]

- ・アントレプレナーシップ
- ・プロモーション
- ・将来予測
- ・サービス開発人材やエンジニアを巻き込んでイノベーションを起こす

## IoT/BD/AI時代に対応する人材チームのイメージ

## [求められる役割]

- ・マーケティング
- ・ビジネス分析
- ・品質の確保

### サービス開発人材

(データサイエンス/マーケティング担当)

- 顧客ニーズを読む能力
- データを価値に変える能力
- データを生み出すエンジンとしてモノの価値を判断する能力

### エンジニア

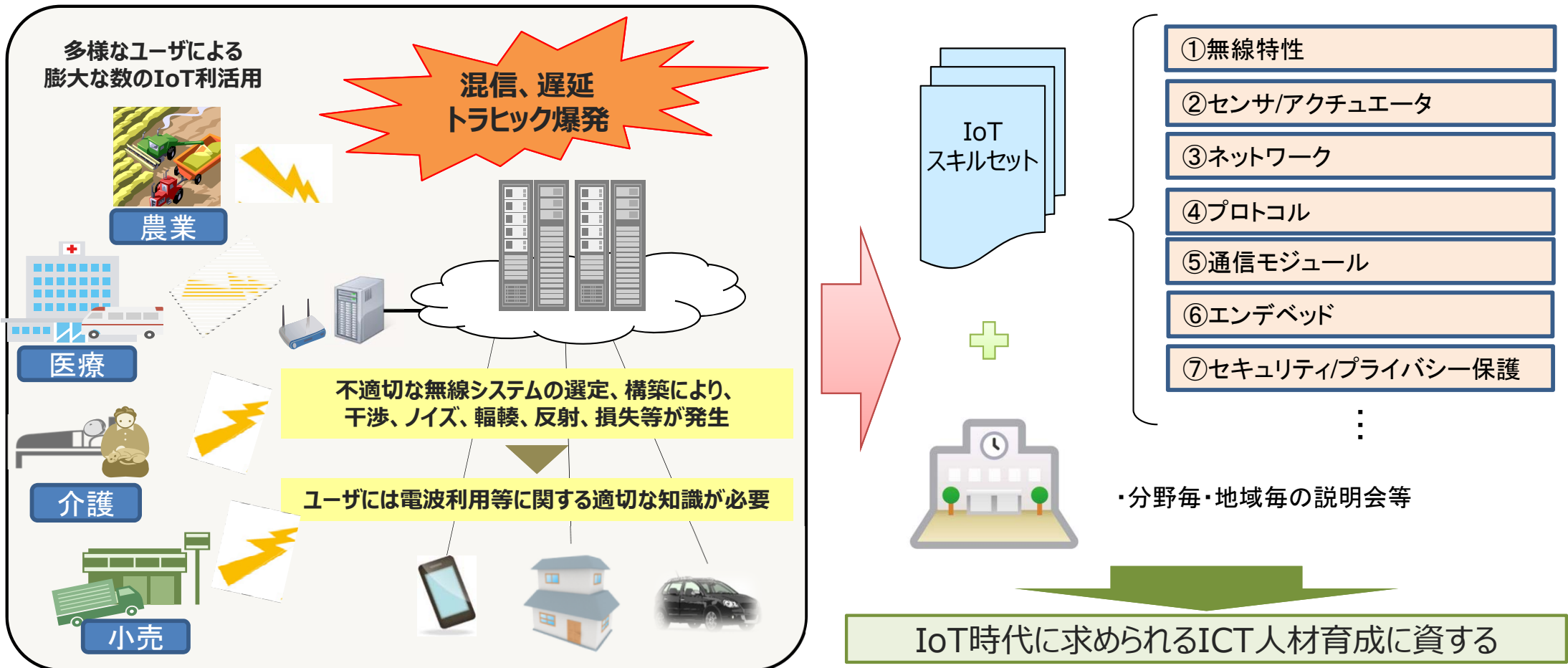
- ハードウェア及びソフトウェアの技術者とICTの技術者の両方の参加
- 制御システムセキュリティの専門家
- 個別技術を習得して高度化

## [求められる技術知識]

- ・センサ
- ・無線
- ・クラウド
- ・セキュリティ
- ・ハードウェア
- ・ソフトウェア

- 今後、多様な分野・業種において膨大な数のIoT機器等の利活用が普及し、新規ユーザが急増することが見込まれており、これに対応した人材の育成が急務。適切なIoT機器等の選定や利用が行わなければ、混信、遅延等が発生してその導入の支障となり、IoTの円滑な普及の妨げになる。特に、今後のIoT利用の拡大を鑑みると、電波有効利用の観点からも多様なユーザのIoT利活用に係るリテラシーの向上を図っていくことが必要。
- そのため、IoT機器のユーザに求められる専門知識の要件(スキルセット)を策定するとともに、分野毎・地域毎の説明会等の周知啓発事業を実施し、IoT/BD/AI時代に求められる人材育成に資することが重要。

※ 2020年にはIoT機器は世界で500億台以上

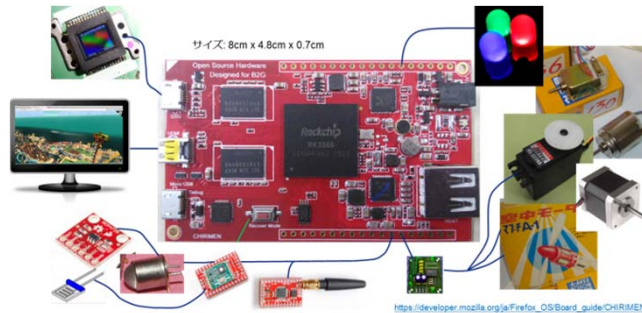


# 若者・スタートアップを対象としたIoTリテラシーに係る人材育成の推進

- IoTを総合的に理解し、使いこなせる人材、アイデアを発想できる人材が求められており、IoTによる電波有効利用の観点からも、若者やスタートアップを対象として、開発キットやオープンソース等を使った開発(モノづくり)を通じた体験型教育やアイデア・ソリューションを競うハッカソンの取組を推進することが重要。

## Mozilla Factory CHIRIMEN※ Open Hardware Project

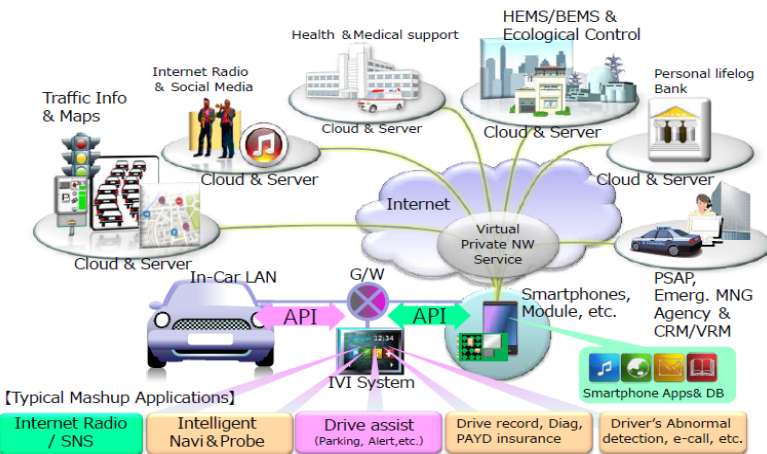
- 「“オープン”を軸としたモノづくりを学び、実践する場」として、2012年春に Mozilla Japan が構想を発表。
- オープンな思想のもと、専門家、大学生、中高生が一緒になってモノづくりのプロジェクトに実際に参加することで、そのプロセスの中から気づきや学びを得て、皆でイノベーションの種を作っていく仕組み。
- これまでの Web の概念にとらわれることなく「自由な発想で“モノづくり”を行いながらプロトタイプを作成を目指す Labo (実験室) 的なプロジェクト」等様々な取り組みを実施。



※CHIRIMEN: センサーやアクチュエーターなどの物理デバイスをWeb技術だけで制御することができるオープンソースの開発環境で、ボードコンピュータと上で動作するソフトウェアを含めた総称。

## Webとクルマのハッカソン

- Web技術の高度化に伴い、車内ネットワークの情報とWebを通じた様々な情報を連携させた新たなビジネスモデル創出が期待。Web技術の国際標準化団体であるW3Cにおいて、車両情報活用に関するAPIの標準化が進められている。
- 2016年1月、クルマの情報とWeb技術の融合による新たなサービスやアプリの創出、Webと車の連携に関する普及啓発・裾野拡大を目的として、「Webとクルマのハッカソン」を開催。



Webと車の標準化進展により  
想定されるサービスイメージ

「Webとクルマのハッカソン」  
の様子(2016年1月)

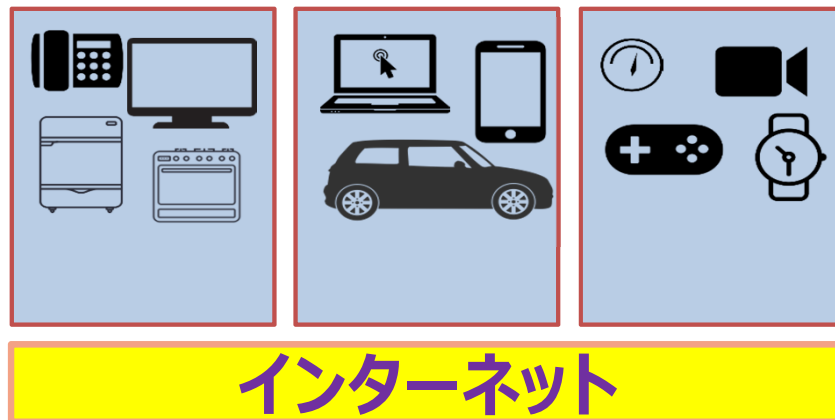


## (参考) WoT導入の推進によるソフトウェア人材の拡大

- 家電、ロボットなど様々なモノについて、インターネット上で広く用いられるWeb技術を活用し、統一的に接続・制御を可能とする共通プラットフォーム技術(WoT:Web of Things)を実現することで、新たなビジネスモデルが生まれることが期待。
- 我が国が世界に先駆けてWoT導入を推進することで、ソフトウェア技術者の不足問題への対応にも大きな効果。
- W3C技術総会(TPAC2015札幌:平成27年10月開催)において、WoT Interest Group(IG)会合(議長:シーメンス)が同会合のWG化の方向性等を確認。

IoT時代には、ネットワークの共通化は推進されるものの、企業・アライアンス毎にモノ・アプリ・サービスはバーチャルで分離され、連携利用困難

世界共通のアプリ・サービスPFであるWebで相互連携  
= Web of Thingsのコンセプト

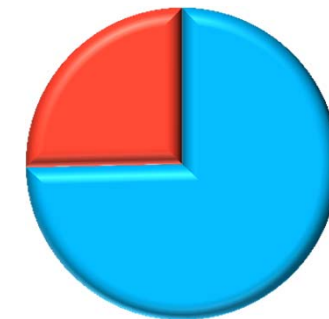


- Web技術導入により、IoTデバイス開発者を4倍以上に増加させることが可能

- ① 組み込み技術者はソフトウェア技術者の四分の一
- ② Web技術は全てのソフトウェア技術者の共通言語
- ③ 更に、Web技術はデザイナーの共通言語でもある(CSS,HTML)

IoTデバイスにWeb技術を導入することで、  
4倍以上のソフトウェア技術者がIoT開発に参加可能

組み込み技術者:  
25.8万人



全ソフトウェア  
技術者:102万人

経産省:IT人材を取り巻く  
現状(2011年)\*1より

デザイナーに該当する者の数は、全国で16.5万人

経産省:デザイン業の実態、デザイナー数について\*2より

※出展

- 1: [http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/jouhoukeizai/jinzai/001\\_s02\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/jouhoukeizai/jinzai/001_s02_00.pdf)
- 2: [http://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/mono/human-design/toukei.html](http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/human-design/toukei.html)

資料9-3 KDDI  
説明資料を基に作成

I 第1次中間答申以降の動き

II IoT/ビッグデータ/AI時代の政策課題

III 横断的な推進方策

1. IoT/ビッグデータ/AI時代の人材育成策

2. IoT/ビッグデータ/AI時代の標準化戦略

IV 分野別の推進方策

1. 先端的なIoT分野(「スマートIoT推進戦略」)

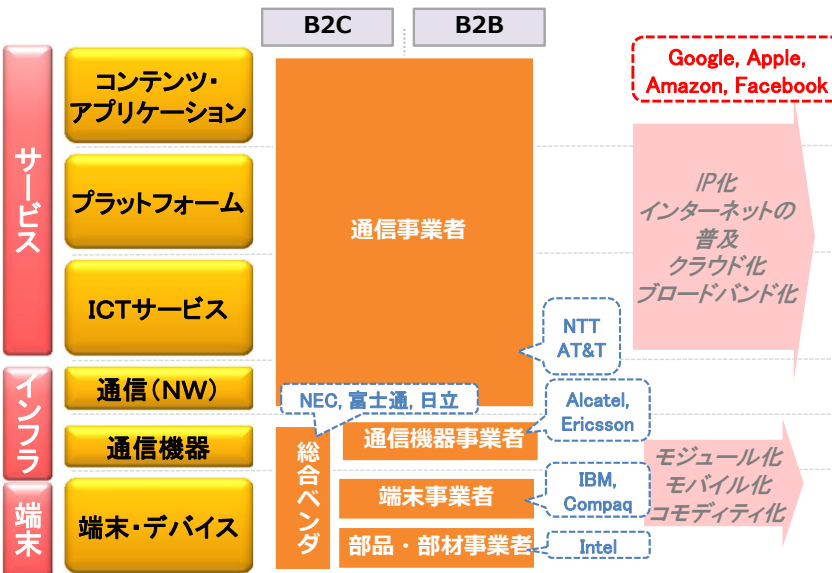
2. 次世代人工知能分野(「次世代人工知能推進戦略」)



- 欧米の巨大ICT企業が垂直統合型のビジネスモデルを構築しつつある中、新たな価値創造の源泉となるデータの円滑な利活用を促進し、多様なデータを糾合するため、プラットフォームの標準化活動が活発化。
- 様々な産業分野に適用可能な、先端的なIoTの通信制御等の共通プラットフォームを世界に先駆けて構築し、機器製造者にとどまらず、プラットフォームやサービスの提供者となることが極めて重要。

## 1995年頃：固定電話中心の垂直統合時代

通信事業者・大手ベンダが中心



## 2005年以降:モバイルとクラウドによる共創と競争の時代

水平統合/垂直分離によりレイヤの上下進出や連携が進展

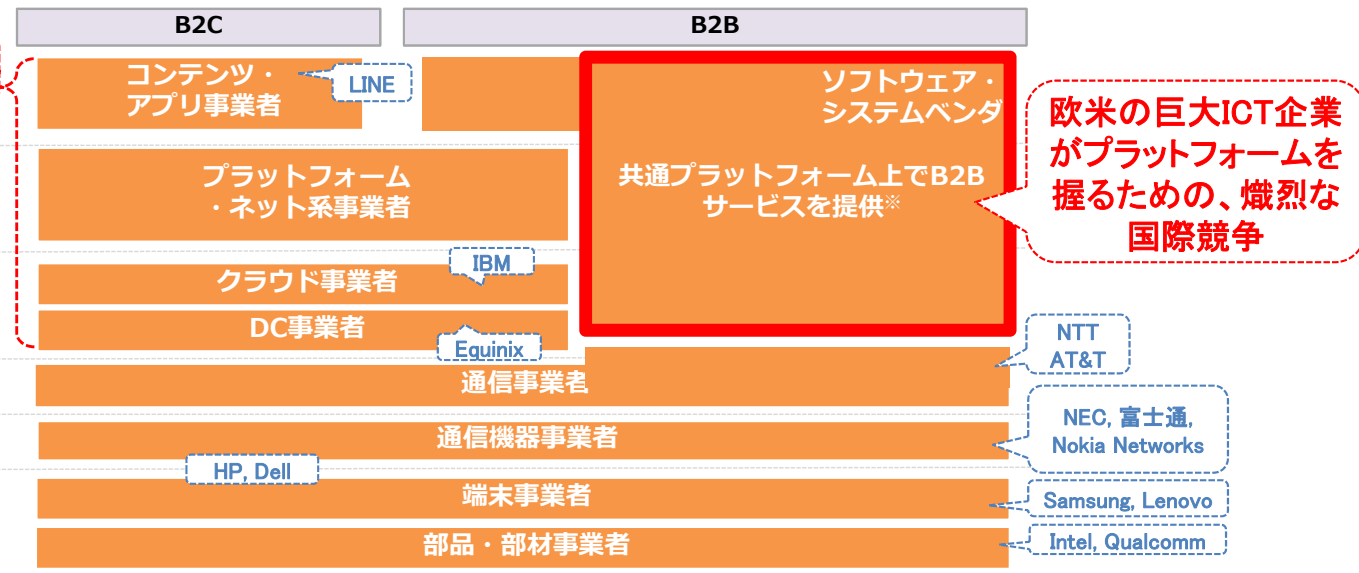
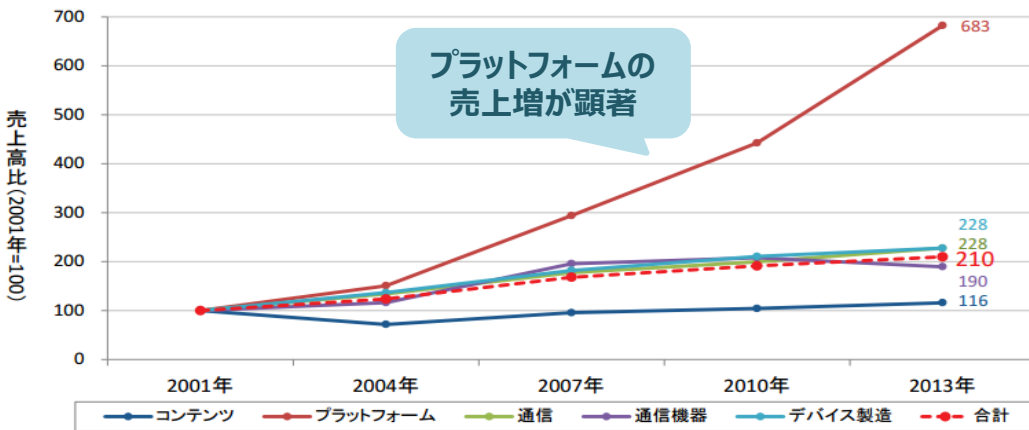
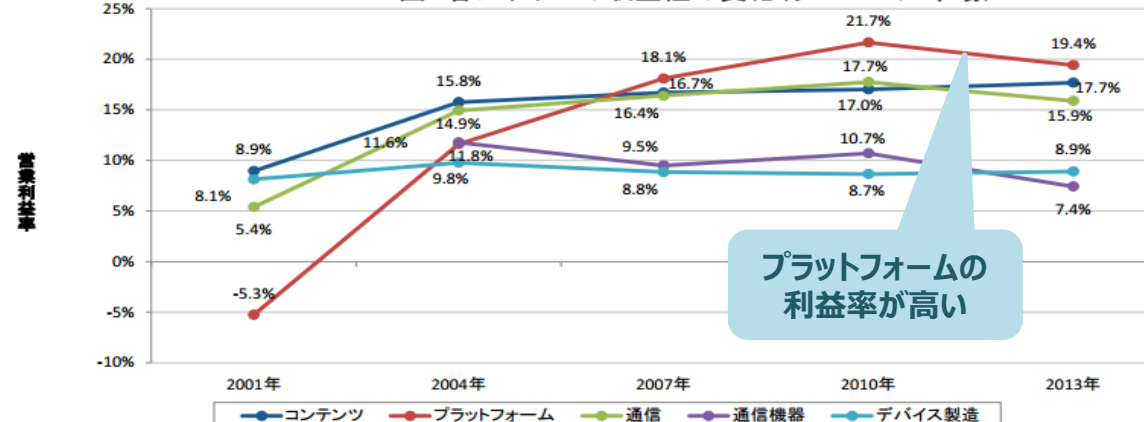


図. ICT関連企業の売上高合計の伸び率(2001年を100とした場合)

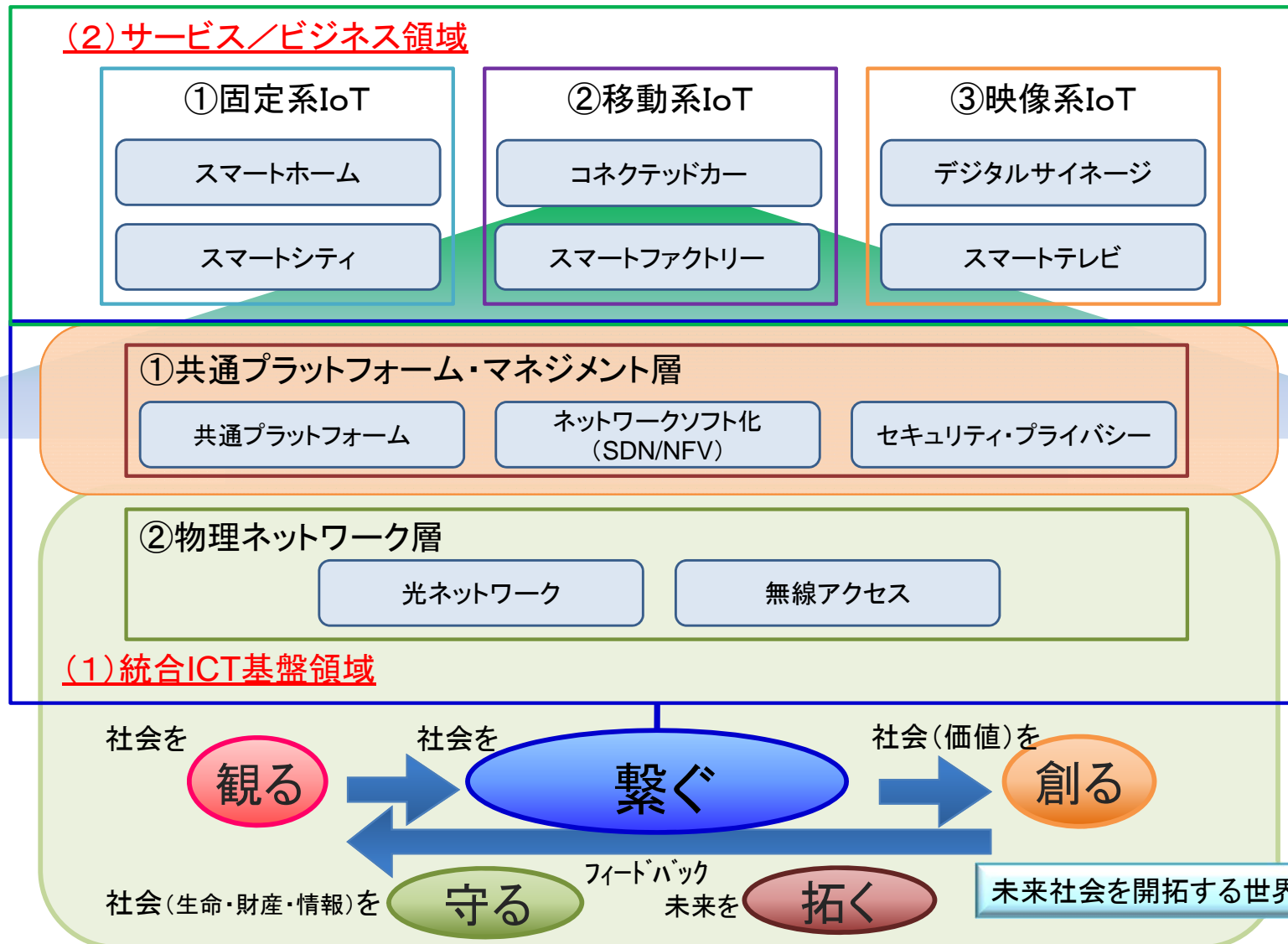


※例えば、工場では生産ラインと経営管理のリアルタイム統合サービスを提供

図. 各レイヤーの収益性の変化(グローバル市場)



- 今後の国際標準化活動における重点領域を設定するとともに、各重点領域における標準化の必要性や具体的目標等を定めた「新標準化戦略マップ」を活用し、戦略的に標準化活動及びビジネス展開を推進。
- 共通プラットフォーム構築を推進するため、「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において、オープン領域とクローズ領域を見極めつつ、競争力強化につながるリファレンス・モデルを早急に具体化。



共通基盤技術をベースに  
新ビジネス・サービスを  
創出するための標準化

膨大な数の「モノ」を  
確実に繋ぐ共通基盤  
技術の標準化



- 具体的なビジネス展開を視野に入れた上で、デジュール標準とフォーラム標準、ネットワークレイヤとサービス・アプリケーションレイヤの検討に一体的かつ柔軟に対処できるよう、TTCを中核として、NICTを含めた産学官連携による国内標準化推進体制を抜本的に強化。
- 標準化に関連するプロトタイプ開発や継続的な標準化活動等の支援スキームを導入するとともに、フォーラム標準及びオープンソース系の知識も十分に有する新たな標準化人材の育成強化等を推進。

## 一般社団法人情報通信技術委員会(TTC)

通信キャリア

ベンダ

### TTC標準化会議(標準策定機能)

部門	所属する専門委員会					
ICT活用アプリケーション	BSG	マルチメディア応用	e-health	スマートカー	アクセシビリティ	IoT/SC&C
プラットフォーム	oneM2M	セキュリティ	メディア符号化	企業ネットワーク	ビッグデータ	
プロトコル・NW運営管理	信号制御	網管理	番号計画	SDN/NFV		
アーキテクチャ	NGN&FN	3GPP	3GPP2	移動通信網マネジメント	ICTと気候変動	5Gモバイル
トランスポート・アクセス・ホーム	情報転送	アクセス網	光ファイバ伝送	次世代ホームNWシステム		

取組をスタートした新テーマ

## IoTイノベーション推進本部(仮称)

業際・各業界

標準化

IoTイノベーション推進機能

テーマ発掘

新しい分野業界

有望なユースケースの受け皿

フォーラム

グローバル標準化連携協調

フォーラム系標準化連携・協調

ITU-T

3GPP  
oneM2M

民間フォーラム標準化団体

IIC

関連推進団体

IoT推進  
コンソーシアム  
/スマートIoT  
推進フォーラム

I 第1次中間答申以降の動き

II IoT/ビッグデータ/AI時代の政策課題

III 横断的な推進方策

1. IoT/ビッグデータ/AI時代の人材育成策

2. IoT/ビッグデータ/AI時代の標準化戦略

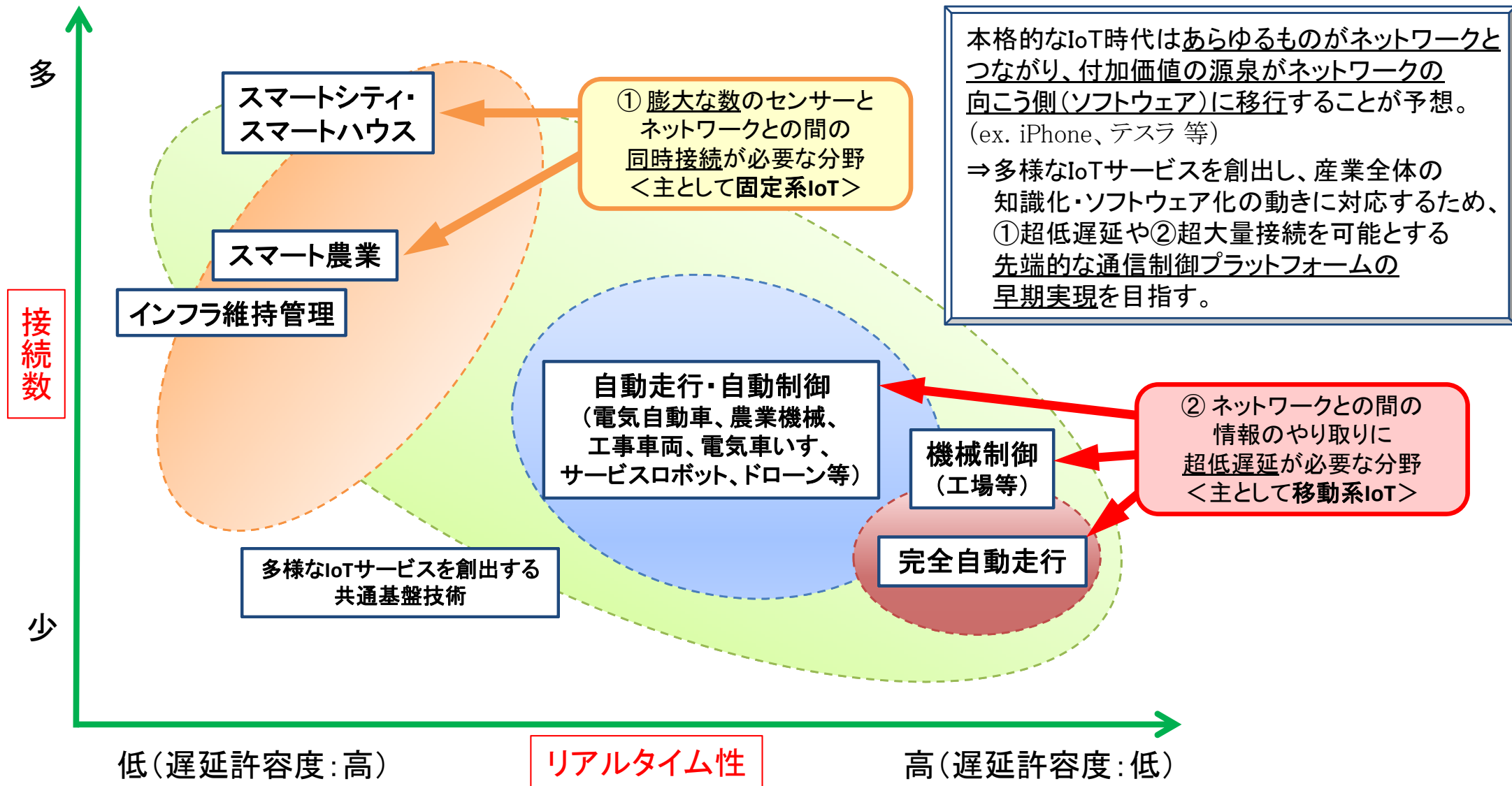
IV 分野別の推進方策

1. 先端的なIoT分野(「スマートIoT推進戦略」)

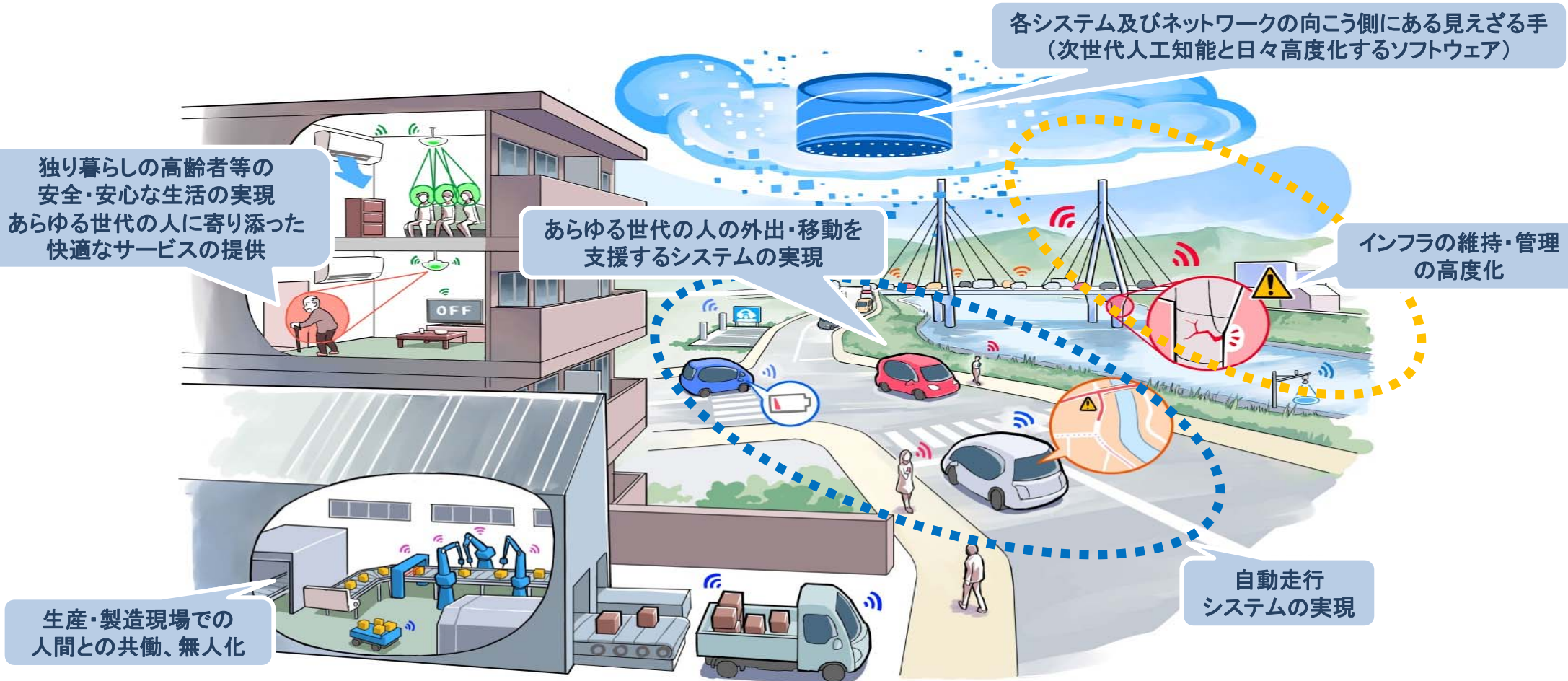
2. 次世代人工知能分野(「次世代人工知能推進戦略」)

# 先端的なIoT利用の推進

- 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、適切な対応を取ることが必要。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・制御等を行えることが必要。



- 「自律型モビリティ社会」とは、超高齢化社会を迎える中で、すべての人が、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を想定。
- 先端的なIoTにより、このような社会を実現するため、以下のような「自律型モビリティ・システム」の実現を目指すことが重要。
  - ・ 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、人間と共働したり無人で生産・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)

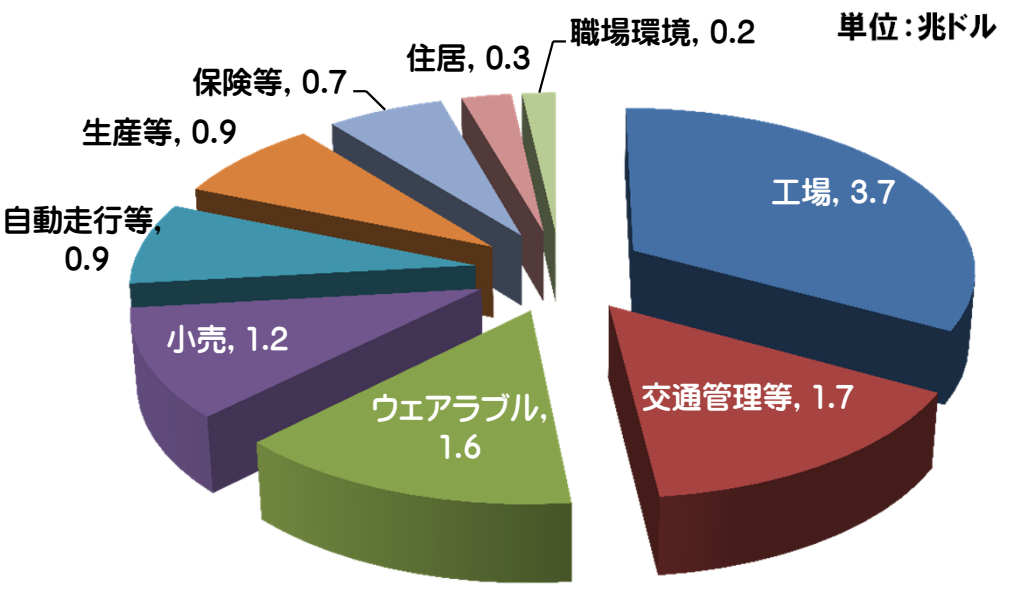


# 先端的なIoT導入の波及効果

■ スマートシティ等においては、気象や環境情報、交通情報、安全・安心情報等の多様なデータを集約し、オープン化することで、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市場の拡大や地域イノベーションの促進に寄与。

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導入による効率向上で、1%のコスト削減が行われれば、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270億ドルの削減効果ありと推計。



## IoTのマクロ経済への影響

出所) McKinsey Global Institute analysis 2015

What if... Potential Performance Gains in Key Sectors

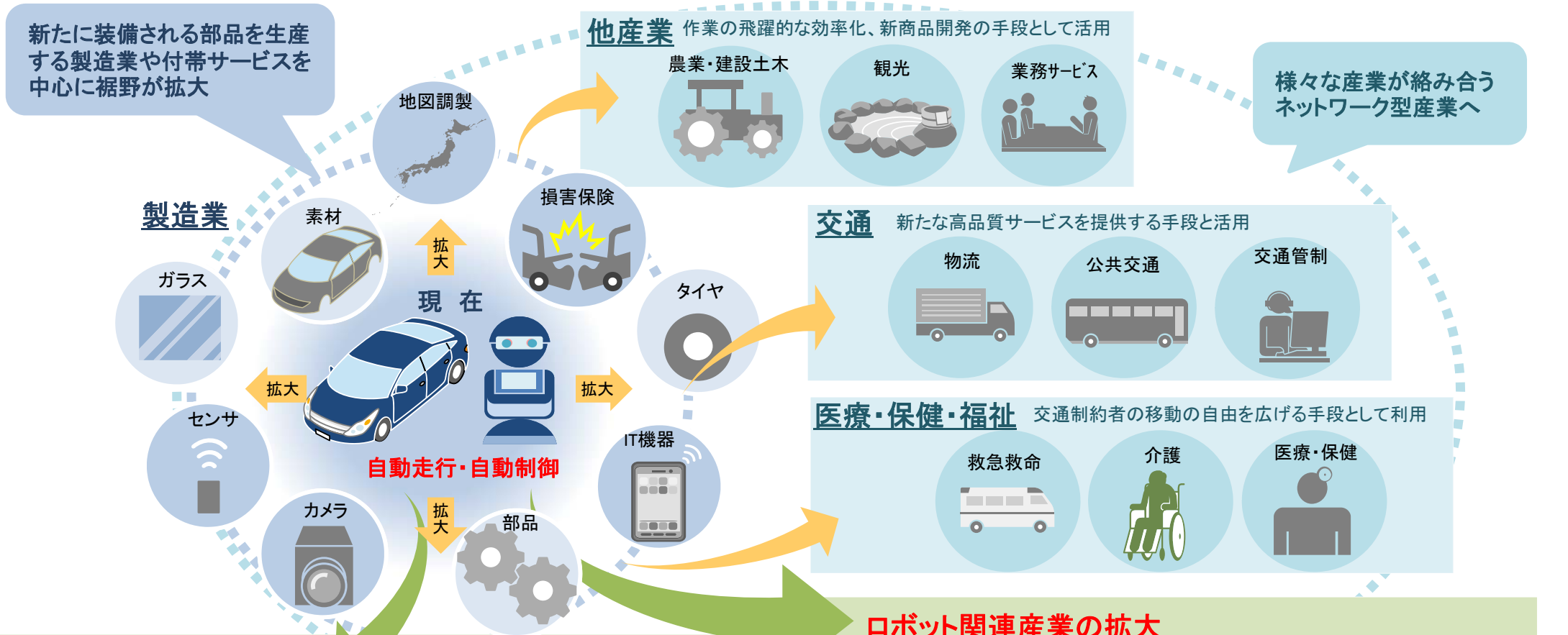
Industry	Segment	Type of Savings	Estimated Value Over 15 Years (Billion nominal US dollars)
Aviation	Commercial	1% Fuel Savings	\$30B
Power	Gas-fired Generation	1% Fuel Savings	\$66B
Healthcare	System-wide	1% Reduction in System Inefficiency	\$63B
Rail	Freight	1% Reduction in System Inefficiency	\$27B
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)

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



自動車やロボット等の特定産業に留まらず、超高齢化と人口減少が進む我が国の経済社会において様々な応用領域産業への波及・普及展開が期待。



新たに装備される部品を生産する製造業や付帯サービスを中心に裾野が拡大

**他産業** 作業の飛躍的な効率化、新商品開発の手段として活用

様々な産業が絡み合うネットワーク型産業へ

**交通** 新たな高品質サービスを提供する手段と活用

**医療・保健・福祉** 交通制約者の移動の自由を広げる手段として利用

## 自動車関連産業の拡大



車載センサー、通信機器 (カメラ、レーダー等)

ダイナミックマップ (階層構造のデジタル地図)



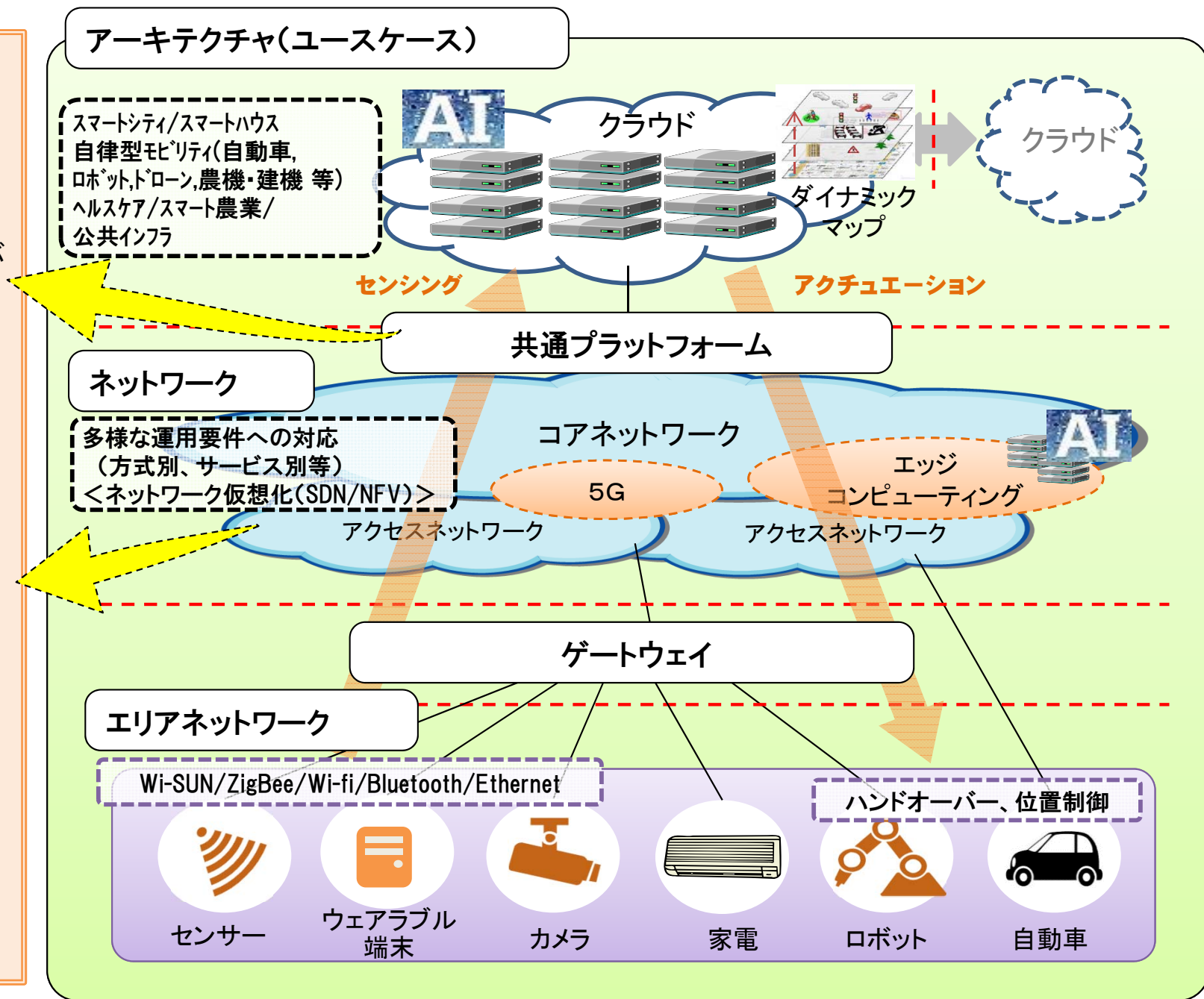
車や人の位置、信号情報など  
渋滞、事故情報  
工事、規制情報  
構造物、車線情報

## ロボット関連産業の拡大



## <取組の方向性>

- ◆ 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、
  - ① 特定サービスに依存しない、データ収集・利用、デバイス管理
  - ② 異なるベンダー間の相互接続性
  - ③ 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。
- ◆ 先端IoTシステムの実現に必要な共通基盤技術の開発。
  - \* 超低遅延(1ms程度)
  - \* 超高速(10Gbps)
  - \* 超多数同時接続(100万台/km<sup>2</sup>)
  - \* 自動走行(100km/h,128台/km<sup>2</sup>)
  - \* 次世代AI(AI+脳科学)
  - \* ユースケースに即した上記機能の選択・対応 等



## 1. ネットワーク(同時多数接続、柔軟性)の高度化

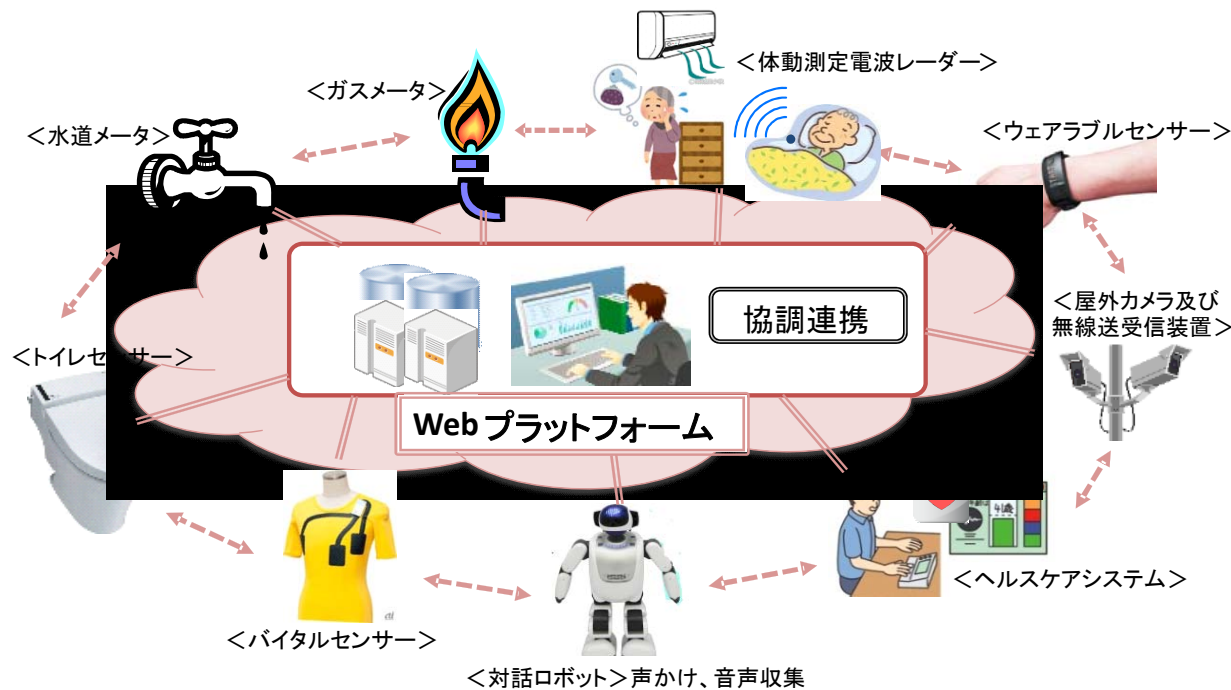
- SDN/NFVIによるネットワーク仮想化技術や、エッジコンピューティングによる分散処理技術等を活用し、IoTの爆発的な増加に対応するために、有無線一体で周波数を含めたネットワーク資源を最適制御可能な統合基盤技術の研究開発を推進。

## 2. プラットフォームの構築

- 分野横断的なプラットフォームの構築に向けて、汎用性の高いWebプラットフォーム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. 社会受容性、高信頼性・セキュリティの確保

- 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履歴の管理保証技術等の技術開発・標準化及び技術実証・社会実証等を推進。



ウェアラブルセンサー、バイタルセンサー(心電図)、体動測定レーダー、対話ロボット、電気・水道・ガスメータ、屋外カメラ等の屋内外の様々なセンサー機器からの収集情報について、Webプラットフォームを活用し効率的に連携。

⇒社会的課題である地域高齢者の見守りや効果的な健康管理を行うことで医療の効率化にも貢献。

【例】高齢化する地域住民の包括的な見守り・健康管理

## 1. ネットワーク(超高速・低遅延・高効率)の高度化

- 自律型モビリティシステムのリアルタイム制御を実現するため、エッジコンピューティングにより高速・低遅延での情報伝送を可能とし、エッジサーバ間のハンドオーバーを向上させるための技術開発等を推進。
- 高度地図データベース(ダイナミックマップ※)の情報を高効率に更新・配信し、確実に受信できる技術開発を推進。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に、車道周辺の歩道等も含めた適用対象の拡大を推進。

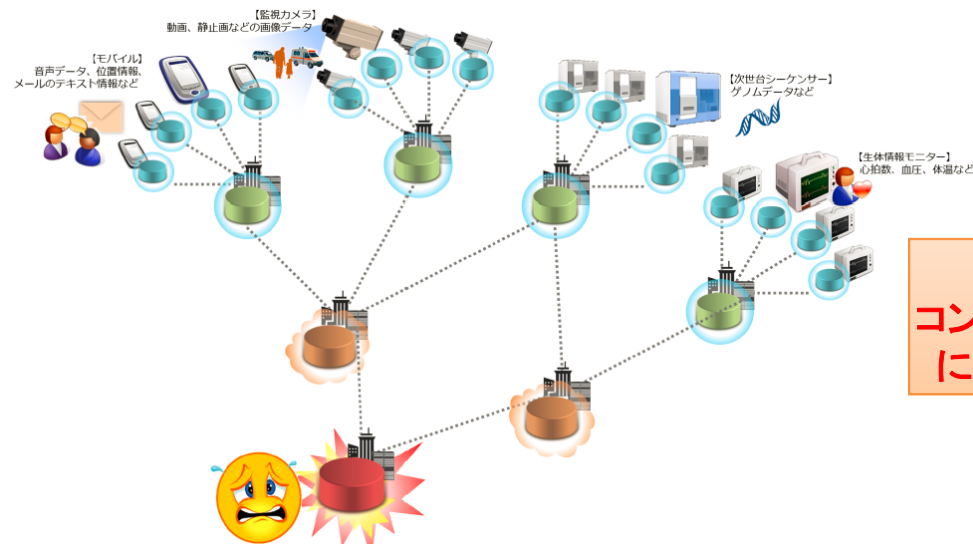
※静的な情報のみでなく動的な情報(工事、事故等の規制情報、信号周辺車両の情報等)も組み込んだ高精度な3次元地図情報

## 2. プラットフォームの構築

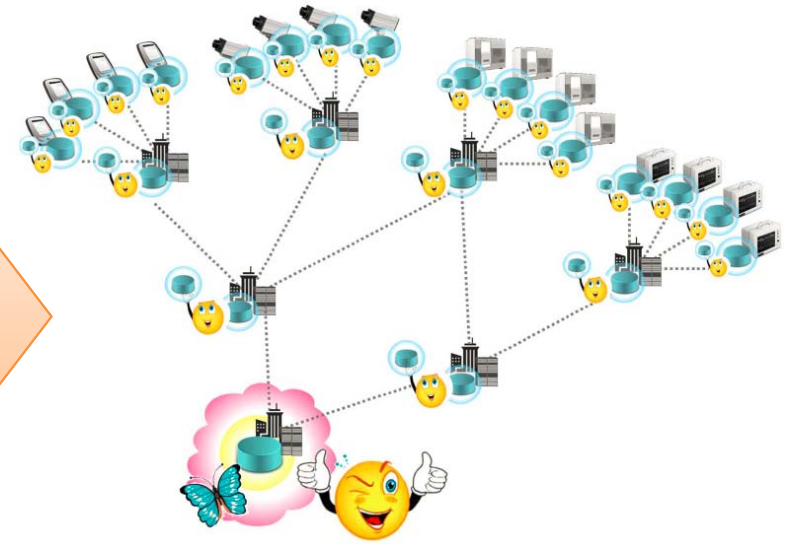
- 多様な自律型モビリティシステムが検知した情報を、他の自律型モビリティシステムと情報共有し、協調動作を可能とするプラットフォームを構築するための技術開発等を推進。

## 3. 高信頼性・セキュリティの確保

- ユースケース毎に異なる多様な運用要件に応じたネットワーク利用・管理方式の技術開発とともに、サイバー攻撃を検知・判断して、遮断・縮退し、操作者に通知する技術開発等を推進。



エッジ  
コンピューティング  
による分散処理



IoT時代は多様なIoT機器から膨大な情報が発生するため、  
データを集約するアプローチではネットワークやクラウドがパンク

分散したポイントでインテリジェントに処理することにより、  
ネットワークやクラウドの負担を軽くすることが不可欠

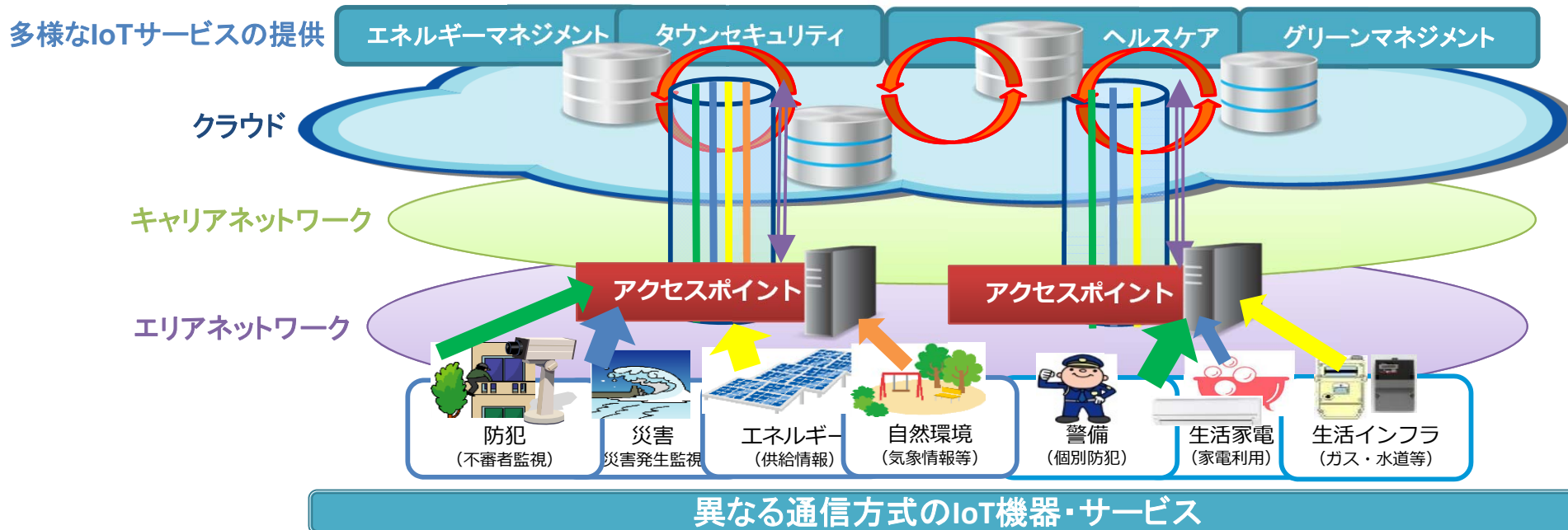
## 1. IoT/BD/AI時代の新たなテストベッド環境の構築

- サイバーフィジカルシステム(CPS)の高度化やAI等の先端技術に迅速かつ柔軟に対応するため、機能の高度化やスペック変更等に柔軟に対応可能で有無線一体で詳細な検証が可能なエミュレーション環境の開発と人材育成を推進。
- 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。

## 2. 「人・技術・データ」活用によるエコシステムの形成

- 大学・民間等による多様なAI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ハッカソンの開催等、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のプロジェクトを推進。
- 欧米の巨大ICT企業等による垂直統合による囲い込みに対応するため、「①特定サービスに依存しないデータ収集・利用、デバイス管理」、「②異なるベンダ間の相互接続性」等を可能とする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・社会実証を推進。

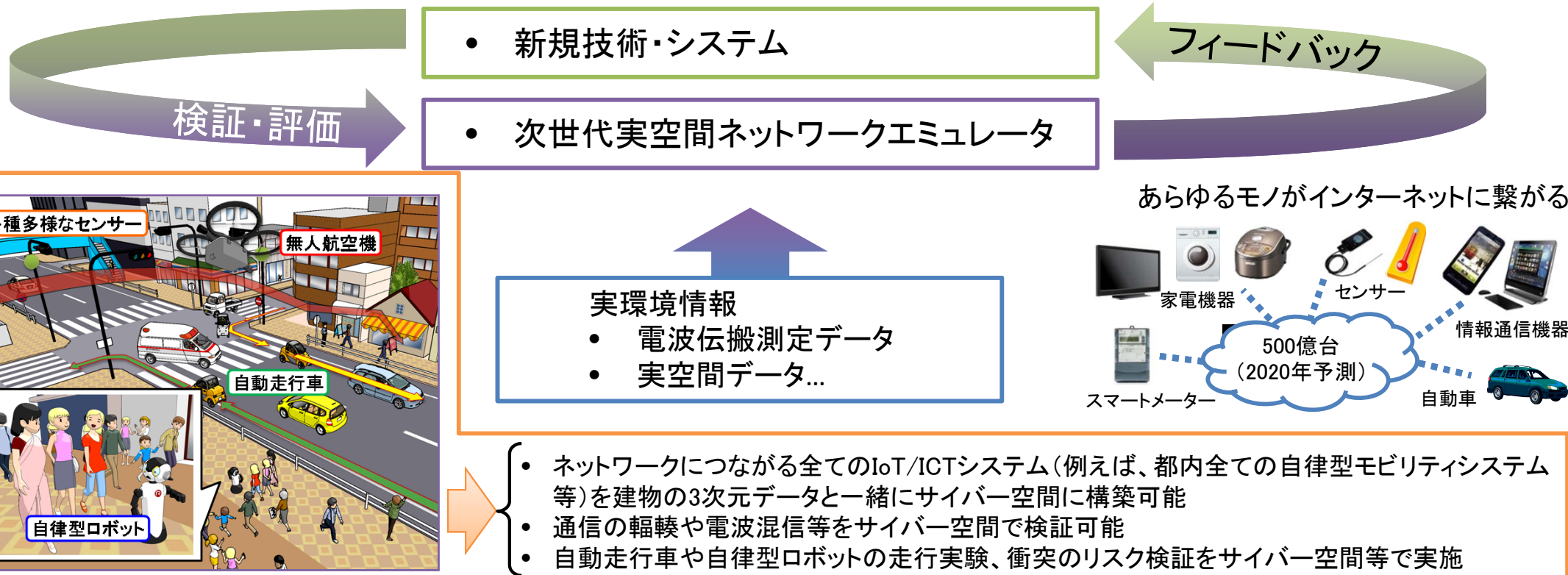
### 先端IoTによるエコシステムの形成



- IoT/BD/AI時代の新たな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・検証が行えるように、サイバー空間と実空間を結合させたサイバーフィジカルシステム(CPS)全体について有無線一体で詳細な検証が可能なエミュレーション※環境を構築。

※エミュレーション:膨大な数のIoT機器を利用するCPS等の検証に不可欠となる実際の機器と計算処理を組み合わせた検証。

## ネットワークのエミュレータから実空間全体のエミュレータへ



## 次世代実空間ネットワークエミュレータの要件

- 無線アクセスから基幹網やサーバ/クラウド、あらゆる建物等をサイバー空間に再現可能
- 高機能シミュレーションにより膨大な数の機器との同時接続評価が可能
- 有線ネットワーク伝搬モデルに加え、全ての電波伝搬モデル/電波伝搬特性の解析にも対応

I 第1次中間答申以降の動き

II IoT/ビッグデータ/AI時代の政策課題

III 横断的な推進方策

1. IoT/ビッグデータ/AI時代の人材育成策

2. IoT/ビッグデータ/AI時代の標準化戦略

IV 分野別の推進方策

1. 先端的なIoT分野(「スマートIoT推進戦略」)

2. 次世代人工知能分野(「次世代人工知能推進戦略」)

# 人工知能の進化と研究開発の変遷

- 人工知能は、1950年代後半～1960年頃の第一次ブーム(探索・推論の時代)、1980年頃～1990年頃の第二次ブーム(知識表現の時代)を経て、現在、計算機の機能向上やインターネットの普及により人工知能が高度化したことから、「機械学習・表現学習の時代」として注目が集まっている。特に、機械学習の一つであるディープラーニングが画像認識において高い能力を見せ始めたこと等が発端となっている。
- 我が国では、1979年に福島邦彦氏がディープラーニングで用いられる「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」を発表する等、これまで人工知能技術の発展に大きく貢献してきている。

- ・電王戦で人工知能が米長邦雄永世棋聖に勝利
- ・Googleがディープラーニング技術を活用しAIに「猫」を認識
- ・コンピュータによる物体認識の精度を競う国際コンテストILSVRC (ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge)でディープ・ラーニングが圧勝(2012年)



ワトソン(IBM)がクイズ番組で勝利(2011年)

Geoffrey Hinton氏(カナダ、トロント大学)らの研究グループがディープ・ラーニングを考察(2006年)

Deep Blue(IBM)がチェスで勝利(1997年)

深層強化学習に基づく囲碁ソフト「AlphaGo」が欧州チャンピオンのプロ棋士に勝利(2016年)

冬の時代

現在

～機械学習・表現学習の時代  
2010年代～

- ・ウェブとビッグデータの発展
- ・計算機性能の飛躍的向上

福島邦彦氏による脳科学研究に基づくネオコグニトロン(※)の発表(1979年)

※視覚パターン認識に関する階層型神経回路モデル。畳み込みニューラルネットワーク(CNN)の原型。

冬の時代

第2次ブーム～知識表現の時代

1980～1990年代

- ・専門家の意思決定を再現する「エキスパートシステム」の出現。人の知識・常識を網羅的に記述、管理することの困難さが判明。

第1次ブーム～探索・推論の時代

1956～1960年代

「人工知能(AI)」の原型が生まれる。  
当時のAIでは極めて簡略化された問題しか解けないことが判明。

アラン・チューリングによって「人工知能の概念」提唱(1947年)

「人工知能」という言葉の出現@ダートマスの夏期研究会(1956年)

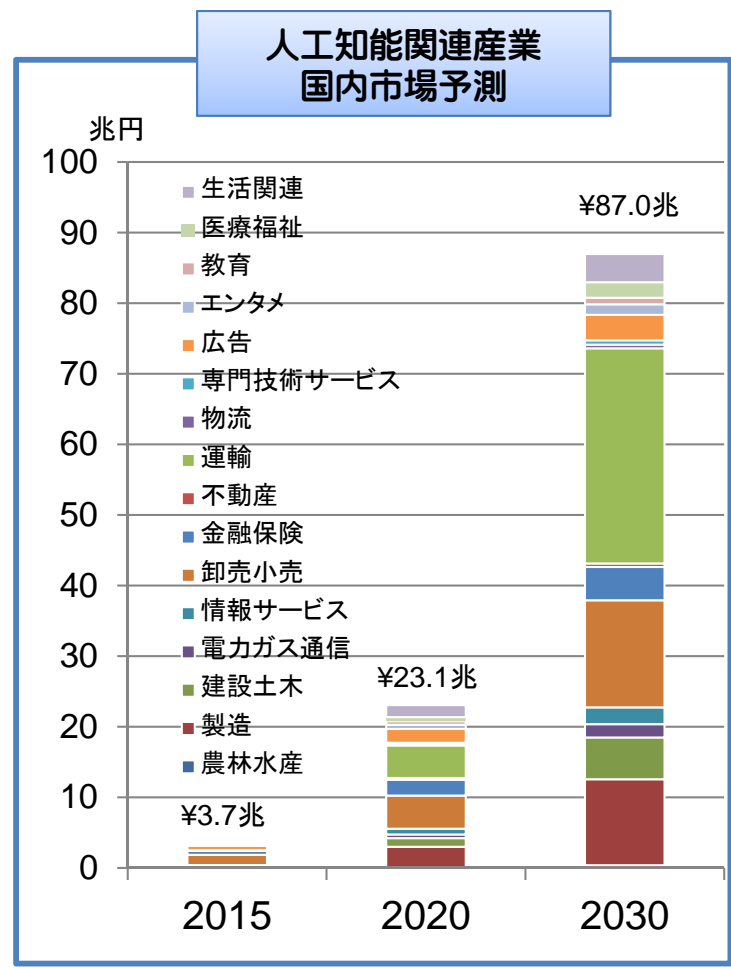
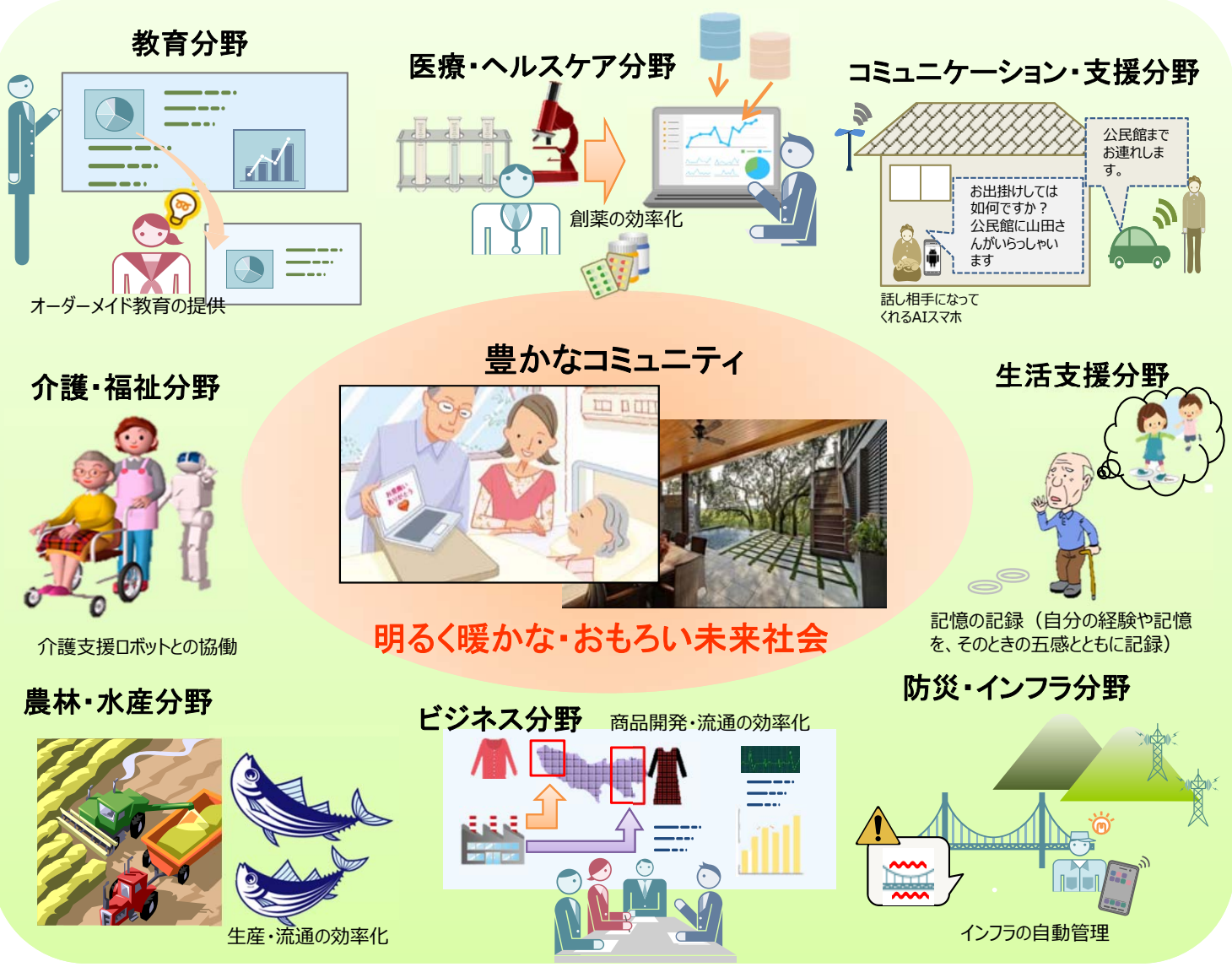
世界初のコンピュータENIAC(1946年)

出典: 人工知能の未来-ディープラーニングの先にあるもの、松尾豊氏(東京大学)講演資料を基に作成  
: 人工知能が拓く新たな情報社会(NTTデータ経営研究所 神田武氏)資料を基に作成



# 人工知能の利活用イメージと市場予測

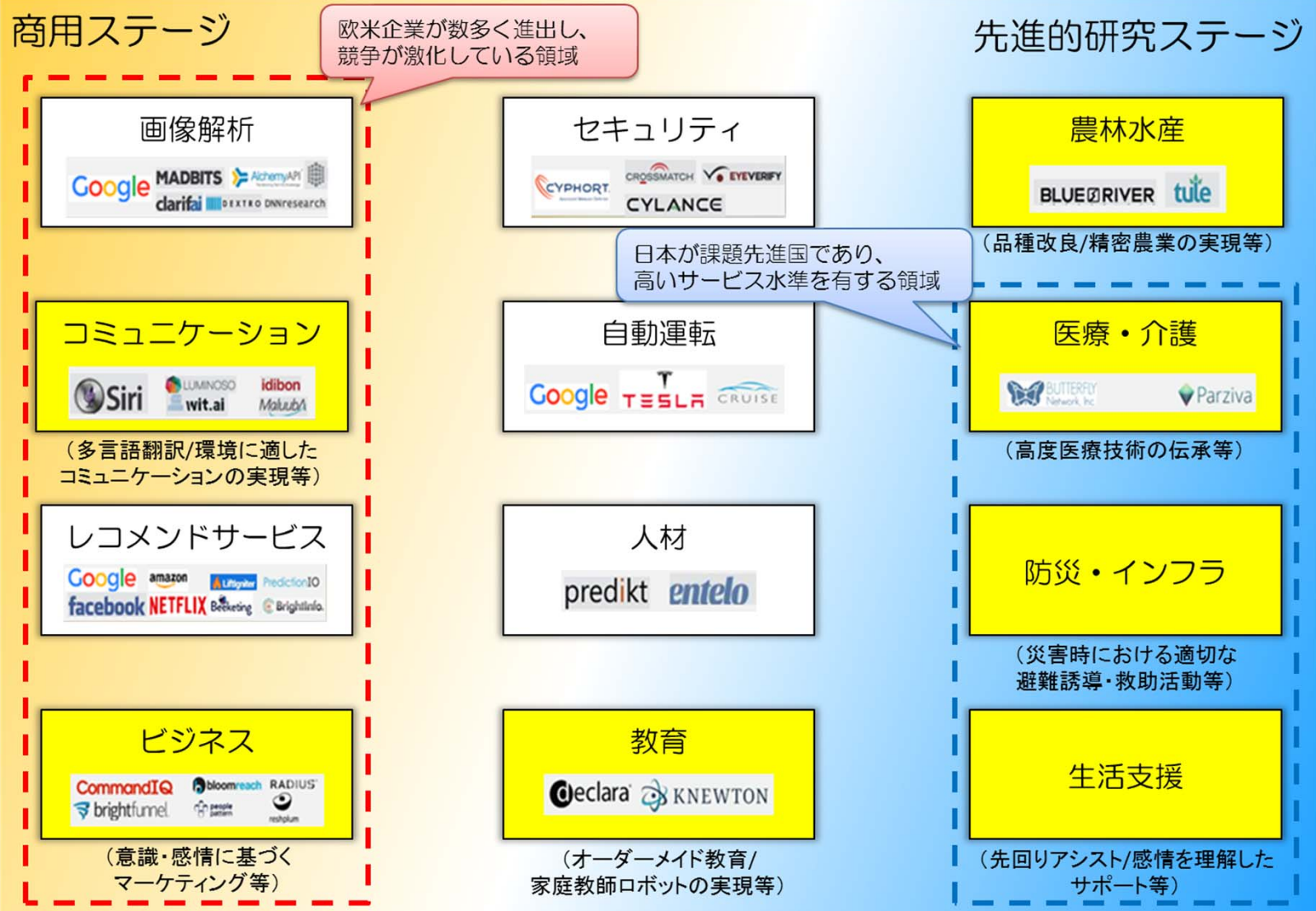
- 人工知能技術の活用によって、様々な分野で労働生産性の大幅な向上・人材不足の解消が可能となるほか、新たなサービスやビジネスの創出が期待される。
- 我が国は、少子高齢化に伴う様々な社会課題に他国より早く直面する「社会的課題先進国」であり、最先端の人工知能技術を利用した新たなサービスを世界に先駆けて創り出し、国内の課題解決はもとより、その実績を世界市場にどの国よりもいち早く展開することにより、将来にわたり我が国の産業の国際競争力を確保することが重要。



出展：人工知能関連産業国内市場予測 (EY総合研究所 2015)

# 人工知能技術及びサービス開発の全体動向

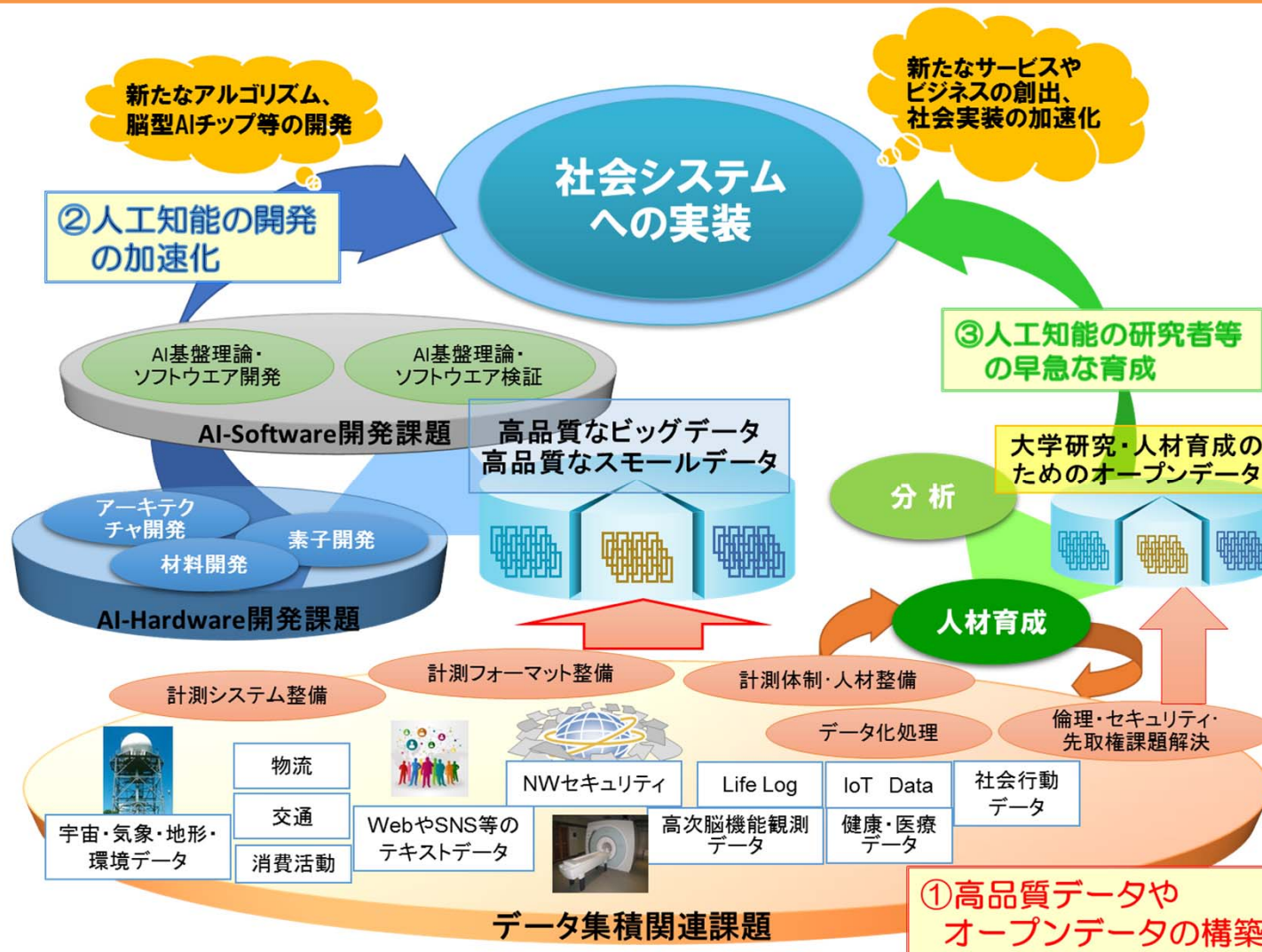
- 人工知能技術は将来、様々な分野で新しいサービスを創出することが期待されているが、現状では、商用段階にあるものから研究段階のものまで利用分野ごとに様々な取組が行われている。
- 中でも、研究段階にあり商用化が十分に進んでいない「医療・介護」、「防災・インフラ」、「生活支援」分野は、「社会的課題先進国」である我が国が高度なノウハウとサービス水準を有しており、早期に人工知能を適用するための研究やデータ整備を行うことが有効である。



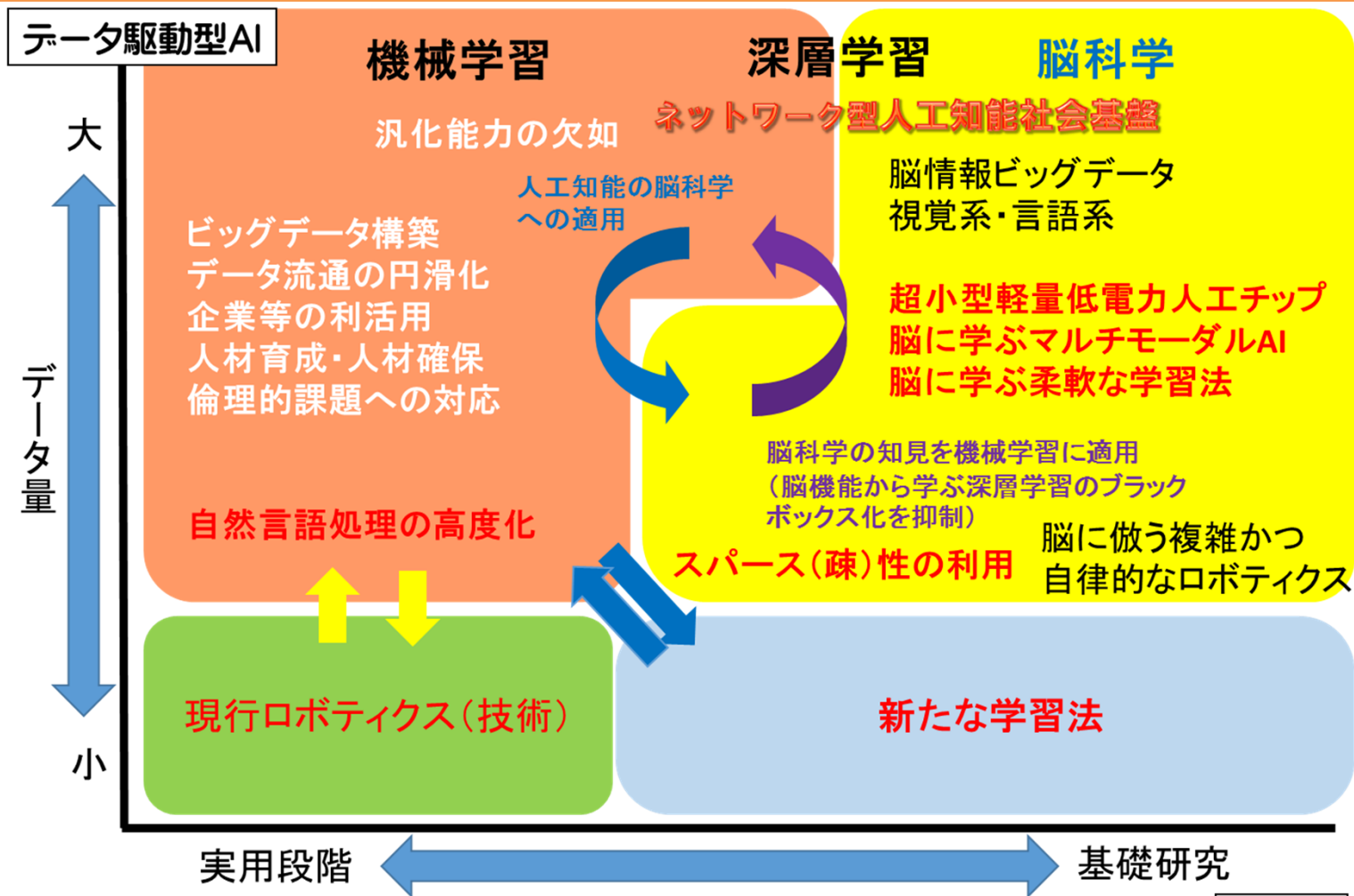
※ 図はAI・脳研究WG第2回栄藤構成員の講演資料を参考に作成

# 人工知能技術研究開発の基本戦略

- 我が国が次世代人工知能技術の研究開発を推進し、国際競争力を確保していくためには、①IoTデータを収集・流通させる仕組みを早期に構築し、高品質ビッグデータ等の集積化を行い、②これを基に人工知能のソフトウェア及びハードウェア開発を加速し、新たなアルゴリズムの開発等により新しいサービスやビジネスを創出する。
- また集積されるビッグデータの中から、大学等の若手研究者が自由に扱えるオープンデータを整備することにより、独創的なアイデアの創出を促進するとともに、③データサイエンティストや倫理的問題を扱う人材等を育成する。
- これらの取組を同時に進めることにより、次世代人工知能の社会への実装を加速する。



- 「ビッグデータを活用する人工知能技術」及び「脳科学の知見に基づく人工知能技術」の研究は、これまで相互に影響を及ぼし合いながら発展してきた。
- 今後、これらの研究開発をさらに加速し、それぞれの成果を融合することにより、ネットワーク型人工知能社会基盤を実現していく。
- そのため、ビッグデータの構築や流通における課題、人材育成・確保等の課題の解決を急ぐとともに、現在の機械学習の問題を解決するための研究や、新たな学習法の研究、さらには脳科学の研究等の研究開発を加速する。



白抜き文字: 人工知能発展における当面の課題  
 赤字: 人工知能の研究開発の推進

脳型AI

## 1. 小規模データで実現するAI技術の開発

- ◆ 大量データの確保が困難な場合でも高度な人工知能を実現するため、少数サンプルからの強化学習、データのスパース(疎)性に基づく情報処理手法の研究開発及び開発実証に取り組むべきである。

## 2. 人工知能による付加価値創出基盤の高度化

- ◆ あらゆるデバイスが人工知能を搭載して、ネットワークにより接続されることにより、ネットワーク上の様々な人工知能が連携してIoT機器が自律的な判断を行い、人の意思決定を支援するプラットフォームを実現するための研究開発・実証テストベッドの整備に早急に着手すべきである。
- ◆ これにより、社会的課題を解決するとともに、新たなサービスやビジネスを創出する。

## 3. 自然言語処理の高度化

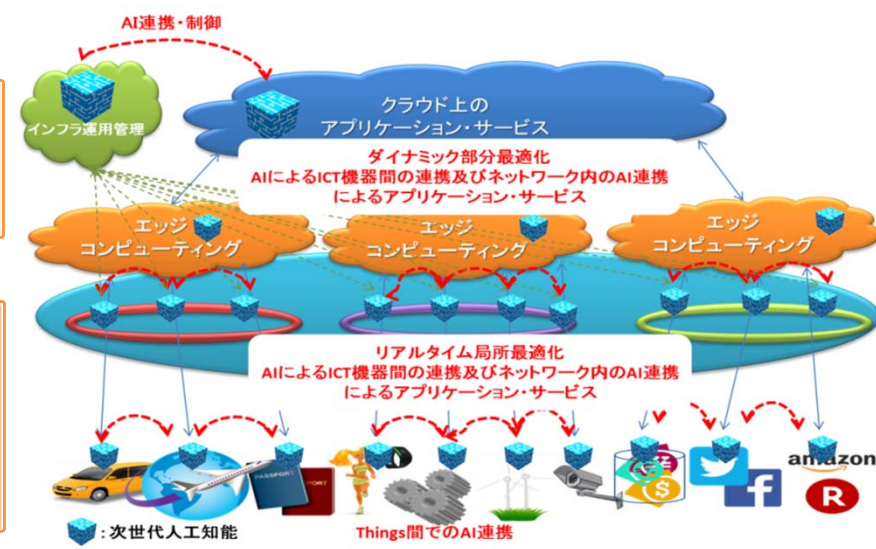
- ◆ 日本語と外国語の高度な機械翻訳・音声翻訳の実現、社会知解析技術の高度化について、我が国が実現すべき課題として取り組むことが重要である。
- ◆ 社会知を効率よく人間に伝え、活用するための手段として対話ロボットの開発が期待される。

## 4. 人工知能と脳科学の相互連携

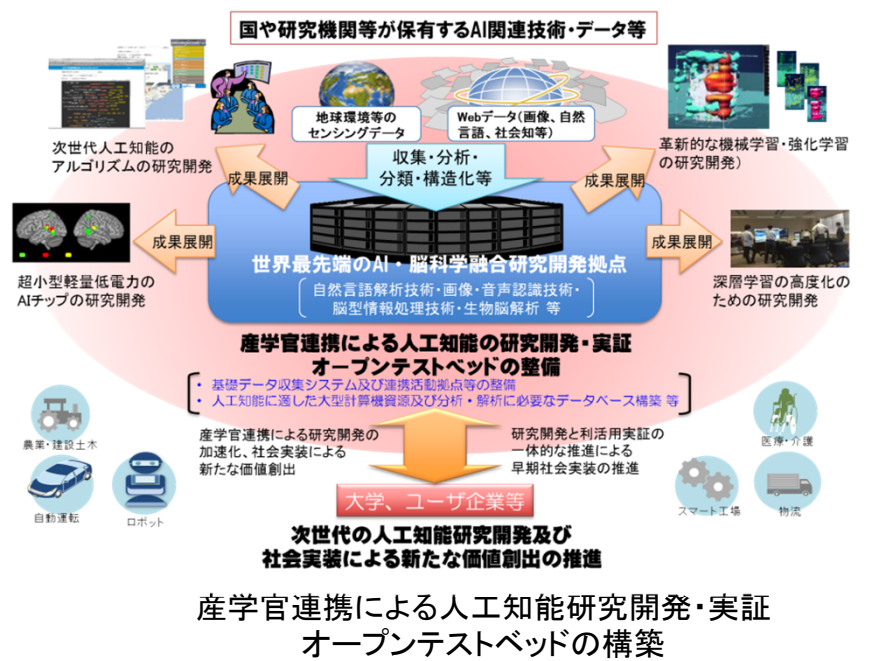
- ① 人工知能の脳科学への適用
  - 膨大な脳活動データに人工知能を用いたデータマイニングを行うこと等により脳機能の解明を加速し、次世代人工知能の発展につなげていくべきである。
- ② 脳科学の知見の人工知能への適用
  - 視覚系、言語系の情報処理メカニズムを深層学習に組み込むことが可能であることから、それによってより人間的な人工知能の開発を進めることが重要である。

## 5. データ確保・流通の円滑化、人材の確保

- ① データ確保・流通の円滑化
  - ビッグデータの利活用ルールや利活用するための研究開発拠点等の整備を国が主導して取り組むべきである。
- ② 人材の確保
  - 多様な分野における基礎学問から実践までの一貫した教育や、チャレンジを促すことができる環境作りが重要である。またチャレンジを促す際には、人工知能の負の側面にも留意すべきである。



ネットワーク型人工知能社会基盤

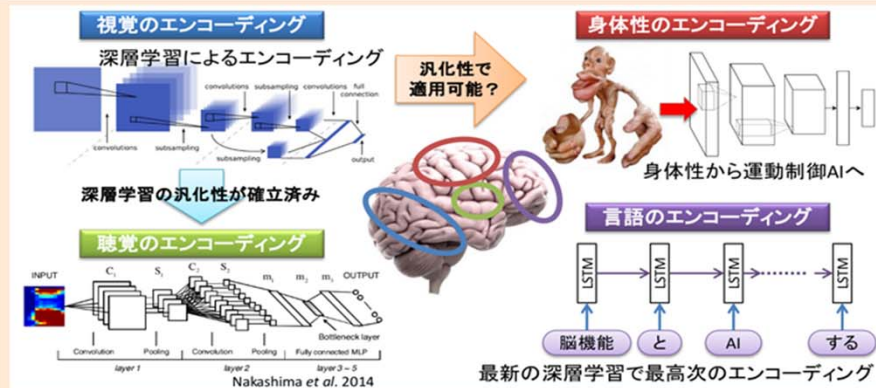


産学官連携による人工知能研究開発・実証オープンテストベッドの構築

- 人工知能と脳科学の研究がそれぞれ急速に進展している中、計算機能力の更なる向上及び省エネ化等の課題を解決し、将来の次世代人工知能を実現するため、脳科学の知見を取り入れた人工知能の研究開発の重要性が高まっている。

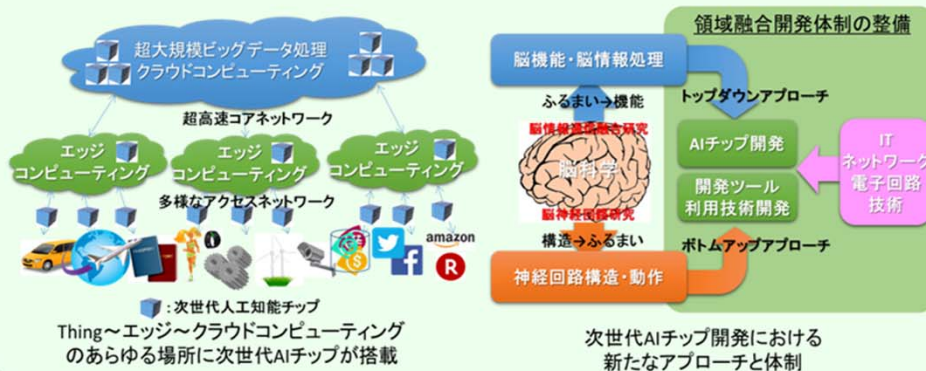
## ① 脳に学ぶマルチモーダルAI技術

視覚、聴覚から触覚への拡張により深層学習による身体性を獲得し、さらに運動制御や言語処理技術の高度化



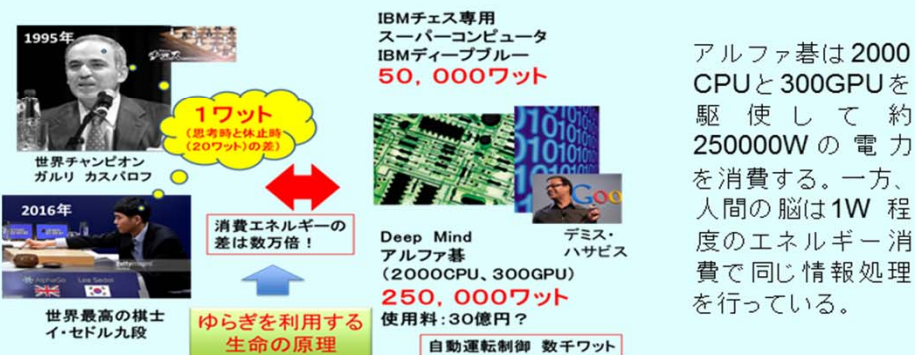
## ② 超小型軽量低電力の人工知能チップ

脳情報科学の知見に基づく脳型コンピューティング研究と、脳神経回路を模倣する電子回路技術研究を連携して実現

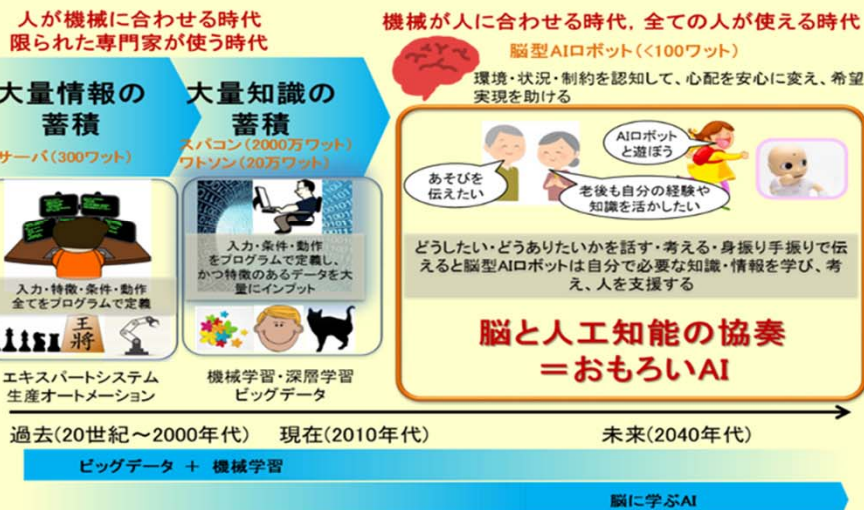


## ③ 脳に学ぶ桁違いの消費エネルギーで駆動するAI

桁違いの省エネルギー実現のためには、アーキテクチャ、回路レベルから計算アルゴリズムまでを見直す必要である。

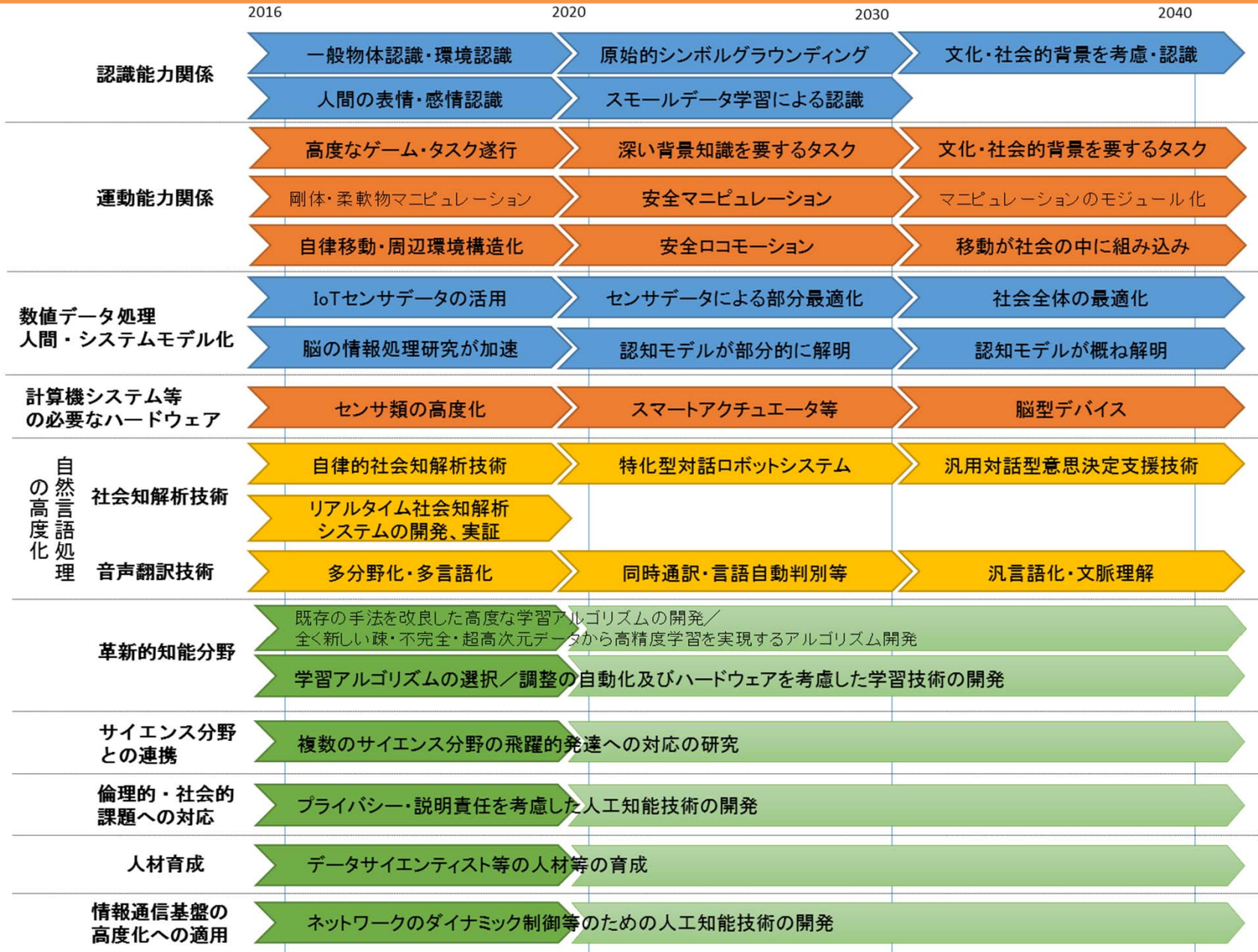


## さらにその先のAI技術を目指して

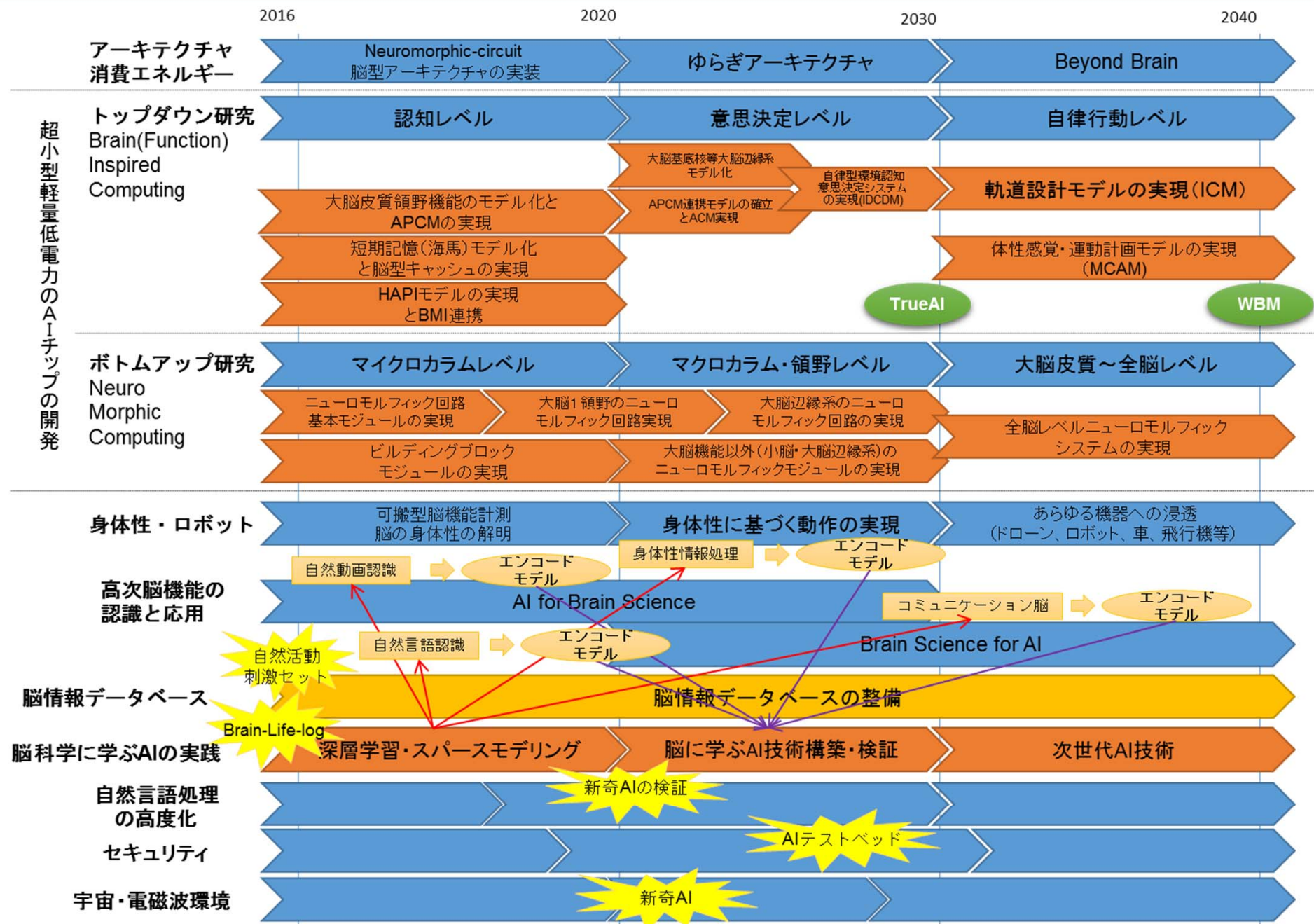


- 2020年及び2030年頃を見据えた我が国の次世代人工知能技術(ビッグデータに基づくAI、脳科学の知見に基づくAI)の研究開発内容及び研究開発目標をロードマップとして取りまとめた。

ビッグデータに基づくAI



脳科学の知見に基づくAI



ApCM: Artificial partial Cortex Module(Machine)  
 ACM: Artificial Cortex Module(Machine)  
 HAPI : Human AI Programing Interface

IDCDM: Integrated Developmental Cognitive and Decision making Model(Machine)  
 BMI : Brain Machine Interface

MCAM: Mortal Cortex Area Model (Machine)  
 CM: Integrated Cerebellum Model (Machine)  
 WBM: Whole Brain Machine



# 技術戦略委員会構成員

氏名		主要現職
主 委 主 委 委 専 門 委 員	査 代 理 員	相田 仁 東京大学大学院 工学系研究科 教授
	員	森川 博之 東京大学 先端科学技術研究センター 教授
	員	水嶋 繁光 シャープ(株) 取締役会長
	員	近藤 則子 老テク研究会 事務局長
	員	飯塚 留美 (一財)マルチメディア振興センター 電波利用調査部 研究主幹(平成28年1月20日から)
	員	伊丹 俊八 国立研究開発法人情報通信研究機構 理事
	員	内田 義昭 KDDI(株) 取締役執行役員常務 技術統括本部長
	員	江村 克己 日本電気(株) 執行役員常務 兼 CTO
	員	大島 まり 東京大学大学院 教授
	員	岡 秀幸 パナソニック(株) AVCネットワークス社 常務・CTO
	員	沖 理子 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 第一宇宙技術部門 地球観測研究センター 研究領域リーダー
	員	片山 泰祥 (一社)情報通信ネットワーク産業協会 専務理事
	員	黒田 徹 日本放送協会 放送技術研究所 所長(平成28年5月16日から)
	員	黒田 道子 東京工科大学 名誉教授
	員	酒井 善則 東京工業大学名誉教授、放送大学特任教授
	員	佐々木 繁 (株)富士通研究所 代表取締役社長
	員	篠原 弘道 日本電信電話(株) 代表取締役副社長 研究企画部門長
員	角南 篤 政策研究大学院大学 副学長・教授	
員	浜田 泰人 日本放送協会 理事・技師長(平成28年5月16日まで)	
員	平田 康夫 (株)国際電気通信基礎技術研究所 代表取締役社長	
員	松井 房樹 (一社)電波産業会 専務理事	
員	三谷 政昭 東京電機大学 工学部 情報通信工学科 教授	
員	宮崎 早苗 (株)NTTデータ 第一公共事業本部 課長	

オブザーバー	布施田 英生	内閣府 政策統括官(科学技術・イノベーション担当)付参事官
	榎本 剛	文部科学省研究振興局 参事官(情報担当)
	岡田 武	経済産業省産業技術環境局 研究開発課長

# 先端技術WG構成員

氏 名	所 属 ・ 役 職
主任	<p>東京大学先端科学技術研究センター 教授</p> <p>大阪大学 サイバーメディアセンター 教授</p> <p>ヤンマー(株) アグリ事業本部 開発統括部 農業研究センター 部長</p> <p>KDDI(株) 理事 技術開発本部長</p> <p>(株)NTTドコモ 執行役員イノベーション統括部長</p> <p>(株)富士通研究所 取締役 デジタルサービス部門副担当兼ネットワークシステム研究所長</p> <p>沖電気工業(株) 通信システム事業本部 スマートコミュニケーション事業部 マーケティング部 シニアスペシャリスト</p> <p>トヨタ自動車(株) 製品企画本部 安全技術主査 (内閣府SIP(自動走行システム)PD)</p> <p>(株)野村総合研究所 ICT・メディア産業コンサルティング部長</p> <p>総合警備保障(株) 執行役員 商品サービス企画部長</p> <p>シャープ(株) CEカンパニー クラウドサービス推進センター 所長</p> <p>(一社)電波産業会 常務理事</p> <p>三菱重工業(株) ICTソリューション本部 ICT企画部 主席部員</p> <p>日本電気(株) クラウドシステム研究所 研究部長</p> <p>日産自動車(株) 総合研究所 モビリティ・サービス研究所 主任研究員 (内閣府SIP-adus構成員(走行環境のモデル化(Dynamic Map)))</p> <p>早稲田大学 理工学術院 創造理工学部 総合機械工学科 教授</p> <p>国立情報学研究所 情報社会相関研究系 教授</p> <p>(株)小松製作所 CTO室 技術イノベーション企画グループ 主幹</p> <p>日本電信電話(株) 未来ねっと研究所 ユビキタスサービスシステム研究部 グループリーダー</p> <p>北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 セキュリティ・ネットワーク領域長 高信頼組込みシステム教育研究センター長</p> <p>(株)三菱総合研究所 政策・公共部門 副部門長</p> <p>(株)日立製作所 情報・通信システムグループ 情報・通信システム社 通信ネットワーク事業部 事業部長付</p> <p>(株)国際電気通信基礎技術研究所 知能ロボティクス研究所長</p> <p>パナソニック(株)生産技術本部 ロボティクス推進室長</p> <p>(一社)情報通信技術委員会(TTC) 専務理事</p> <p>YRP研究開発推進協会 事務局長</p> <p>三菱電機(株) e-F@ctory戦略プロジェクトグループ 主席技管</p> <p>(国研)情報通信研究機構 経営企画部長</p>

# AI・脳研究WG構成員

氏 名		所 属 ・ 役 職
主 任	柳 田 敏 雄	国立研究開発法人 情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター(CiNet) センター長
	麻 生 英 樹	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 人工知能研究センター 副センター長
	石 山 洸	(株)リクルートホールディングス RIT推進室長
	上 田 修 功	日本電信電話(株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所 上田特別研究室長(NTTフェロー) 機械学習・データ科学センタ代表
	宇 佐 見 正 士	KDDI(株) 技術統括本部 技術開発本部長・理事
	栄 藤 稔	(株)NTTドコモ 執行役員イノベーション統括部長
	大 岩 和 弘	国立研究開発法人 情報通信研究機構 NICTフェロー・未来ICT研究所 主管研究員
	岡 田 真 人	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
	加 納 敏 行	日本電気(株) 中央研究所 主席技術主幹
	亀 山 涉	早稲田大学 基幹理工学部 情報通信学科 教授
	川 人 光 男	(株)国際電気通信基礎技術研究所 脳情報研究所長
	北 澤 茂	大阪大学大学院 生命機能研究科 教授
	喜 連 川 優	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所 所長
	杉 山 将	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
	鳥 澤 健 太 郎	国立研究開発法人 情報通信研究機構 ユニバーサルコミュニケーション研究所 データ駆動知能システム研究センター センター長
	中 村 哲	奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 教授
	原 裕 貴	(株)富士通研究所 取締役
	春 野 雅 彦	国立研究開発法人 情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター(CiNet) 脳情報通信融合研究室 主任研究員
	前 田 英 作	日本電信電話(株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所長
	松 尾 豊	東京大学大学院 工学系研究科 准教授
松 本 洋 一 郎	国立研究開発法人 理化学研究所 理事	
八 木 康 史	大阪大学 理事・副学長	
矢 野 和 男	(株)日立製作所 研究開発グループ 技師長	
山 川 宏	(株)ドワンゴ 人工知能研究所 所長	
山 川 義 徳	国立研究開発法人 科学技術振興機構 革新的研究開発プログラム(ImPACT) プログラム・マネージャー	
山 崎 匡	電気通信大学大学院 情報理工学研究科 助教	

※ 経済産業省、文部科学省からオブザーバが参加。