IVI 先進研究分科会ホワイトペーパーVol.04

スマート製造標準化動向研究分科会

スマート製造標準化動向

各国の動向と国際標準

2019 年 10 月 8 日　発行

一般社団法人
インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ


CONTENTS

1. はじめに

1.1. 本書の目的

本書は、IVI 先進研究分科会の一つであるスマート製造標準化動向研究分科会の成果物である。スマート製造に関する国際標準は、つながる工場や企業連携の実現において重要な役割を果たす。その動向には国や企業の中長期戦略が反映され、将来のものづくり像、コア技術、競争領域と協調領域を考える上で重要な手がかりとなる。

上記を踏まえ、本分科会は、スマート製造に関連する国際標準化の動向を把握し、日本の立ち位置や戦略を検討することを目的としている。

2018 年度は、上記の目的のための材料となる情報を整理するために、スマート製造に関する各国や標準化組織の動向、分科会メンバーが注目する標準技術について調査を行った。

3 章では、ドイツ、米国、中国、および日本における動向を記述した。また、「特許庁の特許出願技術動向調査報告書(スマートマニュファクチャリング技術)」を参照し、日米欧を含む各国におけるスマート・マニュファクチャリング技術の動向について概観した。

4 章では、スマート製造に関する標準化団体・業界団体の動向として、IEC/TC65、ISA95、製造分野に関する 5G 技術について述べた。また、注目する規格類として、RAMI4.0、管理シェル、AutomationML、Industrial Data Space 等について調査した結果を記載した。

1.2. 略語

3GPP : 3rd Generation Partnership Project
CI : Connected Industries
CPS : Cyber Physical System
ERP : Enterprise Resource Planning
FA : Factory Automation
GAFA : Google, Amazon, Facebook, Apple
IDS : Industrial Data Spaces
IDSA : International Data Spaces Association
IDSI : Industrial Data Spaces Instiative
IoT : Internet of Things
ISA : International Society of Automation
ITU : International Telecommunication Union
IVI : Industrial Value-chain Initiative
LPWA : Low Power Wide Area Network
MES : Manufacturing Execution System
NIST : National Institute of Starndards for Technology
PSLX : Planning and Schedulling on Lifecycle information eXchange
PCT : Patent Cooperation Treaty
PLC : Programmable Logic Controller
RFID : Radio Frequency Identifier
TC : Technical Committee
SyC : System Committee
SyC-SmM : System Committee Smart Manufacturing

2. 用語の説明

eCl@ass

欧州大手企業からなる購買辞書の標準化団体

Industrie4.0

ドイツ政府が推進する製造業のデジタル化・コンピューター化を目指す
国家戦略的プロジェクト

Industrial Value-chain Initiative

これからのモノづくりと IT の融合をあるべき姿に向かわせるためのフォーラム。
製造業のみならず非製造業も参加している。理事長は法政大学 西岡靖之教授

Connected Industries

日本国政府が提唱するコンセプトで、様々な繋がりによって新たな付加価値の
創出や社会課題の解決をもたらすというもの

Acatech

ドイツ工学アカデミー

Plattform Industrie 4.0

ドイツにおける電機、通信、機械などの工業会（BITKOM、VDMA、ZVEI） によって
運営される Industrie 4.0 を推進する事務局

Patent Cooperation Treaty

特許協力条約

3rd Generation Partnership Project(3GPP)

セルラ移動通信システム(いわゆる携帯電話)における、世界統一の技術仕様を
策定するための、各地域の標準化団体によるパートナーシップププロジェクト

Fraunhofer-Gesellschaft

フラウンホーファ研究機構

3. 各国の動向

本章では、スマート製造標準化に関連する各国の動向を示す。

3.1. ドイツ

3.1.1. Industrie4.0

Industrie4.0 については、著者らが公開している文献[3.1.1-1][3.1.1-2] [3.1.1-3]をはじめ、いくつかの記事[3.1.1-4] [3.1.1-5][3.1.1-6][3.1.1-7][3.1.1-8]がある。本節ではこれらの文献を取りまとめた内容を紹介する。

(1) ドイツの動き

ドイツでは、少子高齢化による労働人口減少の社会課題、エネルギーをはじめとする資源供給問題、ドイツGDP の約 4 割を占める機械輸送機器や化学製品などに代表される輸出依存の産業構造、東欧や中国・アジアなどへの産業移転、グローバル化による絶え間ない市場変化、新興国の技術力高度化、先進国としてのアドバンテージ維持のための社会ルール作りの必要性など多くの社会課題を抱えている。これらの社会課題に対応するため、ドイツは科学技術イノベーション基本計画「ハイテク戦略」を 2006 年に策定した。

そして、2010 年にはそれを更新し「ハイテク戦略 2020」として発表した。この計画では、連邦教育研究省(BMBF)と連邦経済エネルギー省(BMWi)が主管省庁となり、経済成長と雇用の確保を目指し、対処すべき社会課題(5 個)を定義している。そしてその課題を解決するために 11 個の未来プロジェクトを策定した。このプロジェクトのひとつとしてドイツ経済科学研究連盟が検討をはじめたのが Industrie4.0 である。ドイツ経済科学研究連盟はドイツ工学アカデミー(Acatech)との合同作業部会を開き、その成果として 2012 年 10 月に”Implementation of recommendations for the future project Industrie4.0"という報告書を作成した。この報告書を受け、6,000 社以上の参加企業からなるドイツ産業系団である VDMA(ドイツ機械工業連盟)や BITKOM(ドイツ IT・通信・ニューメディア産業連合会)、ZVEI(ドイツ電気・電子工業連盟)が各団体の枠を越えた協業関係を構築し、2013 年 4 月にこれら 3 団体を事務局とした推進組織 Plattform Industrie4.0 が発足された。2015 年 4 月にはドイツ経済エネルギー大臣と教育研究大臣をトップとする改組が行われ、企業や組合、科学や政治などに関連する団体からの参加増員が行われた。

また、未来プロジェクトとして Industrie4.0 を検討したドイツ経済科学研究連盟が、連邦教育研究大臣の諮問機関としてメルケル政権の第一期(2006～2009 年)、第二期(2010～2013 年)にかけて設置され、「ハイテク戦略」および「ハイテク戦略 2020」における方針作成への助言や、政策の評価に関与し、特に科学技術政策の策定に重要な役割を果たした。

Industrie4.0 の概念を提唱した Acatech は、2002 年に発足した非営利組織であり、ドイツの科学技術に関する政策立案者の支援や関係する技術の評価、および社会課題に関する将来の提言、科学と経済の交流の場の提供、工学人材の育成支援などを行っている。経済界や科学団体からの会員で構成され、Industrie4.0 に関しては、コンセプト提言、暮らしへの影響に関する提言、各国のベンチマークなど、毎年多くの報告書を発表している

(2) Industrie4.0 推進体制と進捗状況

Industrie4.0 を推進している主要な組織は、Plattform Industrie4.0 である。同組織は、Acatech がまとめた Industrie4.0 の素案を実現する実行組織として、ドイツで第４次産業革命を起こすために全てのステークホルダーのための勧告を行い、市場での競争の前段階において協業とネットワーク化を先導することを目的として発足された。また製造業に関する動向と Industrie4.0 を成立させるために解決すべき産業界の課題を把握し、Industrie4.0 の俯瞰的な理解を促進する役割を果たしている。そして Plattform Industrie4.0 は市場での活動そのものは行わないものの、デモンストレーション、研究プロジェクト、企業先導プロジェクト、標準化活動など、市場活動の準備や支援を行っている。

Plattform Industrie4.0 では、 商工会、労働組合、科学の専門家が、さまざまな連邦省庁の代表と一緒にテーマ別ワーキンググループで運用ソリューションを開発している。ワーキンググループは、リファレンス･アーキテクチャ、標準化、規範、技術と適用シナリオ、ネットワークセキュリティ、法的枠組み、仕事、教育、訓練など、技術的･実践的な専門知識を持つ作業単位で推進されている。

リファレンス･アーキテクチャ、標準化、規範の各ワーキンググループでは、高度にデジタル化された産業エコシステムの構築を目的として標準化に力を入れている。中でも、リファレンス･アーキテクチャ･ワーキンググループでは、2015 年に RAMI4.0(Reference Architecture Model Industrie4.0)を公表した。これに基づき、構造化された産業エコシステムの開発を推進し、デジタル製造プロセスの適用事例(ユースケース)の開発が進められることとなった。いわゆる開発の指針が示されたのである。このほか、標準化ワーキンググループでは、既存の標準同士の重複や抜けを分析し、標準の修正や新たな標準の開発の勧告を行っている。

Plattform Industrie4.0 には広報機能も備えられており、Industrie4.0 が実用化されている場所をホームページで公開して、誰が、どのような内容を実用化したのかをユースケースとして周知することでその普及を図っている。

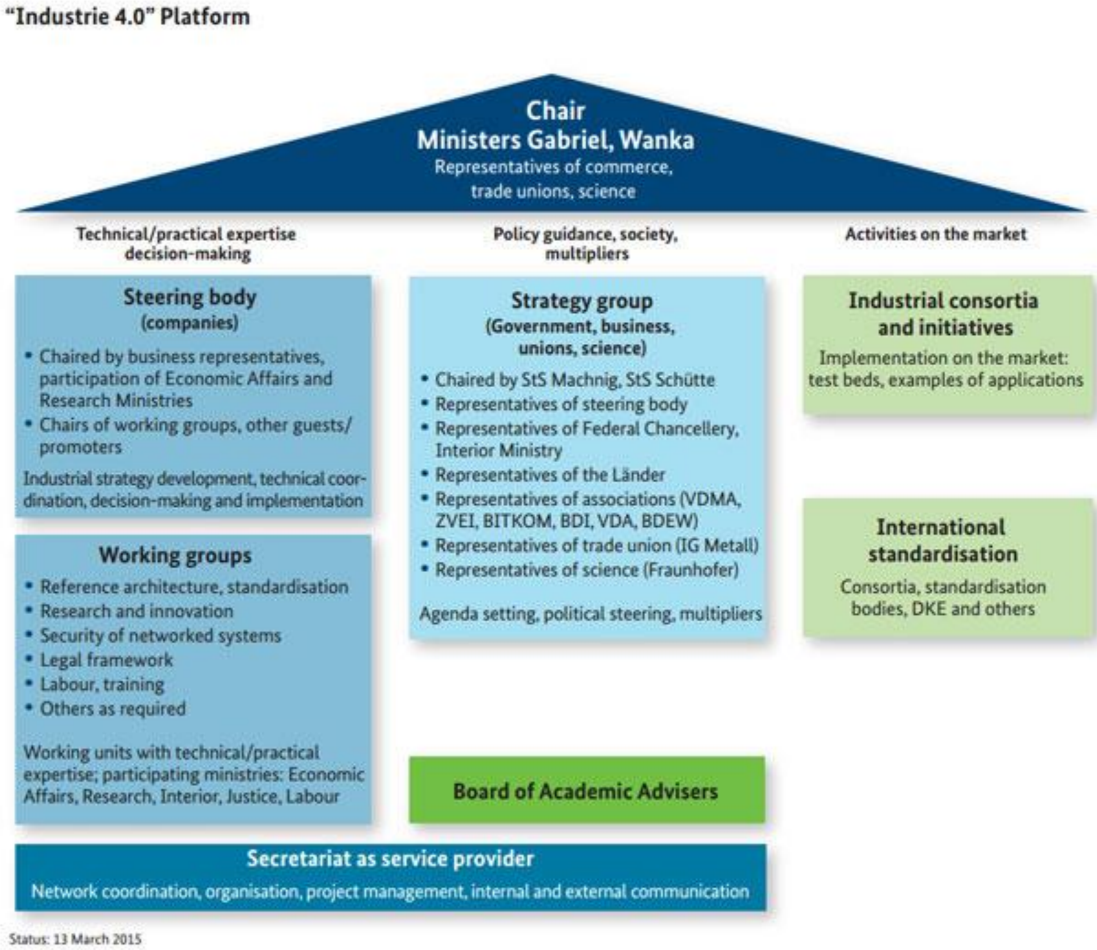


図 3.1.1-1 PLATTFORM INDUSTRIE4.0 体制(2018 年 4 月現在)

(出典：[3.1.1-7])

3.1.2. IDSA

Industrie4.0 と密接に関連する官民連携団体として、IDSA(International Data Spaces Association)が挙げられる。IDSA は、IDS(Industrial Data Space)という、ドイツのフラウンホーファ研究機構が立ち上げた産業データ交換に関する構想[3.1.2-1]の推進団体である[3.1.2-2] [3.1.2-3]。当初は Industrial Data Space Association の略であったが、2018 年 3 月に International Data Spaces Association の略と名称変更された[3.1.2-4]。

IDS に関する活動は大きく 2 種類に分けられる。1 種類目は、フラウンホーファ研究機構の研究イニシアティブ「Industrial Data Space」であり、リファレンス・アーキテクチャの設計およびプロトタイプ実装を行っている。2 種類目は IDSA によるイニシアティブであり、国際標準の設定を目指している。

IDSA のホームページには、会員企業が 88 社挙がっている。その中には、Audi、Bosch、フラウンホーファ研究機構、SAP、Siemens、thyssenkrupp のような独企業、Deloitte、華為技術 (Huawei)、IBM のようなグローバル企業、FIWARE、innovalia association のような団体が含まれている。ボードメンバーを

表 **3.1.2-1** に示す。

表 3.1.2-1 IDSA ボードメンバー

役職	氏名	所属
Chairman of the Board	Dr. Reinhold Achatz	thyssenkrupp AG
Deputy Chairman of the Board	Prof. Dr. Boris Otto	Fraunhofer ISST
Treasurer	Ulrich Ahle	FIWARE Foundation
Board	Markus Vehlow	PwC GmbH
Board	Dr. Robert Bauer	SICK AG
Deputy Chairman of the Board	Lars Baumann	Volkswagen AG
Board	Prof. Dr. Stefan Wrobel	Fraunhofer IAIS
Board	Dr. med. Andre T. Nemat	University Witten/Herdecke
Board	Heike Niederau-Buck	Saltzgitter AG

IDSA の組織は図 3.1.2-1 のように示されている。リエゾン組織に Plattform Industrie 4.0、EU-Commission、FIWARE Foundation、Industrial Internet Consortium、Data Market Austria、OPC Foundation が載っている（2019 年 1 月 8 日時点）。

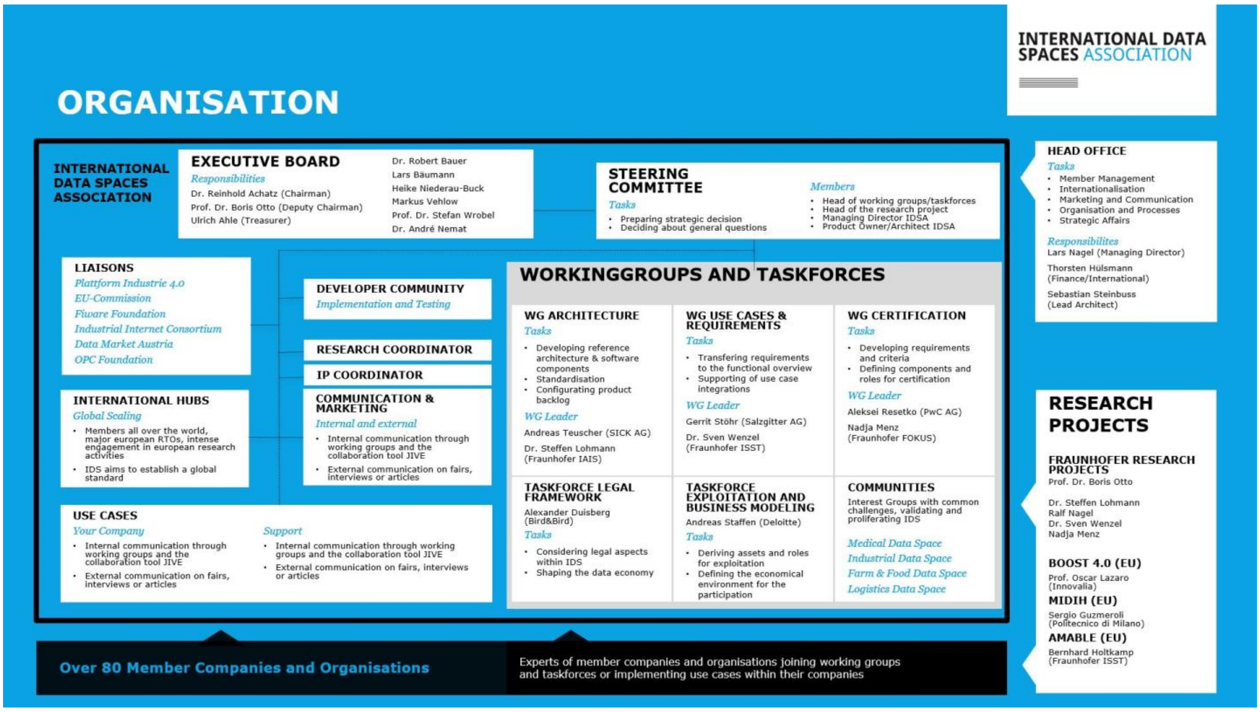


図 3.1.2-1 IDSA 組織

IDS の Reference Architecture Model では、異なるクラスのデータ交換標準の進化を以下の図に示している。IDS は RFID・IoT の次の段階であり、これからはあらゆる産業間やサプライチェーンネットワークから得られるデータが付加価値を持つと示唆されている。

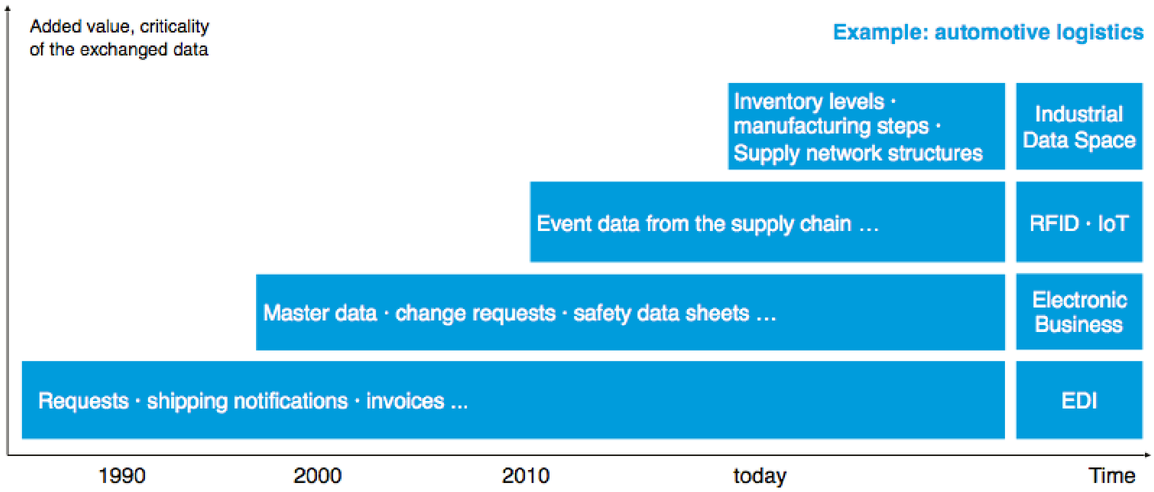


Figure 2.2: Data Exchange Standards

図 3.1.2-2 データ交換標準

また、以下の図に示すように、Industrie4.0 は製造業を中心とした取組であるが、IDS は製造業も含めた産業横断的なデータのやり取りをする仕組みを提供するものである。

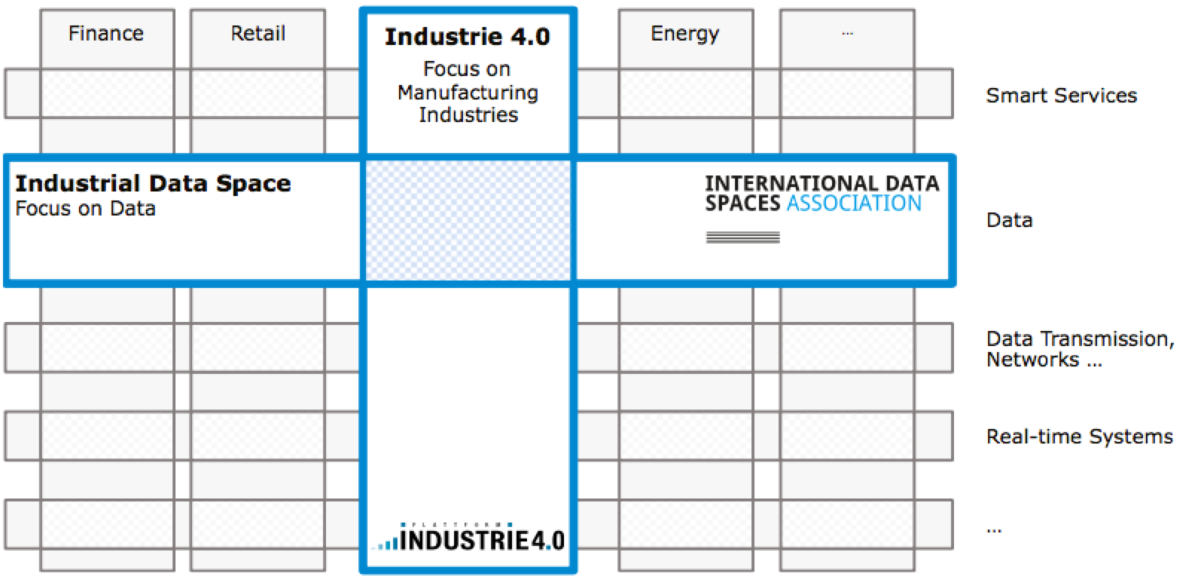


Figure 2.5: Relations with Platform Industrie 4.0

図 3.1.2-3 PLATTFORM INDUSTRIE 4.0 と IDS との関係

3.2. 米国

3.2.1. IIC

IIC については、著者らが公開している既存文献[3.2.1-1][3.2.1-2][3.2.1-3]がある。本節ではこれらの文献を取りまとめた内容を紹介する。

(1) CPS と IoT イニシアティブ

米国では IoT による新たなビジネスが拡がりをみせる中、改めて CPS が注目されている。科学技術振興機構のレポート[3.2.1-4]に基づくと CPS はコンピュータと物理世界がネットワークを介して結合したもので、小さな組み込みシステムから航空機などのシステム、さらに国レベルでのインフラをも包含する広い概念となっている。現在のサイバー空間市場においては、GAFA(Google、Apple、Facebook、Amazon)に代表されるように、ほぼその全てを米国企業が独占しているともいえる。アメリカ国立技術標準研究所(NIST)から公開されている CPS Framework 1.0[3.2.1-5]によると、CPS はサイバー空間とフィジカルシステム(現実世界)が相互に連携し 1 つのフィードバックループシステムを形成している(図 3.2.1-1)。

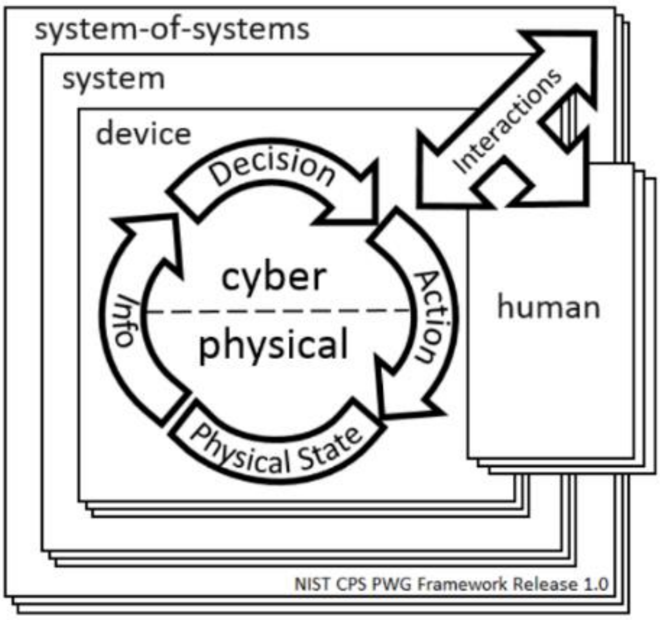


図 3.2.1-1 CPS コンセプチュアルモデル
(出典：[3.2.1-4])

このループを流れる実体はデータであり、 IoT は現実世界からデータを提供するデータソースと見なすことができる。サイバー空間での圧倒的な強みをもつ米国は、そのスコープをサイバー空間の延長線上にある CPS もしくは IoT の分野に拡げようとさまざまなイニシアティブを実施している。代表的なものとしては製造の分野だけでも iNEMI(International Electronics Manufacturing Initiative)や SMLC(Smart Manufacturing Leadership Coalition)など

が挙げられる。セクターの枠を超えた IoT のプロモーション団体としては IIC(Industrial Internet Consortium)が著名であり、世界各国の企業、アカデミア政府研究機関をメンバーとして抱え積極的に活動している。以下、IIC について記述する。

(2) IIC の誕生

IIC は、2014 年 3 月に米国に本社を置くグローバル企業 5 社(AT&T、Cisco、General Electric(以下 GE)、Intel、IBM)によって設立された世界最大級の IoT 推進団体である。

現在は 200 以上の団体が名を連ねており、Founding & Contributing Members は GE、IBM のほか、米国の DELL EMC、ドイツの Bosch、SAP、中国の Huawei など、米国の水平パーツベンダ(業種横断でパーツ販売を行うベンダ)に代わり、欧州企業や中国企業なども名を連ねるようになった。

また、現在の Steering Committee Members には、スイスの ABB、日本の富士通、米国政府の研究開発センター(FFRDC)などを運営する非営利団体である MITRE Corporation、同じく研究技術サービスを提供する非営利団体である RTI International が含まれる。日本からは 18 団体が参加しており、参加メンバーの中にはワーキンググループで中核的な役割を果たしている企業も見られる。(2018 年 8 月現在)

IIC のメンバー構成は、特定の国、業種、業界、分野に偏っていないことが特徴としてあげられる。このことは、1 社もしくは 1 つのセクターで IoT サービスを構築することが困難であることを示しているといえる。

IIC はグローバル、非営利かつオープンなメンバーシップの組織で、インダストリアル(産業)分野での IoT の実現を加速することを目標としている。つまり、インテリジェントなデバイスと先進的アナリティクスを結びつけることにより、製造業、エネルギー産業、農業、トランスポーテーション、医療といった多くの産業セクターに、世界経済の規模の変化をもたらす「IoT 革命」を実現しようとしている。

(3) 新たなサービス創出に向けたリファレンス・アーキテクチャ IIRA

ドイツの Industrie4.0 が製造業をその対象の中心としているのに対して、IIC は、実にさまざまな産業を対象にしている。このため、産業別の切り口などを考慮した、テクニカルドキュメントを用意している。IIC がリリースしているテクニカルドキュメントは図 3.2.1-2 に示すような構成になっており、この中で Industrial Internet Reference Architecture(IIRA)[3.2.1-6] 、Industrial Internet Security Framework(IISF) 、Industrial Internet Connectivity Framework(IICF)などが一般公開されている。

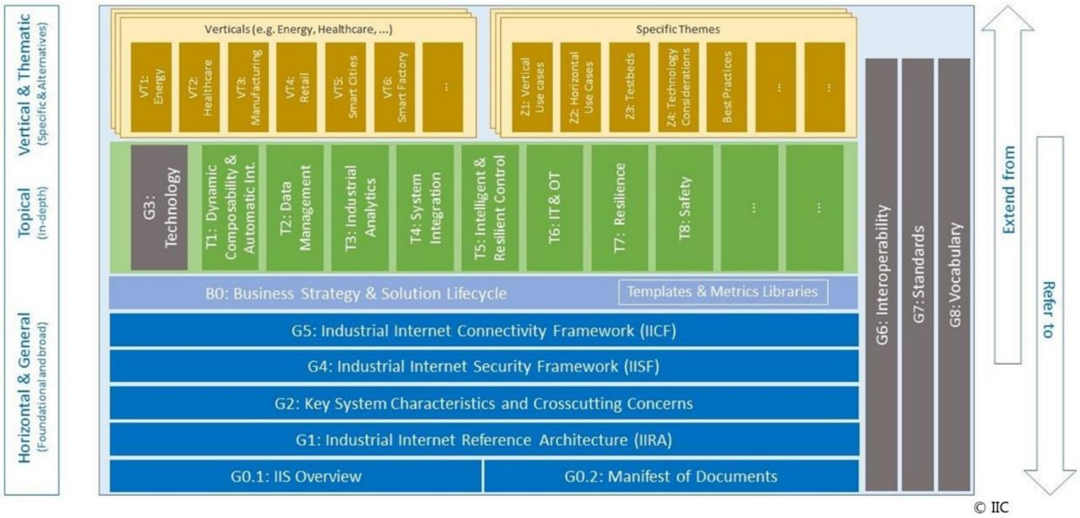


図 3.2.1-2 IIC TECHNICAL PUBLICATION ORGANIZATION

(出典：[3.2.1-5])

注意が必要なのは、IIC は IoT の標準(Standard)を決定する機関ではないということである。 IIC からリリースされているテクニカルドキュメントでは、関連する国際標準や規約、ベストプラクティスなどがリファレンスとしてまとめられている。これらは、IoT ソリューションを検討・開発する際の参考資料やチェックリストとして有用なものであるが、標準を規定するものでない。IIC が合意に基づいた標準ではなく、デファクト・スタンダード(事実上の標準)を重視するといわれるゆえんがここにある。

IIC からリリースされているテクニカルドキュメントの中で、新たな IoT サービス創出に向けて各ステークホルダーが取り組むリファレンス・アーキテクチャを定義した「IIRA」はその中核と位置付けられている。IIRA は、Business Viewpoint / Usage Viewpoint / Functional Viewpoint / Implementation Viewpoint の 4 つの視点で IoT システム・ソリューションに関わる情報や制御のやり取りが定義されている(図 3.2.1 3)。

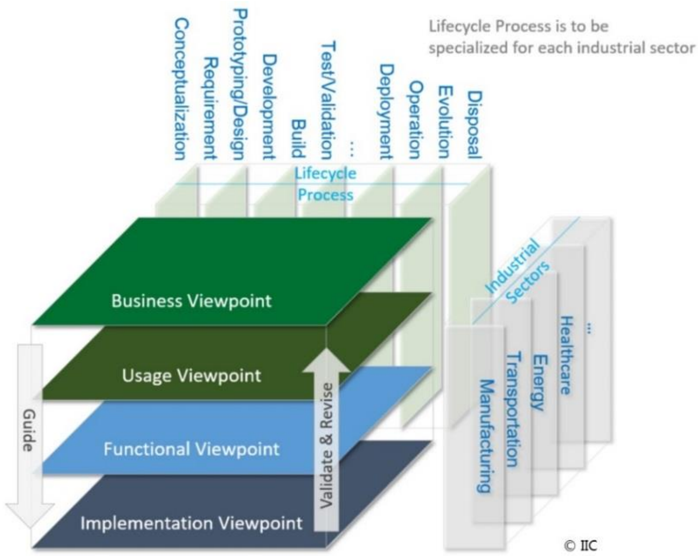


図 3.2.1-3 RELATIONSHIP AMONG IIRA VIEWPOINTS, APPLICATION SCOPE AND SYSTEM LIFECYCLE PROCESS

(出典：[3.2.1-6])

それぞれの視点の特徴を以下に示す。

① Business Viewpoint

開発予定の IoT システムのビジョン、ビジネスバリュー、開発対象、基本機能を記述するためのフレームワークで投資対効果をステークホルダー向けに明らかにすることを目的とする。

② Usage Viewpoint

IoT システムのユースケースを明らかにするためのフレームワークで、システムの振る舞いを表記するアクティビティ、個々の実行系を示すタスク、タスクの起動権限を表すロールとロールが割り当てられるパーティなどからなる。

③ Functional Viewpoint

フィジカルシステムとサイバーのバウンダリーおよびサイバー側主要コンポーネント(ビジネス、オペレーション、インフォメーション、アプリケーション、コントロール)の関連を規定するフレームワークである。加えてシステム設計をする上で重要となる非機能要件や、主要コンポーネントに共通する設計項目も規定されている。

④ Implementation Viewpoint

IoT システムの典型的な構成パターン3種類(3ティア、ゲートウェイ、レイヤードデータバス)にまとめもので、この中では3ティア・アーキテクチャ・パターンが良く引用されている。開発する IoT ソリューションの要件によっては 3 種類を組み合わせるパターンもありうる。

(4) IIRA とドイツ Industrie4.0 の RAMI4.0 との連携

グローバルでの IoT に関するイニシアティブを考えたときに、IIC にドイツ企業が参加し、Industrie4.0 と連携していることは注目に値するといえる。上述のように、IIC が対象とする産業分野はエネルギー、ヘルスケア、マニュファクチャリング、パブリック(セクター)、トランスポーテーションなどさまざまであり、したがって、製品が顧客に受け渡された後の使用フェーズにおけるサービス、あるいは業界や企業を超えてモノを組み合わせたプラントシステムや送配電システムなどのシステム(系)のサービスなども含まれている。一方、ドイツの Industrie4.0 は製造業におけるものづくりのフェーズ、スマート・ファクトリーが主なターゲットなので明確な違いがある。

こうした中で、特に IIC の製造セクターを中心に、 Industrie4.0 と IIC がお互いに連携・協業していくことが合意されている(図 3.2.1-4)。具体的には、2015 年 11 月にスイスのチューリッヒで標準化の実現に向けたそれぞれのリファレンス・アーキテクチャ・モデルのすり合わせとマッピングが実施された。2016 年 5 月からは改めて標準化に向けての話し合いが開始され、2016 年 6 月には新たに共同ワーキンググループを設置して、具体的なソリューション構築にむけた取り組みが始まっている。

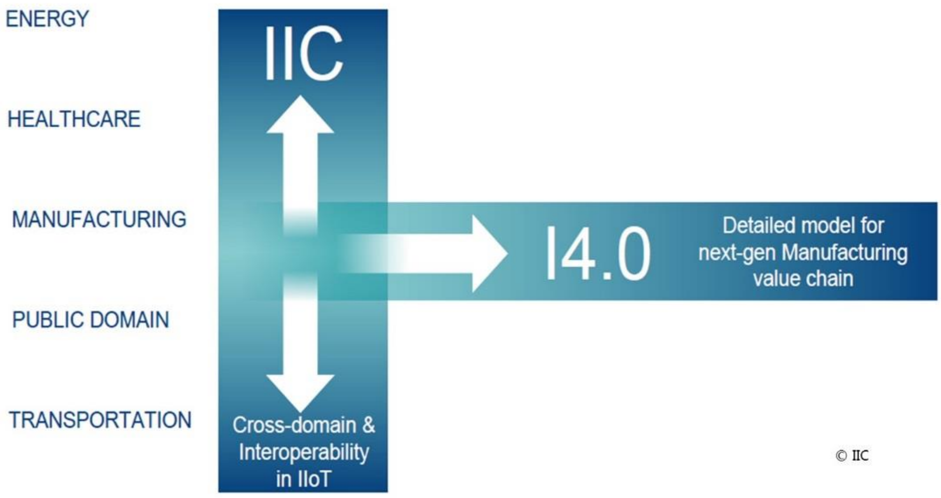


図 3.2.1-4 IIC ADDRESSES CONCERNS ABOUT IIOT ACROSS INDUSTRIES BROADLY; PLATTFORM

(出典: [3.2.1-6])

自動車部品大手 Bosch などのドイツ系企業もこの枠組みを活用して、ものづくりにおける設計、実装や製造に加え、顧客にモノが導入された後において、どのように製品付加価値を訴求できるかバックエンドサービスを提供できるかなどについても検討を進め、これを実証するテストベッドを推進している。これにより、これらのテストベッドを通じて IIC の IIRA と Industrie4.0 の RAMI4.0 の 2 つのリファレンス・アーキテクチャを組み合わせ、マッピングを行うことに貢献したといわれている(図 3.2.1-5)。

米国とドイツの連携の狙いは、両国の間でテストベッドの足並みをそろえることで、事例構築や規格策定に向け、中小企業・大企業を巻き込んだ国際協力が円滑になることにあると考えられる。

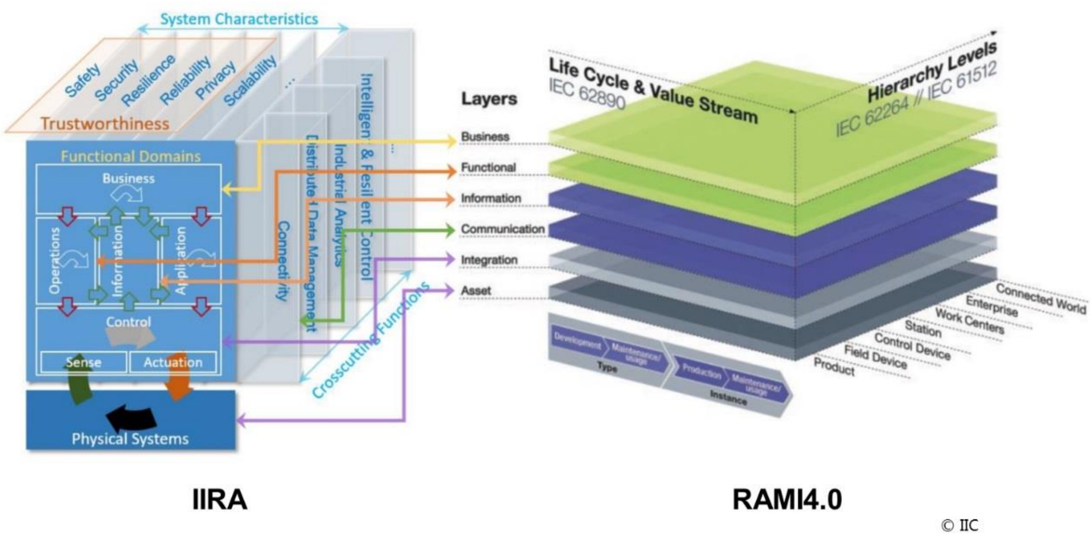


図 3.2.1-5 IIRA AND RAMI 4.0 FUNCTIONAL MAPPING

(出典: [3.2.1-7])

3.2.2. IIC テストベッド

IIC のウェブサイトで公開されている情報[3.2.2-1] (2018 年 10 月 18 日現在の公開情報) より、テストベッド動向の整理と考察を行う。

(1) テストベッド一覧とスマート製造標準化との関連性

表 3.2.2-1 にテストベッドの一覧と、テストベッド毎の参加企業数およびスマート製造との関連性について示す。なお、参加企業数はテストベッドのリード企業とサポート企業を含む。また、スマート製造との関連性は公開情報(想定ユースケース)に基づいて、著者の主観で”〇”(直接的な関連性があると思われる)/”△”(間接的な関連性があると思われる)を記している。

表 3.2.2-1 より、以下の考察を得ることができる。

- 現在公開されているテストベッド総数 27 に対して、16 (約 59%)がスマート製造への関連が認められる。
  - スマート工場分野への関心が高いことが伺える。
- テストベッドに参加している企業数は延べ 142 で、テストベッド当たりの平均参加企業数は 5.3 である。
  - テストベッド毎に”ミニコンソーシアム”で取り組んでいることが伺える。
- 参加企業が 10 を超えるテストベッドが 3 つあり、これらは特に人気がある／注目度が高いと考えられる。
  - これら 3 つのテストベッドは、いずれもスマート製造との関連性が認められる。
  - これら 3 つのテストベッドは、いずれも特定アプリケーションというよりは、要素技術(セキュリティ、機械学習、Time Sensitive Network)に焦点を当てている。

表 3.2.2-1 テストベッド一覧：参加企業数とスマート製造との関連性

	テストベッド名	参加企業数	スマート製造との関係性
1	Asset Efficiency Testbed (資産効率テストベッド)	6	〇
2	Condition Monitoring & Predictive maintenance Testbed (状態監視と予知保全テストベッド)	2	〇
3	Connected Care Testbed (接続された介護テストベッド)	4	

4	Connected　Vehicle Urban Management Testbed (コネクテッドビークル都市管理テストベッド)	4	
5	Connected Workforce Safety Testbed (コネクテッドな労働安全テストベッド)	3	○
6	Deep Learning Facility Testbed (施設向け深層学習テストベッド)	3	△
7	Digital Solar Plant Testbed (デジタル太陽光発電所テストベッド)	2	
8	Factory Automation Platform as a Service Testbed (FA PaaS テストベッド)	3	○
9	Factory Operations Visibility & Intelligence Testbed (工場オペレーションの可視化と知能化テストベッド)	2	○
10	Industrial Digital Thread Testbed (産業デジタルスレッドテストベッド)	2	○
11	INFINITE (INternational Future INdustrial Internet Testbed) Testbed (産業インターネット技術革新プラットフォームテストベッド)	3	
12	Intelligent Urban Water Supply Testbed (知能化都市水道テストベッド)	3	
13	Manufacturing Quality Management Testbed (製造品質管理テストベッド)	4	○
14	Communication & Control Testbed for Microgrid applications (マイクログリッドの通信と制御テストベッド)	3	
15	Optimizing Manufacturing Processes with Artificial Intelligence Testbed (AI による製造プロセス最適化テストベッド)	6	○
16	Precision Crop Management Testbed (精密な農作物管理テストベッド)	2	
17	Retail Video Analytics Testbed (小売ビデオ分析テストベッド)	2	
18	Security Claims Evaluation Testbed (セキュリティ要件評価テストベッド)	16	○
19	Smart Airline Baggage Management Testbed (スマート航空会社手荷物管理テストベッド)	7	
20	Energy Management Testbed (エネルギー管理テストベッド)	2	
21	Smart Factory Machine Learning for Predictive Maintenance Testbed (予知保全向けスマート工場機械学習テストベッド)	13	○
22	Smart Factory Web Testbed (スマート工場 Web テストベッド)	3	○
23	Smart Manufacturing Connectivity for Brown-field Sensors Testbed	4	○

	(既設センサ向けスマート工場接続性テストベッド)		
24	Smart Printing Factory Testbed (スマート印刷工場テストベッド)	5	○
25	Water Management Testbed (水管理テストベッド)	4	
26	Time Sensitive Networking Testbed (TSN テストベッド)	31	○
27	Track and Trace Testbed (監視と追跡テストベッド)	3	○

(2) テストベッド参加企業の傾向

図 3.2.2-1 にテストベッドに参加している企業名と参加テストベッド数を示す。なお、グループ企業は 1 社としてカウントしている(＝企業グループ単位の集計)。図 3.2.2-1 より以下の考察を得ることができる。

- 参加しているテストベッド数が最も多いのは、InfoSys 社で 8 つのテストベッドに関与している。
  - InfoSys 社の特徴は、7 つのテストベッドをリーダー企業として率いている点である。
- これに次いで、IIC 設立メンバーを中心にテストベッドへの貢献度が高い企業は以下の通り。
  - 6 テストベッド関与：Microsoft　1 社
  - 5 テストベッド関与：Bosch、GE　2 社
  - 4 テストベッド関与：Cisco、Intel、RTI、Xilinx　4 社
  - 3 テストベッド関与：CAICT、IBM、PTC、Thingswise、Wipro　5 社
- 日本企業大手では、8 企業がテストベッドに貢献している。
  - 2 テストベッド関与：富士通、東芝
  - 1 テストベッド関与：日立、NEC、三菱電機、ルネサス、富士フィルム、サカタのタネ

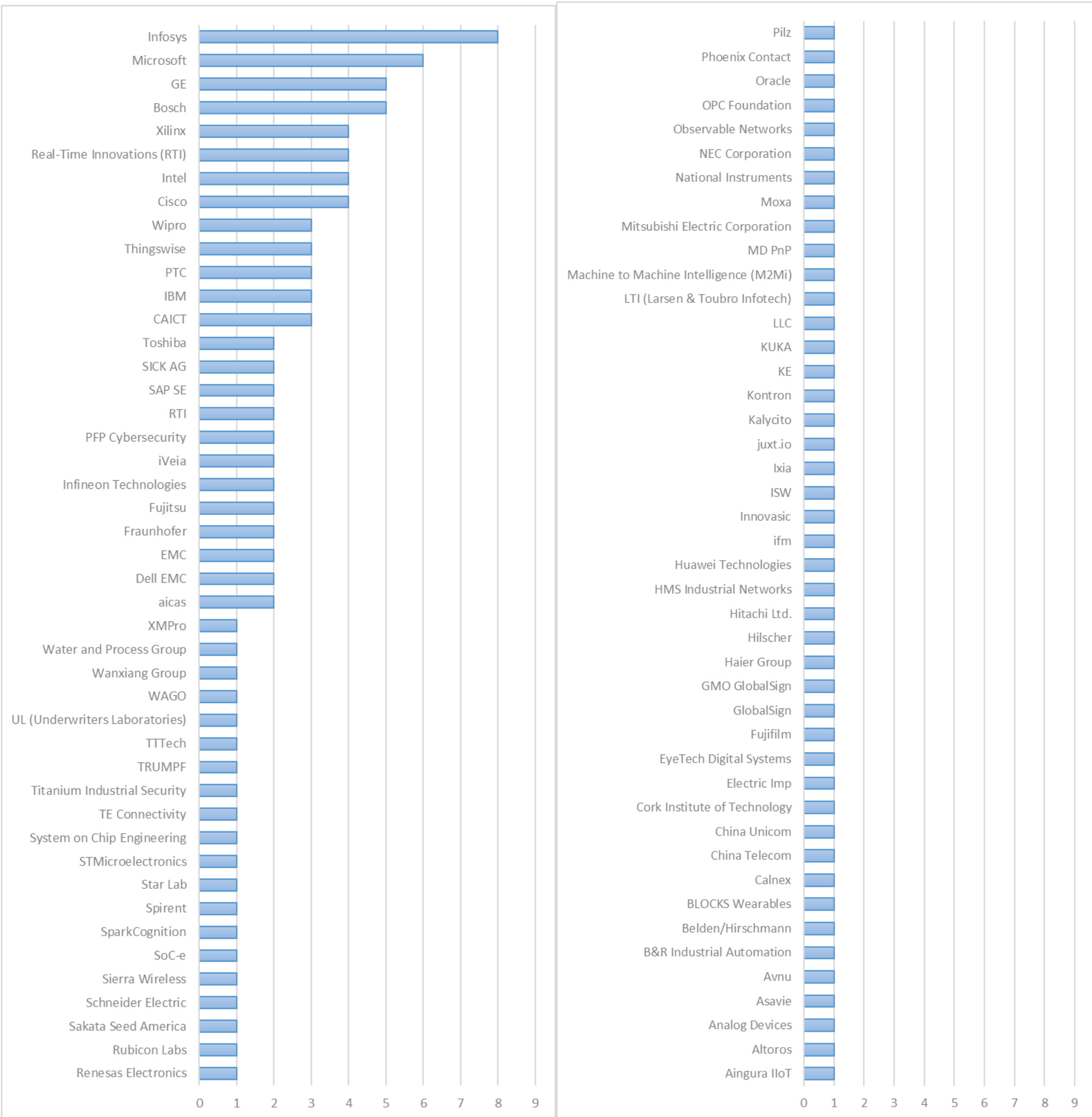


図 3.2.2-1 企業毎の参加テストベッド数

(3) テストベッドの想定アプリケーション

図 3.2.2-2, 図 3.2.2-3, 図 3.2.2-4 にそれぞれ、テストベッドの主要な市場セグメント、目的(実現すること)、対象(対象となるもの)の内訳を示す。なお、テストベッドで展開されるソリューションには汎用性があるため、一般的に左記の分類はひとつに絞ることが不可能である。よって、公開情報をベースとしながらも、ある程度の主観が混じった情報となっている点に注意すべきである。また、この主観には、本分科会がスマート製造標準化を研究しているというバイアスがかかっていることも注意すべきである。

図 3.2.2-2 より以下の考察を得ることができる。

- 製造 (Manufacturing) に関するアプリケーションが最も多く、全体の 44%を占める。
- 続いて、エネルギー市場(15%)、水道市場(7%)、医療・ヘルスケア市場(7%)が続く。

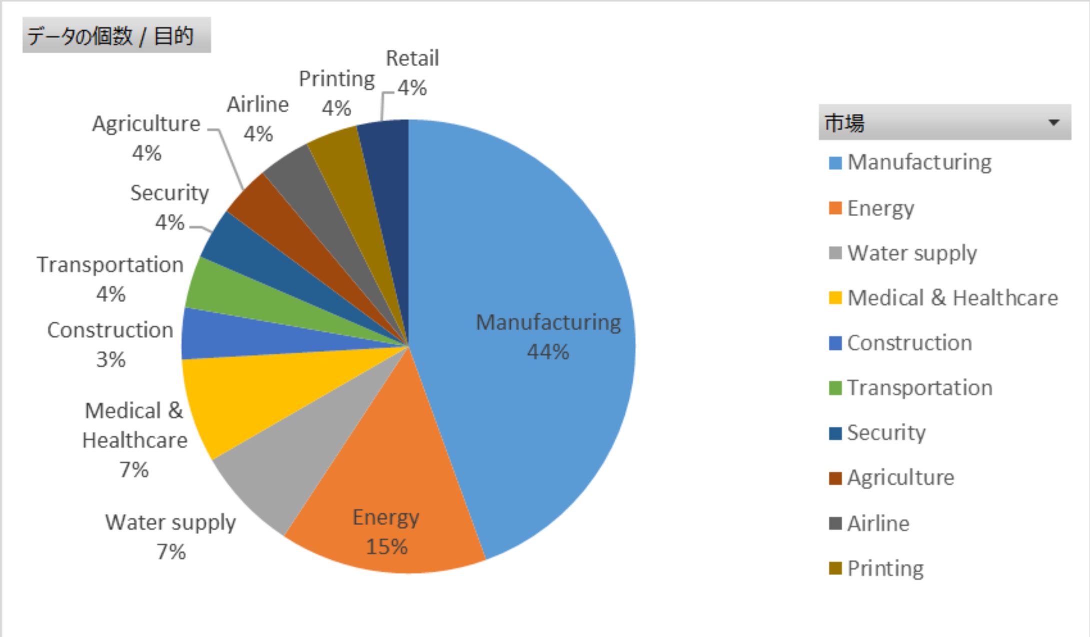


図 3.2.2-2 テストベッドの主要な市場セグメント

図 3.2.2-3 より以下の考察を得ることができる。

- 管理系のアプリケーションが最も多く、37%を占める。
  - なお、"管理(Management)"は広い意味で用いており、資産管理だけでなく、可視化、最適化など複数の機能を持つものを総称しており、俗に言う製造 IoT プラットフォームの概念・機能群と言い換えてもよい。
- 次いで、接続性に関するもの(15%)、エコシステム(11%)、予知保全(7%)、効率改善(7%)を目的とするテストベッドが多い。
  - なお、"エコシステム(Ecosystem)"とは、サプライチェーンからサービスに至る価値の流れに対してプラットフォーム化を目指すようなテストベッドを総称している。
  - "予知保全"や"効率改善"は、上記"管理"で総称できる概念であるが、この目的のみを前面に押し出しているテストベッドがあることから、一種の傾向を示すものとして、別出しで扱っている。

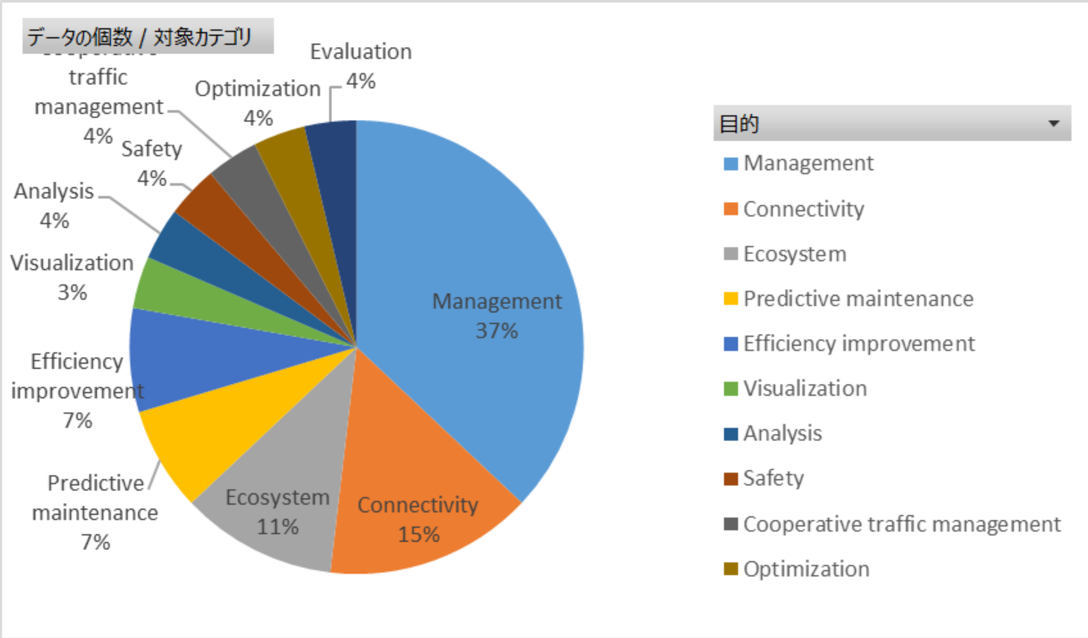


図 3.2.2-3 テストベッドの主要な目的

図 3.2.2-4 より以下の考察を得ることができる。

- “資産(Asset)”を対象としたテストベッドが最も多く、22%を占める。
    - 典型的なアプリケーションの例は、IoT を用いた生産設備などの資産管理である。
- 続いて、施設(19%)、プロセス(15%)、人(11%)、乗り物(7%)、ネットワーク(7%)、インフラ(7%)となる。
    - なお、”施設”は工場やビルなどを単位としたもの、”インフラ”は水道などを単位とする規模感である。

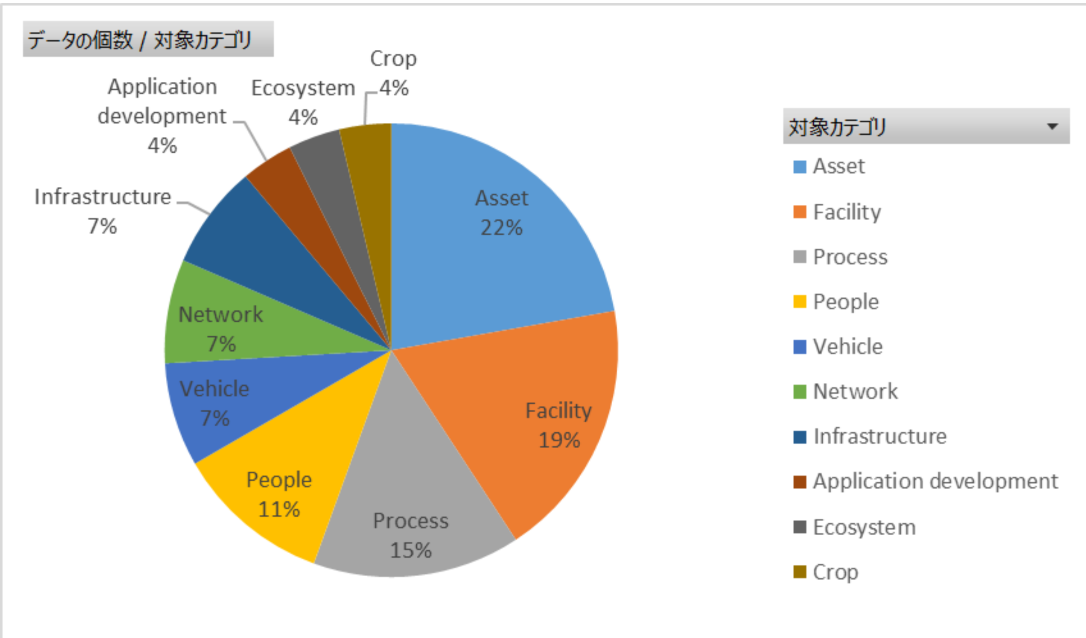


図 3.2.2-4 テストベッドの主要な対象

3.3. 中国

中国は「中国製造 2025」と「インターネットプラス」という 2 つの国家政策で第 4 次産業革命の動きを加速している。中国製造 2025 はドイツの Industrie4.0 型、インターネットプラスは GAFA に代表される米国のシリコンバレー型の発展を目指したものと考えられ、B2C(Business-to-Consumer)のデジタライゼーションが B2B(Business-to-Business)に波及してきたといわれる中で、この 2 つの発展を同時に実践しようとしていることが特徴といえる。

最近になって、「中国製造 2025」は「智能製造」と呼ばれる場合もあるが、本稿では、「中国製造 2025」という呼称で統一する。

3.3.1. 中国製造 2025

中国製造 2025 については、著者らが公開している既存文献[3.3.1-1] [3.3.1-2]がある。本節ではこれらの文献を取りまとめた内容を紹介する。

(1) イノベーション推進による経済成長モデルの構造転換

中国の政策においてイノベーションが掲げられたのは、1999 年に国務院が発表した「技術革新の強化、ハイテクの発展、産業化の実現に関する決定」にまでさかのぼる。当時は、イノベーションは技術革新により実現されるという捉え方が世界的にも一般的であった。この前提は、科学技術力を高めれば、その技術を応用した製品の付加価値も高まるというものであり、科学技術向上のためのインプットを増加すればイノベーションという価値が増加するということが想定されていた。中国では、その後も数多くの科学技術発展政策が打ち出され、研究開発費の GDP 比率、特許数や論文数など一国の「イノベーション力」を比較する指標で急速に世界のトップクラスに追いついてきた。

しかし、リーマンショック後の 2010 年頃から欧米諸国が製造業の国内回帰を進めたことで，中国においては国外企業の投資による技術獲得の機会が減少することになり、また、中国国内が豊かになるにつれ，国際貿易で比較優位が保てなくなってきた。こういった背景の中、従来の経済成長モデルがまだ機能しているうちに構造転換を進めることを目的に立案されたのが、中国製造 2025 である。

(2) 国家戦略としての中国製造 2025

中国製造 2025 は、労働集約的な製造業(製造大国)から、情報技術(IT)などを活用した付加価値の高い製造業(製造強国)へ移行するための国家政策である。2015 年 3 月に開催された全国人民代表大会(全人代)で新たな方針として示され、2015 年 5 月にロードマップが公表された。

中国では 2013 年に習国家主席が提唱した経済・外交圏構想である「一帯一路」（OBOR：One Belt, One Road）により、中国西部・中央アジア・欧州を結ぶ「新シルクロード経済ベルト」(一帯)と、中国沿岸部・東南アジア・インド・アフリカ・中東・欧州と連なる「21 世紀海上シルクロード」(一路)との間の新たな経済圏の確立や関係各国間の

相互理解の増進などを目的に、インフラ整備や通商拠点の整備が進められている。中国製造 2025 により製造業を強化する戦略もこれらと密接に絡んでおり、輸出品目の高付加価値化に向けたスピードアップを図ることで、輸出強化へつなげる狙いがあると思われる。

図 3.3.1-1 「一帯一路」地図

出典:[3.3.1−2]

中国製造 2025 は「5 つの基本方針」と「4 つの基本原則」を掲げ、「3 段階戦略」により、製造強国に向けた戦略目標の実現をはかっている。

5 つの基本方針とは、「イノベーション駆動」、「品質優先」、「グリーン(環境保全型)発展」、「構造の最適化」、「人材本位」のことであり、4 つの基本原則とは、「市場主導・政府誘導」、「現実立脚・長期視野」、「全体推進・重点突破」、「自主発展・協力開放」のことである。

3 段階戦略では、第 1 段階では 2025 年までに製造強国の仲間入りをし、第 2 段階では 2035 年までに製造強国の中堅水準(平均で)に達し、第 3 段階では新中国成立 100 周年(2049 年)に総合力で世界の製造強国のトップになることを目指している。(表　3.3.1-1 に具体的な主要指標を記載)

表 3.3.1-1 2020 年・2025 年製造業主要指標

類別	指標	2013年	2015年	2020年	2025年
イノベーション能力	一定規模以上製造業企業（国有企業または売上500万元以上の企業）の研究開発経費内部支出の主要業務収入に占める割合（%）	0.88	0.95	1.26	1.68
	一定規模以上製造業企業の業務収入1億元当たりの有効発明特許数(※1)（件）	0.36	0.44	0.7	1.1
品質・効率	製造業品質競争力指数(※2)	83.1	83.5	84.5	85.5
	製造業付加価値率の上昇	-	-	2015年比2パーセント増	2015年比4パーセント増
	製造業労働生産性の上昇率（%）	-	-	7.5%前後（「十三五」（第13次5カ年計画、2016—2020）の平均成長率）	6.5%前後（「十四五」（2021—2015）の平均成長率）
産業化・情報化融合	ブロードバンド普及率(※3)（%）	37	50	70	82
	デジタル化研究開発設計ツール普及率(※4)（%）	52	58	72	84
	カギとなる工程のデジタル制御化率(※5)（%）	27	33	50	64
グリーン発展	一定規模以上の単位工業付加価値当たりのエネルギー消費の減少幅	-	-	2015年比18%減	2015年比34%減
	単位工業付加価値当たりの二酸化炭素の排出量の減少幅	-	-	2015年比22%減	2015年比40%減
	単位工業付加価値当たりの水消費量の減少幅	-	-	2015年比23%減	2015年比41%減
	工業固体廃棄物総合利用率（%）	62	65	73	79

※1 一定規模以上製造企業の主要業務収入1億元当たりの有効発明特許数＝一定規模以上製造企業の有効発明特許数/一定規模以上製造企業主要業務収入.
※2 製造業の品質競争力指数は，中国の製造業の品質の総体レベルを反映する経済技術総合指標であり，品質レベルと発展能力の2つの方面の12項目の具体的な指標から得られたものである.
※3 ブロードバンド普及率は，固定ブロードバンド世帯普及率を採用した．固定ブロードバンド世帯普及率＝固定ブロードバンドユーザー世帯数/世帯数.
※4 デジタル化研究開発設計ツール普及率＝デジタル化された研究開発設計ツールを応用した一定規模以上企業数/一定規模以上企業総数（関連データはサンプル企業3万社をもとにしている，以下同様）.
※5 カギとなる工程のデジタル制御率は，一定規模以上工業企業のカギとなる工程のデジタル制御化率の平均値を指す.

出典:[3.3.1−3]

(3) 美的集団によるドイツ KUKA の買収

2016 年 8 月、中国の美的集団(ミデアグループ:Midea Group)は TOB(株式公開買い付け)によってドイツの老舗産業用ロボットメーカー KUKA を買収したと発表した。KUKA は生産プロセスを自動化するとともに、人間とロボットの協業を目指しており、Industrie4.0 で重要な役割を果たしている。その KUKA が中国企業に買収されたため、産業界には大きな衝撃が走った。

中国製造 2025 の実現に向けて動き始めた中国企業からすれば、KUKA の買収は、安く大量に生産する能力には長けているものの、IT の活用では先進国に後れを取っている中国の課題解決に必要な戦略的買収といえる。一方、KUKA はこの買収の目的について、「中国市場」「一般産業市場」「Industrie4.0 に向けた新製品」の 3 つを挙げている。中国企業がドイツの技術を欲しがるのと同じく、ドイツ企業にとっても大幅な成長が見込める中国は何としても押さえておきたい市場と考えられる。中国市場では品質への要求が高まっていることから、KUKA のロボットも活躍の場が増えていく。また中国の労働賃金上昇などによる自動化ニーズもロボット活用の追い風となる。

(4) ドイツと連携したエコシステムの形成

Industrie4.0 を支えているのが各業界の先進企業から成るエコシステムであることを考えると、中国、ドイツを巻き込んだエコシステムの発展という効果も、この買収がもたらすものと言えるかもしれない。

また、中国の通信機器メーカーである Huawei も、中国製造 2025 を支える IoT プラットフォーマとしての役割を担っていく重要なプレーヤと考えられる。Huawei はハノーバーメッセ 2017、2018 では広い展示スペースに、IoT プラットフォームからドメインのソリューションまでの幅広い展示を行い、存在感を発揮していた。

このように中国製造 2025 はある部分、ドイツと連携し、Industrie4.0 型発展を目指す政策といえる。

3.3.2. インターネットプラス（互聯網＋）

インターネットプラスについては、著者らが公開している既存文献[3.3.2-1]がある。本節ではこれらの文献を取りまとめた内容を紹介する。

(1) シリコンバレー型発展を目指すインターネットプラス

デジタル技術の進展を踏まえて、中国製造 2025 と並ぶ国家政策として立案されたのが、インターネットプラスである。2015 年 3 月の全人代の中で、モバイルインターネット，クラウドコンピューティング、ビッグデータ、IoT、AI などの発展を推進し、将来的には中国製造 2025 と組み合わせることによる製造業の発展を目指すとともに、電子商取引、インダストリアルインターネット、インターネットバンキングなどの健全な発展を促進することで、インターネット企業による国際市場の開拓を導くことを目的として策定された。

個人データを集約して活用するプラットフォーマとしてインターネット分野の市場を席巻している GAFA にみられるシリコンバレー型ともいえる政策で、中国製造 2025 が B2B のビジネスモデルを対象としたものであるのに対し，インターネットプラスは B2C を対象とした政策であることに特徴がある。

全世界のインターネットユーザ数は 30 億人を超えたとされているが、その中で中国は7億人を超える世界最大のインターネットユーザを擁している。特に個人利用については先進的で、９割以上がモバイルインターネット利用者であり、B2C のインターネットサービス市場が発展する土壌があったといえる。

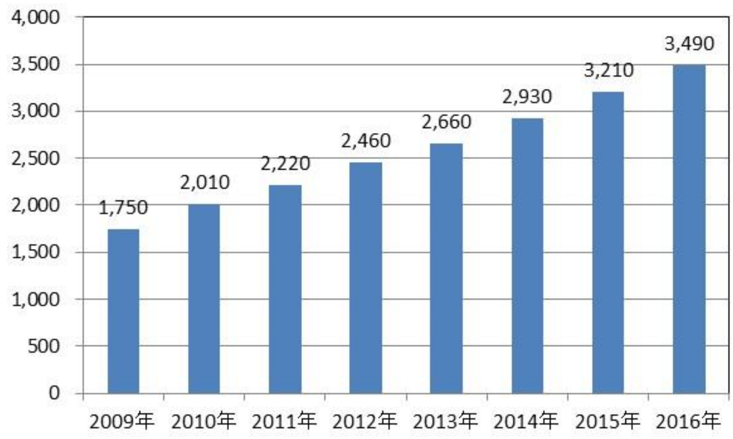


図 3.3.2-1 インターネットの利用者数

出典:情報通信白書 for Kids を元に作成

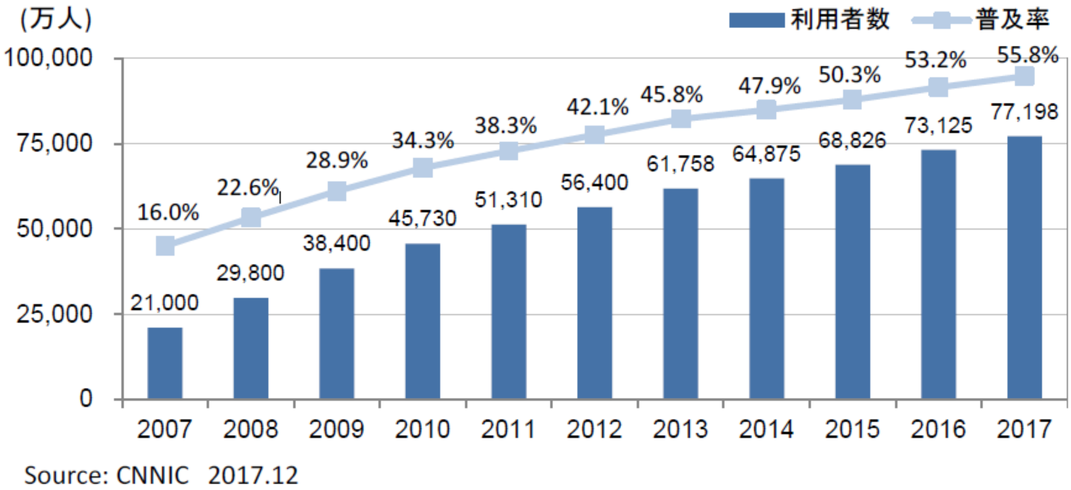


図 3.3.2-2 中国のインターネット利用者数とインターネット普及率

出典:[3.3.2-2]

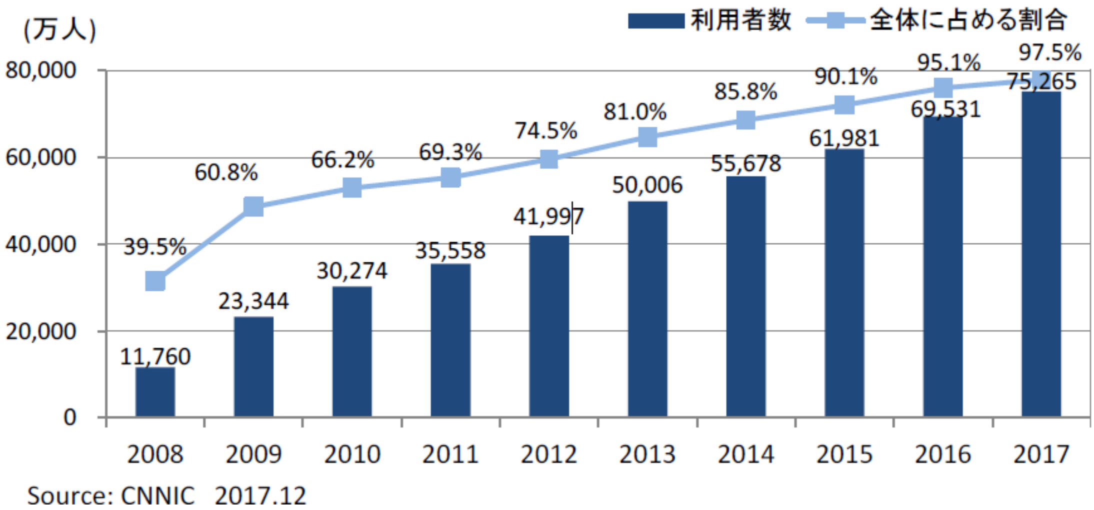


図 3.3.2-3 中国のモバイルインターネット利用者数と全体に占める割合

出典:[3.3.2-2]

(2) 台頭する中国のインターネット企業（BAT）

中国ではインターネットの一般利用は 1990 年代後半から始まっている。中国政府は段階的にインターネットに対する規制を強め、2007 年より Google、Facebook、Amazon など、影響力の大きないくつかの米国系のインターネットサービスを順次国内で遮断した。その遮断の前から、検索エンジンについては百度(バイドゥ:Baidu)、電子商取引については阿里巴巴(アリババ: Alibaba)、ソーシャルネットワークサービス(SNS)については騰訊(テンセント: Tencent)が中国国内向けのサービスを提供していたが、外資系のライバル企業のサービスが遮断されたことにより、それぞれの分野で独占的な地位を占めるようになった。

この 3 社は多くのサービスを組み合わせ、幅広いインターネットサービスを提供するに至り、現在では中国のインターネット業界で巨大企業に成長し、大きな存在感を示している。この 3 社は、その頭文字を取って BAT と呼ばれる。

BAT の 3 社は、マサチューセッツ工科大学(MIT)が毎年発表する「世界で最もスマートな企業トップ 50」に 2015 年以降揃ってランクインしている。2017 年版では 50 社のうち 9 社を中国・台湾企業が占めており、日本企業のランクインはない。(2016 年版はトヨタ自動車、ファナック、Line の 3 社がランクインしていた。)

また、近年は中国の AI ベンチャーの台頭も目立つ。そしてその戦略は徹底したオープン志向である。中国が強調しているのは安全性を確保するメカニズムの必要性であるが、そこで課題になるのは「透明性」である。AI が政治としても産業としても利用されるようなことがあれば、これらを悪用することにつながりかねない。オープンであれば監視が可能となるため、AI のリーダー国がオープン戦略で手を組んで、技術を共同で利用することが重要だというのが中国の主張である。

表 3.3.2-1 世界のスマートな企業トップ 50　2017 (MIT)

1	エヌビディア	Nvidia	アメリカ
2	スペースX	SpaceX	アメリカ
3	アマゾン	Amazon	アメリカ
4	トゥウェンティー・スリー・アンド・ミー	23andMe	アメリカ
5	アルファベット	Alphabet	アメリカ
6	アイフライテック	iFlytek	中国
7	カイト・ファーマ	Kite Pharma	アメリカ
8	テンセント	Tencent	中国
9	リジェネロン	Regeneron	アメリカ
10	スパーク・セラピューティクス	Spark Therapeutics	アメリカ
11	フェイス・プラス・プラス	Face ++	中国
12	ファースト・ソーラー	First Solar	アメリカ
13	インテル	Intel	アメリカ
14	クアナジー・システムズ	Quanergy Systems	アメリカ
15	ヴェスタス・ウィンド・システムズ	Vestas Wind Systems	デンマーク
16	アップル	Apple	アメリカ
17	メルク	Merck	アメリカ
18	カーボン	Carbon	アメリカ
19	デスクトップ・メタル	Desktop Metal	アメリカ
20	アイオニス・ファーマシューティカルズ	Ionis Pharmaceuticals	アメリカ
21	ガマロン	Gamalon	アメリカ
22	イルミナ	Illumina	アメリカ
23	フェイスブック	Facebook	アメリカ
24	ユダシティ	Udacity	アメリカ
25	DJI	DJI	中国
26	メルカドリブレ	MercadoLibre	アルゼンチン
27	マイクロソフト	Microsoft	アメリカ
28	リゲッティ・コンピューティング	Rigetti Computing	アメリカ
29	キンドレッドAI	Kindred AI	アメリカ
30	ソフィア・ジェネティクス	Sophia Genetics	スイス
31	テスラ	Tesla	アメリカ
32	オックスフォード・ナノポア	Oxford Nanopore	イギリス
33	フォックスコン	Foxconn	台湾
34	エム・コパ	M-KOPA	ケニア
35	フォーオールセキュア	ForAllSecure	アメリカ
36	フリップカート	Flipkart	インド
37	ブルーバード・バイオ	Bluebird Bio	アメリカ
38	アディダス	Adidas	ドイツ
39	IBM	IBM	アメリカ
40	ゼネラル・エレクトリック	General Electric	アメリカ
41	アリババ	Alibaba	中国
42	HTC	HTC	台湾
43	ブルー・プリズム	Blue Prism	イギリス
44	ジュミア（アフリカ・インターネット・グループ）	Jumia （Africa Internet Group）	ナイジェリア
45	ベリタス・ジェネティクス	Veritas Genetics	アメリカ
46	ダイムラー	Daimler	ドイツ
47	セールスフォース	Salesforce	アメリカ
48	スナップ	Snap	アメリカ
49	アント・フィナンシャル	Ant Financial	中国
50	バイドゥ	Baidu	中国

出典:[3.3.2-3]を元に作成

(3) シリコンバレー型を模した中国独自の B2C サービスの発展

中国ではインターネットを利用した電子商取引が発達している。電子商取引が発達したのは、微信支付(ウィーチャットペイ:WeChatPay)や支付宝(アリペイ:Alipay)に代表されるような第三者決済機能が付加された安全な決済方法や、小口荷物の配達サービスが普及し、電子商取引のインフラとして利用されていることが大きく寄与していると考えられる。そして、このような顧客体験の広がりと、決済、物流などのインフラの普及が、近年発達した、オンラインとオフラインをつなげる Online-to-Offline (O2O)サービスの基盤となっている。

この O2O サービスについても、中国版 Uber といわれる滴滴出行(ディディチューシン:DiDi Chuxing)や中国版 Airbnb といわれる途家(トゥージア:Tujia)、フードデリバリー大手の餓了麼(ウーラマ:Ele.me)など中国独自のサービスが成長している。

(4) 国民を担い手とするイノベーション推進

中国の経済政策においてイノベーションが重要な課題となる中、その具体的な推進政策についても発表されている。

李首相が 2014 年 9 月のダボス会議で提起した「大衆創業・万衆創新(双創)」(大衆の起業・万民のイノベーション)というスローガンには、2018 年末までに国民による起業・イノベーションのモデル拠点を 28 カ所建設し、市場活力があふれる起業・イノベーション支援プラットフォームを構築すると記されている。このイノベーションの担い手が企業でなく国民であるということがポイントである。科学技術振興の延長にある技術革新を追求するのではなく、ユーザ起点のイノベーション、社会課題に対するイノベーションという、最近の世界的なイノベーションの流れに沿った捉え方である。これは、O2O サービスの急拡大の背景にもなっていると思われる。

(5) 中国の政策を支えるもの

2017 年 10 月に開かれた 5 年に一度の中国共産党大会においても、習国家主席は国内企業の強化と拡大を明確に打ち出している。そしてこの中でも、中国建国 100 年にあたる 2049 年には経済、軍事、文化などの総合力で欧米と並ぶ世界のトップクラスとなる長期構想を示している。

共産党が支配する中国では政治と経済は切り離せない。更にレガシー資産が無くゼロベースで新たな発展に取り組めるという利点がある。国家主導でゼロベースの発展と国内企業の強化・拡大を推進しているというスピード感が相乗効果となり、中国は急速な発展を遂げつつある。

中国の政策は欧米企業が席巻している世界の市場を見据え、世界最大ともいわれる顧客層を対象としたサービスを国内で拡げつつ力を蓄えた国内企業が、いずれ先進国に追いつき世界市場の覇権を握ることを睨んだ準備を行うためのものとも考えられる。

3.4. 日本

3.4.1. Connected Industries

Connected Industries については、著者らが公開している既存文献[3.4.1-1][3.4.1-2]がある。本節ではこれらの文献を取りまとめた内容を紹介する。

(1) Society 5.0

産業の変革の中、日本では「科学技術基本計画」の中で、社会そのものが新しい技術によって変革する「Society 5.0」を訴えてきた。

「Society 5.0」とは、狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続く、新たな社会の実現に向けた取り組みである。目指す姿は、サイバー空間と現実世界が高度に融合した「超スマート社会」であり、この実現に向けた取り組みを進める方針を示してきた。

超スマート社会とは「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会のさまざまなニーズにきめこまやかに対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といったさまざまな違いを乗り越え、生き生きと快適に暮らすことのできる社会」だとしている。

(2) Connected Industries

2017 年 3 月、日本政府は未来に向けて日本の産業が目指す新コンセプト「Connected Industries」（コネクテッド・インダストリーズ）を発表した。

「Connected Industries」は、「様々なつながりにより新たな付加価値が創出される産業社会」のことであり、第 4 次産業革命をふまえたものである。

ドイツハノーバーで開催された CeBIT（国際情報通信技術見本市）2017 に日本はパートナー国として参加し、安倍総理大臣や世耕経済産業大臣が出席. 第 4 次産業革命に関する日独協力の枠組みを定めた「ハノーバー宣言」に署名し、人、機械、技術が国境を越えてつながる「Connected Industries」を進めていく方針が宣言された。

「Connected Industries」における“つながり”としては、「モノとモノ（IoT）」「人と機械やシステム」「人と技術」「国境を越えた企業と企業」「世代を超えた人と人」「生産者と消費者」があげられており、日本の強みである高い技術力や高度な現場力を活かすとともに、こうした“つながり”により、協働・共創、技能や知恵の継承、付加価値の創造を目指している。

施策の方向性としては、「人と機械・システムが対立するのではなく、協調する新しいデジタル社会の実現」「協力と協働を通じた課題解決」「人間中心の考えを貫き、デジタル技術の進展に即した人材育成の積極推進」の 3 つが柱となっている。

2017 年 10 月には、世耕経済産業大臣より、日本の産業の未来像である「Connected Industries　東京イニシアティブ 2017」が発表された。これにより「Connected Industries」の 5 つの重点取組分野について具体的な方針が打ち出され、日本の取り組み方針も明確化されることになった。

2019 年の主要 20 カ国・地域（G20）首脳会議が、日本で開催されることになり、日本の第 4 次産業革命の動きが加速されることが期待される。

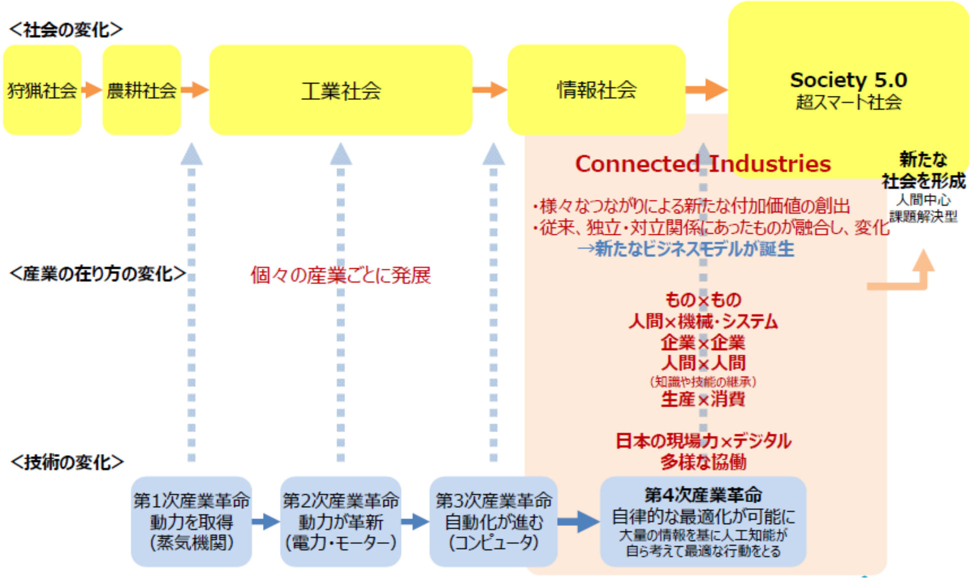


図 3.4.1-1 Society 5.0 につながる Connected Industries

出典：[3.4.1−3]

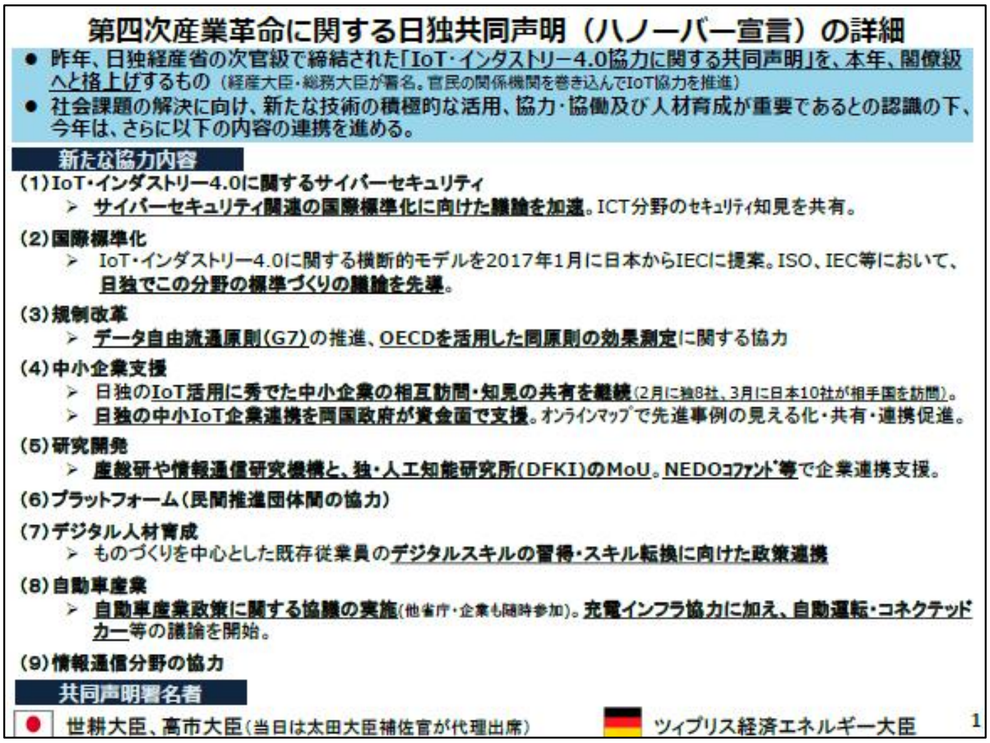
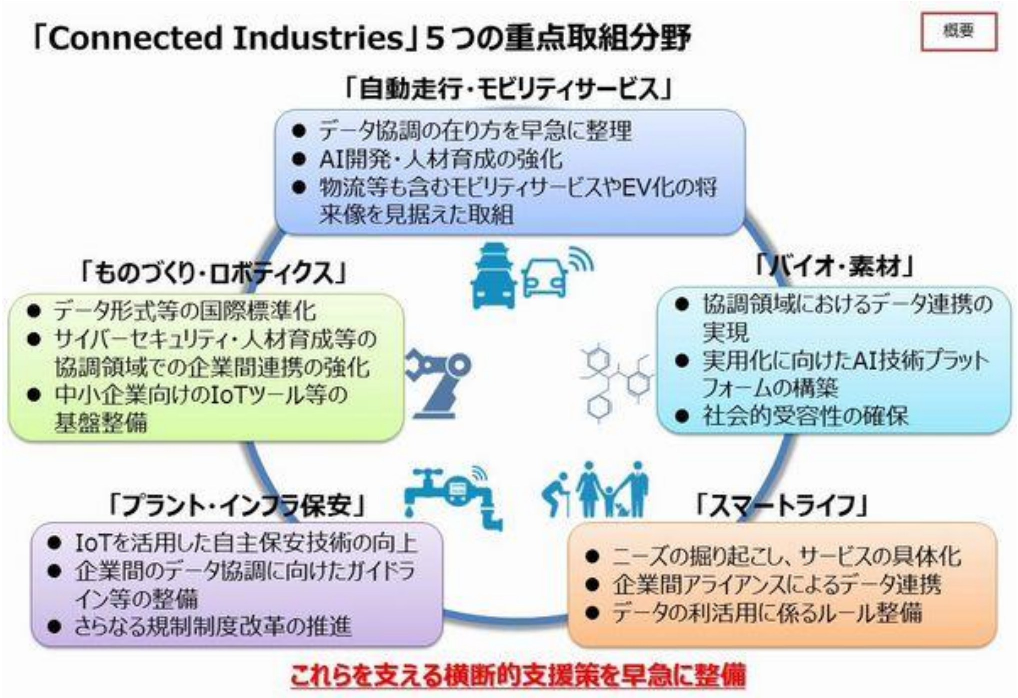


図 3.4.1-2 第四次産業革命に関する日独共同声明（ハノーバー宣言）の詳細

出典：[3.4.1-4]



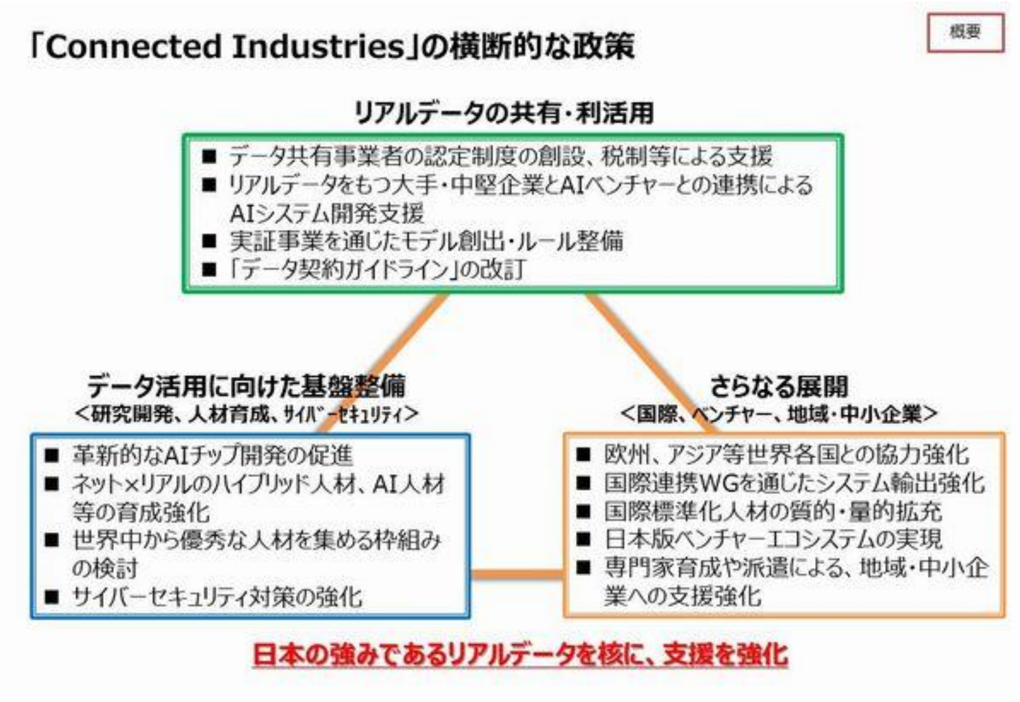


図 3.4.1-3「CONNECTED INDUSTRIES」東京イニシアティブ 2017

出典:[3.4.1-5]

3.4.2. IVRA

IVRA については、著者らが公開している既存文献[3.4.2-1]がある。本節はこれらの文献を取りまとめたものである。

第 4 次産業革命の技術概念を戦略的に実現するための日本のスマート・マニュファクチャリングの「標準化」の取り組みとして、一般社団法人インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ（IVI: https://iv-i.org/）が提案し、

国際的にも高く評価されている“IVRA (Industrial Value Chain Reference Architecture)-Next”（以下 IVRA）について紹介する。

(1) IVI が推進する「ゆるやかな標準」とは

IVI は、一般社団法人 日本機械学会 生産システム部門の「インターネットを活用した「つながる工場」における生産技術と生産管理のイノベーション研究分科会（P-SCD386）」が母体となり、法政大学デザイン工学部 教授の西岡靖之氏（現 IVI 理事長）を発起人として、第 4 次産業革命における日本の取り組みの加速化に向けて 2015 年 6 月に設立された（翌 2016 年 6 月に一般社団法人化）。日本の製造業にとっての強みは「人」「現場」にあり、「人がカイゼンすること」がそのポイントである。日本の強みを組み込んだものづくりの新たな姿を作り上げていくことが IVI 設立の目的である。

日本には、規模は小さいが得意技術を活かしたものづくりに長け、世界的なシェアが高い中小企業が多数ある。また、大企業の各製造現場においても匠（たくみ）と呼ばれる高度熟練労働者が存在するなど、ものづくりにおける強みが現場レベルの各所で保持されている。一方、中小企業では従業員のほとんどが製造技術者で IT 技術者が少なく、製造現場での IT 活用は未だこれからという企業が多く、また大企業でもそのカイゼンは現場ごとに行われ、なかなか全体最適が実現されないといった課題もある。

IVI では、こういった課題に対応するために「業務シナリオワーキング」として、「データによる品質改善」、「IoT による予知保全」、「匠の技のデジタル化」などのテーマで IoT 時代の製造業の課題と対処のケーススタディや実証実験を、「企業を超えて」共有する取組みを行っている。これらのワーキンググループごとに作成されたリファレンス・モデル（参照モデル）をもとに、共通的なリファレンス・モデルを作成し日本のものづくりの現場力を生かした「ゆるやかな標準」を実現しようとしている。

この「ゆるやかな標準」をベースとしたリファレンス・アーキテクチャが“IVRA”である。

(2) 日本発のリファレンス・アーキテクチャ “IVRA”

2016 年度に IVI はこうして培った日本のものづくりの現場の課題・ノウハウに基づく“IVRA”をグローバルに向けて提案し、2017 年のハノーバーメッセなどで公開した。翌 2017 年度にはそれを発展させた“IVRA-Next”を提案し、2018 年のハノーバーメッセなどで公開した。海外に向けたアーキテクチャの提案を行うことで、IEC (International Electrotechnical Commission)などの標準化団体でも日本のリファレンス・アーキテクチャが認知されるようになっている。

図 3.4.2-1 ハノーバーメッセ 2018 で IVRA-NEXT の講演を行う IVI 西岡理事長

(3) "IVRA" がものづくりをとらえるための基本軸

"IVRA"では、スマートなものづくりを実現するための共通的な要件として「つながる化によるバリューチェーン」「ゆるやかな標準を用いた自律的協調」「プラットフォームによるエコシステム」の 3 つを挙げている。更に、製造業の階層を「経営レイヤー」「活動レイヤー」「オペレーションレイヤー」の 3 つに分け、経営レイヤーにおける基本軸として「製品軸」「サービス軸」「知識軸」の 3 つの軸での活動を行っていると定義している。これらの軸を通した活動の基本単位を、後述する"スマートものづくり単位（"SMU（Smart Manufacturing Unit）"）と呼んでいる。

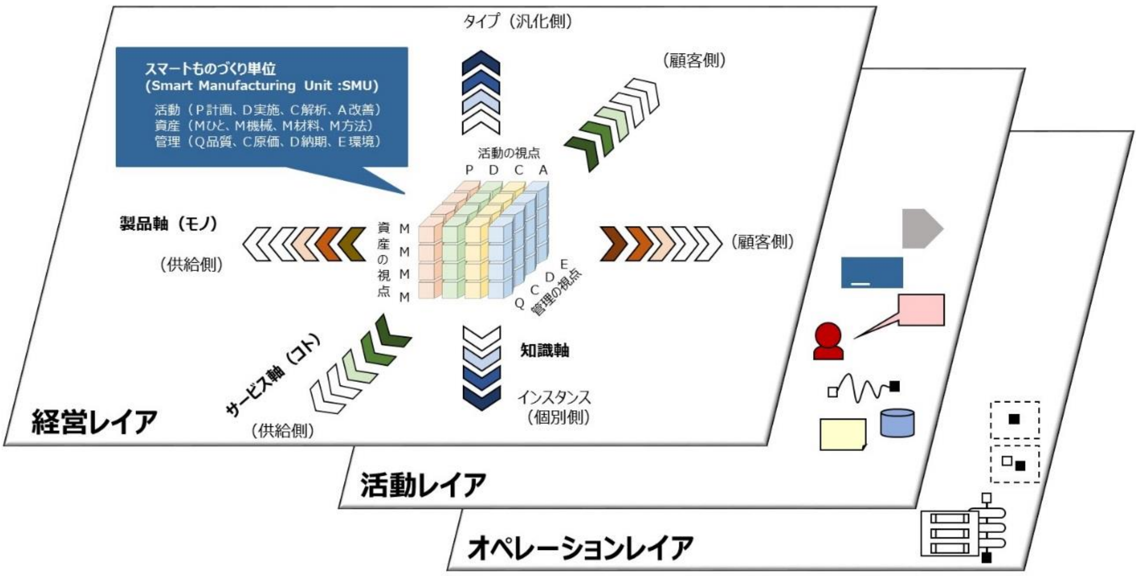


図 3.4.2-2 ものづくりの3つのレイヤーと基本軸

（出典：IVI 提供）

(4) データを介した様々なサイクル

これらの基本軸をベースに、製造業ではさまざまな活動をサイクル化して進めていると考えている。製品軸の場合は、「製品サプライサイクル」「工程サービスサイクル」「製品ライフサイクル」「工場ライフサイクル」の 4 つのサービスを中心にものづくりのサイクルは回っていると定義している。さらに長期のサイクルとしては、企業そのもののライフサイクルなども存在する。

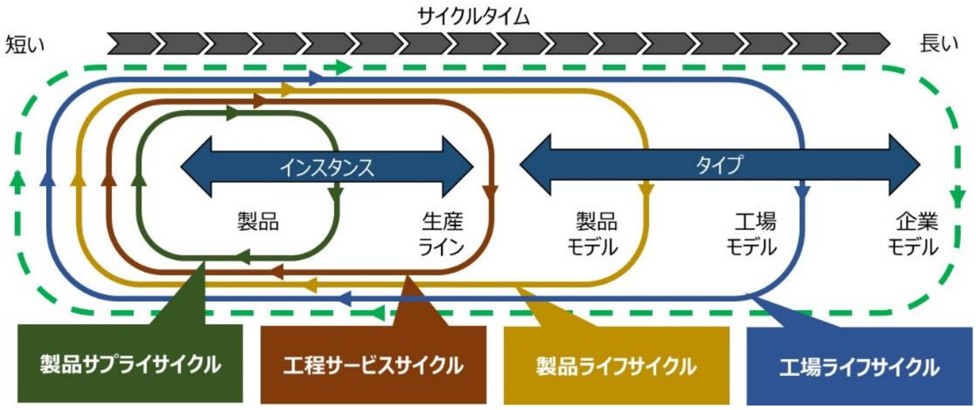


図 3.4.2-3 データを介した様々なサイクル

（出典： IVI 提供）

(5) “IVRA” におけるスマートものづくり単位 “SMU”

“IVRA”の大きな特徴は、日本の強みである現場・人主導のカイゼンに着目している点であり、これが欧米のリファレンス・アーキテクチャとの大きな違いである。

“IVRA”の基本単位である“SMU”は、ドイツの Industrie4.0 のリファレンス・アーキテクチャである“RAMI4.0”と同様の 3 次元の立方体で表現される。“RAMI4.0”の場合はこの単位がバリューチェーンやエンジニアリングチェーン全体であるのに対し、“SMU”はものづくりの最小単位となっており、これが 3 つの軸の単位の違いにも表れている。“SMU”は、自律的に行うカイゼン活動や、ものづくりなどを担う組織の中で、独自の意思決定の指標を持ちつつも、社内外の組織/企業などとも連携し、協調して活動をするための最小単位である。小規模製造業なら、企業1つがまるまる1つの“SMU”となるが、大企業の場合は、製品系列や SKU（Stock Keeping Unit）の単位、工場のなかの作業エリア単位が“SMU”と定義できる場合もありうる。

つまり、この“SMU”1つ1つは、冒頭に記載した中小企業 1 社 1 社のものづくりの強みや、大企業の個々の現場ごとのものづくりの強みを表現している。欧米企業はトップダウンで、トップの強烈なリーダーシップで変革を推進しており、これが彼らのスピード感に結びついているが、日本の製造業は現場主体の段階的なカイゼンを得意としている。このカイゼンを実現するために、段階的な標準化を実現する「ゆるやかな標準」と合わせて変革の原点を現場の 1 つ 1 つの動きととらえていることが“IVRA”の特徴といえる。

“SMU”では、高さ方向を「資産の視点」とし、ひとレベル、方法レベル、製品レベル、機械レベルの 4 つの段階（4M）に分類している。横方向の軸については「活動の視点」とし、計画（Plan）、実施（Do）、解析（Check）、改善

（Act）という PDCA サイクルで示している。そして奥行き方向については「管理の視点」とし、品質（Q）、原価（C）、納期（D）、環境（E）という QCDE 活動で示している。

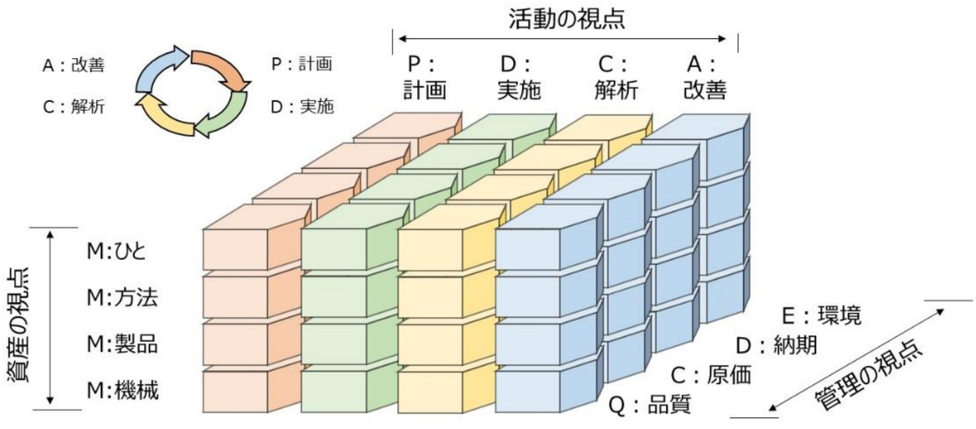


図 3.4.2-4 スマートものづくり単位（SMART MANUFACTURING UNIT :SMU）

（出典：IVI 提供）

(6) 新たな改善手法“EROR サイクル”の提案

製造業における改善手法といえば PDCA が一般的である。通常の改善サイクルでは PDCA は効果を発揮するが、大きな革新につなげていくためには、新たなアプローチが必要であると考え、IVI は“EROR サイクル”という新たなスパイラル型の改善手法を提案している。

“EROR サイクル”は、問題発見（Exploration）、 問題共有（Recognition）、課題構成（Orchestration）、課題解決（Realization）の 4 つのステージによって構成される。まずは悩みごとを観察し、問題を発見し、現在地を把握する。そしてそれを共有し理想の姿を描き、その理想に近づけるためのゴールを設定し、その解決に取り組むというような流れを想定したものとなっている。

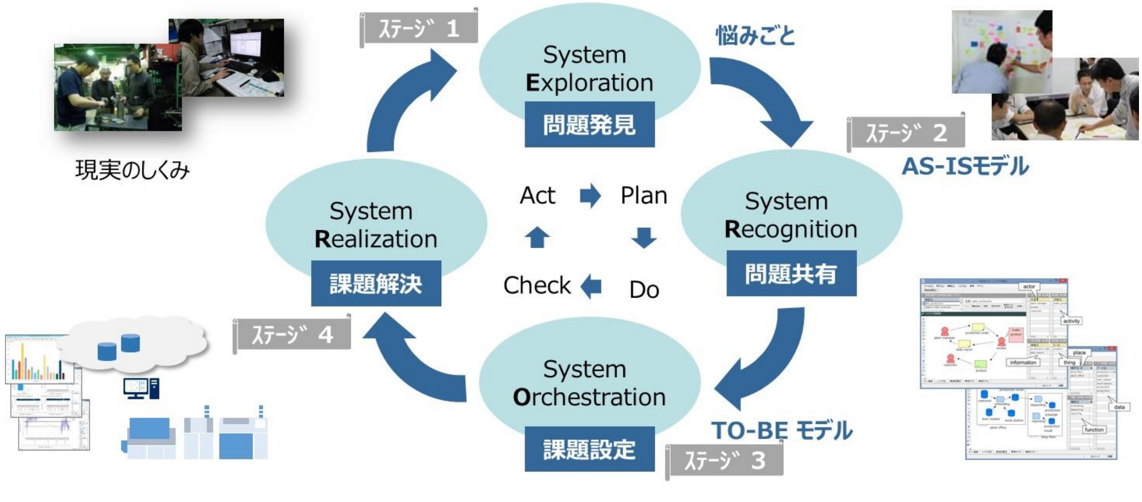


図 3.4.2-5 EROR サイクル

（出典：IVI 提供）

(7) “スマート移送単位” でサプライチェーンやエンジニアリングチェーンを表現

ものづくりを実行する基本単位である“SMU”で行われる活動は、サプライチェーンやエンジニアリングチェーンなどをたどり、最終的な利用者のもとに届いて、はじめてその価値が発揮される。

“IVRA”では、製造業におけるサプライチェーンやエンジニアリングチェーンなどを表現するために、“SMU”をいくつか組み合わせ、“SMU”間での役者（人）、モノ、情報、データ、価値などの移動を管理する単位“スマート移送単位（Portable Loading Unit：PLU）”を定義している。

“SMU”間でのやり取りがどう移動していくのかを表現することで、スマート・マニュファクチャリングの効率的な実現を目指している。

例えば、IVI では中小企業が連携した「つながる町工場」の取り組みが進んでいる。個々の“SMU”レベルの強みを持った中小企業が連携し、ワンストップでの受注や進捗管理を行うことで 1 社では実現できなかった案件対応を実現しているが、ここで重要となるのは、企業間で見積・提案時の設計情報の共有や相互カイゼンをサイバー空間で共有していくことである。役者（人）、モノ、情報、データ、価値などが相互に共有され、どこに自社の強みが発揮できるかを相互理解できること、そしてそれをバーチャル空間で共有できることが「つながる町工場」の取り組みの基本となっている。

大企業においても、製造工程において工程ごとに生産性や品質を向上していく取り組みは勿論重要であるが、自工程で発生した不良品を次工程にまわさずに廃棄できれば次工程以降で不良仕掛品を加工するといった無駄な作業を回避することが可能となる。

こういった部分最適からボトムアップで全体最適を実現しようとする取り組みを支えるのが“PLU”である。

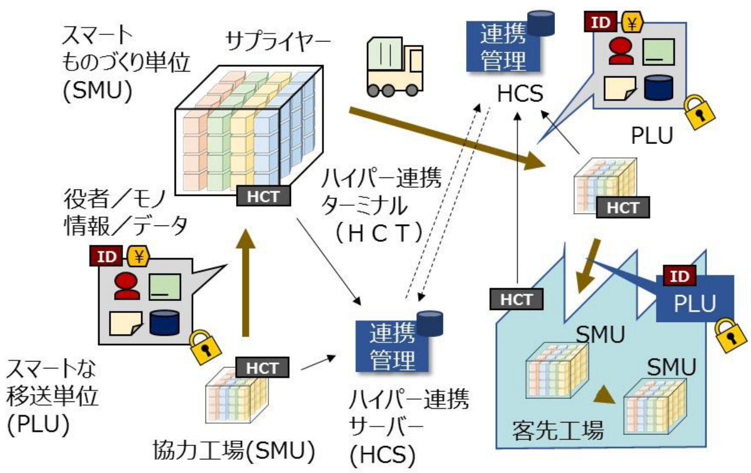


図 3.4.2-6 スマート移送単位（PORTABLE LOADING UNIT：PLU）

（出典：IVI 提供）

(8) 欧米のリファレンス・アーキテクチャとの違い

“RAMI4.0”や IIC のリファレンス・アーキテクチャである“IIRA”などに比べ、“IVRA”は、“SMU”などで示されるように、具体的な人の作業などを織り込める「ボトムアップ」が特徴であるといえる。

人の力を最大化することで現場力を高め、成長を遂げてきた、日本の製造業の強みを維持・発展するための新たなリファレンス・アーキテクチャを世界に発信することで、「日本のものづくり」の価値を織り込んだスマート・マニュファクチャリングの枠組みが実現できる土壌が整ってきたと考える。

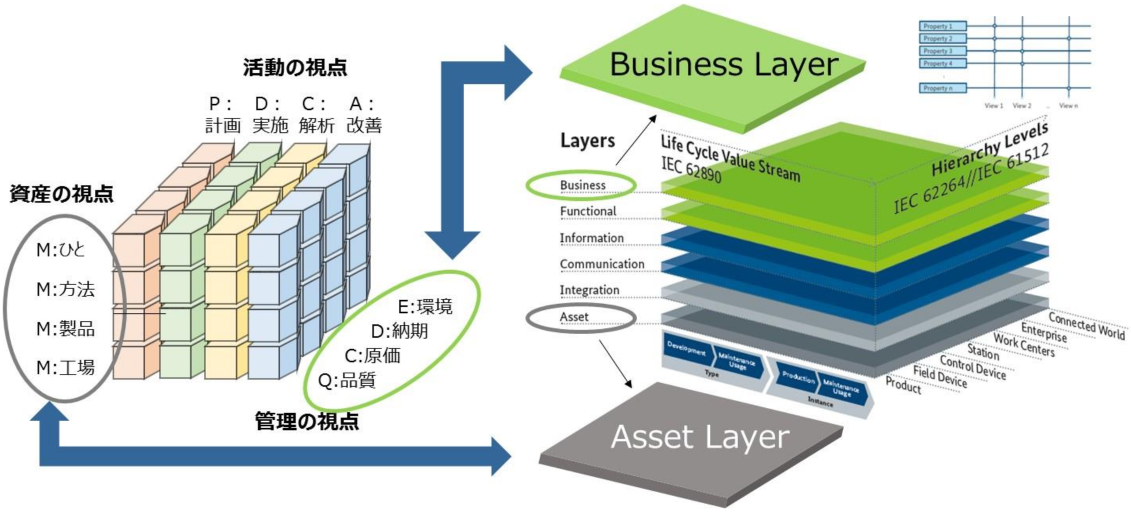


図 3.4.2-7 RAMI4.0 と IVRA とのマッピング

（出典：IVI 提供）

(9) IVI が目指す “IVRA” を活用した製造業の未来像

欧米では新しいものづくりのあり方をトップダウンで行う、スマート・マニュファクチャリングが提唱されている。一方、日本のものづくりは人や現場が基点となった改善活動を主体に発展を遂げてきた。

“IVRA”は IVI がこういった日本のものづくりの考え方を取り入れて世界へ向けて発信しているものである。“IVRA”は、日本の製造業の強みを維持・発展し、グローバルにもその良いところを活用してもらうことを目指している。

日本の製造業のスマート・マニュファクチャリングの取り組みを推進していくためには、企業間や部門（現場）間で共通課題と異なる課題を明確化することが重要であるが、中小企業や大手企業の各現場が個別に IoT リソース（人材）、仕組み（クラウドなど）、データ活用などを実現することは困難と思われる。これらを共有化し、協働化を進める（各社、各現場持ち帰りとせず、集まった場所で、みんなで解決する）ことが解決のポイントになる。従来は大企業がクロスファンクショナルチームや大部屋方式などでこれに取り組んできたが、こういった日本型のリファレンス・アーキテクチャを用いることで、これが共通言語となりバーチャル空間で取り組みを推進することが可能となると考える。

さらに、これらの課題を解決するプロジェクトを進めるためには、IT 部門だけが行ったり、既存のユーザ部門が単独で対応したりする場合が多くみられるが、複数企業や企業内の複数の部門が連携して取り組む必要がある。“IVRA”は企業間や部門間での取り組みの共有化や共同化を進めるためにも有効なツールと言える。

3.4.3. PF 連携

(1) 背景

我が国の製造業の特長は、生産現場に多くのノウハウが存在し、優秀な現場の作業者が、そのノウハウを活用して、つねに新たな「カイゼン」活動を行うことにより、様々な製造に関する質、量、時間、に関する向上を行っていることである。ただし、それらノウハウは現場に点在しており、互いに連携して活用されることは少なかった。IoT化の流れの中で、データ活用の重要性が注目を浴びている。欧米では、データのクラウドへの集約と強力なプロセッシング能力を用いた解析により、製造業のさらなる革新を図っている。これは、人的な移動が激しいことを背景としての、現場にノウハウが溜まらない社会構造や、情報流出を防ぐために意図的に現場から情報を引き離すための方策と考えられる。しかし、我が国の製造業では、前述のように現場の作業員の定着率は高く、また、能力も高い。そのため、欧米とは異なる方策をとる必要がある。

上記のような状況の下では、いかに現場に情報を集め、それを活用しやすい環境を与えるかが重要となってくる。また、生産現場の情報は、一般的なビッグデータの情報と性格が異なる。一般的なビッグデータの情報は、広範囲からの膨大なデータを扱うが、各データソースからのデータの時間的な密度は小さい。一方、製造現場から上がるデータは、データソース数は少ないが、時間的な密度が高い。そのため、全ての情報を直接 IT 系に引き上げる構成にすると、通信系や IT 系の処理に膨大なコストがかかってしまう。それを解決するには、現場情報に前処理を行い、IT 系に必要な情報のみを送る、エッジ・コンピューティングの機能が有効である。特に我が国のように、現場にノウハウが蓄積されており、さらにそれを活用できる環境にある場合、現場情報をエッジレベルで如何に効果的に活用するか、活用できる環境を構築できるか、が重要である。

ここにおいて、エッジレベルに蓄積されているデータを相互活用できると、さらにデータ活用の効果が高まる。しかし、工場現場でエッジ・コンピューティングを行うためのプラットフォームには様々なものが使われており、異なるプラットフォーム間で直接情報のやり取りを行うことは難しい。また、それらのプラットフォームを統一することは、事実上不可能である。そのため、プラットフォーム間で情報交換を行う共通の方法論を決め、様々なプラットフォーム間で容易に情報交換可能とすることが、解決策として現実的と考えられる。

(2) 製造プラットフォーム・オープン連携事業

2017 年度に経済産業省の「ものづくり・ロボティクス」分科会の活動として発足した「製造プラットフォーム・オープン連携 WG」では、エッジ・プラットフォーム間の情報連携の実現に向けて検討を行った。このプロジェクトの目的は、上述のように、現場での情報の活用と、現場間における情報交換によるその活性化である。図 3.4.3-1 に、そのイメージを載せる。

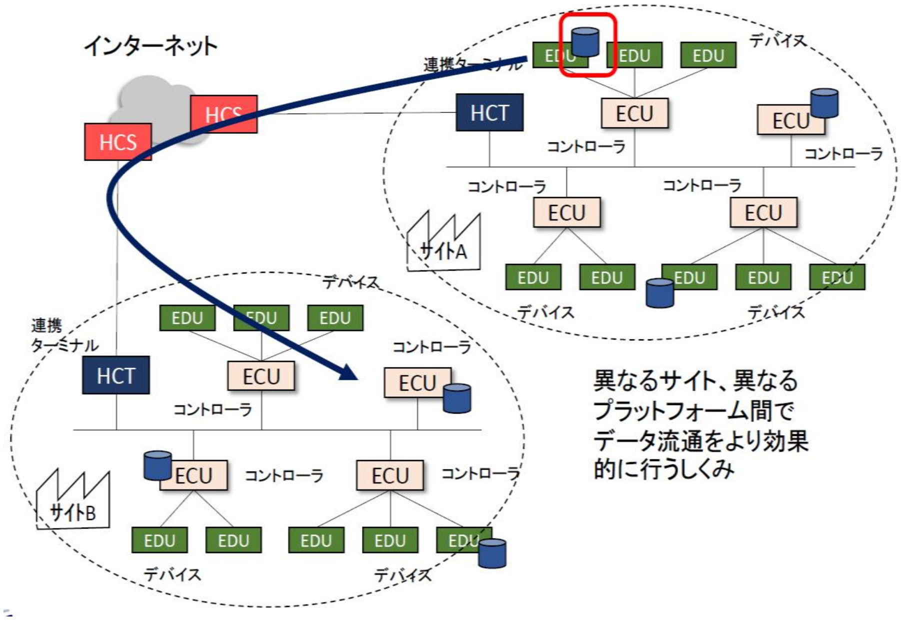


図 3.4.3-1 異なるプラットフォームをつなぐ

このような機能を実現するにあたり、必要な技術を以下に列挙する。このプロジェクトでは、その技術開発と共に、実証試験、商用化の検討を実施する。

① 通信系:エッジ間では複数のサーバを介してデータ転送されることが想定される。その場合でも、セキュアな「通信系」を提供する必要がある。

② 辞書管理:交換されるべきデータは、各プラットフォームで独自の名称やフォーマットを採っていると予想されるため、そのままでは互いに利用できない。そのため、それらを変換する「辞書」を提供することが必要となる。

③ 契約:データの開示側にとって、開示するデータの特定などの取り決めが必須である。ただし、契約には人による判断も必要であるため、データ交換にあたって毎回取り決めを行うことは現実的ではない。そのため、事前に取り決めを行い、データ交換時にはその取り決め通りのデータのみ授受するような、「契約」に関する機能が必須となる。

(3) 基本構成と通信系

その実現のためのシステム基本構成を　　　　　図 3.4.3-2 に示す。また、同図にある各略号の意味を、以下に記載する。

・HCS(連携サーバ:Hyper Connection Server)

インターネット上に配置され、配下の連携ターミナルとの通信を行うと共に、他のサーバーとの通信により、多様なサイト間の連携を可能とする。

・HCT(連携ターミナル:Hyper Connection Terminal)

各サイトのプライベートなネットワーク内に位置し、ローカルな IP アドレスを持つ。外部のインターネットとは、あらかじめ設定した HCS とのみ通信する。

・ECU（エッジコントローラ:Edge Control Unit）

各サイト内で、それぞれの目的に応じて利用するデータを管理しデータ処理制御する装置。HCT を介して、他のサイトからデータを取得あるいは提供する。

・EDU（エッジデバイス:Edge Device Unit）

物理的な世界からデータを取得するセンサ、あるはデータを物理的な世界に適用するアクチュエータに付随して、データの起点と終点となる機器。

・EAU（エッジアプリケーション:Edge Application Unit）

ソフトウェアの実行を主体とした機器。

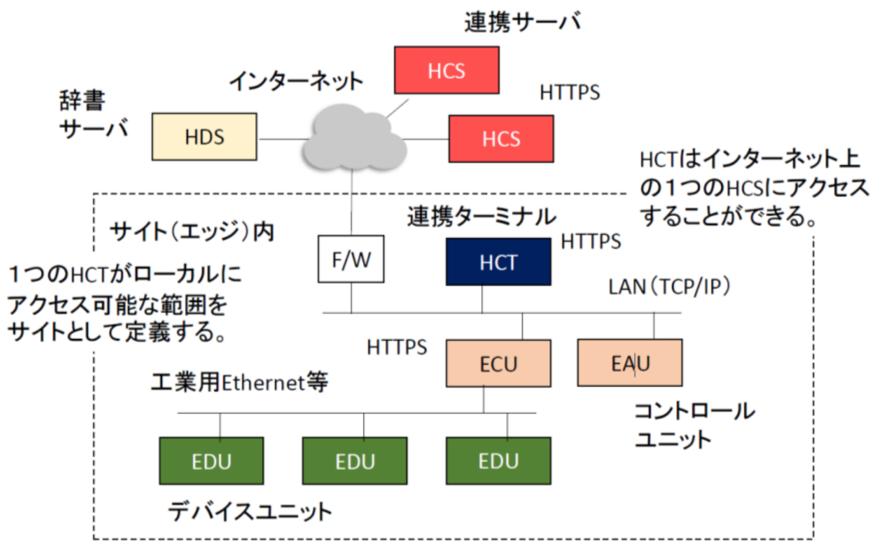


図 3.4.3-2 製造プラットフォーム・オープン連携のためのシステム基本構成

データソースである ECU と EAU は、プラットフォームの窓口となる HCT から HCS 網を介してセキュアにデータを交換する。また、交換されるデータは、各プラットフォームで独自の名称やフォーマットを採っていると予想されるため、HCT にて辞書を用いてマッチングをかける。データ交換の前に、契約処理を行い、辞書変換と交換するデータの設定を行うことにより、上記機能を実現できる。なお、ECU と EAU は高度な情報処理を実施できる機器としての位置づけであり、この機構を利用することができる。一方、EDU は、情報収集や制御などの処理は可能であるが、情報処理は苦手な機器を想定しており、ECU を介してこの世界に入る。ECU と EAU はパソコンレベルの情報処理機能を持っていると想定しており、EDU はコントローラレベルの機器を想定している。

また、通信には PUSH 型と PULL 型の 2 種類がある。PUSH 型は、データ提供側からデータ利用側に、提供側のタイミングでデータを送り込む形で転送する。一方 PULL 型は、データ利用側が提供側に利用側のタイミングで要求を発行し、その応答として提供側は利用側にデータを送信する。

(4) 辞書機能

辞書による変換のイメージを図 3.4.3-3 に示す。データの送受信を行う ECU または EAU は、固有のデータ名称等をもっており、それを個別辞書に登録する。契約の際に、各々の個別辞書の内容を共通辞書にマップし、個別辞書 A→共通辞書→個別辞書 B のようにデータ内容をマップする。これにより、データ交換時に個別のシステムに対応するデータ名称で送受信可能となる。

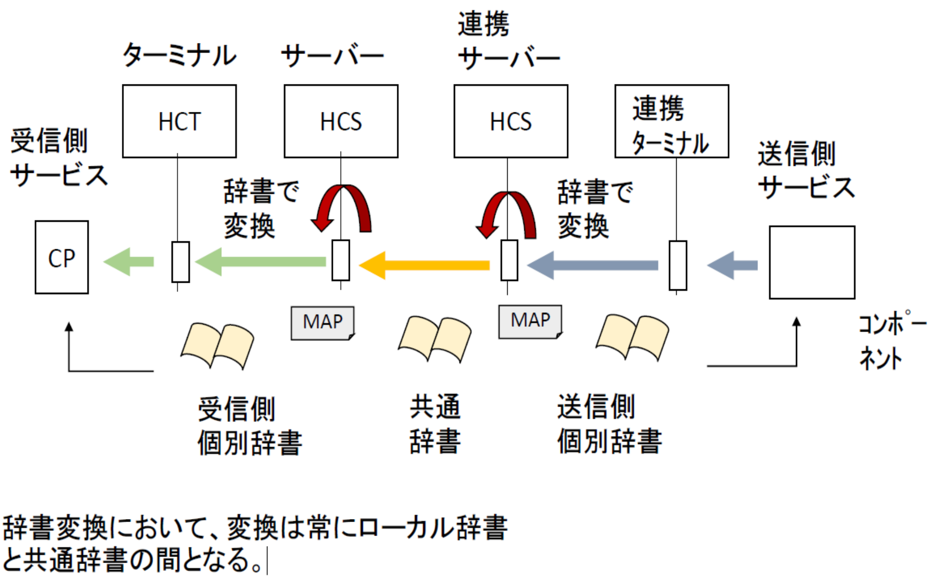


図 3.4.3-3 辞書による変換のイメージ

ここで、辞書の変換メカニズムに関する要件を以下に示す。

- 各サイト、コントローラごとにローカル辞書 ID をもつことができる。データ送信または受信においてローカル辞書 ID を指定しない場合、あるいは共通辞書 ID を指定した場合、対象ターミナルでは辞書変換は行わない。
- ターミナルにデータを設定し送信する場合、およびターミナルからデータを取得する場合は、辞書 ID を指定し、つねにデータモデルを定義しなければならない。
- ターミナルからデータを取得する場合は、自身のサービスモデルを定義しなければならない。ターミナルにデータを設定し送信する場合は、送信先でのサービスモデルを定義しなければならない。
- 定義するデータモデル、サービスモデルは、ローカル辞書 ID と共に設定され、サイト内での共有を前提として再利用する。エンティティ名や属性名などの用語は、連携先では、辞書変換データによって変換される。

(5) 取引契約

取引契約により、開示するデータと辞書によるマッピング方法を規定する。契約方法は、PUSH 型と PULL 型の 2 種類の通信形式で下記のように異なる。

・PUSH 型の通信に関する契約の特徴

情報提供を行う側で自身の個別辞書の特定データと共通辞書の特定データをマッピングし、契約 ID で登録する。これにより、個別辞書にあるデータが共通辞書の形式で提供可能となる。情報利用側は、その共通辞書内容を判定し、その情報を利用したい場合は契約を結ぶ。その場合、新規の契約 ID を用いる。対象となる共通辞書の情報と情報利用側の個別辞書の内容は、情報利用側でマッピングを取る。なお、契約を行う場合は、その情報に関連するプロセスも登録する必要がある。

・PULL 型の通信に関する契約の特徴

情報利用側で自身が必要としている情報を個別辞書内で探し、その辞書内容と共通辞書内容のマッピングをとる。その後、契約 ID を獲得し、さらに共通辞書内容で情報提供側に契約を申し入れる。情報提供側は、申し入れられた共通辞書内容を個別辞書から探し、マッピングを実施し、さらに取引可能と判断した場合、契約を結ぶ。その場合の契約 ID は、情報利用側が送った契約 ID がそのまま使われる。なお、契約を行う場合は、その情報に関連するプロセスも登録する必要があるのは PUSH と同じである。

また、契約に際して、下記の３つのプロファイルが必要となる。個別辞書の内容は、このプロファイルに記載された情報を元に作成する。また、共通辞書は、広く使用されるデータ体系(一般に個別辞書に記載されたもの)を参考に作成されるものである。個別辞書と共通辞書は同じフォーマットで規定される。

・TCP（取引契約プロファイル：Trade Contract Profile）

２つのサイト間で、データ流通の形式や方法、契約内容を定めたもの。データの保存方法、権利の帰属、課金方法、禁止事項なども含む。

・TDP（取引データプロファイル：Trade Data Profile）

メッセージ送信時あるいは受信時にメッセージ内で利用しているデータ定義（DCM: Data Component Model）について共通辞書または個別辞書で記述したもの。リクエストされたデータの DCM は、共通辞書上では複数の DCM の連結で表現される場合などは、その構造も示す。

・TSP（取引サービスプロファイル：Trade Service Profile）

データを提供する側、および利用する側でのプロセス（PCM: Process Component Model）および関連するイベント（ECM: Event and Condition Model）の内容を定義したもの。また、実際に実行する ECU, EAU, EDU なども示す。TSP 上で定義した DCM は、HCM（Hyper Connection Manager）で照会可能とする。

(6) 現状と今後の予定

本プロジェクトは現在開発中であり、下記のような計画を持っている。

① 2018 年度の実施内容

2018 年度は国プロとして実施した。その実施内容を以下に示す。

- プロトタイプとして動くしくみ＋構築手順
- ツールの実装、辞書管理フロー見極め
- 企業間ゆるやかな協調スキームの確立
- エッジ側のビジネスモデル検証
- 2 次利用できるコード開発と公開ノウハウ

② 今後の計画

以下は、今後の予定である。国プロによる資金導入も視野に入れ、本プロジェクトで目指す目標を達成すべく、活動を継続する。

・2019 年度

PoC から商用サービスのスモールスタートへ

国際標準への足場固めと協調体制の確立

・2020 年度

ブロックチェーンによる新ビジネスモデル展開

中小企業連携と大企業の事業所間連携で本格稼働

・2021 年度

中国および ASEAN での実ビジネス展開

辞書機能と協調連携方式の国際標準提案へ

上記のように、2021 年度以降は本格的な運用を目指すこととなる。

3.5. 各国の標準化戦略の比較

3.5.1. 日独米中

図 3.5.1-1 は代表的な国家戦略の主たる方向性を簡単に纏めたものである。Open Innovation を引率するドイツやアメリカはオープン志向が強く、ドイツはスマート・ファクトリーに代表されるものづくりのイノベーション、アメリカは新しいビジネスモデルを創出するイノベーションの志向が強い。一方日本はものづくりの現場改善を重視しており、クローズドの志向が強いと言える。中国は AI に関しては徹底的なオープン戦略を取っているが、それ以外の領域は比較的クローズド志向となっており、ドイツの Industrie4.0 と連携したエコシステムの形成を目指す政策を取っている。

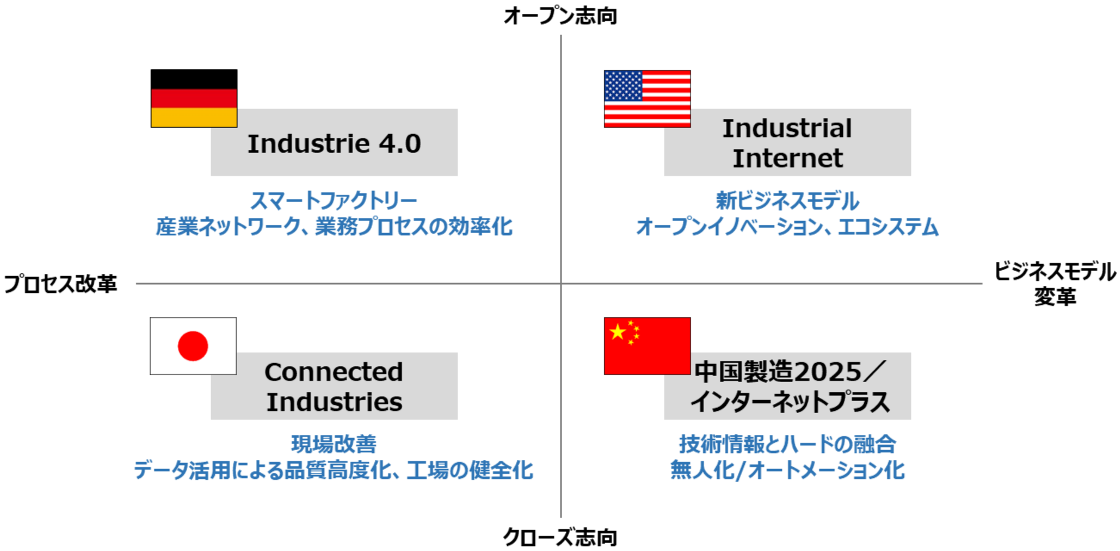


図 3.5.1-1 代表的な国家の標準化戦略とその特徴

（出典：アビームコンサルティング提供）

3.5.2. アジア各国

またアジア各国でも政府もしくは企業によるデジタル化の推進が始まっている(表 3.5.2-1)。全体的にはドイツの Industrie4.0 のようなデジタル戦略が多いと考えられる。

表 3.5.2-1 アジア各国のデジタル戦略とその特徴

国	名称	開始時期	特徴
インド	Digital India	2014年8月	公的サービスの電子化やネット接続環境の整備を推進。「デジタル化された公共サービスの提供」「電子行政サービス」「国民のデジタルエンパワメント化」の3領域に取り組む。
	Make In India	2014年9月	製造業のグローバル・ハブとなることで高度経済成長を目指す。Huawei、現代車工業、ベンツ、Amazon、GE、日立などが参加。
シンガポール	Smart Nation	2014年11月	テクノロジーによって国を変革するために、6項目に取り組む。「1. 国民のICTリテラシーの向上」「2. 高速NW環境の整備」「3. デジタルトランスフォーメーションの実現」「4. ICTの専門家と技術者の育成」「5. 国内外の新興企業を含むエコシステムの形成」「6. 行政データのオープン化」
台湾	Productivity 4.0	2015年9月	CPSとIoT技術、スマート機器、ロボット、ビッグデータ、生産管理の技術を産業に応用し、国の生産性向上を目指す。行政院が実施主体
	Five Major Innovative Industries	2016年6月	アジアのシリコンバレー化を目指す。IoT市場の世界シェアを2025年に5%に拡大（2015年は3.8%）を目指す。
タイ	Thailand 4.0	2016年7月	対象産業において、産官学連携によるR&D・投資を推進する。対象産業：Food Tech、Health Tech、Auto Tech、Digital Tech、Culture Tech、Biofuel
マレーシア	Digital Malaysia	2012年	デジタル化推進による経済成長・競争力強化を目指す。韓国とシンガポールをベンチマークにし、定量目標を設定。
インドネシア	Making Indonesia 4.0	2018年4月	インダストリー4.0の導入に向けたロードマップ。製造業におけるIoTやAIの導入計画というより、インドネシアが「2030年にデジタル革命の時代に入るための準備」としての色彩が強い。
韓国	K-ICT	2015年3月	ICT産業の成長率向上のために9産業に注力する。対象テクノロジー：ソフトウェア、IoT、クラウド、セキュリティ、SG、Ultra HD、スマートデバイス、デジタルコンテンツ、ビッグデータ

3.6. スマートマニュファクチャリング技術に関する特許出願状況

各国の技術開発・研究動向を俯瞰的に述べる観点として、特許出願動向が挙げられる。以下では、スマート・マニュファクチャリング技術分野における特許出願状況調査について述べる。

3.6.1. 特許庁「特許出願技術動向調査等報告書」

特許庁では、市場創出に関する技術分野、国の政策として推進すべき技術分野を中心に、今後の進展が予想される技術テーマを選定し、特許出願技術動向調査を実施している[3.6.1-1]。毎年、一般、機械、科学、電気・電子から調査対象が数テーマずつ選定されている。各年のテーマを以下の表に示す。

表 3.6.1-1 特許出願技術動向調査テーマ

調査年度	分野	調査テーマ
平成 30 年度（予定）	―――	三次元計測技術
		電子ゲーム
		次世代建築技術
		ドローン
		パワーアシストスーツ
		人工関節
		がん免疫療法
		樹脂素材と異種素材との接合技術
		ハイバリアフィルム
		仮想通貨・電子マネーによる決済システム
		電池の充放電技術
		ストレージ・クラス・メモリ
平成 29 年度	一般	超音波診断装置
		有機 EL 装置
		次世代光ファイバ技術
	機械	自動走行システムの運転制御
		食品用紙器
		リハビリテーション機器
	化学	ヒト幹細胞関連技術
		リチウム二次電池（24 年度更新）
		CO2 固定化・有効利用技術
	電気・電子	MIMO 技術
		マンマシンインタフェースとしての音声入出力
		匿名化技術
平成 28 年度	一般	電池の試験及び状態検出
		移動体用カメラ
		施設園芸農業

	機械	スマート・マニュファクチャリング技術
		ASEAN 各国及びインドにおける自動車技術の出願動向
		人工臓器
		高効率火力発電・発電用ガスタービン
	化学	ゲノム編集及び遺伝子治療関連技術
		繊維強化プラスチック
		ファインバブル技術
		水処理
	電気・電子	次世代動画像符号化技術
		LTE-Advanced 及び 5G に向けた移動体無線通信システム
		クラウドサービス・クラウドビジネス
		GaN パワーデバイス
平成 27 年度	一般	衛星測位システム
		冷陰極型電子源
		液晶表示素子
		パワーレーザ
	機械	自動車用予防安全技術
		鉄道管制システム
		ターニングセンタ及びマシニングセンタ
		風力発電
		航空機・宇宙機器関連技術
	化学	ナノファイバー
		核酸医薬
		ディスプレイ用ガラスの製造技術
		塗料
		香料関連技術
		GTL（Gas to Liquids）関連技術
	電気・電子	ウェアラブルコンピュータ
		電気化学キャパシタ
		ワイヤハーネス
		情報端末の筐体・ユーザインタフェース
		情報セキュリティ技術

調査内容の概要を特許庁 HP から参照できるほか、以下の方法で全文を閲覧することができる。

・平成 29 年度までの冊子を、特許庁図書館、国会図書館、および、各都道府県の知財総合支援窓口で閲覧できる。

・平成 13 年度から平成 23 年度までの特許出願技術動向調査報告書の CD-ROM 版を発明協会から購入できる。

3.6.2. 平成 28 年度「特許出願技術動向調査報告書」スマートマニュファクチャリング技術

平成 28 年度特許出願技術動向調査の実施と報告書[3.6.2-2]の作成にあたっては、調査のために設置された以下の表に示す委員から構成される委員会の助言が活用された。

表 3.6.2-1 委員会構成員

氏名	所属	役職
西岡靖之	法政大学　デザイン工学部　システムデザイン学科　工学博士　教授	委員長
大岩寛	産業技術総合研究所　情報技術研究部門　サイバーフィジカルウェア研究グループ 研究グループ長	委員
小田信二	横河電機株式会社　マーケティング本部　標準化戦略室　室長	委員
藤井敏彦	富士通株式会社　プロダクト事業推進本部　グループ経営推進室 ものづくりソリューション担当	委員
松原俊介	ファナック株式会社　取締役専務執行役員　研究開発統括本部長	委員
水上潔	ロボット革命イニシアティブ協議会　インダストリアル IoT 推進統括	委員
砂口洋毅	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	オブザーバ
鈴木慶二	JST（科学技術振興機構）　研究開発戦略センター	オブザーバ
石田智樹	経済産業省　製造産業局　産業機械課　ロボット戦略室	オブザーバ
渡辺貞幸	経済産業省　産業技術環境局　国際電気標準課	オブザーバ
佐々木一浩	特許庁　審査第二部　生産機械（ロボティクス）	オブザーバ
中田善邦	特許庁　審査第二部　生産機械（ロボティクス）	オブザーバ
青山純	特許庁　審査第二部　生産機械	オブザーバ
藤島孝太郎	特許庁　審査第二部　生産機械（ロボティクス）	オブザーバ
大谷光司	特許庁　審査第二部　審査調査室	オブザーバ
黒田暁子	特許庁　審査第二部　審査調査室	オブザーバ
山田裕介	特許庁　総務部　企画調査課	オブザーバ
川瀬正巳	特許庁　総務部　企画調査課	オブザーバ
石黒温子	特許庁　総務部　企画調査課	オブザーバ

(1) 調査範囲

平成 28 年度「特許出願技術動向調査報告書」における対象範囲を以下の図に示す。調査範囲には、アーキテクチャ、ソフトウェア、ハードウェアを含む。

調査対象範囲は 2005 年～2014 年（優先権主張年ベース）とした。また、調査対象文献は PCT に基づく国際出願および、日本、米国、欧州（独を除く）、中、韓、独をはじめとする各国（地域）への特許出願および特許登録とした。出願人国籍を欧州とする国は、欧州特許条約（EPC）加盟 38 か国である（アルバニア、デンマーク、ハンガリー、モナコ、セルビア、オーストリア、エストニア、アイルランド、マケドニア旧ユーゴスラビア、スウェーデン、ベルギー、スペイン、アイスランド、マルタ、スロベニア、スロバキア、スイス、フランス、リヒテンシュタイン、ノルウェー、サ

ンマリノ、ブルガリア、フィンランド、イタリア、オランダ、キプロス、イギリス、リトアニア、ポーランド、トルコ、チェコ、ギリシア、ルクセンブルグ、ポルトガル、ドイツ、クロアチア、ラトビア、ルーマニア)。

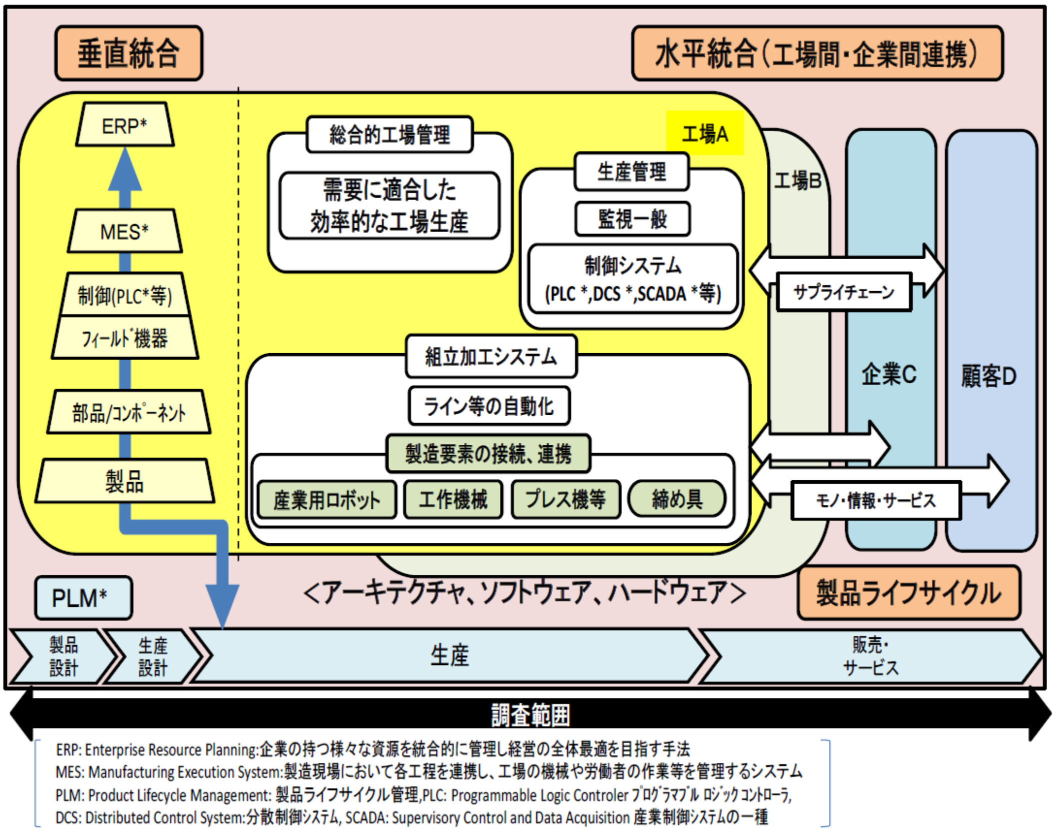


図 3.6.2-1 平成 28 年度「特許出願技術動向調査報告書」における対象範囲

国内特許の検索式を以下の表に示す。海外特許も同様とされた。

表 3.6.2-2 検索式 A

式	検索項目	内容
1	優先日	2005 年 1 月 1 日～2014 年 12 月 31 日
2	出願日	2005 年 1 月 1 日～2014 年 12 月 31 日
3	優先日	2004 年 12 月 31 日以前
4	論理演算式	(1＋2)not3
5	IPC8	G05B19/418＋G06Q50/04
6	IPC8	G06F17
7	IPC8	G05B23＋G05B19/04＄＋G05B19/05＄＋G05B19/042＄＋G05B045＄＋G05B19/048＄
8	要約	生産＋製造＋製作＋工場＋プラント＋組立＋組み立＋組付＋組み付＋工作機械＋加工
9	要約	最適＋解析＋分析＋管理＋監視＋自動化＋サービス
10	論理演算式	6×8×9
11	論理演算式	7×8

表 3.6.2-3 検索式 B

式	検索項目	内容
12	IPC8	B23P21
13	IPC8	B25J9＋B25J13＋B25J19
14	IPC8	B23Q37＋B23Q39＋B23Q41
15	IPC8	B23K9＋B23K26
16	IPC8	B25B13＋B25B15＋B25B17＋B25B19＋B25B23
17	IPC8	B30B15
18	要約	通信＋ネットワーク＋サーバ＋LAN＋ethernet＋イーサネット＋イーサーネット＋中央制御＋集中制御＋分散制御＋クラウド＋インターネット＋インタネット＋クライアント＋バス
19	要約	ワイヤレス＋無線＋リアルタイム＋実時間＋遠隔＋通信網＋ZigBee＋Bluetooth＋RFID＋RF−ID＋DSRC＋NFC＋UWB＋WiFi＋6LowPAN＋ECHONET−Lite＋Z−Wave＋Wi−SUN＋“Body Area Network”＋“4G Network”＋“5G Network”＋WiMAX＋LET＋TD−LTE＋CALM＋V2V＋I2I＋M2M＋IEEE802.15＋IEEE802.11＋IEEE802.16
20	要約	利用者＋使用者＋ユーザ＋作業者＋オペレータ＋作業員
21	要約	移動＋選択＋供給＋運搬＋取り出＋取出＋パレット＋運ぶ＋運び
22	要約	格納＋保管＋発送＋配達＋配送＋組立＋組み立＋組付＋組み付＋工程＋手順
23	要約	溶接＋生産＋製造＋製作＋研磨＋切断＋裁断＋塗装＋塗る＋塗布＋噴霧＋吹付＋吹き付＋吹きつけ＋噴出
24	要約	検査＋調査＋点検＋測定＋計測＋計量
25	論理演算式	12×（18＋19＋20）
26	論理演算式	13×（8＋19＋20）×（21＋22＋23＋24）
27	論理演算式	14×（18＋19＋20）
28	論理演算式	15×（18＋19＋20）
29	論理演算式	16×（18＋19＋20）
30	論理演算式	17×（18＋19＋20）

表 3.6.2-4 総合式

式	検索項目	内容
31	論理演算式	4×（5＋10＋11＋25＋26＋27＋28＋29＋30）

表 3.6.2-5 IPC 一覧

IPC	内容
G05B19/418	総合的工場管理
G06Q50/04	特定の業種に特に適合したシステムまたは方法　・製造業
G06F17	特定の機能に特に適合したデジタル計算またはデータ処理装置または方法
G05B23	制御系またはその一部の試験または監視

G05B19/04	数値制御以外のプログラム制御
G05B19/05	プログラマブル論理制御装置
G05B19/042	デジタルプロセッサを用いるもの
G05B19/045	論理状態機械を用いるもので、制御される機械のための論理を含むメモリまたはプログラマブル論理装置のみからなり、その出力状態が入力状態またはそれ自体の出力状態の一部に依存するもの
G05B19/048	監視;安全
B23P21	ユニットを構成するべく種々の多数の部品を組立てる機械で、そのような部品の先後加工があるものまたはないもの
B29J9	プログラム制御マニプレータ
B25J13	マニプレータの制御
B25J19	マニプレータに適合する付属装置
B23Q37	いくつかのユニットからなる金属加工機械
B23Q39	複数のサブアセンブリの結合された金属加工機械
B23Q41	クラス B21、B23 または B24 による特定の結果を目的としない金属加工機械の組合せ
B23K9	アーク溶接または切断
B23K26	レーザービームによる加工
B25B13	スパナ;トレンチ
B25B15	ドライバ
B25B17	手動歯車駆動レンチまたはドライバ
B25B19	インパクトトレンチまたはドライバ
B25B23	スパナ、レンチ、ドライバの細部またはそれらの付属具
B30B15	プレス機の細部または付属具

(2) 調査結果

出願先国別、出願人国籍別出願件数の収支を以下の図に示す。枠で囲んだ部分に、それぞれの国を出願先とする特許出願の件数を示し、各円グラフは、それぞれに国を出願先とする特許出願における出願人の国籍別件数を示す。矢印は、水色、橙、緑、青、桃、赤がそれぞれ出願人国籍が日本、米国、欧州、独、中国、韓国であることを示し、起点と終点は出願人国籍および出願先の国を示し、線の太さは、件数の多寡を示す。

図 3.6.2-2 からは以下の傾向が読み取れる。

- 日本国籍出願人は米欧中韓独に一定割合の出願を行っている
- 他国から日本に対する出願は少ない。
- 米国籍出願人は欧州への出願が特に多く、日中韓独へも一定割合の出願を行っている。

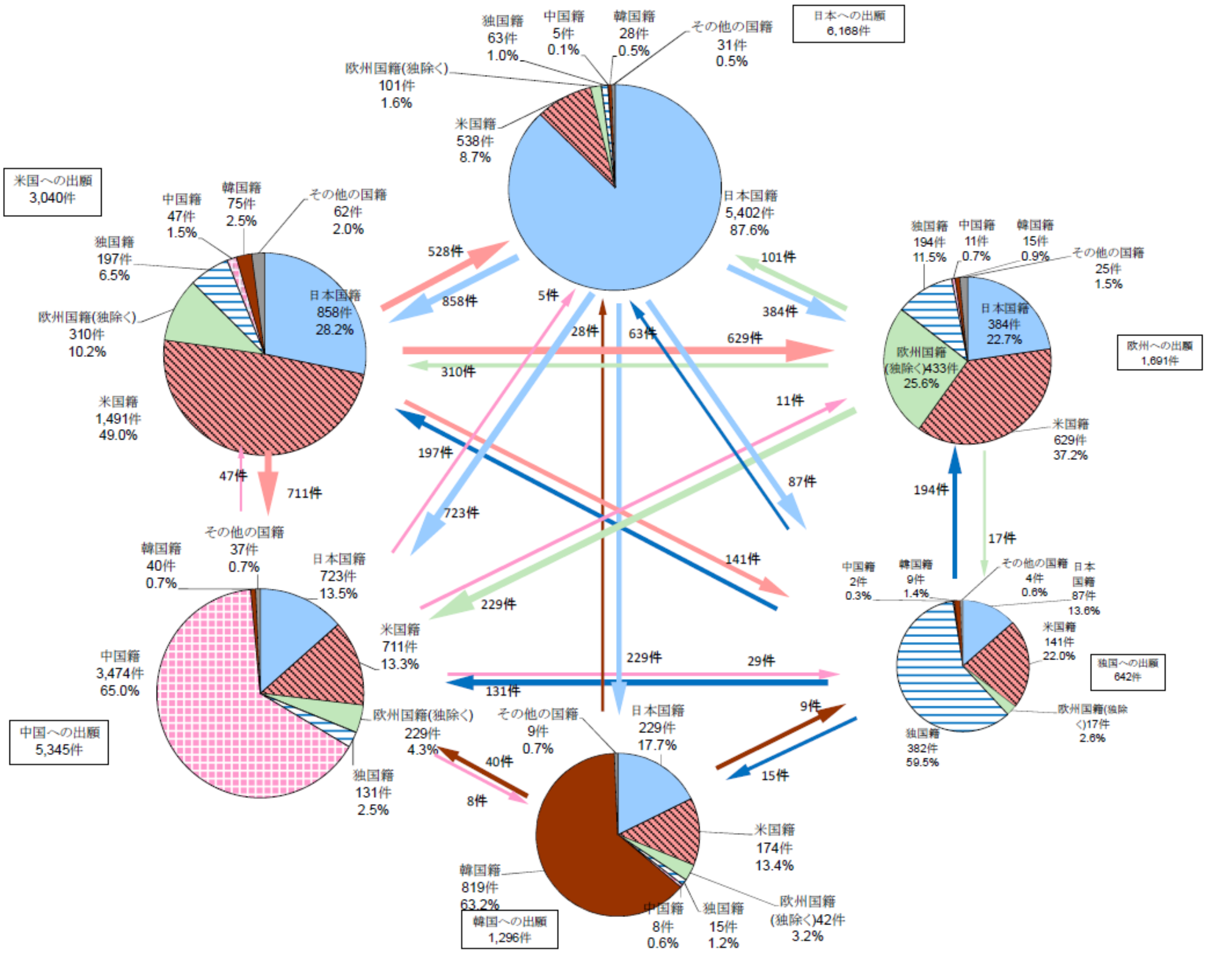


図 3.6.2-2 出願先国別－出願人国籍別出願件数収支

検索式に該当した特許出願および特許登録について、データ処理場所に着目して分類し、件数の経年変化としたものを以下の図に示す。

「ERP クラウド」は、クラウド上にある ERP 機能を、「MES クラウド」は、クラウド上にある MES 機能を、「制御クラウド」は、クラウド上で実現されている制御機能を、「ERP 他」は、自工場以外にある ERP 機能を、「MES 他」は、自工場以外にある MES 機能を、「制御他」は、自工場以外にある制御機能を、「フィールド機器他」は、自工場以外にあるフィールド機器を、「センサ他」は、自工場以外にあるセンサを、「端末他」は、自工場以外にある端末を、それぞれ示す。

「制御（PLC 等）」および「MES」は一貫して 150 件を超えており、特に「制御（PLC 等）」は 2012 年度以降は突出している。これらの内容は、PLC および MES でデータの処理を行う出願が多い。

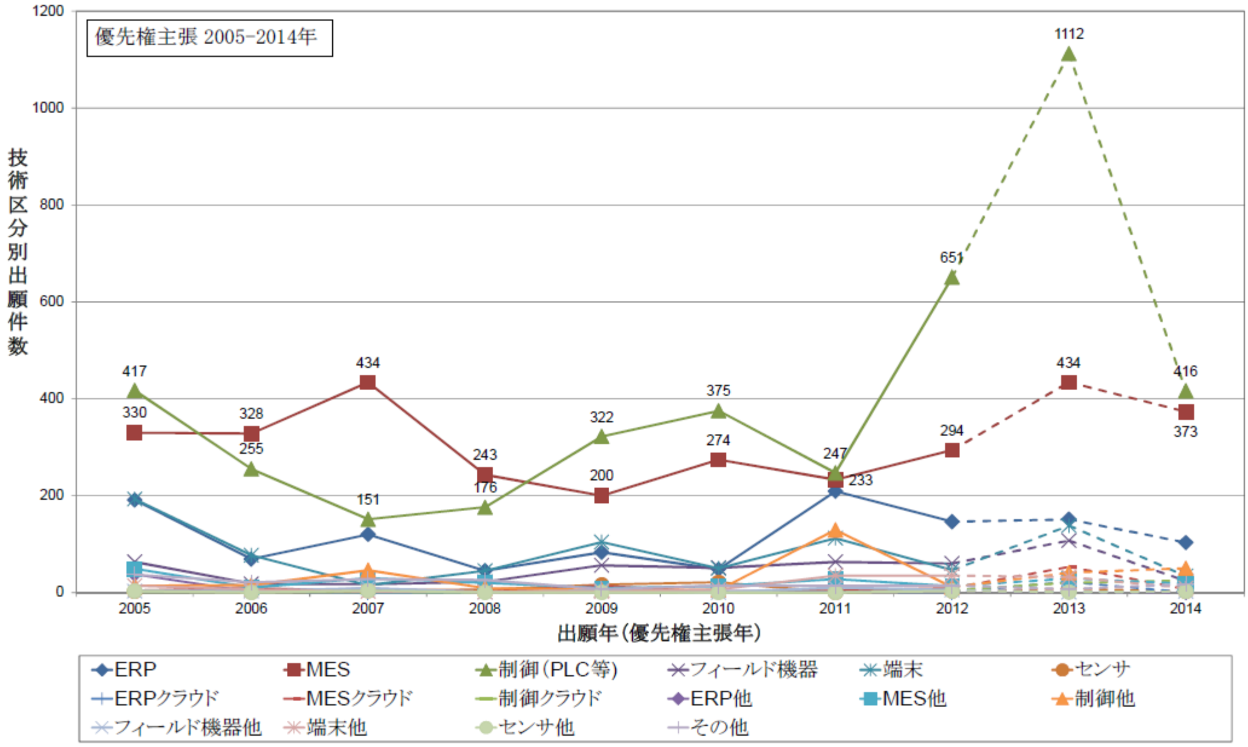


図 3.6.2-3 データ処理場所についての出願件数推移

「つなぐ技術」を備える出願について、どこからのどこへのデータ伝送かをカウントした結果を図 3.6.2-4 に示す。図の左側は垂直統合、左側と右側の間の矢印は自社工場と自社工場外との水平統合のデータ伝送を示す。垂直統合では、各矢印は、自社工場内での各階層間でのデータ転送の転送元および転送先を示している。

センサから制御(PLC 等)への転送が 1,124 件ともっとも多く、次いで、「制御(PLC 等)」から「フィールド機器」への伝送が 1,024 件となっている。また、「センサ」から「MES」への伝送が 626 件あり、「制御(PLC 等)」を飛び越して行われる伝送がかなり多いことが分かる。

水平統合では、左側半分の角丸四角形は自社工場内を、右下および右上の角丸四角形は自社工場へのデータ転送元および自社工場からのデータ伝送先を示す。右下および右上の角丸四角形の中の円グラフは、工場内外のデータ転送を 5 種類に分け、それぞれの場合において自社工場側がどの階層であるかを示す。

自社工場からのデータ伝送(右上の角丸四角形)では工場間が 228 件と最も多く、次いで他社間の 170 件となっている。工場間では、自社工場側の階層は端末が 36%と最も多いが、他社間では ERP が 31%で最大である。

自社工場へのデータ転送(右下の角丸四角形)では工場間が 201 件で最も多く、次いで顧客からの 182 件となっている。工場間では、自社工場側の階層は端末が 40%と最も多いが、顧客からでは ERP が 35%で最大である。

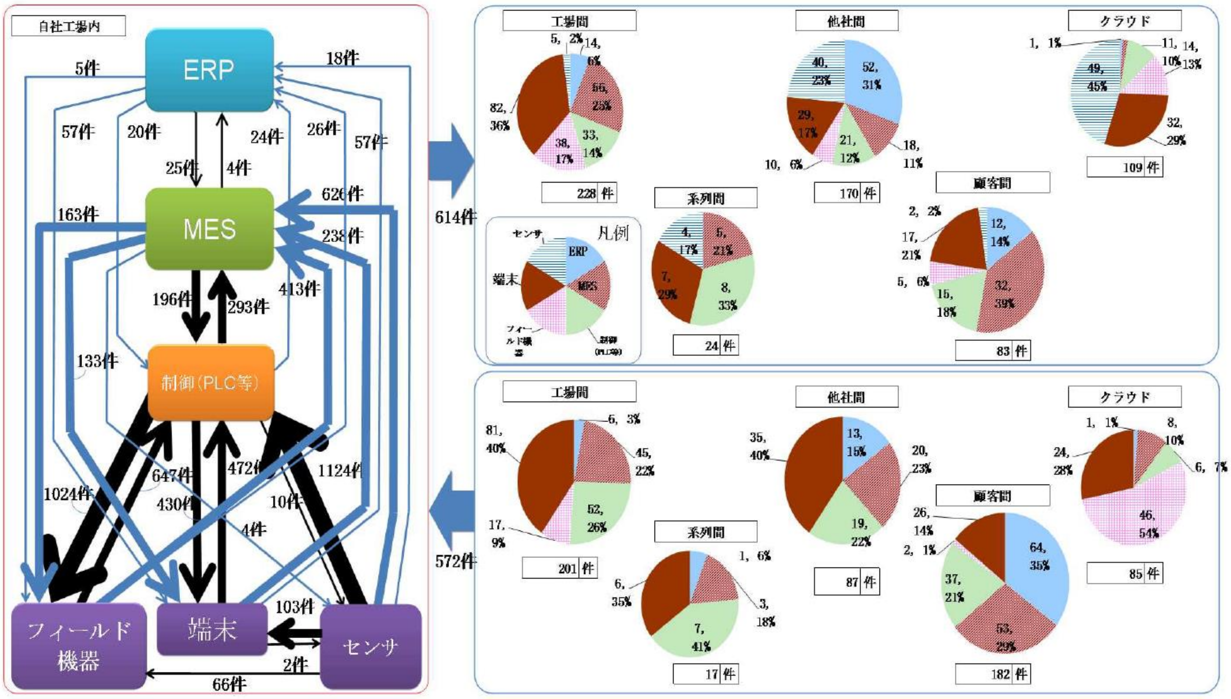


図 3.6.2-4 つなぐ技術についてのデータ転送元･転送先の件数

「つなぐ技術」に関する出願について、MES を飛び越えて ERP へデータ伝送されている要素を含む出願について、どのようなデータかを国別にカウントした結果を　　　　　　図 3.6.2-5 に示す。グラフの横軸は出願人国籍を示し、縦軸は処理される情報の技術区分を示す。また、それぞれの円の大きさは件数を示す。

日本は販売管理情報が 14 件、製品系が 13 件と多く、米国は機械･設備系が 15 件、製品系が 14 件、エンドユーザ状態が 8 件と多く、欧州はそもそも MES を飛び越えて ERP へデータ転送される要素を含む出願自体が多くないことが分かる。

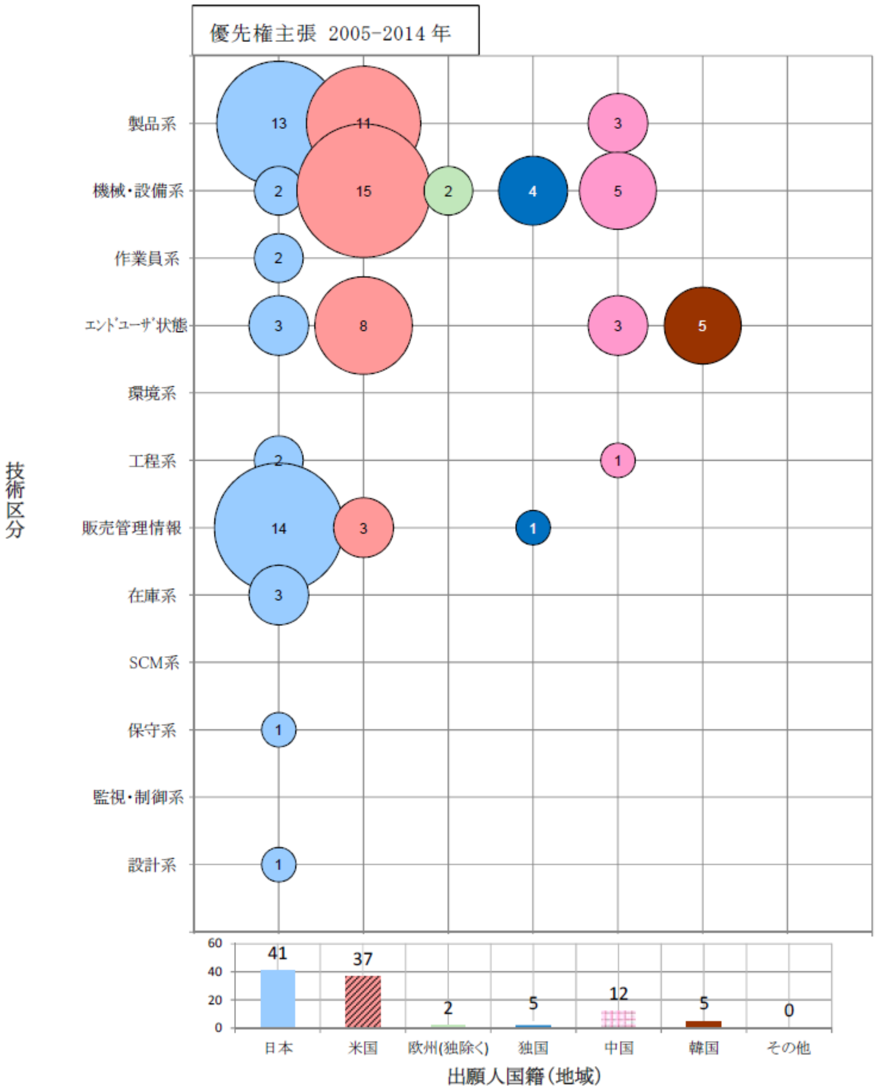


図 3.6.2-5 処理する情報(ERP へデータ転送されるもの)

「つなぐ技術」に関する出願について、制御(PLC 等)を飛び越えて MES へデータ伝送されている要素を含む出願について、どのようなデータかを国別にカウントした結果を　　　　　図 3.6.2-6 に示す。グラフの横軸は出願人国籍を示し、縦軸は処理される情報の技術区分を示す。また、それぞれの円の大きさは件数を示す。

処理される情報は、日米欧中独ともに、機械・設備の安全や劣化などの状態や設定、配置などの機械・設備系技術区分(日本は 100 件、米国は 166 件、欧州は 45 件、中国は 77 件、独国は 35 件)および製品の履歴や不良などの状態や設定などの製品系技術区分(日本は 93 件、米国は 77 件、欧州は 43 件、中国は 65 件、独国は 18 件)が多いことが分かる。

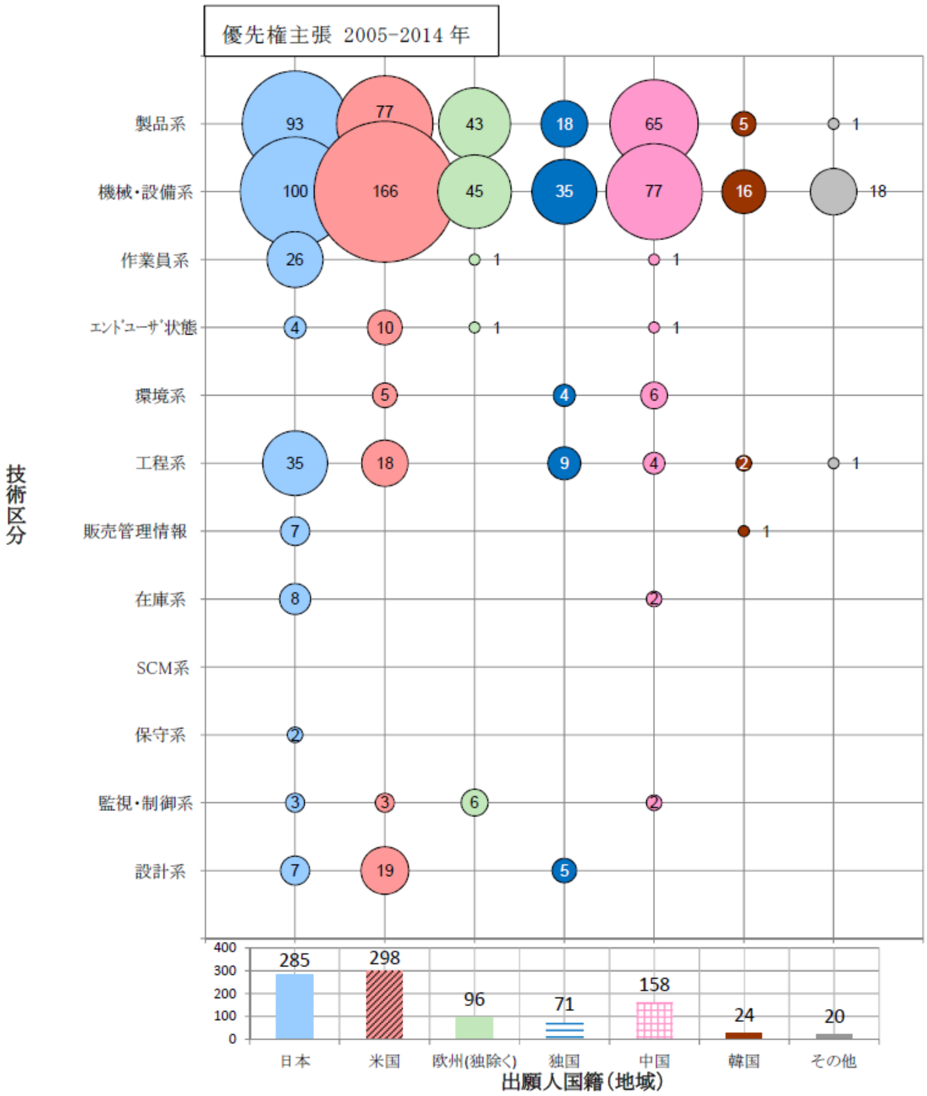


図 3.6.2-6 処理する情報（MES へデータ転送されるもの）

「製品ライフサイクルでの情報の流れ」に関する出願を、製品設計/生産設計/生産/販売・サービスのフェーズ別にカウントした結果を図 3.6.2-7 に示す。矢印はそれぞれのフェーズの間での情報の流れを含む出願件数を示し、矢印の太さは件数の多寡を示す。

生産フェーズにおける出願が 3,335 件と最も多いが、生産設計フェーズから生産フェーズへの情報の流れが 565 件、生産フェーズから販売サービスフェーズが 208 件、製品設計フェーズから生産フェーズが 199 件と、フェーズをまたぐ情報の流れを含む出願もかなりの件数に及ぶことが分かる。

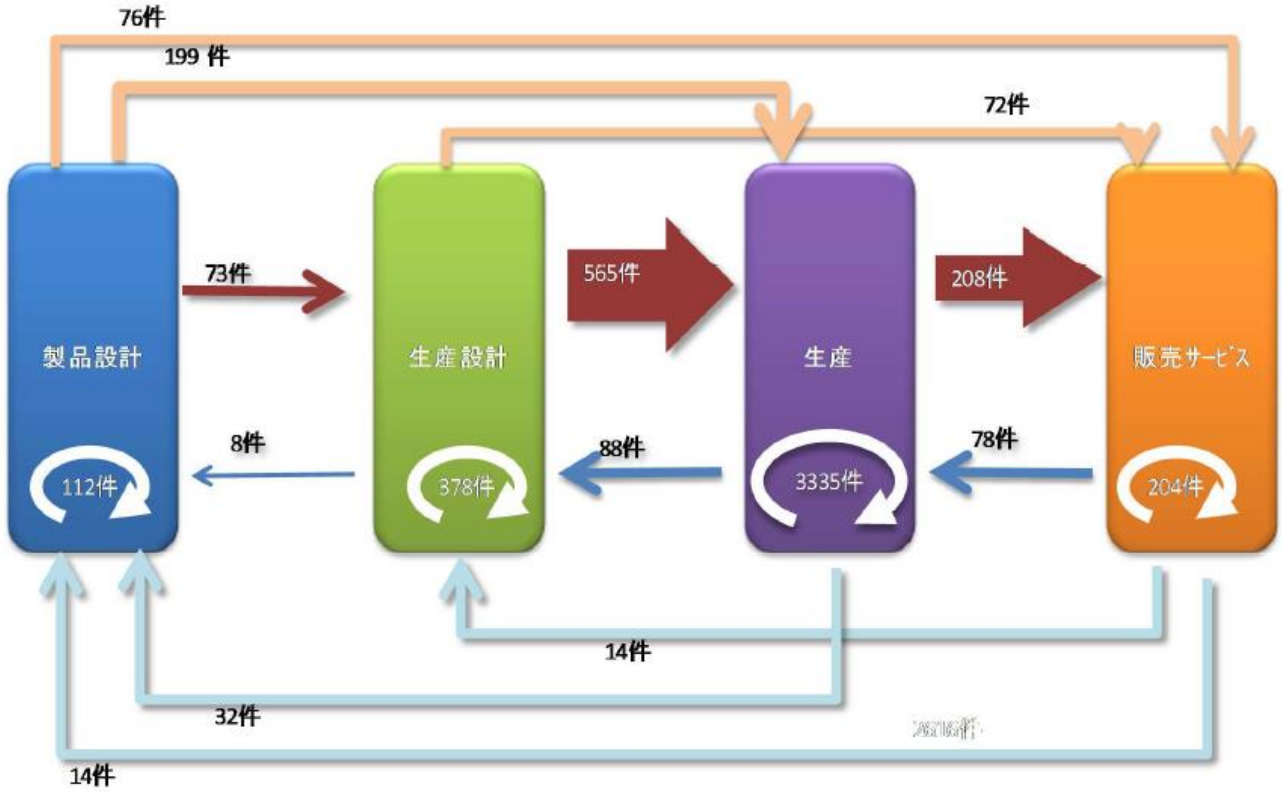


図 3.6.2-7 製品ライフサイクルでの情報の流れ

発明が備えるシステムの用途が保守や予防保全である出願および、発明の目的が保守機能、監視機能、遠隔監視である出願について、処理する情報（保守系）および国別にカウントした結果を　図 3.6.2-8 に示す。グラフの横軸は出願人国籍を示し、縦軸は処理される情報の技術区分を示す。また、それぞれの円の大きさは件数を示す。

日米欧中独ともに「監視機能」が多く（日本では 688 件、米国では 502 件、欧州では 166 件、中国では 910 件、独国では 142 件）、特に中国では集中していることが分かる。

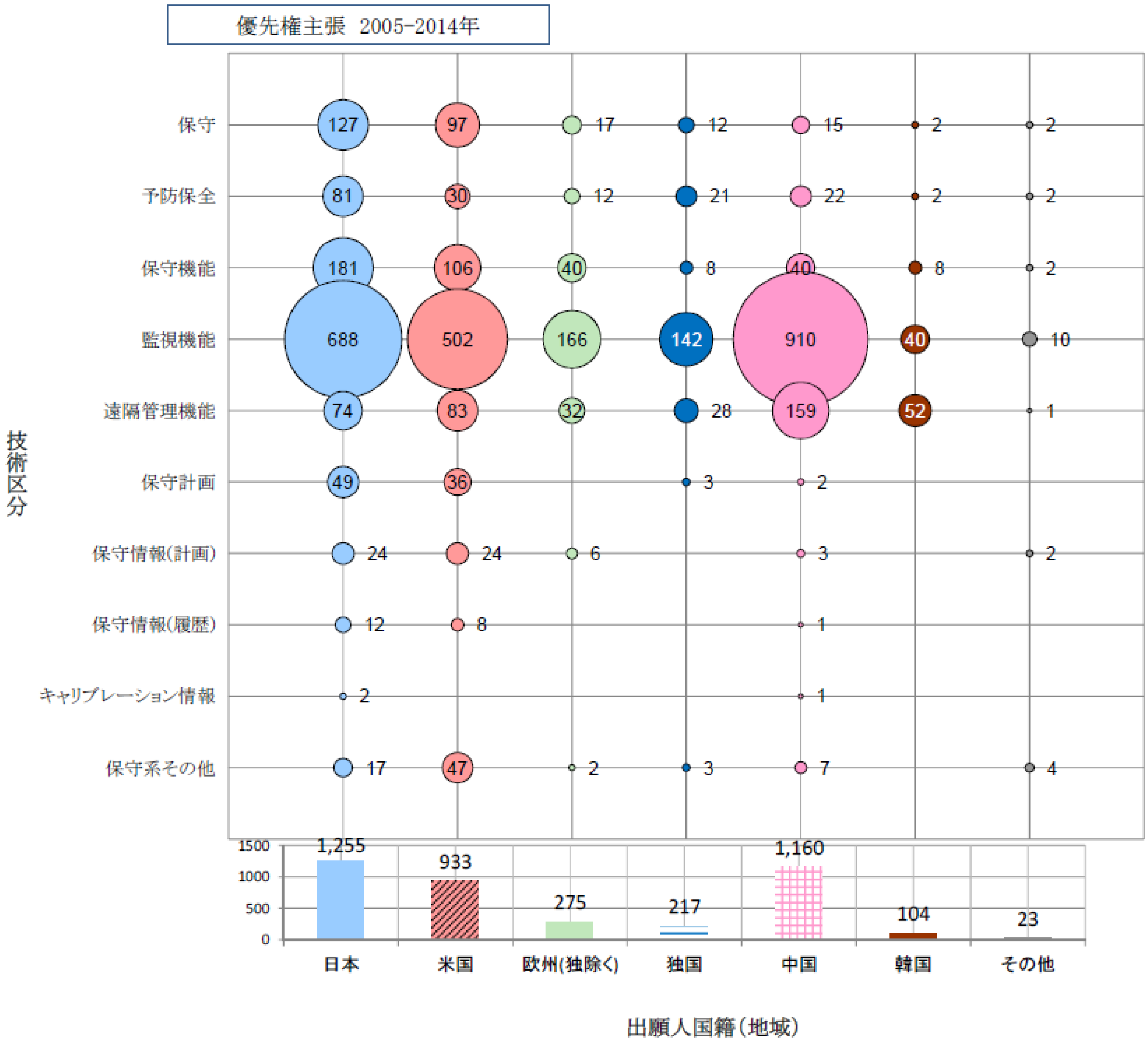


図 3.6.2-8 処理する情報（保守、予防保全、保守機能、監視機能、遠隔監視に関する出願）

4. スマート製造に関する国際標準

4.1. 標準化団体・業界団体の動向

4.1.1. IEC/TC65 におけるスマート・マニュファクチャリング国際標準化

(1) 概要

Industrie4.0 に代表されるように、製造業を中心に産業構造の変革の議論が始まって久しい。将来技術やそのアプローチの検討がグローバルに進む中、それを支えるデジュール標準やデファクト標準の重要性が改めて認識されつつある。本節では、スマート・マニュファクチャリング分野のデジュール標準開発を担当する IEC/TC 65*（以下、TC 65）の最新活動状況を解説する。

IEC は、スマート・マニュファクチャリングで解決すべき課題は、以下の要件を実現する技術を開発することであると考えており、同技術開発に関連する標準の整備を行っている。

・企業の適切な意思決定のために、正確で検証されたデータを必要なタイミングで提供

・当該ドメインでの一貫した用語の定義や表現方法の決定

・高レベルのセキュリティと安全性の実現

・変化する製造業に対する要求への既存システムを変化させた対応

・企業をまたいだ、完全なライフサイクルマネージメントの実現

このような中で、国際標準のパラダイムがシフトしてきている。昔は確立された個別技術を標準化していたが、最近では標準化のターゲットが広範囲になってきており、システム全体や市場構造そのものまで標準化の対象となっている。さらに、インタフェース標準を先に策定し、後から技術開発が進められているケースも多い。標準化分野が広範囲であり、なおかつ技術開発よりも標準化が先に行われるため、各企業が連携して技術開発しないと間に合わない状況にある。このような背景のため、TC 65 でもシステム開発に必要なリファレンス・アーキテクチャやメソドロジの標準化と活用なども注目されるようになってきている。

(2) 組織

TC 65 のテーマは産業プロセス計測制御とオートメーション（Industrial-process measurement, control and automation）で、連続およびバッチプロセスにおける計測、制御と自動化のためのシステムと機器に関する国際標準の作成をスコープにしている。1968 年に設立され、2019 年 1 月現在は、幹事国はフランスが、議長は 2022 年 1 月までの任期（3 年延長可）でドイツ人の Ingo Weber が務めている。IEC 全体で正／準会員合わせて 85 カ国、約 2 万人のエキスパートうち、TC 65 は P メンバー、O メンバーそれぞれ 25 カ国、23 カ国参加しており、約 1000 人（のべ 1400 人）のエキスパートが担当するという、IEC の中でも代表的な TC の一つといえる。ちなみに、TC 65 の日本人エキスパートはのべ 150 名程度（全体の 10%強）で、同 TC に大きな貢献をしている。なお、国内委員会の事務局を一般社団法人日本電気計測器工業会（JEMIMA）が引き受けている。

図 4.1.1-1 は、TC 65 の組織図である（2017 年 9 月現在）。4 つの SC（Sub Comittee）と TC 直下（SC 分類不可）にそれぞれ複数の WG が組織されている。（TC 65 議長の独断による色分けではあるが、）黄色がスマート・マニュファクチャリングに関連する WG であり、全体の 2/3 を占めている。

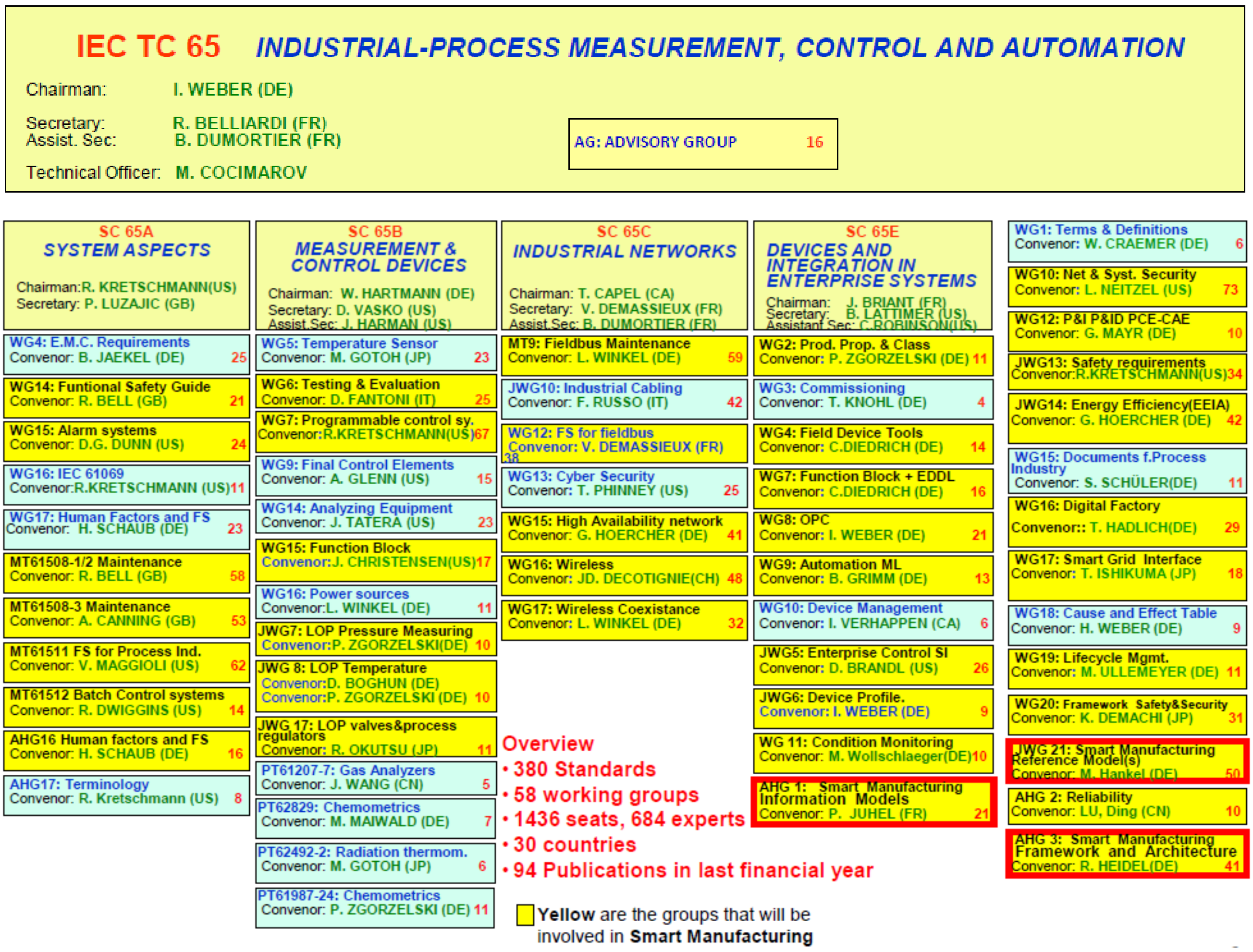


図 4.1.1-1 TC 65 組織図（2017 年 9 月現在）

図 4.1.1-2 は、IEC/TC 65 と ISO/TC 184（以下、TC 184）を中心としたスマート・マニュファクチャリングのデジュール標準化に関する組織関係図である（2018 年末現在）。

TC 184 の名称は産業オートメーション．オートメーションシステム及びインテグレーション（Automation systems and integration）で、名称の通り TC 65 よりもシステム寄りの標準化をミッションとしているが、IEC との境界は必ずしも明確になっておらず、必要に応じて適宜リエゾンを組んで連携して進められている。

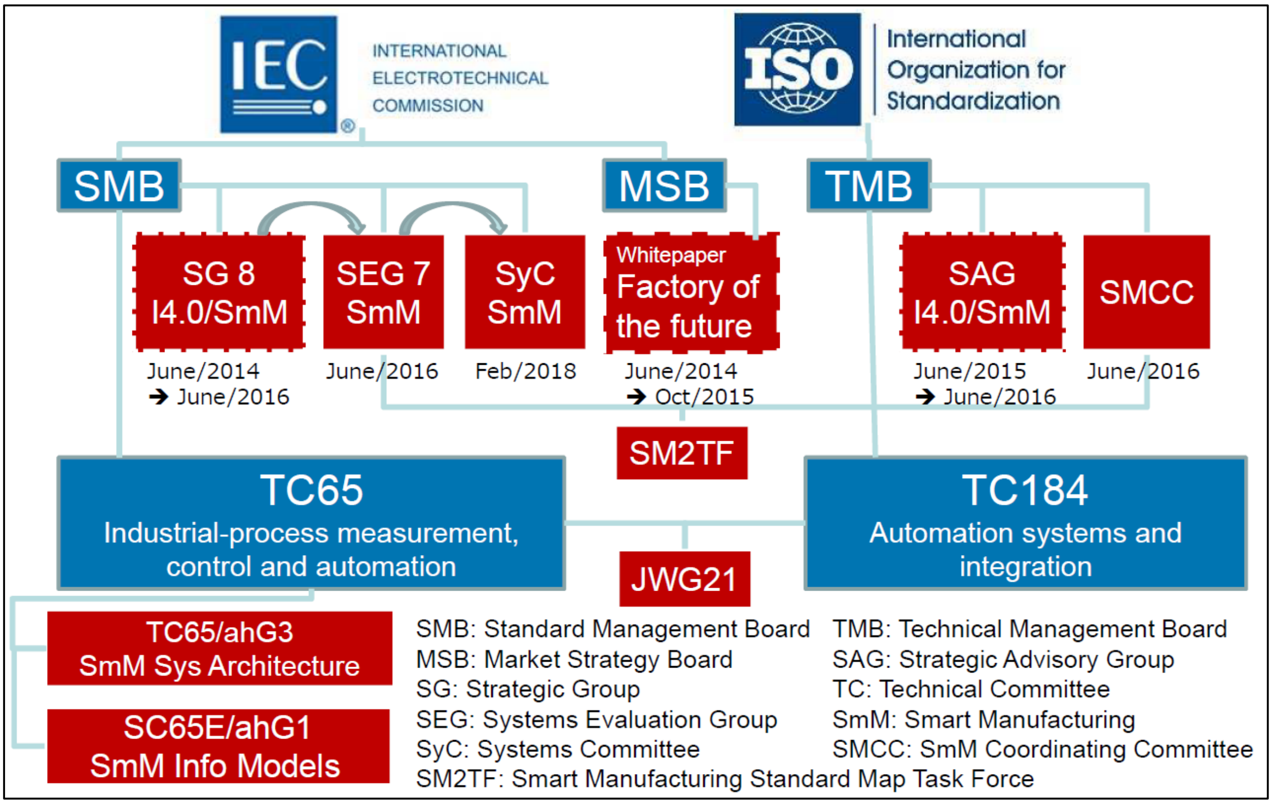


図 4.1.1-2 デジュール国際標準化団体の組織関係図

(3) 最近の主な動向

i. アドホックグループ3（TC 65/ahG 3）

ものづくりビジネスの代表的なユースケースから想定される標準化要件を整理し、TC 65 全体の標準群のフレームワークやシステム・アーキテクチャなどについて、今後取り組むべき開発活動を提案することをミッションとする時限グループである。2016 年 4 月に活動を開始。2019 年 1 月現在、まだ解散していないが、TC 65/WG 23 として活動を継続する動きがある。

ii. アドホックグループ（SC65 E/ahG 1）

情報モデルの要件（範囲、ギャップ等）を整理し、SC 65E で進めるべき標準化活動を提案することをミッションとする時限グループである。2016 年 3 月に活動を開始。2017 年 12 月に報告書[4.1.1-1]を提出した。この報告に

関連して、Smart Manufacturing の情報モデルについて、規格開発の必要性、ならびに具体的な提案の有無を各国 NC に確認する文書が発行され、日本はこれに呼応して 3 件提案し、審議が始められている。

iii. システム委員会（Systems Committee Smart Manufacturing； SyC SmM）

SyC SmM は、TC 65 の配下ではないが、関連があるので概要を記述しておく。システム委員会については、参考文献[4.1.1-2]に規定されている。

TC は個別技術の標準化を担当しており、技術が多様化する中、システムレベルの活動は一つの TC ではカバーしきれないため、2013 年 6 月に IEC／SMB（標準管理評議会； Standardization Management Board）にて、TC とは別組織としてシステムレベルの活動を担当する SyC（Systems Committee）の設立が承認された。SyC は設立においては、事前に SG（Strategic Group）での具体的な推進方法、SEG（System Evaluation Group）での利害関係特定、領域定義、ロードマップ提案などの SyC 設立環境整備を経る。これまで、自立生活支援、スマートエネルギー、スマートシティ、直流送電をテーマとする SyC が設立され、2018 年 2 月に 5 番目として、スマート・マニュファクチャリング関連の SyC（SyC-SmM）の設立が決まった。日本は P メンバーとして参加する。SyC-SmM は、以下をスコープとしている。

To provide coordination and advice in the domain of Smart Manufacturing to harmonize and advance Smart Manufacturing activities in the IEC, other SDOs and Consortia.

2017 年以前に設立された自立生活支援、スマートエネルギー、スマートシティの SyC では国際標準（International Standard； IS）の提案があり開発が進められているが、既存の TC との複雑な利害関係が顕在化したこともあり、2017 年 6 月に、今後は SyC での国際標準の策定には SMB の事前承認が必要になることが SMB で決議された[4.1.1-3]。この決議とほぼ時を同じくして、SEG 7 で議論がまとまらなかった SyC-SmM の設立が合意に至った。ただし、その後 2 回の選挙で議長が決まらず、議長候補同士の協議の結果、2018 年 6 月に議長はドイツ人の Dr. Udo Bausch、幹事は米国とすることで合意に至った。ちなみに、他の SyC は IEC 中央事務局が幹事を務めており、特定の国が幹事を務めるのは SyC-SmM だけの特例である。

ようやく第一回の Plenary ミーティングが 2018 年 11 月 6, 7 日にフランクフルトで開催された。通常は SG 解散後、1 年程度の SEG の活動を経て SyC が設立されるが、SyC-SmM は SG 8 解散後、実に 2 年半を要した。国際の場が動き始めたので、国内委員会が組織され、2019 年 3 月、第 1 回の国内委員会が開催された。なお、国内委員会の事務局をロボット革命イニシアティブ協議会（RRI）が担当している。

4.1.2. ISA95（IEC 62264）

(1) 概要

基幹系システム（ERP）と生産管理システム（MES）は、これまでお互いに関係を意識せずに独自に開発されてきた。また、多くの工場が独自のルールで運用され、生産管理システム自体も独自のデータ構造とソフトウェア設計になっていた。このため、システム間や工場間でデータ交換を行うためにはシステムエンジニアリングに多大なエ

数を必要としてきた。この工数を削減するため、1990 年代に米 ISA（the International Society of Automation）は新たに ERP と MES のデータ交換に関する標準規格の策定に着手した。

この活動の中で、ERP 領域、MES 領域、生産現場領域の機能階層レベルが定義されたことについては広く知られている。　　　　図 4.1.2-1 に示すとおり、レベル 0 からレベル 4 に階層分けされている

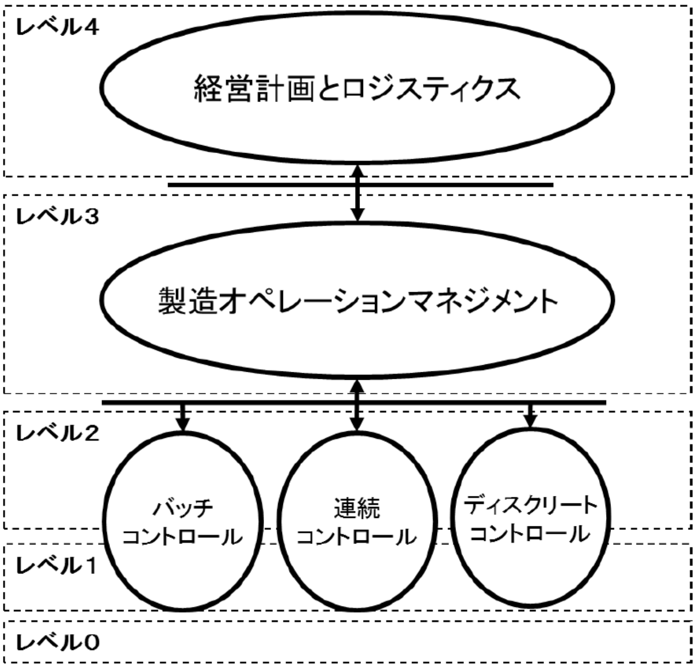


図 4.1.2-1　機能階層モデル

ISA95 の目的は、サプライヤや製造業者間でのデータ交換の基礎となる専門用語、データモデル、および運用モデルの提供である。レベル 4 とレベル 3、ならびにレベル 3 内のデータ交換のための各種定義が規定されている。それ以外はスコープ外である。（ただし、最近ではレベル 3 とレベル 2 の間のデータ交換の必要性についても言及されるようになってきており、今後スコープが拡大される可能性はある。）

ISA95 はあくまでもリファレンス・モデルであり、これを利用して、それぞれの工場環境に合わせたデータモデルの作成とソフトウェア設計を行う必要がある。日本語の解説書が発行されているので、詳細はそちらを参照されたい[4.1.2-1]。

なお、ISA は米国の業界団体であるが、米国外の個人でも ISA の会員になれば標準策定に参加することができる。一方、IEC は個人では参加できない。企業、大学、官庁、業界団体などの組織に所属している者が国内対応委員会委員に任命された上で、日本 NC（Japan National Committee、日本工業標準調査会； JISC）より IEC へ推薦され、エキスパート登録されなければならない。

(2) 規格開発進捗状況

2019 年 1 月現在、パート 9 まで議論が進められている。各パートのタイトル（暫定含む）は以下の通り。

パート 1　Models and Terminology

パート 2　Objects and attributes for enterprise-control system integration

パート 3　Activity Models of Manufacturing Operations Management

パート 4　Object Model Attributes for Manufacturing Operations Management Integration

パート 5　Business to Manufacturing Transactions

パート 6　Messaging Service Model

パート 7　Alias Service Model

パート 8　Information Exchange Profiles

パート 9　Common Operations Management Events

機能階層モデルにマッピングした各パートの該当レベルを図 4.1.2-2 に示す。

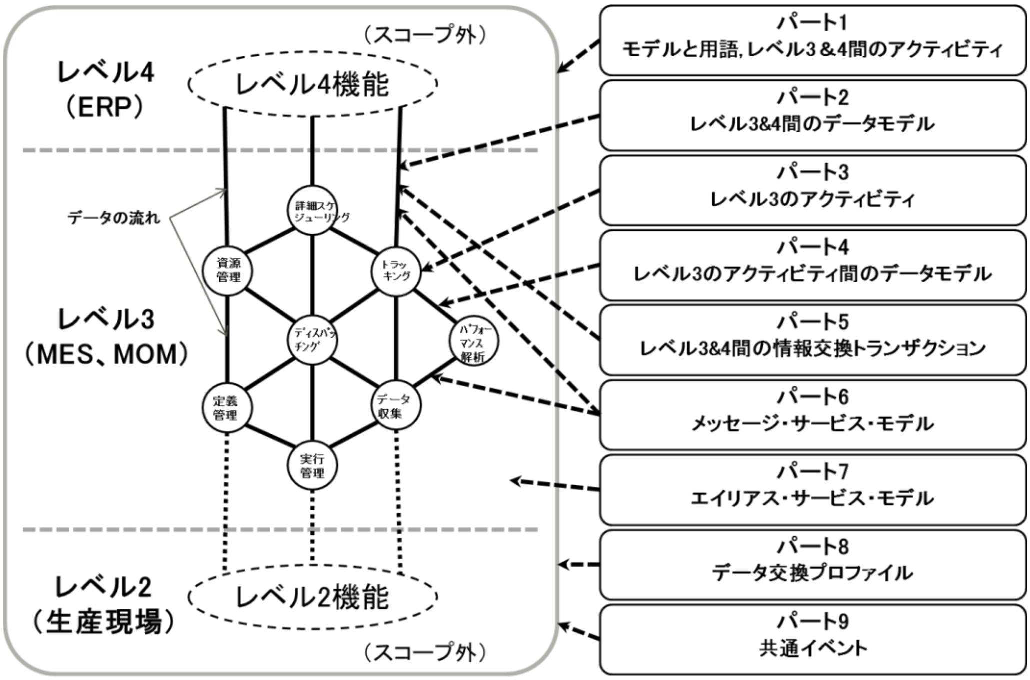


図 4.1.2-2 各パートのマッピング

ISA-95 は、米国 ANSI 規格を経て、IEC/SC 65E/JWG 5 で審議され、大幅な変更は加えられずに IEC 62264 として承認される。2018 年 12 月現在、図 4.1.2-3 に示されているように、パート 1 から 5 が IEC 標準として承認されている。パート 6 と 7 は IEC で審議中であり、パート 8 と 9 は ISA で議論が始まっている。順次 IEC に議論の場が移されていく予定である。また、最新技術に取り残されないように、発行済みの標準の改訂作業も活発に行われている。

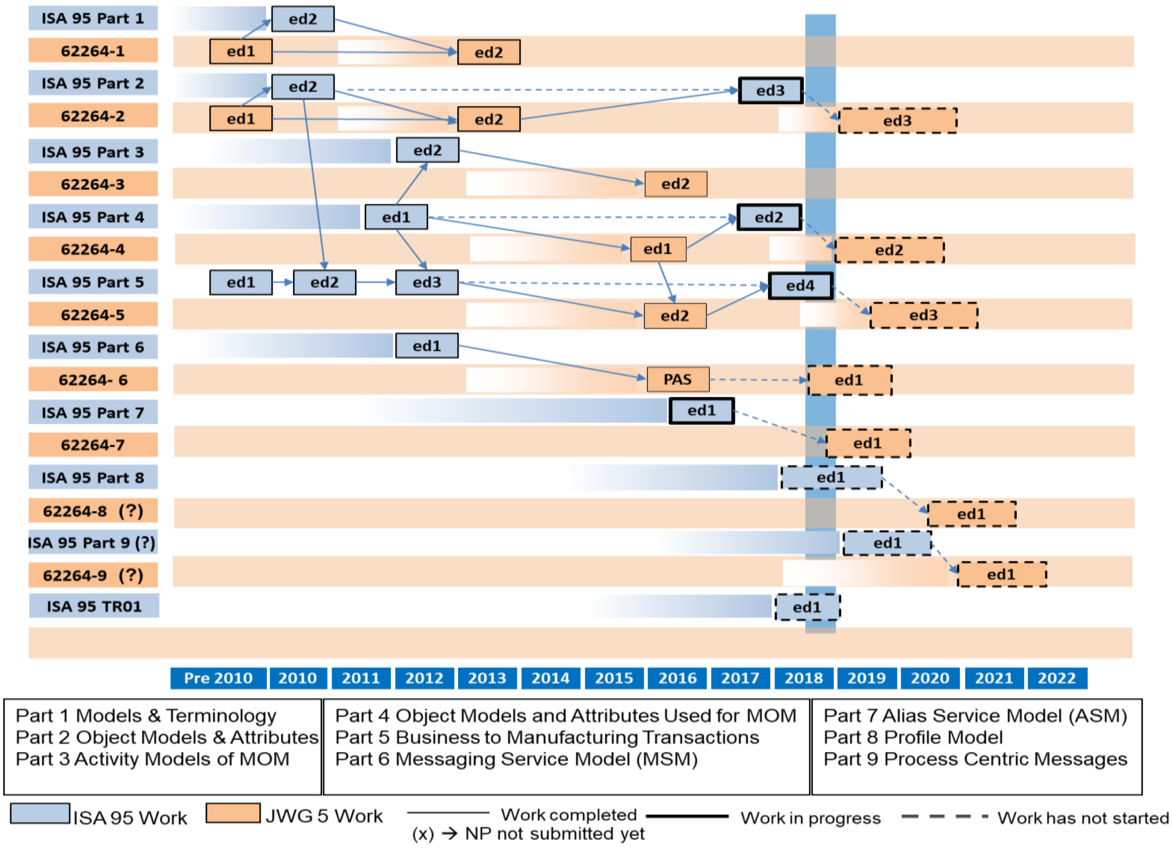


図 4.1.2-3 ISA-95（IEC 62264）策定スケジュール

(3) 情報モデルの特徴

システム間のデータ交換の際に両システムが共通の情報モデルを利用しているとデータ項目のマッピング工数を減らすことが出来る。このため、ISA95 や PSLX3.0 では標準情報モデルが定義されている。IVI では、PSLX3.0 の知識を有するエンジニアが業務シナリオの実施やデータモデル辞書の開発を行っているようなので、本節では ISA95 と PSLX3.0 を対比しながらデータモデルの特徴を簡単に説明する。

PSLX は、国内のソフトウェアベンダ 11 社が各社のアプリケーションを相互連携させることを目的に開発した国内製リファレンス･モデルである。PSLX3.0 は、知識、計画、実行、管理、生産技術、販売、購買の 7 カテゴリグループ、42 モデル、197 オブジェクトで構成されている。

2019 年 1 月現在、ISA95 には 151（Part 2 と Part 4 の合計）のオブジェクトが定義されている。前述したように、ISA95 は生産分野のレベル 4 とレベル 3、ならびにレベル 3 内のデータ交換をスコープとしている。一方、PSLX3.0 は、ISA95 のようにスコープを厳密に制限せず、ERP 領域の販売情報と購買情報という ISA95 には無い定義も持っている。

表 4-1-1、表 4-1-2 に、例として、それぞれ ISA95 と PSLX3.0 の作業指示系のオブジェクトのデータ項目を示す。PSLX3.0 では、生産、保全、品質保証、在庫の各作業の指示に対して、個別にオブジェクトが用意されているのに

対して、ISA95 は各作業に Job Order という同じオブジェクトを使用する。ISA95 は、敢て抽象的な定義に留め、現場環境への適応は利用者によるオブジェクトの拡張に任せている。

表 4-1-1 ISA-95 オブジェクト例（JOB ORDER； 作業指示）

項目名	生産	保全	品質保証	在庫
作業指示ID	1001091	DO4833-A	EE90989	38483ED
ﾜｰｸﾀｲﾌﾟ	生産	保全	品質	在庫
説明	"Work request for export quality widgets for October 29, 1999"	"Work order to repair shear"	"Ambient temperature sampling procedure"	"Stage material for production"
ﾜｰｸﾏｽﾀID	Export quality widget	Repair shear	Raw material sampling procedure	Kit assembly
ﾜｰｸﾏｽﾀﾊﾞｰｼﾞｮﾝ	V010		943	A84
開始日時	1999-10-27 8:00 UTC	2014-03-07 10:00 UTC	2010-04-27 20:30	2011-01-20 14:45 UTC-10:00
完了日時	1999-10-27 17:00 UTC	2014-03-08 08:00 UTC	2010-06-27 17:00	2011-01-27 09:30 UTC-10:00
優先度	Highest	3	A	Medium
階層（ワークセンタ、・・・）	East Wing manufacturing line #2	Lid press Asset ID 13465	Test cell 4 Receiving	Warehouse B
セグメント要求ID	A6646	KU492	48283	4883DV
コマンド	Start, Hold, Cancel, Abort, Stop	Start, Hold, Cancel, Abort, Stop	Start, Hold, Cancel, Abort, Stop	Start, Hold, Cancel, Abort, Stop
差立状態	Pending	Dispatched	Running	Closed
コマンドルール	Equipment is clean. After *job order* WED89 is complete	Parts available and equipment not in production.	Request from production. Request from receiving.	Stock out condition

参考例

表 4-1-2 PSLX3.0 オブジェクト例

	生産	保全	品質保証	在庫
項目名	生産指示 ID	保全指示 ID	品質検査伝票 ID	在庫指示 ID
	生産オーダ	保全オーダ	品目オーダ	生産オーダ
	作業区	設備	品目	倉庫
	工程順序	作業日	検査日	品目
	生産工程	作業者	検査者	移動日時
	摘要	摘要	摘要	移動区分
	着手日			ロケーション
	完了日			数量
	摘要			単位
	作業者			荷姿
	優先度			摘要
	完了区分			作業者
				優先度
				完了区分

ISA95 には、定義されているデータモデルだけでは現場データを表現できない場合のデータモデルの拡張方法も記述されている（図 4.1.2-4）。オブジェクト（親オブジェクト）とプロパティ（子オブジェクト）がセットで用意されているケースが多い。プロパティを追加する方法でデータモデルを拡張して、様々な生産現場に適応させる。これらの拡張情報を当事者間で共有することによりデータ交換が可能となる。

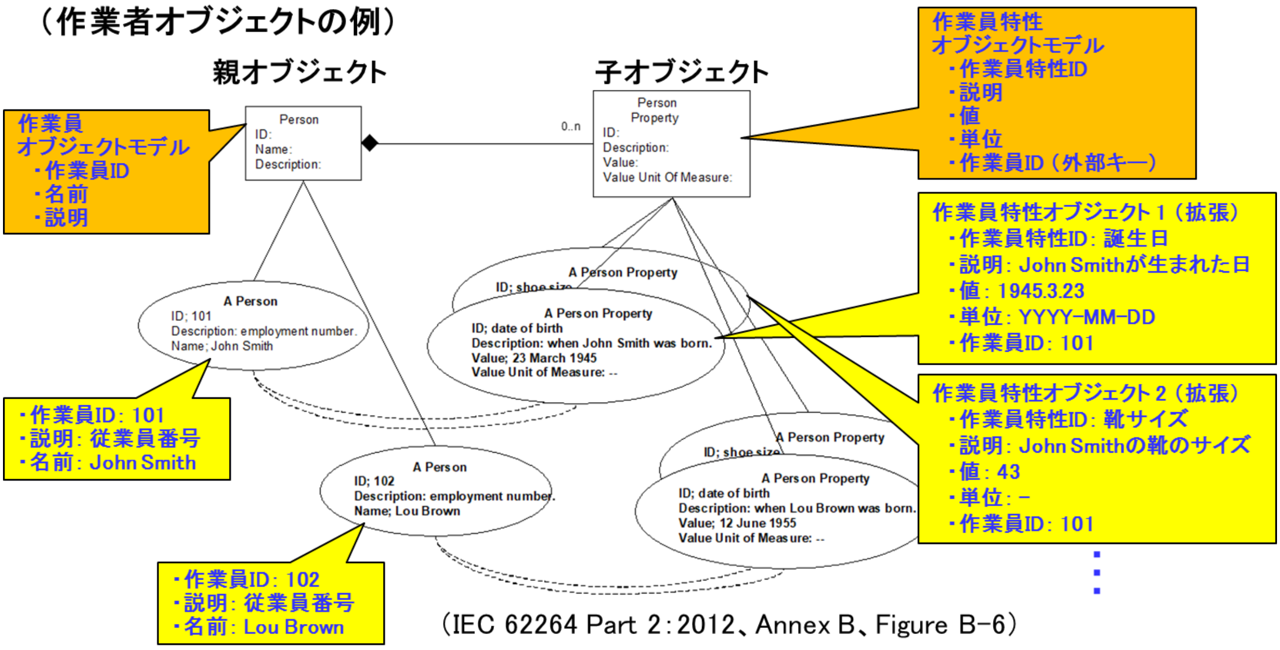


図 4.1.2-4 ISA95（IEC 62264）におけるプロパティ追加によるオブジェクト拡張

（作業者オブジェクトの例）

一方、PSLX3.0 は、特定の生産現場を意識して各オブジェクトが作成されているように見え、適用できる分野では現在のオブジェクトで、あまり拡張を必要としない。しかし、生産環境の進化に伴い、想定を超える生産現場が現れてきたら拡張が必要になってくると考えられる。PSLX3.0 では、拡張についてのルールは特段定められてはいない。PSLX3.0 の詳細は、参考文献を参照されたい[4.1.2-2]。

4.1.3. 無線（5G）の製造分野での動き

(1) 概要

“5G”とは、ITU が 2020 年に国際標準として策定を目指す第 5 世代移動通信システム（IMT-2020）の名称であり[4.1.3-1]、IMT-2020 への技術仕様提案を目指す 3GPP が開発している移動通信システムの名称でもある[4.1.3-2]。5G は、スマートフォン用途など従来のモバイルブロードバンド通信の拡張である Enhanced Mobile Broadband（eMBB）に加え、IoT やセンサネットワーク用途を想定した Massive Machine Type Communication（mMTC：超多数機械型通信：LPWA の一種）や、産業オートメーションや自動運転用途を想定した Ultra Reliable and Low Latency Communication（URLLC：超高信頼低遅延通信）をサポートすることから[4.1.3-1]、社会的にも大きなインパクトを与えるテクノロジであるとされている[4.1.3-3]。スマート製造の観点から見ると、特に URLLC に下支えされた FA の無線化や高度化が大きな論点のひとつである。

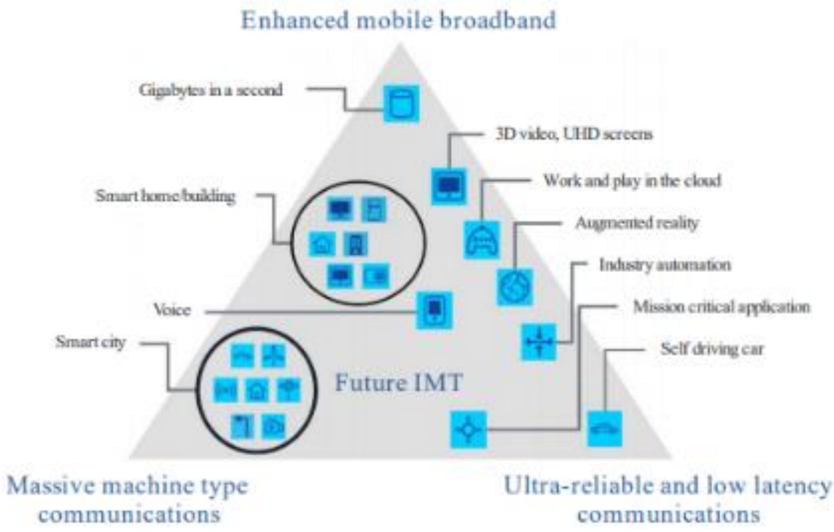


図 4.1.3-1 5G の用途例と能力（出典 [4.1.3-1]）

(2) 3GPP 5G 標準化動向

3GPP では、5G の初版技術仕様である Release 15 について、2018 年 6 月に概要仕様である Stage-2 仕様の策定を完了し[4.1.3-4]、本節執筆時点（2018 年 12 月）では詳細仕様である Stage-3 策定に向けた詰めの作業を実施している[4.1.3-5]。Release 15 は、米国などで既に商用化されているが[4.1.3-6][4.1.3-7]、主に 2019 年から 2020 年頃にサービスインが本格化する予定である[4.1.3-8]。Release 15 では、5G の 3 つの能力のうち、eMBB の技術開発が最優先され、URLLC については AR（Augmented Reality：拡張現実）/VR（Virtual Reality：仮想現実）といったエンターテイメント産業向けの一部機能がサポートされた[4.1.3-9]。

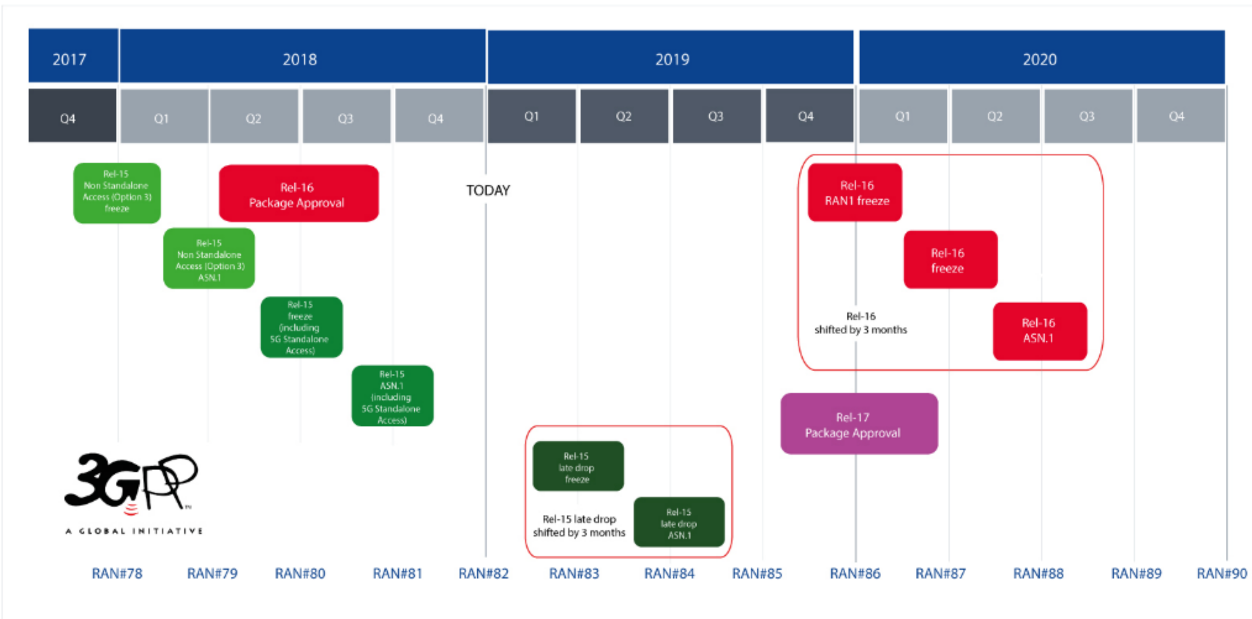


図 4.1.3-2 3GPP 5G 標準化スケジュール（出典 [4.1.3-5]）

スマート製造において 5G のインパクトがより大きくなるのは、Release 15 の次版である Release 16 と考えられている。Release 16 では、よりタイトな通信性能が要求される FA をはじめ、交通産業や電力産業への 5G 適用を想定した機能が規格に取り込まれる[4.1.3-9]。

スマート製造分野への適用に関しては "Factories of the Future" として 5 つのアプリケーション領域(表 4.1.3-1)における 20 のユースケース(表 4.1.3-2)が検討され[4.1.3-10]、2019 年末に技術仕様の策定を完了し[4.1.3-5]、2020 年代初頭に商用化される見込みである。

表 4.1.3-1 スマート製造分野における 5G の 5 つのアプリケーション領域

アプリケーション領域
Factory automation
Process automation
HMIs and Production IT
Logistics and warehousing
Monitoring and maintenance

（出典 [4.1.3-10]を基に作成）

表 4.1.3-2 スマート製造分野における 5G の 20 のユースケース

ユースケース
Motion control
Motion control – transmission of non-real-time data
Motion control – seamless integration with Industrial Ethernet
Control-to-control communication (motion subsystems)
Mobile control panels with safety functions
Mobile robots
Massive wireless sensor networks
Remote access and maintenance
Augmented reality
Process automation – closed-loop control
Process automation – process monitoring
Process automation – plant asset management
Connectivity for the factory floor
Inbound logistics for manufacturing
Wide-area connectivity for fleet maintenance
Variable message reliability

Flexible, modular assembly area
Plug and produce for field devices
Type-a network – PLMN interaction
Communication monitoring, diagnosis, and error analysis

（出典 [4.1.3-10]を基に作成）

(3) 5G のスマート製造への適用検討の動向

世界的に 5G をスマート製造に適用する動きが加速している。以下はその一部である。

- ドイツ：5G-ACIA（5G Alliance for Connected Industries and Automation）は、ZVEI（ドイツ電機電子工業連盟）を母体として、製造業と通信業界が議論する場として 2018 年 4 月 3 日に設立されたアライアンスである[4.1.3-11]。同アライアンスは 5G の側面からドイツの Industrie4.0 を促進していくとしており、公開したホワイトペーパ（5G for Connected industries and Automation [4.1.3-12]）で示されたスマート製造のユースケースと要件が 3GPP での検討（表 4.1.3-1, 表 4.1.3-2）とよく整合していることに留意すべきと考える。
- 中国：Hannover Messe 2018（2018 年 4 月 23 日～27 日）において、Huawei 社は、ベッコフオートメーション社と共同で無線 PLC（PLC 間を 5G で接続）の PoC デモ[4.1.3-13]や、Festo 社の AGV（Automated Guided Vehicle）を 5G で遠隔制御するデモ[4.1.3-14]などを実施した。Huawei 社が中国製造 2025 を主導する/中国を代表する企業の一社であることや、これらデモ内容と 3GPP での検討（表 4.1.3-2）がよく整合していることに留意すべきと考える。
- 日本：総務省では”ローカル 5G”（自営 5G）の周波数割当の検討を開始している[4.1.3-15]。制度化されれば工場などの拠点単位で干渉が少ない免許帯の周波数を使用することが可能となり[4.1.3-16]、3GPP において定義されている type-a network/ type-b network [4.1.3-10]に整合した周波数割当の一形態であるだけでなく、スマート製造における 5G 適用の土台となり得るとして期待されるところである。

4.2. 規格類の概要

4.2.1. RAMI4.0

(1) 概要

RAMI 4.0（Reference Architecture Model for Industrie4.0）は、Industrie4.0 の目指す姿を議論・研究・実装するにあたっての共通の枠組みを提供するものである。Industrie4.0 における“つながる世界”では、最終製品だけではなく、製品を生産する工場、工場内で稼動する設備、またそれらを動かすためのデータや、動作した結果として現われる情報などもそれぞれ連携するとともに、連携した結果さらなる自律的な相互作用を及ぼしてゆく。このようなフレキシブルで複雑な世界において、RAMI 4.0 という共通の枠組みを用いることによって、多岐に渡る領域や項目を国や産業、企業などの境界を越えて、統一的に参照することが可能になる。

Plattform Industrie4.0 で策定された RAMI 4.0 は、以下の図 4.2.1-1 のように 3 次元で表現されるもので、この 3 次元はそれぞれ Hierarchy 軸、Life Cycle 軸、Architecture 軸の 3 軸で構成されている。（3 軸のそれぞれに関する説明は後述）

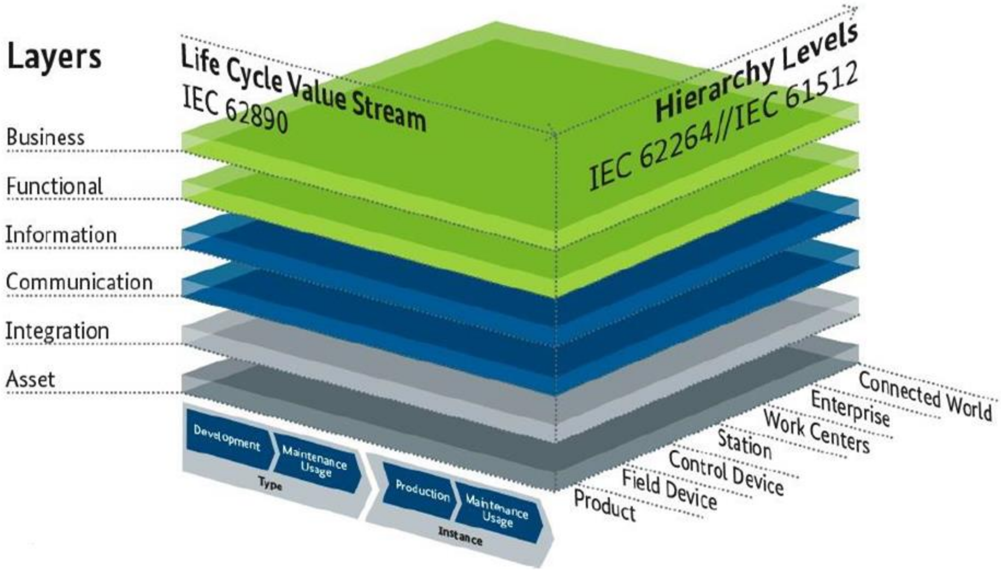


図 4.2.1-1 RAMI4.0

Plattform Industrie4.0 が RAMI 4.0 を策定するにあたって参考にしたのが SGAM（Smart Grid Architecture Model）である。SGAM は送電網（Smart Grid）における標準的な参照アーキテクチャであり、欧州における標準化を推進している CEN（Comité Européen de Normalisation）、CENELEC（Comité Européen de Normalisation Electrotechnique）、ETSI（European Telecommunications Standard Institute）という 3 団体による合同グループ

である CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group（SC-CG）の下部グループである Reference Architecture Working Group（SG-CG/RA）によって 2012 年 11 月に提案されたものである。

SGAM も図 4.2.1-2 で表される 3 次元で構成された参照モデルであり、Zones 軸、Domain 軸、Interoperability 軸の 3 軸で構成されている。

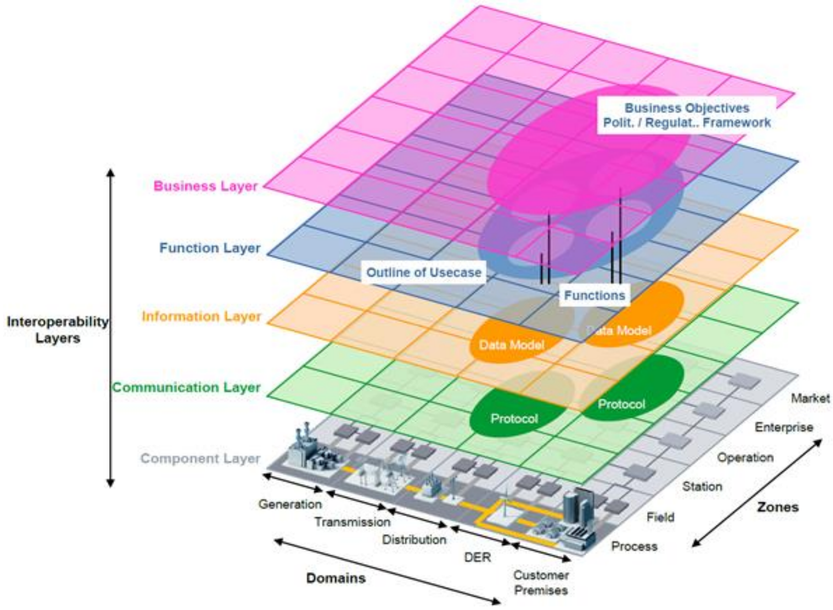


図 4.2.1-2 SGAM

(2) RAMI 4.0 を構成する 3 軸

ここでは RAMI 4.0 の 3 次元構成における 3 つの軸に関してそれぞれを説明する。

Hierarchy 軸

RAMI 4.0 では階層（Hierarchy）として以下の表 4.2.1-1 Hierarchy 軸の階層に示す 7 層を定義している。表中の説明では、実際の例として製造産業における製品や工場、工場における生産設備といった視点で例示しているが、RAMI 4.0 そのものは製造産業や製造現場に特化した参照アーキテクチャではなく、異なる産業においても適用できるモデルである。

表 4.2.1-1 HIERARCHY 軸の階層

階層名	製造産業における例
Connected World	異なる製造企業が相互接続された世界
Enterprise	工場を経営・運営する企業体そのもの
Work Centers	生産ライン全体や、生産ラインを含む工場全体
Station	MES など
Control Device	PLC や CNC、産業用 PC など
Field Device	センサやモータ、工作機械など
Product	対象とする製品

またこの Hierarchy（階層）視点における “Connected World（つながる世界）”がもたらす意味として、つながる階層が変化することとそこからもたらされる業界構造そのものの変化が挙げられる。以下の図 4.2.1-3 の左側の図は従来までのインダストリ 3.0 における製造産業での階層と業界構造を、右側の図は Industrie4.0 で実現されるつながる世界での業界構造を示している。

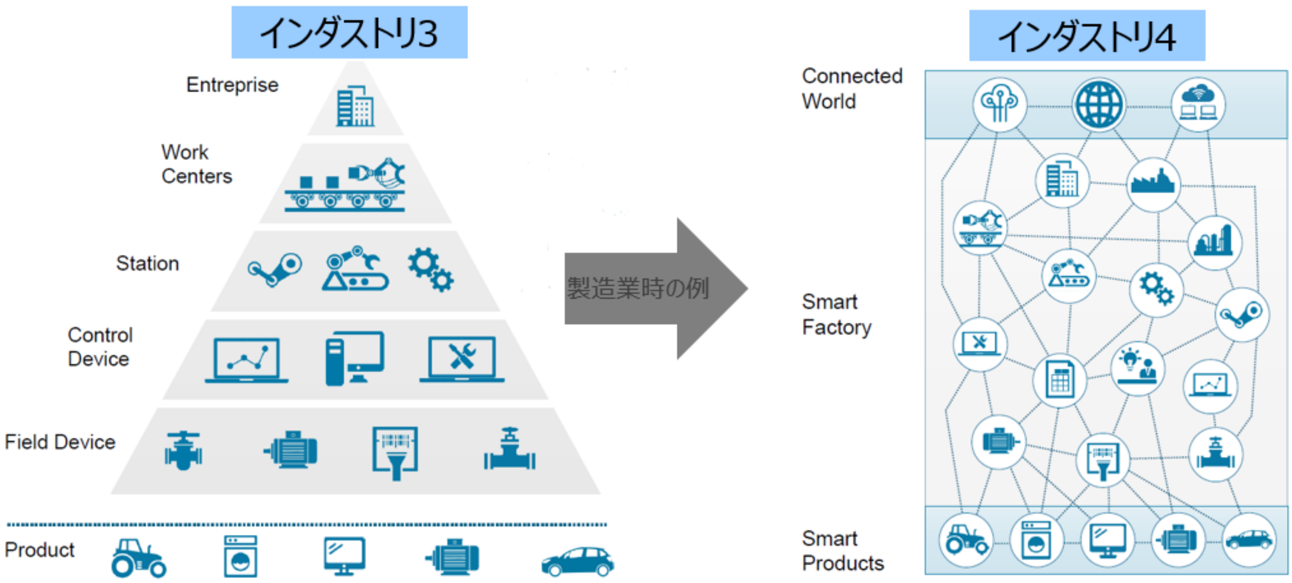


図 4.2.1-3 INDUSTRIE4.0 の階層と業界構造

インダストリ 3 での製造産業においては、最終製品は連携されておらず個々の製品で分離している。また機能は最終製品に紐付いたものとなっており、コミュニケーションは階層毎に応じておこなわれる形態となっている。そのため業界構造としても、最終製品の企画・製造・販売をつかさどる企業を頂点として、そこから実際の製造をおこなう組立工場やその製品を構成する部品の部品ベンダや部品の生産、またそれらの生産をおこなう設備ベンダやそのための部品ベンダへ、といった階層が系列という枠組みにおいて順次展開されてゆくピラミッド型の構造となっている。

Industrie4.0 では、企業体そのものが連携されることはもちろんのこと、製品同士も連携して機能する世界となる。またその製品の製造においても、これまでの階層や系列の枠組みを超えて組立工場や部品ベンダ、設備ベンダが相互に連携して生産をおこなってゆく構造、すなわちスマート・ファクトリーへと変わってゆく。これは最終製品をつかさどる企業を頂点とする構造から、部品ベンダや工場といった階層で強みを持つ企業が優位性を保持することが出来るフラットな業界構造となることを意味している。

Life Cycle 軸

RAMI 4.0 ではライフサイクル(Life Cycle)として、大きくは“タイプ(Type)”と“インスタンス(Instance)”という 2 サイクルで構成され、その各サイクルの中において“開発(Development)もしくは生産(Production)”と“保守(Maintenance Usage)”の個別のサイクルで構成されている。図 x の Life Cycle 軸を図 4.2.1-4 に示す。

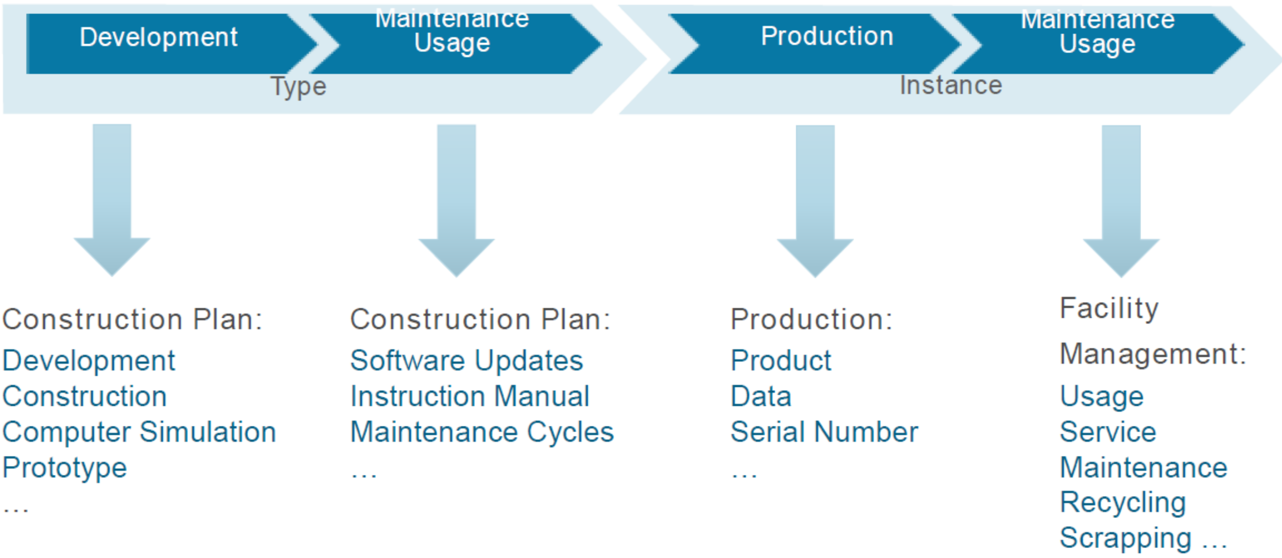


図 4.2.1-4 RAMI4.0 の LIFE CYCLE 軸

製造産業における具体例を表すと、表 4.2.1-2 になる。

表 4.2.1-2 LIFE CYCLE 軸の具体例

	Type		Instance	
	Development	Maintenance Usage	Production	Maintenance Usage
製造業での例	設計 シミュレーション 試作	操作マニュアル ソフトウェア更新 保守計画	組み立て シリアル番号 データ書き込み	リサイクル 廃棄

Architecture 軸

RAMI 4.0 では Architecture 軸での階層として表 4.2.1-3 に示す 6 層を定義している。注意すべき点として、現実世界での物理的なモノを表しているのは“Asset 層”であり、上位の“Business 層”から“Communication 層”はデジタル世界で表現され、そしてその物理とデジタルを変換する層が“Integration 層”という点である。

表 4.2.1-3 Architecture 軸の具体例

階層名	説明
Business	企業等の団体におけるビジネスを表す層
Functional	アセットの機能を表す層
Information	機能を実現するのに必要なデータを表す層
Communication	情報へのアクセスをおこなう層
Integration	物理からデジタルへ変換･移行する層
Asset	現実世界での物理的なモノを表す層（後述）

ここで重要な点としては“Asset 層”におけるアセットの定義･範囲である。“物理的なモノ”という表現で記述しているが、RAMI 4.0 におけるアセットは製品や部品、ケーブルといった類に限定されてはおらず、設計情報、生産情報、その活動で作成されるドキュメント類、ソフトウェア、利用される規約も含まれており、プログラマや現場のエンジニア、保守要員といった人もアセットに含まれている（図 4.2.1-5）。

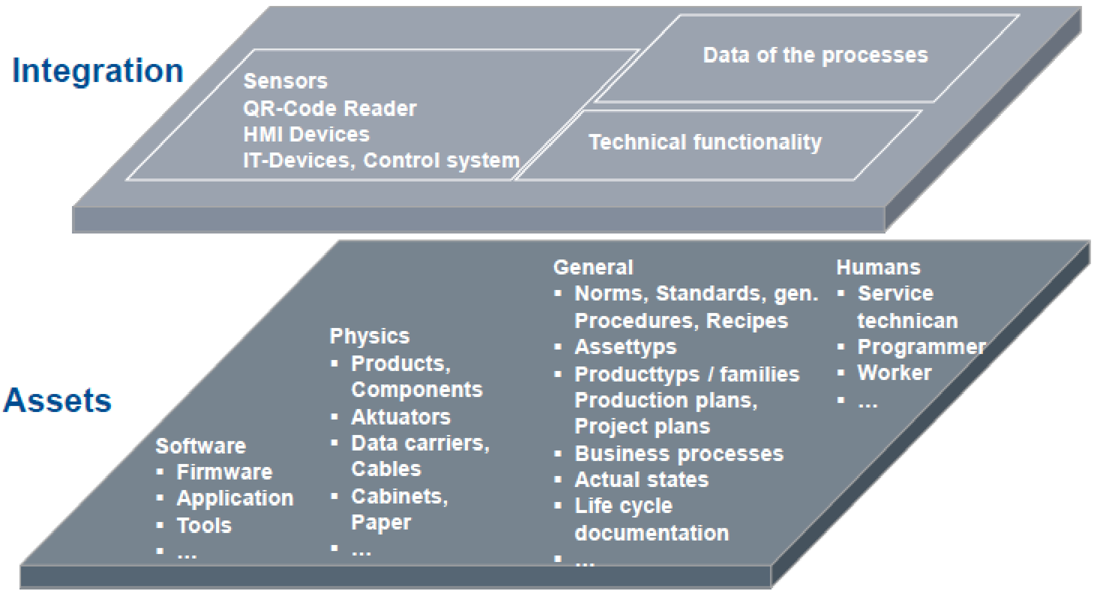


図 4.2.1-5 RAMI4.0 の ASSETS 層と INTEGRATION 層

4.2.2. 管理シェル

管理シェルとは、4.2.1 RAMI4.0 章で説明した“つながる世界”におけるアセット間のコミュニケーションの手段である。本節では ID とビューを中心とした基本構成、複数アセットの管理方式、標準化との対比、要求事項、ユースケースのそれぞれに関する概要を説明する。

(1) 概要

管理シェルは、図 4.2.2-1 で示すように、大きくはヘッダ(Header)とボディ(Body)で構成されている。

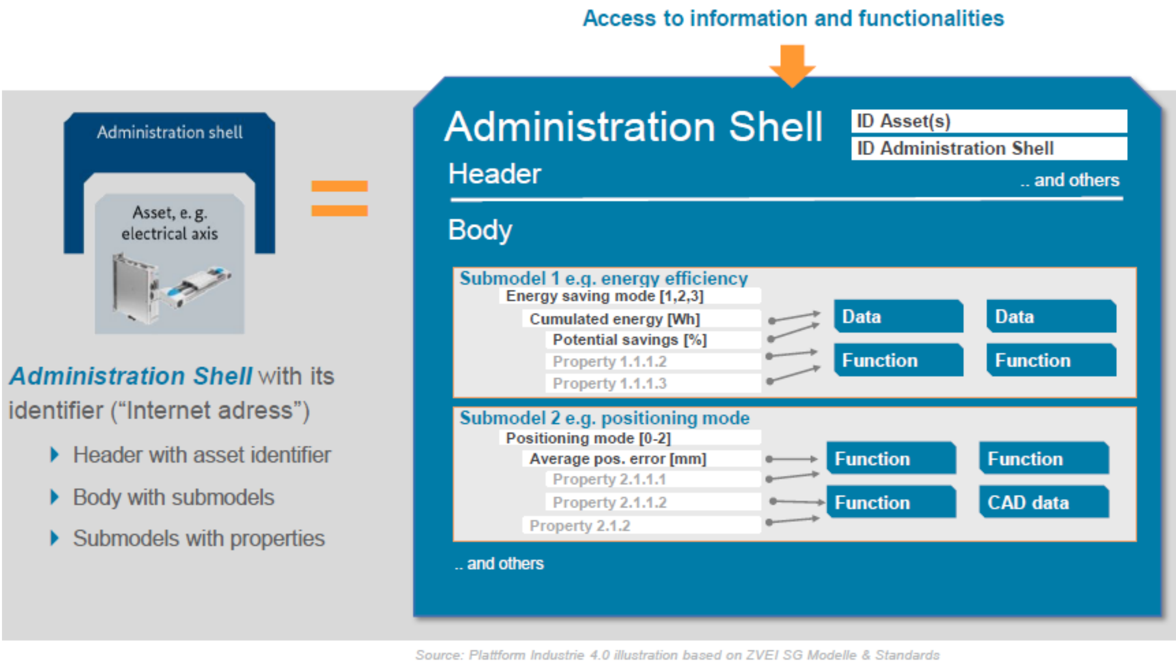


図 4.2.2-1 管理シェル概念図

ヘッダは管理シェルそのものの識別子(以下 ID)と、対象とするアセットの ID を含んでいる。またボディは機能毎にサブモデル化され、1 つ以上のサブモデルを含んでいる。サブモデルは、IEC61360 もしくは eCl@ss の標準形式で記述されたベーシック・サブモデル(Basic Submodels)と、特定相手との特定ユースケースで利用されるフリー・サブモデル(Free Submodels)が存在している。ベーシック・サブモデルは標準形式であるため、Industrie4.0 に準拠した他のアセットの管理シェルとコミュニケーション可能であるが、フリー・サブモデルは独自形式の記述であるため、その記述を認識、理解できる特定相手のみとコミュニケーションが可能である。以下詳細について説明する。

i. **Identifier(ID)**

管理シェルのヘッダに記述される ID には 3 種類の記述方式があり、これらの概要を説明したものが図 4.2.2-2 および表 4.2.2-1 である。

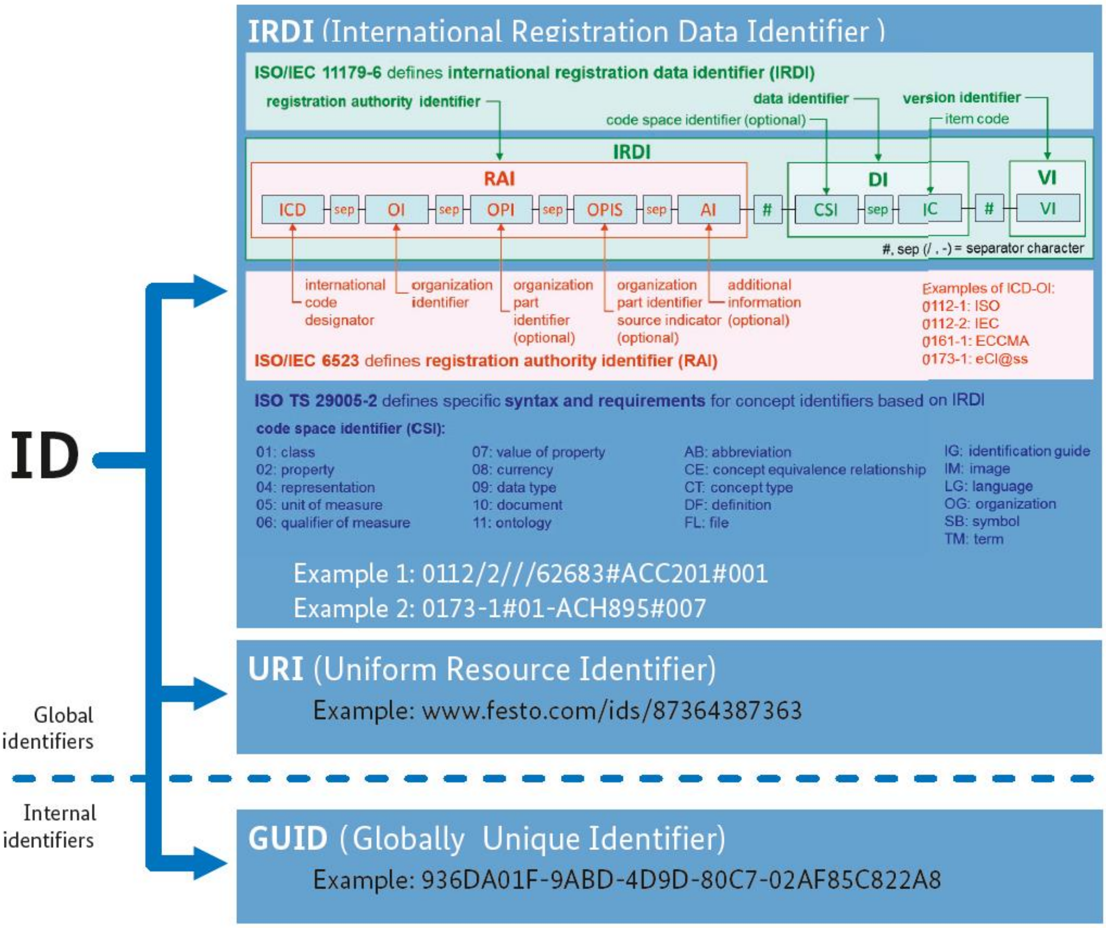


図 4.2.2-2 3 種の ID

表 4.2.2-1 Identifier の説明

	ID の形式（規約）	補足
Identifier	IRDI（International Registration Data Identifier）	グローバル用途の ID ISO/IEC 11179-6 で定義 規約は ISOTS 29005-2 で定義
	URI（Uniform Resource Identifier）	グローバル用途の ID
	GUID（Global Unique Identifier）	内部利用のための ID

ii. View（ビュー）

サブモデルに含まれるプロパティは階層的にグループ化することが可能となっており、一つ以上のプロパティをまとめて、そのアセットの特性等を表示することに用いられる。以下に示す図 4.2.2-3 プロパティの階層構造では、例としてグループ1に属している“follower”グループのプロパティおよび、Subgroup1.1 のプロパティを使用して Settings や Monitoring をおこなう例を表している。

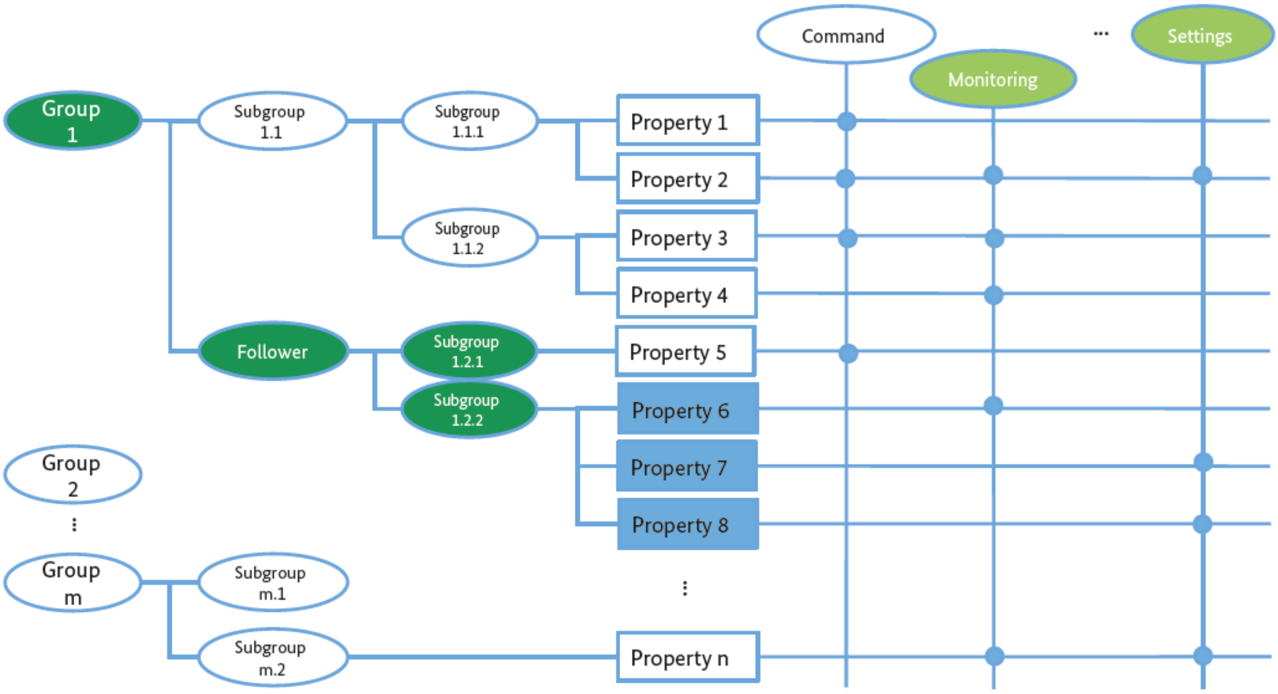


図 4.2.2-3 プロパティの階層構造

また表 4.2.2-2 に示される 5 種類のグループが標準として定義されているビューのグループで、この中の基本ビューにはさらに 5 種類に分類されている。

表 4.2.2-2 標準グループの説明

標準グループ	説明
ブロック(Block)	ID、一般技術データ等
基本ビュー(Basic View)	Business、Construction、Function、Performance、Location の 5 種
互換ビュー(Compatibility View)	互換性、要求等
技術分野ビュー(Technical Discipline View)	技術規約でのフィルタリング
パラメータ・カテゴリ(Parameter Category)	アセットのプロパティ

(2) 複数アセットでの管理

複数のアセットを組み合わせたアセットが存在する場合、それらをまとめてひとつの管理シェルで対応することが可能である。この例を表したものが図 4.2.2-5 である。

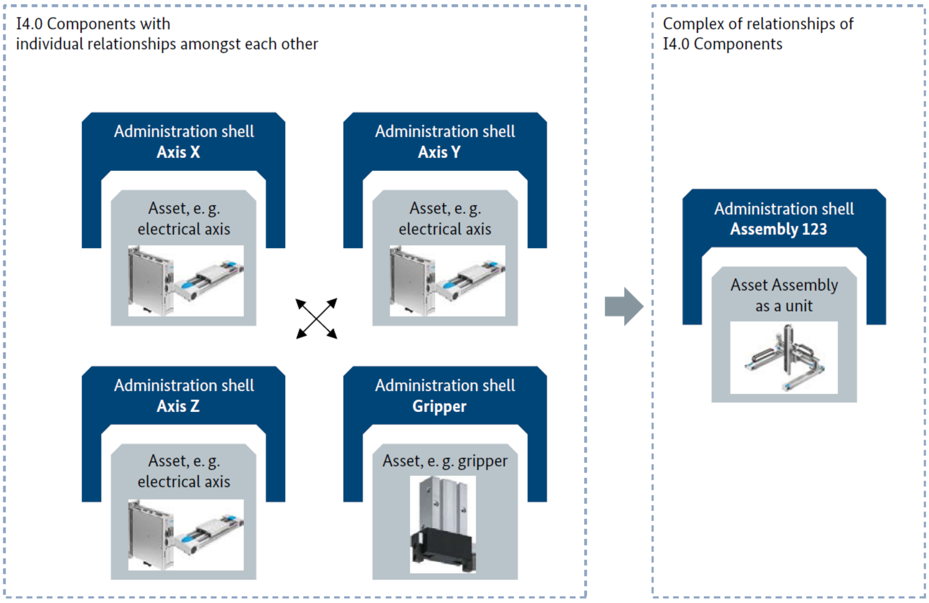


図 4.2.2-4 管理シェルの要求事項図 4.2.2-5 複数アセットの組み合わせ例

また、複数のアセットが入れ子構造になってひとつのアセットが構成されている場合でも、それらを入れ子構造で管理することが可能であり、この例を表したものが図 4.2.2-6 である。

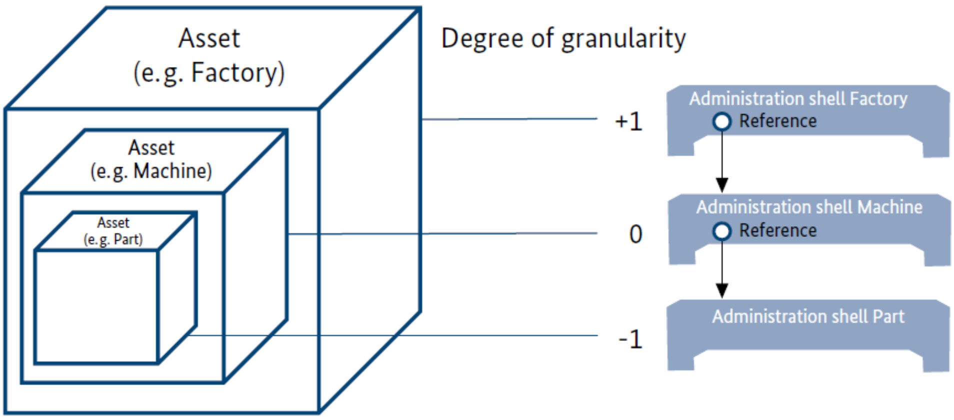


図 4.2.2-6 入れ子構造のアセットの例

このような統合された個別の Industrie4.0 コンポーネントのデータおよび機能は、対応する管理シェルを介してアクセスすることが可能であり、このような複合コンポーネントを参照する統合されたアセットや自アセットのための自身の管理シェルを持つ個々のアセットは“自己管理アセット（self-managed assets）”と呼ばれる。また統合されたコンポーネント内での自身の管理シェルを持たないコンポジット・コンポーネントは“共同管理アセット（co-managed assets）”と呼ばれる。

(3) 管理シェルの要求事項

管理シェルがサポートすべき要求事項の概要を表 4.2.2-3 に示す。

表 4.2.2-3 管理シェル要求事項

番号	要求内容
1	管理シェルは、異なるサブモデル内の異なる技術ドメインのプロパティを扱うことが出来る。
2	管理シェルは、多岐に渡る技術ドメインの情報を含むことが出来、そこからドメインを特定することが出来る。
3	管理シェルは、関連する技術ドメイン内の定義を見つけるため、標準仕様、コンソーシアム仕様、製造業仕様といった
4	異なる管理シェルは互いに参照出来なければならない。管理シェルの要素は、異なる管理シェルの対応するコンポー
5	個々の管理シェルは、その構造を維持したまま、全体の管理シェルに結合されることが出来る。
6	アセット、管理シェル、属性、関係の ID として、可能な限りグローバルな一意な ID を実現すること。（IRDI、URI、GUID）
7	管理シェルは、GS1 や GTIN などの代替識別子をアセットの ID として取得することが出来る。
8	管理シェルは、ヘッダとボディで構成されている。
9	ヘッダは、ID（識別子）の情報が含まれている。
10	ボディには、アセットに関する情報が含まれている。
11	管理シェルの情報と機能には、API（Application Programing Interface）を通してアクセスすることが出来る。
12	管理シェルは、一意な ID（識別子）を保持する。
13	アセットは、一意な ID（識別子）を保持する。
14	産業施設もアセットであり、管理シェルを持ち、その ID を保有する。
15	タイプとインスタンスは、それぞれ識別されなければならない。
16	管理シェルは、他の管理シェルやスマート・マニュファクチャリングの情報への参照を含むことが可能。
17	例えば製造業固有の情報といった、プロパティの追加が可能。
18	信頼できる最小数のプロパティが各管理シェルで定義されなければならない。
19	管理シェル内のプロパティ情報や他の要素の情報は、タイプとインスタンスに適していなければならない。
20	プロパティの階層的かつ計数可能な構造の能力がなければならない。
21	プロパティは、異なる管理シェルであっても、他のプロパティを参照することが出来る。
22	プロパティは、管理シェルの情報と機能を参照できなければならない。

(4) 標準化規約との対比

前章までに説明した内容を含め、管理シェルの基本構成に対応した標準化規約の概要を図 4.2.2-7 に示す。

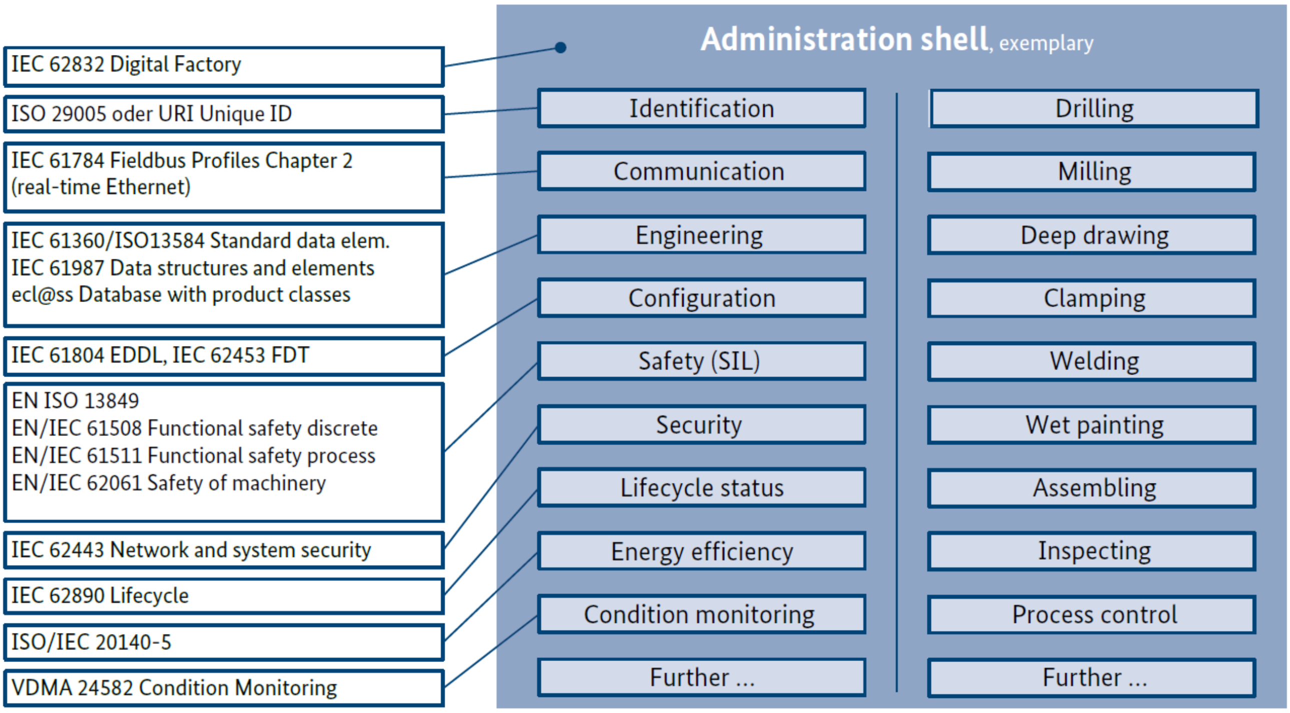


図 4.2.2-7 管理シェルと標準化文書

(5) ユースケース例

管理シェルの利用例を 2 つ示す。図 4.2.2-8 で示される例は、部品を供給する“部品サプライヤ”、それら部品を組み合わせて設備機械とする“インテグレーター”、そしてその設備機械が納入され実際に使用する“オペレータ”の 3 者間での情報のやり取りを含むコミュニケーション手順を記載したものである。図中の中で記載している“設計情報”や“カタログデータ”、“生産情報”といったような情報・データが管理シェルを介してやり取りされることになる。

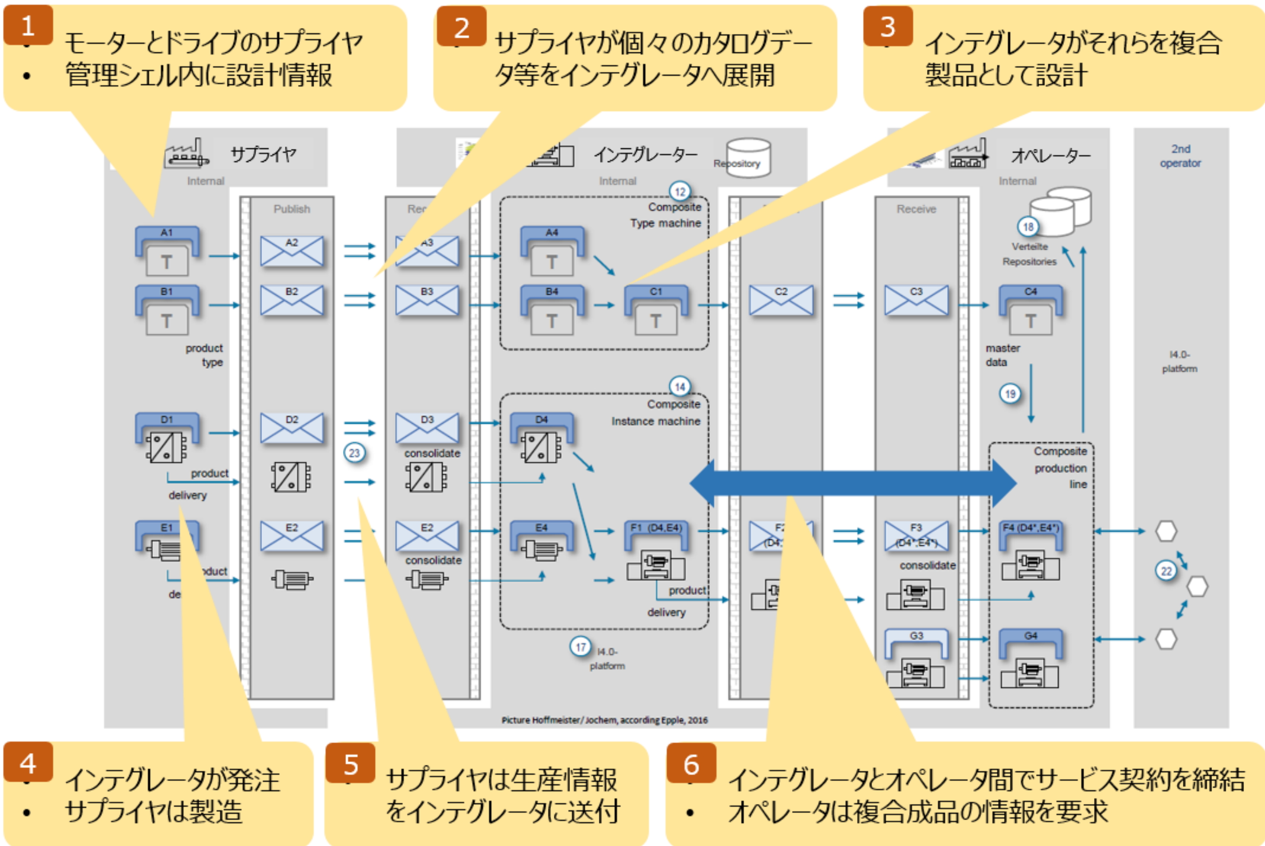


図 4.2.2-8 サプライチェーンにおける管理シェル利用例

また図 4.2.2-9 は、SAP 社の AIN（Asset Intelligence Network）のデモの紹介スライドになる。ここでは、コンベヤ・ラインを流れるモノをセンサで測定し、モノの種類に応じてポジショニング・システムに対して適切な電気信号を流して、モノの種類に応じて 3 箇所に分類するというシステムの例で、それぞれ異なるベンダで構成されたセンサ、コンベヤ・ライン、電気偏向器、ポジショニング・システムの間でデータをやり取りし、モノの種類に応じて正しい分類が出来ているデモを紹介している。

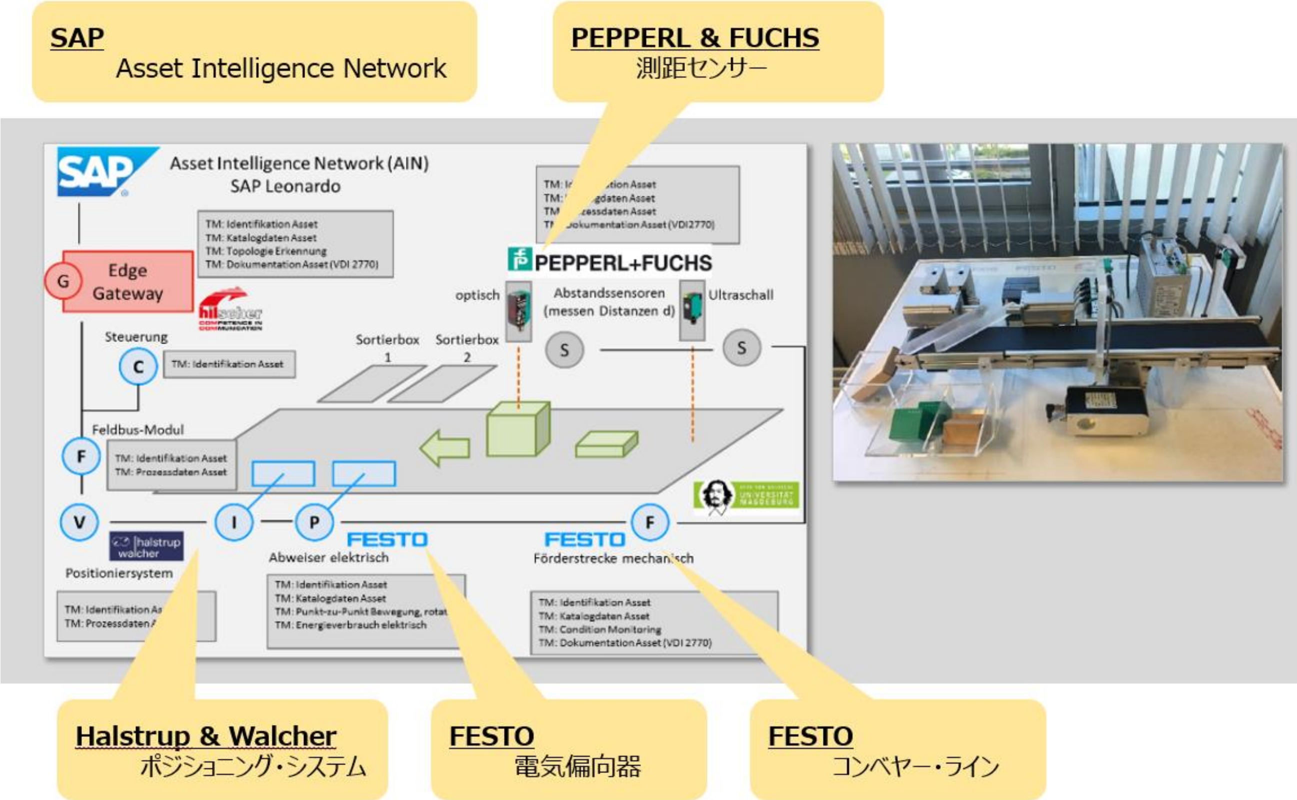


図 4.2.2-9 SAP のデモにおける管理シェル利用例

4.2.3. AutomationML（IEC 62714）

(1) 概要

AutomationML は、工場のエンジニアリングデータ連携のために欧州で開発されたオープンな XML フォーマットである。

・工場の CPS（Cyber-Physical System）に必要な様々なエンジニアリングデータを表現できる。

・欧州の複数の Industrie4.0 関連研究プロジェクトにおいて、連携用データフォーマットとして利用されている。

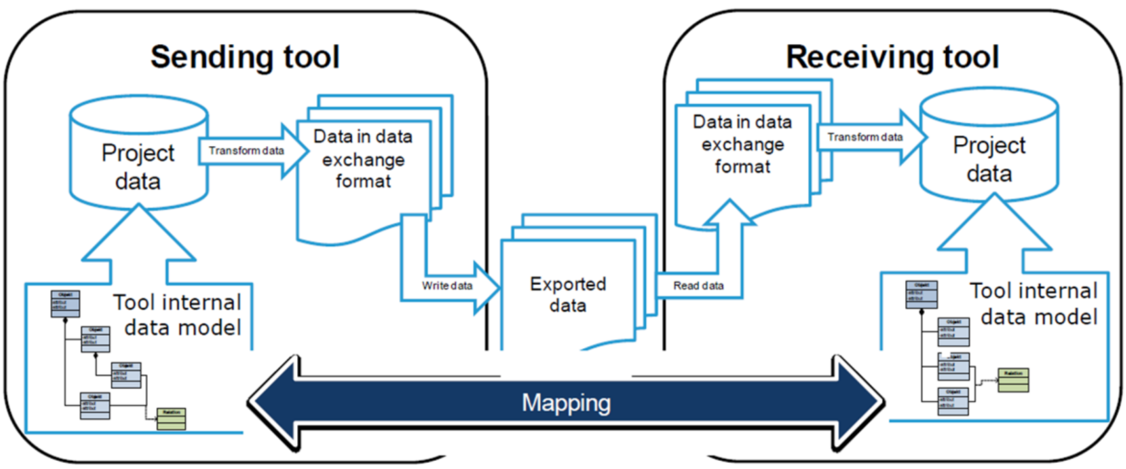


図 4.2.3-1 GENERAL ENGINEERING DATA EXCHANGE PROCESS BETWEEN ENGINEERING TOOLS [4.2.3-1]

(2) Industrie4.0 における AutomationML の位置づけ

AutomationML は、「Industrie4.0 実現戦略」[4.2.3-2]において、RAMI4.0 の Functional Layer、および Information Layer を実装するための手法の一つに挙げられている (図 4.2.3-2)。各 Layer の概要については、4.2.1 節を参照されたい。

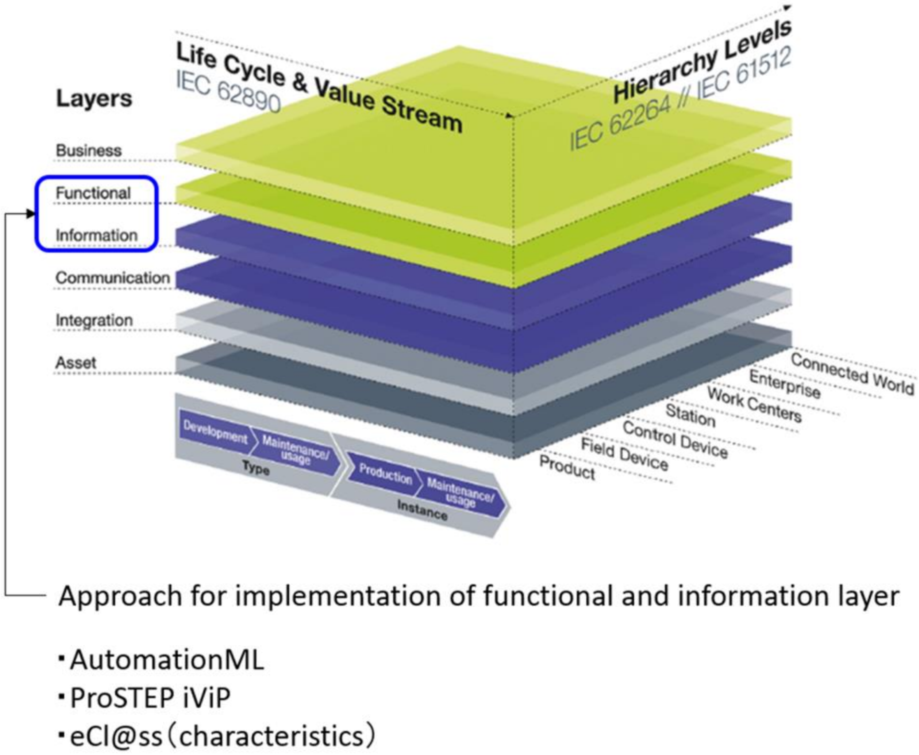


図 4.2.3-2 RAMI4.0 における AutomationML の適用エリア

(3) AutomationML（IEC 62714）の概要

AutomationML は、以下の IEC 規格となっている。

IEC 62714 Engineering data exchange format for use in industrial automation systems engineering – Automation markup language –

IEC 62714 では、AutomationML を、産業オートメーションと制御システムのためのエンジニアリングツール間で交換される、エンジニアリング情報のモデリングのためのマークアップ言語と定義し、その一般要件とアーキテクチャを規定している。その規定は、関連するツールのエキスポート/インポートアプリケーションに適用される。

AutomationML 技術に関する団体として “AutomationML initiative” があり、AutomationML に関連する様々なホワイトペーパを発行している[4.2.3-3]。IEC 規格に対応するホワイトペーパの一覧を表 4.2.3-1 に示す。

表 4.2.3-1 WHITEPAPER AUTOMATIONML

Whitepaper	対応する IEC 規格
Part 1 - Architecture and general requirements (April 2016)	IEC 62714-1:2018 Part 1: Architecture and general requirements (This part specifies the general AutomationML architecture, the modeling of engineering data, classes, instances, relations, references, hierarchies, basic AutomationML librariesand extended AutomationML concepts. It is the basis of all future parts, and it provides mechanisms to reference other sub formats.)
Part 2 - Role class libraries (October 2014)	IEC 62714-2:2015 Part 2: Role class libraries (This part is intended to specify additional AutomationML libraries.)
Part 3 - Geometry and Kinematics (January 2017)	IEC 62714-3:2017 Part 3: Geometry and kinematics (This part is intended to specify the modeling of geometry and kinematics information.)
Part 4 - AutomationML Logic (January 2017)	IEC 62714-4 Part4: Logic (This part is intended to specify the modeling of logics, sequencing, behavior and control related information.)

(4) AutomationML のアーキテクチャ

AutomationML は、複数の標準（フォーマット）を使用してシステムのトポロジや構成、配置、ロジックなどに関する設計情報を記述する。

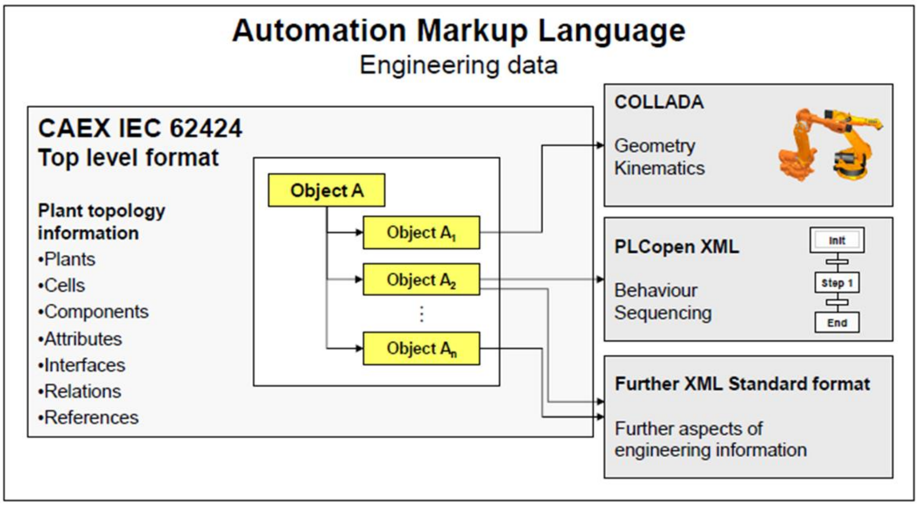


図 4.2.3-3 OVERVIEW OF THE ENGINEERING DATA EXCHANGE FORMAT AUTOMATIONML

① CAEX (IEC 62424): **C**omputer **A**ided **E**ngineering e**X**change

AutomationML は、システムの構成やトポロジを記述するために CAEX を利用する。CAEX は IEC 規格化されている。

IEC 62424: Representation of process control engineering

－ Requests in P&I diagrams and data exchange between P&ID tools and PCE-CAE tools

(P&I: Piping and Instrumentation, PCE: Process Control Engineering)

② COLLADA（**COLLA**borative **D**esign **A**ctivity）スキーマ

AutomationML は、形状や運動学を記述するために COLLADA を利用する。

COLLADA スキーマは、アプリケーション間での 3D アセットのやりとりを容易にする XML ベースのスキーマ。多様な 3D オーサリングツールやコンテンツ処理ツールを生産パイプラインに組み込むことを可能にする。COLLAD は Khronos グループが管理している。

③ PLCopen XML（IEC 61131-10 に向けて活動中）

AutomationML は、PLC のプログラム記述に PLCopen XML を利用する。PLCopen XML は、IEC 61131-3 で規定されたプログラム言語（ラダー、SFC、FBD など）を XML 形式で記述する仕様である。

関連規格：

IEC 61131-10：XML Exchange Formats for programs according to IEC 61131-3

IEC 61131-3：Programmable controllers - Part 3: Programming languages

(5) AutomationML の利用例

① 例 1

MELSOFT iQ Works（三菱電機）と電気 CAD EPLAN Electric P8（EPLAN）間のデータ交換に使用されている。(図 4.2.3 4)

オープンな標準規格である AutomationML（IEC 62424）採用のメリット：

・データ交換の自動化 → 異なるツール間でシームレスな連携が可能

・マルチベンダの実現 → 様々なベンダのツールでデータ交換が可能

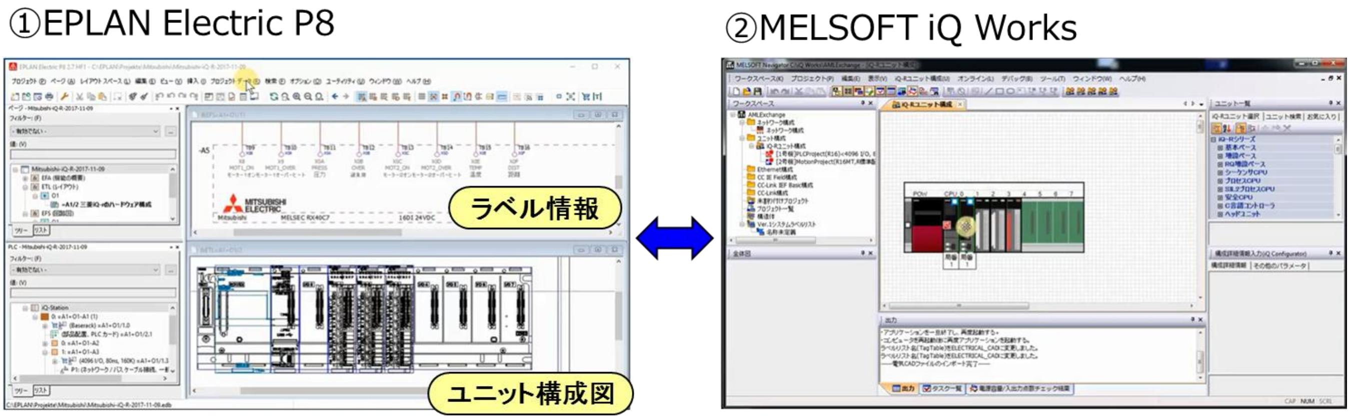


図 4.2.3-4 異なるアプリケーション間でのデータ交換例
*EPLAN Electric P8：EPLAN Software & Services 社（本社：ドイツ）の総合電気設計 CAD
*MELSOFT iQ Works：三菱電機の統合エンジニアリングソフト

② 例 2

Studio 5000 Architect（Rockwell Automation）アプリケーションは、EPLAN Electric P8 などの他のエンジニアリングツールと接続し、安定したデータ共有を行うために、AutomationML を採用している。(図 4.2.3-5)

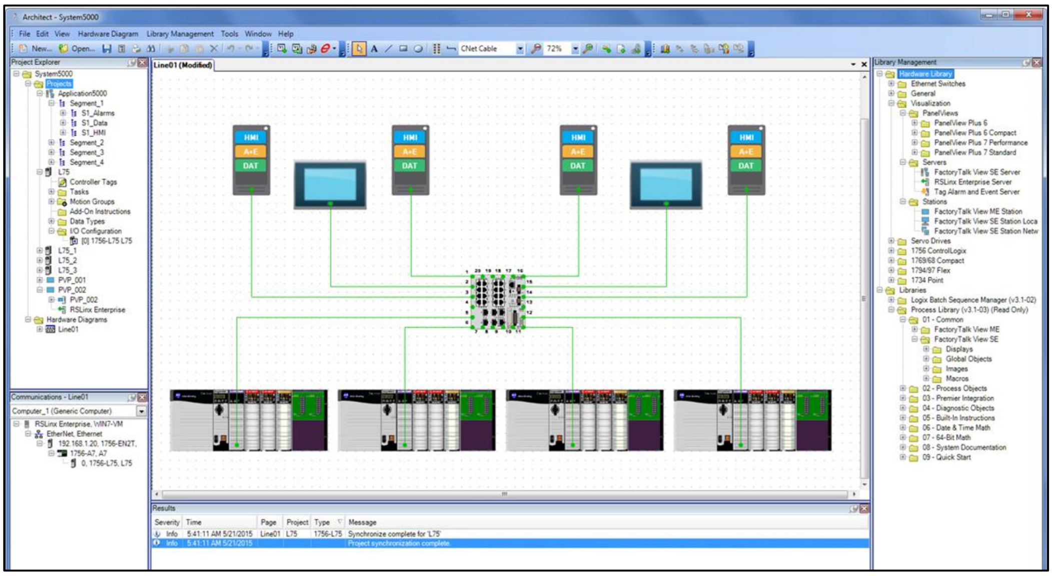


図 4.2.3-5 Studio 5000 Architect

（出典：https://ir.rockwellautomation.com/press-releases/press-releases-details/2018/Studio-5000-Software-Release-Optimizes-Productivity-and-Reduces-Design-Time/default.aspx）

4.2.4. システム・ライフサイクル・プロセス（ISO 15288）

本節では、Industrie4.0 においても重要な手法と位置づけられるシステムズ・エンジニアリングに関する標準としてシステム・ライフサイクル・プロセス（ISO 15288）について記す。

(1) 概要

ISO 15288（Systems and software engineering -- System life cycle processes）は、システム･ライフサイクル･プロセスについて定める国際規格であり、Industrie4.0 において重要な手法と位置づけられるシステムズ･エンジニアリングに関する標準である。システムズ･エンジニアリングの標準化は、1990 年代後半から 2000 年にかけて活発に進み、ISO15288 や IEEE1220 などが標準の中心的な存在になっている。[4.2.4-1]

本項では、ISO 15288 について記す。

(2) システムズとシステムズ･エンジニアリング

① システムの定義

- 「システムとは、定義された目的を成し遂げるための、相互に作用する要素（element）を組み合わせたものである。これにはハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、人、情報、技術、設備、サービスおよび他の支援要素を含む 」[4.2.4-2]
- 「システムとは、与えられた目的を達成するための最終成果物（End Product）と補助的成果物（Enabling Product）の集合体である」（ANSI/EIA-632）

② システムズ･エンジニアリングの定義

- 「システムに関わる工学を実施するための、技術分野には依存しない仕事の仕方」（プロジェクトパフォーマンス社（オーストラリア）の定義）
- 「システムの実現を成功させることができる複数の専門分野にまたがるアプローチおよび手段」（システムズ･エンジニアリングハンドブック（INCOSE）の定義）

(3) システム･ライフサイクル･プロセス（ISO 15288）の枠組み

ISO-15288 は、そのライフサイクル全体を通してシステムに適用可能なプロセスの枠組みで、要求定義、分析、アーキテクチャ設計、実装、および検証を含む。[4.2.4-3]

ISO15288 が対象とするシステム･ライフサイクル･プロセスを図 4.2.4-1 に示す。

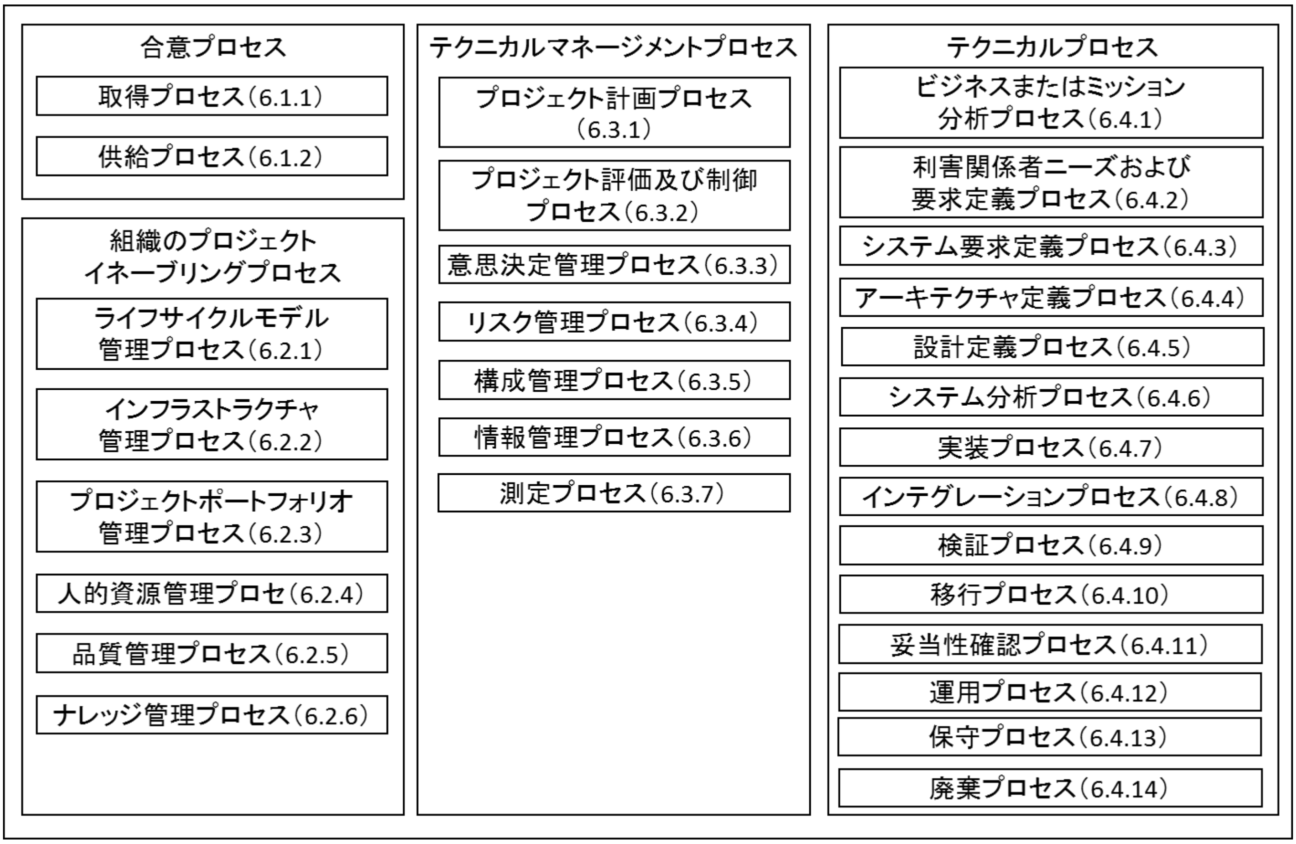


図 4.2.4-1 ISO 15288 が対象とするシステム･ライフサイクル･プロセス

4.2.5. Industrial Data Space

わが国では、第 4 次産業革命の目的を、人間を中心とした超スマート社会、所謂 Society5.0[4.2.5-1]とおき、その実現にはデータの利活用が欠かせないとしている(図 3.4.1-1)。Society5.0 については、3.4.1 節を参照されたい。

そんな中、近年注目を浴びているのがデータ流通である。高度なデータの利活用の実現には多種多様なデータが必要となる場合が多く、自社で取得したデータだけでは十分ではない。そこで、工場間、企業間、産業間の壁を超えてデータのやり取りが求められる。これに対応するために、各国政府では法規制の整備を進めている。その中でも、EU が施行した個人情報の保護と適正な流通を促す General Data Protection Regulation(GDPR) [4.2.5-2]は誰もが耳にした言葉であろう。国内を見ても、情報銀行やデータ流通に関わる実証実験がいくつも進められている[4.2.5-3] [4.2.5-4] [4.2.5-5] [4.2.5-6]。技術面でも共通辞書の整備、データジャケットやデータカタログなどの取り組みが進められている[4.2.5-7] [4.2.5-8]。

Industrial Data Space (以下 IDS)[4.2.5-9]は技術面での取り組みのひとつである。本節では、今後データ流通を普及させるために求められる考え方、すなわち IDS の世界観の概要を紹介する。

(1) 概要

IDS の目標は、「信頼できるビジネスエコシステム内のデータの安全で標準化された交換、および簡単な連携を促進する仮想データスペース」をつくることである。ここで、安全に流通させるとしているが、そもそも現在の法律ではデータには所有権というものが認められていない。したがって、安全に流通させる必要があるのかという疑問を持つ人も多いだろう。しかしながら、データを利活用する事で、様々な知見が得られる事を考えれば、データには資産価値があり、データを生み出した側にとってはその資産価値を守り、秘匿あるいはマネタイズしたいと考えるのは自然である。このような状況下で、Data Sovereignty(データ主権)というコンセプトを立ち上げ、データに対する統治権を持つという発想のもと、その実現のための仕組みを作ってきた行動は、革新的であると言える。

IDS の目標を平易な言葉に置き換えると、データのインターネットを作る事である。インターネットは、インターネットプロトコル(IP)の仕様に準拠したプロトコルスタックを持っていれば誰でも参加可能である。IDS も一定の基準を満たしていれば参加可能となる。ただし IDS の求める一定の基準には、インターネットと大きく異なる点が一つある。それは、参加者が IDSA に承認されなければならないという点である。すなわち、誤解を恐れずにいうならば、IDS とは「簡単かつ安全にデータを流通させるためにクローズドなデータのインターネット」であると言える。

IDS の全体像を図 4.2.5-1 に示す。図 4.2.5-1 において、それぞれの企業やクラウドサービス等は IDS に参加してデータのやり取りをしている。IDS に参加するために必要となるのが、IDS Connector である。IDS Connector はインターネットにおける IP プロトコルスタックに相当するものであり、その実装は IDSA により認証を受けている必要がある。また、それぞれの参加者も IDS に参加するために IDSA により認証を受けている必要がある。なぜ認証が必要なのかといえば、「安全に」データを流通させるためである。

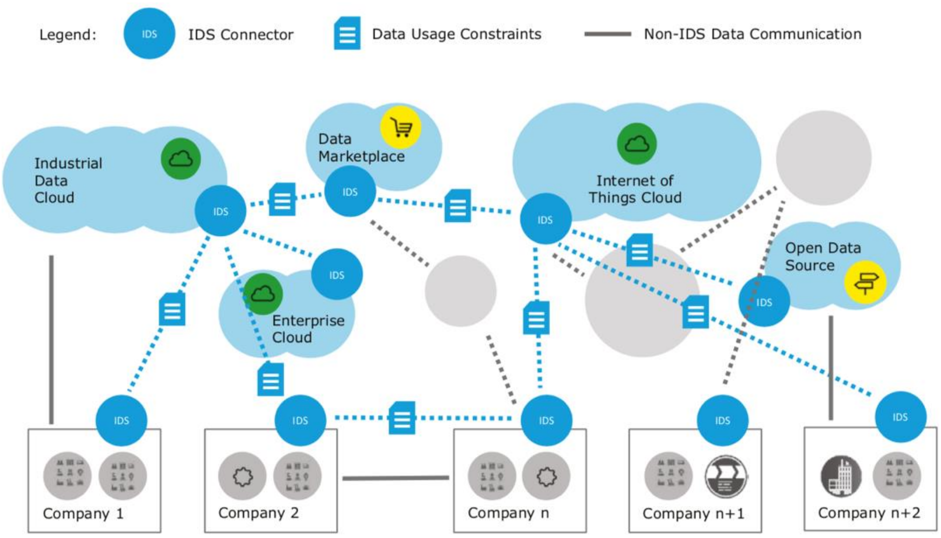


図 4.2.5-1 IDS のオーバービュー

IDS はドイツのフラウンホーファ研究機構の”Industrial Data Space”という戦略的研究活動と、”International Data Space Association (以下 IDSA)という団体により組織化された活動において検討されている。この活動を”Industrial Data Space Initiative(以下 IDSI)”と呼ぶ(図 4.2.5-2)。IDSA については 3.1.3 節を参照されたい。

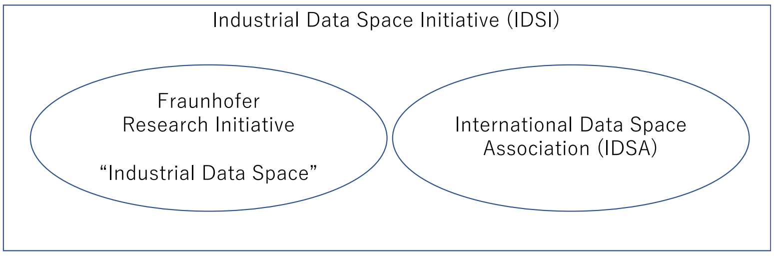


図 4.2.5-2 IDS 推進体制

IDS という単語や IDSA という単語は IVI においても 2018 年夏以降頻出しているため目にしたことがある方も多いのではないだろうか。IVI は IDSA とリエゾン関係になり、互いのデータ主権についての理解を進めようとしている。データの流通に関わる人たちの間でも IDS に対する関心は高く、国内のデータ流通を推進している団体である一般社団法人データ流通推進協議会でも、リエゾン関係を結んで議論を進めている。IDSI は他にも様々な団体と連携しており、特にドイツの Plattform Industrie4.0 とは密接に連携している(図 3.1.2-3)。

本節の以下では、IDS のアーキテクチャ･モデル 2.0 の概要を紹介する。アーキテクチャ･モデルの仕様書は図 4.2.5-3 に示す構造を前提に書かれている。すなわち IDS は 5 つの層と 3 つの視点の組み合わせで構成される。それぞれの層についての説明は割愛するが、セキュリティ(Security)、認証(Certification)、ガバナンス(Governance)という 3 つの横断的視点は参照アーキテクチャ･モデルの 5 つのレイヤーに直接関係するものであることに注目してほしい。「安全に」データを流通させるためにはこれらの視点は不可欠なものとなる。

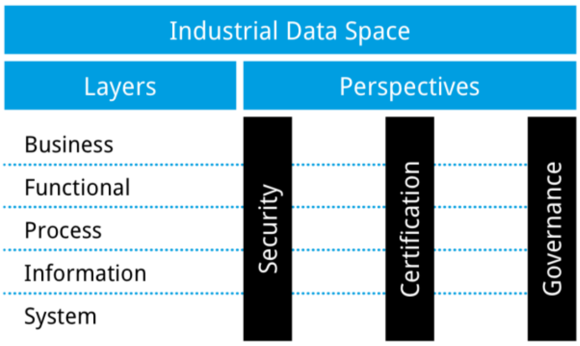


図 4.2.5-3 IDS 参照アーキテクチャ･モデルの階層構造

以下、IDS の世界観を理解していただくために、まず IDS の定義するエコシステムを俯瞰する。次にデータの保護を実現するための考え方について紹介する

(2) IDS のエコシステム

データの売買を行うためには、データの販売者、データの購入者が必要である。しかしそれだけではデータの簡単かつ安全な取引は実現できない。では、どのようなプレーヤが必要になるのだろうか？IDS の参照アーキテクチャでは、IDS のエコシステムを実現するための様々な役割を定義している。本節では IDS の定義した役割を紹介する。

図 4.2.5-4 に役割の俯瞰図を示す。図の中で一番右にあるのが、Data Owner すなわち、データの持ち主となる。一番左にあるのが Data User すなわち、データの利活用を行う人や企業となる。データの流通は Data Owner のデータを Data User にデータを渡すことである。これを行うために、様々なサービスが想定されている。例えば真ん中の 2 段目にある Broker Service Provider と呼ばれる役割がデータの取引所のようなサービスを提供する。図 4.2.5-4 の中には 10 個の役割が示されている。この他にもいくつか役割が定義されているが、エコシステム内の全ての役割に関わる Identity Provider という非常に重要な役割がある。これを加え 11 個の役割について、以下に紹介する。

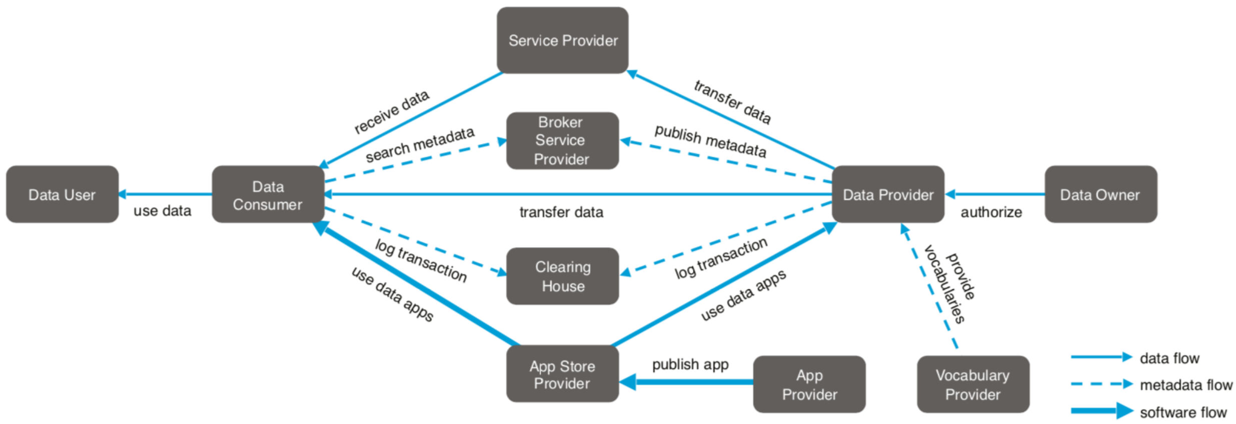


図 4.2.5-4 IDS のエコシステムにおける役割

① データ所有者(Data Owner)

データ所有者は、そのデータのすべての法的権利を有し、そのデータを完全に管理する。 通常、データ所有者として機能する参加者は、自動的にデータ提供者の役割も持つことになる。 ただし、すべてのデータ提供者がデータ所有者というわけではない（たとえば、外部 IT サービスプロバイダーにデータの管理を任せている場合など）。データ所有者がデータ提供者として振る舞わない場合、データ所有者の唯一のアクティビティは、データ消費者がそのデータを利用できるようにすることである。

② データ提供者(Data Provider)

データ提供者は、データ所有者とデータ消費者(Data Consumer)との間で交換可能なデータを作成する。データ提供者の主なアクティビティは、データ所有者からのデータをデータ消費者に提供することである。データ消費者から

のデータ要求を容易にするために、データ提供者は、データに関する適切なメタデータをブローカー・サービス・プロバイダー（Broker Service Provider）に提供する必要がある。

データ提供者は、メタデータをブローカーに送信したり、データ消費者とデータを交換したりするために、IDS の参照アーキテクチャ・モデルに準拠するソフトウェアコンポーネントを使用する。データ提供者が IDS に参加するためのソフトウェアコンポーネントを導入するなどの要求を満たさない場合、データ提供者はサービスプロバイダー（下記参照）を使用して IDS に接続することができる。

③　データ消費者(Data Consumer)

データ消費者は、データ提供者からデータを受け取る。図 4.2.5-4 からもわかるように、データ消費者はデータ提供者の対向の役割となる。したがって、データ消費者によって実行されるアクティビティは、データ提供者によって実行されるアクティビティに類似している。

データ提供者との接続が確立される前に、データ消費者は、ブローカー・サービス・プロバイダーに問い合わせることで既存のデータセットを検索することができる。ブローカー・サービス・プロバイダーは、データ提供者に接続するためにデータ消費者に必要なメタデータを提供する。もしくは、データ提供者に接続するための情報をデータ消費者が知っている場合、データ消費者はデータ提供者に直接データ（および対応するメタデータ）を要求することができる。データ提供者と同様に、データ消費者は、IDS に接続するためにサービスプロバイダーを使うことができる。

④　データユーザ(Data User)

データ所有者が、データを法的に管理する要素であると同様に、データユーザはデータを使用する法的権利を有する。ほとんどの場合、データ消費者がデータユーザになるが、異なる場合もある。 例えば、病気の患者が、ウェブベースのソフトウェアシステムを使用して、個人の健康データを管理し、このデータへのアクセスをヘルスコーチに許可することができるとする。この場合、ヘルスコーチはデータユーザになり、Web ベースのソフトウェアシステムのプロバイダーはデータ消費者になる。

⑤　ブローカー・サービス・プロバイダー(Broker Service Provider)

ブローカー・サービス・プロバイダーは、IDS で利用可能なデータソースに関する情報を格納・管理する仲介業者である。ブローカー・サービス・プロバイダーの役割は排他的ではないので、複数のブローカー・サービス・プロバイダーが同時に（例えば、アプリケーションドメイン毎に）存在する可能性がある。

IDS におけるブローカーサービスを提供する組織は、他の仲介的な役割を同時に提供するかもしれない（例えば、クリアリングハウスまたはアイデンティティプロバイダー等、下記参照）。ブローカー・サービス・プロバイダーの活動は、主にメタデータの受信と提供である。ブローカー・サービス・プロバイダーは、データ提供者がメタデータを送付するためのインタフェースを提供する必要がある。

ブローカー・サービス・プロバイダーの仕事は、特定のデータ提供者に関するメタデータをデータ消費者に提供した時点で完了する。ブローカー・サービス・プロバイダーは、その後に続くデータ交換プロセスには関与しない。

⑥　クリアリングハウス(Clearing House)

クリアリングハウスは、財務およびデータ交換取引の精算および決済サービスを提供する仲介業者である。IDSでは、これらの活動はメタデータリポジトリの管理と技術的に異なるため、生産活動はブローカーサービスから分離されている。「クリアリングハウス」と「ブローカー・サービス・プロバイダー」という2つの役割は、データ提供者とデータ消費者の間の信頼できる仲介者である必要があるため、一つの組織が両方の役割を実施する可能性がある。

クリアリングハウスは、データ交換の過程で行われたすべての活動を記録する。データ交換またはその一部が完了した後、データ提供者とデータ消費者は、取引の詳細をクリアリングハウスに記録することによってデータ転送を確認する。

⑦　アプリケーション・ストア・プロバイダー(App Store Provider)

アプリケーションストアは、データアプリケーション、すなわちデータ処理ワークフローを容易にするために IDS にデプロイできるアプリケーションを提供する。 アプリケーションストアは、アプリケーション・プロバイダー（下記参照）が提供するデータアプリケーションに関する情報を管理する。なお、データアプリケーションは、認証機関によって認証される。

⑧　アプリケーション・プロバイダー(App Provider)

アプリケーション・プロバイダーは、IDS で利用するデータアプリケーションを開発する。データアプリケーションを IDS にデプロイするためには、データアプリケーションが IDS のシステム・アーキテクチャに準拠する必要がある。さらに、データアプリケーションは、これらのアプリケーション（特に機密情報を処理するデータアプリケーションに関する）に対する信頼を高めるために、認証機関から認証を受けることができる。 各データアプリケーションは、データ消費者とデータ提供者が使用できるように、アプリケーションストアに公開する必要がある。

⑨　ボキャブラリー・プロバイダー(Vocabulary Provider)

ボキャブラリー・プロバイダーは、データセットの注釈付けおよび記述に使用されるボキャブラリ（すなわち、オントロジー、参照データモデル、またはメタデータ要素）を管理・提供する。 特に、ボキャブラリー・プロバイダーは、データソースの記述の基礎となる IDS の情報モデルを提供する。さらに、他のドメイン特有の語彙を提供することもできる。

⑩　サービスプロバイダー

参加者が IDS に参加するために必要な機能を持たない場合、このような組織のために必要な機能をホストするのがサービスプロバイダーである。この役割には、IDS で交換されるデータの品質を向上させるための追加のデータサービス（例えば、データ分析、データ統合、データクレンジング、またはセマンティックの充実）を提供するプロバイダーも含まれる。技術的な観点から、そのようなサービスプロバイダーは、データ提供者とデータ消費者に同時になることが考えられる（例えば、データ消費者として、データ提供者からデータを受信し、次にその特定のサービスを提供し、さらにデータ提供者として、IDS にデータを提供する）

⑪　アイデンティティプロバイダー

アイデンティティプロバイダーは、IDS 参加者の ID 情報の作成、保守、管理、検証を行うサービスを提供する。 これは、IDS の安全な運用と、データへの不正アクセスを避けるために不可欠である。

(3) データ主権のためのアクセス制御

IDS ではその概念を実現するためには 6 つのカテゴリの機能が必要だとしている。図 4.2.5-5 に IDS の参照アーキテクチャ・モデルにおいて定義されている 6 つの機能カテゴリを示す。通常 Trust や Security 等は機能としては定義されないが、IDS のコンセプト上非常に重要であるため、あえて機能として定義しているとのことである。このうち、上段真ん中にある「Security for Data Sovereignty」がその名の通りデータ主権を守るための鍵となる機能カテゴリになる。

データ主権において重要な考え方は、データに対するアクセスを制御する事である。したがって、特定のデータに対し、「誰が」、「どのように」アクセスできるかを制御できなければならない。

「誰が」を実現するためには認証と認可(Authentication and Authorization)が必要となり、その実現に不可欠なのが ID 管理(ID management)である。ID 管理機能は Trust のカテゴリに含まれており、エコシステムのなかのアイデンティティプロバイダーがこの機能を提供することになる。

「どのように」を指定するためには利用ポリシーと執行機能(Usage policy and usage enforcement)が必要となる。以下、これらの主要な二つの機能である、「ID 管理」と「利用ポリシーと執行」機能について紹介する。次いで、これらの機能の実装レベルであるコネクタについて紹介する。

図 4.2.5-5 IDS の実現に必要な機能カテゴリ

① ID 管理

厳密なアクセスコントロールを実現するためには、信頼できる ID の管理が必要である。そこで、IDS では、各参加者は、X.509 証明書によって他の参加者の身元を確認することとしている。そして、この証明書は IDSA もしくは IDSA に委任された Certification Authority(CA)により発行される。この証明書により参加者を特定し、認証する事でデータのアクセス管理を行う。したがって、IDS に参加する全ての参加者は IDSA により発行された証明書を持つ必要がある。

データを送付しようとしている相手が特定できると、データの提供に関する判断をすることができる。例えば、データ所有者が小売業だとした場合、同じエリアの小売業にはデータを提供したくないと考えるかもしれない。このような時は、データを提供しないという判断をすることができる。

IDS では提供したデータを安全に保護するために、全ての参加者がデータを適切に管理する必要がある。したがって、一定のセキュリティ基準を満たす必要がある。しかしながら、企業には技術力の高い企業もあれば、低い企業もある。全ての参加者が高いレベルで同様のセキュリティ機能を持つことは困難である。そこで IDS では参加者が自らのセキュリティレベルを選択することができる。データ売買においてはセキュリティレベルもお互いに交換し合うため、低いレベルのセキュリティしかサポートしない企業には、クオリティの高いデータは提供しないなどの判断も取ることができる。

② 利用ポリシーと執行

データ所有者の立場から考えると、データの販売に様々な条件を設定したいことが考えられる。最も代表的な例は、複製の禁止だろう。他にも期間限定で提供したり、アクセス回数毎に課金したりという販売方式を考えるかもしれない。

IDS では、このような制御を行うために、データ所有者が販売されたデータと一緒にポリシーファイルを送付することができる。データを購入した参加者はこのポリシーに準拠したデータの取り扱いを行わなければならない。もし、ポリシーを侵してデータを扱うことができれば、複製が無制限に行われてしまうなど、データ所有者が許容しない使い方がされてしまうため、そもそもデータの販売という行為の信頼性が失われ、データの販売者がいなくなってしまうだろう。したがって、ポリシーに準拠したデータの制御は厳密に保証されなければならない。これを実装レベルで提供するのが次に紹介する IDS Connector である。

③ IDS Connector

これまで述べてきたように、データ主権の考え方を実現するためには IDS Connector が必要である。したがって、IDS に参加するためには、それぞれの参加者は IDS Connector をもつ必要がある。そして、IDS エコシステムにおける全ての IDS データコミュニケーションは IDS Connector を介して行われる。すなわち、データのメタデータの登録、データの検索や購入、データアプリケーションの登録や購入、決済などデータエコシステム内の様々な活動には IDS Connector を用いて行わなければならない。

それぞれの IDS Connector は固有の X.509 証明書を持ち、他の IDS Connector から識別される。同様に、それぞれの IDS Connector は通信相手の証明書の検証もできなければならない。認証が行われてから、IDS Connector によりデータ交換などの通信が行われる。

IDS Connector の概念図を図 4.2.5-6 に示す。IDS Connector の中には上述した X.509 証明書、一つの設定(Config)ファイル、そして複数のアプリケーション(App)が格納される。ここでいうアプリケーションとはデータアプリケーション(Data App)やブローカー (Broker)等のアプリケーションの総称である。

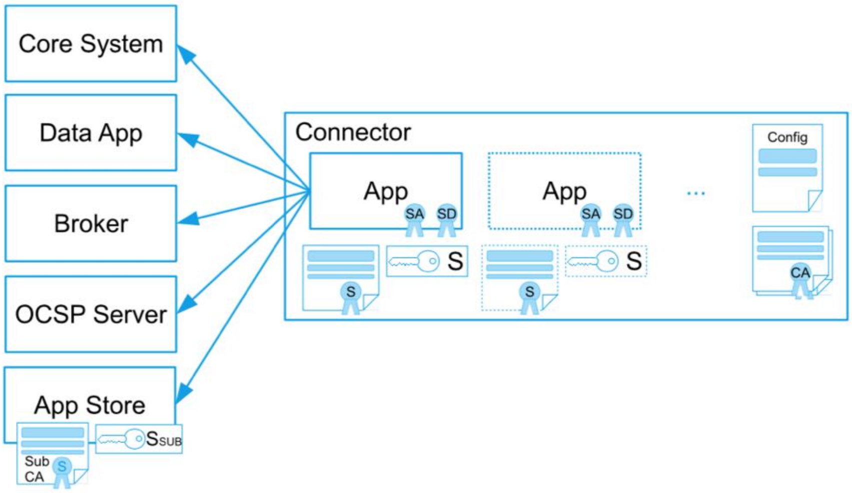


図 4.2.5-6 IDS Connector 概念図

アプリケーションの一つである Core System とは通信や制御を司る機能で、それぞれの IDS Connector に一つ含まれる。それぞれのデータアプリケーションはデータを安全に守るために、独立性を保たなければならない。この独立性はコンテナの中にデータアプリケーションを保護する事で実現する(図 4.2.5-7)。このようなコンテナ 12)機能の提供も IDS Connector に求められている。参考までに、コンテナの提供は Docker[4.2.5-10]などの技術を利用することが想定されている。

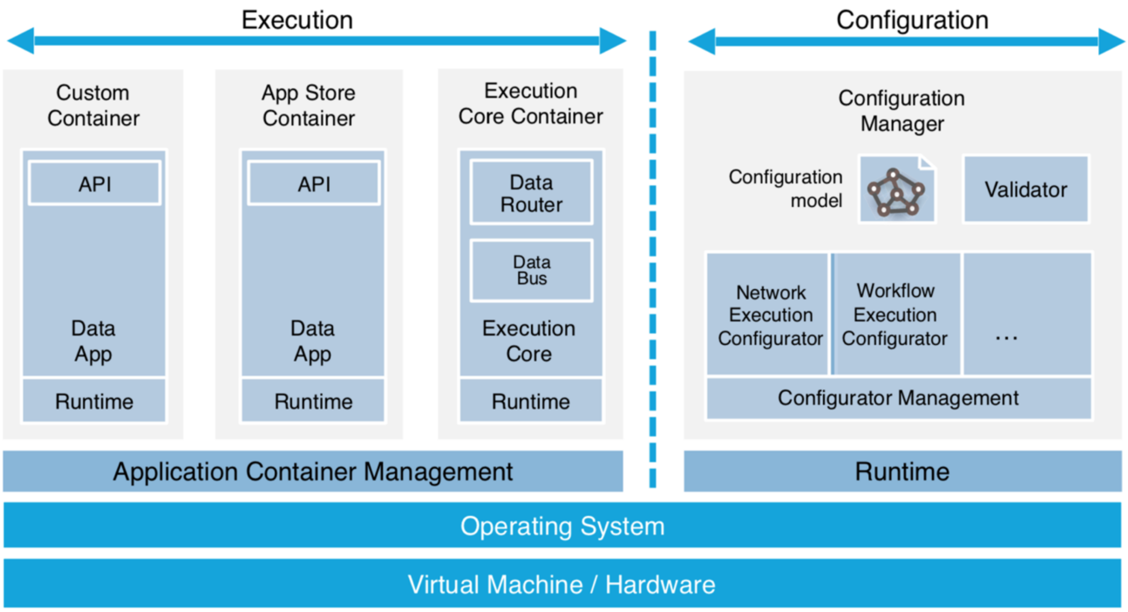


図 4.2.5-7 IDS CONNECTOR の実装概念図

データの受け渡しにおいても、データの秘匿性や完全性を保護しなければならない。したがって IDS Connector は他の IDS Connector との通信を行う際に暗号化通信を利用することができる。

(4) IDS おさらい

これまで紹介してきたように、IDSI では、データの売買を促進するために、データ主権というコンセプトを打ち出し、その実現に向け IDS という参照アーキテクチャ･モデルを策定している。このアーキテクチャ･モデルにおいては、データの売買を簡単かつ安全に実現するための機能を定義している。本節では、このうち安全に実現する機能にフォーカスして IDS を紹介した。IDS ではデータ主権を守るためには、特にアクセス制御が必要となり、その実現のために、ID 管理まで含めたエコシステムを構想している。

このエコシステムを実現するためには、すべての参加者が認証され、アプリケーションも認証されなければならない。加えて、データを保護するため、データ転送における通信の保護はもとより、データを処理するアプリケーションも、他のアプリケーションからの独立性を保障するためにコンテナ技術を使うなどする必要がある。このように、IDS におけるデータの主権の保護はデータの売買が行われた後の利用シーンまで想定されており、データ主権が侵されず、安心してデータを流通できるような工夫がなされている。

本節では、データ主権の保護にフォーカスして紹介してきたが、IDS の参照アーキテクチャ･モデルでは、他にも便利な機能について記述してあるので、一読されることをお勧めする。また、ここで紹介した参照アーキテクチャ･モデルは FIWARE での実装も行われる[4.2.5-11]など、実現に向けた取り組みも進められている。実現イメージをより深く理解するためには、FIWARE の方も参照されたい。

5. 考察／検討内容

日独米中ではそれぞれが IoT や Industrie4.0 などのコンテキストから製造業の改革に取り組んでいる。いずれも生産性の向上のために縦連携、横連携、オープン&クローズ戦略をとることは共通であるが、それぞれの国の産業や文化に合わせた異なるアプローチをとっている。

日本では以前から生産性向上については取り組んでおり、これまでも世界の製造業で参照されてきた。そういったことからも、ものづくりについては他国に先行してきたと言っても過言ではないだろう。しかしながら、これまでのスコープは生産を中心とした限定的なものが多かった。特許の数などからも縦連携(垂直統合)が 6,178 件と横連携(水平統合)の 1,186 件に比べ圧倒的に多いことからも読み取ることができる。また、今や世界的に認知されているカイゼン活動も主に生産に関わるものである。一方で、横連携については、図 4.2.1-3 で示したように、これまでの系列のピラミッドの中で行われてきたことが多かったため、機能も限定的であり、複数の系列のサプライチェーンに参加するためには、複数の設備が必要になるなどの非効率性も無視できない状況であった。

本ホワイトペーパーに紹介したように、現在の製造業のトレンドには、部分最適に加え全体最適を求めることでより大きな効率化を得ようという流れがある。エコシステムの再構築、オープン&クローズの境界の戦略的な見直しなど、これまでのスコープ外のものや、スコープ内であったものでも境界の見直しも必要となる。

もちろん生産活動の効率化を図るという意味では、カイゼンは継続的に続けていかなければならないものである。これまでと異なる点は、AI や IoT などのカイゼンを支援する技術的な進歩とベンダの登場により、これまでできなかったレベルのカイゼンに取り組めるようになったことである。特に AI やローカル 5G などのもたらす変化には大いに期待されるところである。3GPP では表 4.1.3-2 に示したように 5G の製造業でのユースケースを検討しているが、IVI においても現場の困りごとに密着したユースケースの議論を活性化することで、無線通信を用いたスマート製造のビジョンを検討していくことを期待したい。

全体最適化の流れは、例えば製造プラットフォームの連携などがあげられる。同様の動きは ISA95 においても議論されている。これらの実現により、様々な文化の製造業間、さらには製造業を超えたサプライチェーン、そして製品ライフサイクルを通した企業のエコシステムといったものが繋がり最適化を模索する。全体最適を進めるためにはエコシステムを通して全てのエコシステムエンティティに用語やプロセス等の共通のルールを適用することができれば理想的であるが、企業文化や業種業態等を考慮すると、個別最適を阻害する可能性がある。また、全てのエコシステムに共通のルールを作ることは膨大な努力を要する。更には、仮に共通のルールを作ったとし

ても、既に持つ資産を放棄してこのルールに移行してもらうことを期待するのは現実的ではない。以上のことから、個別最適を求められる環境を許容し、エコシステム内の各エンティティが緩やかに繋がることが現実的な解であると言える。これは IVI では設立当初から言われてきたコンセプトであり、1990 年代から急拡大し、今や社会インフラになったインターネットに相通ずるものであることからも、エコシステムの拡大には不可欠の考え方であると言える。

スマート生産システムの話をするときに、よく議論されるのが欧州型のトップダウンが良いのか、カイゼンに代表されるボトムアップが良いのかという点である。上述したように全体最適を進める上では、トップダウンで設計していくことで無駄を削減できるが、既存の環境との共存やマイグレーション、継続的なカイゼン活動による企業努力の余地の必要性を考えるとボトムアップの活動も必要であることは自明である。すなわちトップダウンかボトムアップかという二者択一ではなく、適切に融合した設計が必要となると言える。

スマートな生産を推進していくと、これまでのものづくり、SCM、PLM などに加え、新たな考慮すべき側面が生まれてくる。それが本書で紹介した CIOF や IDS の提供するデータの流通である。データは大きな価値を持つ一方で、物理的な実態がないため、極めて低コストでの複製が可能である。このデータを正しく流通させるためには、厳格なプラットフォームが必要であり、そのプラットフォームに参加するためには企業やプログラムに認証が必要である。すなわち認証者が必要となり、すべての関連するアプリケーションにも対応を求めることになる。当然、この対応は製造業においても同様に求められることになり、ゲームチェンジの可能性を秘めたトレンドであることを強調したい。もちろん、データの流通ができるエコシステムが一斉に実現できるものではないため、ソフトランディングするための方法も踏まえ、日本としても取り組みを本格化すべきであると考える。

6. おわりに

本分科会では、2018 年度は、スマート製造標準化に関連する各国や標準化団体等の動向、および分科会メンバーが注目する標準化技術動向について調査を実施し、ホワイトペーパーにまとめた。

2019 年度は、調査を継続し、調査内容を踏まえた検討結果について報告する計画である。具体的には、以下を含む項目に関する調査、および、これまでの調査結果を踏まえた検討を行う。

・ISO：SmM Coordinating Committee、TC184

・IEC/ISO JWG21

・OPC-UA

など。

本ホワイトペーパーが、IVI 会員、および、スマート製造標準化動向に関心のある読者の参考になれば幸いである。

7. 謝辞

本ホワイトペーパーの作成にあたり、国際標準化の最新情報をご教示いただきました東京大学 木村文彦教授、日立製作所 野中洋一様、および横河電機株式会社 小田信二様に感謝いたします。三菱電機株式会社の平明徳様および IVI の ASG-011（5G 先進活用研究分科会）の皆様には 5G の動向について情報提供いただきました。ありがとうございました。IVI の ASG-002（データオーナーシップ研究分科会）には IDS および IDSA についての調査をともに進めていただきました。厚く御礼申し上げます

参考文献

3.1.1 Industrie4.0

[3.1.1-1] 野中 洋一, 福本 勲, 山本 宏, 高梨千賀子,『インダストリアル IoT に関する日米独の最新動向』,研究 技術 計画, Vol. 33(4), 299-314, (2018))

[3.1.1-2] 高梨 千賀子,福本 勲,中島 震, 『デジタル・プラットフォーム 解体新書 – 製造業のイノベーションに向けて』,近代科学社,(2019)

[3.1.1-3] 野中洋一,『欧州のつながる工場動向～Industrie4.0 の動向と将来』,日本機械学会誌 Vol.120, 2017 年 4 月

[3.1.1-4] GLOBAL TRENDS 2030: ALTERNATIVE WORLDS, National Intelligence Council, (2012 年 12 月), (https://globaltrends2030.files.wordpress.com/2012/11/global-trends-2030-november2012.pdf)

[3.1.1-5] 科学技術振興機構 永野博,『ものづくりと ICT の新たな結合 Industrie4.0 のチャレンジ 狙い,課題,インパクト』,情報処理学会連続セミナー 2015 第 2 回,(2015 年 7 月 2 日)

[3.1.1-6] WORK AND RESULTS, http://www.acatech.de/uk/home-uk/work-and-results.html

[3.1.1-7] Plattform Industrie4.0, The background to Plattform Industrie 4.0, http://www.plattform-i4.0.de/I4.0/Navigation/EN/ThePlatform/PlattformIndustrie4.0/plattform-industrie-4.0.html

[3.1.1-8] Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), Structure of the platform, https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Infografiken/Alt/industrie-4-0-platform.html, 2019 年 4 月 3 日参照

3.1.2 IDSA

[3.1.2-1] 株式会社日本政策投資銀行 産業調査部, ハノーバーメッセ 2018 視察報告, 今月のトピックス, No.288-1, 2018, https://www.dbj.jp/ja/topics/report/2018/files/0000030439_file2.pdf, 2018 年 10 月 25 日参照

[3.1.2-2] Let's FIWARE, 京都スマートシティ EXPO2018"なぜ,いま FIWARE なのか？", https://www.letsfiware.jp/ksce2018-why-fiware-now, 2019 年 1 月 1 日参照

[3.1.2-3] 望月康則, 欧州における官民データ連携プラットフォームの取り組みから参考にすべき施策, Society5.0 重要課題ワーキンググループ, データ連携基盤サブワーキンググループ（第 1 回）, 資料 4-3, 2018 年 1 月 23 日, https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/datarenkei/1kai/siryo4-3.pdf, 2019 年 1 月 1 日参照

[3.1.2-4] International Data Spaces Association, https://www.internationaldataspaces.org, 2019年1月1日参照

3.2.1 IIC

[3.2.1-1] 福本 勲, IIRAとは何か？米国IICのIoTガイドで押さえるべき,基本・要点・実践事例とは, ビジネス＋IT 「第4次産業革命のビジネス実務論」 (2018年8月) (https://www.sbbit.jp/article/cont1/35294)
[3.2.1-2] 野中 洋一, 福本 勲, 山本 宏, 高梨千賀子,『インダストリアル IoTに関する日米独の最新動向』,研究 技術 計画, Vol. 33(4), 299-314, (2018))
[3.2.1-3] 高梨 千賀子,福本 勲,中島 震, 『デジタル・プラットフォーム 解体新書 – 製造業のイノベーションに向けて』,近代科学社,(2019)
[3.2.1-4] 科学技術振興機構、「CPS基盤技術の研究開発とその社会への導入に関する提案」、(2013) https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2012/SP/CRDS-FY2012-SP-05.pdf
[3.2.1-5] 米国国立技術標準研究所(NIST), CPS Framework 1.0 https://pages.nist.gov/cpspwg/, 2019年4月参照
[3.2.1-6] IIC, Industrial Internet Reference Architecture V1.8, https://www.iiconsortium.org/IIC_PUB_G1_V1.80_2017-01-31.pdf, 2019年4月参照
[3.2.1-7] IIC, Architecture Alignment and Interoperability, http://www.iiconsortium.org/pdf/JTG2_Whitepaper_final_20171205.pdf,2019年4月参照

3.2.2 IICテストベッド

[3.2.2-1] IIC, "TESTBEDS", https://www.iiconsortium.org/test-beds.htm, 2018年10月18日参照

3.3.1 中国製造2025

[3.3.1-1] 福本 勲, 中国 製造業のデジタル戦略(前編)：独インダストリー4.0型発展を目指す「中国製造2025」, ビジネス＋IT 「第4次産業革命のビジネス実務論」, 2018年9月, (https://www.sbbit.jp/article/cont1/35427)
[3.3.1-2] 高梨 千賀子,福本 勲,中島 震, 『デジタル・プラットフォーム 解体新書 – 製造業のイノベーションに向けて』,近代科学社,(2019)
[3.3.1-3] 経済産業省, 平成29年版 通商白書, http://www.meti.go.jp/report/tsuhaku2017/pdf/2017_00-all.pdf, 2017年6月
[3.3.1-4] 国立研究開発法人 科学技術振興機構 研究開発センター 海外動向ユニット,「中国製造2025」の公布に関する国務院への通知の全訳, https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2015/FU/CN20150725.pdf, 2015年7月25日

3.3.2 インターネットプラス

[3.3.2-1] 福本 勲, 中国 製造業のデジタル戦略(後編)：インターネットプラス政策の狙いはGAFA対抗, ビジネス＋IT 「第4次産業革命のビジネス実務論」, https://www.sbbit.jp/article/cont1/35460, 2018年9月
[3.3.2-2] 株式会社クララオンライン コンサルティングサービス, 第41回中国インターネット発展

情報統計（抜粋・参考訳），https://www.clara.jp/wp-content/uploads/2018/02/20180205_CNNIC2017.12_Claraonline.pdf，2018 年 2 月 5 日
[3.3.2-3] MIT テクノロジレビュー，2017 年版 スマート・カンパニー50, https://www.technologyreview.jp/l/companies/co_2017/，2017 年

3.4.1 Connected Industries

[3.4.1-1] 野中 洋一，福本 勲，山本 宏，高梨千賀子，『インダストリアル IoT に関する日米独の最新動向』，研究 技術 計画, Vol. 33(4), 299-314，（2018）
3[3.4.1-2] 高梨 千賀子, 福本 勲, 中島 震，『デジタル・プラットフォーム 解体新書 − 製造業のイノベーションに向けて』, 近代科学社, (2019)
[3.4.1-3] 経済産業省経済産業省 産業構造審議会 新産業構造部会事務局，「新産業構造ビジョン」一人ひとりの、世界の課題を解決する日本の未来，平成 29 年 5 月 30 日 http://www.meti.go.jp/press/2017/05/20170530007/20170530007-2.pdf
[3.4.1-4] 経済産業省，世耕経済産業大臣が「ハノーバー宣言」に署名しました 〜第四次産業革命に関する日独協力の枠組みを構築〜, http://www.meti.go.jp/press/2016/03/20170320002/20170320002-1.pdf, 2017 年 3 年 20 日
[3.4.1-5] 経済産業省,「Connected Industries」東京イニシアティブ 2017, http://www.meti.go.jp/press/2017/10/20171002012/20171002012-1.pdf, 2017 年 10 月 2 日

3.4.2 IVRA について

[3.4.2-1] 福本 勲，IVRA とは何か？ゆるやかな標準で「つながる工場」はどう実現されるのか，ビジネス＋IT 「第 4 次産業革命のビジネス実務論」（2018 年 7 月） (https://www.sbbit.jp/article/cont1/35144)

3.5 各国の標準化戦略の比較

（出典：アビームコンサルティング提供）
（出典：http://www.meti.go.jp/meti_lb/report/H28FY/000397.pdf）

3.6.1 特許庁「特許出願技術動向調査等報告書」

[3.6.1-1] 著者名，書名，版表示，出版地，出版者，出版年，総ページ数，（シリーズ名，シリーズ番号）, ISBN
[3.6.1-2] 特許庁，平成 28 年度特許出願技術動向調査報告書（概要版）スマートマニュファクチャリング技術, https://www.jpo.go.jp/shiryou/pdf/gidou-houkoku/h28/28_04.pdf, 2019-01-01

4.1.1 IEC/TC65 におけるスマート・マニュファクチャリング国際標準化

[4.1.1-1] IEC 発行文書； 65E/580/INF
[4.1.1-2] ISO/IEC 専門業務用指針,第 1 部 2018 年第 14.0 版及び IEC 補足指針 2018 年第 12 版統

合版（英和対訳版）, p 160,附属書 SP（規定）システム標準化,
https://www.iecapc.jp/business/description.php

[4.1.1-3] IEC/SMB 決議 159/9

4.1.2 ISA95（IEC 62264）

[4.1.2-1] 製造オペレーションマネジメント入門_ISA-95 が製造業を変える,NPO 法人ものづくり APS 推進機構(APSOM), 2015 年 3 月 16 日, http://apsom.org/docs/2015/20150323poms.pdf

[4.1.2-2] PSLX3 プラットフォーム仕様書,NPO 法人ものづくり APS 推進機構(APSOM), 2014 年, http://pslx.org/platform/index.html

4.1.3 無線（５G）の製造分野での動き

[4.1.3-1] ITU-R. Recommendation ITU-R M.2083-0. "IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond". 2015-09

[4.1.3-2] 3GPP. "Submission of initial 5G description for IMT-2020". http://www.3gpp.org/NEWS-EVENTS/3GPP-NEWS/1937-5G_DESCRIPTION. 2018-01-24. (参照 2018-12-25)

[4.1.3-3] 情報通信審議会　情報通信技術分科会　新世代モバイル通信システム委員会. "LTE-Advanced 等の高度化に関する委員会報告 概要（案）". http://www.soumu.go.jp/main_content/000512031.pdf. 総務省. 2017-09-15～2017-0921 (参照 2018-12-25)

[4.1.3-4] 3GPP. "Rel-15 success spans 3GPP groups". http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1965-rel-15_news. 2018-06-14 (参照 2018-12-25)

[4.1.3-5] 3GPP. "RAN adjusts schedule for 2nd wave of 5G specifications". http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/2005-ran_r16_schedule. 2018-12-14 (参照 2018-12-25)

[4.1.3-6] IT media. "Verizon、5G サービス一番乗り　10 月 1 日から「5G Home」をロサンゼルスなどでスタートへ". 2018-09-12 (参照 2018-12-25)

[4.1.3-7] IT media. "米 AT&T、5G サービスのデータプランは 15GB／月が 70 ドル（約 8000 円）に". http://www.itmedia.co.jp/news/articles/1812/19/news067.html. 2018-12-19 (参照 2018-12-25)

[4.1.3-8] IT media. "5G 商用化に向けた現状と課題は？　ドコモの 5G 推進室 室長 中村氏が語る". http://www.itmedia.co.jp/mobile/articles/1803/06/news044.html. 2018-03-06 (参照 2018-12-25)

[4.1.3-9] Nokia, Nokia Shanghai Bell. RP-182090. "Revised SID: Study on NR Industrial Internet of Things (IoT)". http://www.3gpp.org/ftp/TSG_RAN/TSG_RAN/TSGR_81/Docs/RP-182090.zip. 3GPP. 2018-09-10～2018-09-13 (参照 2018-12-25)

[4.1.3-10] 3GPP. TR 22.804 V16.2.0 (2018-12). "Study on Communication for Automation in Vertical Domains (Release 16)".

http://www.3gpp.org/ftp//Specs/archive/22_series/22.804/22804-g20.zip. 2018-12 (参照 2018-12-25)

[4.1.3-11] 日経 XTECH. "「製造業に 5G」、ドイツ主導の業界団体「5G-ACIA」が始動". https://tech.nikkeibp.co.jp/atcl/nxt/news/18/01060/. 2018-04-27 (参照 2018-12-25)

[4.1.3-12] 5G-ACIA. "White Paper 5G for Connected industries and Automation Second Edition", https://www.5g-acia.org/fileadmin/5G-ACIA/Publikationen/Whitepaper_5G_for_Connected_Industries_and_Automation/WP_5G_for_Connected_Industries_and_Automation_Korrektur_Download.pdf. 2018-11 (参照 2018-12-25)

[4.1.3-13] Huawei Technologies. プレスリリース. "独ベッコフとファーウェイ、ハノーバーメッセ 2018 で 未来の 5G 工場に向けたデモを実施". https://www.huawei.com/jp/press-events/news/jp/2018/HWJP20180426K. 2018-04-26 (参照 2018-12-25)

[4.1.3-14] 日経 XTECH. "PLC もクラウドへ、ファーウェイが 5G で AGV やロボットを制御". https://tech.nikkeibp.co.jp/atcl/nxt/event/18/00014/042400008/. 2018-04-24 (参照 2018-12-25)

[4.1.3-15] 情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会. "新世代モバイル通信システム委員会の審議再開". http://www.soumu.go.jp/main_content/000587655.pdf. 総務省. 2018-12-03 (参照 2018-12-25)

[4.1.3-16] 日刊工業新聞. "総務省、５Ｇ自営網活用を議論 工場・競技場・空港など" . https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00499420. 2018-12-13 (参照 2018-12-25)

4.2.3 AutomationML

[4.2.3-1] White paper "AutomationML and eCl@ss integration", December 2017

[4.2.3-2] インダストリー4.0 実現戦略 Plattform Industrie4.0 調査報告、（Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0 翻訳版）, JETRO, 2015

[4.2.3-3] Whitepaper AutomationML Part 1 - Architecture and general requirements (April 2016)

[4.2.3-4] 「PLCopen/OPC UA 通信仕様と PLCopen XML の紹介」、PLCopen Japan,Industrial Automation Forum 2015

4.2.4 システム・ライフサイクル・プロセス(ISO 15288)

[4.2.4-1] システム科学検討会ワークショップ報告書. 2.3(p.15). 慶応大・西村教授、2014

[4.2.4-2] システムズエンジニアリングハンドブック(INCOSE)

[4.2.4-3] "ISO-15288, OOSEM and Model-Based Submarine Design", P. Pearce and M Hause, SETE/APCOSE 2012

4.2.5 Industrial Data Spaces

[4.2.5-1] 内閣府. "Society5.0". 内閣府. https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html

[4.2.5-2] 杉本武重. "「EU:一般データ保護規則、十分性認定等の動きを踏 まえた産業界の取り組みと課題」". 経済産業省.
http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/privacy/downloadfiles/18datewg08.pdf

[4.2.5-3] 富士通株式会社, イオンファイナンシャルサービス株式会社. "パーソナルデータを活用した情報銀行の実証実験を開始". 富士通. http://pr.fujitsu.com/jp/news/2017/07/14.html

[4.2.5-4] @IT. "「情報銀行」を日立など 6 社が実証実験、本人同意下で個人データの流通を目指す". @IT. http://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/1809/12/news043.html, (2018-9-12)

[4.2.5-5] 一般社団法人データ流通推進協議会, 一般財団法人インターネット協会. "IoT×ビッグデータ流通実証実験の取り組みを開始 –データ主導社会に向け DTA と IAjapan が連携–". 一般社団法人データ流通推進協議会. https://data-trading.org/wp-content/uploads/2018/12/DTA_Release_IAJ_20181204.pdf, (2018-12-4)

[4.2.5-6] 共同印刷株式会社, "異業種間のデータ流通・活用の実証実験を開始". 共同印刷株式会社.
http://www.kyodoprinting.co.jp/release/2018/20181026-2389.html, (2018-10-26)

[4.2.5-7] 早矢仕晃章. "データジャケットを用いたデータ利活用方法・データ市場創出". 情報共有基盤. https://imi.go.jp/contents/2018/07/20180601_02_05_UT.pdf

[4.2.5-8] 甲斐隆嗣. "一般社団法人 データ流通推進協議会のご紹介 産学官民連携で実現するデータ主導社会に向けて". 内閣府.
https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/datarenkei/1kai/siryo4-2.pdf, (2018-1-23)

[4.2.5-9] Fraunhofar, International Data Spaces Association. "IDS REFERENCE ARCHITECTURE MODEL INDUSTRIAL DATA SPACE VERSION 2.0". International Data Spaces Association.
https://www.internationaldataspaces.org/publications/ids-ram2-0/

[4.2.5-10] TechTarget. "いまさら聞けないコンテナの歴史 「chroot」から「Docker」まで". TechTarget Japan. http://techtarget.itmedia.co.jp/tt/news/1807/26/news06.html, (2018-7-26)

[4.2.5-11] Álvaro Alonso, Alejandro Pozo, José Manuel Cantera, Francisco de la Vega and Juan José Hierro. "Industrial Data Space Architecture Implementation Using FIWARE". Sensors 2018, 18(7), 2226, doi:10.3390/s18072226.
https://www.researchgate.net/publication/326330138_Industrial_Data_Space_Architecture_Implementation_Using_FIWARE, (2018-7)

[4.2.5-12] 経済産業, "Connected Industries", 経済産業省,
http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/connected_industries/index.html

[4.2.5-13] 新産業構造部会. "新産業構造部会 Society 5.0・Connected Industries を支える「ルールの高度化」". 経済産業省.
http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shin_sangyoukouzou/pdf/015_05_00.pdf

メンバーおよび執筆担当

研究分科会メンバー（2019 年 3 月 10 日時点）

主査	包原 孝英	（株）安川電機
副査	福本 勲	東芝デジタルソリューションズ（株）
副査	八木 秀規	東芝デジタルソリューションズ（株）
メンバー	池田 悠史	アビームコンサルティング（株）
	岩津 賢	三菱電機（株）
	佐藤 賢治	富士通（株）
	茅野 眞一郎	三菱電機（株）
	則竹 茂年	（株）豊田中央研究所
	藤井 敏彦	富士通（株）
	藤代 真人	京セラ（株）
	真杉 宏	富士通（株）
	松本 俊子	（株）日立ソリューションズ
	宮田 宏	（株）DTS
	村岡 祥雄	ソニーグローバルマニュファクチャリング＆オペレーションズ（株）
	森 宣幸	アビームコンサルティング（株）
	山上 宗隆	東京エレクトロン（株）

執筆担当

章	節	副節	執筆者
1 はじめに	1.1 本書の目的		包原 孝英
	1.2 略語		―
2 用語の説明			―
3 各国の動向	3.1 ドイツ	3.1.1 Industrie4.0	福本 勲
		3.1.2 IDSA	松本 俊子
	3.2 米国	3.2.1 IIC	福本 勲

		3.2.2　IIC テストベッド	藤代 真人
	3.3 中国	3.3.1　中国製造 2025	福本 勲
		3.3.2　インターネットプラス	福本 勲
	3.4 日本	3.4.1　Connected Industries	福本 勲
		3.4.2　IVRA	福本 勲
		3.4.3　PF 連携	茅野 眞一郎
	3.5 各国の標準化戦略の比較	3.5.1　日独米中	池田 悠史
		3.5.2　アジア各国	池田 悠史
	3.6 スマート・マニュファクチャリング技術に関する特許出願状況	3.6.1　特許庁「特許出願技術動向調査等報告書」	松本 俊子
		3.6.2　平成 28 年度「特許出願技術動向調査報告書」スマート・マニュファクチャリング技術	松本 俊子
4 スマート製造に関する国際標準	4.1 標準化団体・業界団体の動向	4.1.1　IEC/TC 65 におけるスマート・マニュファクチャリング国際標準化	佐藤 賢治
		4.1.2 ISA95（IEC 62264）	佐藤 賢治
		4.1.3　無線(5G)の製造分野での動き	藤代 真人
	4.2 規格類の概要	4.2.1　RAMI4.0	八木 秀規
		4.2.2　管理シェル	八木 秀規
		4.2.3　AutomationML（IEC 62714）	包原 孝英
		4.2.4　システム・ライフサイクル・プロセス（ISO 15288）	包原 孝英
		4.2.5　Industrial Data Space	宮田 宏
5. 考察/検討内容			宮田 宏
6. おわりに			包原 孝英
付録			藤代 真人

付録

IIC テストベッド公開情報の詳細（参考和訳）

ここでは、IIC ホームページで公開されているテストベッド情報の和訳を通じて、各テストベッドの詳細を整理する。なお、「サマリ」はテストベッドの内容を独自に記述したものであり、正確さよりも概略を素早く把握することを目的としている。

(1) Asset Efficiency Testbed (資産効率テストベッド)

<table>
<tr><td rowspan="3">
</td><td>参加企業</td><td>Infosys, Bosch, GE, IBM, Intel, PTC</td></tr>
<tr><td>市場区分</td><td>High Tech, Industrial Manufacturing, Discrete and Process Manufacturing, Automotive, Aerospace, and other segments with high value fixed/moving assets</td></tr>
<tr><td>サマリ</td><td>航空機着陸装置と冷却装置の CBM による資産効率改善を目指すテストベッド</td></tr>
<tr><td colspan="3">課題</td></tr>
<tr><td colspan="3">アーヘン工科大学と Infosys による Industrial Management（FIR）のための、資産効率の成熟度に関する最近の調査によると、全世界の製造企業の 85%が資産効率について認識しているが、体系的なレベルで実装を行っているのは 15%のみである。現在の課題は、資産の計測の欠如、リアルタイムデータ分析の欠如、他のシステムからの情報欠落によるコンテキストの欠如と、エネルギー、利用率、操作性、保守性など効率に関する別その他の側面に関する全体的な視点の欠如が含まれる。</td></tr>
<tr><td colspan="3">ゴール</td></tr>
<tr><td colspan="3">リアルタイムな資産情報を効率的かつ正確に収集し、分析を実行することで適切な意思決定を行う。</td></tr>
<tr><td colspan="3">特徴</td></tr>
<tr><td colspan="3">● 資産の研究
● エンジニアリング知識を使った異常モード分析予測
● これに応じた資産のマッピングとモデリング
● 資産とシステム全体とデータ分析からのリアルタイムデータ収集のためのプラットフォームスタックの開発</td></tr>
<tr><td colspan="3">商業的な利益</td></tr>
<tr><td colspan="3">● 資産寿命の改善
● 大切な資産のダウンタイムを削減することによる資産の利用率と ROI の改善
● 生産の最大化と予測可能なサービスの提供</td></tr>
</table>

テストベッド
多くの業界において、ビジネスプロセスにおいて重要な資産がある。これらの資産の可用性と効率性は、サービスとビジネスに直接的に影響します。本テストベッドでは、予測分析を使用して、リアルタイムな資産情報を効率的かつ正確に収集し、運用、保守、オーバーホール、資産リプレースの観点で適切な判断を行うための分析実行を目指す。IIC メンバーである Bosch、GE、IBM、Intel、KUKA、National Instruments、PTC のからの貢献を得ながら、Infosys がプロジェクトをリードする。 資産効率テストベッドは垂直型であるが、複数のソリューションに適用可能である。本テストベッドは 2 つのフェーズで実施される。第 1 段階では、航空機着陸装置といった移動する資産に対してテストベッドが作られる。このフェーズにおける焦点は、スタックの作成とテクノロジの統合である。第 2 段階では、冷却装置のような固定した資産にテストベッドを対応させ、アーキテクチャの完成とインタフェースを構築することを目的とする。 資産効率テストベッドは、運用、エネルギー、保守、サービス、および情報効率を総合的に考慮して、資産の監視、制御、最適化を行い、パフォーマンスを向上させます。資産効率テストベッドには、最適な保守スケジュールの決定するための状態監視、資産の全体的な生産性を向上させるためのダウンタイムの短縮、固定経費と運用経費の削減、効率的なエネルギー利用が含まれる。
実施状況
航空機着陸装置のユースケースは、飛行の安全性を高め、運用コストとメンテナンスコストを削減するという課題に起因する。現状の定期保守作業は、特に設計された耐用年数を超えて運用する航空機の場合、急激に保守費用を増加させる。したがって、組織は状態ベースの保守（CBM）の採用が必要となり、これは効果的な健全性監視システムによってのみ可能となる。資産効率テストベッドによる航空機着陸装置のユースケースは、部品故障に起因する有害事象の自動検出、診断、保知および緩和を可能とし、飛行安全性を確保し、全体の運用コストと保守コストを削減する。

(2) Condition Monitoring & Predictive maintenance Testbed (状態監視と予知保全テストベッド)

<table>
<tr><td rowspan="3">
</td><td>参加企業</td><td>IBM, SparkCognition</td></tr>
<tr><td>市場区分</td><td>Predictive maintenance focuses on high-value, industrial assets that are expensive to maintain, thus it cuts across multiple market segments like power plants, manufacturing, process, mining, transportation, aerospace, and defense.</td></tr>
<tr><td>サマリ</td><td>発電所向けを想定した状態監視（CM）と予知保全（PM）のアプリケーションを検討するテストベッド</td></tr>
<tr><td colspan="3">課題</td></tr>
<tr><td colspan="3">現状の状態監視は、老朽化した装置と知識のある人員の退職の組み合わせによる、手作業の測定を必要とする。</td></tr>
</table>

解決策
新たなビジネスモデルに適合ずる、マルチベンダで、クラウドベースの予知保全ソリューションを提供する。状態監視と予知保全テストベッドは、継続的なオンライン測定、自動分析、およびプラントカバレッジのバランスを提供する。
商業的な利益
新たな予知保全の分析モデリング技術を開発する：産業インターネット時代の予知保全のための標準、安全なアーキテクチャパターン、データフォーマットを文書化する。
テストベッド
状態監視と予知保全テストベッド（CM / PM）は、性能劣化や故障の初期兆候を検出するために産業機器を継続的に監視することの価値と利点を実証する。また、CM / PM は最新の分析技術を使いて、組織が問題を検出するだけでなく、運用および保守担当者に問題を解決するためのアクションを事前に推奨することもできる。 状態監視（CM）は、機器内のセンサを使用してデータを収集し、ユーザがデータをリアルタイムに集中監視することを可能にする。 予知保全（PM）は、データに対して分析モデルとルールを適用し、近い将来の問題を事前に予測する。問題を解決するために、運用、保守、IT 部門に推奨事項を提供します。これらの機能により、タービンや発電機などの機器やプロセスの動作を監視し、一定のスケジュールベースの手順ではない 事前の保守・修理手順を適用することを可能とし、保守・修理にかかるコストを削減し、装置の故障によるダウンタイムによるコスト・生産性悪化を防止する。さらに、複数の機器や複数のプロセスからのセンサデータを組み合わせることで、異常のある機器や最適ではない機器の全体への影響をより深く把握することができ、事業に影響を与える前に問題を特定・解決し、産業プロセスの品質と効率を改善する。 このテストベッドを通じて、IBM のテストベッド・リーダーは、状態監視と予知保全のために様々な分析技術の適用を検討する。テストベッドのアプリケーションは、最初に発電所に導入されることが期待され、性能と進捗状況が報告される。付加エネルギー機器が追加され、新しいモデルが開発される。それは、未だ特定されていない隣接の産業にまで拡大されることが期待される。

(3) Connected Care Testbed (接続された介護テストベッド)

	参加企業	Infosys, RTI, MD PnP, PTC
	市場区分	Large hospital organizations, clinical organizations and any other health care providers. Medical device manufacturers developing products for cloud connected ecosystems.
	サマリ	在宅医療・遠隔医療向けデータ管理のテストベッド
課題		

世界の人々の寿命を延びると、世界の医療制度に負担がかかる。高齢者の 80%が継続的な治療と管理を必要とする少なくとも 1 つの慢性的な疾病を有する。利用しやすい IoT 技術の出現により、医療従事者は、患者の遠隔監視および健康情報にアクセスすることができ、これらの人々の管理がより低コストとなり、ケアの質を高めることができるようになった。しかし、医療機器メーカーの間の技術適応と自社ソリューションが遅れているため、介護者は、初期診断から生涯にわたる病気の管理に至る、患者のすべての治療段階を組み合わせることができる、費用対効果の高い IoT ソリューションを実装することが難しくなっている。
ゴール
臨床および遠隔医療機器用のオープンな IoT エコシステムを開発し、患者のモニタリングデータを単一データ管理・分析プラットフォームに統合する。
特徴
● 医療機器やアクティビティトラッカーにとらわれないオープンな IoT エコシステムの構築 ● 単一のデータ管理・分析プラットフォームを用いた、臨床・遠隔の患者モニタリングデータ ● 医療機器資産の追跡および管理 ● 患者の処方薬と治療の順守 ● 有害な健康イベントに関するコミュニケーションと警告システム
商業的な利益
より独立した患者の生活による、生活の質の向上 ● 慢性的な医療費の削減 ● 患者、家族、介護者に対して、介護への関与と手段を与える ● 標準を適用することによる医療機器における IoT 接続性の開発のコスト削減 ● 再入院を減らすことで、医療費を削減し、払い戻し率を向上させる
テストベッド
世界の人々は年をとっていく。これには、医療技術の進歩、健康保険へのアクセスの増加、健康意識の高い社会など、多くの理由がある。長寿命化により、慢性的な疾病に対する懸念が高まっている。高齢者の 80%は、心臓病、糖尿病、がん、転倒による潜在的な怪我など、医療上の注意と管理が必要となる少なくとも 1 つの慢性的な疾病がある。多くの高齢者は、家族や友人のような非公式な介護者が減少していく社会変化により、プロの在宅介護や看護施設を必要とする。しかし、これらは非常に高価な選択肢であり、多くの患者の手の届かないところにある。 IIC メンバーである Infosys は、RTI、PTC、マサチューセッツ総合病院 MD PnP Lab（医療機器のプラグアンドプレイ相互運用性プログラム）、病院の Partners HealthCare ネットワークの寄与により新たなテストベッドをリードする。このテストベッドは、遠隔/在宅の患者モニタリングのためのオープンな IoT ヘルスケアエコシステムを構築することに焦点を当て、慢性的な疾病の遠隔管理のセキュリティを強化することで彼らが自宅で暮らすことを実現する。これにより、患者とその家族にとって費用対効果の高いソリューションが構築され、介護者にオフィスや施設の壁を越えて継続的なケアを行う機会を提供する。

<table>
<tr><td>このエコシステム内に臨床/病院の患者モニタリングを含めることで、EMR システムを含む 単一の環境に患者データの集約と統一が可能になる。介護者は、患者の遠隔監視データと共に収集、要約、分析された患者の重要サマリとともに、臨床および病院訪問を含む患者の全病歴にアクセスすることができる。患者データのダッシュボードサマリーは、患者の健康状態、処方された治療法および薬物療法への単一ページビューを提供し、有害な健康イベントへの警告を生成する。これらすべての機能は、介護者に患者の慢性的な状態を管理するためのより良いツールを提供します。

患者の慢性疾病管理のコストを削減するための大きなチャンスがここにある。技術の最小化と統合の進歩、医療機器のネットワークアクセス、パーソナルスマートデバイスの優位性により、IoT 技術がこの問題に対処するのに特に適している。

テストベッドは、以下を提供するツールのエコシステムを提供する：
● 患者の健康改善と再入院の減少
● 患者、家族、介護者の介入と患者の健康へのアクセス
● 管理されたケアの下、患者が自宅に住むことを可能にする
● 医療従事者に対して、処方した治療を患者が遵守することを改善する
結果として、このテストベッドは、患者により良い生活の質を提供し、介護者により良いケア管理を可能にする。</td></tr>
<tr><td>実施状況</td></tr>
<tr><td>医者はある患者について TXT 警告メッセージを受け取り、Connected Care システムのユーザアカウントにログインする。サマリーダッシュボードでは、フォローアップが必要な患者が強調表示されている。患者の名前をクリックすると、システムは患者の健康履歴と、患者が薬を間違って服用しているという警告を表示する（ソース：患者の自宅のセンサ）。警告をクリックすると、医師は患者の薬物使用の詳細を見ることができ、潜在的な害を確認することができる。別のクリックで、医者は、患者にフォローアップのためのアラートをスタッフに転送することができる。</td></tr>
</table>

(4) Connected Vehicle Urban Management Testbed (コネクテッドビークル都市管理テストベッド)

<table>
<tr><td rowspan="3">
</td><td>参加企業</td><td>Infosys, Bosch Software Innovations, Real-Time Innovations (RTI), Microsoft</td></tr>
<tr><td>市場区分</td><td>Transportation (Connected Vehicles, Cooperative Traffic Movement, Shared Autonomous Mobility)</td></tr>
<tr><td>サマリ</td><td>道路状況のデータ収集による協調移動、渋滞緩和を目指す V2X のテストベッド</td></tr>
<tr><td colspan="3">課題</td></tr>
<tr><td colspan="3">道路の渋滞と過密した交通ネットワークは、途上国や先進国における急速な都市化に伴う永続的な問題である。 2015 年の研究によれば、交通混雑による旅行の遅延によって、31 億ガロンの燃料が無駄になり、ラッシュアワーにおいて乗客の約 7 億時間が失われ、費用として全国で約 1,600 億ドル、通</td></tr>
</table>

勤者あたり 960 ドルになる。交通渋滞を緩和し、安全性を向上させるとともに、公共団体や民間団体は、ライドシェア型自律運転車といった新たなモビリティのパラダイムを模索している。

ゴール

Connected Vehicle Urban Traffic Management (CVUTM) テストベッドの目標は、車車間技術 (V2V) と路車間技術 (V2I)、センサフュージョン、産業 IoT プラットフォーム、クラウド基盤、エッジ解析を使用したコネクテッドビークルを特徴とするスマートな道路交通エコシステムを構築することである。このテストベッドは、渋滞を予防し、道路における異常な事象を自動的に検出し、協調した交通の流れを協調を可能にする。当然のことながら、自律型車両および非自律型車両の両方は、渋滞を最小限に抑え、運転者および歩行者の安全を向上させることを目的に、このエコシステムに参加する。

特徴

テストベッドにおいて、以下のデモンストレーションを行う。

- V2V / V2I 技術とクラウド分析機能を備えた接続された車両から得るインサイトを統合し、現状の機能を強化するための微視的かつ巨視的な渋滞の見方を提供する能力。
- センサと機械学習アルゴリズムを使用し、道路上の異常事象を自動的に検出し、このデータにより渋滞を予防し、運転手にこれら洞察を提供する能力。
- IoT と接続された車両技術を統合し、協調的な交通・移動を可能にし、非自律型車両と自律型車両の両方に渋滞を防止する能力。

商業的な利益

テストベッドは、次の商業的な利益を実現する。

- 全体的な運転体験の向上、交通の損失時間の減少、排出量の減少による市民の健康の改善を含む、スマートシティの都市型モビリティニーズを解決する。
- 近隣、自治体および都市規模でのビークル IIoT 統合アーキテクチャの機能化に対して、インサイトを提供する。
- 協調した移動、安全性の向上、ライドシェア型モビリティのパラダイムのテストと展開を可能とする、自動運転車のスマートコネクテッドエコシステムための実証の場とする。

テストベッド

このテストベッドは、IIoT 対応型のエンドツーエンドのスマートモビリティエコシステムを実現することに焦点を当てており、クラウド分析、エッジ分析、機械学習技術、V2V / V2I 技術で増補されている。個人および公共における自律交通の効率的な移動に関して多くある要件のうちの 1 つは、渋滞を評価、先取り、予防し、道路上の異常な事象を自動的に識別し、協調的に 2 点間の移動を可能にすることである。これらの目標を達成するために段階的なアプローチを採用する。通る道路に関する指示、道路の筋ごとの推奨速度が、クラウド対応の産業インターネットシステムから、運転手に提供される。当然ながら、完全自動運転車がシステムに導入されると、この情報を用いて、必要な速度変更とコース修正を自動的に実行し、運転手の介入が必要なくなる。

市場の課題

CVUTM エコシステムが究極のビジョンを実現するためには、コネクテッドビークル技術の普及が不可欠である。しかしながら、CV 技術の採用は市場のニーズに従いながら、小規模な町や都市で始まり、徐々に大都市や州に広がっていくだろう。いくつかの自動車 OEM が V2V 機能を搭載した車両を販売し

ていますが、CV 技術に関する連邦政府による義務は CVUTM エコシステムのより大きな導入に役立ちます。 技術的課題 テストベッドにおいて記述された使用シナリオを可能にする重要な技術は、路側機である。 CVUTM エコシステムの普及が成功するために、沿道、街路、高速道路における路側機の十分なカバレッジが不可欠となる。一方、直接通信を可能にする LTE Direct および 5G などの技術もまた、車車間の接続性をサポートすると考えられている。そのような状況ではあるが、本テストベッドは、町、市または州のレベルでの CVUTM エコシステムの大規模な展開への足がかりとして機能し、統合された産業インターネットおよび既存またはより新しいコネクテッドビークル技術を実証する場として役立つであろう。
実施状況
コネクテッドビークルの運転手は、スマート・デバイス上に目的地を入力する。 CVUTM IoT システムは、推奨ルートとルート上の道路ごとの推奨速度を提供する。運転手はこれらの推奨に忠実に従う。運転手が推奨ルートを進行していくと、車両は、道路閉鎖、道路工事、停車車両、救急隊員などの異常イベントといった情報を周辺から収集し、その情報を CVUTM クラウドに中継する。バックエンド分析エンジンは、この情報を使用して修正ルートや推奨速度変更を提供することで、渋滞の兆候が先取りして回避する。運転手は、予測された時間に目的地に到着し、全経路における渋滞への遭遇は最小化される。

(5) Connected Workforce Safety Testbed (コネクテッドな労働安全テストベッド)

<table>
<tr><td rowspan="3">
</td><td>参加企業</td><td>Wipro, Microsoft, BLOCKS Wearables</td></tr>
<tr><td>市場区分</td><td>Construction (also applicable in Manufacturing, Mining, Oil & Gas, Transportation)</td></tr>
<tr><td>サマリ</td><td>スマートヘルメット、スマートグラスなどを用いたソリューションによる、コネクテッドワーカーと労働安全を目標としたテストベッド</td></tr>
<tr><td colspan="3">課題</td></tr>
<tr><td colspan="3">労働者の安全は、世界中の各産業における基本的な懸案事項である。国際労働機関（ILO）によると、職場での職業病や労働災害の結果として、世界中で毎年 230 万人が死亡している。さらに、毎日 86 万件の労働災害が発生している。全体として、このような事案の直接的および間接的な費用は、世界で 2 兆 8,000 億ドルに達すると推定されている。コネクテッドな労働安全テストベッドの主な目標は、IoT 技術を使用して労働者の安全と幸福を向上させ、安全遵守を促進し、安全作業を可能にする方法を示すことである。言い換えると、このテストベッドは工業の作業場での安全作業を保証する。</td></tr>
<tr><td colspan="3">ゴール</td></tr>
<tr><td colspan="3">本テストベッドの目的は次の通り。
1. センサ対応の労働力とスマートインフラストラクチャにおける、最適な通信ネットワークアーキテクチャの評価・推論。</td></tr>
</table>

2. ”ニアミス”イベントや安全に関わる重大事案の先取りや削減による職場安全の改善および、企業全体の安全性を考慮した拠点間の見える化の改善。 3. 労働者の健康と職務をプロアクティブに管理することを目的とした、労働者の健康状態測定による、労働者の幸福の見える化の向上。 4. 安全基準（例：OSHA）を向上することを目的として、接続された労働力や作業からのデータフィードを分析することにより、IoT によって可能となる新たな安全適合指標を構築すること。 5. センサデータ/作業データからのインサイトを、AR/VR 対応の教育プログラムに積極的に組み込むことにより、安全トレーニングを改善すること。
ソリューション
このソリューションはエッジレイヤーを特徴とし、ヘルメット、時計、めがね類などのウェアラブルに組み込まれた様々なセンサ、計器を備えた重機、ゲートウェイおよびアクセスポイント、デバイス管理とデータ分析機能からなるプラットフォーム層、作業指示センターや緊急対応チーム向けのビジネス・アプリケーションとダッシュボードを提供するエンタープライズ層が含まれる。テストベッドの有効性と成功は、このテストベッドで対処する各使用シナリオに関連した主要業績評価指標（KPI）を測定・追跡することによって確認される。
商業的な利益
米国における労働者の傷害は、労働者への補償費用といった直接費用を 600 億ドルにまで引き上げ、間接費用は 2 倍から 17 倍になり得る。労働安全衛生局（OSHA）は年間 31,948 件の検査を実施し、そのうち 74%が罰金を科す結果となっている。米国の昨年の罰金額は 2 億 5,900 万ドルであった。本テストベッドは、労働者の傷害および保険関連の支出に関連する直接的および間接的な費用を潜在的に回避することができる。 ビジネス上の利点： ● 安全意識を高めることによる、効率的で生産的な作業現場。 ● 労働者の全体的な安全性に関連した、労働者の業務に対する積極的な見える化の推進。 ● 作業指示センターによる連続した労働者の作業監視による、安全上の重大事案に対する応答時間の短縮。 ● 労災保険、緊急時の対応、訴訟、事故に関連するコストの削減につながる、職場の不安全事案の減少。 経済的な利点： ● 接続された作業者がリアクティブではなくプロアクティブな作業として安全を担保することによる、安全トレーニングへの投資最適化 ● 生産/労働者のスケジュールを混乱させる安全事故の発生が少なくなることによる、収入の増加 ● 少ない事故による、生産性の高い労働力と利益の向上 社会的な利点：

● 安全事故の減少により、危険な環境で作業している時でさえ、労働者の士気と固有の安全感覚を高める。
テストベッド
本テストベッドは、作業者の安全性改善、安全上の重大事故低減、安全順守報告の改善、センサによるインサイトと AR/VR 技術を統合することによる作業安全トレーニングプログラムの改善を行う。本テストベッドは、個人用保護装置、センサ、およびウェアラブル機器の接続されたシステムを、接続されたインフラストラクチャとともに評価・検証し、労働者に安全な作業場を提供することを目指す。
実施状況
労働者が工業の作業現場に入り、ヘルメットを ID を使用して労働者の名前に登録する。作業者の場所は、管理者のダッシュボードに可視化される。労働者が特定の作業を遂行するために作業現場を移動すると、労働者はスリップして転落する。ヘルメットの転落センサは、監督者に転落した労働者を知らせ、緊急対応チームおよび労働作業指示センターにアラートを送信する。 作業者は指定された危険エリアを歩きます。作業者は可聴式の警報を聞くだけでなく、危険区域に入っているというメッセージがモバイルデバイス上に現れる。作業者が有害ガスを含むゾーンを通過すると、ヘルメットに内蔵されたガスセンサが作業員に警報を発する。作業者が仕事に従事しているとき、センサは健康状態を測定し、従業員のプライバシーを保護するために匿名で他の作業者とこの情報を集約して、リーダーに総合的なインサイトを提供する。 一定期間におけるセンサから得たインサイトと作業者の振る舞いを用いて、新規雇用のための安全訓練プログラムは、現場の典型的な危険区域に関連する学習や、ニアミスにつながる可能性のある状況を収録し、補強される。この情報は、AR 技術を使用する職場と VR 技術を使った教室で、新規雇用者に提供される。

(6) Deep Learning Facility Testbed (施設向け深層学習テストベッド)

	参加企業	Dell EMC, Toshiba, Wipro
	市場区分	Buildings and Facilities; Energy and Utilities
	サマリ	ビル管理におけるエネルギー効率向上などの課題に対して、IoT データを処理するために、深層学習を適用するテストベッド
課題		
エネルギー効率は重要な要件であり、商業ビルにおけるエネルギー利用の指標である。次世代ビルは、エネルギー消費を削減するために、需要と供給との間の微妙なバランスを達成するよう努めることにより、エネルギー消費を慎重に最適化するように設計されている。IoT は、ビルインフラにおけるエネルギー効率性を実現するための重要なイネーブラである。しかしながら、建物設置は複雑で、いくつもの広大な土地にまたがることがある。これには、周辺状況、交通の流れ、占有率を感知できるように、建物全体の設備にまたがる幅広い種類の多数のセンサが必要である。さらに建物設置は、		

建物のスムーズな機能化のために必要な、HVAC、ファン、ライト、エレベータといった、エネルギーを消費する多数の資産で構成されている。エネルギー効率性を達成するために、多数のセンサや監視対象の資産から実行可能なインサイトを得る作業は、厄介な作業です。これらの膨大なデータセットを処理し、実行可能なインサイトを導出できる計算能力の最近の進歩が、これを可能としており、本テストベッドにおける第一焦点である。

ゴール

本テストベッドの目標は、ニューラルネットワークによる深層学習を使用した次世代スマートファシリティソリューションの実現であり、エネルギー効率、資産活用、メンテナンスに有意義な利得がある。具体的には、テストベッドは監視対象資産の診断、保守、修復を最適化し、消費電力の高いサービスを調整してエネルギー効率を高め、待ち時間や空調制御に関連した訪問者の体験を向上させる。加えて、テストベッドは、複数の分野のスマートファシリティ（個別ビル、スマートキャンパス、スマート・ファクトリーなど）に対して、計算機上実行可能で効率的である、最適な深層学習技術とベストプラクティスを特定する。さらに、テストベッドは、IIC コミュニティが固有のスマートファシリティのユースケースに対してテストベッドを活用できる環境を提供する。

特徴

深層学習技術の導入は、ソフトウェアとハードウェアの両方の観点から課題を提起する。それは、複数の情報源からの非常に大量のデータを必要とするだけでなく、ドメインの専門知識、データサイエンス、ニューラルネットワークの知識も必要とする。本テストベッドは、深層学習用に特別に構成された高度なハードウェアとソフトウェアを配置する。より具体的には、深層学習は産業 IoT コミュニティにとって最も重要な技術の 1 つと言える。本テストベッドでは、深層学習を使用して、複数のソースからの非常に大きなデータセット（多くの場合、バッチモード）によりニューラルネットワークモデルをトレーニングします。トレーニングされたニューラルネットワークは、センサデータのリアルタイム分析によりユーザ価値を創出する。

商業的な利益

深層学習を使用した産業 IoT の利点は、今日いくつかのキーとなる業種や、自動車産業、金融サービス、産業サイバーセキュリティなどの産業分野で有力となっている。しかしながら本テストベッド以前には、ML / DL / AI 技術の商業的に実行可能なアプリケーションが、スマートファシリティ空間には適用されていない。これは市場で初となる。複数の設置場所における複数のクリティカルなシステムと資産の相互相関が、新たなインサイトと推論を自動的に引き出す。これは、数万のセンサと数十億のデータポイントを持つ環境で重要である。本テストベッドの実装を通じて発見されたアルゴリズムの知識と技術革新は、テストベッド参加者によって商業的に応用されることを意図している。これらの新しい純粋なソリューションは、テストベッドの基礎学習に基づいて、複数のエンティティへ有形の商業的価値を描写する。

テストベッド

市場の課題

市場の観点から検討すべき課題がいくつか存在する。このようなシステムを導入するには、設備間で固有の配線が必要となる。それは場合によっては高価になる可能性があり、既存の（ブラウンフィールド）インフラを改装なければならない場合は特に簡単ではないかもしれない。データ収集の別の課

題は、設備の複雑さ、多数の考慮すべきデータソース、複数の関係者（HVAC プロバイダー、ビル管理システム会社、電気およびユーティリティプロバイダー、廃棄物管理会社など）などである。

技術的課題

今後数年間に IoT デバイス数が急増すると（市場レポートに依って 2020 年までに 200～500 億個のスマートデバイス)、このようなエッジデバイスの管理に関する課題が発生し、信頼性、セキュリティ、関連するリスクも同様に課題となる。また、生成データ（ゼタバイト単位と推定）の効率的な保存、処理、管理が必要であることも分かる。想定しているいくつかの技術的課題がある。深層学習は新しい技術であり、実際のユースケースでのテストと検証のための新たな方法論が必要となる。深層学習には、トレーニングモデルを計算するために重要なコンピューティングリソースが必要である。最適化アルゴリズムは完成していない。このプロセスには時間と実験が必要である。第 1 段階と第 2 段階では、アプローチとそのアプローチの 1 つ以上の施設タイプへの適用性を検証するのに、十分なことを学びたいと考える。非常に大量の IoT デバイスが動作している結果として、複数のデータソースを見ることが予想される。IoT デバイスは、ピーク効率に対して自律化されている必要があり、信頼性も必要です。深層学習のスマートファシリティへの応用はエキサイティングな旅であり、都度学習した内容を共有し、他者とのコラボレーションの方法を議論していく。

(7) Digital Solar Plant Testbed (デジタル太陽光発電所テストベッド)

	参加企業	LTI（Larsen & Toubro Infotech), GE (General Electric)
	市場区分	Energy & Utilities
	サマリ	太陽光発電所向け運用効率改善テストベッド
課題		
太陽光エネルギーはますます普及してきている。世界のいくつかの国が、代替エネルギー源として太陽光発電を検討してる。実際、ここ数年で太陽光エネルギーのコストは大幅に削減され、エネルギーの主要な選択肢になっている。この分野で著名な思想的指導者である Tony Seba によると、太陽光は最も安価で持続可能な供給源となるため、今後数年間で多くの国が太陽光を主要なエネルギー源として選択することが期待されてる。 GreenTech Media によると、設備容量は 5.2%の CAGR で成長し、2022 年には約 900GW に達するとされている。高度成長に伴い、太陽光発電は運用リスクと規制リスクの面で課題に直面しながら、効率を維持し、容量利用率を改善していく。		

ソーラー設備の主な課題は次の通り。 ● 太陽光の照射変化と太陽光エネルギーの間欠性が高いと、太陽光発電の罰金や規制違反が発生を招く。 ● 運用リスクと規制リスクにより、投資家の将来的な財務リターンが予測困難。 ● 太陽電池パネルの劣化と主要機器の故障。 ● 気象条件の変化と設備状態の変化による低効率化。 ● 設備コストの大幅な損失を伴う、予定外のシャットダウン。
ゴール
1. 太陽光の照射から発生するエネルギーに関する予測精度のレベルを、現状の 60-65%から 80-85%に改善し、間欠性を低減できる最適な太陽光発電所の設計を行う。 2. 発電所の運転パラメータを微調整することにより、太陽光発電所の容量利用率を 10%～30%改善する（技術と場所に基づいて）。 3. パネル、バッテリ、インバータ、その他コントローラのリアルタイム状態監視により、太陽光発電所のメンテナンス費用を 30%削減する。
ソリューション
本テストベッドは、太陽光発電所の可用性を改善し、太陽光照射による発電を正確に予測し、メインの電力グリッドに対する信頼度の高い電力供給を行うとともに、インサイトを提供し、発電所の出力を最適化し、リアルタイムの資産状態監視を行うことでメンテナンス費用を削減する。 再生可能エネルギーは、世界的な経済的課題だけでなくエネルギーに問題にも対応できる革新的なソリューションである。本テストベッドは、複雑なグリッドおよび高度なエネルギー予測の要件の下で、事業者、資産管理者、所有者にとって最適な発電所性能を推進するインテリジェントなプラットフォームである。効率的なリアルタイムデータ分析と意思決定支援システムを提供しながら、発電所運転に関わる複数のインタフェースを提供し、全ての利害関係者に対してリアルタイムな透明性を維持できるようにする。
特徴
● ダウンタイムや容量低下を防ぐための、リアルタイムなソーシングとデータ分析。 ● オペレータ、投資家、アナリスト、発電所所有者、運用管理者など、役割ベースのダッシュボード。 ● 容量利用率を最適化するための、人工知能/機械学習モデル。 ● スケーラビリティと信頼性のある高度なハードウェアとクラウドプラットフォーム。 ● IEC 61850、DNP3、Modbus、CAN バス、Wireless HART、Zigbee など、既存の産業通信プロトコルと互換性。 ● 制御された環境下で太陽光発電所をエミュレートして解析モデルを構築する機能。
商業的な利益
● 予測精度を（現在の 60%-70%の傾向から）85%に改善すると、年間約 3 百万ドルが節減できる（現在の料金ペナルティに基づいて推定され、40,000 MW のグリッド接続ソーラー容量を想定）。 ● 平均 CUF（キャパシティ利用率）は約 20%。

● CUF を 20%改善すると、全ての太陽光発電施設において年間収益を 3300 万ドル増加させる（現在の関税 INR 4/kwh での見積り）。 ● 2021 年～2022 年に、インドで 40,000 MW のグリッド接続太陽光発電。 ● 年間保守費用は約 1000～1500 ドル/MW。 ● 太陽光施設は、インド市場のみで O&M（オペレーション＆メンテナンス）に 5,000 万ドルを費やす計画。 ● O&M 費用の 30%削減により、施設管理者は年間約 1,500 万ドルを節減できる。
テストベッド
本テストベッドは、必要となるインサイト、プラント状態、予測、分析、KPI を特徴としたダッシュボードを含め、設備と全ての利害関係者にソリューションを提供する。 LTI には様々なタイプの設備の運用効率を改善するフレームワークがある。 LTI はこのフレームワークを GE の Predix プラットフォームの上に実装する予定である。LTI は、太陽光発電所の建設と運用を管理する会社と連携している。本テストベッドの目的は、インドの Rajasthan にある L&T Solar の発電所でこのフレームワークを検証することである。 本テストベッドは 5 つのフェーズで実装される。第 1 段階はフレームワーク検証で構成する。第 2 段階では資産モデルとインフラのセットアップの開発を含む。第 3 段階では全てが接続状態となる。第 4 段階では、分析がに実装され、必要な可視化も行われる。第 5 段階では発電所の性能を監視し、分析に関する仮説を検証する予定である。
実施状況
L&T Solar Group は、太陽光パネル設置の主要プレーヤの 1 社であり、いくつかのインド最大級の貸与校発電所の実施を含む実績がある。 LTI は GE と提携して、インドの Rajasthan にある L&T Solar 社の 22MW 発電所で本テストベッドを導入した。 テストベッドは、DC 側と AC 側の両方の太陽光発電所の様々な機器からデータを収集し、リアルタイムで異常を監視する。テストベッドは、読み取り値の異常を認識するためのルールエンジンを実装し、プラントオペレータ、投資家、アナリストなどの利害関係者向けのさまざまな KPI を示すダッシュボードを提供する。 テストベッドは、過去データ、機器状態、気象情報、その他の様々なパラメータに基づいて生成されるエネルギー予測のための分析機能を実装する。また、分析機能は容量利用率を向上させるためのアラートも提供する。予知保全は、このソリューションのもう 1 つの重要な側面であり、発電所の予定外のシャットダウンを削減し、保守費用を削減する。 LTI が優れた運用とレポート作成のために自社フレームワークを使用する一方、GE は Predix プラットフォームとエッジに配置されるマシンを提供する。このテストベッドは、4 つの異なるフェーズで実装され、第 5 フェーズでベースラインに対して比較される。

(8) Factory Automation Platform as a Service Testbed (FA PaaS テストベッド)

	参加企業	Hitachi Ltd., Mitsubishi Electric Corporation, Intel Japan
	市場区分	Manufacturing: Industrial Automation for Discrete Manufacturing

	サマリ	エッジからクラウドを含む FA プラットフォームと FA アプリケーション開発環境のテストベッド

課題

近年、製造業における世界的な競争が激化している中で、新技術の導入や企業間の連携を通じて急速に変化する市場環境や経営環境に迅速に対応するために、より迅速な製品開発と市場導入、品質向上、短納期化が求められている。このような背景から、製造の最前線を経営陣、サプライヤ、顧客と結びつけるための、増加するグローバルサプライチェーンの中の製造に関連するデータを使用して、総合最適化を行う期待が高まっている。その結果、FA 環境のさまざまなデバイスと最先端の IT サービス（ビッグデータやクラウドなど）とのセキュアな接続、現実の経済的価値を発揮して世界市場で効果的に競争する企業間（B2B）アプリケーションを接続する 次世代工場のアプリケーション開発加速化が求められている。

ソリューション

これらの課題の解決策として、本テストベッドは、アプリケーション・プロバイダーと FA 機器ベンダの FA アプリケーション開発を容易にするために、工場とクラウド間の接続性、データ分析プラットフォーム、セキュリティリソースを提供する。この結果、アプリケーション・プロバイダーと FA 機器ベンダは、各アプリケーションのコアロジックを開発するだけで、工場オーナーと工場オペレータにソリューションとサービスを提供することができる。

特徴

本テストベッドは、アプリケーション開発プロセスを軽減するための次の機能を提供する。

- アーキテクチャが異なる工場とクラウド間の接続性。
- エッジアプリケーション、クラウドアプリケーション、ドメインアプリケーションといｔｔ FA アプリケーションに再利用可能な FA 特化型 API。
- 工場ブラウンフィールドを外部ネットワークから保護するためのセキュリティ。
- ビジネスシステムからのデータの統合。

商業的な利益

FA と IT を跨ぐ事前統合環境を提供することにより、製造業および IIC メンバー向けの様々な FA アプリケーションの開発を容易にする。

- アプリケーション・プロバイダー向け
  - 製造業向けの高付加価値アプリケーションの開発を促進する。
- FA 機器ベンダ向け
  - 遠隔操作や予知保全といった付加価値のあるアプリケーションの統合を容易にする。
- 工場所有者およびオペレーター向け
  - 生産性、品質、工場稼働時間を改善するためのアプリケーションの展開を容易にし、生産のリードタイムを短縮する。

➢　製造部門と調達、流通、販売といった他部門の部門間調整による、バリューチェーンとサプライチェーンを最適化するアプリケーションの展開を容易にする。
テストベッド
本テストベッドは、ファクトリオートメーション（OT）と IT プラットフォーム（IT）を跨ぐ事前統合環境を備えたサービスベースのプラットフォームを提供することにより、FA アプリケーションの開発を容易にする。 ビッグデータを処理する IoT データ処理プラットフォーム、IoT ヘッドエンドシステム、サービスプラットフォーム層と FA 環境を安全に接続する IoT ゲートウェイ、FA アプリケーション固有の機能を提供する FA エッジデバイス（これは更に工場現場の FA デバイス間の通信を可能にする）を含む。加えて、本テストベッドでテストされた IoT プラットフォームの利点は、FA 環境、IoT ゲートウェイ、IoT データ処理プラットフォーム間の相互運用性であり、FA 環境とサービスプラットフォーム層の統合環境を利用することで次世代工場のアプリケーション開発を加速する。 FA 環境とサービスプラットフォーム層間のセキュアな接続テストを実施するだけでなく、2017 年 6 月までにテストベッド機能の有効性テストと運用データの流れを製造現場の視点からテストします。 IIC 会員企業および顧客との ″ユースケース″テストを実施する。

(9) Factory Operations Visibility & Intelligence Testbed (工場オペレーションの可視化と知能化テストベッド)

	参加企業	Fujitsu Limited, Cisco
	市場区分	Manufacturing of complex, composite products (i.e. IT equipment - notebooks, network appliances, etc).
	サマリ	工場向けプラットフォームを用いたデータ収集、分析、可視化などのテストベッド
課題		
文脈データと背景データはしばしば埋もれていて、様々なフォーマットになっている。大量の生データの保存と分配には、多くの計算リソースとインフラストラクチャが必要である。データを収集し、分配するための新たなコンピュータ、サーバー、およびネットワーク機器のインストールとメンテナンスのコストは最小限に抑える必要がある。		
ゴール		
物理的な工場設備を強化するためのデータアップロードおよびシミュレーション機能を備えた、将来の工場オペレーション視覚化のシナリオに向けた新たなオープン環境を確立する。工場のセンサと運用データを組み合わせることができるクラウドベースのプラットフォームを提供し、主要な製造プロセスの可視性と分析を向上させ、運用効率を向上させる。		
特徴		
性質、起源、ライフサイクルが大きく異なる様々なデータソースの結合、視覚化、関連付けを行う能力。クラウドベースのサービスとして利用可能。納入スケジュールの優先順位に基づいた製造と修理のプロセス管理のサポート。プロセスステータスとフロー、製品トラッキング、スケジュール、機械ステータスのためのビジュアルレンダリングツールの増強による拡張性。分析と診断のためのプラグイン機能。		

商業的な利益
よりタイムリーな製品の製造と出荷。製品返品率の低下、製品修理の迅速化、関連するコスト削減。製品品質と生産スループットの向上、大量注文の処理能力。
テストベッド
本テストベッドでは、工場環境をシミュレーションし、結果を視覚化して、プロセスの最適化方法を判断することを可能にする。 本テストベッドの作業は、日本の 2 つの工場(ノートパソコン用とネットワーク機器用)の 2 つのオペレーション可視化・知能化アプリケーションに由来する。どちらのユースケースも、データ処理、分析、視覚化技術のの点で多くの共通点がある。理想的には、共通のソフトウェア基盤を使用するべきである一方、将来的な進化のためによりオープンなアーキテクチャが必要である。 本テストベッドでの作業は、IIC メンバーである富士通が主導し、IIC 創設メンバーである Cisco とともに、工場内のテストベッドエッジインフラストラクチャで協業する。

(10)Industrial Digital Thread Testbed (産業デジタルスレッドテストベッド)

	参加企業	Infosys, GE
	市場区分	Industrial Manufacturing, Discrete & Process Manufacturing, Automotive, Aerospace, High Tech
	サマリ	設計・製造・サービスを結ぶ製造管理のテストベッド

課題
現場のエンジニアやサービスチームは、是正措置や予防保全措置を講じる際に、大規模な産業資産の作業範囲を評価し、トラブルシューティングし、特定するために必要となるデータやデジタルインサイトを欠くことがよくある。 QA エンジニアは、なぜ部品特有の問題が繰り返し起こっているのか、なぜサプライヤからの部品が不整合のために組立品の中でうまく積まれないのか、を何度も理解する必要がある。根本的な原因は大抵、設計、製造プロセス、サプライチェーンロジスティクスや生産計画に隠されている。しかし、適切なデータとデジタルインサイト無しに、それを特定するのは難しい。
ゴール
設計、製造、サービス、サプライチェーン設備で情報を収集し、産業製造とパフォーマンスデータのインテリジェントな分析へのアクセスを提供して、根本原因を簡単に特定する。このようなインサイトは、サービスとオーナー/オペレータの生産性を向上させるだけでなく、設計エンジニアリングおよび製造オペレーションチームに継続的な改善のために重要なフィードバックを提供することがでる。
特徴
資産の設計、組立構造、分析データ、生産計画データ、製造データ、サービスデータ、サプライチェーンデータの研究。全体システムからのリアルタイムデータ収集のためのプラットフォームスタックの開発。ビッグデータと分析。フェーズ 1 は、製造およびサービスデータにのみ焦点を合わせます。
商業的な利益

製造設備の全体的な効率改善。不良部品の削減。品質改善。運用中の資産のダウンタイム削減。リソースの節約。ボトムラインの改善。製造における柔軟性。
テストベッド
本テストベッドは、製造プロセスと手順のデジタル化および自動化を通じて、効率、スピード、柔軟性をドライブする。設計初期段階から、製造へ設計システムをシームレスにデジタル統合し、モデルベースの計画を活用することで、ある部品が物理的に作成されるよりも以前にバーチャル製造を可能にする。センサ対応の自動化、製造プロセス、手順、機械データにより、オペレーションとサプライチェーンの最適化が可能になる。製造プロセスが完了すると、デジタルの「出生証明書」が設計者の意図と比較される。これにより、強力なビッグデータ分析の機会が提供され、サービスチームやフィールドエンジニアは、クリティカルな資産の保守・保全を改善するための気付き、インサイト、実践的な行動を得ることができる。 産業デジタルスレッドは複雑で包括的なコンセプトであり、複数の段階を通じて実装される。フェーズ１では、ソフトウェアスタックの組み立て、アーキテクチャと接続性の確立、早期摩耗周辺のユースケースの１つにフォーカスする。次のフェーズでは、本テストベッドは設計、製造、サービス、サプライチェーンの最適化における複数のユースケースをサポートする。この時点で、追加のメンバーの参加が招待される。
実施状況
早期摩耗ユースケース サービスエンジニアは、予期せぬ速度で摩耗・劣化している入り部品に気付く。本テストベッドを活用して、特定部品の生産時の現場実績データとこれに関連する製造機械、作業、および品質保証データとの相関関係を特定する（データソース：センサ、MES、Maximo、ERP データ）。このインサイトにより、原因を特定し、部品修理の作業範囲を選択する。また、将来の不具合を防ぐために発見した事項を OEM に知らせる。

(11)INFINITE (INternational Future INdustrial Internet Testbed) Testbed (産業インターネット技術革新プラットフォームテストベッド)

	参加企業	Asavie, Cork Institute of Technology, EMC Corporation
	市場区分	The scale and scope of the project means INFINITE can be used across a wide and diverse range of industries and sectors.
	サマリ	モバイル通信を介した救急車と病院のセキュア接続による緊急搬送時の連携改善のためのテストベッド
課題		
ハードウェア自体を変更することなく、ネットワークを動的に再構成する。多様で並列したワークフローでクラウド規模を達成する。複数のアクセスポイントを介した接続性を実現する。ミッションクリティカルなシステムで使用される高度なセキュリティを維持する。		

ソリューション
モバイルネットワークを介して接続できる完全なる仮想ドメイン。複数の仮想ドメインを 1 つの物理ネットワーク経由でセキュアに実行できるソリューション。
商業的な利益
ミッションクリティカルシステム、実際の状況と興津店がある環境での産業用インターネットアプリケーションに最適。
テストベッド
本テストベッドの目標は、産業インターネットの製品とサービスの成長を促進するソフトウェア定義型インフラストラクチャを開発することである。 本テストベッドはビッグデータを使用して、ソフトウェア定義型ネットワークで完全な仮想ドメインを作成するだけでなく、複数の仮想ドメインを 1 つの物理ネットワーク経由でセキュアに実行できるようにするため、ミッションクリティカルなシステムでの使用に理想的である。さらに興味深いことに、本テストベッドは、モバイルネットワークを通じてこれらの仮想ドメインに接続することを可能にする。 IIC メンバーである EMC が本テストベッドをリードする。また、IIC メンバーであるコーク工科大学、ボーダフォン、アイルランド政府ネットワーク、Asavie、Cork Internet Exchange が、本プロジェクトに専門知識を提供する。 本テストベッドはアイルランドで 2 つのフェーズで展開される。フェーズ 1 では、地理的に分散した 3 つのデータセンターが、再構成された EMC ネットワークに相互接続される。フェーズ 2 では、本テストベッドが ″Bluelight″というユースケースに適用される。Bluelight は、救急車が走行中に病院のシステムへセキュアに接続して情報を中継する、よって救急車が到着すると病院のスタッフが患者の治療を引き継ぐ準備ができる。 本テストベッドは、IIC メンバーと同様に、モバイル通信と動的構成環境を必要とする IoT 対応ソリューションのコンセプトを持有する 関心のある非メンバー企業にも開放されている。
実施状況
緊急サービス車両 スマートデータは、救急車などの緊急サービス車両が提供するサービスを強化・改善することがでる。緊急サービス車両が事故に派遣されるシナリオを考える。応答時間は重要である。緊急サービス車両によって生成されたリアルタイムの GPS データが、事故現場までの全ルートの現在の交通量、道路工事の場所、迂回路、道路閉鎖など様々なソースからのリアルタイムデータと組み合わせることができたらどうなるだろう。これらの多様な生データのデータセットをリアルタイムに組み合わせて分析することにより、緊急サービス車両に価値あるインテリジェントなルート計画とインサイトを提供され、応答時間が改善され、より良い生活の向上につながる。

(12)Intelligent Urban Water Supply Testbed (知能化都市水道テストベッド)

	参加企業	Water and Process Group, Thingswise, LLC and Chinese Academy of Information and Communication Technologies (CAICT)
	市場区分	Public Utilities, Critical Infrastructures and Local Governments
	サマリ	都市型水道・給水管理クラウドサービスによる新たなビジネスモデルを模索するテストベッド

課題

水は、空気に次ぐ、私たちの生活で 2 番目に重要な天然資源である。都市の住民への十分に清潔で安全な水の供給を維持することは、困難になりつつある。これは、途上国の急速な都市化や世界の多くの地域で利用可能な水資源の制約がますます厳しくなっているため、特にそうである。給水インフラにおける不十分で老朽化した設備と設備運用管理の非効率により、状況が悪化する。これらの結果として、数百万人の都市住民の健康と生活の質に影響を与える。

都市の給水システムにおける一般的な条件は次の通り：

- 安全性：健康問題につながる可能性のある水質問題をタイムリーに検出できない
- サービス可用性：不必要なサービス停止の原因となる運用上の問題をタイムリーに検出、対処、防止できない
- 効率性：水漏れを評価・特定することができず、また水圧ポンプのような重機器によるエネルギーの過剰消費を特定・解決できず、結果として貴重な資源の無駄遣いを引き起こし、特に後者は環境に悪影響を与える
- 効果：公平な給水を提供するための水圧ポンプ群の操作を最適化できなず、これらの条件下での機器の損傷を回避できない

ソリューション

本テストベッドは、インテリジェントな都市の給水管理クラウドサービスを構築し、完全に統合されたマルチファンクション、マルチサービス、マルチロール、マルチテナントソリューションを提供する。この目的でクラウドサービスを構築することの重要な利点は、スケールメリットを活用し、ほぼ同じ機能を提供する多数の独立したシステムを国中で何度も構築することを避けることである。コストを下げることで、市水道局の最大数が、産業インターネットが給水事業で提供しなければならないものを活用することが可能になる。

本クラウドサービスプラットフォームでは、市水道当局と管理会社に、次のような多くの重要なソリューションが提供されてる：

- 水質問題の改善と劣化原因の特定のために、分析をサポートするシステム全体の水質モニタリングを採用し、水道の安全性と品質を向上させる。
- リアルタイム監視、障害検出、予防保全といった高度な資産保守機能を採用し、給水資産の信頼性を向上させ、給水の可用性を向上させる。

● 給水施設運用データの高度な分析を利用して給水の効率を改善し、資産のエネルギー消費を削減、水漏れ検出、ピーク使用時間帯や供給不足時においてシステム全体の水分配を最適化する。
特徴
本テストベッドは、IoT ゲートウェイを配置して、加圧ポンプといった給水設備をクラウドサービスプラットフォームへセキュアに接続し、高度な解析が設備から伝達された運用データに適用される。分析から得られた運用上のインサイトは、給水ドメインのモニタリングアプリケーションをドライブするのに用いられ、高度なメンテナンス機能を提供する。水質を監視し、水漏れを検出し、加圧ポンプのエネルギー消費を削減し、ピーク使用時間帯や給水量不足の際にも、水の消費点への公平な水分配を保証する。
商業的な利益
産業インターネットのアイデアと技術を給水産業の分野で応用することにより、本テストベッドは都市水管理の当局と企業に、一連の先進的な給水管理機能と新機能を提供し、経済的に成立するコストで、水質、信頼性、省エネ、水漏れ削減、作業効率を向上させる。本テストベッドは、給水エコシステムに関与する複数の利害関係者の利益(興味)を調整するための実行可能なアプローチを探求し、給水産業分野におけるサービス指向のビジネスモデルを実現する。
テストベッド
スマート設備を接続し、クラウド上でサービスとアプリケーションを確立するために、以下に概説するようないくつかのビジネス上・技術上の課題がある。テナントのスケーラビリティを除いて全て、本テストベッドにおいて探求され、評価される。 • ビジネスモデル：様々な利害関係者が関与している。どのようなビジネスモデルが、彼らの利益を調整し、新たな水道管理ツールセットを使用し、新たなビジネスモデルをサポートするために最も効果的か？ • ブラウンフィールド設備：現場には大量の設備が展開されており、その多くは既に産業用制御システムである（SCADA など)。これら設備との接続し、セキュアにオンラインにする方法は？ • 顧客オンプレミス設備：顧客宅内に設置された大量の設備がある（水圧ポンプなど）(高層住宅の地下ポンプ室など)。継続的な経費を伴わずに設備からクラウドへの接続性を維持する方法は？ • フィールド展開済の設備：現場には多くの設備がある（ボールト、メータ、計器など)。脆弱性をなく、継続的な経費もなしに、システムに接続する方法は？ • 多様なビジネスシステムの統合：クラウドサービスは、様々な利害関係者の多様なビジネス情報システムへシームレスに統合し、エンドツーエンドの機能を実現する必要がある。継続した大規模なデプロイメントや発声中のサポート経費なく、これを達成する方法は？ • スケーラビリティ：クラウドサービスは最終的に 665 都市（665 テナント）をサポートし、各都市は 1 ダース以上の役割、数多くの機器ベンダ、数千の不動産管理会社、数万人のユーザ、数十万の設置済み機器、数百万の消費者が、ひとつの公衆給水情報システムの利用者となり得る。

- 分析：多くのデータ分析には、モデル化された物理システムとシミュレーションの組み合わせを含む高度な分析と物理モデルの構築が必要である。アプリケーションでこれらのモデルを効果的に開発、検証、適用する方法が、この市場セグメントにおける初期の主題である。本テストベッドは、パイプラインネットワークの水質モデリング、自動障害検出、予知保全、エネルギー消費評価など、核となる機能目標を実現するために必要となるこの領域を探索する。

テストベッドは、6つの利用シナリオをテストする5つのフェーズと、1年半以上にわたる新たな市場の検証と新たなビジネスモデルの影響に関する評価を進める。
テストベッドは、中国広西省の欽州市（人口約380万人2010年の国勢調査に基づく）に配置されている。欽州市水道管理局（Qinzhou City Water Management Authority）の協力と支援によって可能となる。

実施状況
このテストベッドには、3つのIICメンバー企業が参加している。 産業分野の専門家：Water and Process Group（WPG）は、給水設備（水圧ポンプ、バリュー、タンク、流量計、品質計器、SCADAシステム、システムインテグレーション、産業用エッジゲートウェイ）、ドメイン特有の技術的・事業的アプリケーション、ローカル市場と顧客関係の専門分野を有し、産業分野の専門家としての役割を担う。 システムと分析の専門家：Thingswise LLCは、ストリーミングビッグデータ分析、クラウドサービス、システムセキュリティ、インダストリアルインターネットアーキテクチャを専門とし、システム・アーキテクチャとフレームワークの専門家としての役割を担う。 標準化と研究：中国情報通信技術アカデミー（CAICT）は、システムの相互運用性、標準技術、システム能力のの研究を専門分野とする、標準化・研究パートナーとしての役割を担う。

(13)Manufacturing Quality Management Testbed (製造品質管理テストベッド)

<table>
<tr><td rowspan="2">
</td><td>参加企業</td><td>Huawei Technologies, Haier Group, China Academy of Information and Communications Technology (CAICT), and China Telecom</td></tr>
<tr><td>市場区分</td><td>Smart Factory: Manufacturing quality management in home appliance industry to renovate and modernize the existing manufacturing facilities to meet the challenges of high quality standards in the future. The methodology and practice can be extended to other manufacturing-oriented sectors.</td></tr>
</table>

	サマリ	レトロフィットを前提とした、コグニティブ分析・データ処理・インテリジェントストレージ・アプリケーションを提供するプラットフォームを用いたスマート工場のテストベッド

課題

中国は20年以上に渡り、特に労働集約型製品を製造するための「世界の工場」であった。近年、世界がスマート・マニュファクチャリングに向けて動き出しているため、中国の産業界は、アップグレードが必要な工場の数と多様性という大きな課題に直面していると感じている。

「グリーンフィールド」の方法で古い工場を近代的な工場に置き換えるのは簡単であるように思われるが、古い工場を解体して最新の工場に取り替えるためには設備投資は莫大なものとなる。さらに、労働者は、新工場の建設の期間中、一時的に休暇を取る必要があり、深刻な社会的課題を引き起こす可能性がある。

結果として、新しい近代的な工場を単純に構築するだけでなく、既存の工場に、新しいセンシング、制御、インテリジェントなプラットフォームを効果的にレトロフィットさせ、産業IoT（IIoT）をサポートすることによって開発された意思決定技術の改善を行うことが重要になる。

さらに、レガシーな製造施設をリノベートし、レトロフィットするために再現可能なプロセスを作成する必要がある。

ソリューション

生産ライン全体の品質管理を管理し、既存の工場を近代化しながら改善の効果を実証するための重要な要素として、テストベッドチームはIICのIndustrial Internet Reference Architecture（IIRA）を採用し、高度なデータ収集、分析およびプロセス管理機能を提供する。本テストベッドは、センサネットワークや分析エンジンなどの要素を追加することによって、近代的な生産のために既存の工場をレトロフィットすることによって実装される。電源の安定性から深層学習分析エンジンの精度まで、多くの予期しない課題がテストベッドに影響する。これらの経験は、苦痛はあるものの、良い教訓であり、同様の活動に関心を持つ当事者に利益をもたらすために全て文書化されます。

具体的には、本テストベッドは：

- 既存の製造施設を最新技術でレトロフィットするプロセスである
- データ収集、送信、およびインテリジェントなストレージのためのIoTおよびセンサネットワーク技術を活用して、効率的なデータ処理スキームをサポートする
- コグニティブデータ分析スキームを採用し、製造プロセスを適応的に微調整する
- エネルギー効率と環境管理を製造プロセスに組み込む

特徴

物理的プラットフォームは、コンデンサチューブの溶接プロセスの歩留まり向上に重点を置いて、Haier工場の空調機の生産ラインをリノベートするために使用される。製品の合否を判断する品質チェックは、チューブに空気を圧送することに基づいている。経験豊富な検査者は、騒音に耳を傾け、手

動で評価を行う。このセッティングは満足とは程遠く、高い誤合格率は RMA で会社に大変負担をかけている。

IIRA アーキテクチャに従って、テストベッドの物理プラットフォームでノイズ検出分析エンジンを追加して、アップグレードを実行した。データの完全性を維持するために、テストユニット周辺の周囲のノイズを低減するためにハウジングユニットを使用した。

テストベッドをサポートするソフトウェアプラットフォームは、主に、(1) コグニティブ分析、(2) データ処理、(3) インテリジェントストレージ、(4) アプリケーションの 4 つのコンポーネントで構成される。これらのソフトウェア要素の一部だけが既存のシステムに導入されるため、ソフトウェアプラットフォームの大幅な見直しが予想される。

1. コグニティブ分析

プラットフォームのこの部分の主な目的は、複数のデバイスやツールからのデータ収集を処理することである。データ駆動型分析は、マシンとエンジンが経験から学ぶように教えるために適用される。プラットフォームの特徴として、コグニティブ分析とソフトコンピューティングがあり、統計モデリングやビジネスインテリジェンスを実現する。推奨事項を生成するための、新しい学習アルゴリズムと制御プロトコルが開発される予定である。このプラットフォームは、特定のユースケースにカスタマイズされたソリューションを開発するための API も提供する。

人間の脳の物理的構造と機能に触発され、コグニティブコンピューティングモデルが開発された。品質管理の予測および推論は、認知モデルにデータを提供することによって、様々な学習アルゴリズムによって生成される。さらに、ヘテロジーニアスコンピューティングと動的リソース割当を適用して、提案プラットフォームのパフォーマンスをさらに向上させる。

2. データ処理

データ処理プラットフォームは、演算タスクのスケジューリングとリソース管理を含む、コグニティブ分析のための演算フレームワークを提供する。プラットフォームはまた、脳のようなコグニティブ分析とインテリジェントストレージとの間に高スループットのメッセージングパスを提供する。

3. インテリジェントストレージ

インテリジェントストレージは、テストベッド全体の基礎となる。データアウェアエンジン、コンテンツアナリティクス、ユニファイドストレージエンジンの 3 つの主要コンポーネントを使用して、ファイルコンテンツ分析、データアウェア型データレイアウト、上位層のユーザへの統一された操作インタフェースをサポートし、複雑な工場環境における既存のストレージシステムとは区別される。豊富なストレージリソースを提供するために、統合されたハードウェアアーキテクチャで設計・実装される。

4. アプリケーション

本テストベッドは、障害予測と品質管理に焦点を当てる。将来的に、顧客にパーソナル化された要件が考慮される。顧客にパーソナル化された要件は、PLM（Product Lifecycle Management）による仮想シミュレーションとなる。ユーザのパーソナル化された要件が PLM によって検証されると、注文が工場に発行される。 iMES（Manufacturing Execution System）が注文を実行し、SCADA（Supervisory Control and Data Acquisition）が生産プロセスを監視する。材料の製造プロセスは、iWMS（Warehouse Management System）によって引き出される。 物理的な工場への依存を減らし、回復不能な障害を回避するために、シミュレーションプラットフォームは必要かつ価値のあるものとされる。シミュレーションプラットフォームは製造プロセスの主な特徴を示し、ソリューションの検証に使用することができる。シミュレーション環境の本質は、物理的な工場と対話できるようにする新しいメカニズムにある。テストベッドの「リモートミラーリング工場」としても意図されているシミュレーションプラットフォームは、2018 年まで完全には開発されない可能性がある。
商業的な利益
テストベッドの重要なプロセスは、製品品質のばらつき検出であり、MQM は課題を解決するプロセスである。初期目標は、現状との比較で、CAPEX と OPEX を 27%削減しながら生産性を 15%向上させることである。 リモートミラーリング工場では、データセンターが、実際の既存のプラクティスを中断することなく、生産プロセスの改善を試しながら、物理的な工場を監視することができるようにする。
テストベッド
テストベッドの目的は、将来的な高品質製造基準に対応するために、既存の（レガシー）製造施設をリノベートし、近代化するのを助け、繰り返し可能な「ブラウンフィールド」品質管理プロセスである MQM を開発し、検証することである。 中国では、将来のより高い生産品質基準を満たすために、政府と産業の両方から、既存製造施設を近代化することに対する緊急のニーズがある。一方でリノベーション中に人員に与える影響は最小限に抑えなければならない。既存の製造設備の大部分は大量生産用に設計されており、高品質の製品を高効率で生産するのには適していないことがある。この目標を達成するために新たな施設を建設することも実行可能な解決策ではあるが、投資と従業員への影響が、移行期間中に深刻な財政的・社会的影響をもたらす可能性がある。したがって、既存の製造設備を検査・評価し、既存の設備を適切な技術でリノベートする最良の方法を決定するための体系的な方法が必要である。より具体的には、テストベッドは、協力パートナーが提供する既存の自動溶接設備から始まり、以下を確立する： 1. 大量の時系列データの完全性を保つための、ノイズが多く損失のある環境（家電製造の溶接機など）での安定したデータ収集と伝送メカニズム 2. タイムリーに生産プロセスを補正するためのリアルタイムフィードバックを提供ための、コグニティブ分析プロセスによる効果的なストレージとデータ処理スキーム 3. 将来的な政府規制を満足するための、適切なエネルギー効率と環境管理

プロセスのトリガーは製品品質のばらつきの検出であり、MQM は課題を解決するプロセスである。初期目標は、現状と比較して、CAPEX と OPEX を 27%削減しながら、生産性を 15%向上させることである。 さらに、MQM は、「Made in China 2025」（中国製造 2025）の中核である「インテリジェントマニュファクチャリング」の必須基本要素である。本テストベッドは、94 州の承認プロジェクトの一部に組み込まれている。
実施状況
MQM は力強く稼働中で、結果は次のようなものである。 MQM Analytic Engine は誤検出率を 95%低下させるのに役立ちました。 Haier は、エアコン生産ラインにおける MQM テストベッドの最初の成功により、エアーベントに 2 番目の生産ラインを追加した。 MQM テストベッドは、2017 年 3 月 30 日にソウルで開催された Smart Factory EXPO でのプレゼンテーションで、韓国産業界に紹介された。 MQM テストベッドは、上海の Huawei Customer Connection 2017（2017 年 9 月）の IoT セクションのハイライトだった。

(14)Communication & Control Testbed for Microgrid applications (マイクログリッドの通信と制御テストベッド)

	参加企業	Real-Time Innovations, Cisco, Wipro
	市場区分	Electric Utility Smart Grids, especially grids that integrate solar, wind, and storage.
	サマリ	マイクログリッドアーキテクチャによる再生可能エネルギー連携と送電網制御のテストベッド

課題
伝統的な中央集中型配電網は、最高 15 分の出力更新サイクルで動作する。これは、配電網上の再生可能エネルギー源の変動や予期しない電力負荷変動を補償するために、オペレータにバックアップ発電所を稼働させることを必要とさせる。さらに、ソーラーパネルや風力タービンなど再生可能電力源の分散型動的発電を効率的に利用することができない。
ソリューション
本テストベッドは、リアルタイム分析・制御の柔軟性を導入し、この伝統的なプロセスの効率を高め、より正確で信頼性の高い発電を保証し、配電網のレジリエンスとセキュリティを強化する。
特徴
本テストベッドでは、より狭い地域の制御と、負荷、発電、蓄電をサポートする一連の分散マイクログリッドに配電網を再設計する。マイクログリッドは主配電網から独立して動作するが、既存のインフラストラクチャとの相互作用は継続する。

商業的な利益
効率的かつ信頼性のある発電を保証する。太陽光と風力を配電網へ効率的に統合する。配電網のレジリエンスとセキュリティを向上させる。
テストベッド
本テストベッドの目標は、機械間、機械・制御センター間、機械・クラウド間のデータ通信を容易にするための、リアルタイムでセキュアなデータバスの実現性を証明することである。分散したエッジに一する処理とインテリジェントな分析機能を有した制御アプリケーションを組み合わせる。実際の電力アプリケーションや実用的な機器とのインタフェースで動作する。 3 社の IIC メンバー企業が本プロジェクトに参画する。Real-Time Innovations (RTI) は、IIoT 向け DDS 標準準拠の RTI Connext 通信プラットフォームを使用してリアルタイムデータバスソフトウェアを提供する。 Wipro は、クラウドベースの分散管理・分析プラットフォームを提供する。Cisco は Connected Grid Router を使用したネットワーク機器とセキュリティの専門知識を提供する。このチームは Duke Energy のようなユーティリティーと協力しており、UCAIug の OpenFMB ユーザグループと連携して、オープンで標準化されたアーキテクチャを実現していく。 テストベッドは 3 つのフェーズで展開されている。 2015 年 4 月、フェーズ 1 は基本的なセキュリティとパフォーマンスを保証する概念実証 (PoC) として開始された。2018 年初頭、フェーズ 2 はテキサス州オースティンにあるラボベースマイクログリッドとシミュレートされたマイクログリッドを用いた、マルチマイクログリッド制御のデモンストレーションを行い、完了した。最終段階では、実フィールドシステム上でテストベッドのデモを行う。

(15)Optimizing Manufacturing Processes with Artificial Intelligence Testbed (AI による製造プロセス最適化テストベッド)

	参加企業	Wanxiang Group, Thingswise, Dell EMC, Xilinx, China Unicom, and CAICT
	市場区分	Manufacturing: Industrial Automation (Automotive components)
	サマリ	製造現場へのエッジ・クラウドの 2 レイヤ接続と AI 適用による生産効率・品質改善を目指すテストベッド
課題		
製造業における人工知能 (AI) の適用は新たな開発分野である。探索する必要のある 2 つの主な領域は、製造現場の現実問題を解決するための AI アルゴリズムを適用方法と、エッジからクラウドに至る最適配置方法である。また、幅広い適応のための実証可能な成功が必要です。さらに、必要な IT / AI と OT の専門知識を結集し、生産ドメインの知識を AI モデルやアプリケーションに集約し、この開発を可能にするという課題があります。		

また、幅広い普及のための実証可能な成功事例を必要とする。さらに、必要な IT / AI と OT の専門知識を結集し、生産ドメインの知識を AI モデルやアプリケーションに集約し、この開発を可能にするという点で課題が存在する。
ソリューション
テストベッドは、エッジ処理プラットフォームとクラウド処理プラットフォームで構成されるエンドツーエンドの産業インターネットプラットフォームを構築するように設計される。エッジプラットフォームでは、製造プロセスの部分最適化のために AI モデルとエッジアプリケーションが実行される。クラウドプラットフォームでは、生産ラインや工場を跨ぐような、全体的・長期的な最適化を可能にするために実行される。エッジプラットフォームは、機器との接続とデータ収集をサポートし、クラウドは履歴データの蓄積と保存を可能にし、AI モデル構築をサポートする。 クラウド処理プラットフォームは、AI / IT 開発者と工場エンジニアとのコラボレーションをサポートする産業アプリケーション DevOps プロセス機能を、データ/ AI モデル駆動型産業アプリケーションの作成、テスト、実行において提供します。
特徴
テストベッドは、以下の製造問題を解決するため、プラットフォームを検証し、技術的アプローチを模索することを目指す。 1. 自動車部品の品質保証を向上させるために深層学習を適用し、欠陥検出精度を大幅に向上させ、手作業の検査への依存度を低減する。 2. 生産プロセスデータにオンライン分析を適用して製品品質を評価し、破壊検査への依存度を減らし、プロセスパラメータを動的に調整してバッテリ品質を確保する機会を求める。 3. 分析を作業セルと全体的な生産スループットに適用し、30 ステーションを含んだ大型自動車部品の生産ラインの性能ボトルネックを特定し、生産速度を高めるための推奨事項を作る。 4. 機械学習分析の適用によって大規模生産機械の予知保全を可能にし、機械の摩耗部品を交換する最適タイミングを特定し、製品の品質低下を防ぐ。
商業的な利益
本テストベッドは伝統的な製造目標に対処し、産業インターネット技術を適用して製造コストを削減し、製品品質を改善し、生産効率を向上させることで、製造現場における AI の適用を促進する。 AI モデリング、アプリ開発、プロダクションドメインの専門知識を結集してエコシステムを構築するフレームワークを作り、カスタマイズされた産業用アプリケーションの開発を容易にすることで、効果的にコラボレーションできるようにする。
テストベッド
本テストベッドは、自動車製造工程における生産品質、コスト、効率の問題を解決するために、エッジからクラウドに渡り最適に分散された人工知能を適用するための機械学習アルゴリズム、技術、技術フレームワークをテストする。

また、AI モデリング、アプリ開発、生産分野の専門知識をエコシステムとして統合するフレームワークと方法を探求し、スマート製造アプリケーションの開発に必要な分野の知識と能力を交換するための、産業アプリマーケットを育成する。

(16)Precision Crop Management Testbed (精密な農作物管理テストベッド)

	参加企業	Infosys, Sakata Seed America, Inc.
	市場区分	Agriculture Technology (Agri-Tech)
	サマリ	農業における IoT 技術適用による作物管理と収穫高改善のテストベッド

課題
世界人口は急速に増加し続けており、世界の食糧供給に対する需要が高まっている。さらに、気候変動の影響や利用可能な耕地の削減により、農業部門は収穫高を増やしコストを削減するより良い方法を開発する必要がある。
ゴール
本テストベッドの目標は、世界の飢餓に影響を与える可能性のある IoT ソリューションを開発できる環境を構築することである。
特徴
● 空撮映像と複数センサ技術を統合し、植物環境の”360 度”ビューを提供する ● ほぼリアルタイムで、メッシュ/セルラーネットワークを介して 24 時間 365 日のデータ伝送を行う ● 大量のセンサデータの提供と分析を通じた、データ分析能力
商業的な利益
● 作物生産性（収穫高）の向上： ➢ 早期異常検出と是正措置の機能 ➢ 実行可能なインサイトによる最適（および準最適）作物条件の特定 ● 最適化された空中からの標本採取と検査による業務効率の向上
テストベッド
農業を改善するためにデータの力を活用する テストベッドは、生産高（収穫高）の向上、運用コストの削減、化学物質と肥料のよりスマートな適用を通じて、作物管理を向上させる IoT 技術の能力を探求する。テストベッドは、様々な環境センサや実際の作物現場や企業に配置した情報源からのリアルタイムデータの分析を通じて、作物収量の改善に焦点を当てる。
実施状況
日々の現場検査実施中に、空撮画像は、植物の健康悪化や作物のストレスのエリアを明らかにする。続いて、対応する地上センサからの植物データを分析し、植物の健康状態の変化と外部刺激の変化をトレースすることを可能とし、原因と結果の間の重要なつながりが確立する。

(17)Retail Video Analytics Testbed (小売ビデオ分析テストベッド)

	参加企業	NEC Corporation, Microsoft
	市場区分	Retail
	サマリ	小売業における顔認識とビデオ分析適用のテストベッド

課題

本テストベッドは、ビデオカメラの相互接続、ビデオストリーム分析、機械学習アルゴリズムを通じて実用的なインサイトをリアルタイムで抽出することにより、小売業の事業運営の変革を支援するために設計されている。

ソリューション

小売ソリューションは、NEC の顔認識とビデオ分析、Microsoft Azure IoT Technologies を活用する。

特徴

小売ソリューションは、NEC の顔認識およびビデオ分析技術を活用して、年齢や性別といった 買い物客の人口統計情報を取得する。データ分析ソフトウェアは、小売店のロイヤルティプログラムに登録されていると認識された買い物客に特定のオファーを薦める。追加分析機能を備えた統合ソリューションは、Microsoft Azure IoT でホストされる。

商業的な利益

- 店舗内の顧客購買体験の変革
- スマートな小売の支払管理とレイアウトの最適化
- 収縮を防ぐ
- 店舗内人口統計データを使用した需要予測と在庫管理戦略の強化

テストベッド

テストベッドは、NEC と選択されたエコシステムパートナーで構成され、IoT データを生成するエッジセンサ、ゲートウェイ、ユーザ通信デバイス、エッジビデオ分析エンジンを提供する。 IIC Open Horizontal Testbed プラットフォームプロバイダーとして、Microsoft は IoT プラットフォーム、管理およびクラウドインフラストラクチャ (Azure) を提供し、多様な入力ソースと出力アクションを実現にして接続する。 Brierley + Partners は、店舗顧客の入出店と購買行動情報の両方を使用した、ビッグデータ、リアルタイム学習、コンテキスト・予測分析を提供し、これらは業界をリードするロイヤルティ・エンジンによってセキュリティが確保されている。

(18)Security Claims Evaluation Testbed (セキュリティ要件評価テストベッド)

	参加企業	aicas Incorporation, UL (Underwriters Laboratories), Xilinx, Inc. Electric Imp, EyeTech Digital Systems, GMO GlobalSign, Inc., Infineon Technologies, iVeia, juxt.io, Microsoft, Observable

<table>
<tr><td rowspan="3">
</td><td></td><td>Networks, PFP Cybersecurity, Real-Time Innovations, Rubicon Labs, Star Lab, System on Chip Engineering</td></tr>
<tr><td>市場区分</td><td>Aerospace & Defense and Communications, Automotive, Industrial Manufacturing, Smart Grid/Energy, Smart Medical</td></tr>
<tr><td>サマリ</td><td>IIoT ネットワークにおけるセキュリティ要件評価のためのテストベッド</td></tr>
<tr><td colspan="3">課題</td></tr>
<tr><td colspan="3">セキュリティ要求やセキュリティ関連の試験評価をテストするためのテストベッドを提供する。</td></tr>
<tr><td colspan="3">ソリューション</td></tr>
<tr><td colspan="3">エンドポイント、ゲートウェイ、その他のネットワークコンポーネントのセキュリティ機能を評価するためのオープンで簡単に設定可能なサイバーセキュリティプラットフォーム。</td></tr>
<tr><td colspan="3">特徴</td></tr>
<tr><td colspan="3">セキュリティテストベッドは、エンドポイント、ゲートウェイ、サーバー（プライベート、パブリッククラウド）の 3 つの主要な層で構成された包括的なテストベッドである。データソースには、産業、スマートグリッド/エネルギー、医療、自動車、ビルオートメーション、安全運用分析で要求されるその他の関連エンドポイントが含まれる。テストベッドの主要なプラットフォーム要素は次の通り。

● PFP Cybersecurity のインテリジェントエンドポイント監視システム
● SoC-e のインテリジェントゲートウェイ
● Juxt のリアルタイム解析
● Aicas のセキュアなランタイム Java VM
● PrismTech のプライベートクラウドとパブリッククラウドのセキュア通信

テストベッドの操作に利用されるソフトウェアは、メンバーと非メンバーの両方によって提供される。セキュリティテストベッドのプログラマブルで設定可能な性質とアプリケーションソフトウェアの柔軟性との any-to-any 接続により、多数のインタフェースをサポートすることができる。これはアナログ/デジタル、ビデオ/イメージングインタフェースのセンサ入力を含み、産業用イーサネットプロトコルから他のセキュアなメッセージングプロトコル（DDS、XMPP、MQTT、REST など）までの幅広い通信プロトコルも含む。</td></tr>
<tr><td colspan="3">商業的な利益</td></tr>
<tr><td colspan="3">システム内のコンポーネントのセキュリティニーズを理解し、製品開発の初期段階にそれらのニーズを評価するためのメトリックを持つことで、製品発売前にセキュリティの懸念に対処できる。テストベッドは、製品のセキュリティ状態を向上させ、製品発売前に Industrial Internet Consortium Security Reference Architecture との整合性を検証し、市場投入時間を短縮することを目的とする。</td></tr>
<tr><td colspan="3">テストベッド</td></tr>
</table>

本テストベッドの主な目的は、エンドポイント、ゲートウェイ、その他のネットワークコンポーネントのセキュリティ機能を評価するためのオープンで簡単に構成可能なサイバーセキュリティプラットフォームを提供することである。このテストベッドは、参加者が機器を、他のエンドポイント、ゲートウェイなどのシステムに接続して、機器のセキュリティ機能、他の機器との相互運用性を評価し、そのアーキテクチャパターンの重要な領域が Industrial Internet Consortium Reference Architecture に概説されるようにセキュアであることを検証する。 IIC 会員と非会員は、テストベッドに機器を接続し、機器レベル単体と、他のエンドポイント、ゲートウェイのシステムを用いた、2 つの異なるシナリオで機器のセキュリティを評価する。これには、参加者の要件評価に関連するシステムの主要な特性をサポートするシステム運用のセキュリティプロセスを示すための方法論と証拠収集が含まれる。さらに、テストベッドは、イ Industrial Internet Consortium Reference Architecture に概説されているようにセキュアである必要があるアーキテクチャパターンの重要部分の評価を可能にする。 テストベッドは 3 段階で展開される。最初はラボ環境での初期展開、第 2 段階はマイクロ工場環境、第 3 段階はテストベッドの成長によって決まる。段階的リリースアプローチは、IIoT/Industrie4.0 を推進する多くの重要なアプリケーションの大規模な展開に先立ち、デバイスレベルおよびシステムレベルでセキュリティ脆弱性を評価するためのユニークな学習機会を提供する。
実施状況
インテリジェントセンサセキュリティ評価ユースケース ある産業環境の設定では、センサの監視は、システム効率と運用効率を左右します。 具体的には、温度、振動、電流、電圧などの重要なパラメータを監視することで、運用が正常範囲内にあるかどうか、通常の障害モードなのか、またはサイバーセキュリティ/セキュリティ違反の兆候なのか、といったインサイトを運用者に提供することができる。 このユースケースでは、セキュリティテストベッドは、被験体のセンサからのデータが、正常動作なのか非侵襲的かつ非侵入的な異常動作を示すかどうかを評価するためのプラットフォームを提供する。さらに、リアルタイム解析機能と組み合わせた機械学習を使用して、センサの動作を 24 時間 365 日、監視・分析することができる。異常事象の記録は、更なる評価および将来の是正措置のために実施される。 ペンテスト、既知の脆弱性およびその他のテスト方法論を含む定義済みのセキュリティテストスイートを実行することにより、テストベッドユーザのセキュリティ要求は、エンドポイントからゲートウェイへの評価までを 1 つまたは複数の接続ポイントで評価できる。テスト結果に基づくレポートは、潜在的なセキュリティの弱点や提案されている推奨事項や修復方法を記述して、ユーザに提供することができる。

(19)Smart Airline Baggage Management Testbed (スマート航空会社手荷物管理テストベッド)

	参加企業	General Electric (GE), Machine to Machine Intelligence (M2Mi), Oracle Altoros, Infosys, SICK, STMicroelectronics
	市場区分	Airlines, Airports and Aviation Industry
	サマリ	航空会社・空港における一連の手荷物処理を統合するテストベッド

課題

Amadeus、Travelport、Sabre、Share のような限られた数のグローバルプロバイダーを持つ航空会社予約システムとは異なり、空港や航空会社周辺のエコシステムは大きく分断されている。下記のような全ての利害関係者のデータを統一できる中央集中型システムが無い。

- 航空会社
- 乗客
- 手荷物処理会社、燃料やケータリング提供業者などの空港ベンダ
- 空港テナント（店舗、モールなど）
- 駐車場と地上交通機関
- セキュリティ（TSA）や規制機関

現時点で多くの手荷物追跡システムは、Bluetooth 荷物タグなどを使用した独自のサードパーティのウェブアプリケーションに結び付けられた、簡単で孤立したスマートフォンアプリケーションである。本テストベッドが取り組んでいる課題は、異種の孤立した航空会社のエンタープライズアプリケーションとシステムを単一のソリューションに統合し、航空会社や航空エコシステムを横断した より良いスマートな手荷物処理です。

ゴール

より広範な航空エコシステムビジョンの一環である本テストベッドは、遅延、破損、紛失の事例を削減し、航空会社への経済的リスクの低下をもたらす。盗難や紛失を防ぐための場所や重量変化を含む手荷物の追跡と報告の能力を向上し、頻繁に搭乗する顧客に新しい付加価値サービスを提供するなど、より良いコミュニケーションを通じて顧客満足度を向上させることができる。

テストベッドはまた、航空会社が 2018 年 6 月までに手荷物の追跡と取り扱いのためのより包括的な捕捉と配送ソリューションを実施することを要求する IATA が決議 753 で定めた新たな手荷物処理要件に対処することを支援するのが目的です。このターゲットは IATA の 2015 年の白書「Simplifying the Business」に概説されている。

ソリューション

本テストベッドの焦点は、断片化されたアプリケーションとシステムを集約し、乗客の便宜を図るために、航空エコシステムを横断するチェックインとその後の手荷物処理中に、航空会社と空港をより効率的にするソリューションを推進する。このソリューションには、クラウドベースの航空アプリケーションとデータベース、クラウドベースの分析、スマートな手荷物からリアルタイムのデータやイベントを接続、管理、保護するための M2M と IoT プラットフォームが含まれる。テストベッドは、乗

客による遠隔チェックインから始まり、乗客が目的地で手荷物を回収した時に終了し、それら 2 つのポイント間の完全な追跡およびイベント報告を含む。	
商業的な利益	
本テストベッドは、航空会社が 2018 年に導入される航空手荷物処理に関する IATA 決議に準拠することを助け、エンドツーエンドでの乗客と手荷物関連ニーズの、航空会社に対する可視性を向上させるのに役立つ。これにより、航空会社とその他の航空パートナーは、新たな収益の流れに対して扉を開く拡張サービスを提供することができる。 スマートに接続された手荷物は、遅延、破損、紛失の事例を減らし、航空会社への経済的リスクと乗客の苦悩を低下させる。今日、SITA サーベイと運輸省（DoT）の統計によると、1,000 バッグの中で約 6～7 バッグが紛失している。遅延バッグを発送するのに航空会社は 100 ドルの費用がかかり、紛失バッグのリスクエクスポージャーは米国では 3,300 ドル/バッグ になる。世界の航空旅客数は今後 20 年間で 2 倍になると見込まれており、そのような効率性が荷物処理システムに加わると経済的に大きな影響を与える。 目標は、空港からの旅と総旅行時間短縮による航空旅客体験を改善することである。これにより、航空会社と旅客の関係が改善される。遅延による空港混雑の緩和にも役立つ。運用効率の向上は、現在の空港インフラがより多くの乗客を処理できるようにし、すなわち待ち時間増加による生産性低下を減らす。	
テストベッド	
GE Digital は、既に航空業界で幅広く使用されている GE Predix®クラウドプラットフォームを、テストベッドのプラットフォーム側をホストするために提供する。Oracle は、オラクル航空データモデル（OADM)、Oracle BI およびオラクル CX 上に構築された航空会社分析と顧客体験アプリケーションを提供する。M2Mi は、RFID タグやゲートウェイ、スマート荷物タグ、スマート荷物、空港荷物用トラック、スキャナ、ビーコンなどのエッジデバイスをプラットフォームアプリケーションに接続するための M2M および IoT デバイス管理、接続、データ処理、インストリーム分析を提供する。 M2M Intelligence® IoT アプリケーションは、GE Predix と Oracle Cloud 上で動作し、M2Mi が国土安全保障省のために行った仕事を使用して、ポリシー管理と施行、セキュリティと暗号化を提供し、データとと GE と Oracle がホストするアプリケーション間のアラートをセキュアに伝える重要なインフラを提供する、 サポート会社である InfoSys はテストベッドを管理し、GE Predix と Oracle のプラクティスにおいてシステムインテグレーションの専門知識を提供する。Altoros は、GE Predix UI とマイクロサービス開発の専門知識を提供し、GE Predix 上で RFID 荷物トラッキング追跡 PoC アプリケーションの開発に貢献する。 テストベッドは、RFID、Bluetooth、携帯電話、WiFi の手荷物タグと手荷物追跡装置を使用する。これらはスマートタグ、スマート荷物、長持ちする再利用可能なバッグタグ、空港荷物カート、手荷物エコシステムに配備される。テストベッドプロジェクトのフェーズ 1 は：	

<table>
<tr><td>● クラウドベースのエコシステムを提供して、バッグ、乗客と空港/航空会社の機器などの資産に接続する。
● チェックイン、ドロップ、荷物カルーセル、バッグトロリー、航空機、空港と目的地のバッグピックアップを経由して移動するときに、航空会社へエンドツーエンドのバッグの可視性を提供する。
● 航空会社がバッグの状態を顧客にほぼリアルタイムで表示できるようにする。</td></tr>
<tr><th>実施状況</th></tr>
<tr><td>本テストベッドでは、自宅や空港でのチェックインからフライト先での配送まで、スマートバッグや荷物トラッカー付きの従来バッグのライフサイクルを実演する。
テストベッドはスマートな荷物を乗客とフライトに関連付け、GPS により手荷物位置をリアルタイムで追跡し、無いはずの場所にバッグがある、中身が干渉されていることを示唆するバッグ重量変化などのイベントと警告を生成する。

テストベッドには、バッグ全体がどのように追跡され監視されているかが表示される。航空会社はすべての航空便のすべてのスマートバッグの情報を見ることができる。地上荷物サービスは、フライト中のすべてのバッグを見ることができる。乗客は、チェックインしたバッグに関連するすべてのデータを見ることができる。すべての情報は、ウェブやスマートフォンから安全に入手できる。

テストベッドの更なるフェーズでは、荷物コンベアや荷物用トラックなどのセンサを使用して、間違ったフライトに向かうようなバッグなどを検出する。</td></tr>
</table>

(20)Energy Management Testbed (エネルギー管理テストベッド)

<table>
<tr><td rowspan="3">
</td><th>参加企業</th><td>Infosys, PTC</td></tr>
<tr><th>市場区分</th><td>Local government, public facilities, critical infrastructure, organizations with large campuses, emerging markets</td></tr>
<tr><th>サマリ</th><td>複数の施設を統合したエネルギー見える化と管理のテストベッド</td></tr>
<tr><th colspan="3">課題</th></tr>
<tr><td colspan="3">エネルギーコストは、化石燃料の枯渇、地政学的な不安定性、世界のサプライチェーンにおける混乱によって、世界的に増加し続けています。同時に、オーバーヘッドを削減し、運用コストを最小限に抑えるために、絶えず組織は成長する。現在の課題には、エネルギー消費の詳細を得るための計測器の欠如と、エネルギー消費パターンを視覚化し分析するツールがないことが挙げられる。これは、利害関係者がエネルギー消費を最適化し、全体的なエネルギーコストを削減するための有意行動を妨げる。</td></tr>
<tr><th colspan="3">ゴール</th></tr>
<tr><td colspan="3">1. キャンパス全体のエネルギー消費を可視化できる「エネルギー・コマンド・センター」を開発する
2. エネルギー消費量と性能を比較、予測、分析するためのさまざまなツールを提供する</td></tr>
</table>

3. アラート、通知、ワークフロー、発券および拡張現実ツールを用いた IT ガバナンスを提供し、操作を容易にする

ソリューション

本テストベッドは、電力を測定し、組織内のエネルギー消費を監視し、視覚化し、分析し、最適化するためのツールを提供するために、様々な商業ビルおよび設備を計測する予定である。また、アラーム、通知、ワークフロー、発券システム、拡張現実などのさまざまな IT ツールを提供し、業務を改善する。

特徴

- すべての要素（すべてのビル、すべてのフロア、キャンパス内のすべての設備、すべての機器、すべての家庭、オフィス、スタジアムやデータセンター等すべてのインフラストラクチャー）のエネルギー消費を詳細に監視する
- エネルギー消費を階層的に視覚化する（ドリルダウン）
- 直感的な方法でパターンと傾向を表示する
- すべての機器のエネルギー効率を監視し改善する
- エネルギー最適化アルゴリズム（ピーク需要の管理、料金表に基づく管理）
- 拡張現実アプリケーションを使用して機器を監視する

商業的な利益

本テストベッドは、年間消費電力を 5～10%削減します。これは、事業の拡大を計画するためのツールを提供する。持続可能な目標の達成に役立つ。全体的なエネルギー利用は標準化され、機器は最適に稼動し、その結果、運営費が削減される。保守性は、アラーム、ワークフロー、拡張現実アプリケーションによって大きな影響を与える。

テストベッド

世界経済フォーラムは、「エネルギーコストの上昇」が経済的リスクの第 6 位であると指摘している。これはアジアでは大きなリスクである。人口の増加、過剰消費、貧弱なインフラが、エネルギー需要が増加させている。組織はこの事実を認識し、エネルギーの最適利用を通じてエネルギーコストを管理し続ける必要がある。本テストベッドの主な目的は、組織内のエネルギー消費を監視、視覚化、分析、最適化することである。それは、都市、民間組織の大規模なキャンパス、空港やショッピングモールなどの大規模なインフラ施設であり得る。IIC のメンバーである Infosys は、PTC や Schneider Electric という IIC メンバーからの貢献を受け、本テストベッドをリードする。

テストベッドは、スマートシティイニシアティブの流れから開発される予定である。照明管理、環境管理、セキュリティなどの追加テストベッドを開発できるプラットフォームを備える。第 1 段階では、インドのマイソールにある Infosys Campus の 9 つの商業ビルとその建物の冷却器プラントをカバーする。次の段階では、住住宅ビル、データセンター、スタジアムなどの追加設備がある。

実施状況

INFOSYS MYSORE CITY

インフォシススマートシティのビジョンは、インドのマイソールにあるインフォシスキャンパスのモデルエコシステムを設定することで、このエコシステムは、あらゆるスマートシティ実装のロールモデルになる。先進国と途上国の人々の生活に大きな影響を与える可能性のある、コスト効率の高い IoT

技術の開発に専念する予定である。本テストベッドはこのビジョンの一部である。インフォシスマイソールキャンパスは、350 エーカー以上に広がっており、1,200 万平方フィートのビルドアップエリアと、15,000 人以上の研修生（キャンパスに居住)、8,000 人以上の従業員、数千人の契約労働者を要する小さな町である。キャンパスには、9 つの大型商業ビル、様々な居住施設、店舗、スタジアム、大規模なデータセンター、フードコートなどがあり、大規模なプロジェクトを展開するのに理想的な場所である。その目的は、すべての商業ビルとその冷却プラントに計測器を装備し、そのデータをコマンドセンターに統合して、エネルギー消費を絶えず監視して最適化できるようにする。

(21)Smart Factory Machine Learning for Predictive Maintenance Testbed (予知保全向けスマート工場機械学習テストベッド)

<table>
<tr><td rowspan="3">
</td><td>参加企業</td><td>Aingura IIoT, Xilinx
aicas, Bosch Software Innovations,
GlobalSign, Infineon Technologies, iVeia,
Microsoft,PFP Cybersecurity, RTI,
Thingswise, Titanium Industrial Security,
and XMPro</td></tr>
<tr><td>市場区分</td><td>Industrial Manufacturing</td></tr>
<tr><td>サマリ</td><td>機械学習を用いた生産ラインの予知保全のテストベッド</td></tr>
<tr><td colspan="3">課題</td></tr>
<tr><td colspan="3">予防保守の今日の方法論である、定期的にスケジュールされたタイムラインでマシンをオフラインにすることは効率的ではなく、システム障害に繋がる実際の問題に対処することを必ずしも保証するものではない。予知保全のために、膨大な量のデータからリアルタイムで取得した正確で実用的なインサイトを得ることで、システム障害が発生する前の運用中に主要コンポーネントの異常を理解することは、困難な課題です。さらに、障害の 80%以上の根本原因は理解されていない。
● 大量生産機械の予知保守のために機械学習技術を評価・検証し、最適化されたシステム運用を提供する。
● 障害前にシステムの異常や故障状態を高度に検出するために、機械学習技術を活用してアップタイムを向上させ、エネルギー効率を向上させる。</td></tr>
<tr><td colspan="3">ソリューション</td></tr>
<tr><td colspan="3">エッジからクラウドに渡る機械学習は、運用中の重要なシステム変数の特定、監視、分析を通じて、予知保全の主要なイネーブラを提供する。機械学習技術を用いた予知保全では、システム障害が発生する前に警告を発し、場合によってはオペレータの対処を必要とせずに、予期しないダウンタイムを避けることができる</td></tr>
<tr><td colspan="3">特徴</td></tr>
<tr><td colspan="3">本テストベッドは、機械学習技術の開発と評価の基礎を提供し、これらの技術の探索と適用、時間クリティカルな予知保全のためのアルゴリズムアプローチ、大容量 CNC 製造生産システムのエネルギー効率、可用性、寿命の向上に焦点を当てる。</td></tr>
</table>

テストベッドは、まずはラボ環境で開発され、次に制御された生産環境に移行し、最終的に自動車OEM製造施設に導入されます。
商業的な利益
商業的な利益 予知保全は、予知保全技術を採用する企業によって製造された製品を購入する企業と人々の両方にとって重要な価値を提供する。より効率的な運用と予期しないダウンタイムの最小化による製品製造時の節約は、値下げを通じて顧客に伝わる可能性がある。 利益の内容 ● 製品製造の工場コスト削減と競争力の向上 ● 機械/工場のエネルギー消費を削減し、全体的な運用効率を向上 ● 継続的改善のための機械製造システムの理解の向上 ● 検出の増加と発生の減少により、重要なコンポーネントのリスク優先度数（RPN）を削減 ● 因果関係知識の発見増加によるランダム障害の検出と解決 ● 必要なマシンラインの稼働率を達成（例えば、自動車は95%～98%の可用性が必要） 経済的な側面 ● 現在利用可能な工場の製品/プロセスデータに高付加価値を提供する。 ● プロダクト(as a product)としての機械学習技術と保守に関連する新しいサービス。 ● ラボから生産施設への機械学習の移行。 ● 機械学習技術に基づいて生産工場に競争力をもたらす。 ● 機械学習ベースの予知保全を利用する企業の成長率を高める
テストベッド
企業は、取得しているデータからより多くの意味を得るために分析手法を進化させることによって、競争力を維持する革新的な方法を絶えず探し求めている。 適切な分析を行うことにより、情報は、企業のシステム運用、全体的な運用および保守コストを豊富なインサイトを提供できる。 この知識により、企業は、定期的に予定されたメンテナンス時間を必要とする従来の予防保全から逃れ、最適なシステム運用と資産利用を実現するための予知保全に移行する、実用的なインサイトを得ることができる。本テストベッドは、新しい革新的技術を使用した機械学習技術とアルゴリズムアプローチの応用を探ることに焦点を当てる。これには、タイムクリティカルな予知保全、製造効率の向上、可用性の向上、製造生産システムの寿命向上のための、Xilinx ZU9 Programmable SoCsで動作するデータ収集、センサ融合、解析、機械学習を十個するPlethora IIoT Oberonインテリジェントシステムが含まる。 テストベッド開発は3つのフェーズで計画されている。 ● フェーズ1：ラボベースの開発およびテスト施設（Aingura IIoTラボ、スペイン）

● フェーズ 2：パイロット工場 – Etxe-Tar 製造施設（スペイン） ● フェーズ 3：自動車の OEM 製造工場
実施状況
ケーススタディ：予知保全の価値 このケーススタディは、機械学習による予知が、大量生産システムにおける重要な財務および生産ラインの遅延を回避した例を示す。最初の問題が発生した直後に、システムの動作が未知の劣化が、運用中に非常にコストのかかるシステム障害をもたらした。この時、平均コストが 1 時間当たり 50,000 ドルの生産ラインで実際に発生した障害で、売上高に重大な影響を与えた。修理時間は、スペアパーツの可用性に直接関係していた。機械学習ベースの監視システムは、システムの劣化を示す最初の故障ピークを検出し、制御された方法でラインを停止するのに十分な時間を提供する。その後、生産と労働力を、生産効率の異常を減らすために再割り当てすることができた。この場合、機械学習アルゴリズムを適用すると、一連の変数内で異常を検出し、最初に遭遇したときにオペレータに効果的に識別し、その問題を警告する 結論： 予知保全の適用による高度な障害予測は、予期しない停止時間を短縮するのに役立つ。この例のケーススタディでは、停止時間を 10 日間からわずか 8 時間に短縮できた。

(22)Smart Factory Web Testbed (スマート工場 Web テストベッド)

	参加企業	Fraunhofer IOSB, Korea Electronics Technology Institute (KETI), Microsoft
	市場区分	Manufacturing: industrial automation
	サマリ	AutomationML と OPC UA による工場間接続のテストベッド
課題		
Smart Factory Web はスマート工場のネットワークを形成することを目指し、生産能力を柔軟に適応させ、資源と資産を共有して発注調達を改善する。主な質問は、工場を Smart Factory Web に接続し、データを確実に交換するにはどうすればよいか？認可されたパートナーに正しい情報を安全に提供するにはどうすればよいか？受注に応じてどのように生産能力を迅速かつ効率的に適応させるか？である。		
ソリューション		
Smart Factory Web は、2 プレーン 3 層 IIC 実装アーキテクチャ適用し、両プレーンに IIoT テクノロジを搭載する。上側のプレーンは、Smart Factory Web ポータルを含み、ゲートウェイを介して個々のスマート工場に対して、工場間の相互作用を処理する。下側のプレーンは、Smart Factory Web とのセキュアでパフォーマンスの高いコミュニケーションのための Factory Digital Image を備えたスマート工場である。		

AutomationML・OPC UA 標準に基づく安全なプラグ＆ワーク技術は、最小限のエンジニアリングの努力で工場生産に新たな製造設備を挿入することにより、操業中の工場に適用される。これらの標準技術は、両プレーンにおける情報モデリングと通信に適用される。

特徴

使用シナリオは、受注ドリブンの適応型生産である。これは一連のサブシナリオで達成される。

- Publish：スマート工場を、その能力（機能）の記述とともに、Smart Factory Web に登録
- Find：生産受注の処理に必要な機能を備えたスマート工場の発見
- Order：Smart Factory Web での受注管理と実行
- Adapt：受注要件を満たすために工場生産を適応させる
- Bind：Smart Factory Web での設備の接続と監視
- Collaborate：生産と自動化プロセスの共同作業を可能にするソフトウェア プラグ＆ワークの提供

商業的な利益

テストベッドは、工場のさまざまな場所に生産リソースを柔軟に割り当てることで、新しいビジネスモデルを作成し、検証する。これにより、中小企業にとって新たな機会が生まれ、生産受注に柔軟に対応することができる。

KETI と Fraunhofer IOSB における韓国とドイツの共同作業は、プラント記述のための AutomationML や OPC UA のような主要な標準技術を、通信メカニズムと同様に産業 IoT のアーキテクチャとして、国際的な利用を促進させる。これにより、コンポーネント、機械、プラント、IT システムの迅速なエンジニアリングとランプアップにより、IT システムの統合とインストールのコストが削減される。
Fraunhofer IOSB と KETI の使命は、研究成果を業界の現実のアプリケーションに移すことである。

テストベッド

Smart Factory Web における初期のスマート工場はドイツの 2 つの工場である：a) カールスルーエの Fraunhofer IOSB のプラグ＆ワークのモデル工場、b) フラウンホーファ研究機構と OWL 応用科学大学のイニシアチブであるイムノにある SmartFactoryOWL の設備から選択。韓国のパンギョとアンサンで計画されている KETI のモデル工場も、Smart Factory Web に不可欠な部分になるだろう。これらは、クロス工場型、クロス組織型の使用シナリオを達成するために、ドイツのモデル工場にリンクされる。

(23)Smart Manufacturing Connectivity for Brown-field Sensors Testbed (既設センサ向けスマート工場接続性テストベッド)

	参加企業	TE Connectivity, SAP SE ifm, OPC Foundation
	市場区分	Discrete manufacturing
	サマリ	IO-Link、OPC UA、IODD と Y-Gateway を用いたレトロフィット可能な、既設 PLC の IT 統合へのためのテストベッド

課題
ディスクリート製造領域は、一般にオートメーションピラミッドと呼ばれる 自動化システムの厳密な階層構造によって特徴付けられる。センサによって取得されたデータは、通常、IO モジュールを通ってプログラマブルロジックコントローラ（PLC）に流れる。PLC はローカルなリアルタイム制御システムを管理する。すべてのプロセスデータが PLC に集中しているので、PLC を再プログラミングして、これらのデータにアクセスするためのインタフェースを実装することは、それらを IT システムに転送するための通常の選択肢である。しかし、ブラウンフィールドの設置では、次の 2 つの理由からこれら選択肢が実用的ではないことが分かっている。 1. ブラウンフィールド設備では、PLC は通常、一旦決まった環境内でのみ動作し、ごく稀にしか再プログラムされない。そのため、現役スタッフはしばしばコードに精通しておらず、妥当な時間内に既存の実装を変更する能力が欠けている。 2. さらに、コスト上の理由から、PLC は、意図された動作環境の要件に正確に合致するように選択されている。そのため、PLC は追加インタフェースを介してデータをやりとりするといった追加タスクをサポートすることは想定されていない。
ソリューション
本テストベッドは、センサデータの抽出と OPC UA（IEC 62541）を介して追加の通信チャネルを介して IT システムに転送するゲートウェイによって、センサをリアルタイム自動化システムに接続する IO モジュールを代用することにより、代替ソリューションを実装する。この「Y-Gateway」は、既存の物理接続を再利用し、オープン標準に基づく共通デバイスモデル（ISO 15745-1 に基づく IO デバイスの説明）を使用して、IO-Link センサと IT の容易な統合をサポートし、よってセンサの遠隔設定を可能とする。この共通デバイスモデルは、SAP Manufacturing Integration and Intelligence（SAP MII）の Manufacturing Data Objects を使用して実装される。
商業的な利益
● レトロフィット可能なハードウェアソリューションにより、物理的な設置コストが削減される。 ● 共通デバイスモデルの定義と実装により、IT システムとの容易な統合が可能になる。 ● 大量のリアルタイムデータに簡単にアクセスすることで、現在の分析機能の向上と革新的なアプリケーションの開発が可能になる。
テストベッド
本テストベッドは、本質的に、下記によるプラットフォームの層レベルでセンサの仮想表現を実装する： 1. IT システムへのセンサデータ配信と設定データ受信のために、別々の OT / IT 通信を確立するハードウェアコンポーネント。 2. IT システム内から物理デバイスの制御と操作を可能にするオープン標準に基づく共通デバイスモデルの実装。 本テストベッドは、OT / IT 通信、センサデバイス、共通デバイスモデルにオープン標準を使用する： ● IO-Link は、IEC 61131-9：2013 Programmable controllers – 第 9 部：小型センサとアクチュエータ用のシングルドロップデジタル通信インタフェース（SDCI）として標準化されている。

- OPC UA は、IEC 62541 OPC Unified Architecture シリーズで標準化されている。
- IO デバイス記述（IODD）は ISO 15745-1：2003 Industrial automation systems and integration – Open systems application integration framework – Part 1: Generic reference description に基づいている。

IO-Link は IODD をベースにしているため（OPC UA が提供するセマンティクス非依存のデータ転送によってサポート）、IT からセンサレベルまでの一貫したデバイス記述があり、センサの簡単な設定と、幅広いセンサの相互運用性と分析サービスを可能にする。

実施状況
ブラウンフィールドセンサデータを IT システムで利用可能にする 作業フロアと事務フロアとの間で情報交換することにより、製造プロセスの監視、制御、シミュレーションの様々な機会が提供される。 （リアルタイム）自動化システムを IT システムに接続し、プロセスの最適化、消費の最小限化、停止時間の短縮化のための高度な分析を可能にすることは、既存の製造設備のオペレータにとって特に興味深い。 ブラウンフィールドでの設置では、プログラマブルロジックコントローラ（PLC）によってローカル制御されたシステムにおいて、通常 PLC は特定の操作を実行するために何年も前に選択・プログラムされているという環境で、スマートなソリューションが必要となる。このような PLC は現代的ではないことが多いため、追加インタフェースを介してデータをやりとりするという追加タスクを伴うプログラミングや負担を強いることは好ましない。 本テストベッドは、センサを抽出と、リアルタイム通信に影響を与えることなく 追加通信チャネルを介して IT システムに転送するゲートウェイによって、センサをリアルタイム制御システムに接続する代替 IO モジュールにより、代替ソリューションを実装する。

(24)Smart Printing Factory Testbed (スマート印刷工場テストベッド)

	参加企業	Fujifilm Fujitsu, IBM, Real-Time Innovations, Toshiba
	市場区分	Manufacturing (Industrial Printing)
	サマリ	印刷業サプライチェーンエコシステムのプラットフォーム化を目的とするテストベッド

課題
● コモディティ化は、すべての印刷市場分野において、マージンを低下させる。 ● 需要変化という性質に対して利益を確保することは困難。 ● さまざまな機器がブラウンフィールドまたはグリーンフィールドのいずれか、または両方で動作し、運用効率が容易に測定されないため、マスカスタマイゼーションは困難。

ソリューション

- エコシステムパートナー間の協力を含み、複雑な印刷生産ラインの生産性と柔軟性を向上させる。
- 印刷装置の予知保全を実行することにより、生産の稼働時間を最適化します。
- 印刷装置のエコシステム全体にわたり、生産ラインの状況を集中的にリアルタイムで可視化する。
- 自動化によって真の利益を実現する。

特徴

印刷工場では、レガシーな機械と最新の機械が混在している。これらの機械はブラウンフィールドセンサによってクラウドに接続されているか、またはステータスが管理プログラムに直接報告されている。レポートされたデータは、Smart Printing Factory IoT Center のデータベースに保存される。

商業的な利益

プリンタのビジネス上の利点

- 投資収益率（ROI）の管理を容易にし、利益の特定と改善を支援する
- 生産能力の許容量を増やして受注および販売を増やす
- 工場の生産効率を高めることで印刷物生産量を最大化する
- 原料の廃棄を最小限に抑え、印刷品質を最適化し、不要な再印刷を最小限に抑える
- 稼働状況データから修理時間を予測し、修理計画を事前に準備することによって、保守コストとダウンタイムを最小限に抑える
- エッジデバイスと Smart Printing Factory システム間の接続に「標準」を作成する
- 現在の顧客システムと Smart Printing Factory システム間の接続に「標準」を作成する

社会的な利益

- 高価な絶版の書籍など、以前に実現できなかったアイテムを作成する
- ソフトハウスに新しいアプリケーションを設計する機会を与える

本テストベッドは、産業インターネットを活用してブラウンフィールドおよびグリーンフィールド機器に新しい魅力的なアプリケーション機能を付与する。この接続により、顧客、サプライヤ、ベンダは、これらのシステムからより容易にデータにアクセスし、予知保全と最適化された処理をそれらのシステムに適用することができる。

テストベッド

本テストベッドは、生産ラインの自動化制御、クロスサイト受注および予知保全のために、印刷装置を装備し、印刷エコシステムを統合することにより、印刷生産計画を最適化し、装置の可用性を向上させる。

印刷バリューチェーンに関わるすべての人々は、最も有用な形式でデータを表示または監視できる。例えば、購入者は、必要に応じてオーダーの完了の可能性に関するステータス情報を得ることができる。生産管理者はプロセスの進捗状況をチェックして、進行中の遅延を検出し、適切な処置を取るべきボトルネックを特定することができる。管理者は毎日の会計報告を確認できます。

スマートプリンティング工場 IoT センターは、工場から集められた稼働情報から適切な生産能力を見積り、注文を処理するスケジュールを作成する。自社の運営データだけでなく、協力会社の能力を活用することで、協力会社を含む製造計画を自然に作成することができる。
ビジョン
本テストベッドは、IoT 技術とエコシステムを使用して主要な利害関係者に利益をもたらす、より効率的な産業印刷システムとプロセスを実現する。 印刷とは何か？グーテンベルクの凸版印刷機の発明以来、印刷業界は産業革命の基盤となっている。要求に応えて、印刷は常に様々な技術的改良を加えてアプリケーションを拡大してきた。今日、印刷は単に紙に印を付けるだけではない。印刷は、社会や人生のさまざまな場所で使用されています。 大きな変化：今、印刷業界は事業構造の大きな変化に直面している。 1）インターネット革命による、マーケティングと流通の変化 2）情報の大量複製機能が電子配信に移行し、カスタマイズとパーソナライゼーションが増加 3）パッケージの 3D 印刷、ファッション印刷、ハイテクエレクトロニクスデバイス印刷、4K および 8K の鮮明な画像への適応など、拡大し複雑な要求。 現在の対スマート印刷工場テストベッド： 印刷会社の現在のデータと制御フローでは、十分なモニタリングはなく、手書き日報が手作業による計画とステータスレポートに使用されている。また、トラブルの通知や原因の特定が遅れ、修理が遅れることがある。本テストベッドでは、発注と設備状況に基づいた自動リアルタイム計画が適用される。さらに、各タスクの実際のレポートをセンサデータとデバイスログとで共有する。プロダクションは、複数の接続施設にまたがって調整された複数のステージで構成される。 期待される解決策： ● 進行状況の視覚化と共有 ● より多くのタスクの効率的な計画 ● 収集された情報に基づいたより正確なコスト管理 ● 動作パターンの変化を検出して障害を予測 ビッグデータ分析や AI などの IoT 技術を使用することで、印刷に関わるすべての人々（印刷注文者、印刷会社、ポストプレス会社、輸送業者など）の生産性、信頼性、柔軟性を低コストで向上させる印刷ワークフローを提供する。

(25)Water Management Testbed (水管理テストベッド)

参加企業	Infosys GE, EMC, Sierra Wireless
市場区分	Local government, public facilities, critical infrastructure, organizations with large campuses, emerging markets
サマリ	水道インフラの監視による漏水削減と灌漑最適化のテストベッド

課題

増大する水不足は、現在の発展途上国と先進国の両方に影響を与える、最も重要な世界的課題とみなされている。漏れの多いパイプや古いインフラのため、大量の水が浄水所とエンドユーザの間で失われている。その結果、数百万ドルの損失とそのような重要な資源の大量の浪費が生じます。

ゴール

失われる水の量を減らす大きな機会がある。広大な地域の複数地点で水が失われる可能性があるため、IoT 技術はこの問題に対処するのに特に適している。

本テストベッドは、リアルタイムセンサ（漏水、水分、水流検知）のネットワークを実装する。これらは、テストベッドの水道インフラ全体中で危険度の高い場所に配備され、以下のようにして、失われる水の量を削減する：

1. 漏洩の迅速な検出
2. 潜在的な漏水の先取り検出
3. 水域の精密な灌漑

特徴

- インフラの重要な場所で水の流れを監視する
- さまざまな時間における水の流れを視覚化する
- 直感的な方法でパターン、トレンドを表示する
- 湿度センサの測定値に基づいて灌漑を管理する
- 漏水の問題を解決するためのオペレーションを改善するためのアラームを提供する

商業的な利益

使用される水の量が減ると、金銭的な節約につながる。干ばつは農業生産性に大きな影響を及ぼし、地域経済に大きな損失をもたらす可能性がある。利用可能な水の増加は、これを相殺するのに役立つ可能性がある。漏水を予測する能力は、メンテナンスコストを低減させる可能性が高い。土壌水分レベルと天候パターンの分析に基づく精密な灌漑は、これらのオペレーション機能の全体的な効率を改善することが期待される。

テストベッド

増大する水不足は現在、途上国と先進国の両方に影響を与える最も重要な世界的課題とみなされている（世界経済フォーラム：グローバルリスクレポート 2015）。水不足の拡大は、世界人口の急速な増加、気候変動の加速、途上国の工業化の成長、インフラの高齢化によってもたらされた。

都市や大規模な組織は水需要を満たすためにますます苦労しており、水の損失を減らすための措置を講じる必要がある。本テストベッドの焦点は、水のインフラ全体で IoT 技術を実装することにより、水の損失を削減することである。それは、都市、民間組織の大規模なキャンパス、空港やショッピングモールなどの大規模なインフラ施設であり得る。IIC メンバーである Infosys は、GE、EMC、Sierra Wireless などのコンソーシアムメンバーの貢献を得て、本テストベッドをリードする。 テストベッドは、スマートシティイニシアティブの流れから開発される予定である。照明管理、環境管理、セキュリティなどの追加テストベッドを開発できるプラットフォームを備える。
実施状況
INFOSYS MYSORE CITY インフォシススマートシティのビジョンは、インドのマイソールにあるインフォシスキャンパスのモデルエコシステムを設定することで、このエコシステムは、あらゆるスマートシティ実装のロールモデルになる。先進国と途上国の人々の生活に大きな影響を与える可能性のある、コスト効率の高い IoT 技術の開発に専念する予定である。本テストベッドはこのビジョンの一部である。インフォシスマイソールキャンパスは、350 エーカー以上に広がっており、1,200 万平方フィートのビルドアップエリアと、15,000 人以上の研修生（キャンパスに居住)、8,000 人以上の従業員、数千人の契約労働者を要する小さな町である。キャンパスには、9 つの大型商業ビル、様々な居住施設、店舗、スタジアム、大規模なデータセンター、フードコートなどがあり、大規模なプロジェクトを展開するのに理想的な場所である。その目的は、すべての商業ビルとその冷却プラントに計測器を装備し、そのデータをコマンドセンターに統合して、エネルギー消費を絶えず監視して最適化できるようにする。

(26)Time Sensitive Networking Testbed (TSN テストベッド)

	参加企業	Analog Devices, Belden/Hirschmann, Bosch Rexroth, B&R Industrial Automation, Cisco, Fraunhofer IPMS, Intel, Hilscher, Innovasic, Intel, ISW, Ixia, Kalycito, Moxa, Pilz, Renesas Electronics, SICK AG, SoC-e, TRUMPF, TTTech, Xilinx Avnu, Calnex, HMS Industrial Networks, Kontron, KUKA, National Instruments, Phoenix Contact, Schneider Electric, Spirent, WAGO
	市場区分	Manufacturing. However, the Time Sensitive Networking (TSN) Testbed is envisioned to be useful in a wide range of applications, including Utilities, Transportation and Oil and Gas. The insights and concepts proven in this testbed may be replicated into several other testbeds in the future.

	サマリ	IEEE 802.1 TSN のテストベッド

課題
製造作業では、閉ループ制御を安全かつ効率的に実行するために、センシングとアクチュエーションを厳密に調和させる必要がある。通常、これらのシステムは、非標準ネットワークインフラかエアギャップ（非接続）標準ネットワークを使用して配備されている。このアプローチは、デバイスとデータのアクセスがさらに困難し、インフラのどこからでもデータを消費する機能を前提とした IIoT に対して技術的障壁が生じさせる。
ソリューション
これらの IIoT のニーズを制御システムで対処するために、IEEE はイーサネットと無線（IEEE 802）の標準規格を TSN をサポートできるように更新している。この技術は、単一の標準イーサネットネットワーク上で、高性能マシンのリアルタイム制御と同期をサポートし、マルチベンダの相互運用性と統合をサポートするために使用される。
商業的な利益
TSN は、ロボット制御、駆動制御、視覚システムなどのクリティカルな制御アプリケーションを産業用インターネットに広げる。この接続により、顧客、サプライヤ、ベンダは、これらのシステムからより容易にデータにアクセスし、予知保全と最適化ルーチンをこれらのシステムに適用することができるようになる。 テストベッドに価値をもたらし、プラグインに参加することができる革新的な技術があれば、ここをクリックして電子メールのリクエストを送信することができる。
テストベッド
2 つの物理的なテストベッドインスタンスを作成した。 1 つは National Instruments の本社がある北米でホストされ、もう 1 つはドイツの Bosch の施設でホストされます。これらのテストベッドは、メンバー企業が実装および相互運用性をテストするために協力している plugfest 活動に使用される。また、個々の企業が更新や統合を行うことができる常設ユニットとして機能し、さまざまな業界のショーやイベントに輸送される。 テストベッドは TSN の価値を文書化し、更なる明確化や改善のエリアにおける関連標準化団体にフィードバックを提供する。 テストベッドの詳細についてはこちらをクリックし、テキサス州オースティンにある NI Industrial IoT Lab でテストベッドのビデオを見てほしい。 テストベッドには次の情報が表示される： ● IEEE802.11 Time Sensitive Networking に基づく単一ネットワーク上でのクリティカルなトラフィックフローとベストエフォート型トラフィックフローの統合 ● 標準の統合型イーサネットを使用したベンダの相互運用性 ● クリティカルな制御トラフィックと連携したセキュリティアーキテクチャと、初期 TSN 機能の安全性に関するフィードバック

- 高性能でレイテンシに敏感なアプリケーションの IIoT 組み込み
- フレキシブル製造に直接接続されたスマートエッジクラウド制御システムの統合メカニズムとアーキテクチャ

(27)Track and Trace Testbed (監視と追跡テストベッド)

	参加企業	Bosch, Cisco, SAP SE
	市場区分	Industrial Manufacturing; Power Tool Fleet Management
	サマリ	電動工具の高精度位置測定による追跡など管理のテストベッド

課題
工場システムは、1 メートル以内の精度で、工具の位置を検出することができる。工具の誤使用は重大な事故や怪我の原因となる。多くの工業用製品や消費者製品を生産するには正確な作業、ねじを締め込むに使用される正確な力、が必要です。
ゴール
製造、保守、産業環境において、スマートなハンドヘルドツールを管理する
特徴
資産管理と業務管理。工場製造システムとの統合
商業的な利益
“Tool as a Service”ビジネスモデルを可能にする。生産性、生産品質、作業安全性の向上。
テストベッド
本テストベッドは、産業インターネットを工場フロアに持ち込む。目標は、製造・保守現場でハンドヘルド電動工具を管理することである。この「管理」には、これらのツールの使用を効率的に追跡（Track & Trace）し、適切な使用を保証し、誤用を防止し、使用状況やステータスに関するデータを収集する。 今日の工場は高度に洗練されており、正確な作業を必要とする。 Track and Trace の工具は、正確な場所と用途を判断できるため、タスクを完了するために必要な力と作業を判断できる。さらに、工具が誤用されていると認識した場合は、直ちに電源を切って事故や怪我を避けることができる。最後に、2 年間のプロジェクトで、テストベッド参加者は、工具の位置測定を 30 センチメートル、理想的には 5 センチメートルに微調整する予定である。現在のところ、精度は約 1 メートルであり、間違いを許容するのに十分な隙間である。これらの機能は、生産される製品の安全性と品質に貢献し、製造における生産性を向上させる。

2年間のプロジェクトでは、4社のIICメンバーがテストベッドに専門知識を貸与します。Boschは必要なソフトウェアを提供している。Boschはソフトウェアの提供、Ciscoは正確な位置識別機能の担当、National Instrumentsは電動工具を相互接続している。
実施状況
Track and Traceと航空機建造 航空機の建造では、特定の部品を接合するための ねじの種類と力量を指定する厳格な規制がある。旅客機に関して言えば、何千ものねじが締め付けられ、正確に文書化されなければならない。翼の接合は、必然的に、航空機の窓の接合とは異なる力を必要とする。 Track and Traceの工具は、作業現場での正確な位置を特定することができる。航空機の位置も固定されているので、特定の工具が垂直スタビライザに位置していると特定できる。そこで、ねじを締めるために使用する力を指定するための指示を送ることができる。

一般社団法人
インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ

スマート製造標準化動向
　各国の動向と国際標準

発行者　一般社団法人インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ
理事長　西　岡　靖　之

〒103-8548 東京都中央区日本橋小網町 14-1
モノづくり日本会議内
電子メール：office@iv-i.org　URL: https://iv-i.org

発行日　2019 年 10 月 8 日

定価　非売品