

IoT時代に求められる 次世代エンジニアとは？

株式会社エクスマーション 代表取締役社長
組込みシステム技術協会（JASA）理事
渡辺 博之



自己紹介

- 組込み分野におけるモデリング、アーキテクチャ設計が専門分野
- 10年前から、ソフトウェアの課題解決を専業とする会社を経営
- 社外活動
 - ／ 派生開発協議会
 - ／ 旧UMTP組込み部会
 - ／ 組込みIoTモデリングWG
 - ／ ET/IoT展実行委員会
 - ／ ETロボコン審査委員会



目次

- 今は、どんな時代なのか？
- コンセプトの整理
- これからの時代に求められるモデリングとは？
- これからのエンジニアに期待されること

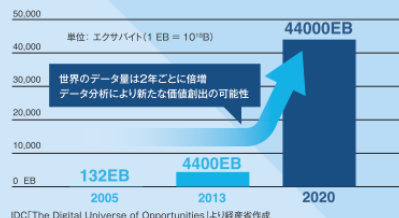


今は、どんな時代なのか？



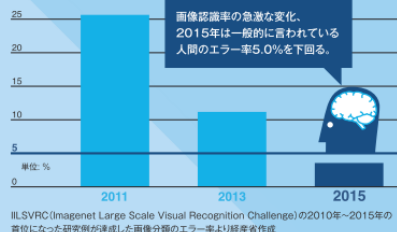
従来にないスピードで 変化が加速

世界のデータ流通量



非連続的な技術革新により 予見が困難

画像認識のエラー率



労働力人口減少を補う
生産性向上、賃金上昇

ソフトも含めた破壊的
イノベーションの実現

新たなサービス・製品創出による
社会課題の解決、グローバルな
市場・付加価値の獲得

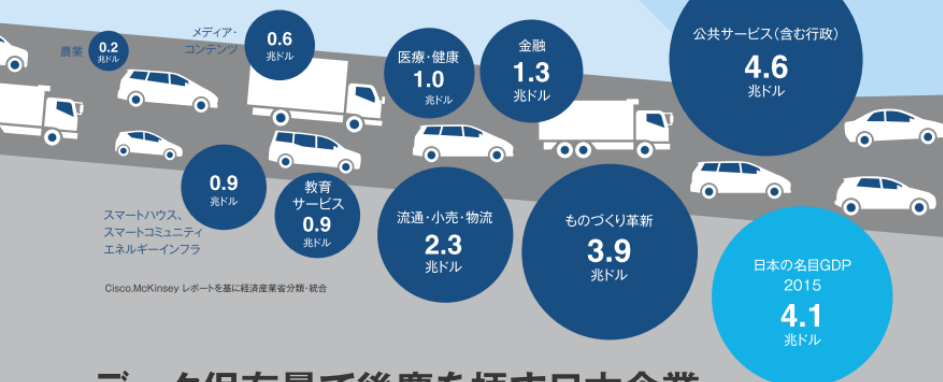
世界の リーダー

痛みを伴う転換か安定を求めたジリ貧か、日本の未来をいま選択。

IoT がもたらす日本経済約 4 個分の経済価値

IoT が創出する経済価値の累計

IoT が付加する領域別経済価値 (グローバルベース) 10 年間 (2013-2022)



産業の再編、
雇用の流動化

転換
ルート

第4次産業革命の
2つのシナリオ

現状ルート

機械化・デジタル化による
雇用機会の喪失、賃金の低下

海外のプラットフォームの上で、
我が国産業が下請け化

ハード中心の漸進的
イノベーションに留まる

データ保有量で後塵を拝す日本企業

月間利用者数 (≒データの保有量)

単位: 億人 (2014)



新産業構造ビジョンとは

自然や社会のあらゆる活動の情報がデータ化され、AI 等で解析がより深くより容易になることで、新たなサービス・製品の創出による社会課題の解決、市場の拡大が想定される。たとえば、囲碁でトッププロ棋士を破った AlphaGO のように、ビッグデータをディープラーニング (深層学習) 等で解析・学習した革新技術は、破壊的イノベーションを実現する。

その価値創造の源泉たる「バーチャルデータ」の取得については第一幕として海外企業が支配。そして第二幕の「リアルデータ」についても欧米企業が先手を打ちつつある。しかしながら、対応次第では日本企業もまだリーダーの地位を獲得できるチャンスはある。いまこそ自らの強みを活かし、社会課題の解決と経済成長の両立に繋げる転換をするべきではないだろうか。



まさに、リーダーかギリ貧かの分岐点！

■ AI、IoTがもたらす第4次産業革命の幕開け

- トータルの経済価値は、日本経済の4倍
- ここをリードできるかどうか、今後の日本経済の大きな分岐点



※ 経済産業省の資料から抜粋



第4次産業革命とは？



COMMITTED TO
IMPROVING THE STATE
OF THE WORLD

Navigating the next industrial revolution

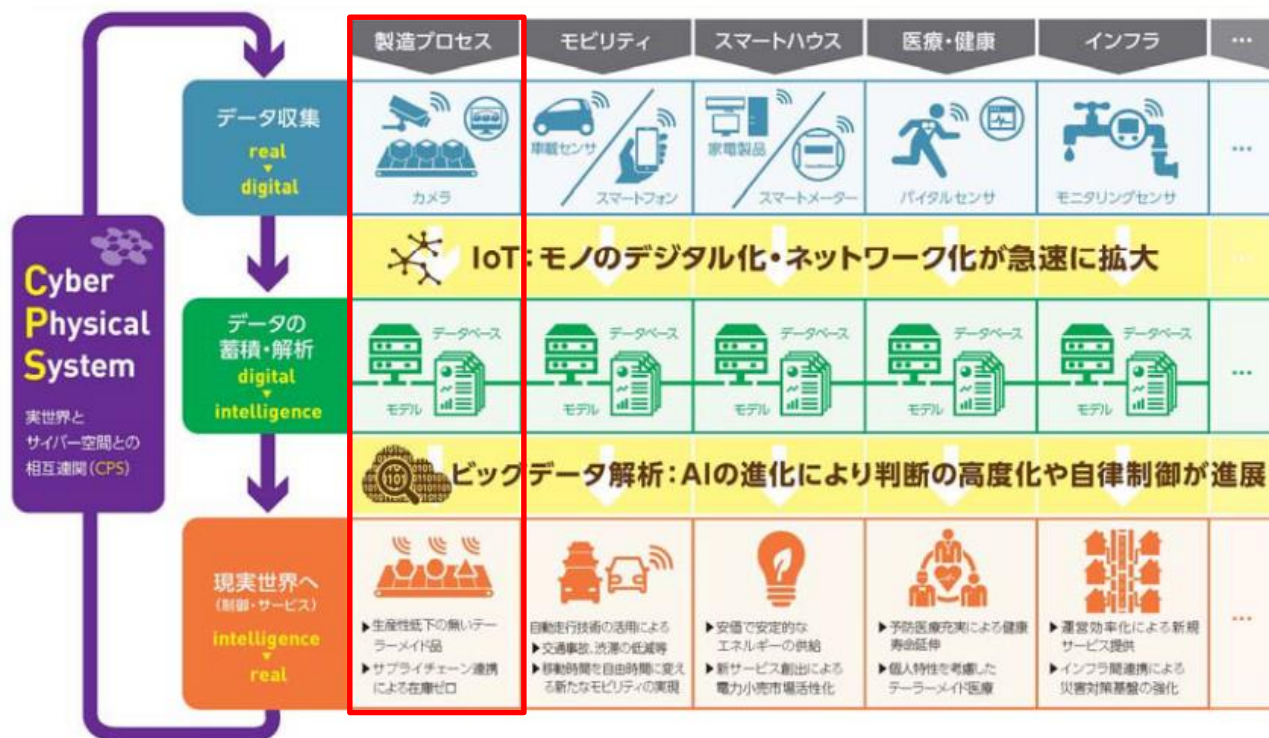
Revolution	Year	Information
	1	1784 Steam, water, mechanical production equipment
	2	1870 Division of labour, electricity, mass production
	3	1969 Electronics, IT, automated production
	4	? Cyber-physical systems



Cyber Physical System

■ CPS (Cyber Physical System)

- 実世界 (フィジカル空間) とサイバー空間の相互関連により
様々な社会課題の解決や新たな社会価値の創出を図る社会システム

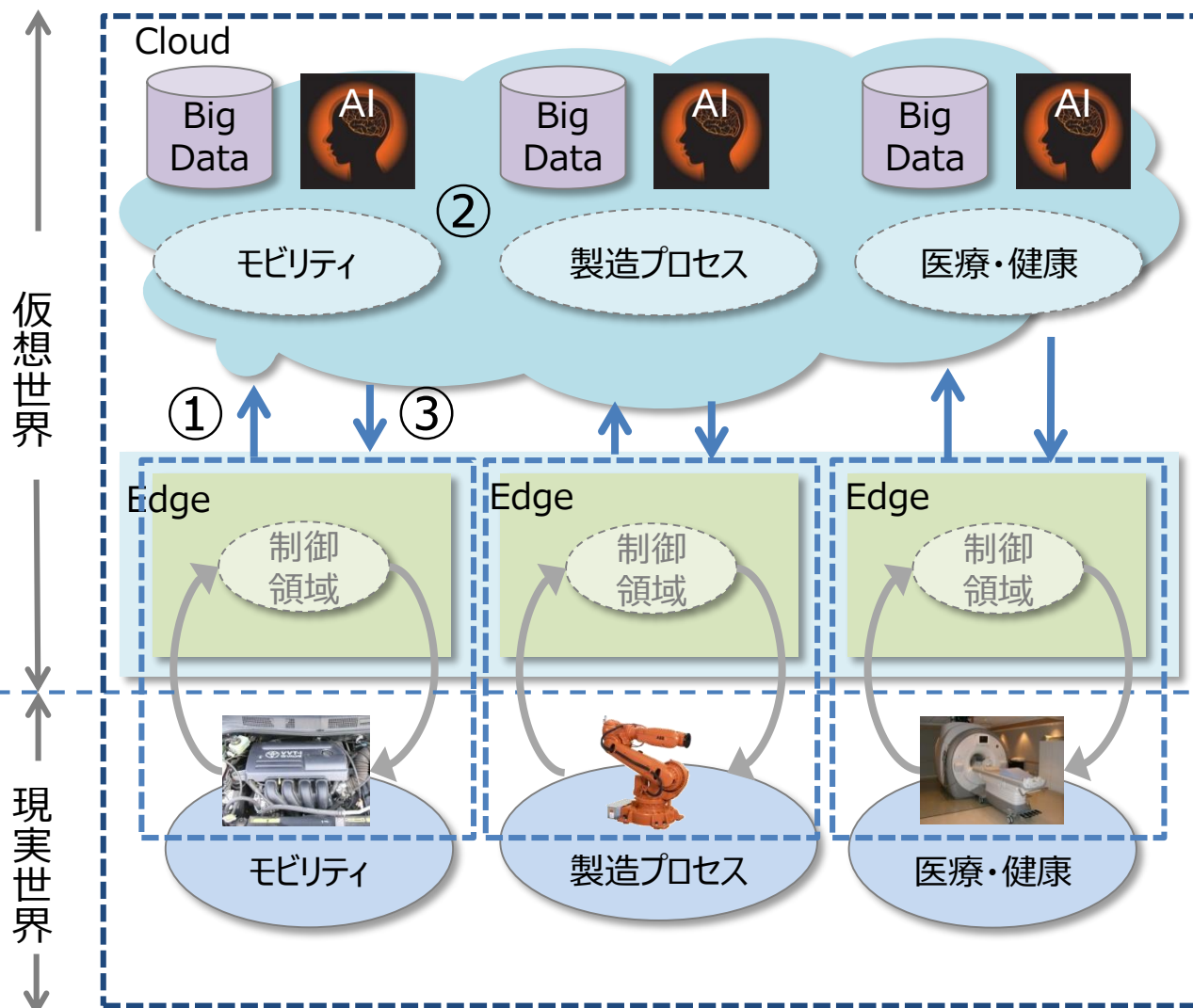


※ 経済産業省の資料から抜粋

Copyright © 2018 eXmotion Co., Ltd.
All rights reserved.



CPSのしくみ



CPSとは、

- ① 実世界（フィジカル空間）にある多様なデータをセンサーネットワーク等で**収集**し
- ② サイバー空間で大規模データ処理技術等を駆使して**分析／知識化**を行い
- ③ そこで創出した情報／価値によって、産業の活性化や社会問題の**解決**を図っていくもの

(<http://www.jeita.or.jp/cps/about/>より)



CPSを実現するためのコア技術

■ IoT

- さまざまなモノやデバイスをネットワーク接続することで、現実世界の制御対象のさまざまな状態を仮想空間に取り込む
- 仮想空間で導出した結果を、現実世界に反映する

■ ビッグデータ

- 従来のDBなどでは扱いにくかった、様々な種類・形式が含まれる非構造化データ・非定型的データを記録・保管する
- このデータを解析することにより、これまで分からなかったさまざまな知見や新たな発見をすることが可能

■ AI

- 特徴量の抽出が可能になったことで、自己学習による指数関数的な成長が可能
- これまで「経験と勘」でしかわからなかった知見や暗黙知を引き出すことができる



これまでの産業革命との違い

■ その1：指数関数的な進行速度

● リニアに進んできたこれまでの産業革命と比べて、指数関数的な速度で進む可能性が高い

- コンピューティングパワーの増大

- 様々な分野の技術の融合

- 生産性の限界からの脱却

- 出力を生産物とした場合、生産活動に必要な入力は、

- 産業革命前までは、入力は土地や労働（どちらも制約あり）

- 第3次産業革命までは、入力は機械（制約なし）と労働（制約あり）

- 第4次産業革命でAIが急激に普及すると入力は機械のみ（制約なし）

※「人工知能と経済の未来」井上智洋（著）より引用

⇒ ある段階から、急激に普及



これまでの産業革命との違い

■ その2：莫大な影響範囲

- ／ 分野ごとの最適化から、社会規模での最適化へ
- ／ AIによる「暗黙知や知見」の導出により、改革の対象が工業だけでなく、これまで難しかったサービス業まで拡大

- サービス業は、人間の能力に依存する（労働集約型）産業のため、工業化の恩恵を受けにくい

- 1927年：リーバイスの価格：ヘアカットの価格 = 13 : 1

- 1997年：リーバイスの価格：ヘアカットの価格 = 3 : 1

※「人工知能と経済の未来」井上智洋（著）より引用

⇒ 産業革命の及ぼすスコープが、一気に拡大



現在の状況

■ 第4次産業革命は、すでに現在進行形

- 最終的な理想像は示されているが、ビジネスはこれから
 - しかし、様子見していると、取り残される可能性大
- 各国の取り組み
 - Society5.0
 - Industrie4.0 (Industry4.0)
 - Industrial Internet

■ 日本の立ち位置

- 第3次産業革命と同じ失敗は何としても避けたい



※ 経済産業省の資料から抜粋



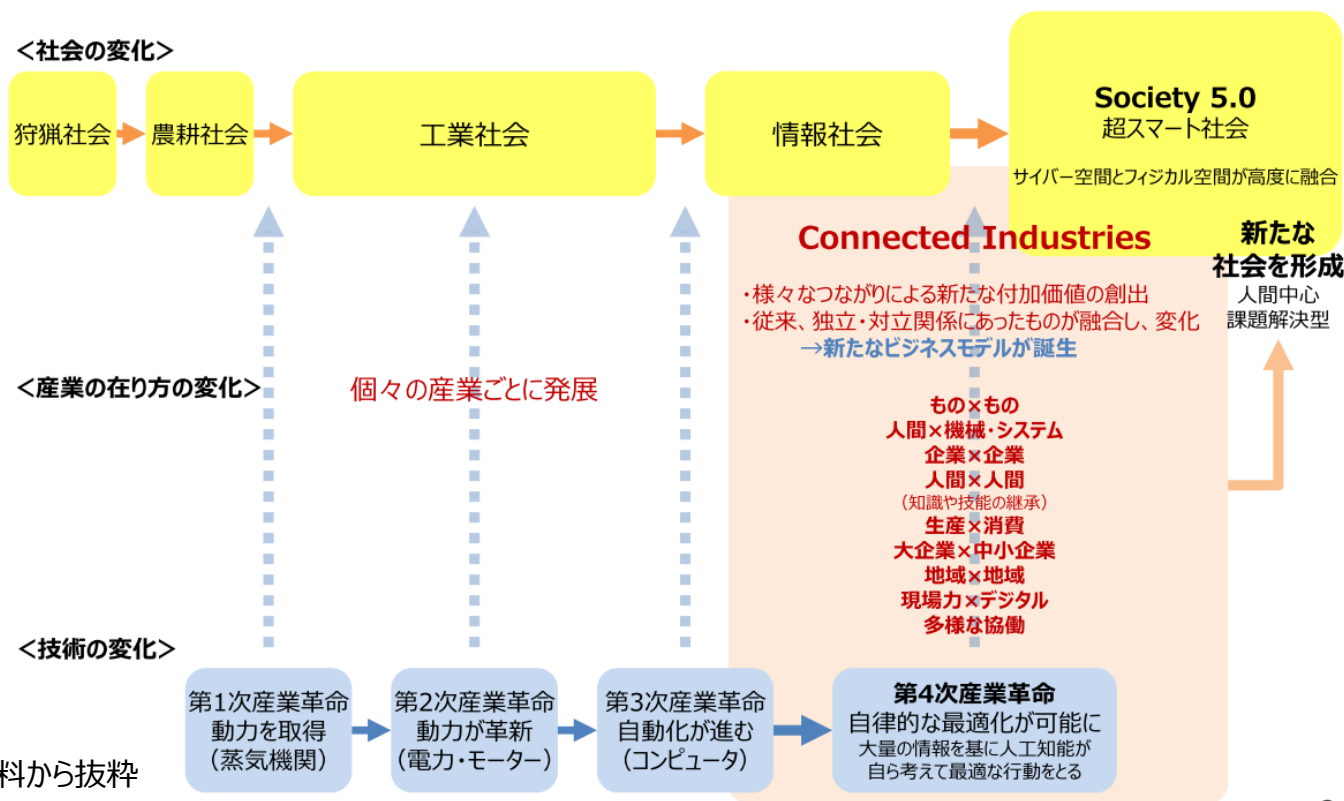
コンセプトの整理



Society 5.0

■ 第4次産業革命下での「超スマート社会」

- ／ 狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続く第5の新たな社会
- ／ サイバー空間とフィジカル空間（現実社会）が高度に融合



※ 経済産業省の資料から抜粋



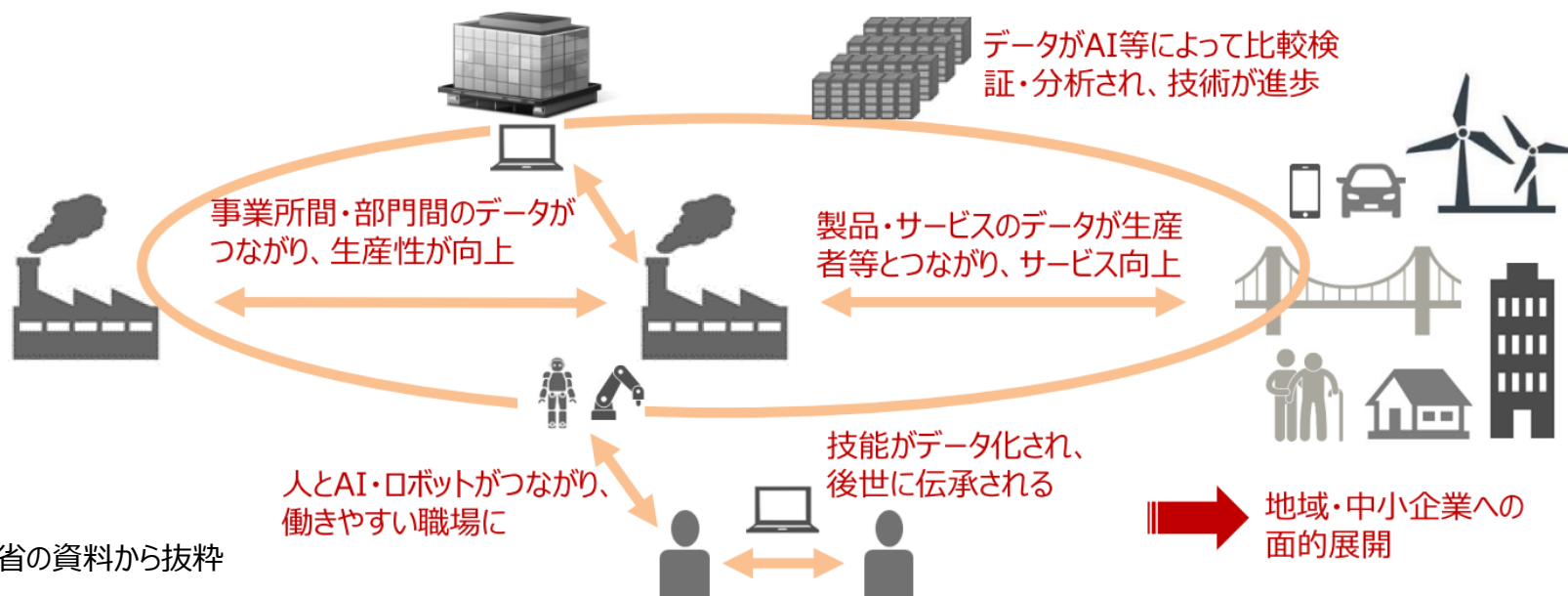
Connected Industries

■ 目指すべき未来社会像であるSociety 5.0を実現するための産業の在り方

- 多様な人、組織、機械、技術、国家がつながり、新たな付加価値を創出し、社会課題を解決していくもの

将来 データがつながり、有効活用により、技術革新、生産性向上、技能伝承などを通じて課題解決へ

Connected Industriesは、Made in Japan、産業用ロボット、カイゼン等続く、日本の新たな強みに

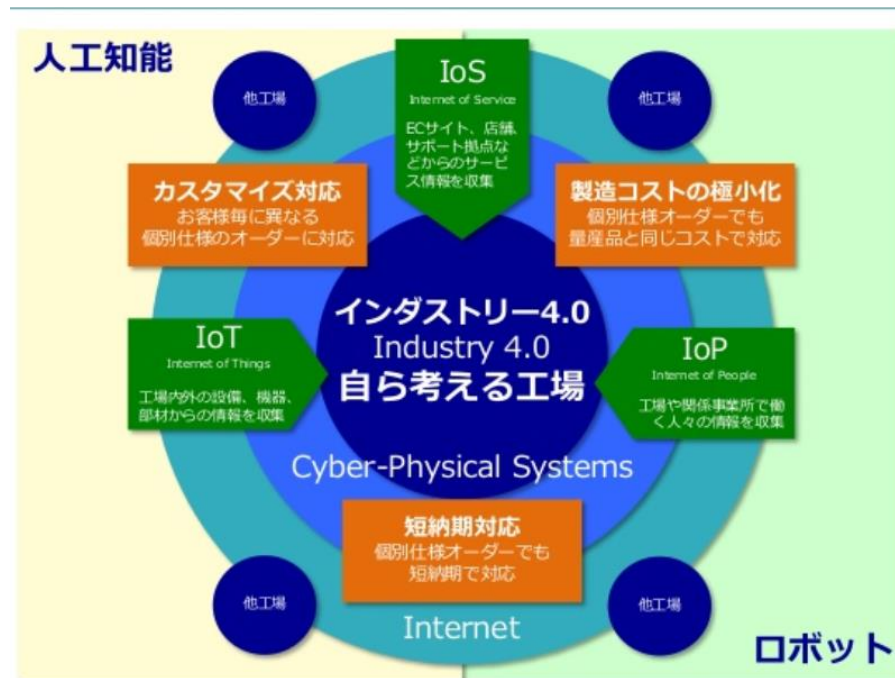


※ 経済産業省の資料から抜粋



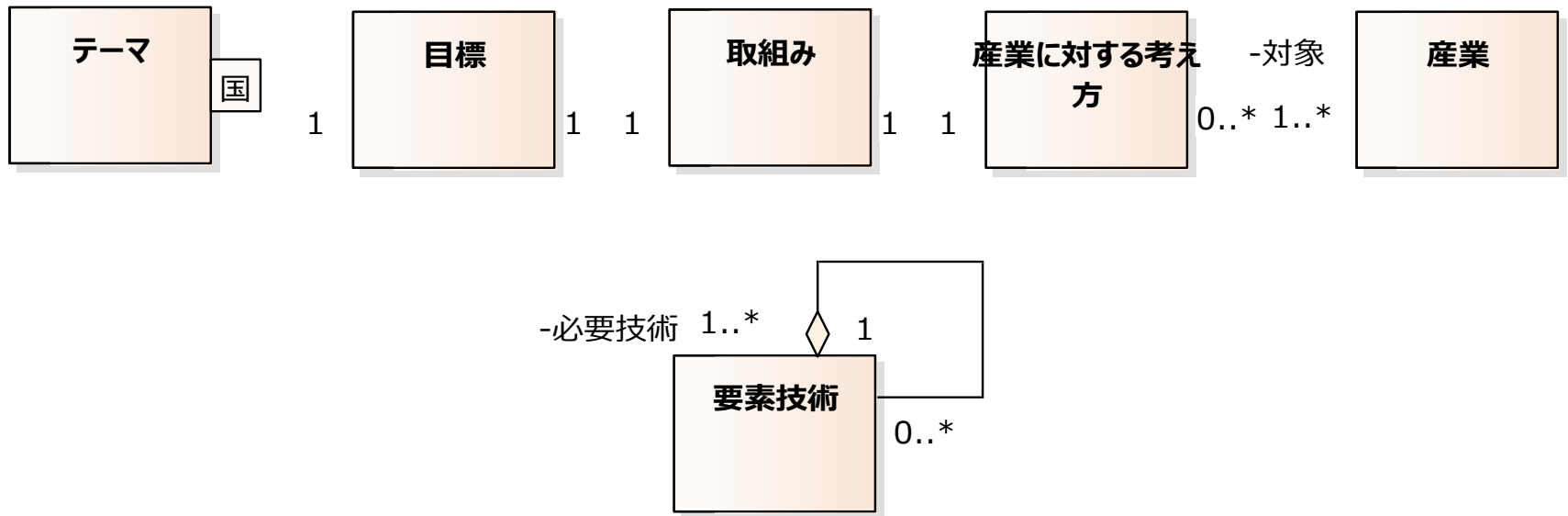
Industrie 4.0

- ドイツにおいて、2011年11月に公布された高度技術戦略の2020年に向けた実行計画
- サイバーフィジカルシステム（CPS）に基づく、新たなモノづくりの姿を目指す



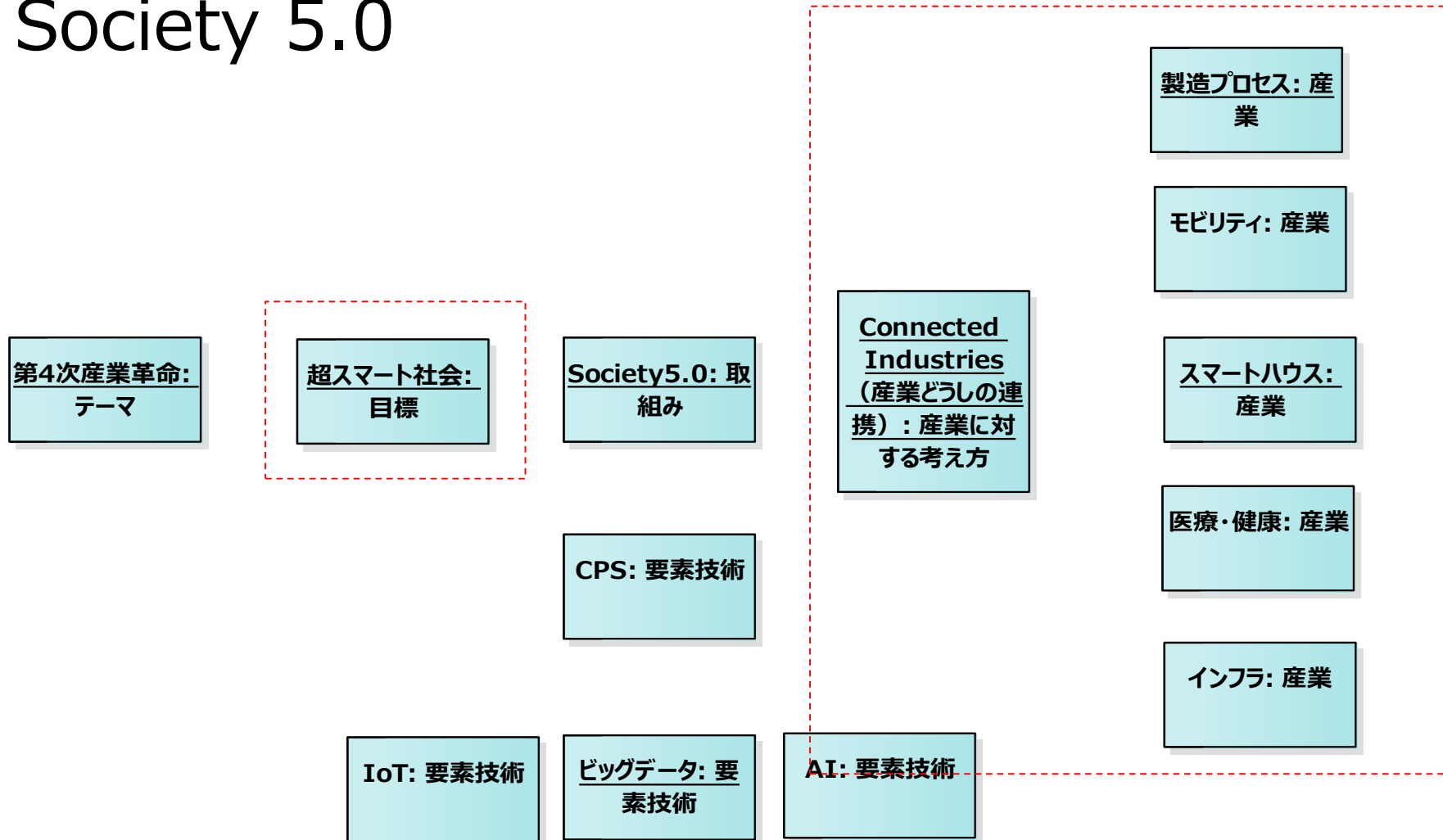
コンセプトの整理

■ 第4次産業革命に向けた取り組み



コンセプトの整理

■ Society 5.0



コンセプトの整理

■ Industrie 4.0

第4次産業革
命: テーマ

スマートファクト
リー: 目標

Industrie4.0:
取組み

マスカスタマイ
ゼーション（個別
大量生産）: 産
業に対する考え方

製造プロセス:
産業

CPS: 要素技
術

IoT: 要素技術

ビッグデータ: 要
素技術

AI: 要素技術



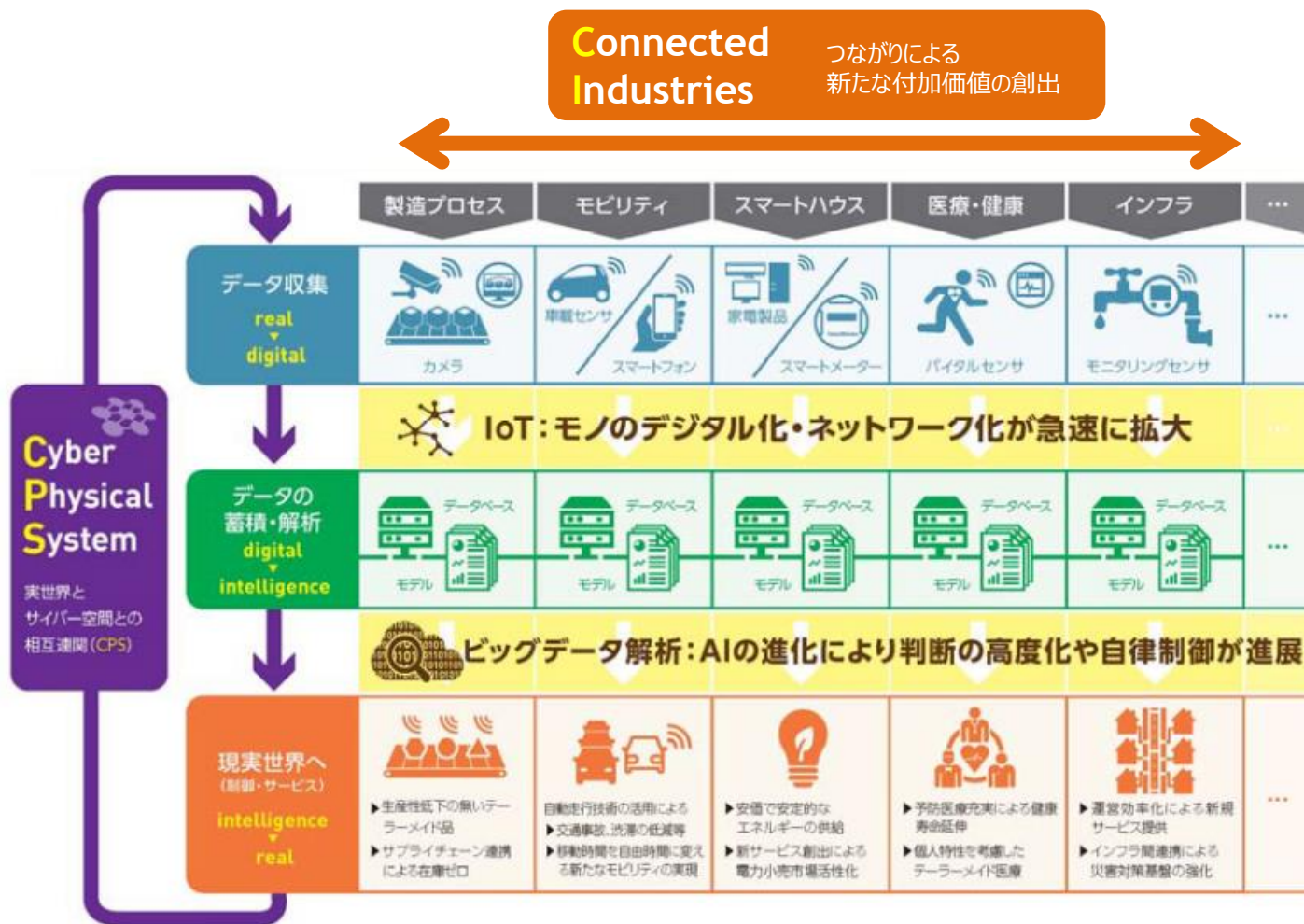
これからの時代に求められる モデリングとは？



これからの時代に求められる2つの観点のモデル

② 合意形成、説明責任モデル

① 分析、設計・検証モデル



分析、設計/検証モデルとは

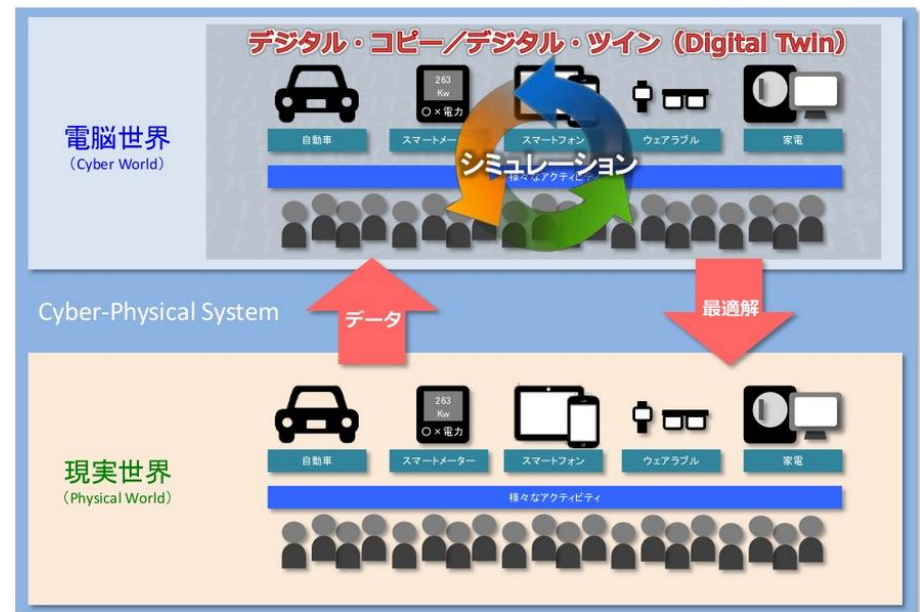
■ CPS観点のモデル

● CPSの本質

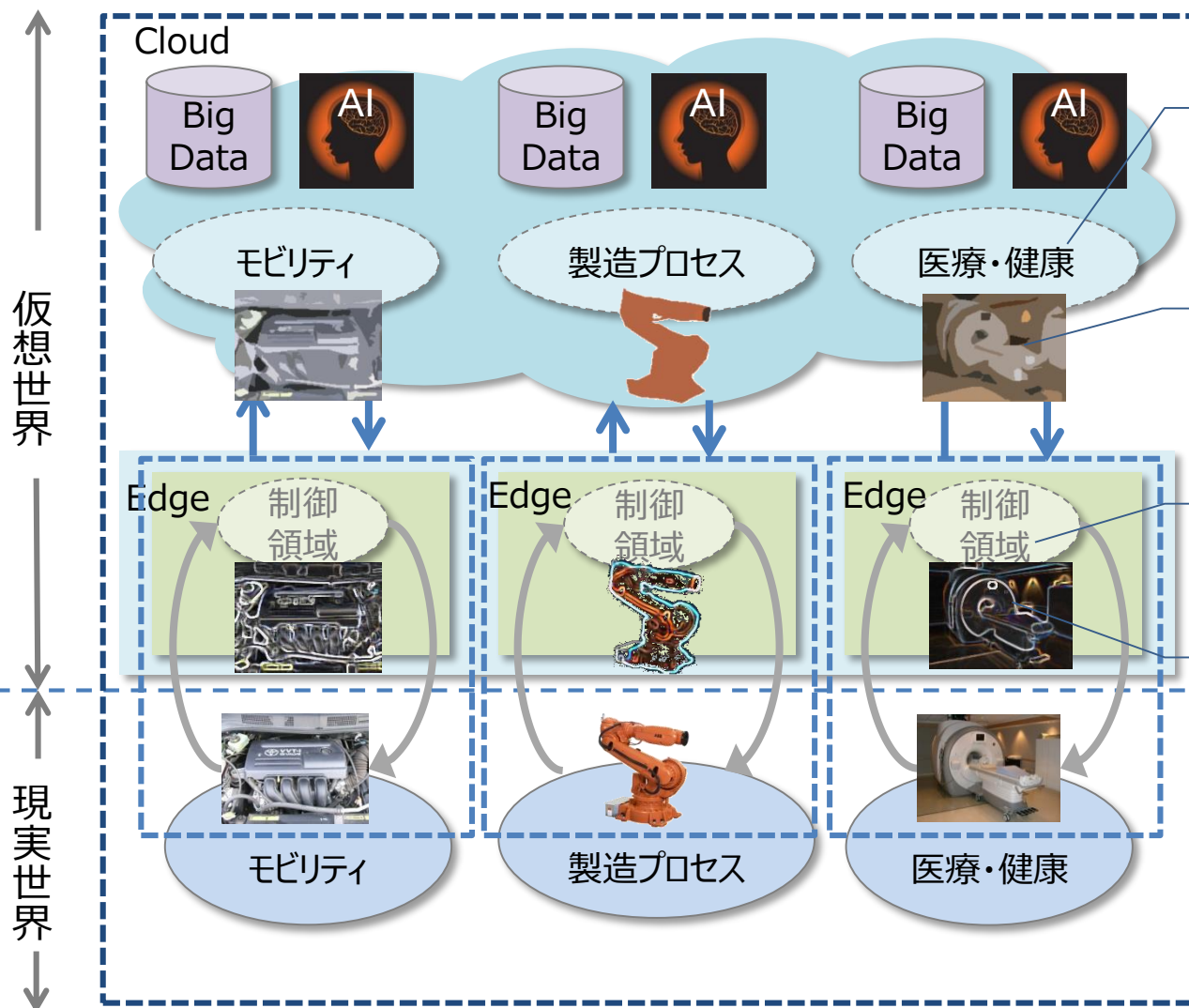
- 現実世界をコンピュータが扱いやすくモデル化して最適解を導出する

● 技術主導型のモデル

- これまでのモデルの主流



分析、設計/検証モデル



新たな価値を創出する

新たな価値の創造や最適解を導出するためのモデル
制御に限らず、サービスに関する概念もモデルに反映

現実世界の写像モデル
価値につながる現実世界の概念はすべてモデルに反映

機器を制御するためのモデル
対象領域のうち、制御に必要な概念だけが含まれる

制御対象のモデル
制御に必要な概念のみを反映

機器を制御する



分析、設計/検証モデル

■ 新たな価値を創出

- ／ 新たな価値の創出や最適解の導出が目的
- ／ データの分析、加工、シミュレーションがメイン
- ／ 既存のドメインモデルに加えて、ビッグデータとAIによるブラックボックスモデルも活用

■ 機器を制御

- ／ 現実世界における機器の制御が目的
- ／ 複雑化、マルチドメイン化が進む
- ／ 主なドメインは、入力、出力、HMI、連続系、離散系、情報系等で、各ドメインに応じたモデルを活用（DSM）
- ／ 複数ドメインを俯瞰するためのモデルも必要（MBSE）
- ／ 複雑な領域では、学習済みのAIを使ったブラックボックスモデルも導入

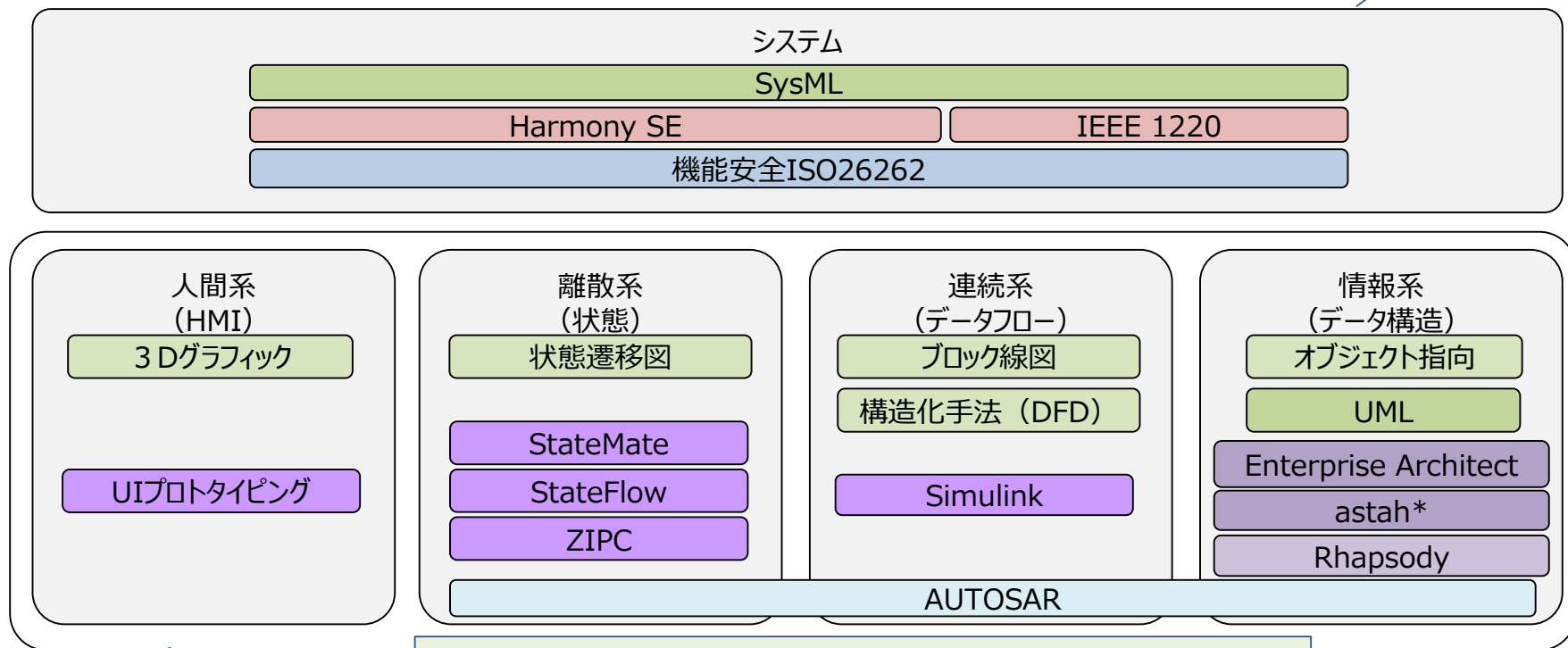


機器制御のモデリング

システム全体のモデル化
スコープが広いため、まずは対象の全体像を明確にすることが必要
システム全体のモデルを持つと、全体最適な視点での検討が可能

■ 複合ドメインの例

● これまでのような単一ではなく、複合したモデリングが必要



システムに含まれる異なる問題領域（ドメイン）のモデル化
制御処理、情報処理、HMI、サービスに至るまで多岐に渡る
ドメインに特化したモデル（Domain Specific Model）とシミュレーションによる早期の実現可能性の検証に期待



合意形成、説明責任モデルとは

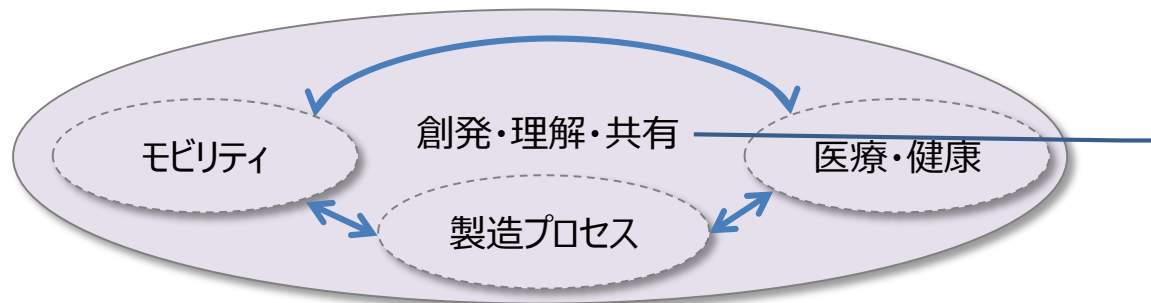
■ Connected Industries 観点のモデル

- ／ さまざまなものがつながる際に必要となるモデル
- ／ これまではあまり語られてこなかったモデル
- ／ 異なる分野の概念や価値を表記、可視化できるだけでも大きな意味がある

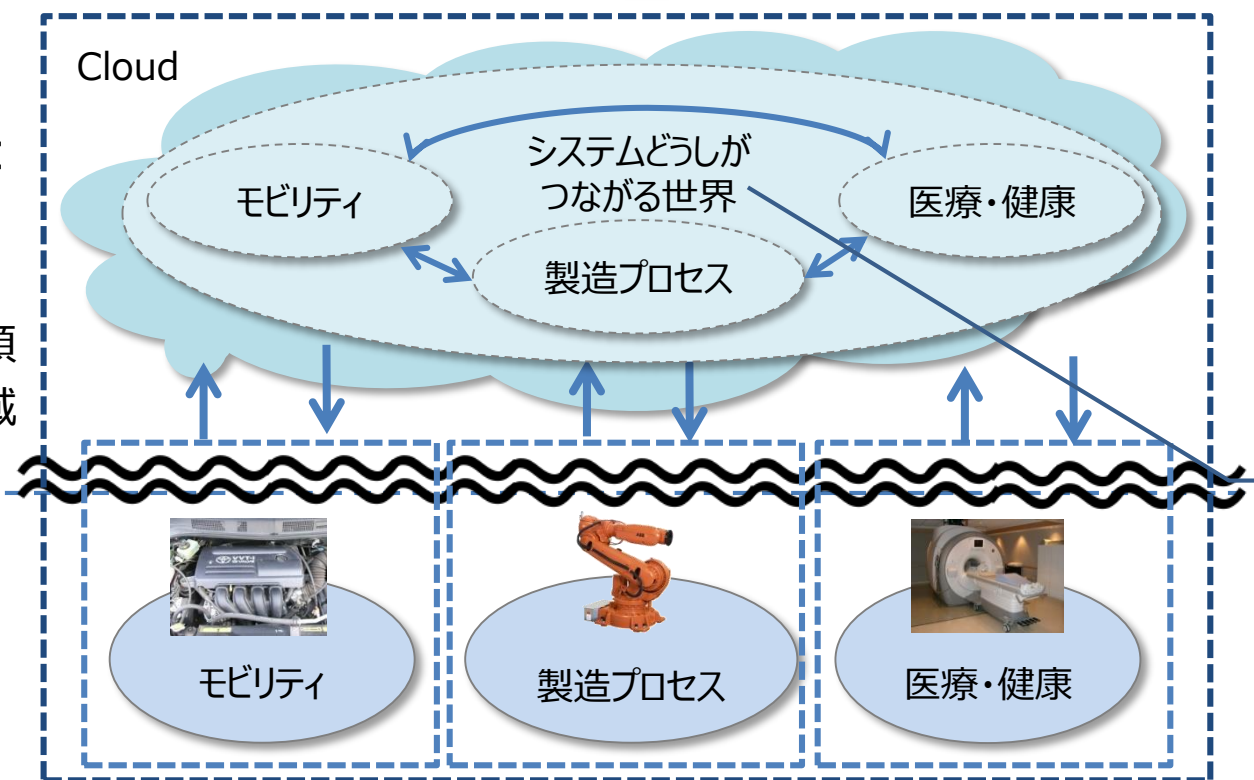


合意形成、説明責任モデル

ビジネス領域



CPS領域



異なる産業、システムどうしを理解し、つなぐためのモデリング

①新たなイノベーションを励起することが出来る

②事業のための収益モデルとそれを実現するためのビジネスシステムを検討出来る

③モデルを活用して、異なる分野の人々が適格な合意形成が出来る

④セーフティ、セキュリティ、プライバシー、国・地域毎に異なる法令・条約等への適応性など、モデルを活用したリスク分析により、事業リスクを低減する

システムどうしがつながる統合システム（システム・オブ・システムズ）に対して、全体を俯瞰的に理解するシステム思考アプローチが有効となる



合意形成、説明責任モデル

■ イノベーション

- 産業構造の転換が想定されるIoT時代においては、従来のような持続的イノベーションではなく、新たなイノベーションを励起するようなアプローチが求められる

■ ビジネスモデル

- どこで自社は儲けるのか、他社に何を任せそれを自社の利益に還元していくのかを規定する収益モデル
- 収益モデルを実現するためビジネスシステム



合意形成、説明責任モデル

■ 合意形成

- IoT時代では異なる分野を跨ったシステム/サービスが繋がる
- モデルを活用することで、異なる分野の人々が他の分野のThingsを正確かつ効率的に理解して、適格な合意形成をできるようにする

■ リスク分析

- IoTシステムおよびIoTシステムで提供されるサービスは、従来のシステム/サービスと比較すると複雑で、且つ、生活への直接的な影響も大きく、システム/サービスを提供する事業者にとっても開発時、運用時に従来に無い様々なリスクがある
- セーフティ、セキュリティ、プライバシー、国・地域毎に異なる法令・条約等への適応性など、モデルを活用したリスク分析により、事業リスクを低減できるようにする



合意形成、説明責任モデルの課題

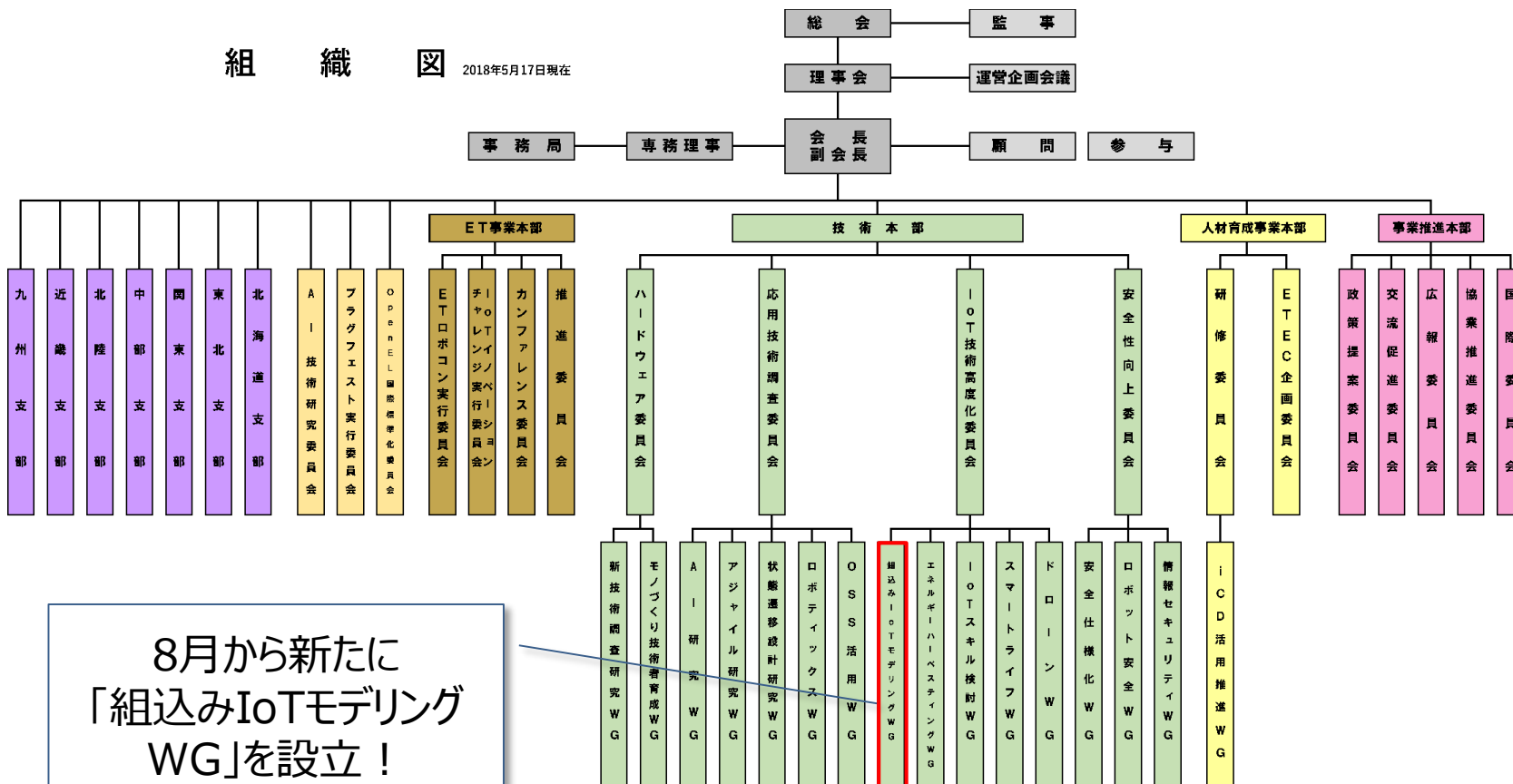
- これまでのモデルは、技術主導の「分析、設計/検証モデル」が主流
- そのため、現状では合意形成、説明責任モデル（あるいは手法）に対する情報が十分でなく、Connected Industries 実現のためには、これらの情報の整理や、具体的な活用事例の作成などが喫緊の課題
- 例えば、以下のような手法、モデルの整理が必要
 - D-CASE
 - GSN
 - デザイン思考
 - ピクト図
 - システム思考
 - STAMP/STPA
 - アシユアランスケース
 - 脅威モデル
 - ect



組込みシステム技術協会 (JASA)

組 織 図

2018年5月17日現在



8月から新たに
「組込みIoTモデリング
WG」を設立！



組込みIoTモデリングWG

■ 目的

- IoT時代に必要とされる手法やモデルを明らかにし、その活用を促すとともに共有資産の創出を目指す

■ 名称

- 組込みIoTモデリングWG

■ 活動内容

- ① 手法やモデルの定義とその関係（マップ）を定義するとともに、用途に応じた紐付けを行う
- ② 実際のIoTサービスをモデリングし、①の成果を検証する

■ 進め方

- ① 本活動のスコープは広範囲に渡るため、メンバーはJASA会員に限定せず、関係する諸団体・知見者まで広げる
- ② 旧UMTP組込みモデリング部会のメンバーを中心に、MBSEサブWGとして活動を進める



「スマート内覧」を題材にモデリング

不動産選びを簡単便利に

スマート内覧は、スマートロックとWebサービスを組み合わせて、不動産選びをセルフ化するサービスです。スマートロックの操作はアプリが必須ですが、スマート内覧でのスマートロック操作は全てWEB上で完結できるのも特徴です(アプリダウンロード不要)。また、管理会社は煩雑な内覧業務を、WEBで一括管理できます。

一般的な内覧



スマート内覧



Linough

Copyright© Linough co., Ltd. All rights reserved.

20

組込みIoTモデリングWGでは、「スマート内覧」を提供している株式会社ライナフ社からの使用許諾を得て、モデリング題材として活用しています

「スマート内覧」とは、スマートフォンや携帯電話で開錠できるため、鍵の受け渡しや解錠・施錠に関する煩雑な手続きが不要になるとともに、内覧者にとっても、時間制約がなく自分のペースで内覧が可能になる等、新しい内覧を可能にするサービスです

スマート内覧の仕組み

スマート内覧は、NinjaLockとタブレット(中継器)、WEBサービスの3つで構成されています。SIMカード搭載タブレット(中継器)を室内設置することで、ブラウザ画面からNinjaLockの遠隔操作が可能です。また、タブレットは単なる中継器としての役割だけではなく、タブレットに搭載されたカメラによる遠隔監視や、ルームガイド機能の活用による営業サポートも実現できます。



Linough

Copyright© Linough co., Ltd. All rights reserved.

Copyright © 2016 EXIMOTION CO., LTD.
All rights reserved.

21

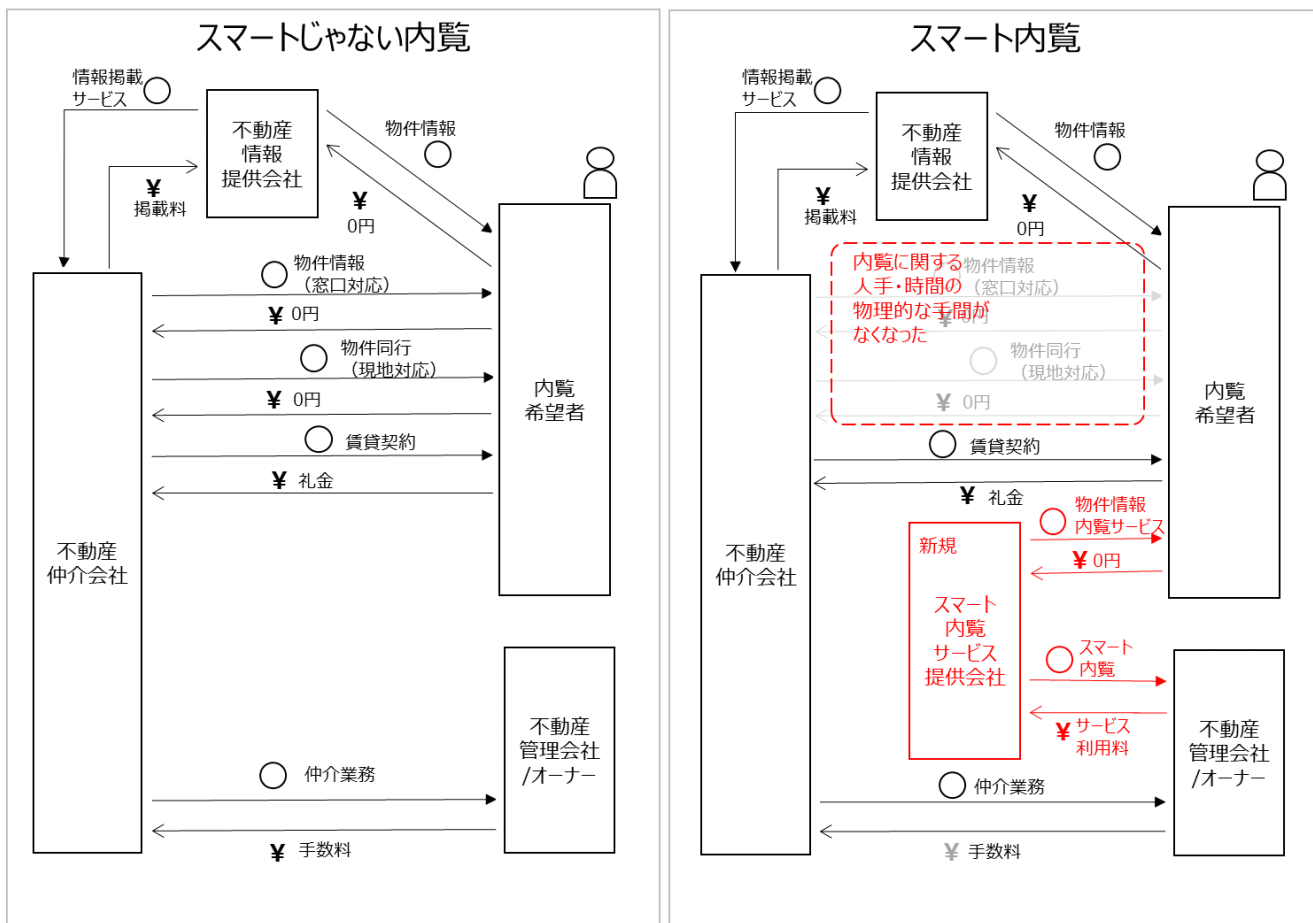
成果物一覧

カテゴリ	モデル名	概要	状況
ビジネスモデル	ピクト図	ヒト・モノ・カネの間の関係性を時系列で整理し、ビジネスモデルが見える化する図解方法	作成済み
	IoTビジネスキャンバス	ビジネス・モデル・キャンバスとIoTキャンバスを合成し、IoTビジネスにおける価値・コストというビジネス側面と、実現手段の両方を一つのチャートで表現したもの	作成済み
	ArchiMate	ビジネス・システムにおけるアーキテクチャをモデル化	作成中
合意形成モデル	D-case	システムのディペンダビリティ（信頼性）を関係者間で共有し互いに分かり合い、社会の人々にわかってもらい、説明責任を果たすための手法とツール	作成済み
デザインモデル	ユーザストーリー	システムの具体的な流れをストーリーとして記載したもの 具体的な要求を把握するためや、検証時のテストシナリオの元になる	作成済み
	アクティビティ図	SysML/UMLで使われる、ステークホルダやシステム間の時系列でのやり取りを記載したもの	作成済み



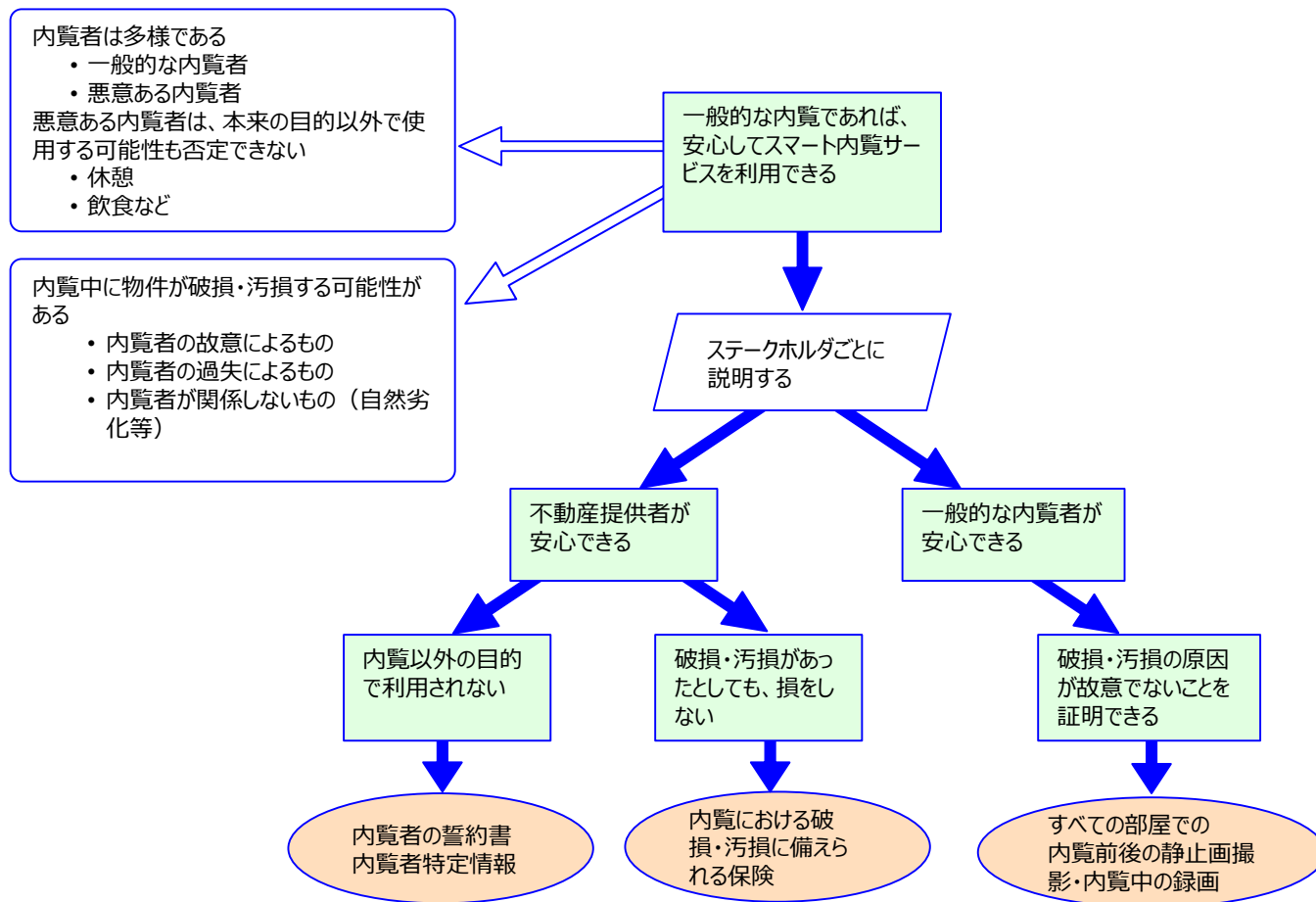
ピクト図

「スマート内覧」に変わることによって、人手・時間がかかる物理的な手間を減らせる
 少子高齢化により働き手が減る将来に対して、有効なサービスであることが明確に



D-case

不動産管理会社が同行しないことで、従来の内覧では起こりえなかった問題に対して、どう対応しているかの説明をして、ステークホルダ間の合意を形成する



ユーストーリー

サービスの具体的な流れをストーリーとして記載することで、サービス内容の理解を深めるとともに、バリエーションも検討することが可能

スマート内覧

登場人物

- 内覧希望者：太郎さん、仲介業者A社
- 不動産管理会社：M社、S社
- サービス提供会社：L社
- オーナー：花子さん

登場デバイス

- スマートロック
- 内覧部屋にあるタブレット
- 内覧希望者のスマホ
- サービス提供会社の管理サーバ

ストーリー

- IoTスマート内覧（内覧予約～内覧実施）

スマート内覧 > ストーリー >

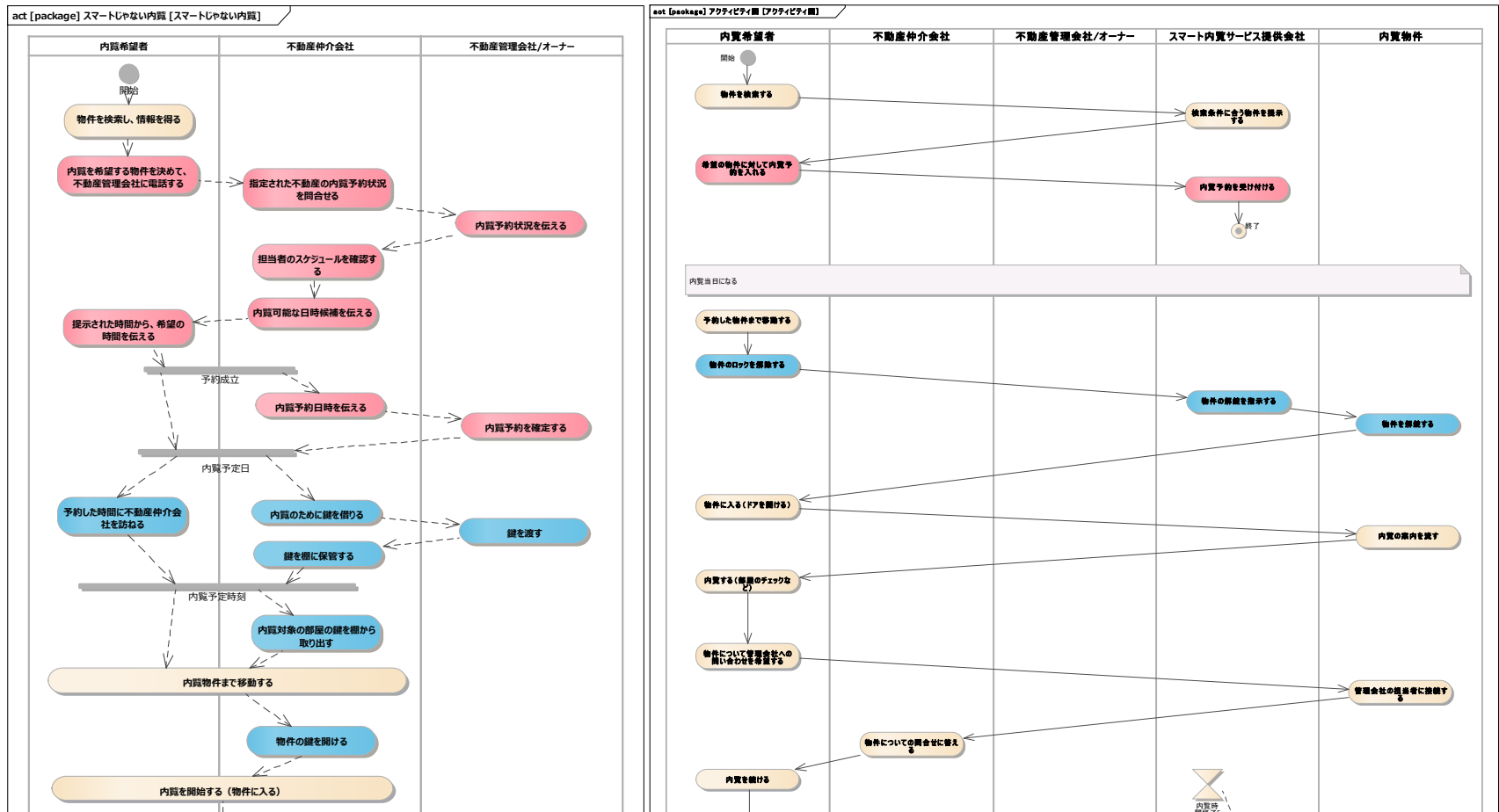
IoTスマート内覧（内覧予約～内覧実施）

- 太郎さんは、引っ越しのために、物件を検索する
- ちょうどいい物件を見つけ、明日の15:00に内覧予約を入れる
- 内覧の日、スマホを持って出かけ、予約した物件まで移動する
- 予約した物件の前でロックの解除を依頼する
- 物件のスマートロックが開錠し、開錠したことが太郎さんのスマホに伝えられる
- 太郎さんが物件の中に入り、内覧する
- 部屋にあるタブレット端末から、案内が流れる
- 太郎さんは、すべての部屋に入ってみて、ベランダの外に出て眺めをチェックする
- 部屋の日当たりが気になった太郎さんは、タブレット端末から管理会社に問い合わせをする
- 日当たりは終日OKということで、安心して内覧を続ける
- 時間を忘れてじっくり見えていると、タブレットから、内覧時間終了の5分前であるというメッセージが流れてくる
- 太郎さんは、この部屋が気に入ったので、タブレット端末から入居申込書を入れる
- 内覧を終えて部屋から出て、ロックの施錠を依頼する



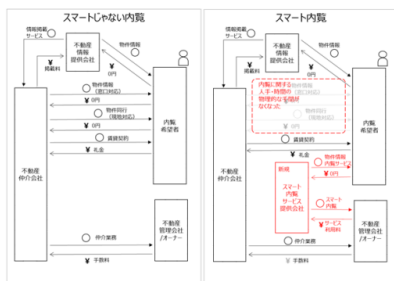
アクティビティ図

「内覧の予約（赤部分）」と「内覧開始から開錠（青部分）」で比較すると、スマート内覧の方がアクティビティが大幅に減っていることが明確に



各モデルの役割と効果的な作成手順

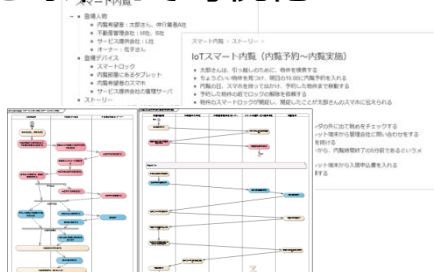
①ピクト図で、ビジネスの外側を可視化



ステークホルダーとその役割を明確化するとともに、人・モノ・カネの流れを可視化
意外なところからお金が発生する等の発見がある（特に社会性のあるビジネス等）



②アクティビティ図で、詳細に見たいやり取りを時系列で可視化



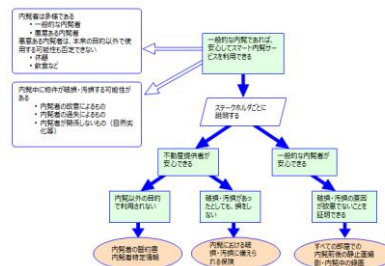
③IoTビジネスキャンバスで、ビジネスの内側と、それに必要な技術的要素を可視化



ビジネスを実現するために必要な要素を、予め用意されているフォーマットに則って抽出
周辺がビジネス、中央が技術で、特にデータに着目することで、新たなサービスを発見可能



④ビジネス上のリスクや、サービス・製品の課題に対する対応を可視化する



これからのエンジニアに
期待されること



(深層学習による)AIがもたらす価値観の変換

- 『複雑なものに対して、論理的に意味を見出して理解する』というのが従来の手法
 - ／ 演繹的アプローチ
 - ／ ホワイトボックスモデル
- 一方、『膨大なデータを機械的に処理して、そこに存在する何らかの傾向や関連性を見出す』ことがAIの手法
 - ／ 帰納的アプローチ
 - ／ ブラックボックスモデル
- ビッグデータやAIのブレークスルーにより、昨今では、エントロピーの増大に対して、人間の知見ではなくコンピュータパワーで対処するという傾向が顕著
 - ／ ホワイトボックスモデル ⇒ ブラックボックスモデル
 - ／ ディレクトリ型検索 (Yahoo) ⇒ ロボット型検索 (Google)
 - ／ DBMS ⇒ ブロックチェーン

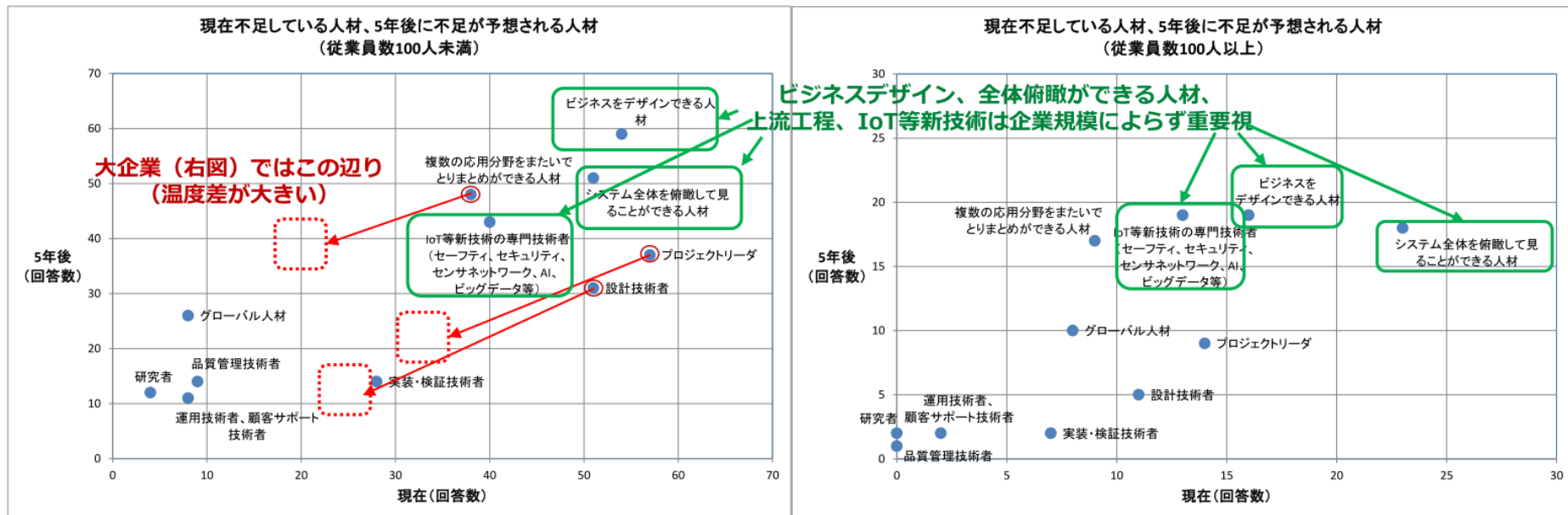


人間とAIによる協業の未来

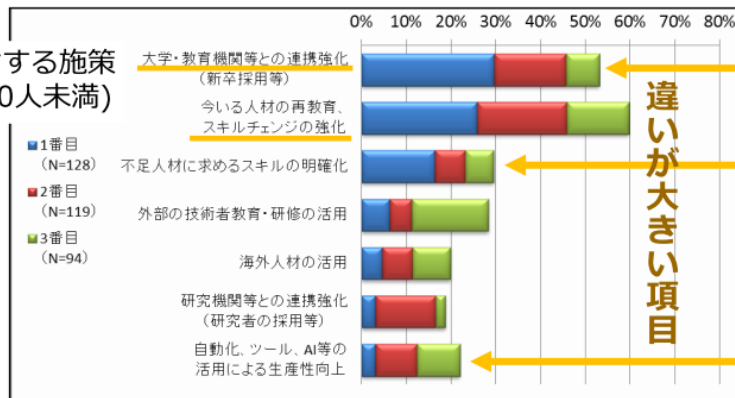
- 人間の行う特徴設計とAIによる特徴抽出はペア
 - ／ 大量のデータを元に、機械的に学習できる分野 ⇒ AI
 - ／ 少ないデータしかなく、直感的理解が必要な分野 ⇒ 人間
 - ／ 複数領域にまたがる問題や、全体を俯瞰した抽象化 ⇒ 人間
 - ／ 人が発見出来ない因果関係の総ざらい ⇒ AI
- 最終的には、双方の得手・不得手、特徴を踏まえて、使うべき場面を判断
 - ／ 人間は、AIにできないことこそ、求められる
 - 暗黙知の可視化
 - 概念化
 - ／ そのためには、複雑を単純にすることの美意識・価値観を持ち続けることが大切



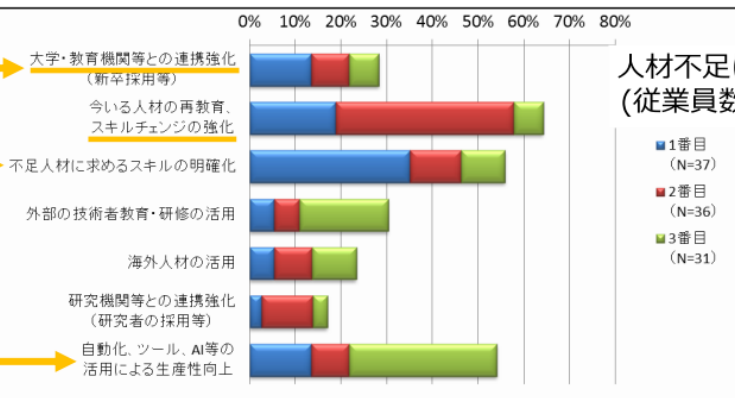
現場では、“ビジネスデザイン”と“システム俯瞰”が急務！



人材不足に対する施策 (従業員数100人未満)



人材不足に対する施策 (従業員数100人以上)



→特に中小企業において、大学／教育機関等との連携強化、スキルチェンジを重要視

出展：IPA 組込み産業実態調査2016年度版



狙いの異なる「3つのコンテスト」

ビジネスモデルから制御実装まで、
組込み業界に必要な次世代人材の育成を目指す

○IoTを使ったビジネスの企画・検討と、
それを実現するアーキテクチャの検討
○これからの組込み業界を牽引できる
「組込みIoT人材」の発掘・育成

○クラウドからエッジまで
○新しい技術を駆使して
何かを“作り出せるエンジニア”を育成

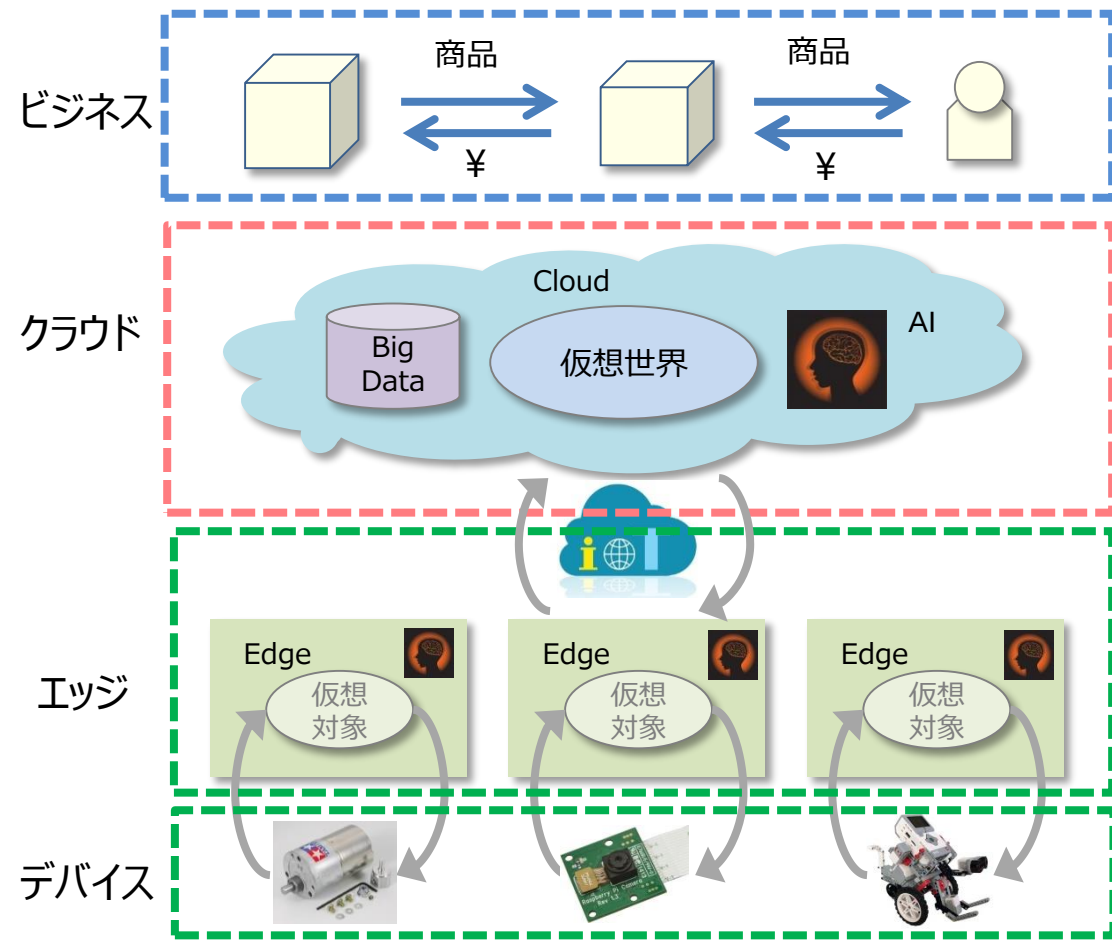
○制御技術とモデリング
○これからの“組込みエンジニア”を育成

IoT
イノベーション
チャレンジ

ETロボコン
デベロッパー

ETロボコン
ガレッジニア

Copyright © 2018 eXmotion Co., Ltd.
All rights reserved.



まとめ

- 今は、必要とされる技術の転換期
 - ／ さまざまな情報をデジタル処理することで、迅速・正確・スマートな社会を実現したい
 - ⇒ Society 5.0 と Connected Industries
 - ／ 迅速・正確・スマートのためには、なるべく多くの仕事はコンピュータに任せる
 - 人間の判断機会を極力減らしたい
 - そのためには、判断・計算に必要なデータの定義が必要
 - ⇒ ここにモデルの価値がある
 - ／ スコープの広がりに合わせて、俯瞰する力が重要に
 - 技術主導でない、「合意形成、説明責任モデル」の重要性
 - ⇒ ここはAIでなくて人間が行う領域
- この時代の主役はソフトウェアエンジニア
 - ／ 期待も高いが、新しいチャレンジも山積み
- そのために、何を始めるか、何を続けるか
 - ／ ぜひIoTイノベーションチャレンジをご活用ください！

