

**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**

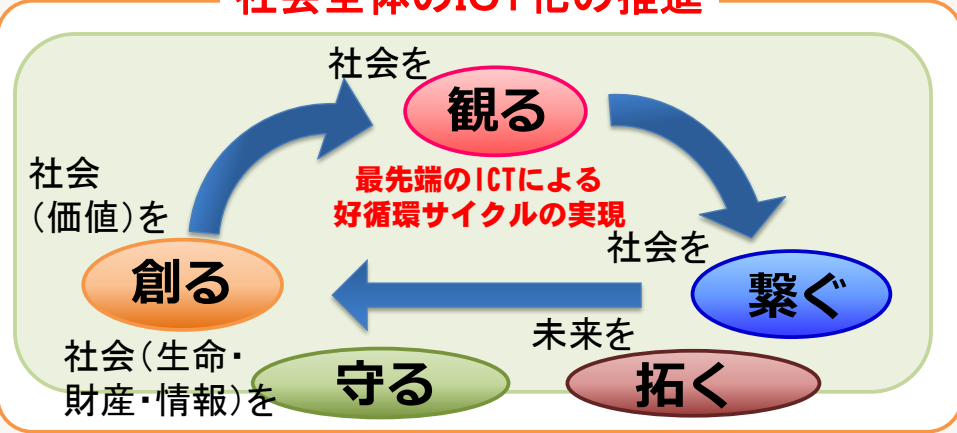
平成28年7月7日

情報通信審議会

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)

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

第12回会合(平成28年6月27日・28日)

第2次中間報告書(案)に関する審議
(メール審議)

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

技術戦略委員会構成員

氏名		主要現職
主査 主査 主査 " " 専門委員 " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "	査員	相田 仁 東京大学大学院 工学系研究科 教授
	代理員	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) 前会長
	" "	近藤 則子 老テク研究会 事務局長
	専門委員	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)
	" "	伊丹 俊八 国立研究開発法人情報通信研究機構 理事
	" "	内田 義昭 KDDI(株) 取締役執行役員常務 技術統括本部長
	" "	江村 克己 日本電気(株) 執行役員常務 兼 CTO
	" "	大島 まり 東京大学大学院 教授
	" "	岡 秀幸 パナソニック(株) AVCネットワークス社 常務・CTO
	" "	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
	" "	片山 泰祥 (一社)情報通信ネットワーク産業協会 専務理事
	" "	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)
	" "	黒田 道子 東京工科大学 名誉教授
	" "	酒井 善則 東京工業大学名誉教授、放送大学特任教授
	" "	佐々木 繁 (株)富士通研究所 代表取締役社長
	" "	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
" "	角南 篤 政策研究大学院大学 副学長・教授	
" "	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)	
" "	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	
" "	松井 房樹 (一社)電波産業会 専務理事	
" "	三谷 政昭 東京電機大学 工学部 情報通信工学科 教授	
" "	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>森川 博之 下條 真司 伊勢村 浩司 宇佐見 正士 栄 藤 稔 加藤 次雄 川西 素春 葛巻 清吾 桑津 浩太郎 桑原 英治 阪本 実雄 佐藤 孝平 柴田 浩和 下西 英之 白土 良太 菅野 重樹 曾根原 登 高野 史好 田中 裕之 丹 康 雄 中村 秀治 南 條 健 萩田 紀博 本間 義康 前田 洋一 森下 浩行 森 田 温 矢野 博之</p>	<p>東京大学先端科学技術研究センター 教授 大阪大学 サイバーメディアセンター 教授 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 KDDI(株) 理事 技術開発本部長 (株)NTTドコモ 執行役員イノベーション統括部長 (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 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 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) (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 総合警備保障(株) 執行役員 商品サービス企画部長 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 (一社)電波産業会 常務理事 三菱重工業(株) ICTソリューション本部 ICT企画部 主席部員 日本電気(株) クラウドシステム研究所 研究部長 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)) 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 国立情報学研究所 情報社会相関研究系 教授 (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 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 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 (株)三菱総合研究所 政策・公共部門 副部門長 (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 (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 パナソニック(株)生産技術本部 ロボティクス推進室長 (一社)情報通信技術委員会(TTC) 専務理事 YRP研究開発推進協会 事務局長 三菱電機(株) e-F@ctory戦略プロジェクトグループ 主席技管 (国研)情報通信研究機構 経営企画部長</p>

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。

- I IoT/ビッグデータ/AI時代の課題
- II IoT/ビッグデータ/AI時代の人材育成戦略
- III IoT/ビッグデータ/AI時代の標準化戦略
- IV スマートIoT推進戦略
- V 次世代AI推進戦略

- 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。

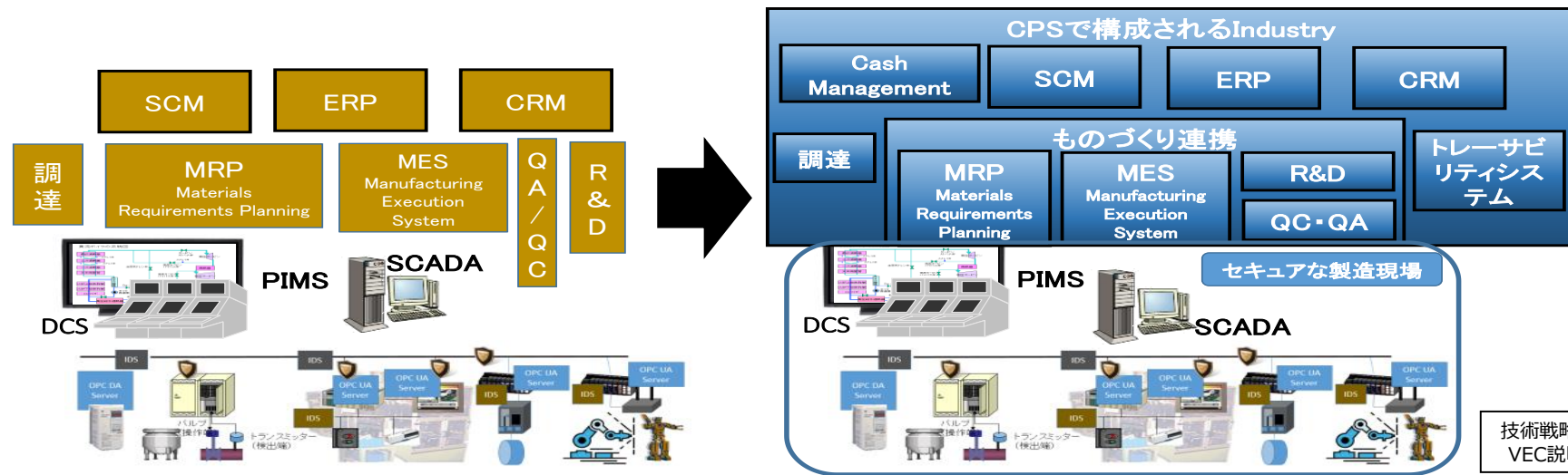
ビジネスで価値を生み出す要素

20世紀 (ヒト・モノ・カネが重要)	IoT/BD/AI 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

IoT/BD/AI 時代を迎え、価値を生み出す要素が大きく変化

【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。



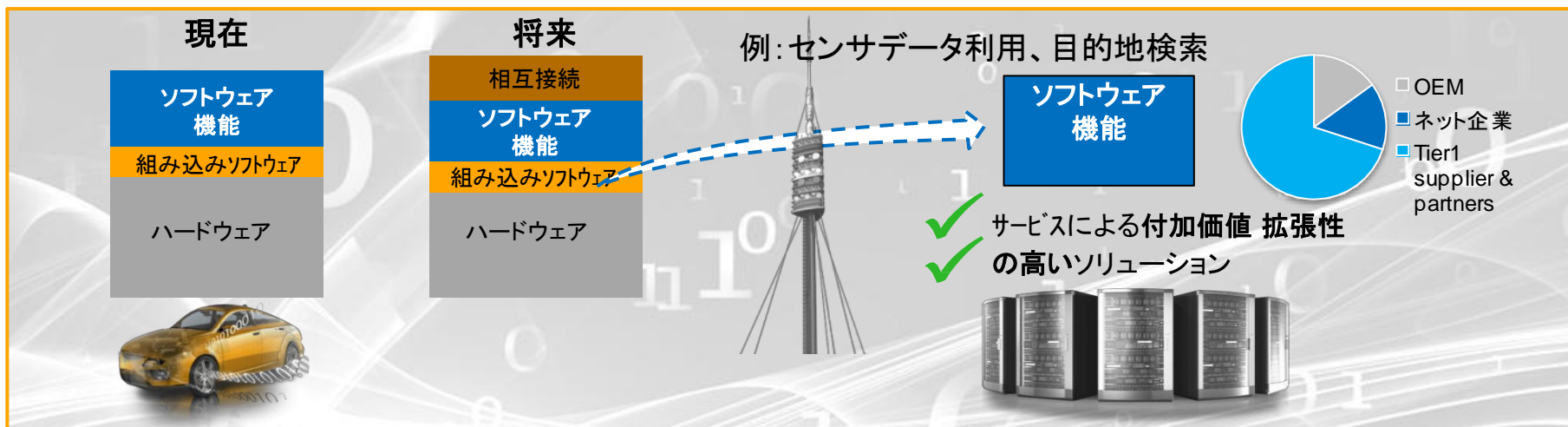
技術戦略委員会資料10-2
VEC説明資料を基に作成

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

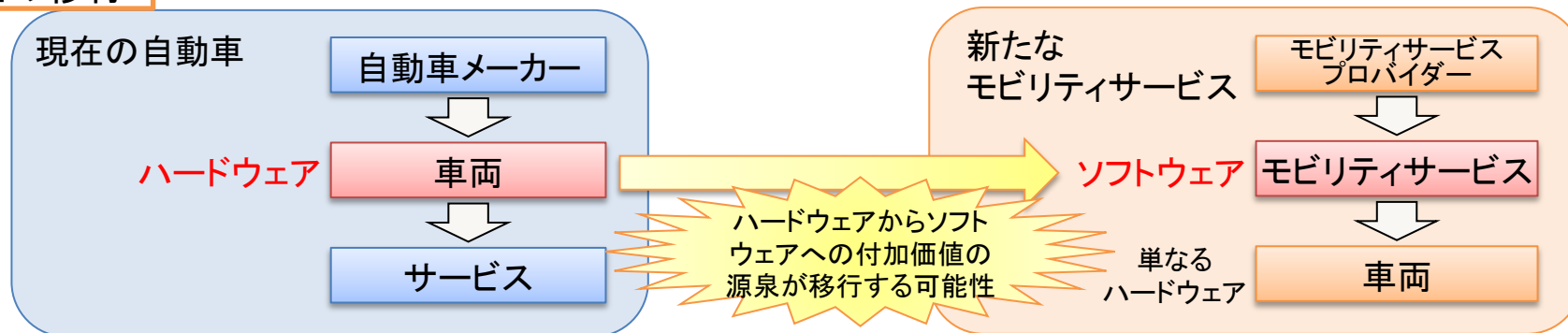
- テスラモーターズのように、ネットワーク経由でソフトウェアを更新することにより利便性の向上を図る自動車の登場。
- さらに、自動車というハードウェアの売切りモデルではなく、スマートフォンのようにソフトウェア更新で高度化するモビリティサービスを課金モデルで提供するベンチャー企業の登場。



- › システムはハードウェアとソフトウェア機能で構成
- › 車両側: リアルタイムクリティカル機能の保持 (例: Safety)
- › バックエンド側: ソフトウェア更新で柔軟で拡張性を持たせた機能の提供 (例: 乗り心地の改善、利便性の向上 (自動車庫入れ等))

技術戦略委員会
資料9-2
コンチネンタル
説明資料を
基に作成

付加価値の移行

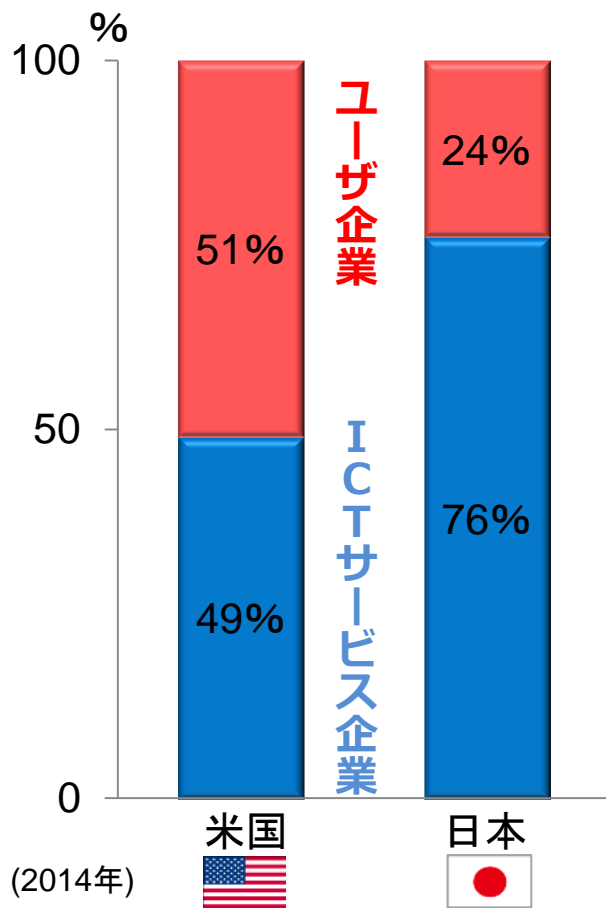


- 我が国においては米国と比べてユーザ企業においてICT技術者が不足しており、IoT/CPSによるビジネスのデジタル・トランスフォーメーションに対応できる人材育成が急務。
- IoT/BD/AI時代の到来により、製品やサービスの付加価値の源泉がハードウェアからソフトウェアやサービスに移行することが予想され、必要となる人材のスキルが大きく変わっていくことが予想。

・ 日米におけるICT技術者の状況

・ 日本企業から聴取した人材面の課題

・ IoT/CPSの普及に向けて必要となるスキル



業界	担当者のコメント
ユーザ企業	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少ない…
ICTサービス企業	通信・ISP 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

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新しいサービスを考える
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
ICTとOTの統合	制御系システムの特性を理解しICT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

(出典) 日本 : IPA「IT人材白書2015」、総務省等「情報通信業基本調査報告書(平成28年3月)」等より推計
 米国 : 米国労働省 労働統計局等より推計

- IoTによる産業構造の変革に対応するためには、ICT企業とICTを利活用すべき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)」が全体を俯瞰し、進むべき方向性を具体的な方策へ翻訳して提示する
 - 「サービス開発人材」が顧客ニーズを読んでデータを価値に変えるサービスを検討する
 - 「エンジニア」としてハードウェア・ソフトウェアの技術者とICTの技術者が協力して対応する
 - 「イノベーター」がそれらの人材を巻き込んで独創的なイノベーションを起こすことが重要。

[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)

- 全体を俯瞰し、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
- ・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時代のデジタル・トランスフォーメーション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

- 生産機械等のハードウェア及びソフトウェアの技術者と無線やクラウド等のICT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

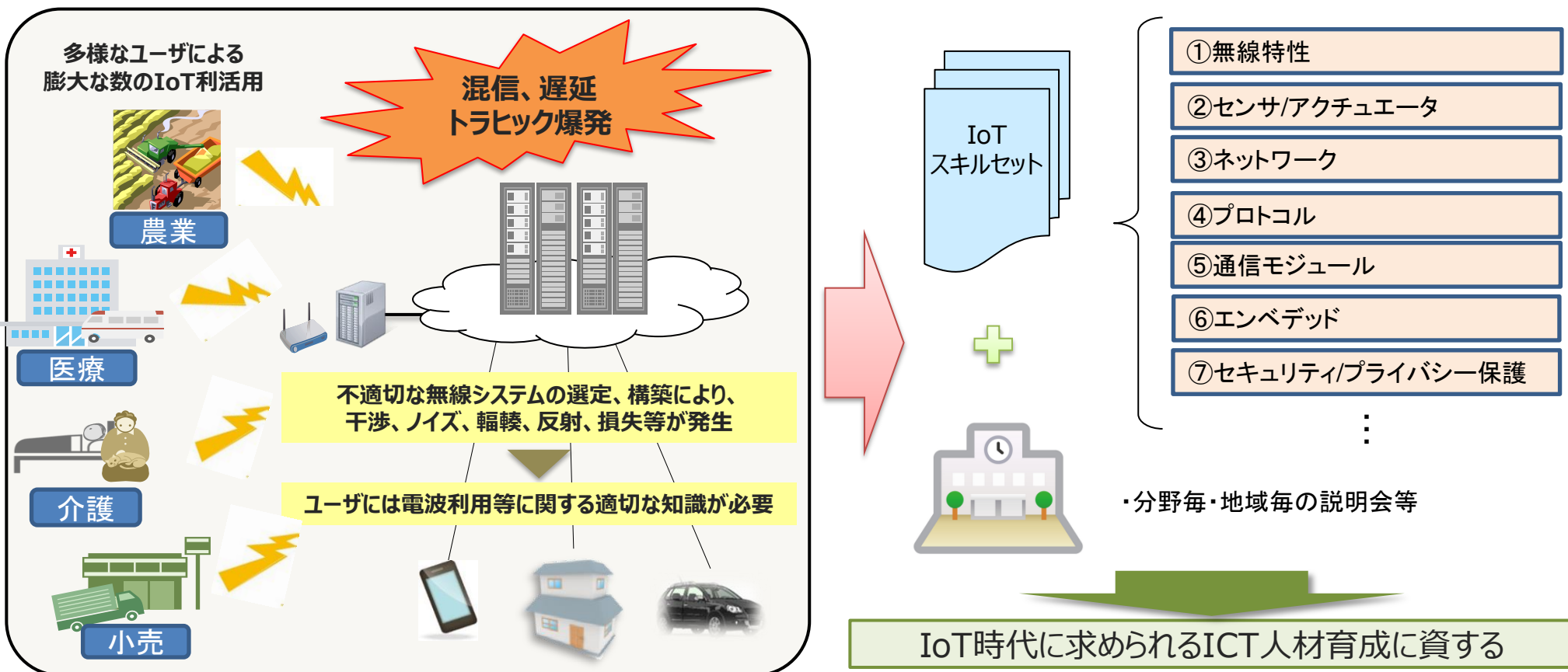
[求められる技術知識]

- ・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

多様なビジネス分野におけるIoT利活用に向けたユーザのリテラシー向上に係る人材育成の推進

- 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



人材不足に対応するためのWoT導入の推進

- 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・制御を行うことを可能とする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を期待。
- 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。

企業・アライアンス毎にモノ・アプリ・サービスが
バーティカルに分離され、連携が困難

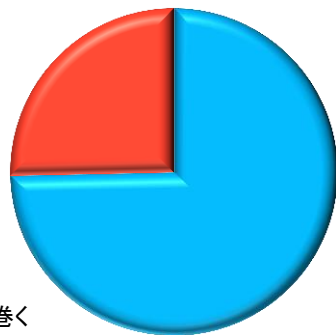


世界共通のアプリ・サービスプラットフォームである
Webで相互連携

= Web of Thingsのコンセプト



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

- ①組み込み技術者はソフトウェア技術者の4分の1
- ②Web技術は全てのソフトウェア技術者の共通言語

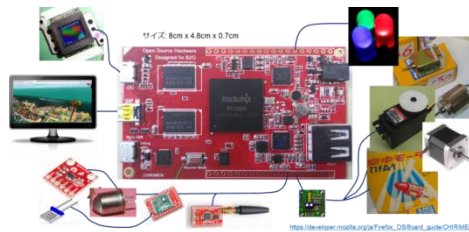
IoTデバイスにWeb技術を導入することで、
4倍以上のソフトウェア技術者がIoT開発に参加可能

*1: http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/jouhoukeizai/jinzai/001_s02_00.pdf

- 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、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。
- 米国でもMaker(モノづくりをする人)支援をSTEM(science, technology, engineering, and mathematics)教育施策として位置付け、2014年にはホワイトハウスがメイカーフェア(White House Maker Faire)を開催し、モノづくりへの支援を強かに推進。

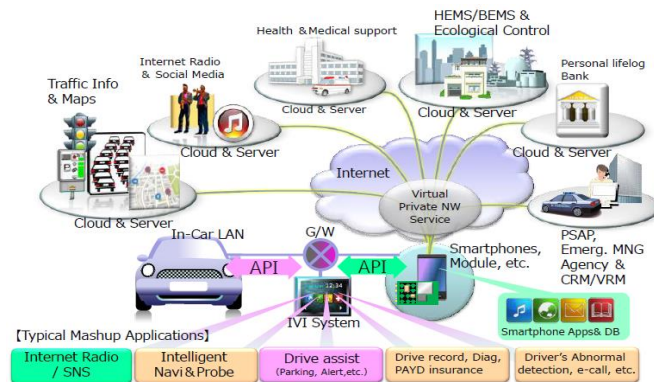
Mozilla Factory CHIRIMEN※ Open Hardware Project

- 「“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付きや学びを得て、皆でイノベーションの種を作っていく**枠組み。
- 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。



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)

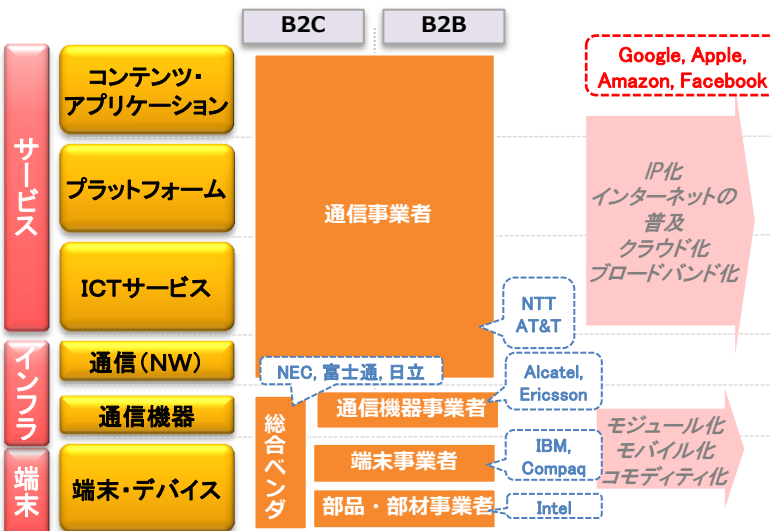


※CHIRIMEN:センサーやアクチュエーターなどの物理デバイスをWeb技術だけで制御することができるオープンソースの開発環境で、ボードコンピュータとその上で動作するソフトウェアを含めた総称。

- 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

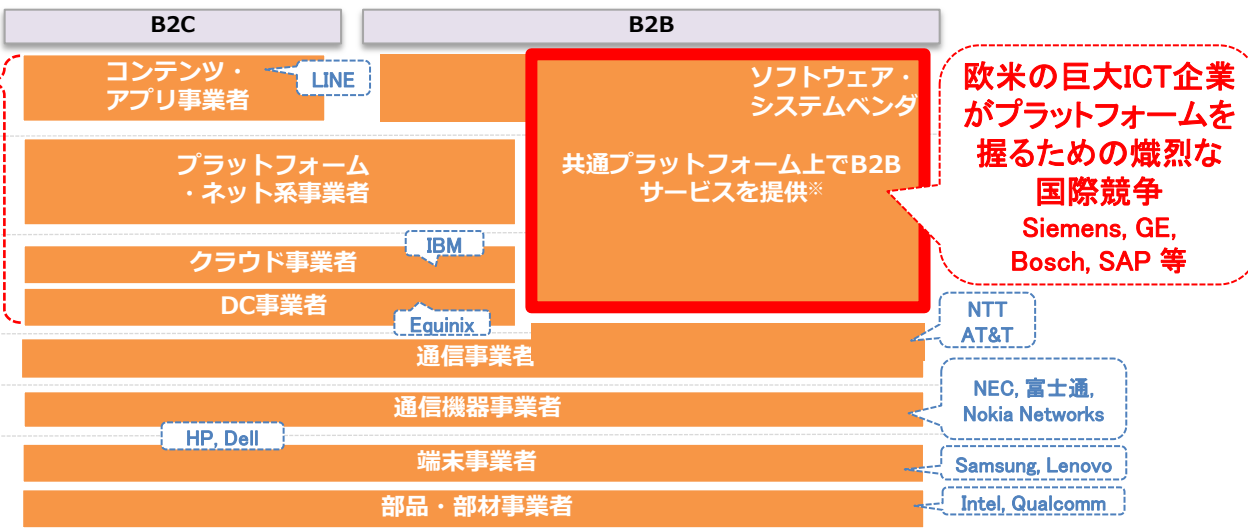
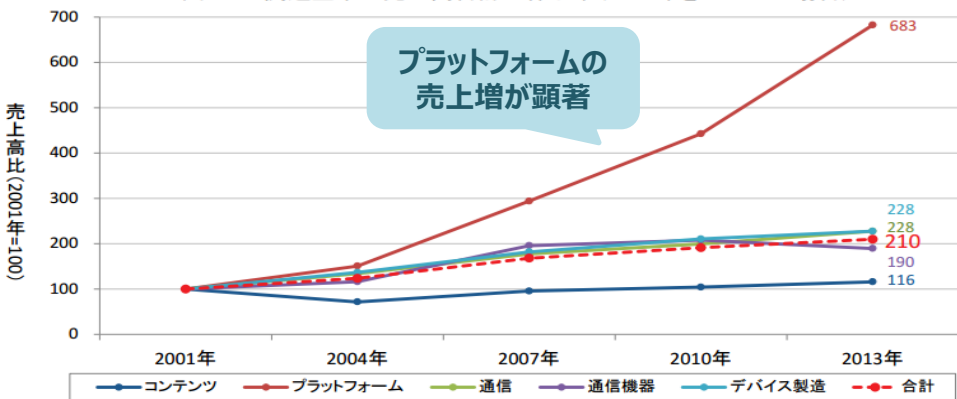
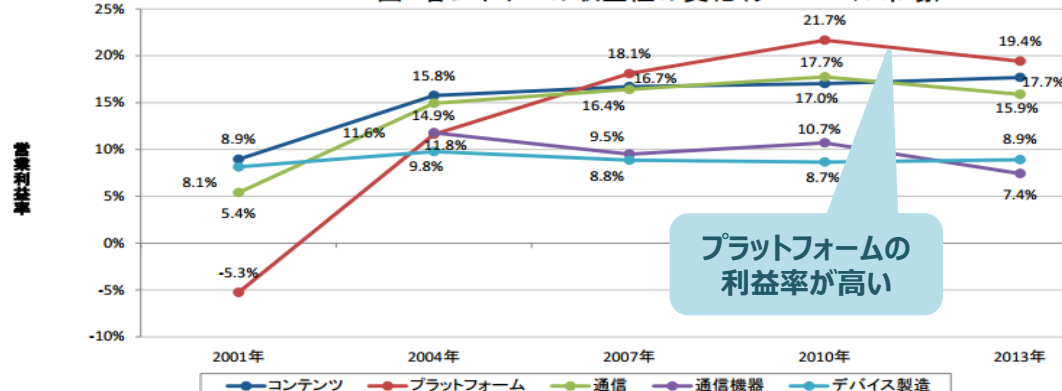


図. ICT関連企業の売上高合計の伸び率(2001年を100とした場合)

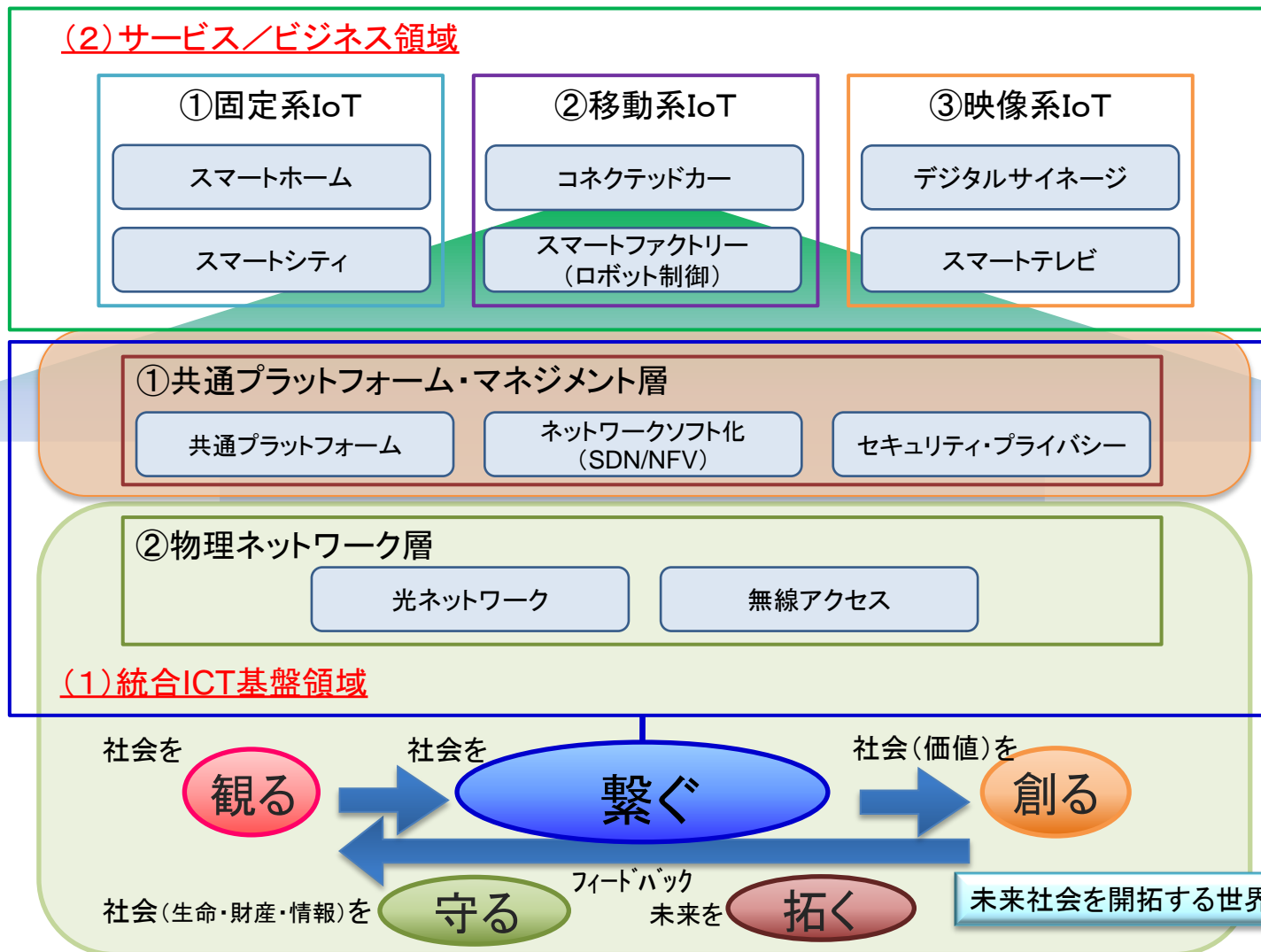


※例えば、工場では生産ラインと経営管理のリアルタイム統合サービスを提供

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具体的な目標等を定めた「**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することが重要。



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

統合ICT基盤領域の標準化活動の目標と計画

1. 標準化の必要性と達成目標

(1) 必要性

IoT時代においては、スマートフォン等の通信需要の増大に加え、あらゆるモノがインターネットに接続されることが想定されており、以下のような新たな要求条件がネットワークに求められている。

- ユーザごと最大10Gbps程度の超高速通信 (4K/8Kなど高精細映像も超高速に伝送が可能)
- 無線区間で1ms程度の低遅延(自動運転、遠隔ロボット操作などリアルタイム操作が可能)
- 100万台/km²接続程度の多数同時接続(狭いエリアでの同時多数接続が可能)

従来のシステムではこれらの要求条件に対応できないため、第5世代(5G)移動通信システム(IMT-2020)の実用化に向け、ネットワーク資源を柔軟に制御可能な機能を導入するため、2020年頃までに基盤技術の国際標準化を目指す必要がある。

(2) 達成目標

2020年頃までの実現を目指し、海外の関係機関とも連携し、無線アクセスやネットワーク仮想化等、我が国が強みを有する技術を5Gネットワークの標準規格へ反映し、本分野における国際競争力を確保する。

統合ICT基盤領域の各層において、具体的に実現を目指す機能等は以下のとおりである。

(ア) 共通プラットフォーム・マネジメント層

共通プラットフォーム技術やSDN/NFVによるネットワーク仮想化技術を用いたネットワークソフトウェア技術等について、以下のような標準化活動を行う。

i) 共通プラットフォーム技術

oneM2Mにおけるリリース2やリリース3等の仕様策定を我が国が主導し、住宅や産業、車等の様々な分野に対するM2M/IoTの要求条件やアーキテクチャ等を規定しつつ、市場ニーズに即した通信プロトコル及び他のM2M/IoT技術との相互接続・運用を可能とする水平連携型の共通プラットフォーム機能の標準化を推進する。また、W3CにおけるWoT標準化の進展を踏まえ、2016年度からWoTに関する実証事業を実施し、その結果を踏まえた標準化提案を行うことで、2018年度中の標準化完了を目標とし、Web技術による機器の情報取得及び制御に関する標準化を推進する。

ii) SDN/NFV技術(ネットワークソフト化)

SDN/NFVによるネットワーク仮想化技術を用いたスケラブルでリアルタイム性の高いネットワーク管理を実現するため、ITU-T FG IMT-2020におけるネットワークソフト化の議論について5Gモバイルフォーラムの活動を基に我が国が主導して、2018年を目処にITU-Tにおいて報告化を目指すとともに、並行して3GPPやIETF等の他の標準化機関・団体へも同様な標準化提案を行い、5Gネットワークのアーキテクチャやスライス技術、モバイルエッジコンピューティング等の標準化を推進する。

iii) セキュリティ・プライバシー技術

ITU-Tや3GPP等の各標準化機関・団体において、セキュリティやプライバシーに関わる要件定義やアーキテクチャ等の標準化を推進する。

(イ) 物理ネットワーク層

この層では、物理的な電気信号や光信号を送信したり中継したりするための仕組みや、コンピューティング及びストレージ資源等の機能を提供する。光ネットワーク技術や無線アクセス技術について、以下のような標準化活動を行う。

i) 光ネットワーク技術

2017年までに1波長あたり毎秒1テラビット級の光ネットワークの高速化及び低消費電力化を両立する技術を開発し、その成果を基にITU-T等において我が国が主導して報告化を目指すとともに、5Gネットワークのモバイルフロントホール/バックホールの高速化かつ低遅延処理のための光アクセス制御技術に関する標準化を推進する。

ii) 無線アクセス技術

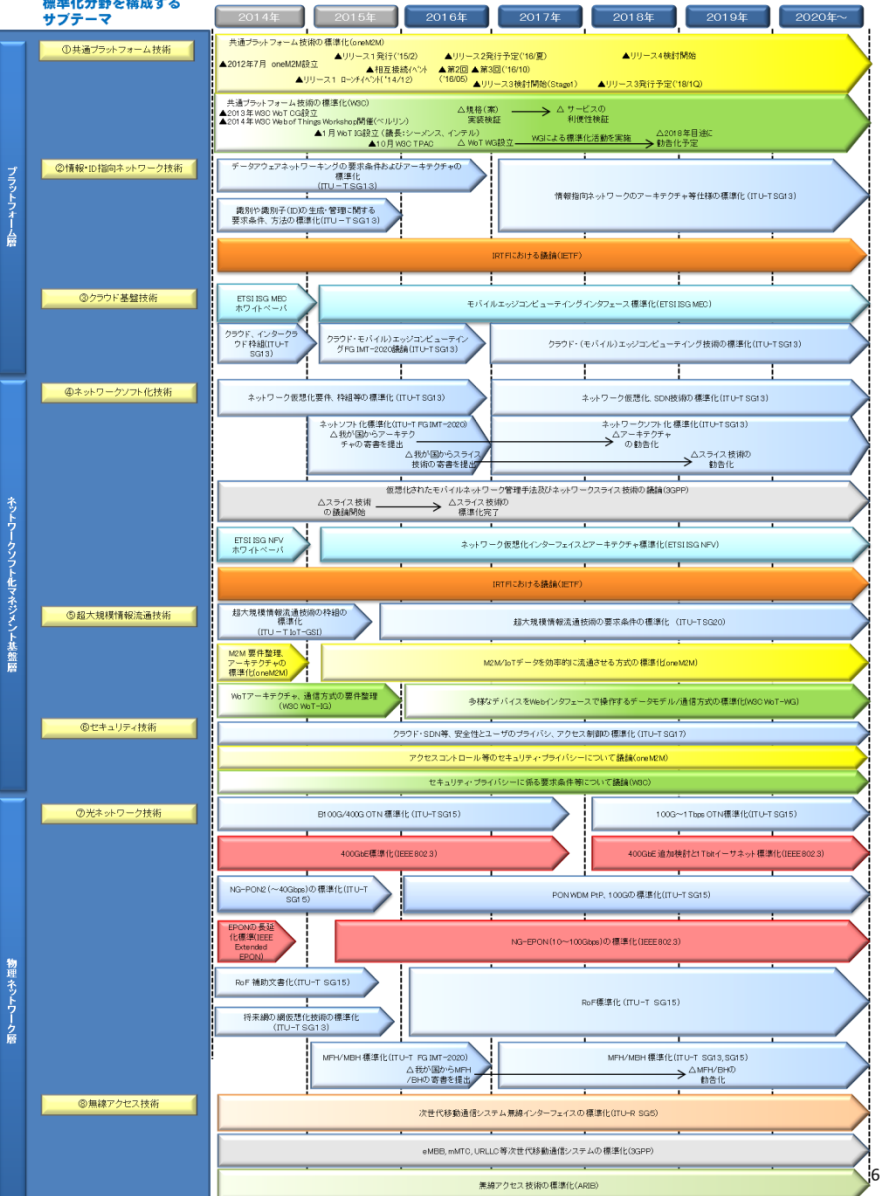
ITU-Rや3GPP等の標準化機関・団体において、2020年頃の次世代移動通信システムの標準化を推進する。特に、ITU-R SG5では2017年にIMT-2020システムの無線インタフェースに関する要求条件や評価手法等の提案募集を開始するため、我が国から積極的に提案を行い、2020年に完成予定の無線インタフェースの詳細仕様に関する標準化を推進する。

～第5世代移動通信網(5G)要求イメージ～



4. 標準化ロードマップ

標準化分野を構成するサブテーマ



- 具体的なビジネス展開まで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、産学官連携による国内標準化推進体制(TTC:一般社団法人情報通信技術委員会)を抜本的に強化。

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

IoT推進
コンソーシアム
/スマートIoT
推進フォーラム

ITU-T

3GPP
oneM2M

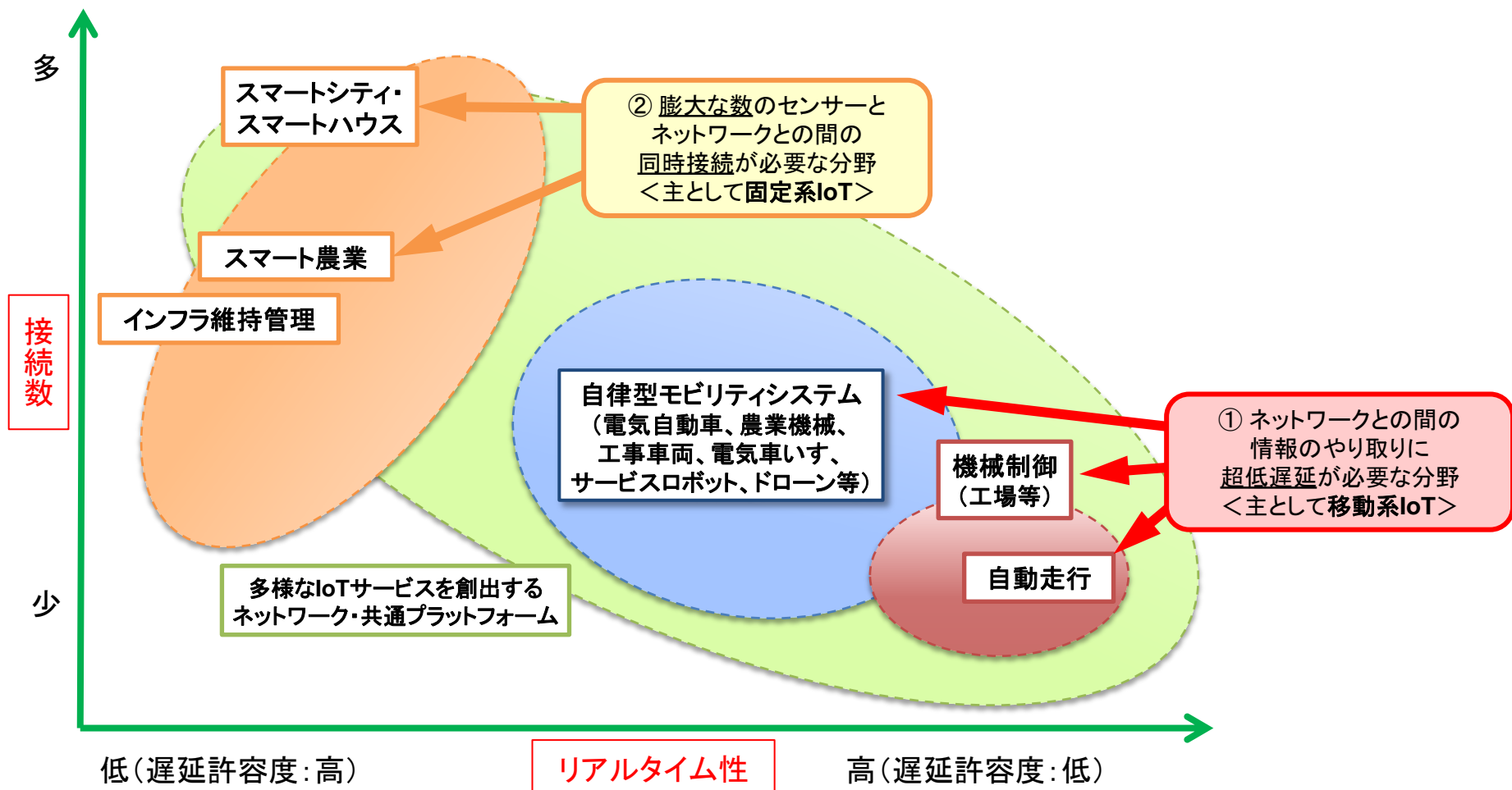
民間フォーラム
標準化団体

IIC

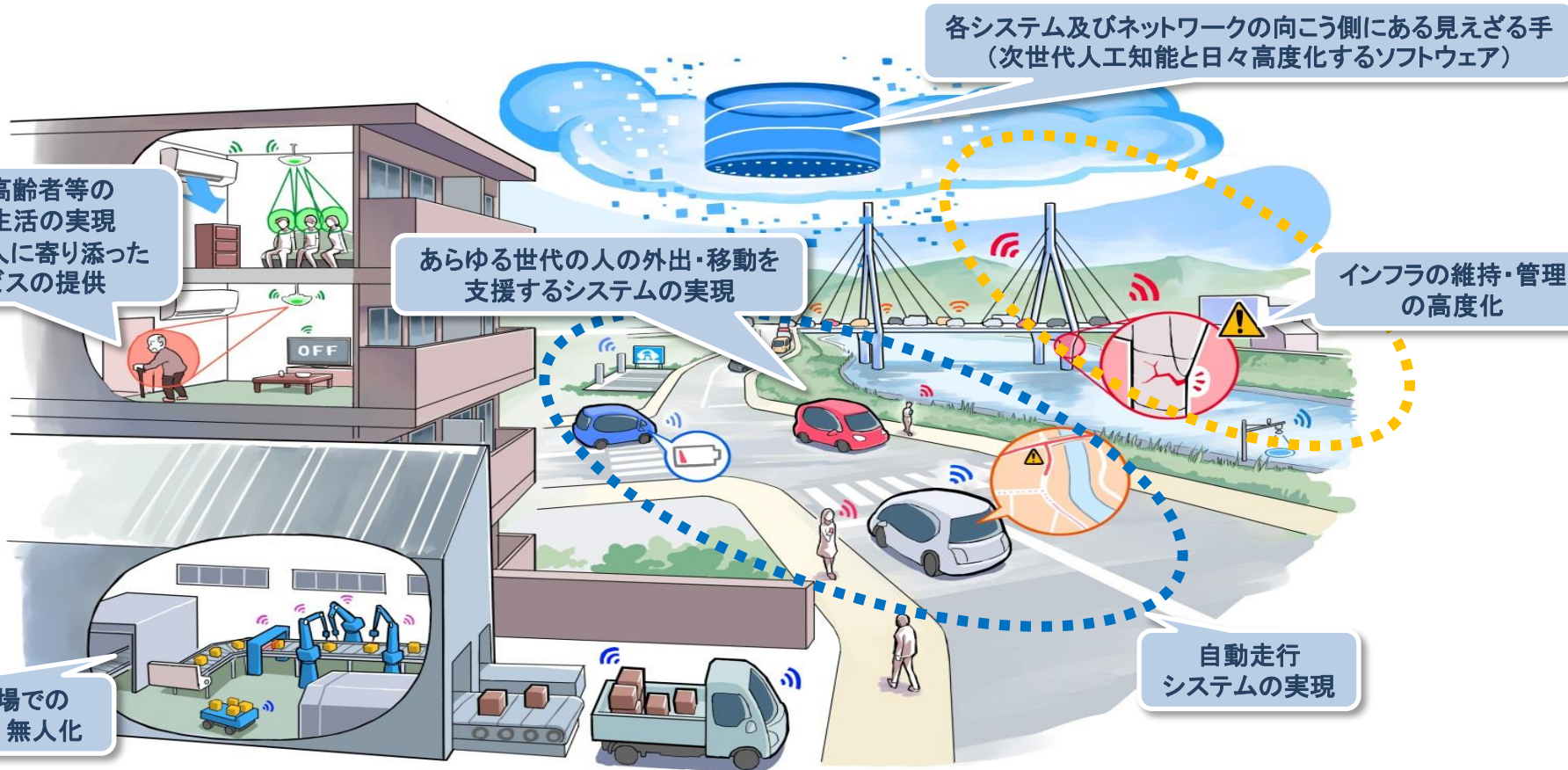
関連推進団体

技術戦略委員会資料8-7
情報通信技術委員会
説明資料を基に作成

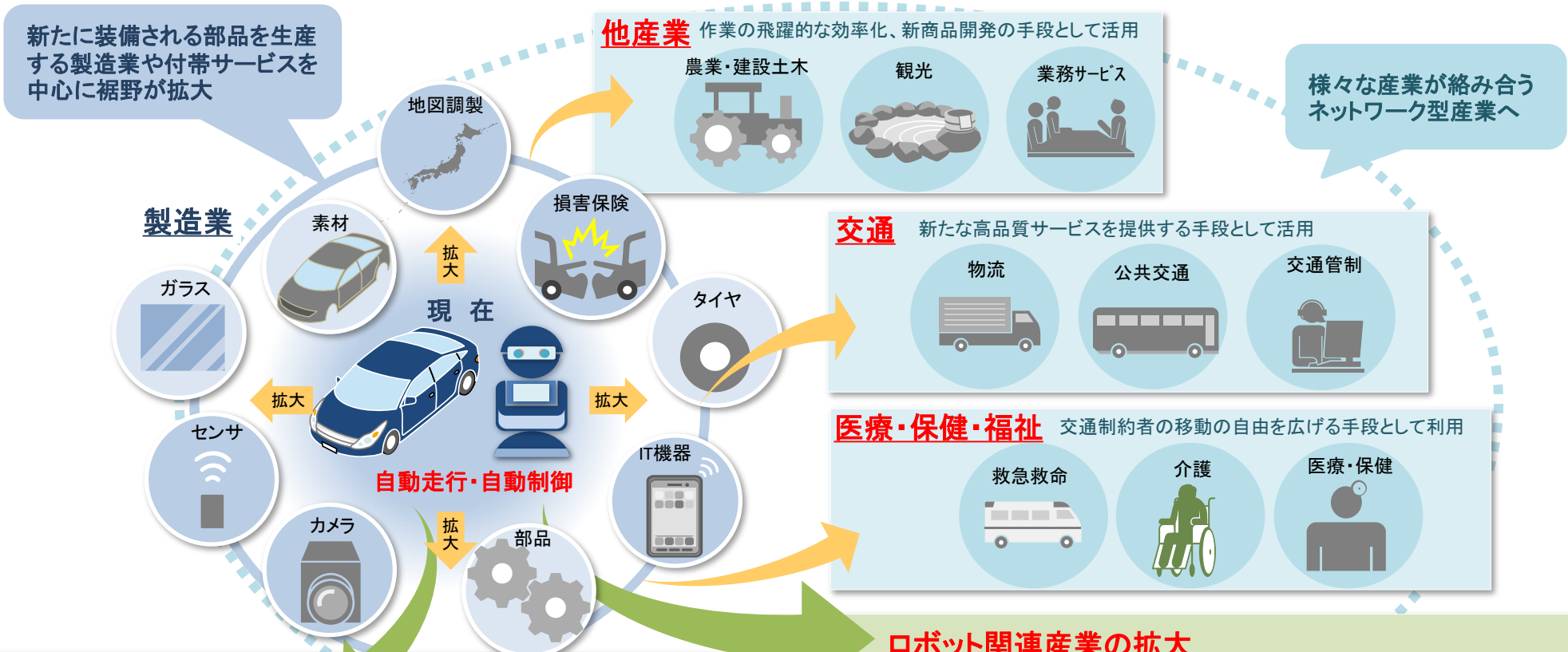
- 本格的なIoT時代には、あらゆるものがネットワークとつながり、付加価値の源泉がネットワークの向こう側(ソフトウェア)に移行。
⇒ 産業全体の知識化・ソフトウェア化の動きに対応し、多様なIoTサービスを創出するため、①超低遅延や②超大量接続を可能とし、ネットワークとアプリ・サービスの相互連携を可能とする共通プラットフォームの早期実現が重要。
- 従来、ネットワークに接続されていなかったような機器までもが、ネットワークに接続されるようになるという前提で、ソフトウェア上でのセキュリティ対策にとどまらず、ハードウェアを含めたシステムワイドなセキュリティ対策を行うことが重要。



- 「自律型モビリティ社会」として、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ネットワークと連携した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)



■ 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産業への波及・普及展開が期待。



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

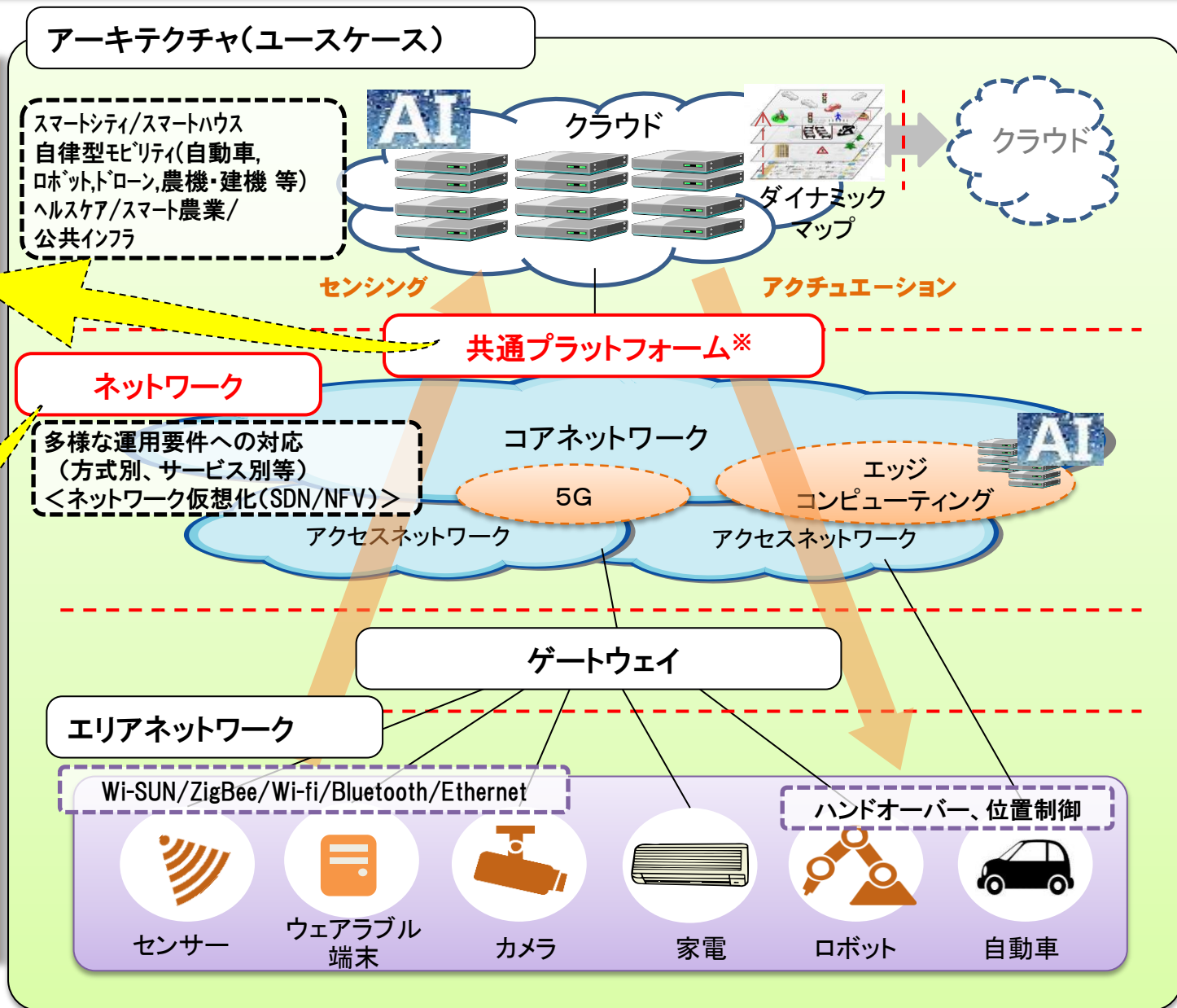
◆ 共通プラットフォームの開発

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の確保
- 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

◆ ネットワークの開発

- * 超低遅延(1ms程度)
- * 超多数同時接続 (100万台/km²)
- * 超高速(10Gbps)
- * 自動走行 (100km/h, 128台/km²)
- * 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



※ 日米欧中韓印の6カ国・地域の標準化団体が連携して新たな国際標準化組織(oneM2M)を設立し、IoTの様々な分野のアプリケーションに対応可能な共通プラットフォームの標準化を推進

■ 人工知能は、1950年代後半～1960年頃の第一次ブーム、
1980年頃～1990年頃の第二次ブームを経て、
現在、機械学習の一種である深層学習(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が発端とな
って期待が高まっている。

- ・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)

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)

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)

冬の時代

現在
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
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
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。

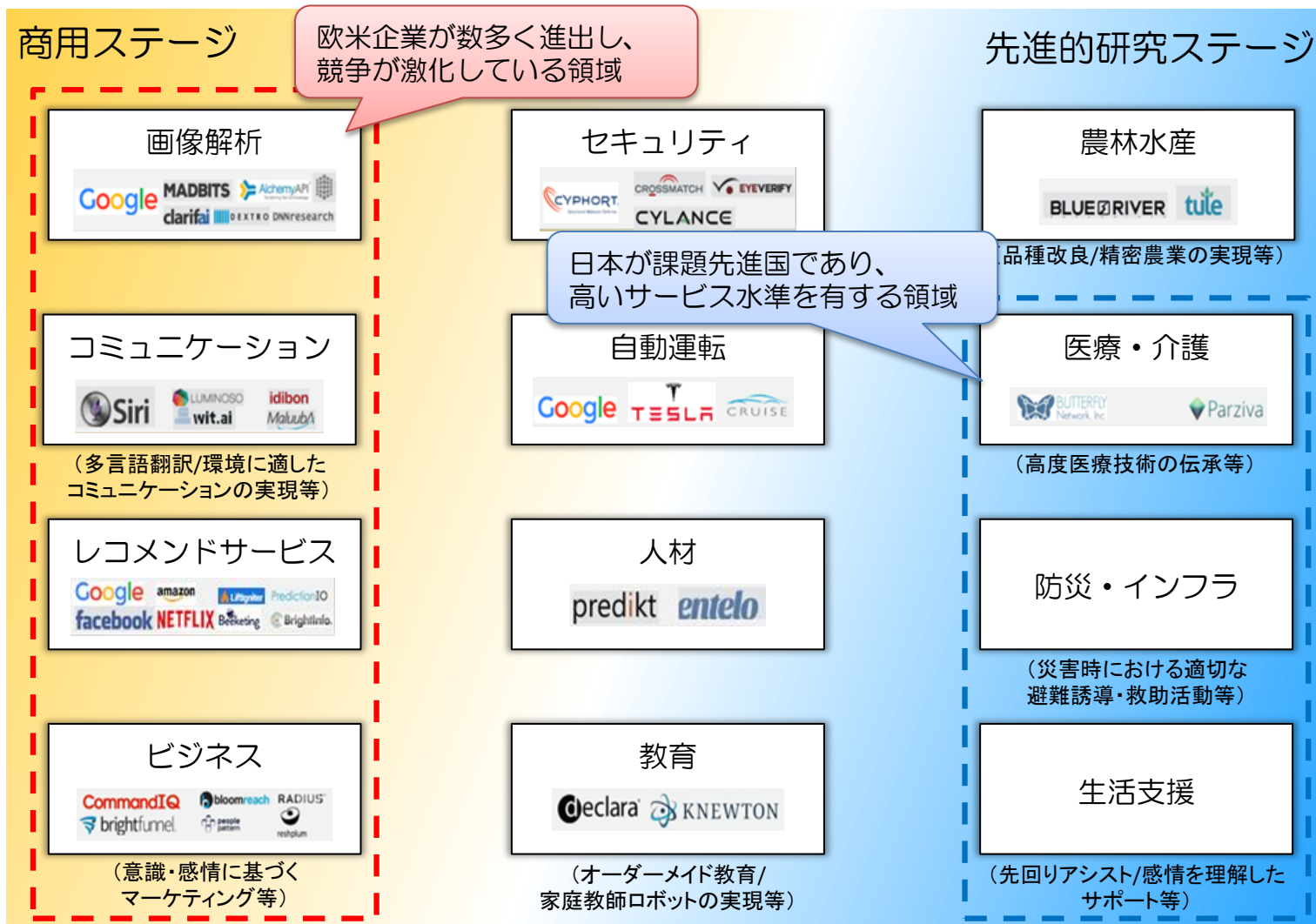
アラン・チューリングによって「人工知能の概念」提唱(1947年)

「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)

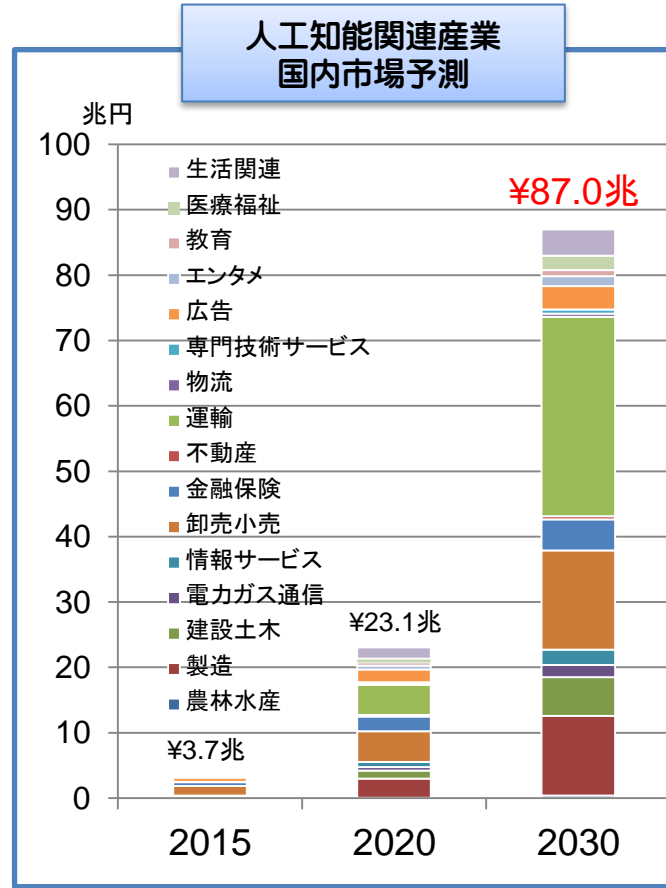
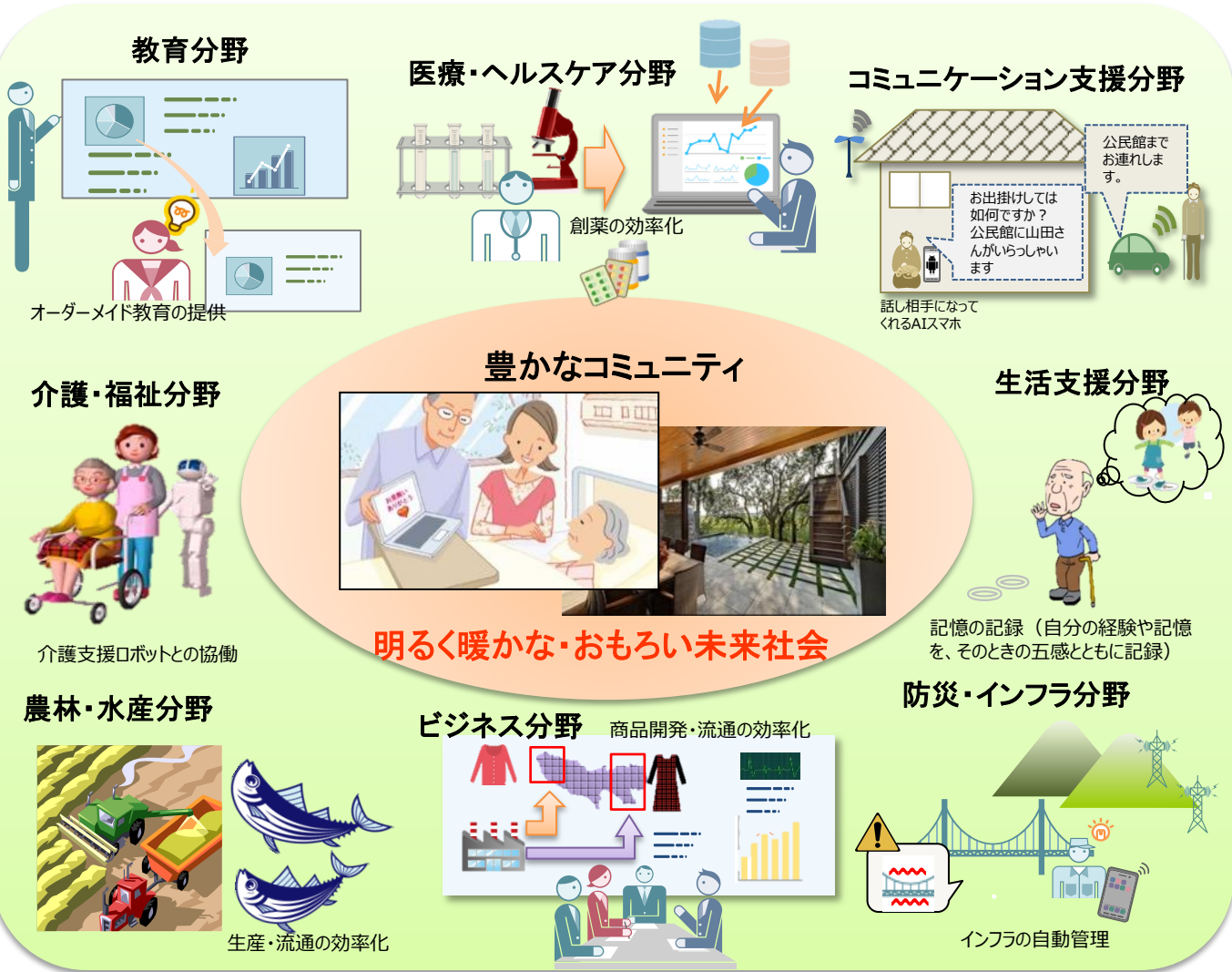
出典:人工知能の未来-ディープラーニングの先にあるもの、松尾豊氏(東京大学)講演資料を基に作成
:人工知能が拓く新たな情報社会(NTTデータ経営研究所 神田武氏)資料を基に作成

- 人工知能を利用したサービスは、現在、商用段階から研究段階まで様々な取組があり、中でも、研究段階にあり商用化が進んでいない「医療・介護」、「防災・インフラ」、「生活支援」の分野は、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重要。



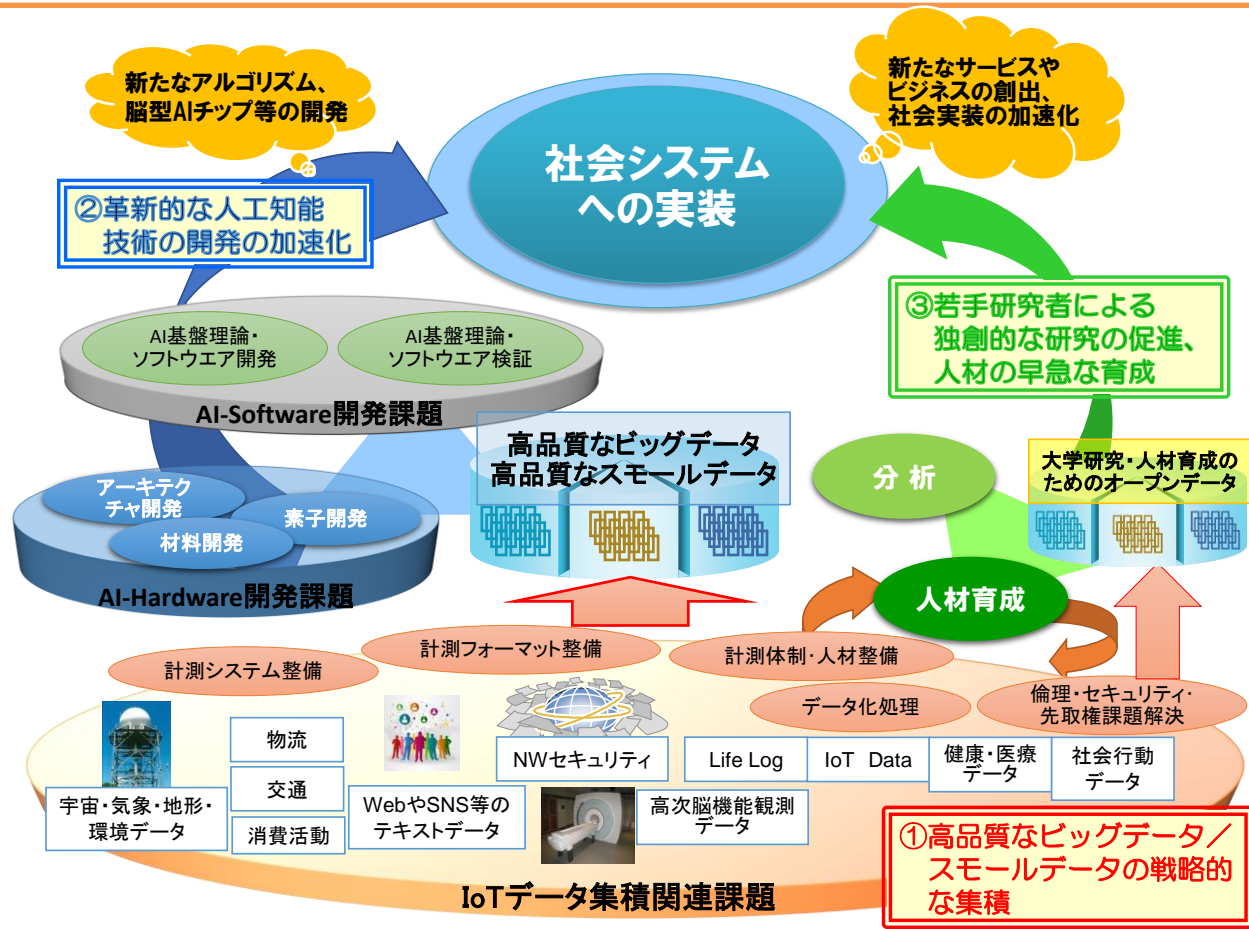
※ 図はAI・脳研究WG第2回栄藤構成員の講演資料を参考に作成

■ 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、将来にわたって我が国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)

- 我が国が人工知能分野で国際競争力を確保していくため、
 - ① 様々な分野で蓄積されているIoTデータを集める仕組みを早期に構築し、高品質なビッグデータ／スモールデータを集積。
 - ② これを基に革新的な人工知能技術として新たなアルゴリズム、脳型AIチップ等の開発を加速するとともに、新しいサービスやビジネスの創出を促進。
- また、集積される大規模なIoTデータの中から、③ 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、データサイエンティストや倫理的問題等を扱う人材を早急に育成。



1. スモールデータで実現する人工知能技術の開発

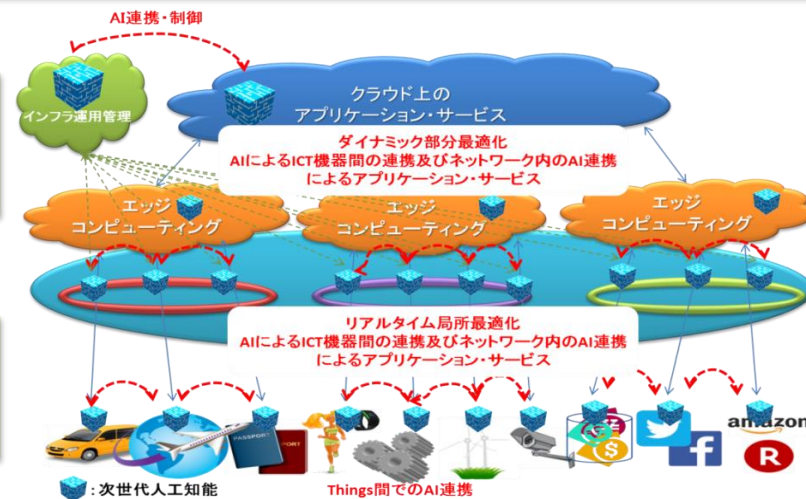
- ◆ 大量データの確保が困難な場合でも高度な人工知能を実現するため、**高品質なデータベースの構築**を推進するとともに、**少数サンプルからの強化学習、データのスパース(疎)性に基づく情報処理手法の研究開発及び開発実証**に取り組む。

2. 自然言語処理能力の高度化

- ◆ 認識能力、運動制御能力の次の段階としての言語能力の獲得に向け、**高品質な機械学習用データ、辞書、知識データベースを大規模に構築し、自然言語処理能力の高度化**を推進する。

3. 人工知能による付加価値創出基盤の高度化

- ◆ あらゆるデバイス等に搭載された様々な人工知能が、ネットワークにより接続され連携することで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(ネットワーク型人工知能社会基盤)**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る。



ネットワーク型人工知能社会基盤

4. 人工知能技術と脳科学の相互連携

- ① 人工知能技術の脳科学への適用
 - 膨大な脳活動データに対して人工知能を用いたデータマイニングを行うことなど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。
- ② 脳科学の知見の人工知能への適用
 - 脳内の視覚系、言語系等の情報処理メカニズムを深層学習に組み込み、**より人間的な人工知能の開発を進める**。



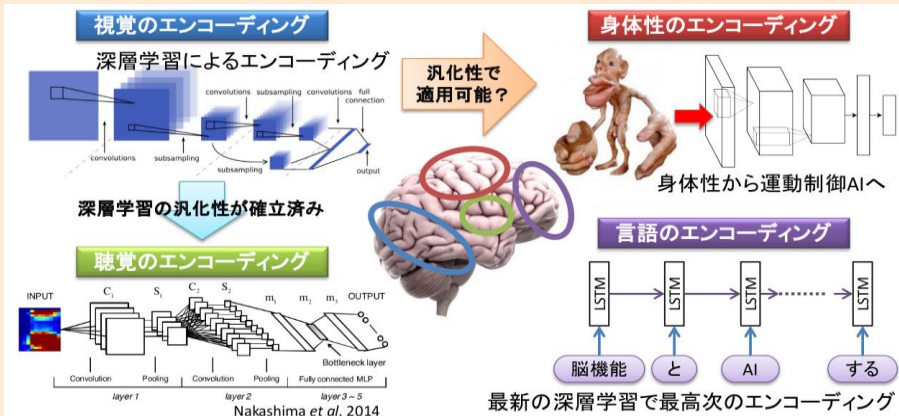
産学官連携による人工知能研究開発・実証オープンテストベッドの構築

5. データ確保・データ流通の円滑化、人材の確保

- ① データ確保・データ流通の円滑化
 - データを利活用するためのルールや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等の整備を国が主導して取り組む。
- 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を推進する。

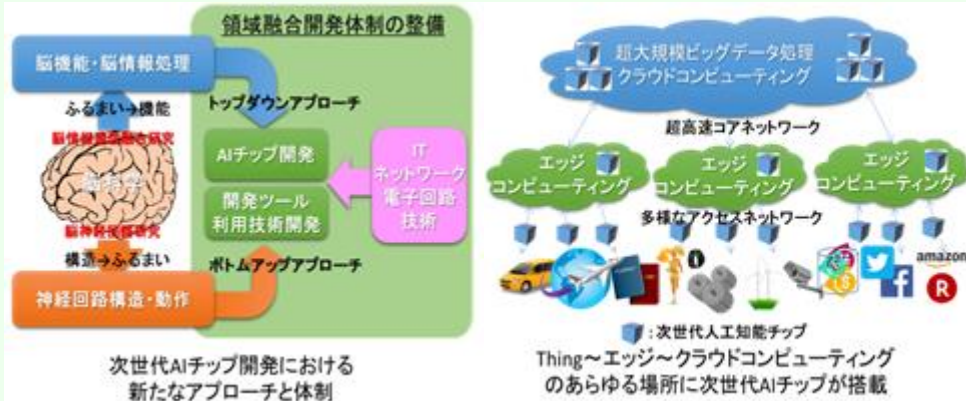
① 脳に学ぶマルチモーダル人工知能技術

視覚、聴覚から触覚への拡張により身体性を獲得、さらに運動制御や言語処理を高度化



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



③ 脳に学ぶ桁違いの消費エネルギーで駆動する人工知能

桁違いの省エネルギー実現のための、アーキテクチャ、回路レベルから計算アルゴリズムまでの全面見直し

1995年
IBMチェス専用スーパーコンピュータ
IBMディープブルー
50,000ワット

1ワット
(思考時と休止時(20ワット)の差)

世界チャンピオン
ガルリ カスパロフ

2016年
消費エネルギーの差は数万倍!

Deep Mind
アルファ碁 (1000CPU, 200GPU)
250,000ワット
使用料: 30億円?
自動運転制御 数千ワット

デミス・ハサビス

ゆらぎを利用する
生命の原理

アルファ碁は1000 CPUと200GPUを駆使して約25万Wの電力を消費する。一方、人間の脳は1W程度のエネルギー消費で同じ情報処理を行っている。

さらにその先のAI技術を目指して

人が機械に合わせる時代
限られた専門家が使う時代

機械が人に合わせる時代、全ての人が使える時代

大量情報の蓄積
サーバ(300ワット)

大量知識の蓄積
スパコン(2000万ワット)
ワトソン(20万ワット)

脳型AIロボット (<100ワット)
環境・状況・制約を認知して、心配を安心に変え、希望実現を助ける

あそびを伝えたい
老後も自分の経験や知識を活かしたい
AIロボットと遊ぼう

どうしたい・どうありたいかを話す・考える・身振り手振りで伝えると脳型AIロボットは自分で必要な知識・情報を学び、考え、人を支援する

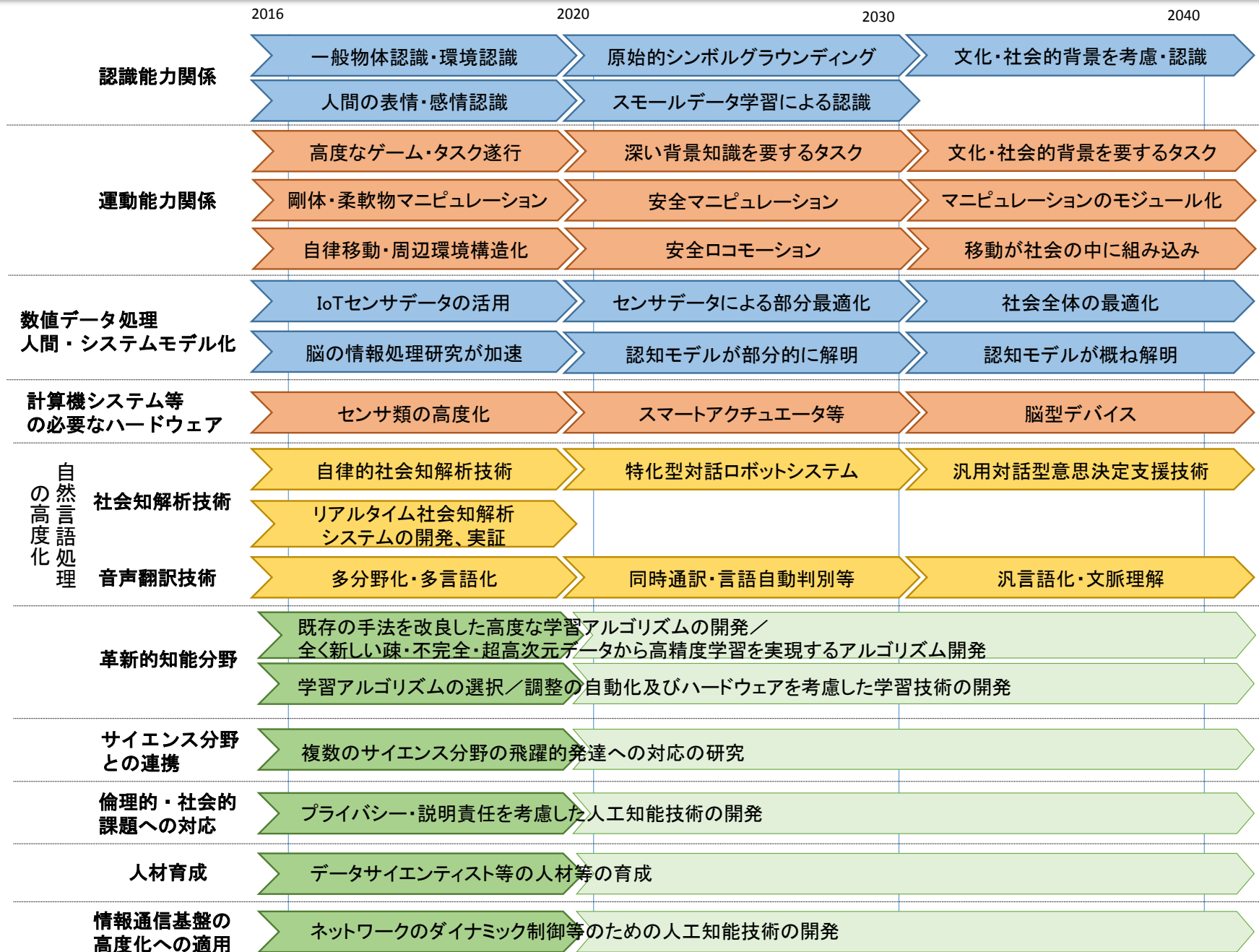
脳と人工知能の協奏 = おもしろいAI

過去(20世紀~2000年代) 現在(2010年代) 未来(2040年代)

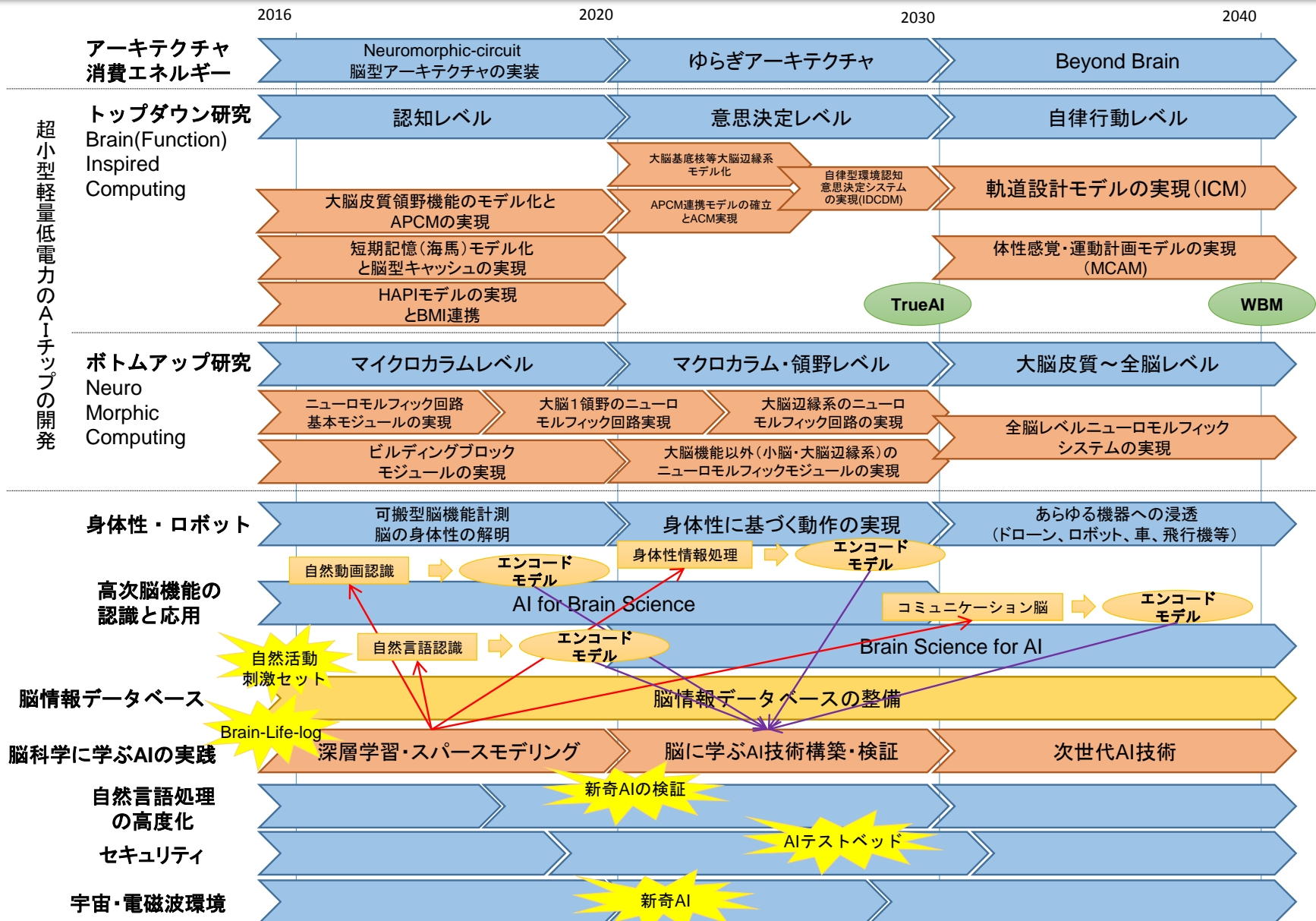
ビッグデータ + 機械学習

脳に学ぶAI

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