



自律・分散・協調型アーキテクチャに基づく サービス指向IoT技術開発の構想

2016年10月13日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
技術戦略研究センター

電子・情報・機械システムユニット

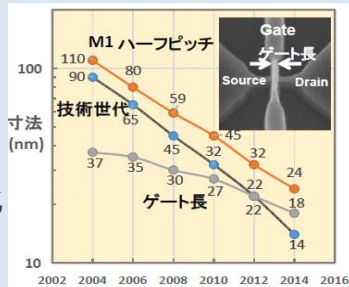
松井 俊浩（工博）

- フォアキャスト
 - － 現在の技術水準、ポジション分析
 - － 実施中の研究開発プロジェクト
- バックキャスト
 - － 科学技術基本計画、日本再興戦略、新産業構造ビジョン中間報告
 - － 分散戦略WG、IoT将来像検討会
- タイムレンジ
 - － 2025～2030年実用化
- 手段
 - － 技術開発
 - － 制度、人材育成

IoTを取り巻く技術の現状

マイクロエレクトロニクス

半導体微細化技術は、あと2世代ほどでロードマップが終焉。脳型アーキテクチャや3D集積、モジュール集積へ進む。微細化はMEMSやナノバイオなどの領域にも展開。



組み込みシステム

組み込みソフトウェアは、ツールによる自動コーディングが可能になりつつある。上流の要件デザイン、仕様書の形式検証が重要になる。



プラットフォーム

Industrie4.0に見られるように協調部分を国際標準化することによるプラットフォーム化が進展。



IoT

スマホなどを起点に、自動車、家電、産業機械、住宅などがインターネットにつながるIoTが進展、数百億のデバイスがつながり200兆円の市場を生む。



通信

セルラー通信は、10年ごと5G、6Gへの成長が想定される。SIGFOX、NEULのようなIoT向け低コスト通信や Software Defined Network も有望。



セキュリティ

IoTによって、工場、自動運転、偽造などへのサイバーセキュリティの脅威と、組み込みソフトウェアの信頼性の問題が深刻化。ブロックチェーンも進展。

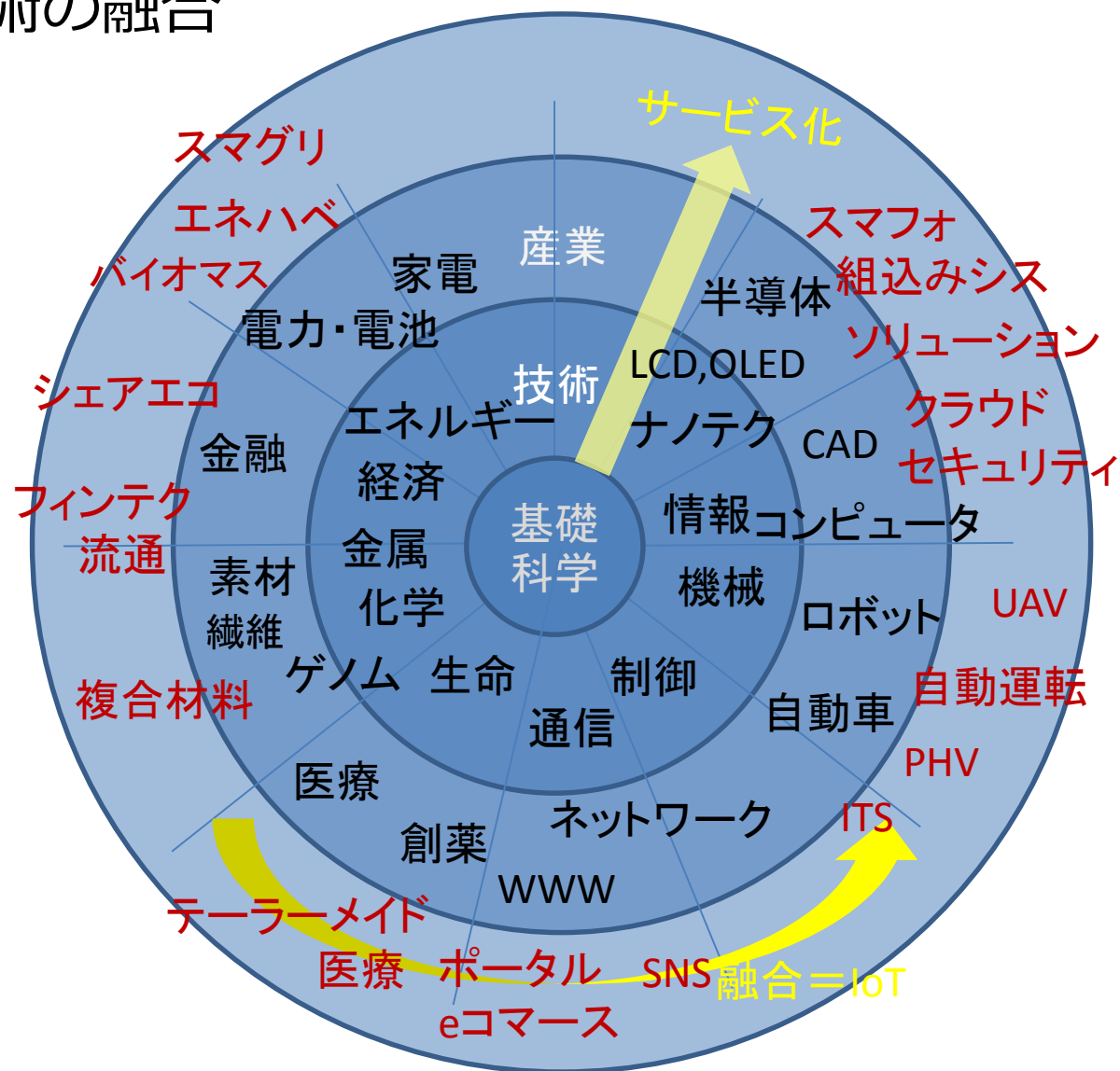


人工知能・量子計算

強力なAIが出現。その処理のために量子計算機やディープラーニング専用マシンが研究されている。量子計算は、セキュリティの脅威ともなる。

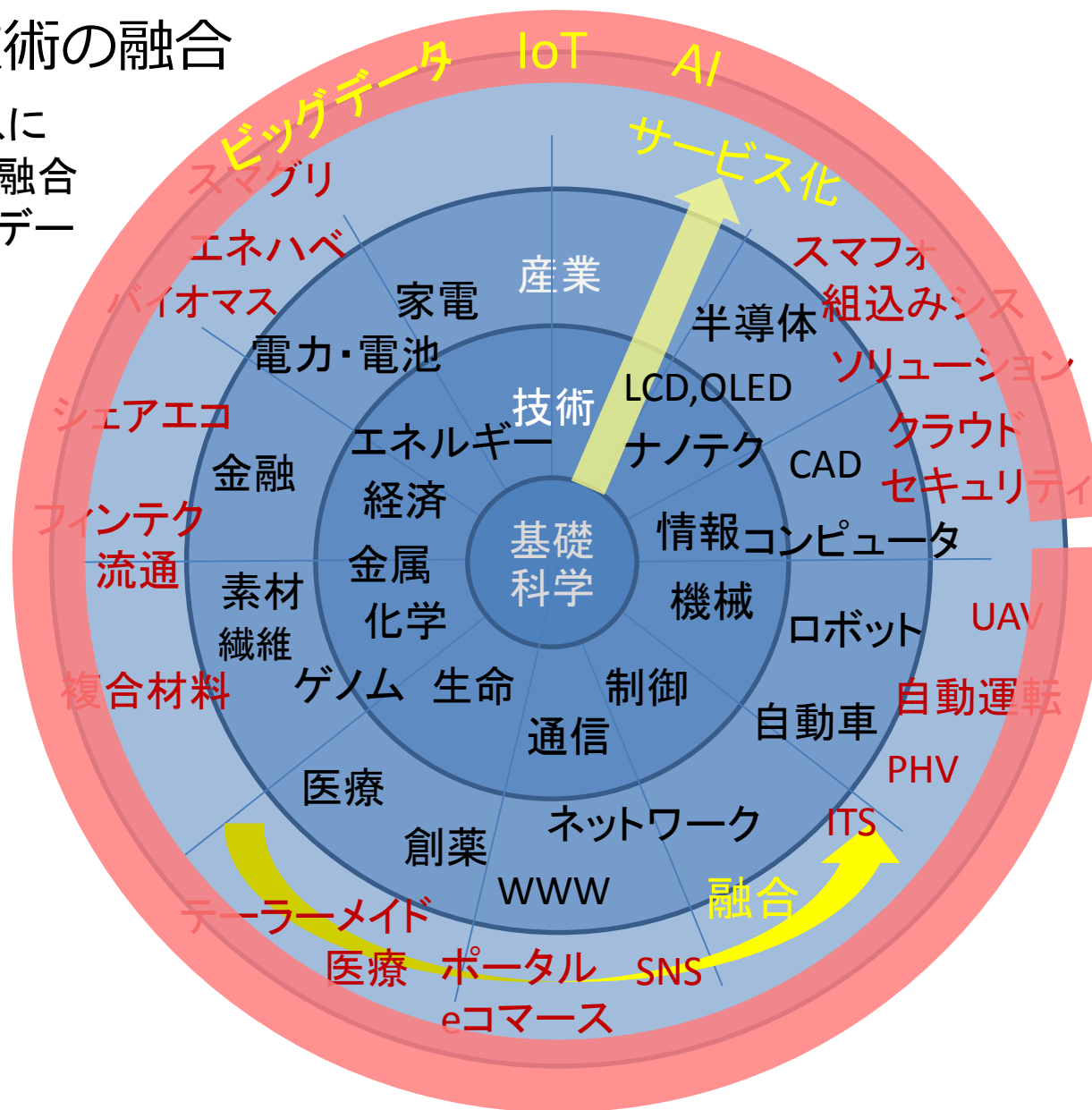


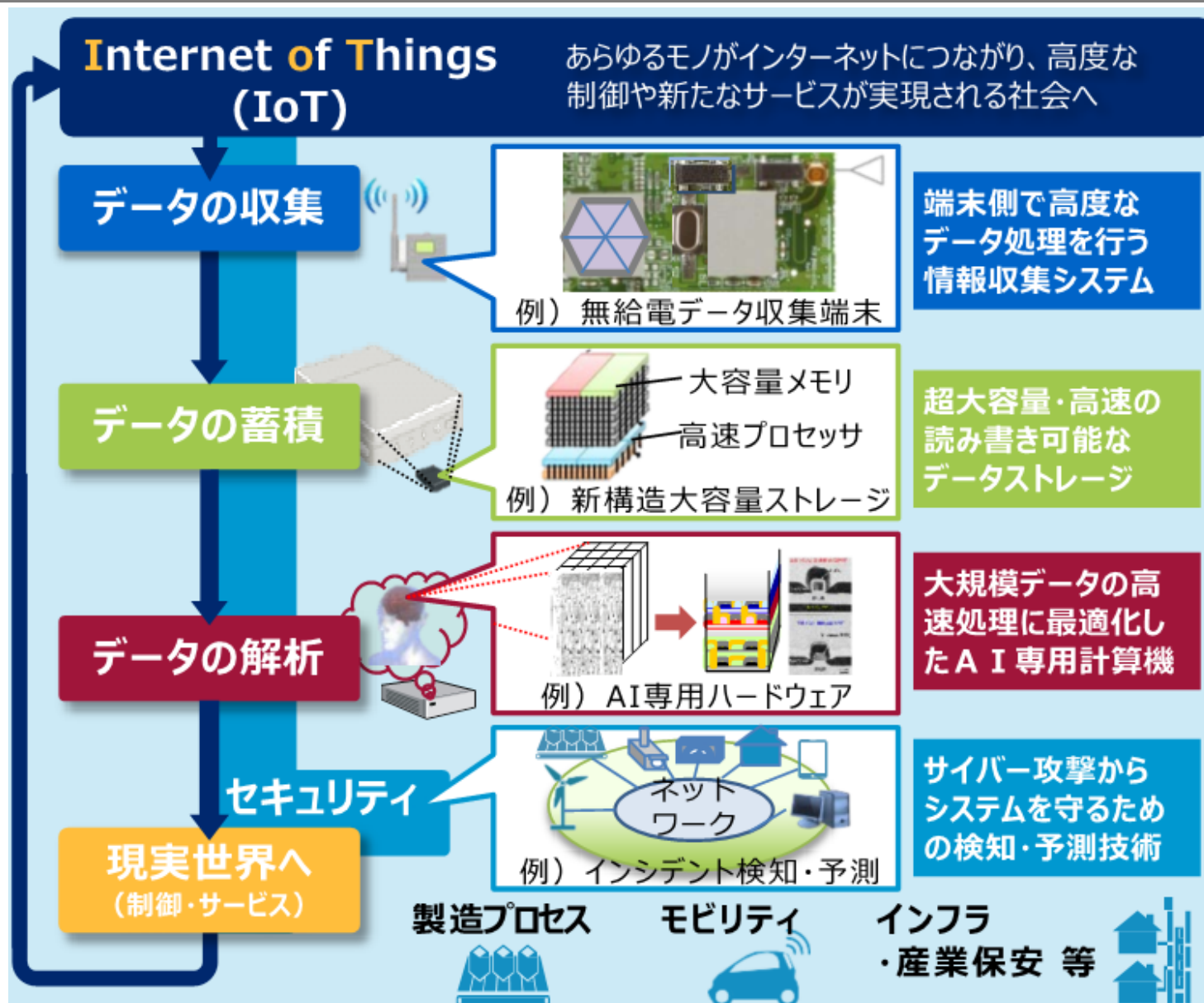
サービス化と技術の融合



サービス化と技術の融合

専門的技術をサービスに
引き上げ、他の技術と融合
していくために、ビッグデー
タ、IoT、AIが有効





<次世代人工知能技術分野抜粋>

全脳アーキテクチャ

AIモジュール

ベンチマーク
データセット

研究開発項目①大規模目的基礎研究・先端技術研究開発

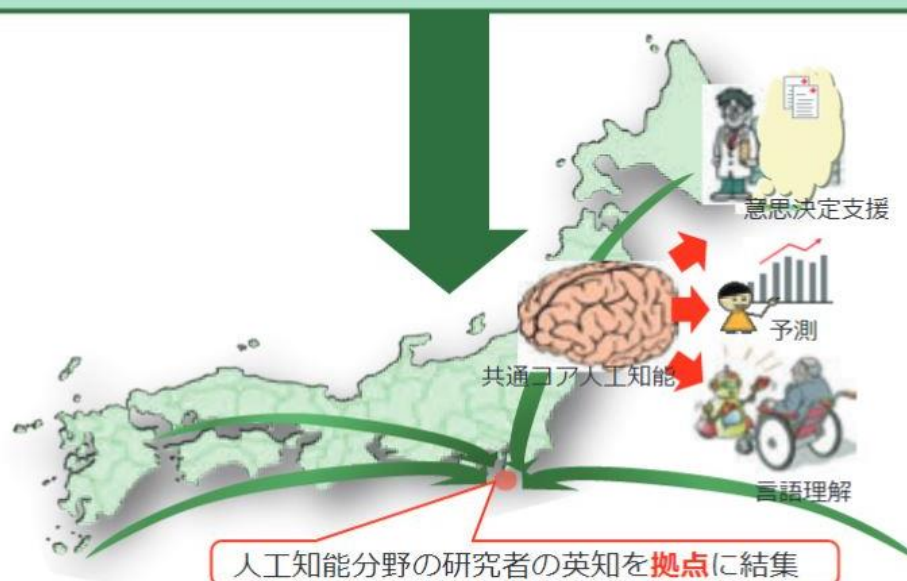
- ・脳型 AI とデータ・知識融合型 AI に関する目的基礎研究と世界トップレベルの先端技術研究実施

研究開発項目②次世代人工知能フレームワーク・先進中核モジュール研究開発

- ・研究成果をモジュール化し統合するためのフレームワークで複数のサービスを実現
- ・多様な応用の核となる先進中核モジュールの研究開発し、エコシステムを実現

研究開発項目③次世代人工知能共通基盤技術

- ・人工知能技術の有効性や信頼性を定量的に評価する方法
- ・標準的なベンチマークデータセットの準備の構築



「新産業構造ビジョン」 の今後の検討事項

産業構造審議会
2016-8-27

我が国の現状 課題（弱み）

人口減少・少子高齢化
→雇用者の減少
→国内市場の縮小
→社会保障の持続可能性

生産性の低迷・
地方経済の疲弊
→格差拡大への懸念

エネルギー・環境制約
→持続可能性への懸念

資源（強み）

質の高い「リアルデータ」
（医療データ、現場の暗黙知等）
世界シェアの高い製品群
（自動車、ロボット、センサー等）
品質に厳しい消費者市場

独自の
価値観
文化等

第4次産業革命（IoT、BD、人工知能、ロボット）によるパラダイムシフト
（従来対応できなかった「社会的・構造的課題＝顧客の真のニーズ」に対応可能に）

グローバルな課題解決に貢献。同時に新たに広がるフロンティアの発掘・獲得競争に打ち勝つ。
革新的サービスの創出と生産性向上で中間層の仕事を充実。

1

戦略分野の特定と具体的戦略の策定

具体化

日本の基本戦略・産業構造/就業構造（マクロ全体像）

リアルデータ（第2幕）の幕開け、日本は今「分かれ目」

中間
整理
(4月)

戦略分野①

健康を維持する

（健康・医療・介護）

1. 目指すべき将来像(2030年)

<例>

- 個別化医療・健康ケアで健康寿命10歳延伸（バイオ、ゲノム編集）
- 医療・介護地域格差ゼロ（AI、ロボット等）
- ～どんな産業の姿？
- ～一人一人の暮らしは？
- ～どんな社会となるのか？
- （術革新、製品・サービス等）

戦略分野②

移動する

（モビリティ）

1. 目指すべき将来像(2030年)

<例>

- 自動走行で移動弱者ゼロ（国内700万人）、事故死者ゼロ（世界125万人）
- 災害時の物資輸送等の緊急対応が●日以内に
- 渋滞による経済ロス、環境負荷を●割削減

戦略分野③

スマートに手に入れる

（ものづくり・保安・物流小売・農業）

1. 目指すべき将来像(2030年)

<例>

- 「モノ」の「サービス化」便利で買いたくなる新たなものづくり
 - 多くの新たな担い手・ベンチャーの誕生
 - デリバリー・サプライチェーンの効率性革命
 - 新たな部素材の誕生
 - 高付加価値農作物で遊休農地を減らし、グローバル市場を獲得
2. 目標逆算ロードマップの策定
3. 突破口プロジェクト（規制制度改革等）

戦略分野④

スマートに暮らす

（住宅・エネルギー、街作り）

1. 目指すべき将来像(2030年)

<例>

- 1家に1台サービスロボットが普及。
 - 家庭のリアルデータを集めて、多様な革新サービスへ（エネルギーのデマンドレスポンス・高齢者の見守り・商品購買予約のサポート等）
 - 暮らしやすく環境にも優しい最先端のまちづくり
2. 目標逆算ロードマップの策定
3. 突破口プロジェクト（規制制度改革等）

目標逆算ロードマップ 策定 突破口プロジェクト （規制制度改革等）

2. 目標逆算ロードマップ の策定 3. 突破口プロジェクト （規制制度改革等）

2. 目標逆算ロードマップ の策定 3. 突破口プロジェクト （規制制度改革等）

2. 目標逆算ロードマップ の策定 3. 突破口プロジェクト （規制制度改革等）

リアルデータプラットフォームの構築：サイバー

協調しつつ賢くなり、人間を支える様々なタイプのロボティクス：フィジカル

基盤的インフラ（人材、Fintech、データ・ネットワーク、技術・イノベーション、行政等）+グローバル展開

中間
整理

■ 重点分野

- － 自動走行、ロボット・UAV、ものづくり
- － 産業保安、エネルギー分野等

■ 戦略分野

- － 健康維持： 個別化医療、健康ケア
- － モビリティ： 自動走行、渋滞・環境負荷軽減
- － ものづくり・小売り： モノのサービス化、サプライチェーン
- － スマートシティ： サービスロボット、家庭のリアルデータからサービスへ

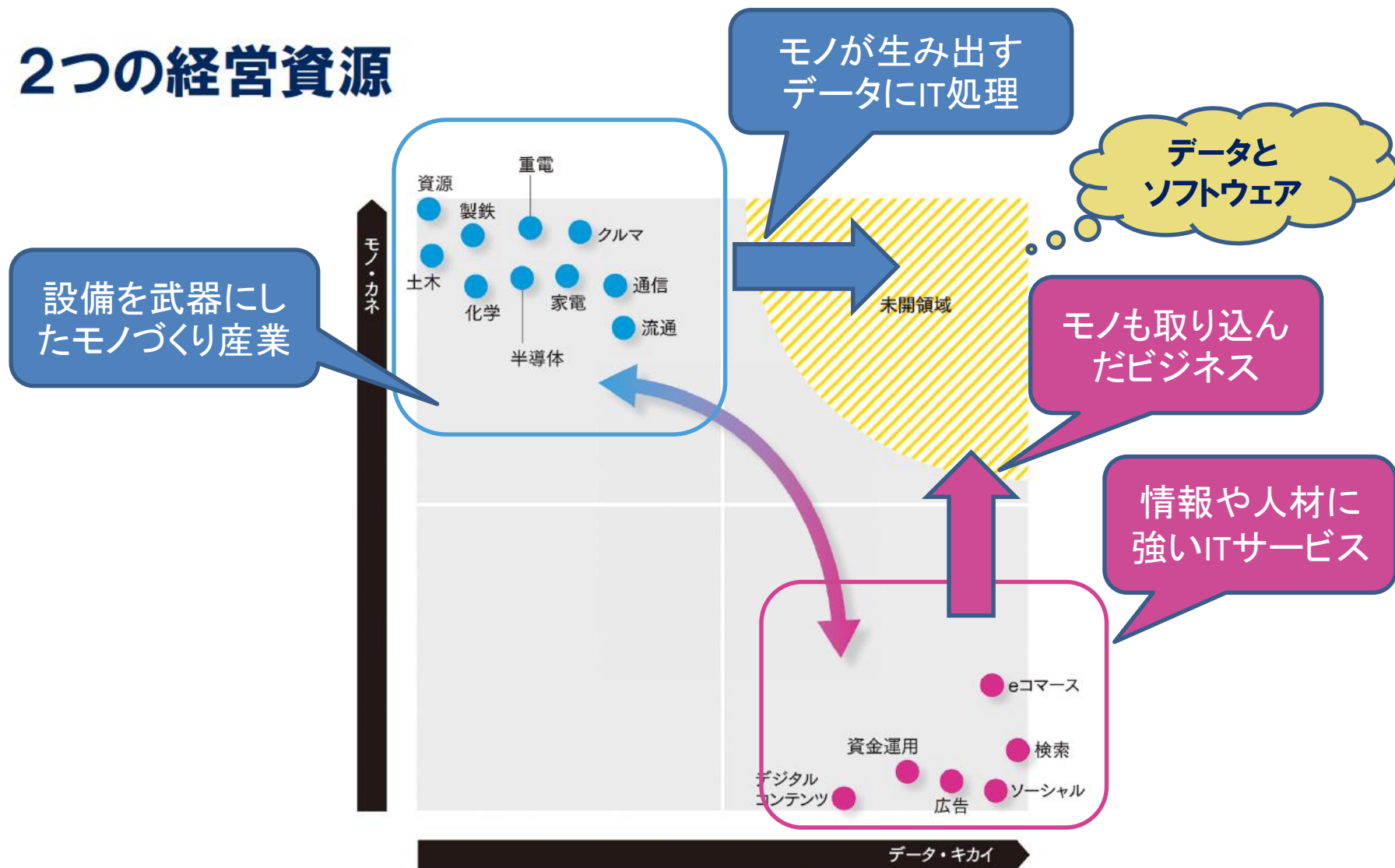
■ 次世代の人工知能研究開発

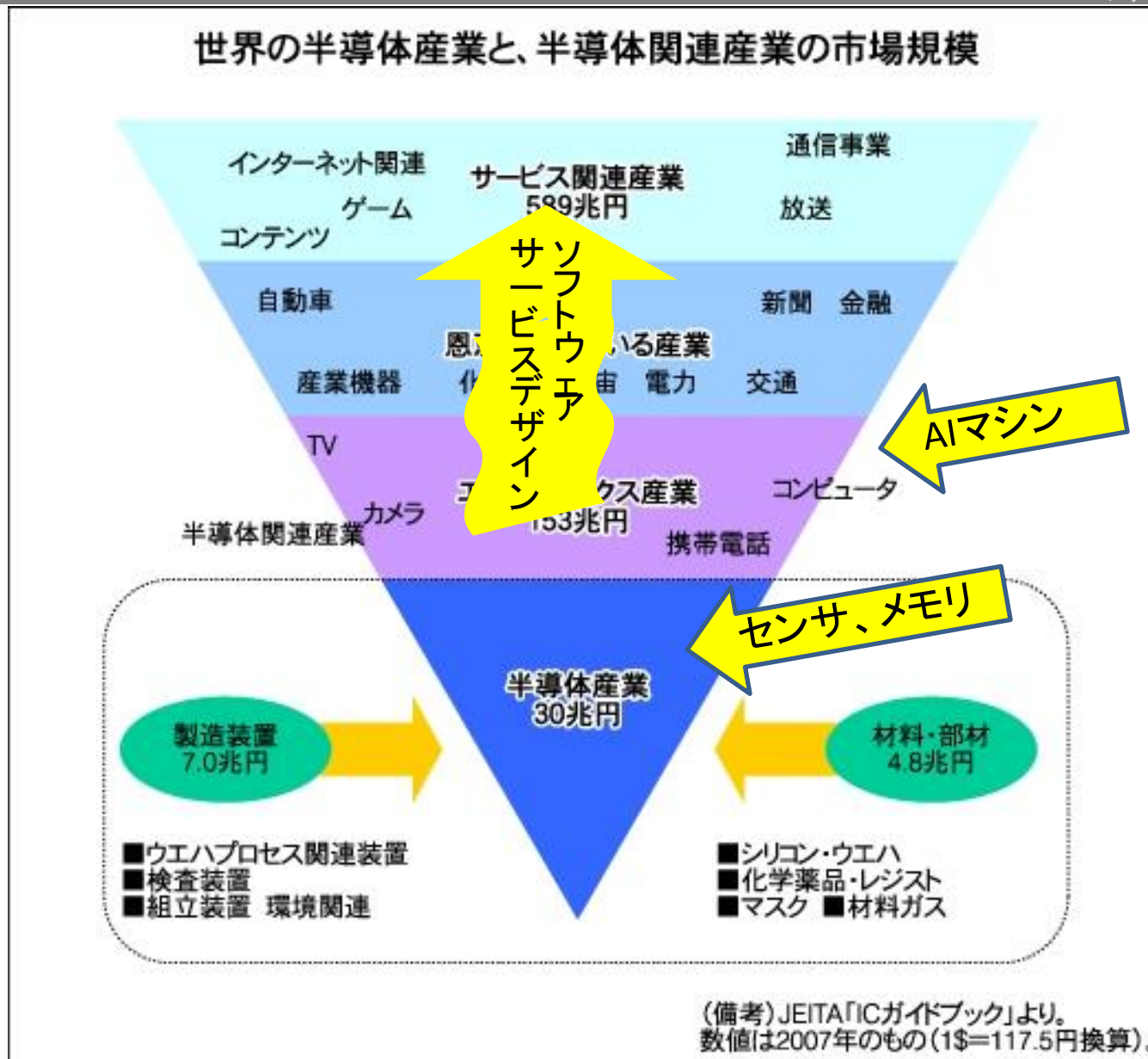
- － AI×(ロボット + IoT + Big Data)
AIをモノづくり、健康・生活、科学・工学などの領域と融合させるプロジェクト
- － IoT=エッジデバイス×(データ×解析) ×社会実装

- 産業の現場から、国外のクラウドに情報が流れる危険性
- 時間的、空間的な局所性と安全性を重視するとFogがよい
- 急成長するサービスに進出すべき。サービスのプロデュース力が弱い。ITサービスは、モノづくりに接近している
- モノづくりへのITとAI導入が効果的
- AIの発展には、データが重要になる。Exhaust dataもbigにすれば価値が見いだせる。AIの学習・教育法や安全性、知財価値の保護が重要。
- 価値観が多様化するので、ロングテールに注目すべき
- 分散型のP2Pセキュリティとして、block chainが有効
- シェアリングエコノミーが新しいサービスを創出
- オープンなデータ連携で、新たなサービスが生じる

- IoTの本質は「見えない量・変化の可視化」であり、より見えにくい情報を集める技術が重要になる。
- 集まった大量の情報をサービスに結び付けるシナリオが重要。ハードを有するモノづくり産業からのIoTを用いたサービス化は、サービスのモノづくり化より近い。モノを起点にしたサービスデザインが重要。
- IoTは、技術とデータの横串となる性質がある。大量のIoTデバイスが、Democracy of IoT Devices社会を構成する。情報の標準化が必要で、日本データ公社のような国の役割に期待。
- モノは古びても、情報は成長する。利用者の情報が、製造元にフィードバックされる。IoT中のデバイスは、新しい情報を得て成長する。
- 多くの人がオリジナルなモノを作り、サービスを提供するようになる。利用者自身がモノを作れるようになる。
- IoTによって、非生産的業務に投じられる労働人口、社会資源を最小化し、新たな楽しみや製品・サービス、産業の創造に回せるようになる

2つの経営資源





- モノづくりを活用したIoTサービス創出
 - － 単独のITサービスではなく、日本のモノづくりを生かし、モノから集まるデータを活用できる基盤的環境の整備
 - － 経験と勘に代わる、ツールやDBを用いるサービスデザイン
- AIのためのデータ収集と解析
 - － 難しいセンシングデータの収集
 - － オープンなビッグデータの流通と連携
 - － クラウドに集まるデータの保護
- IoTサービス展開のソフトウェア基盤
 - － 組み込みソフトウェアを共通プラットフォームに載せて展開を容易に
 - － サービスモデル化ツールによるソフトウェアの上流設計
- セキュリティとセーフティの確保
 - － 高機能暗号やブロックチェーンで安全なIoTのM2M連携
 - － 運用時よりも設計時に、バグや脆弱性を排除



1. 日本のモノづくりを強みとした新しいサービスの創造と価値への転換
2. モノづくりとサービスの生産性とエネルギー効率の向上
3. 快適、高品質で安全な社会の維持・向上

Backcast

ロボット、UAV、AIから
生まれるサービス

個別化医療、健康ケア、自動走行、渋滞、環境負荷軽減
モノのサービス化、サプライチェーンの効率化
サービスロボット、家庭のリアルデータ活用
AI × (ロボット + IoT + Big Data)

サービスデザイン

オープンデータ連携

ユーザエクスペリエンス

ディペンダブルなソフトウェア

つながるソフトウェア

ハイブリッドAI

Forecast

ウェアラブル

仮想化・SDN

人工知能

量子計算・非ノイマン計算機

HPC

低電力デバイス・通信

ロングテールニーズ向け生産技術

Industrie4.0

クラウド

自動運転

ミニチュア化・高集積化

IT化サプライチェーン

デバイスのインテリジェント化

セキュリティ脅威の増大

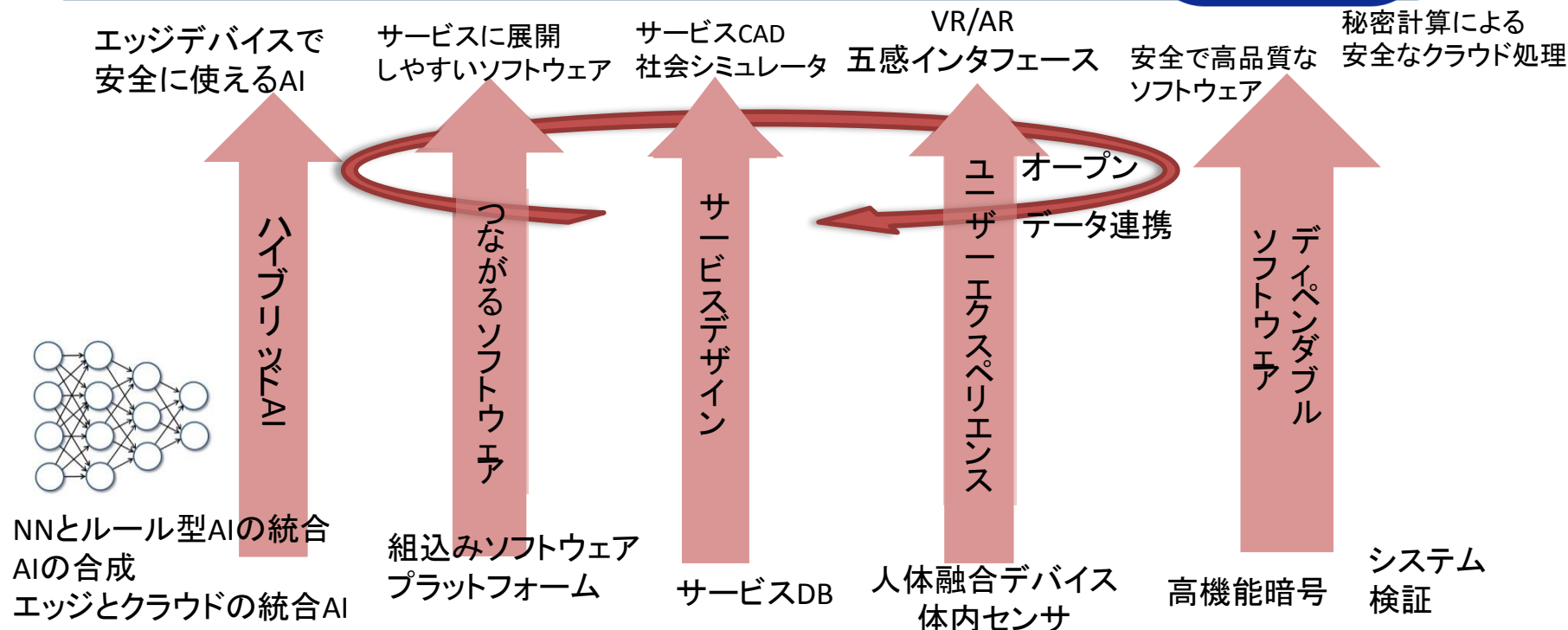
ビッグデータ

ユーザエクスペリエンス : 製品やサービスから得られる満足感や喜び等の質的・精神的価値
ディペンダブルなソフトウェア : 高信頼、セキュアで、安全なソフトウェア

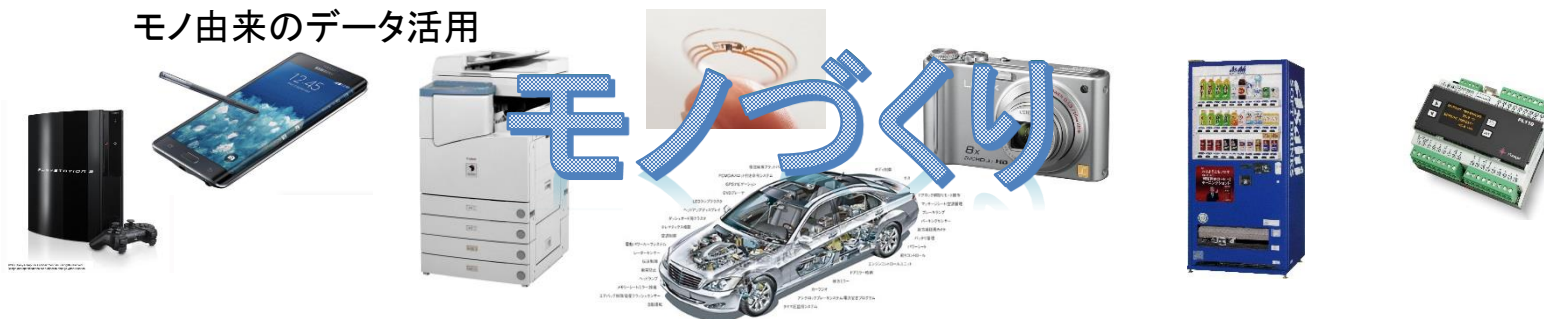
ストレージ
センサー

モノづくりを活用したIoTサービス

ビッグデータ
巨大計算パワー



モノ由来のデータ活用

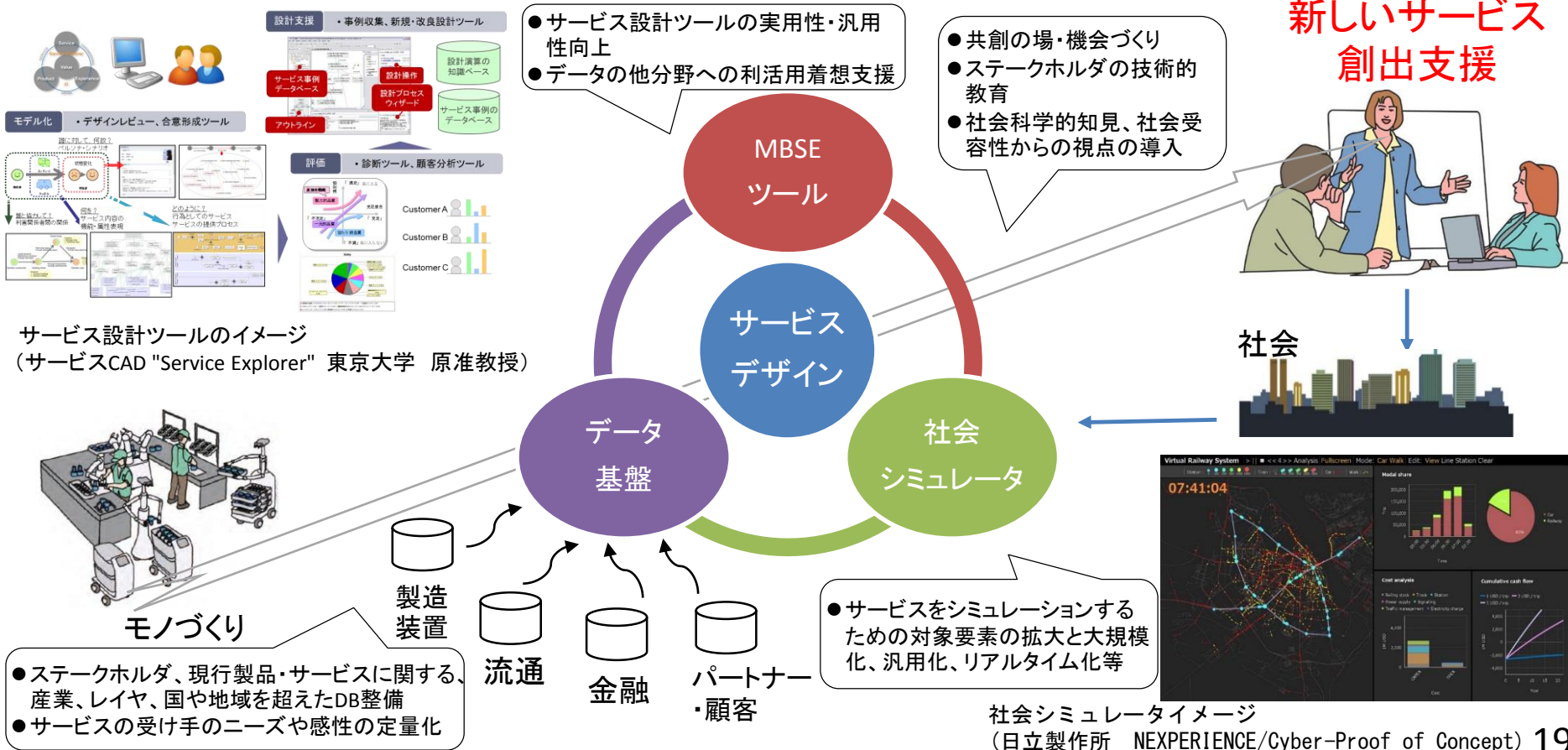


注目する技術群

1. サービスデザイン
2. ユーザーエクスペリエンス
3. オープンデータ連携
4. つながるソフトウェア
5. ディペンダブルソフトウェア
6. ハイブリッドAI

- 【必要性・有効性】人々の要求は、モノからサービスによる新しい体験や知覚(ユーザエクスペリエンス)を通じて叶えられる。工学的な **サービスデザイン技術** によって新しいサービスを着想し、実施に移す方法を効率化できる。生産性向上と環境配慮にも重要。
- 【技術要素】個人やコミュニティのモデル化に基づく社会シミュレータによるサービス需要予測、ステークホルダDBを用いた迅速なサービス設計、新しいサービスの着想、実現を支援するMBSE(モデルベース・システムエンジニアリング)
- 【日本のポジション】独自のサービス設計ツールを提案するユニークな論文や、関連するITシステムに関する多くの特許が日本から出願されている。学術研究の汎用性と実証事業の実用性を両立し、広く現場でサービスデザインが活用されることが望ましい

サービスデザインのスコープ



サービスデザインのポジション分析

特許・論文

論文・特許それぞれにおいて、サービスデザインに関するキーワード及びこれに関連する雑誌の分野(論文)もしくは特許分類(特許)の条件で試行的に検索

論文

著者所属機関	件数	シェア
IBM	22	2.397%
ALCATEL LUCENT	20	2.179%
KARLSTAD UNIVERSITY	19	2.070%
LINKOPING UNIVERSITY	17	1.852%
ARIZONA STATE UNIVERSITY	15	1.634%
UNIVERSITY OF CALIFORNIA SYSTEM	15	1.634%
AT&T	11	1.198%
UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES	11	1.198%
VTT TECHNICAL RESEARCH CENTER FINLAND	11	1.198%

論文

著者	件数	シェア
DEMIRKAN H	10	1.089%
EDVARDSSON B	10	1.089%
MAGLIO PP	10	1.089%
SHIMOMURA Y	9	0.980%
PARK Y	8	0.871%
ADAMOPOULOS DX	7	0.763%
PAPANDREOU CA	7	0.763%
SPOHRER J	7	0.763%
STOREY C	7	0.763%
YUAN ST	7	0.763%

特許

出願人／譲受人	件	シェア
IBM	16	8.000%
HITACHI	8	4.000%
TOSHIBA CORP	7	3.500%
BEIJING OPPORTUNE TECH DEV CO	6	3.000%
NEC CORP	4	2.000%
ACCENTURE GLOBAL SERVICES LTD	3	1.500%
ACCENTURE GLOBAL SERVICES GMBH	3	1.500%
TOSHIBA SOLUTIONS CORP	3	1.500%
SEIKO EPSON CORP	3	1.500%
FUJI XEROX CO LTD	3	1.500%

- 論文に関して、日本の機関からの発表総数は多くはないものの、研究者ごとでは上位に名があがる先生もあり、世界的にユニークな実績を有している。
- 特許において、サービスデザイン技術の要素となりうる技術分野において日本企業から多くの出願実績が見られる

市場予測

- サービスデザイン技術は、主にビジネスコンサルティング事業を介して活用されると想定する。
- ビジネスコンサルティング産業の市場規模は現在世界でおよそ10～20兆円で、そのうち米国市場が約半分、日本市場が3,000億円前後。
- 日本市場は年々成長基調にあり、実績と今後のコンサルティングサービスの伸び率の予測を用いると2020年に約4,000億円、2030年に約6,000億円となると試算できる。世界市場も比例して増加すると予測される。
- 国内GDPにおけるサービス産業の比率は74%ほどを占め、世界においても急速に割合を高め70%に届く勢いである。
- 日本国内において、直近数年間では年間数兆円の規模でサービス産業のGDPが成長しており、サービスデザインは世界の主力産業の基盤技術としてこれを加速するとともに、活性化する産業の資源活用の最適化や環境負荷の低減などに貢献する。

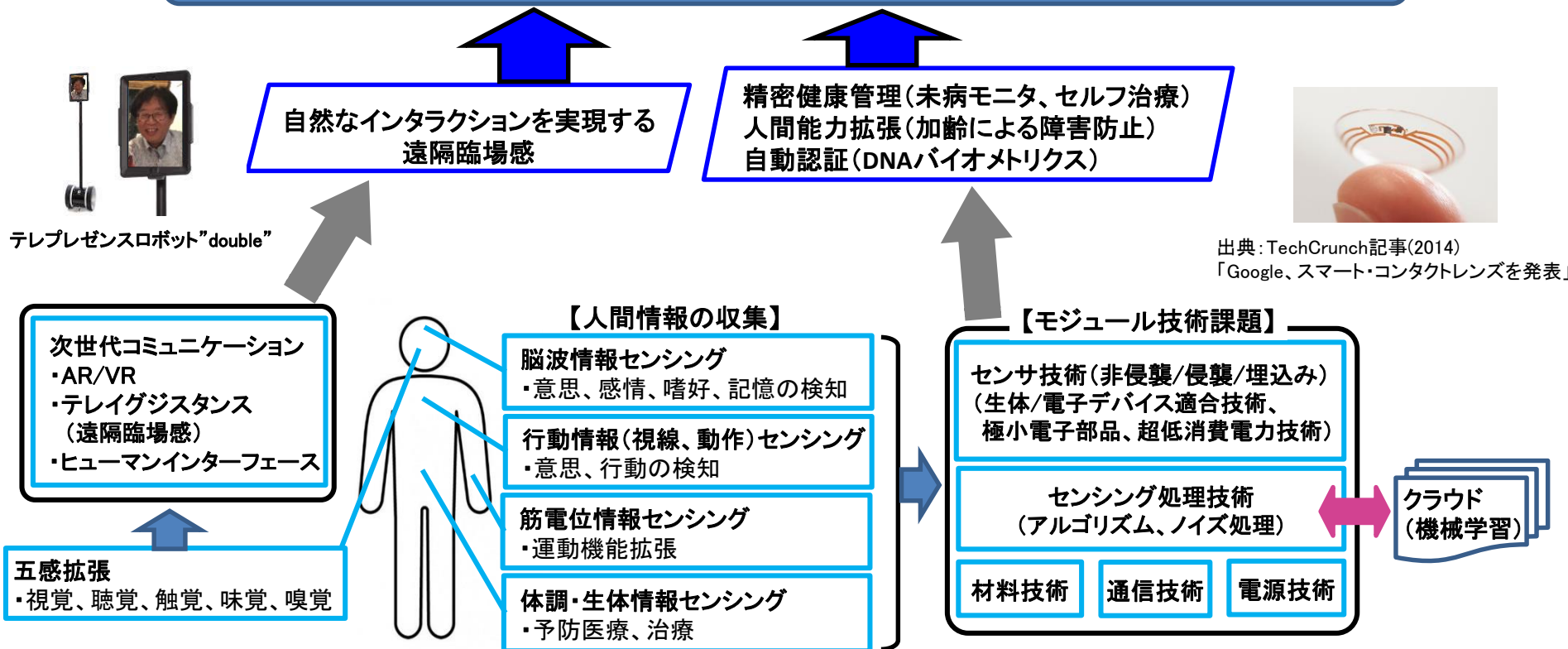
【必要性・有効性】タッチパネル、3Dなどユーザーに新しいエクスペリエンスを与える技術は、新しいサービスにつながる。従来困難であった人間の体内情報や行動、意図、感情の収集による新しいユーザエクスペリエンスがサービス創出に寄与。

【技術要素】未病モニタ等の次世代ヘルスケア技術やDNA簡易センシングによるバイオメトリクス技術、遠隔臨場感を実現するテレプレゼンス技術や次世代AR/VR技術、及びこれらの基盤となる人間情報センシング技術など。

【日本のポジション】骨伝導、脳波、筋電インタフェース(筋電義手)、振動による方位指示器、触覚伝送、インプラントカメラなどヘルスケアデバイスの実績がある。バイオデバイスの特許では日本企業が上位にランキングされる

モノづくりを活用したIoTサービス

(人間情報とIoTの融合によるユーザエクスペリエンスを応用したモノづくりからのサービス展開)



ユーザエクスペリエンスのポジション分析

次世代UI、AR/VR、バイオデバイス各分野の論文、特許の所属機関別ランキング

【論文】

次世代UI (% of 2099)	AR/VR (% of 13519)	バイオデバイス (% of 10157)
MIT (3.7)	UNIV.LONDON IMP (1.3)	UNIV.TUBINGEN (2.0)
UNIV. CALIFORNIA (2.2)	UNIV.WASHINGTON (1.2)	CHINESE ACAD (1.9)
C.MELLON UNIV. (1.9)	UNIV.TRONTO (1.2)	GRAZ UNIV. (1.6)
UNIV. TOKYO (1.9)	UCL (1.2)	HARVARD UNIV. (1.2)
UNIV. FLORIDA (1.5)	UNIV.ILLINOIS (1.1)	N.Y.STATE HELT (1.2)
GEORGIA I.TECH (1.5)	UNIV. SO CALIF (1.1)	UNIV.WASHINGTON (1.0)
UNIV.CANTERBURY (1.4)	DELFT UNIV.TECH (1.0)	UCSD (1.0)
FRAUNHOFER G. (1.1)	HARVARD UNIV. (0.9)	N.WESTERN UNIV. (1.0)
UNIV.WASHINGTON (1.1)	MCGILL UNIV. (0.8)	MIT (1.0)
OSAKA UNIV. (1.1)	STANFORD UNIV. (0.8)	STANFORD UNIV. (1.0)
	UNIV.TOKYO (0.6)	UNIV.TOKYO (0.7)

【特許】

次世代UI (% of 22447)	AR/VR (% of 11776)	バイオデバイス (% of 1460)
SAMSUNG (3.6)	SONY (5.1)	PANASONIC (2.4)
MICROSOFT (2.6)	SAMSUNG (4.6)	UNIV. TIANJIN (2.1)
LG (2.2)	MICROSOFT (2.9)	NOK (1.5)
SONY (2.0)	CANON (2.1)	KOREA EL TEL (1.2)
IBM (1.7)	QUALCOMM (2.1)	SAMSUNG (1.2)
LENOVO (1.6)	MICT (2.0)	UNIV.S.CHINA (1.1)
GOOGLE (1.0)	GLDS (1.3)	SEIKO EPSON (0.9)
NOKIA (0.9)	ETRI (1.2)	IBM (0.8)
HON HAI (0.8)	LG (1.1)	DAINIPPON PRIN(0.8)
CANON (0.8)	IBM (1.0)	PHILIPS (0.7)

▶ 各分野とも特許では日本企業がトップ10にランクし、産業としての技術ポテンシャルはあるが、論文では全般に米国(大学)が抜きん出ており研究をリードしている。

【市場】

例えば、AR/VR市場(HW+SW)では2025年にHMD関連で8兆円規模が見込まれている。

【必要性・有用性】業種を跨いだ横連携の新たなサービスの生成において、オープンデータと業種や企業の囲い込みデータとの相互連携により、市場や顧客の動向を把握するためのデータベース基盤として必要。

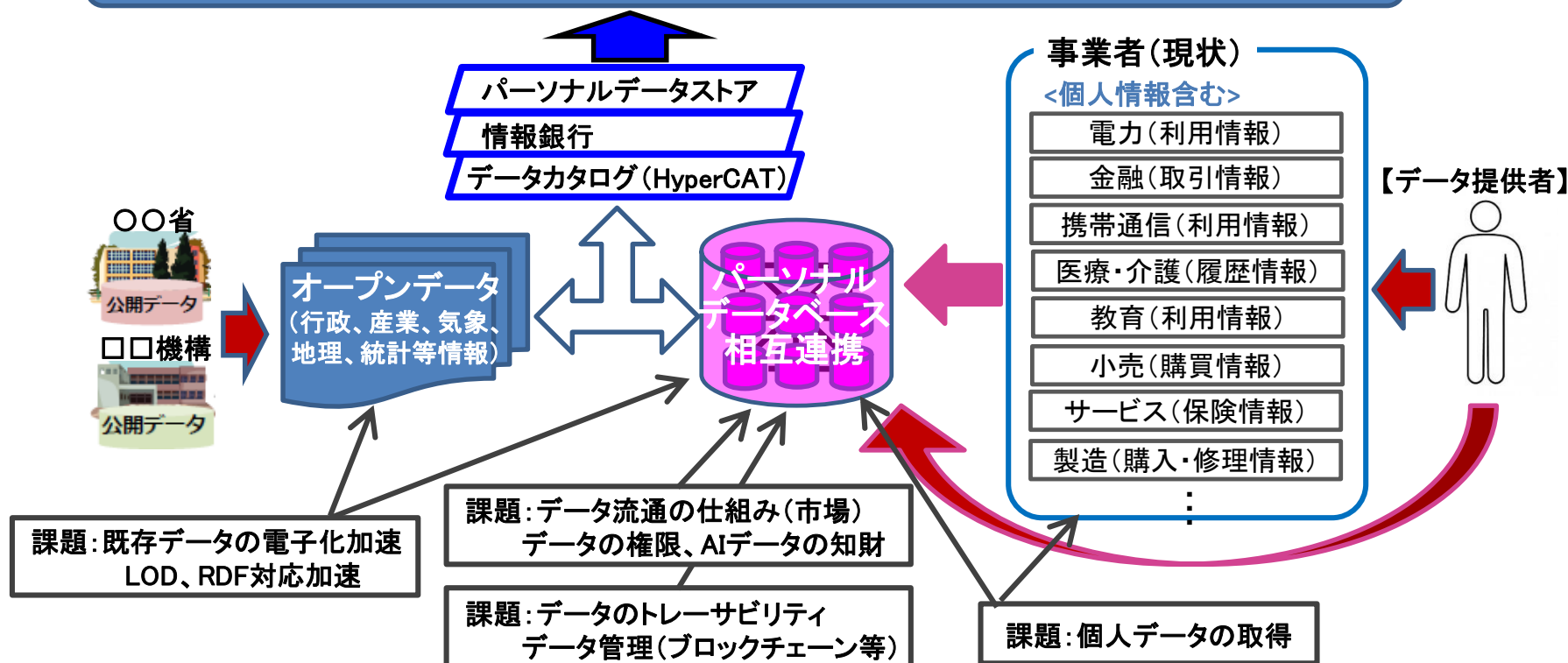
【技術要素】AIによりデータの関係性を判定しメタデータに反映するデータの電子化技術、ネットワーク通信技術に適合した透明性や公平性を担保するデータ管理技術、オントロジーの整備やデータ仕様の標準化など。

【日本のポジション】米国が突出、分散データベース等、特許では日本企業がトップ10に多数ランクし産業としての技術力を有する

【標準化】オープンソース環境でデータ形式の標準化が進む。英国は、組織のデータカタログ(BSI標準)を交換するHyperCATを推進。

モノづくりを活用したIoTサービス

(個人主体の医療・保険統合サービス、車・交通・保険統合サービス等、新たなサービスの基盤データ)



出典:「産業構造審議会情報経済小委員会 分散戦略WG(第6回)」資料(経済産業省、2016)

「オープンデータに関する政府動向と地方公共団体への普及取組」(H27年、内閣官房IT総合戦略室)を基にNEDO作成(2016)

【論文】 総数677件

分散データベース

所属機関	レコード	% of 677
IBM CORP	20	2.954%
KOREA ADV INST SCI TECHNOL	17	2.511%
UNIV QUEENSLAND	17	2.511%
HARVARD UNIV	12	1.773%
HARVARD PILGRIM HLTH CARE INST	10	1.477%
PURDUE UNIV	10	1.477%
UNIV TOKYO	10	1.477%
US FDA	10	1.477%
GEORGE MASON UNIV	9	1.329%
NATL CHIAO TUNG UNIV	9	1.329%

国/地域	レコード	% of 677
USA	250	36.93%
JAPAN	44	6.50%
SOUTH KOREA	40	5.90%
AUSTRALIA	38	5.61%
GERMANY	38	5.61%
P.R. CHINA	38	5.61%
TAIWAN	32	4.73%
CANADA	28	4.14%
ENGLAND	27	3.99%
ITALY	25	3.69%

【特許】 総数1717件

“distributed database”

所属機関	レコード	% of 1079
IBM CORP	128	33.77%
MICROSOFT	49	12.93%
NIPPON TEREGRAPH & TELEPHONE	32	8.44%
ORACLE	31	8.18%
HITACHI	30	7.92%
NEC	27	7.12%
MITSUBISHI	22	5.80%
FUJITSU	21	5.54%
TOSHIBA	21	5.54%
AMAZON TECH	18	4.75%

- 論文では米国が突出しており、2番手以下は拮抗している。特許では日本企業がトップ10に多数ランクしており、産業としての技術力を有している。

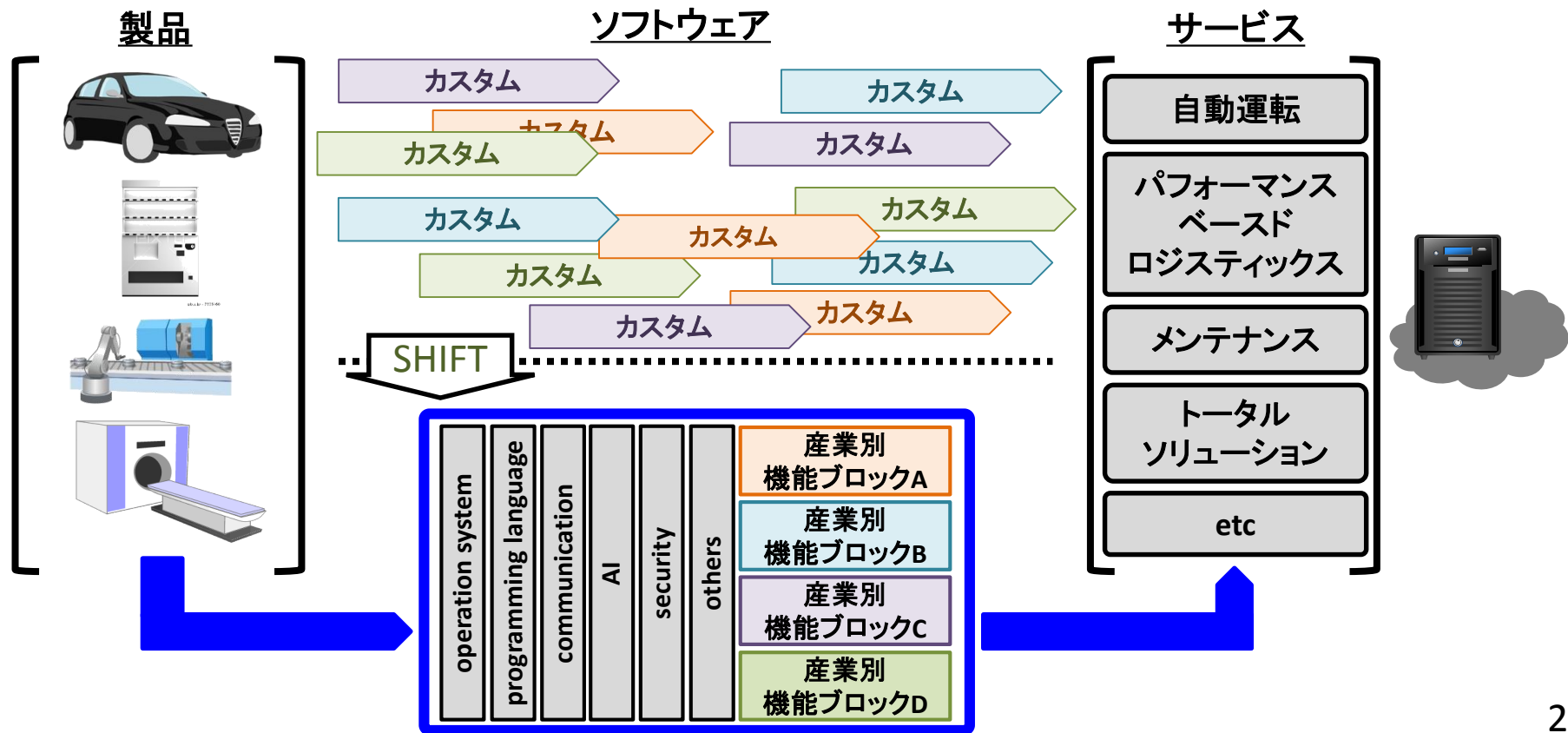
【必要性・有効性】100兆円以上の市場を持つIoTを支える組込み機器は、多様性に富み、多数の類似機能の基本ソフトウェアからの実装を余儀なくされている。基本部分を標準プラットフォームとすることで、組込みデバイス生産性が上がり、サービスへの展開が容易になる。

【技術要素】新しく必要となるセキュリティ、マルチコア並列化、AIなどの機能をモジュール化し、プラットフォームに組み込む。サービスからソフトウェアを構成するための上流設計ツール、また自動運転、UAV等の開発を効率化する物理シミュレータ。

【日本のポジション】ロボットでは、ORIN、RTミドルウェアなどの開発が進む。RTOSでは、iTron、ART-Linux、組込み用の言語として、mrubyなどの実績がある。FANUC等が、Intelligent Edge Link and Drive systemを推進。

【標準・国際化】設計環境のデファクトでは米国が先行。フィールドバスは標準が乱立する中、インダストリ4.0などは、デジュールとフォーラム標準をうまく組み合わせている。航空、宇宙などのクリティカルミッション向けのソフトウェアの実績が重要。

産業領域を横断するソフトウェア・プラットフォーム



特許・論文

● 実時間OS

論文

所属機関	件数
GEORGIA INST TECHNOL	7
UNIV FLORIDA	6
SHANGHAI JIAO TONG UNIV	5
ZHEJIANG UNIV	5
KOREA UNIV	4
SICHUAN UNIV	4
UNIV ELECT SCI TECHNOL CHINA	4
UNIV POLITECN VALENCIA	4
NAGOYA UNIV	3
WASEDA UNIV	3

特許

出願機関	件数
CANON	22
SIEMENS AG	22
SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	21
LG ELECTRONICS INC	21
NEC CORP	20
MITSUBISHI ELECTRIC CORP	15
UNIV ZHEJIANG	14
KOREA ELECTRONICS TELECOMM	13
ZTE CORP	13
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	9

論文本数では、名古屋大学、早稲田大学が上位10以内。

特許出願はキャノン、NEC、三菱電機、松下電器など、上位10機関中4機関が日本企業。

● マルチコア並列プログラム

論文

所属機関	件数
CHINESE ACAD SCI	60
INTEL CORP	32
TSINGHUA UNIV	32
GEORGIA INST TECHNOL	20
UNIV ILLINOIS	20
NATL UNIV DEF TECHNOL	18
UNIV CALIF BERKELEY	17
UNIV TEHRAN	17
UNIV WISCONSIN	17
ZHEJIANG UNIV	17

特許

出願機関	件数
IBM	44
INTEL CORP	13
QUALCOMM INC	9
MICROSOFT CORP	7
SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	7
TILERA CORP	6
NEC LAB AMERICA INC	6
HUAWEI TECH CO LTD	6
NEC CORP	6
SIEMENS AG	5

論文本数で上位10機関に入る日本の組織はない。東京大学の40位が最高順位。

特許出願はNEC LAB AMERICAおよびNECが6位。この2社合計では、インテルに次ぐ第3位となる。その他に、富士通からも特許出願あり。

ディペンダブルなソフトウェア

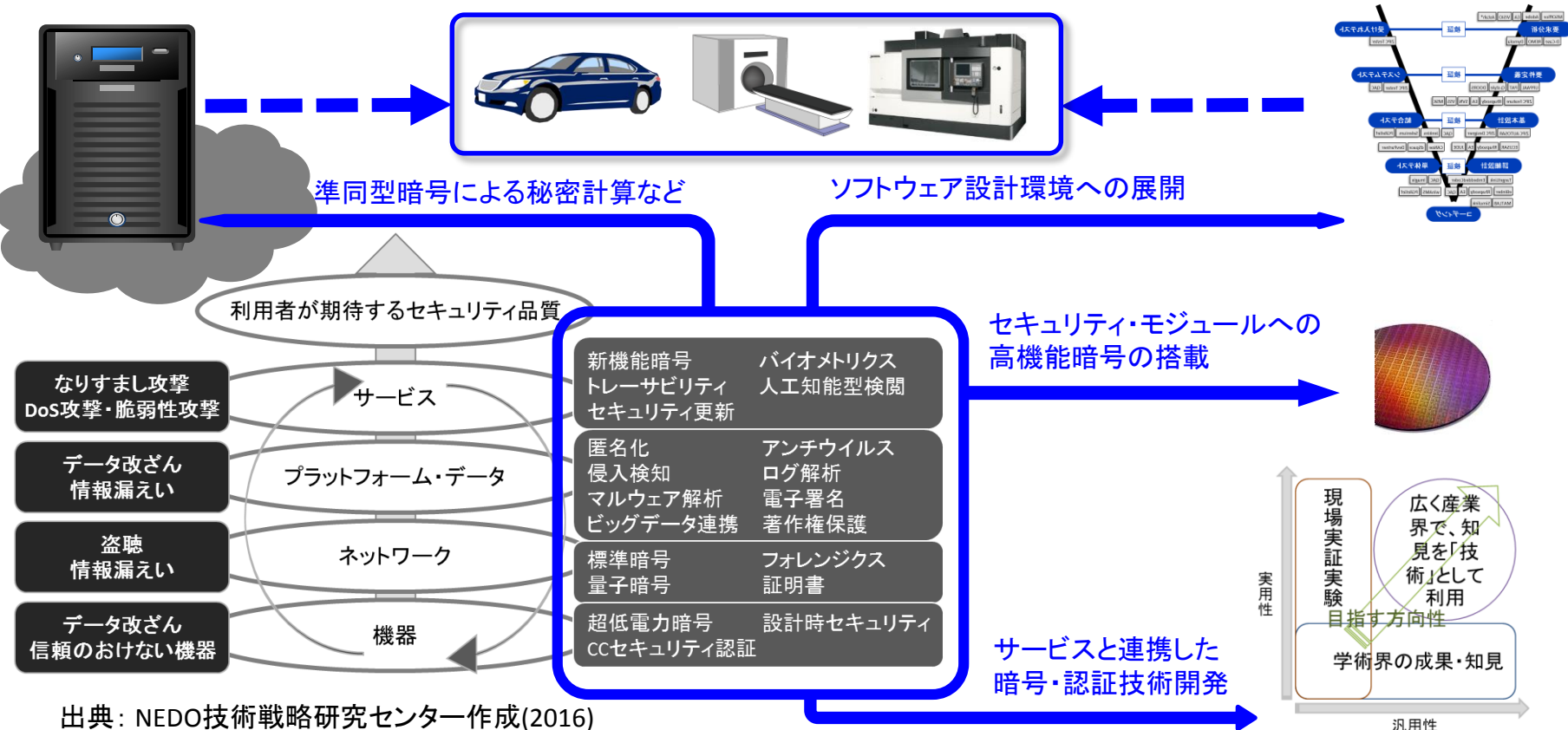
【必要性・有効性】IoTサービスの品質には、ディペンダブル(高信頼性・高安全性・高可用性)なソフトウェアを設計時から組み込む必要がある。クラウドに収集されるビッグデータを保護することで、データ連携が進む。

【技術開発要素】高機能暗号、高信頼セキュリティアップデート技術、トレーサビリティ技術、セキュリティチップ設計。自動コーディングが進み、上流の要件定義や設計に違いが現れる。

【日本のポジション】セキュリティ分野は、軍事と関連が深いため、日本は輸入基調だが、暗号技術では、学術的にも産業的にも、他国に比肩できる。準同型暗号は、一部実用化段階にある。形式検証は困難だが、モデル検査は導入が進みつつある。

【標準・国際化】ソフトウェアの機能安全、セキュリティの保証に、国際認証が導入されている。

安心・安全・高品質なサービスを設計するための環境整備 ディペンダブルなエコシステムを実現する設計とオペレーションの両面からのアプローチ



特許・論文

● ディペンダブルソフトウェア

論文

所属機関	件数
UNIV SO CALIF	31
UNIV MICHIGAN	28
CHINESE ACAD SCI	27
DUKE UNIV	27
HARVARD UNIV	27
INDIAN INST TECHNOL	27
UNIV TEXAS	26
UNIV YORK	24
CITY UNIV LONDON	22
UNIV VIRGINIA	22

特許

出願機関	件数
IBM	451
MICROSOFT CORP	138
SIEMENS AG	111
CANON KK	82
HITACHI LTD	77
NEC CORP	74
FUJITSU LTD	68
SUN MICROSYSTEMS INC	64
KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV	55
ERICSSON TELEFON AB L M	50

論文本数で上位10機関に入る日本の組織はない。京都大学の45位が最高順位。

特許出願はキャノン、日立、NEC、富士通など、上位20機関中7機関が日本企業。

● 暗号

論文

所属機関	件数
CHINESE ACAD SCI	436
BEIJING UNIV POSTS TELECOMMUN	299
XIDIAN UNIV	294
UNIV WATERLOO	261
UNIV SCI TECHNOL CHINA	232
SHANGHAI JIAO TONG UNIV	202
NATL UNIV SINGAPORE	186
TSINGHUA UNIV	165
KATHOLIEKE UNIV LEUVEN	163
NATL CHENG KUNG UNIV	151

特許

出願機関	件数
SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	152
HUAWEI TECH CO LTD	150
IBM	147
KOREA ELECTRONICS TELECOMM	127
QUALCOMM INC	92
NEC CORP	85
MICROSOFT CORP	74
LG ELECTRONICS INC	67
FUJITSU LTD	62
UNIV KOREA RES & BUS FOUND	57

論文本数で上位10機関に入る日本の組織はない。NECの17位が最高順位。続いて東京大学の26位。

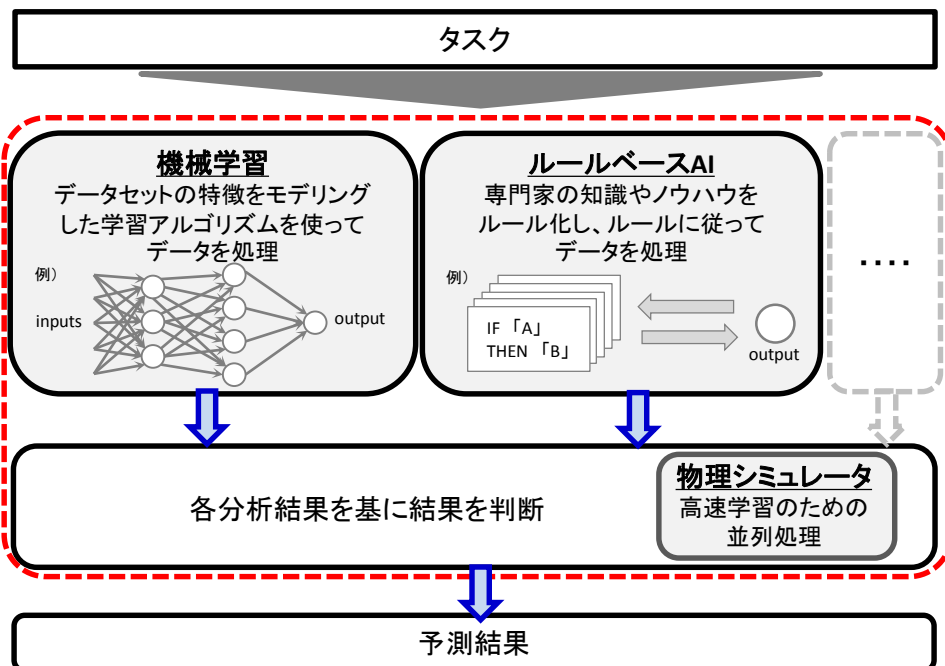
特許出願はNEC、富士通など、上位20機関中8機関が日本企業。

- 人工知能(AI)開発の進展により、様々なタスクにAIが導入され始めている。一方で、ディープラーニングなどはアルゴリズムが教師データによって非決定的であるなど、安全性の検証が困難となるため、タスクによっては決定的なAI手法との組み合わせを行うなど、異種AIの合成を行うことにより安全性を向上させる必要がある。
- 産業の現場では、国外等にクラウドから情報が流れる危険性から、収集した個人情報等をクラウドのAIで処理するのではなく、一定程度エッジ側でも処理する仕組みが必要となる。

より安全性の高い人工知能システム開発

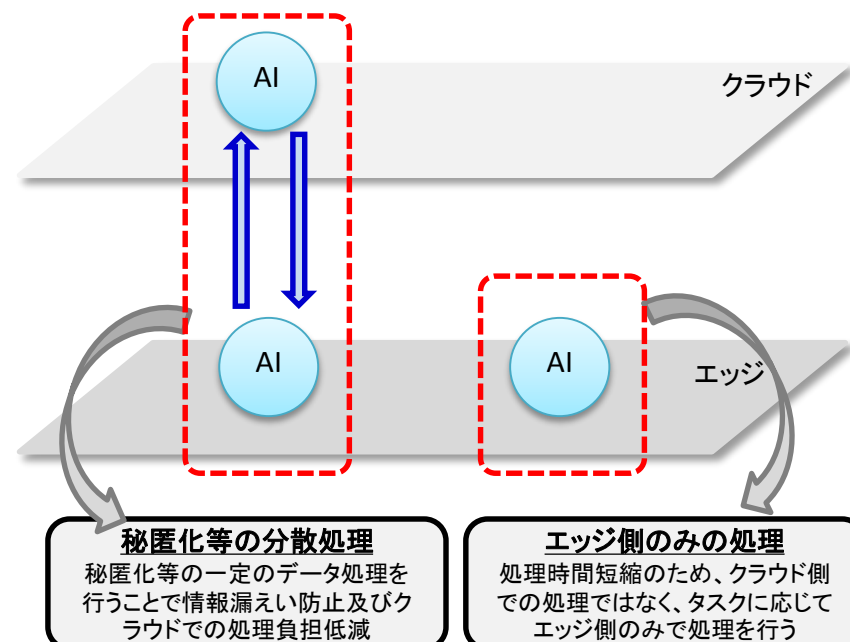
データ・知識融合型AI

タスクに対し、複数のAI手法で並行して実行することで、より安全性の高い予測結果を目指す。



分散型AI

収集したデータをクラウド側の人工知能で処理する前にエッジ側で個人情報の秘匿化等の処理を行う。また、リアルタイム性が求められるケースにおいては、エッジ側のAIで処理を行うことでより迅速に対応できる。



【論文】

“機械学習”

	国/地域	レコード	% of 20,105
1	USA	6880	34.22%
2	PEOPLES R CHINA	2456	12.22%
3	ENGLAND	1714	8.53%
4	GERMAY	1421	7.07%
5	SPAIN	1167	5.81%
6	CANADA	1040	5.17%
7	AUSTRALIA	837	4.16%
8	FRANCE	835	4.15%
9	ITALY	811	4.03%
10	JAPAN	698	3.47%

	所属機関	レコード	% of 20,105
1	CHINESE ACAD SCI	294	1.46%
2	CARNEGIE MELLON UNIV	245	1.22%
3	MIT	231	1.15%
4	HARVARD UNIV	225	1.12%
5	UNIV ILLINOIS	210	1.05%
6	STANFORD UNIV	208	1.04%
7	UNIV WISCONSIN	193	0.96%
8	COLUMBIA UNIV	185	0.92%
9	UNIV CALIF SAN DIEGO	180	0.90%
10	UNIV CALIF BERKELEY	169	0.84%
⋮	⋮	⋮	⋮
33	UNIV TOKYO	99	0.49%

【特許】

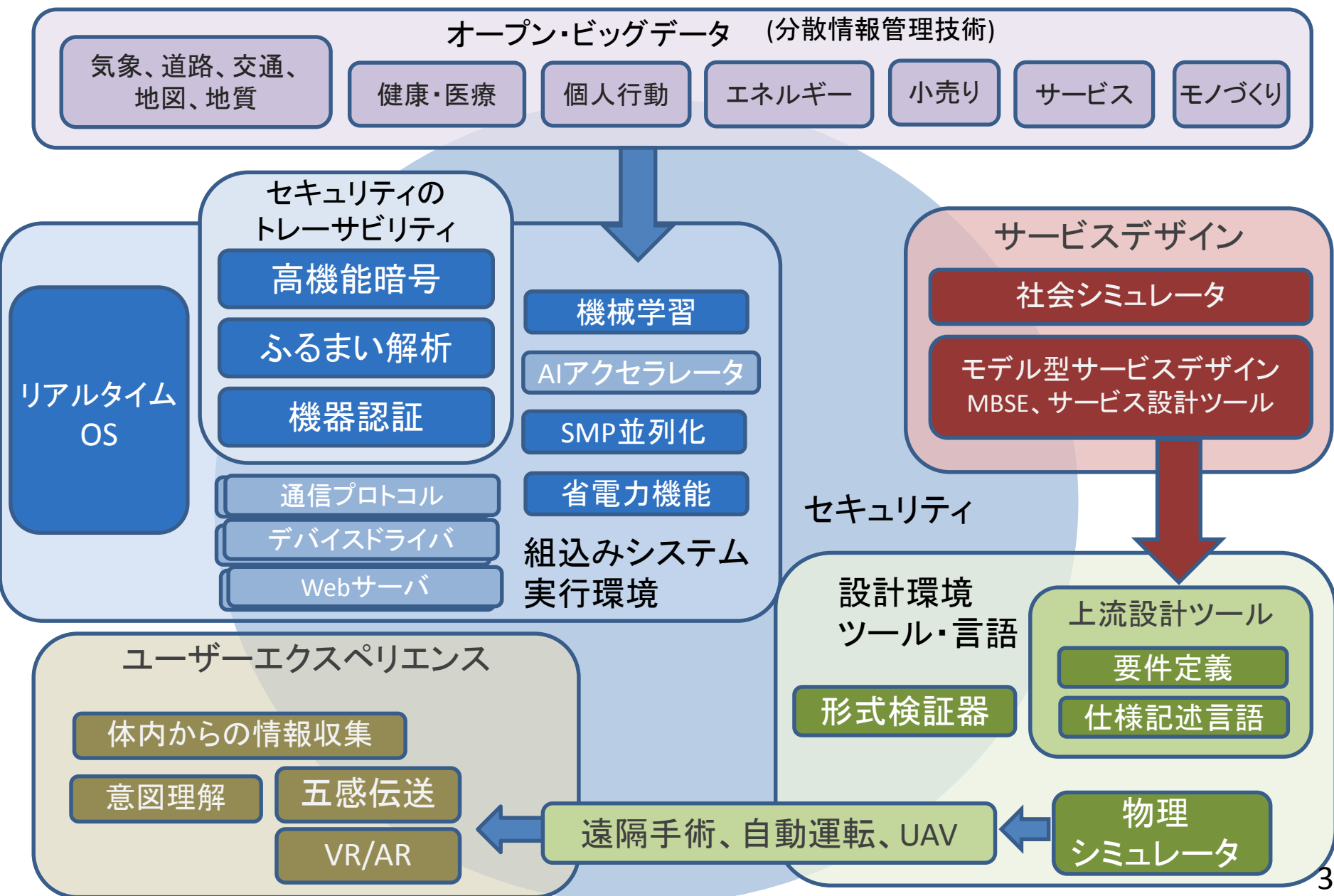
“機械学習”

	国/地域	レコード	% of 2,993
1	USA	1629	55.05%
2	PEOPLES R CHINA	542	18.32%
3	WO	396	13.38%
4	JAPAN	199	6.38%
5	KOREA	77	2.60%
6	EP	53	1.79%
7	GERMANY	23	0.78%
8	INDIA	20	0.68%
9	TAIWAN	11	0.37%
10	UK	9	0.30%

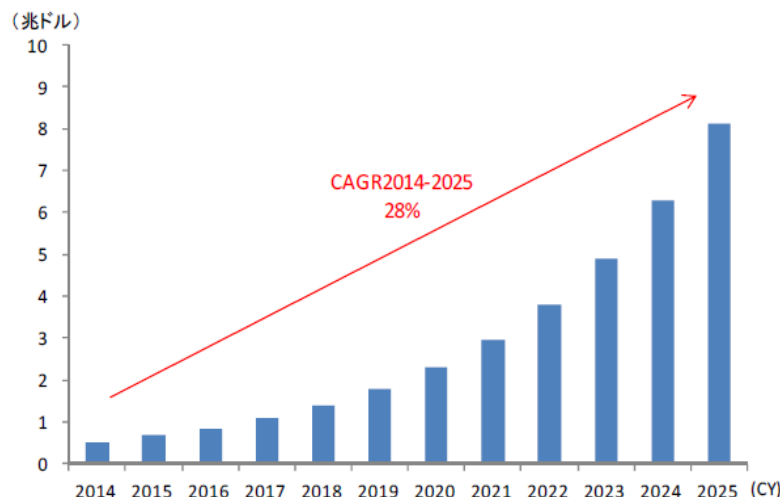
	所属機関	レコード	% of 2,993
1	MICROSOFT CORP	437	46.44%
2	IBM	132	14.03%
3	GOOGLE INC	119	12.65%
4	YAHOO INC	60	6.38%
5	NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE	59	6.27%
6	SYMANTEC CORP	54	5.74%
7	FACEBOOK INC	25	2.66%
8	QUALCOMM INC	19	2.02%
9	AMAZON TECH INC	18	1.91%
10	UNIV ZHEJIANG	18	1.91%

➤ 特許は一定程度出されているが、米国との差は大きい。また、論文についても他国に比べ遅れを取っている。研究開発の底上げが必要。

サービス指向のIoT技術群



- IoTの経済価値は2025年には8兆ドルに拡大すると予想される。(現在の日独GDP合計規模)
- このうち、2/3は各業界固有の成長によるものであり、1/3は業界横断的な新サービスが生成



世界の電子情報産業におけるソリューション/サービスの比率は約30%であることから、サービス関連の市場としては、2025年に2.4兆ドル以上が予想される。

→ ものをつなぐIoTから、サービスをつなぐIoEへ (Internet of Everything)

図 IoTが付加する経済価値

出典:「IoTの現状と展望」(みずほ情報総研、2015)

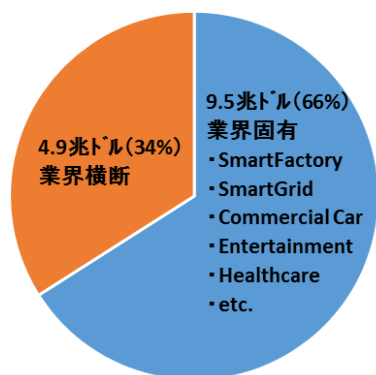
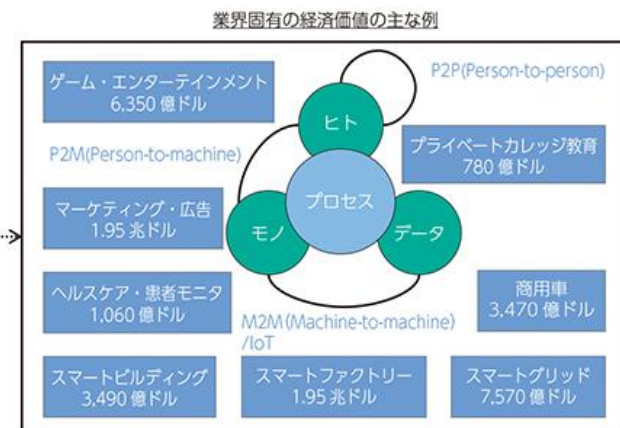
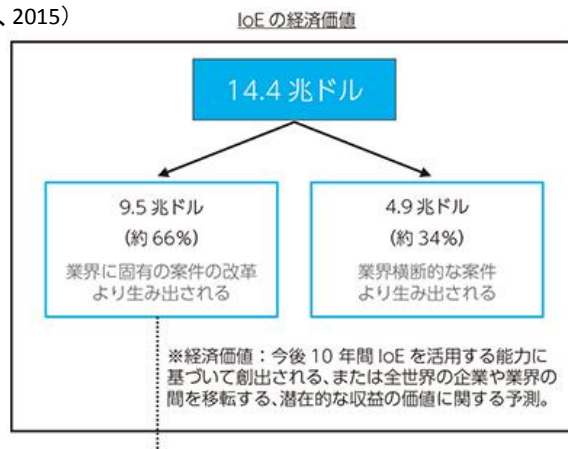


図 2022年IoE経済価値内訳

出典:総務省資料を基にNEDO作成 (2016)



出典: Cisco 資料を基に総務省作成 (2015)

- オープンデータ
 - データの構造、書式、交換プロトコル
 - M2Mの通信プロトコル
- つながるソフトウェア
 - ソフトウェア共通開発プラットフォーム
- サイバーセキュリティ
 - 情報系のISMS、制御系のCSMSに相当する、IoTのセキュリティ基準
 - ソフトウェアモジュールのセキュリティ・トレーサビリティ

人材育成

- IoT融合化人材
 - IoTを各領域に導入できる、IoTと専門領域の融合人材
- AI人材
 - AIの教育を担い、AIの安全性に配慮できる専門家

- 標準化の方式は、【デファクト標準化】【デジュール標準化】【コンセンサス標準化】の3つに大別される。
- 伝統的に、米国はデファクト標準化に強く、欧州は加盟国の数を活かしたデジュール標準化に強い。
- コンセンサス標準化はコンソーシアムやフォーラム、地域標準化機関によって推進され、1990年代以降その数が急増している。
- これら3つの標準化は、ビジネス・プラットフォームのレイヤーごとに複合的に用いられることが多い。
- IoT社会においても、コンセンサス標準化は標準化プロセスの中心的位置を占めることが予想される。
- コンセンサス標準化を進めるプロセスで、ファストトラック方式によってデジュール標準化を含む場合がある。

技術標準化を推進するコンソーシアム・フォーラム

図1 技術標準化と代表的な業界アライアンスの位置づけ

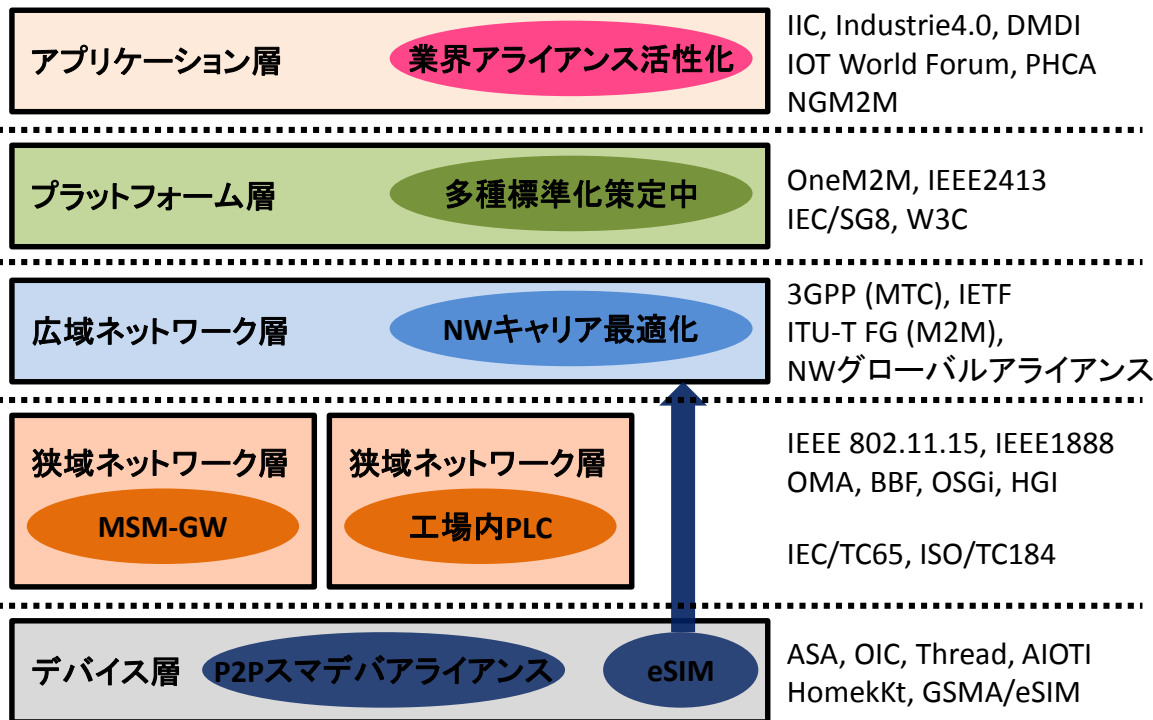


図2 各国政府が関与する戦略とコンソーシアム

国名	戦略・コンソーシアム
アメリカ	Smart America Industrial Internet Consortium
ドイツ	Industrie 4.0
イギリス	Innovate UK Catapult Programme
日本	IoT推進コンソーシアム IVIイニシアチブ ロボット革命イニシアチブ
中国	中国製造2025
韓国	製造業革新3.0
台湾	生産力4.0
インド	MAKE IN INDIA

- モノづくりを活用したIoTサービス創出
 - － 単独のITサービスではなく、日本のものづくりを生かし、モノから集まるデータを活用できる基盤的環境の整備
 - － 経験と勘に代わる、ツールやDBを用いるサービスデザイン
- AIのためのデータ収集と解析
 - － 難しいセンシングデータの収集
 - － オープンなビッグデータの流通と連携
 - － クラウドに集まるデータの保護
- IoTサービス展開のソフトウェア基盤
 - － 組込みソフトウェアを共通プラットフォームに載せて展開を容易に
 - － サービスモデル化ツールによるソフトウェアの上流設計
- セキュリティとセーフティの確保
 - － 高機能暗号やブロックチェーンで安全なIoTのM2M連携
 - － 運用時よりも設計時に、バグや脆弱性を排除