日機連 2022

2022 年度スマートマニュファクチャリングの国際標準化策定支援等調査研究

補助事業成果報告

ものづくり標準化ロードマップ　Version 1.1　中間報告書

2023 年 3 月

一般社団法人 日本機械工業連合会

この報告書は、競輪の補助を受けて作成しました。
https://jka-cycle.jp

本報告書は、RRI に委託、協力の下、作成したものである。

ものづくり標準化ロードマップ
Version 1.1
中間報告書

この報告書は、競輪の補助を受けて作成しました。

https://jka-cycle.jp

2022 年 9 月
ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会
IoT による産業ビジネス変革 WG（WG1）／国際標準化支援 AG（AG1）
／ものづくり標準化ロードマップ作成 TF

発行者　ロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会
Robot Revolution & Industrial IoT Initiative

ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会
〒105-0011　東京都港区芝公園 3-5-8
機械振興会館 507 号室 日本機械工業連合会内
TEL　03-3434-6571
E-mail　office@jmfrri.gr.jp
URL　https://www.jmfrri.gr.jp/

発行日　2022 年 9 月

表紙写真　高い塔の頂上で望遠鏡をのぞき込むビジネスマン／ Picture cells

Copyright © 2022 ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会 All Rights Reserved.

本文書は、著作権法および国際条約により保護されています。個人または会社（または会社に準ずるもの）内部での使用を目的として、本文書をダウンロード、印刷、または電子的に閲覧することができます。本資料の内容の全部又は一部については、私的使用又は引用等著作権法上認められた行為として、適宜の方法により出所を明示することにより、引用・転載複製を行うことができます。内容の全部又は一部について、ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会に無断で改変を行うことはできません。
ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会はいかなる目的においても使用可能性を保証するものではなく、本文書の内容を使用したいかなる場合においても責任を負いません。本文書の使用者は、本文書に記載された内容の使用に関連して発生したすべての要求、請求、訴訟、損失、損害（人身事故による損害を含む）、費用、経費（弁護士費用を含む）について、ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会に何らの損害も与えないことに同意するものとします。

エグゼクティブサマリー

「ものづくり標準化ロードマップ」は、国内のスマートマニュファクチャリング分野では初となる標準化戦略文書として、RRI から 2023 年度の発行を目指している。本書はその中間報告の位置付けにあり、活動主体である RRI／IoT による製造ビジネス変革 WG（WG1）／国際標準化支援 AG（AG1）／ものづくり標準化ロードマップ作成 TF が発行元となる。尚、本書は中間報告書であるため、2023 年度発行予定の初版では内容が変更される可能性がある。

2020 年に発行された「ドイツ標準化ロードマップ 第 4 版」（邦訳版[1]、解説書[2]／いずれも SyC SM 国内委員会発行）をダウンロードした読者へのアンケートでは、約 8 割が「スマートマニュファクチャリング分野で日本としての標準化ロードマップが必要である」と回答している。その理由としては、業界を横断した連携のためのガイドラインの必要性、日本の製造業のグローバル市場への対応（ガラパゴス化の回避）、国内でのスマートマニュファクチャリングの普及、ステークホルダーの巻き込み（ユースケースの創出、認識合わせ等）などの声が聞かれた。このような状況を踏まえ、AG1 ではこれらを遂行していくための上位概念としての戦略文書が必要であると判断し、2021 年 8 月に「ものづくり標準化ロードマップ作成タスクフォース（TF）」を発足させた。本 TF では産業界を中心とした国内専門家がメンバーとなり、より有益な標準化活動の土壌を作るべく活動に取り組んでいる。

本書は以下のような構成となっている。まず 1 章では本活動の背景として活動全体の目標、本書のスコープ、想定読者を説明する。2 章ではグローバルのベンチマーク、つまり米国、欧州、ISO、IEC の標準化戦略の取り組みを紹介する。3 章では「ものづくり標準化ロードマップ」の作成アプローチを提示し、4 章にて実際の検討結果を報告する。そしてまとめと展望を 5 章で述べる。

具体的な内容の検討（4 章）は 3 つのサブグループ（SG1：ものづくり将来像、SG2：技術ロードマップと標準化の整理、SG3：日本の国際標準化活動）により進めている。SG1、2 の活動では、目指す姿として社会およびものづくりの将来像から日本がターゲットとすべき標準化要件を洗い出し（トップダウン・アプローチ）、SG3 の活動では現状の国内標準化活動の調査に基づきスマートマニュファクチャリング標準化活動に関するデータを電子的に活用可能なかたちにまとめ、国際と日本のアプローチの違いを俯瞰的に把握する（ボトムアップ・アプローチ）。この 2 つのアプローチの結果を比較・分析することで「ものづくり標準化ロードマップ」を作成する。これまでの活動はプロセスの検討や試行に重きを置いた取り組みとなっており、4 章では 3 章に示す作成アプローチの一部を実施した結果を報告している。概要は以下のとおりである。

SG1（ものづくり将来像）の活動報告：

日本政府が提唱する Society 5.0 が目指す世界を「将来」と設定し、ものづくりの将来像の前提となる世界の将来像ならびにその状況下における日本のあるべき姿について報告した。社会・生活、経済、産業、国際ルール（標準化）の観点から検討を進め、将来の日本のあるべき姿として、ビジネスの価値

がモノから情報へシフトすることによりグローバルに情報を活用した新しいビジネスモデル、モノに係る付加価値提供が不可欠となること、またそのような状況下では国際ルールへの適切な対応が求められることが示された。キーワードとしては、データ相互運用性の進展、Cyber 空間と Physical 空間の連携、産業のスマート化、モノの地産地消と情報交換のグローバル化、国際標準の DX 化、技術優位性戦略からルール優位性戦略への移行、といったものが抽出された。今後、ものづくりの視点で将来像を深掘りしていく。

SG2（技術ロードマップと標準化要件の整理）の活動報告：

SG2 においても SG1 と同じく Society 5.0 を社会の将来像として設定し、新しいものづくり産業とそれに必要な国内環境を Cyber 空間、Physical 空間から成るモデルで描いた。このモデルにおいて標準化が必要となることが見込まれる領域として、①モノづくりに関する情報流通、②モノの流通における情報流通との連携、③エネルギーの流通における情報流通との連携、④工場向け製品の流通、⑤モノづくりプラットフォームに関する AI やロボットなどの標準、を抽出し、各々のユースケースのリストアップを行った。Society 5.0 の世界では Cyber 空間における情報流通が重要となり、リアルタイムにシステム連携されている工場内／企業間のあるべき姿、サプライチェーンにおけるデータアクセス性／接続性／安心・安全／運用管理の要件が示された。また Cyber と Physical が融合した空間に対し循環型社会への適合や AI、ロボットの活用について言及された。SG2 では、ターゲットとする標準化要件の抽出・ロードマップ化の方法としてユースケースをベースとしたプロセスを試みており、その検証を行った上で、今後 SG1 から提案される「ものづくりの将来像」に対して適用していく予定である。結果として、日本が国際社会に寄与することができる製品／サービスならびにその実装に係る標準化要件を具体的に提言することを目指す。

SG3（日本の国際標準化活動）の活動報告：

SG3 では、日本の国際標準化活動の戦略検討の材料として現在の活動状況を把握する取り組みを行っている。国内に製造関連の国際標準化審議団体は多々あるが、それぞれが自らの担当範囲のテーマに集中して活動しており、国際標準化の動向の分布に対して国内の活動がどのようになっているか全体を俯瞰して見ることがなされていなかった。今回の報告では、スマートマニュファクチャリングに関する標準化活動の中心である ISO TC 184 ならびに IEC TC 65 の国内委員会を対象に調査を行い、国際での標準化の状況と日本の状況の比較を試みた。また、比較を行う際の情報インフラとしてデータベースの試作を行い、今後の活用に向けた課題を提示している。

「ものづくり標準化ロードマップ」は、スマートマニュファクチャリング分野における標準化活動で日本が国際社会に寄与することを目指している。今後、初版発行に向け活動を推進していくにあたっては国内外のスマートマニュファクチャリングに関する業務に従事する様々な立場の方々からのフィードバックが必要であり、本書は読者のみなさまからの積極的協力をお願いするものである。

目次

エグゼクティブサマリー **2**
1. はじめに **6**
1.1. 背景と目標 6
1.2. 本書のスコープ 7
1.3. 想定読者 7
1.4. 表記「ものづくり」について 7
2. 標準化戦略の世界動向 **9**
2.1. 米国 9
2.1.1. 技術開発戦略に関する文書 **9**
2.1.2. 標準化戦略に関する文書 **10**
2.2. 欧州 12
2.2.1. 技術開発戦略に関する文書 **12**
2.2.2. 標準化戦略に関する文書 **14**
2.3. 国際標準化機構（ISO）、国際電気標準会議（IEC） 15
3. 「ものづくり標準化ロードマップ」の作成アプローチ **18**
3.1. 将来像の設定 18
3.2. 製品／サービスの実装に必要な技術とそのライフサイクルの特定 19
3.3. ターゲットとなる標準化要件の抽出 19
3.4. 標準化活動の現状調査 21
3.5. 「ものづくり標準化ロードマップ」の作成 21
4. サブグループの活動報告 **22**
4.1. サブグループ１：ものづくり将来像 22
4.1.1. 活動の概要 **22**
4.1.2. 国際社会、日本社会の歴史の振り返り **22**
4.1.3. 国際レベルでの社会・生活の変化 **24**
4.1.4. 科学技術の進歩 **24**
4.1.5. 国際レベルでの経済の変化 **25**
4.1.6. 国際レベルでの産業とものづくりの変化 **26**
4.1.7. 日本の社会と生活の変化 **26**
4.1.8. 日本経済の変化 **27**
4.1.9. 日本の産業の変化 **28**
4.1.10. 国際ルールの変化 **29**
4.1.11. 日本の標準化戦略に関する考察 **30**
4.1.12. 人材育成 **31**

4.2. サブグループ 2：技術ロードマップと標準化要件の整理 33
4.2.1. 活動の概要 33
4.2.2. 議論の前提条件の確認 34
4.2.3. 検討領域の概観 35
4.2.4. 採用した検討プロセス 37
4.2.5. 検討領域の詳細 38
4.2.6. 現在の検討状況 55
4.2.7. 今後の進め方 55
4.3. サブグループ 3：日本の国際標準化活動 56
4.3.1. 活動の概要 56
4.3.2. 調査の進め方 57
4.3.3. 調査対象の基礎データ 58
4.3.4. 調査項目 59
4.3.5. 調査結果のマッピング例 60
4.3.6. 調査結果のデータベース化 65
4.3.7. 今後の課題 65
5. まとめと展望 66
6. 中間報告書に対するフィードバックのお願い 67
7. 委員名簿 68
8. 用語集 70
9. 参考情報・参考文献 74

1. はじめに

1.1. 背景と目標

RRI／IoT による製造ビジネス変革 WG（WG1）は、①IoT 活用による製造業の変革をめぐる状況についての情報共有、②IoT による製造業の変革への対処方針の提言、を活動目的としている。その中で国際標準化支援アクショングループ（AG1）はスマートマニュファクチャリング（SM）に関連した国際標準化活動の支援をミッションとし、スマートマニュファクチャリング分野での標準化活動（デジュール、デファクト）の国内関係者（IEC/SyC SM、IEC/TC 65、ISO/TC 184、ISO/IEC JWG 21、ISO/IEC JTC 1/SC 41、IVI など）による情報共有・議論を定期的に実施している。「ものづくり標準化ロードマップ」の作成は、その活動の一環であるタスクフォース活動（ものづくり標準化ロードマップ作成 TF）として実施するものである。

環境・資源問題やパンデミックに伴うサプライチェーンの課題、地球規模での QOL の向上（Well-being）など、我々の周りには多くの課題が存在している。これらの多くはグローバル規模での対応を必要とし、短期的な解決は難しく、中長期的な取り組みが求められる。「ものづくり」は社会を構成する人工物を作り出し、それを「モノ」や「サービス」の形で提供するという意味で、上記課題の解決に大きな役割を演じることができる。その中でスマートマニュファクチャリングは「ものづくり」に革新をもたらすものとして各方面で取り組みがなされている。

スマートマニュファクチャリングの実現には、製品／サービスが複合的に組み合わさったシステムの観点、分野横断の技術開発が必要である点に特徴がある。つまり企業が個社レベルで対応を進めていくことが難しく、業界レベルの連携が求められると共に、標準化の重要性が増してくる。一方、国内の標準化活動においては、一定の分野を横断した情報交換はあるものの、標準化活動がそれぞれのサイロの中で推進されている面は否定できない。今後、産業界や標準化コミュニティにおいて全体のベクトルを合わせた活動指針の策定、さらには国際標準化コミュニティとの連携を通じた国際社会への貢献が求められる。

本 TF 活動では、上記社会課題の解決を志向しつつ「ものづくり」としてどのような貢献を果たせるか、そのために必要なスマートマニュファクチャリング分野のグローバルな標準化活動に対する日本の立ち位置や活動の指針を「ものづくり標準化ロードマップ」として提示し、国内外に発信する（ただし本書では重点領域の抽出を行い、必ずしも時間軸と達成項目の関係について言及するものではない）。この活動を通じて、国内ではスマートマニュファクチャリング関連の標準化活動が促進すること、またグローバルでは日本がスマートマニュファクチャリング分野のリーダーシップを発揮すると共に、国際社会と関連する議論を活発化させることを目指す。

注：RRI／WG1 では、産業 IoT ロード調査研究委員会を設置し、全ての産業の基盤である製造業の変革を志向するロードマップを検討している。本 TF 同様、製造業を対象としているが、本 TF での「ものづくり標準化ロードマップ」は、標準化活動にフォーカスした今後の戦略的取組みの提言を行うものである。

1.2. 本書のスコープ

先述のとおり、本書は RRI／WG1／AG1／ものづくり標準化ロードマップ作成 TF が発行するものであり、「ものづくり標準化ロードマップ」の初版発行（2023 年度予定）に向け中間報告を行う。本書は市場からのコメントの収集を目的としており、フィードバックの対応を踏まえて今後、初版の内容検討を進めていく。「ものづくり標準化ロードマップ」は、3 章に示すアプローチで作成する。今回の中間報告の段階では全ての工程を実施するには至っておらず、この点はご留意いただきたい。進捗の詳細は 4 章に示すが、ここでは検討結果に加え、検討プロセスについても言及する。技術分野としては「スマートマニュファクチャリング」を対象とし、スマートマニュファクチャリングの定義は下記に従う。

IEC 発行文書 SG7/11/INF によるスマートマニュファクチャリングの定義

"Manufacturing that improves its performance aspects [Note1] with integrated and intelligent use of processes and resources in cyber, physical and human spheres to create and deliver products and services, which also collaborates with other domains [Note2] within enterprises' value chains."

Note 1: Performance aspects include agility, efficiency, safety, security, sustainability or any other performance indicators identified by the enterprise.

Note 2: In addition to manufacturing, other enterprise domains can include engineering, logistics, marketing, procurement, sales or any other domains identified by the enterprise.

1.3. 想定読者

本書は、利用者として国内外のスマートマニュファクチャリングに関する業務に従事する人を対象とする。

- スマートマニュファクチャリングに関する事業を行う企業の経営層
  - 想定される利用シーン：企業の事業戦略への活用
- スマートマニュファクチャリングに関わる工業会
  - 想定される利用シーン：参画企業とのコミュニケーション、工業会ロードマップへの活用
- 自社にスマートマニュファクチャリングの導入を検討／実施している実務者
  - 想定される利用シーン：スマートマニュファクチャリング・システムの企画、設計、開発への活用
- スマートマニュファクチャリング関連の標準化活動に携わる実務者

1.4. 表記「ものづくり」について

本文に入る前に読者に理解いただきたい大事な点について触れたい。本書では、タイトルに「ものづくり標準化ロードマップ」と示すように「ものづくり」、「もの」、「こと」といった表現を用いる。国内において「もの

づくり」は、ともすると「匠の世界」、「職人の世界」といった言語化されにくい属人的な世界と理解されるケースが見受けられるが、本書では 2008 年に発表された「21 世紀ものづくり科学のありかたについて」[3]における以下の定義ならびに表記方法を採ることとする。

「21 世紀ものづくり科学のありかたについて」より

> 「ものづくり」とは、「人間社会の利便性向上を目的に人工的に「もの」（形のある物体および形のないソフトウェアとの結合を含む）を発想・設計・製造・使用・廃棄・回収・再利用する一連のプロセスおよびその組織的活動であり、 結果が社会・経済価値の増加に寄与できるとともに、人間・自然環境に及ぼす影響を最小化できること」を指す。

同書ではさらに「モノヅクリ（発音）」の表記について、以下のように述べている。

> 上記に定義した「広汎なモノヅクリ」を示すためには、ひらがなで、対象としての「もの」と、プロセスとしての「つくり」を一体化した表現としての「ものづくり」が好ましい。

読者には本書で使う「ものづくり」という用語が設計・製造だけではなく、製品／サービスのライフサイクルを通じた価値提供を可能とする言葉であることを強く訴えかけたい。また、上記定義と区別するため、物理的な「モノ」にウェイトを置く際には片仮名で表記することとする。

2. 標準化戦略の世界動向

標準化活動は主に国単位で取り組まれており、他国ではその実施にあたって活動の方向性を示した戦略文書が発行され、広く公開されている。本章では、標準化活動ならびにその背景となる技術開発について、科学技術全般とスマートマニュファクチャリング分野に特化した米国、欧州の主要な戦略文書を紹介する。また、スマートマニュファクチャリングに関する国際標準化の取り組みとして、国際標準化機構（International Organization for Standardization/ ISO）、国際電気標準会議（International Electrotechnical Commission/ IEC）から発行されている白書を紹介する。

2.1. 米国

米国における科学技術ならびに標準化の主要戦略文書は表 2.1.1 のとおりである。これらの文書の目的と概要を以下の節に示す。

表 2.1.1 米国における科学技術ならびに標準化の主要戦略文書

No.	文書名	発行元	発行日
1-1	Recommendations for strengthening American leadership in industries of the future[4]	大統領科学技術諮問会議（PCAST）	2020.06.30
1-2	Strategy for American Leadership in Advanced Manufacturing[5]	国家科学技術評議会（NSTC）	2018.10
1-3	Manufacturing USA Highlights report[6]	米国国立標準技術研究所（NIST）	2021.11.05
1-4	The United States Standards Strategy[7]	米国国家規格協会（ANSI）	2020.08
1-5	Current standards landscape for smart manufacturing systems[8]	米国国立標準技術研究所（NIST）	2016.02
1-6	Manufacturing USA Technology Roadmaps (Mfg Tech) program[9]	米国国立標準技術研究所（NIST）	2021.06.17

2.1.1. 技術開発戦略に関する文書

2.1.1.1. 科学技術全般

① 文書 No. 1-1：Recommendations for strengthening American leadership in industries of the future

【目的】 米国における発見、革新、繁栄を将来に亘って維持するための強力な基盤を築くべく、教育、労働力、多様性、包括性に関して分野横断的に提言を行う。

【概要】 未来の産業（Industries of the Future：IotF）である 5 分野（人工知能（AI）、量子情報科学（QIS）、高度な製造業、高度な通信、バイオテクノロジー）を対象に、米国が継続的にリーダーシップを発揮していくために以下の 3 つの行動の柱を設定し、各々について推奨事項を

提示している。

- 研究とイノベーションに対するマルチセクターの関与を強化する。
- 複数の IotF 領域を統合し研究から製品開発にまたがる新たな研究体制を構築する。
- IotF 領域における有能で多様な労働力の可用性を確保するための新たなモダリティを形成する。

2.1.1.2. スマートマニュファクチャリング分野

① 文書 No. 1-2：Strategy for American Leadership in Advanced Manufacturing

【目的】 アドバンスト・マニュファクチャリング分野における米国の国家戦略計画であり、4 年毎に更新される。アドバンスト・マニュファクチャリング分野での米国のリーダーシップのビジョンを掲げ、産業を横断して今後 4 年間で達成すべきアクションや成果と共に戦略的目標を定義する。

【概要】 戦略的計画として以下の 3 点をゴールに設定し、各ゴールの目的やその達成に向けた高優先度の技術領域、貢献すべき連邦政府機関を特定している。

- 新しい製造技術の開発と移行
- 製造業における労働者の教育、訓練、連携
- 国内製造業におけるサプライチェーンの能力拡張

② 文書 No. 1-3：Manufacturing USA Highlights report

【目的】 Manufacturing USA に参画している各機関での 2020 年度の活動成果を報告する。

【概要】Manufacturing USA は、技術、サプライチェーン、労働力の開発に関する大規模なコラボレーションを通じてアドバンスト・マニュファクチャリング分野における米国のグローバルなリーダーシップを確保することを目指した官民パートナーシップであり、課題解決、産業競争力と経済成長の強化、国家安全保障の強化のために人、アイディア、テクノロジーを繋ぐことをミッションとしている。2020 年の活動は以下のような規模で実行された。

- 応用研究開発プロジェクト数：500 件以上
- 参画組織数：2,000 団体以上
- 資金：4 億 2500 万ドル（連邦政府、州政府、民間による投資）

2.1.2. 標準化戦略に関する文書

2.1.2.1. 科学技術全般

① 文書 No. 1-4：The United States Standards Strategy

【目的】 米国の国家標準化戦略であり、2000 年から 5 年毎に更新されている。米国の従来からの強みであるコンセンサス、オープン性、透明性に基づいて構築された標準化フレームワークを確立すると同時に、スピード、関連性、セクター間の相互作用と依存関係、公益関係者のニーズに重点を置き、米国が国内外においてセクターベースのアプローチにより自主的な標準化活動に取り組んでいることを確認する。

【概要】 12 項目の戦略的イニシアティブに対し、標準化活動における原則とビジョンに基づいてステークホルダ（業界、政府機関、公益団体、有識者、標準化開発者）を明示し、セクター固有およびクロスセクターのアプローチによる戦略を取りまとめている。

2.1.2.2. スマートマニュファクチャリング分野

① 文書 No. 1-5：Current standards landscape for smart manufacturing systems

【目的】 スマートマニュファクチャリング・システム（SMS）への適用に向けて既存の標準を分類、評価した上で、新しい標準化活動の包括的展望に基づき SMS の実装を可能にするために必要な標準化活動の新たな領域を特定する。

【概要】 製品、生産システム、ビジネスシステムの 3 つの次元から成るスマートマニュファクチャリング・エコシステム（図 2.1.1）が提示され、各次元のライフサイクルの視点で関連する規格がマッピングされている。規格としては、ISO、IEC をはじめ、国際・国・地域の標準化開発組織や業界団体により開発されたものが挙げられている。さらに SMS の実現に向け、拡張また新規開発が必要となる標準化の領域と SMS に係る技術・標準の開発促進に注力しているイニシアティブを特定している。図 2.1.2 は、完全に連携・統合された状態のシステムの概念図である。

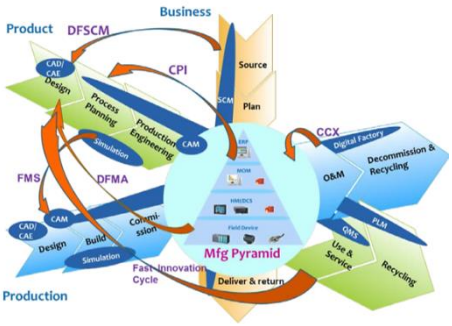


図 2.1.1 スマートマニュファクチャリング・エコシステム

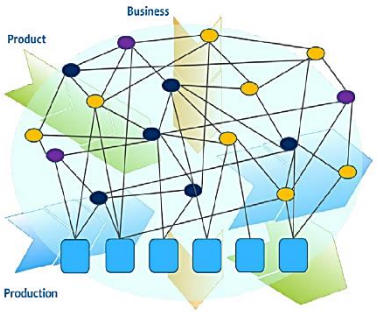


図 2.1.2 サービス指向型スマートマニュファクチャリング・エコシステム

② 文書 No. 1-6：Manufacturing USA Technology Roadmaps (Mfg Tech) program

【目的】 米国におけるアドバンスト・マニュファクチャリングの成長に向けた技術ロードマップを開発するためのコンペティションプログラムであり、業界主導のコンソーシアムを支援することを目的とする。

【概要】 米国のアドバンスト・マニュファクチャリングの成長を阻害する主要な技術的障壁に対処するプロジェクトを対象とする。文書 No. 1-2 で特定された技術領域が含まれるがこれに限定はされない。支援内容は以下の通りである。

- 採択件数：最大 8 件
- 事業期間：最大 18 か月
- 支給額：最大 30 万ドル

2.2. 欧州

欧州における科学技術ならびに標準化の主要戦略文書は表 2.2.1 のとおりである。これらの文書の目的と概要を以下の節に示す。

表 2.2.1 欧州における科学技術ならびに標準化の主要戦略文書

No.	文書名	発行元	発行日
2-1	Horizon Europe[10]	欧州委員会	2020.12.10
2-2	Horizon Europe Strategic plan 2021-2024[11]	欧州委員会	2021.03.15
2-3	2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade[12]	欧州委員会	2021.03.09
2-4	2030 Vision for Industrie 4.0 Shaping Digital Ecosystems Globally[13]	独 Plattform Industrie 4.0	2019.05.22
2-5	An EU Strategy on Standardisation Setting global standards in support of a resilient, green and digital EU single market[14]	欧州委員会	2022.02.02
2-6	The 2022 annual Union work programme for European standardisation[15]	欧州委員会	2022.02.02
2-7	German Standardization Roadmap Industrie 4.0 Version 4[16]	独 Standardization Council Industrie 4.0、DIN、DKE	2020.03

2.2.1. 技術開発戦略に関する文書

2.2.1.1. 科学技術全般

① 文書 No. 2-1：Horizon Europe

【目的】 EU における研究・イノベーションのための資金調達プログラムである。社会的課題に関連する共同研究を支援し、地球規模の課題に全範囲に取り組むテーマ別クラスターを通じて技術的および産業的能力を強化することを目的とする。

【概要】 実施期間：2021～2027 年、予算額：約 955 億ユーロとなっており、前身のプロジェクトである Horizon2020 と比較して予算額は 30%増加している。プログラムは以下のように Pillar Ⅰ～Ⅲで構成され、さらに 5 つのミッション・エリアを定義して 15 のクラスターに細分化している。スマートマニュファクチャリング分野は、Pillar Ⅱに含まれるクラスターの一つである「Digital, Industry &Space」に含まれる。

- プログラムの 3 本の柱
  - Pillar Ⅰ：Excellent Science
  - Pillar Ⅱ：Global Challenges & European Industrial

Competitiveness

- Pillar Ⅲ：Innovative Europe

- ミッション・エリア
  - ①社会変革を含む気候変動への対応、②癌、③健全な太洋・海・内陸水域、④気候中立とスマートシティ、⑤土壌の健康・食品

② 文書 No. 2-2：Horizon Europe, Strategic plan 2021-2024

【目的】 Horizon Europe（文書 No. 2-1）における前期 2021～2024 年の戦略的方向性を設定する。これにより、気候中立でグリーンであること、デジタル時代にフィットすること、経済が人々のために機能すること、といった EU の優先事項に貢献するための研究およびイノベーション活動を確実に実行する。

【概要】 Horizon Europe での 2021～2024 年の投資の戦略的方向性を下記のように提示している。主要な方向性は Horizon Europe の Pillar Ⅱに含まれる 6 つのクラスター（Health、Culture, Creativity &Inclusive Societies、 Civil Security for Society、Digital, Industry & Space、Climate, Energy & Mobility、Food, Bioeconomy, Natural Resources, Agriculture & Environment）に基づいて策定され、各々について期待されるインパクト、国際協力、クラスター間の補完性、の詳細を述べている。

- 戦略的方向性
  - オープンな戦略的自律性を推進する。
  - 欧州の生態系、生物多様性を回復し天然資源の持続可能な管理を行う。
  - 欧州をデジタル化により循環的気候中立で持続可能となる初の経済圏とする。
  - 欧州をより強靭的、包摂的、民主的な社会にする。

③ 文書 No. 2-3：2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade

【目的】 デジタル変革の推進に向けて 2030 年までの欧州におけるデジタルトランスフォーメーションのビジョンと道筋を提示した政策文書である。具体的な目標を提示し、EU レベルでの進捗状況を測定する監視システムとしての役割を果たす。

【概要】 2030 年の欧州のビジョンは「誰も取り残されないデジタル社会」であり、オープンで相互に連結したデジタル世界において自らのデジタル主権を確立し、人間を中心とした持続可能でより豊かなデジタルの未来を築くことを目指している。このビジョンの実現に向けて以下の重要ポイントを掲げ、各々について定量的な目標およびベースラインを示している。

- デジタルスキルの高い集団と高度に熟練したデジタルプロフェッショナル
- 安全でパフォーマンスの高い持続可能なデジタルインフラ
- ビジネスのデジタルトランスフォーメーション
- 公共サービスのデジタル化

2.2.1.2. スマートマニュファクチャリング分野

① 文書 No. 2-4：2030 Vision for Industrie 4.0, Shaping Digital Ecosystems Globally

【目的】 2030 年に向けた Industrie 4.0 のスケールアップのため行動指針である。社会的市場経済の要件に沿った将来のデータ経済のフレームワークの構築に向け、デジタルエコシステムの形成を進めていくにあたっての今後 10 年の全体的アプローチを提示する。

【概要】 Industrie 4.0 の実装を成功させるための戦略的行動分野として、a）自律性、b）相互運用性、c）持続可能性、の 3 要素が不可欠であるとし、各々について要件を提示している。

2.2.2. 標準化戦略に関する文書

2.2.2.1. 科学技術全般

① 文書 No. 2-5：An EU Strategy on Standardisation, Setting global standards in support of a resilient, green and digital EU single market

【目的】 欧州標準化戦略として、欧州標準化をよりアクセスしやすく、機能的で透明性のあるものにし、全てのステークホルダを巻き込んで、EU が世界レベルで主導的なアクターになるための強固な基盤を確立することを目的とする。

【概要】 上記目的を達成するため以下の 5 つの行動指針ならびにこれらに対応した具体的アクションを提示している。

- 戦略的分野における標準化のニーズを予測し、優先順位を付けて対処する。
  （グリーン・トランジション、デジタル・トランジション、単一市場のレジリエンス）
- 欧州標準化システムのガバナンスと完全性を改善する。
- グローバルスタンダードにおける欧州のリーダーシップを強化する。
- 標準化を促進するためのイノベーションを支援する。
- 次世代の標準化専門家を確保する。

② 文書 No. 2-6：The 2022 annual Union work programme for European standardisation

【目的】 欧州の標準化戦略の一部として文書 No. 2-5 と同時発行された EU の年次ワークプログラムである。欧州委員会が 2022 年に要求予定の欧州規格、欧州標準化成果物を、目的および方針と共に特定する。

【概要】 グリーン、デジタル、強靭な単一市場という EU の政策目標を達成するための標準化の優先順位（緊急性）を特定している。さらに、法律や政策に適合した欧州規格または欧州標準化の成果物の開発・改訂のためのアクション（69 件）が提示されている。標準化活動が EU の政策に盛り込まれ、EU の製品やサービスが世界で競争力を持ち、最先端の安全性、セキュリティ、健康、環境への配慮、SDGs の達成を反映していることを保証している。

2.2.2.2. スマートマニュファクチャリング分野

① 文書 No. 2-7 ：German Standardization Roadmap Industrie 4.0 Version 4

【目的】 Industrie 4.0 に関する標準化ロードマップであり、2014 年の初版発行以降 2 年おきに改版されている。Industrie 4.0 のビジョン（文書 No. 2-4）の実現を目指し、Industrie 4.0 に関する標準化の状況ならびに早期に修正または適合させる必要がある標準化活動のギャップや矛盾を明らかにした上で、標準化における行動と適用に関する提言を提示する。

【概要】 Industrie 4.0 の標準化要件を RAMI 4.0（Reference Architectural Model Industrie 4.0、図 2.2.1）に紐づいた 7 つの中核的トピックス（ユースケース、参照アーキテクチャーモデル、システムとそのプロパティ、相互運用性、統合、通信、人と仕事）と 5 つの分野横断的トピックス（オープンソース、産業セキュリティ、データ保護／プライバシー、付加価値ネットワークの信用性、機能安全）に整理し、それぞれについて進捗、最近の動向、今後に向けた提言を述べている。

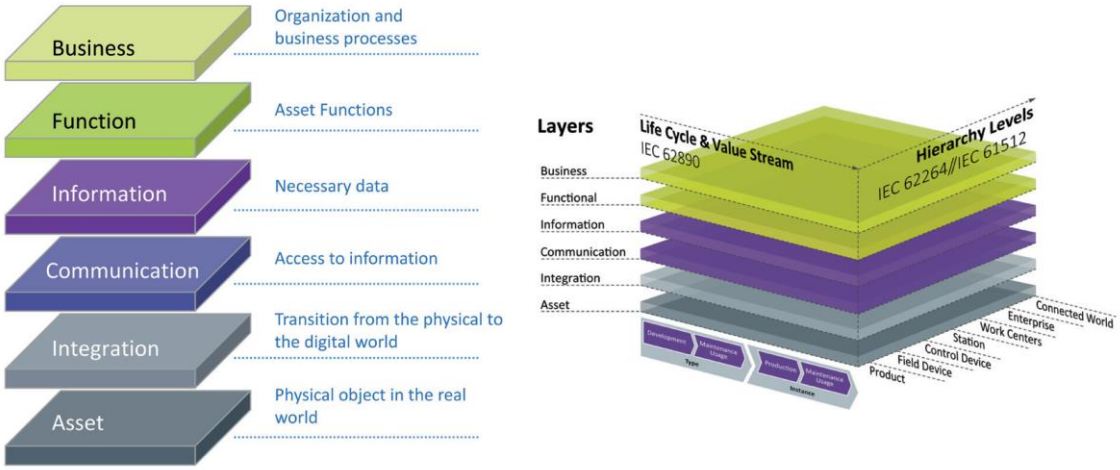


図 2.2.1 RAMI 4.0 およびそのレイヤー層

尚、RRI が事務局を務める IEC/SyC SM 国内審議団体（国内委員会）では、ドイツ標準化ロードマップの Version 3[17]、4 の邦訳版 [1]、Version 4 の解説書 [2] を発行している。

2.3. 国際標準化機構（ISO）、国際電気標準会議（IEC）

ISO、IEC では、IEC 発行文書 SEG7/11/INF により「スマートマニュファクチャリング」を定義し、それぞれの組織内での活動や両者が連携した活動を通じてスマートマニュファクチャリングに関連した規格開発を行っている。ISO、IEC から発行されているスマートマニュファクチャリングに関連する白書は表 2.3.1 のとおりである。これらの文書の目的と概要を以下の節に示す。

表 2.3.1　ISO、IEC におけるスマートマニュファクチャリング関連の白書

No.	文書名	発行元	発行日
3-1	White paper on Smart Manufacturing[18]	ISO SMCC	2021.08.25
3-2	IEC White Paper Factory of the future[19]	IEC MSB	2015.10.05
3-3	IEC White Paper Edge intelligence[20]	IEC MSB	2017.09.26
3-4	IEC White Paper Artificial intelligence across industries[21]	IEC MSB	2018.10.23
3-5	IEC White Paper Semantic interoperability: challenges in the digital transformation age[22]	IEC MSB	2019.10.18

① 文書 No. 3-1：White paper on Smart Manufacturing

【目的】 企業やその他のステークホルダが容易にスマートマニュファクチャリングの概念に適応し、そのメリットを享受できるようにする。

【概要】 スマートマニュファクチャリングのイネーブラー（産業界で活用できるレベルに成熟した新しい破壊的テクノロジー、9 項目）、エンハンサー（現在開発中でありスマートマニュファクチャリングの実装を成功させるために関連性が高い一連の設計原理、9 項目）および予測される効果（9 項目）を提示し、これらの定義やスマートマニュファクチャリングとの関連性を説明している。さらにロードマップとしてこれらに対応する標準の有無の状況を整理し、欠落箇所を抽出している。欠落箇所としては、エンハンサーとして Virtualization、予測される効果として Data-driven business models、Fully automated factories、Predictive maintenance が挙げられている。

② 文書 No. 3-2：IEC White Paper, Factory of the future

【目的】 以下の 4 点を目的とする。

- Factory of the future（FoF）に対するグローバル規模での潜在的ニーズと利点を評価する。
- バリューチェーンを含む関連技術と市場の概念のトレンドを特定する。
- 市場の準備状況と技術の成熟度という要因を考慮し、製造業の将来を予測する。
- FoF をサポートする技術の広範な商業化をサポートするために必要となる国際標準の使用を奨励する。

【概要】 現在の製造環境、FoF のコンセプトとそれをドライブするテクノロジー、FoF の実装に向けた市場の準備状況、技術の実現可能性を考慮した将来展望、推奨事項について述べている。推奨事項は、特にデータ、人、技術、標準化に焦点を当てた内容となっており、ますます複雑化していくプロセス、機械、コンポーネントの世界において製造業者、労働者および顧客がどのように対応しなければならないかアセスメントしている。

③　文書 No. 3-3：IEC White Paper, Edge intelligence

【目的】 業界の壁を越えた EI のユースケースの利益と動向を探ることで、次の 10 年間に向けた将来的な思考を提供する。

【概要】 エッジコンピューティングによる利点（意思決定の迅速化／データの削減による通信コストの削減等）と共に、スマート工場を実現するためのニーズ（接続性と相互運用性、既存システムを統合するためのアーキテクチャ、セキュリティと安全性）について記載されている。スマート工場を実現するためのアーキテクチャの紹介（IIC/OPC-UA）や労働者の安全を実現するユースケースなどの記載もみられる。

④　文書 No. 3-4：IEC White Paper, Artificial intelligence across industries

【目的】 人工知能（AI）の現在の状況と今後 5～10 年における開発の見通しを理解するための枠組みを提供する。

【概要】 AI の利用により、生産プロセスの最適化／廃棄物の低減／製造時に発生する副産物の再利用等による生産性の向上やエネルギー消費の低減が実現されていると記載されている。標準化に関しては、ヨーロッパや中国は政府が主導している傾向があるが、アメリカには方針が存在せず、民間主導の傾向が強いことが記載されている。こういった前提を踏まえ、最適な規格や技術を策定するためのコンソーシアム「Partnership on AI」（５０社を超える大手企業と研究機関により構成）を紹介している。また、標準化実現のためには、セマンティックやオントロジーが重要性であることも訴えている。

⑤　文書 No. 3-5：IEC White Paper, Semantic interoperability

【目的】 オントロジーベースのセマンティック技術が、アプリケーション間での相互運用性の改善や達成のために適用可能となる条件を特定する。本書における相互運用性とは、情報モデルとシンタックスが互いに異なる 2 つ以上のシステム間のものが想定されている。

【概要】 産業ドメインにおけるセマンティック相互運用性に関し、相互運用性の概念、関連する最新技術、セマンティック相互運用性の概念を実践するユースケース、セマンティック相互運用性の達成に関する課題、推奨事項について述べられている。セマンティック相互運用性は多くの産業に亘って根本的な重要性があることから、その目標達成に向けて IEC は有益な役割を担えるとし重要推奨事項として以下の 3 点を挙げている。

- 情報モデル開発・管理に関するセマンティック相互運用性の基準の精緻化を開始する。
- IEC に対し、IEC および ISO での標準化活動の調査、セマンティック相互運用性のベストプラクティス・ガイドライン策定のためのワーキンググループの設置を要請する。
- セマンティック相互運用性に関する用語の標準化に着手する。

3. 「ものづくり標準化ロードマップ」の作成アプローチ

1.1.節で述べたように本ロードマップは重要な標準化の領域や要件の導出を行うことを目的とし、図 3.1 に示すアプローチによって作成する。大きくは、①トップダウン・アプローチ、②ボトムアップ・アプローチ、③比較・分析、の 3 ステップから構成される。

①では、ものづくりの将来像に基づいて将来的に日本がグローバルに貢献するビジネス領域や技術を特定し、そこから標準化要件を抽出する。②では、国内標準化活動の調査に基づき、様々な角度からの分析が可能となるデータベースのかたちで現状を把握する。③では、①のアプトプットとして特定された標準化要件と②のアウトプットであるデータベースを活用して作成される現状把握のマップを比較・分析し、将来の標準化における重点領域を見出していく。詳細には、3.1～3.5 に示す工程を実施する。

本ロードマップの作成にあたっては、図 3.1 に示すように上記工程を 4 つに分け、全体活動に加えてサブグループ（SG） 1 ～ 3 が分担するかたちで検討を進めている。また、中間報告の段階では「③比較・分析」は未実施となっている。

- SG1：ものづくり将来像
- SG2：技術ロードマップと標準化要件の整理
- SG3：日本の国際標準化活動

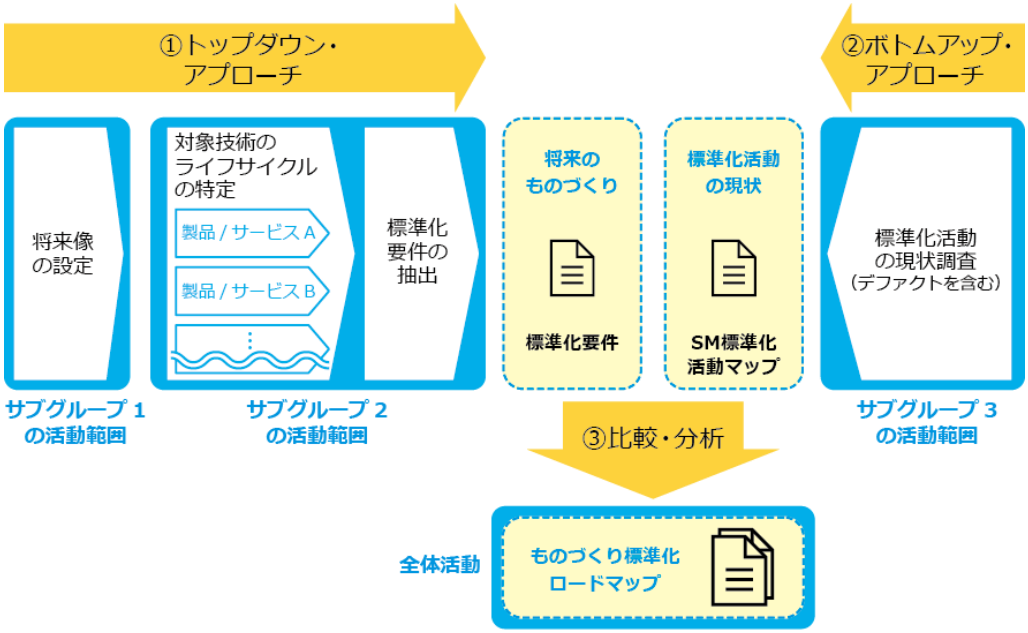


図 3.1 「ものづくり標準化ロードマップ」作成アプローチ

3.1. 将来像の設定

グローバルな視点で社会全体とその環境下におけるものづくりや周辺領域の将来像を設定する。広くコンセンサスが得られている指針や政策等との調和が必要であり、例えば日本政府提唱の Society 5.0 など、既に一般に公開されている情報を活用して検討する。

3.2. 製品／サービスの実装に必要な技術とそのライフサイクルの特定

3.1.節で設定したものづくりや周辺領域の将来像に対し、日本が国際社会に寄与することを判断基準として、検討対象とする製品／サービスを選定する。選定した製品／サービス毎に実装において必要となる技術を抽出し、各技術のライフサイクルのフェーズ（Pre-Competitive、Competitive、Post-Competitive、図 3.2.1）を判定する。

技術のライフサイクルのフェーズ

a. Pre-Competitive：技術の萌芽期。技術の普及に向けて協調領域が検討される段階であり、標準化の対象となる。主たる活動の例）技術の評価方法、試験方法など
b. Competitive：技術の成長期。企業にとって製品／サービスの競争力となる段階にある技術フェーズで、標準化の対象外となる。主たる活動の例）製品性能の向上（高速化、軽量化、長寿命化）など
c. Post-Competitive：技術の成熟期。技術が市場に広く普及した段階で、仕様・型式が乱立している場合には利便性向上のために標準化が図られる。主たる活動の例）情報モデルなど

Pre-/ Post-Competitive な活動としての標準化
技術ライフサイクルの見極め
・技術ロードマップの重要性
・Competitive vs. Post-Competitive の境界は変動
（Competitive がいつのまにか Post-Competitive に！）

図 3.2.1 標準化と技術のライフサイクルの関係
（出典：木村文彦委員提供資料）

標準化活動の対象となるのは、Pre-Competitive または Post-Competitive のフェーズにある技術項目である。技術項目を抽出する際には、製品／サービスの開発側の視点とｐｙ側の視点で検討を行う点に注意する。

3.3. ターゲットとなる標準化要件の抽出

3.2.節で特定した、検討対象となる技術とそのライフサイクルの情報に基づいて標準化要件を抽出し、

それらの標準化としてのフェーズ（Pre-mature、Mature、Obsolete）を判定する。

標準化のフェーズ

a. Pre-mature：新たな標準化領域として認知されている状態
b. Mature：標準としての開発が進み、その範囲の拡張が見込まれる状態
c. Obsolete：標準として枯れた・使われなくなった状態

Pre-mature または Mature に位置付けられる標準化要件が、本書のターゲットとなる将来のものづくりの標準化要件となる。

図 3.3.1 は、ある製品を例として将来のものづくりの標準化要件の抽出プロセスを示している。

1) 製品開発プロセス（製品企画、技術開発、設計、生産準備、生産、ライフサイクル管理）において、設計～生産準備で使用する技術を考える。
2) 設計段階においては技術項目 B、C、生産準備段階においては技術項目 A が特定された。
3) 2)で特定した技術項目のそれぞれのライフサイクルを検討し、現時点でのフェーズを判定する（図 3.3.1 の水色の矢印）。その結果、技術項目 B は Pre-Competitive のフェーズ、技術項目 C は Post-Competitive のフェーズにあることが分かる。一方、技術項目 A は Competitive のフェーズにあり、標準化の対象とはならない（その後の標準化要件の検討には進まない）ことが分かる。
4) 標準化活動の対象となる技術項目 B、C から標準化要件 1、2 を抽出し（図 3.3.1 のピンク色の矢印）、それらの標準化におけるフェーズを判定する。ここで標準化要件 1 は Pre-Mature、標準化要件 2 は Mature となっており、いずれも標準として今後の発展性が見込まれるターゲットとすべき標準化要件であると見なされる。

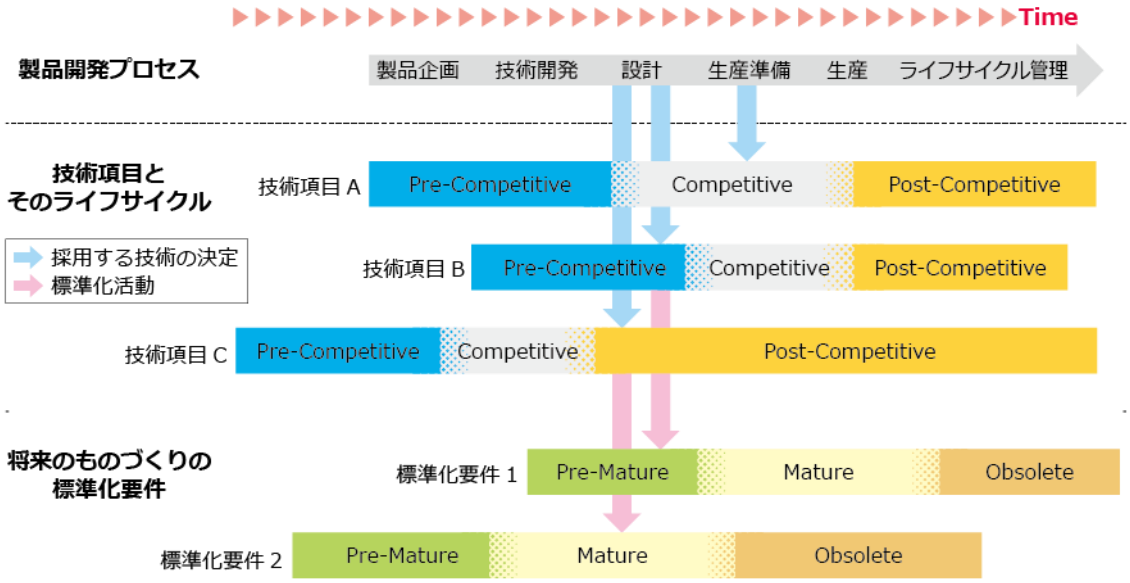


図 3.3.1　将来のものづくりの標準化要件の抽出プロセス

（出典：木村文彦委員提供資料を一部編集）

3.4. 標準化活動の現状調査

ISO、IEC で定められたスマートマニュファクチャリング関連の国際規格は現在約 700 件にのぼり、中には日本提案の規格も含まれている。また、国内ではスマートマニュファクチャリングに関連したデファクト・スタンダード活動にも取り組まれている。このような国内の標準化活動の状況を調査・整理し、「スマートマニュファクチャリング標準化活動マップ」や現状の見える化を可能にするデータベースを作成し、全体俯瞰を可能とする。

3.5. 「ものづくり標準化ロードマップ」の作成

3.3.節で抽出された将来のものづくりの標準化要件と 3.4.節で調査したスマートマニュファクチャリング標準化活動状況を、リファレンスアーキテクチャやフレームワーク（例：RAMI 4.0、ISO/IEC OF 1 発行の Smart Manufacturing Standards Map）を用いるなどして、体系的に見える化する。その上で両者を比較・分析し日本にとって重要な標準化領域、要件の導出を行い、これを「ものづくり標準化ロードマップ」とする。

4. サブグループの活動報告

4.1. サブグループ１：ものづくり将来像

4.1.1. 活動の概要

ものづくり標準化ロードマップを検討するにあたり、そもそも世の中は将来どのように変化し、日本の社会・産業は何を目指していて、その中でものづくりはどのように位置づけられているか、といったことを十分に考察する必要がある。 SG1 では、国際社会や日本社会の歴史的な変化を社会、経済、産業、科学技術などの視点で振り返ることにより、ものづくりの標準化の観点からそれらの将来の姿がどの様なものであり、どうあるべきかを記述することを試みている。当初、想定する将来として、2030 年、2050 年など具体的な時期を設定することを検討したが、昨今のコロナ禍やウクライナ戦争の影響により世の中が急激に変化する状況からも想像できるように、世の中の変化の速度は政治や自然などの要素に大きく左右されるため振れ幅が大きく、具体的な時期の設定はあまり意味を持たないと考えた。代わりに、具体的な年代ではなく、日本政府が示す目指すべき社会像としての Society 5.0 が実現され始めた時点を、想定する将来の時間的な位置づけとした。

- 目標

  本 SG のアウトプットは、SG２が担当する「（製品やサービスの）技術ロードマップからの標準化要件の抽出作業」を行うための前提条件として、Society 5.0 が目指す世界を「将来」と設定し、世界の将来像ならびにその状況下における日本のあるべき姿、ものづくりの将来像を示すことを目標とする。

- 中間報告までの進捗

  上記目標に向けて、本 SG では以下のようなステップで作業を進めることを計画した。

  1. 世界（社会・経済）の将来の推定
  2. 将来の世界における日本（社会・経済）のあるべき姿の設定
  3. 新しいものづくり産業のために必要な国内環境の特定
  4. 楽観的なシナリオと悲観的なシナリオの想定
  5. 国際標準化の取り組みへの示唆の策定

  中間報告までの進捗は、これら５つのステップを念頭に置き、世界の状況と日本のあるべき姿を検討した結果を項目に分類し、記載している。現在も継続して作業中であり、直接的な対応はないが、おおむねステップ２までをまとめている。

4.1.2. 国際社会、日本社会の歴史の振り返り

人類の歴史上の社会の変遷は、Society 5.0 の考え方を基にして、以下のように分析することができる。まず、社会体制についていうと、家族から部族、国家へとその規模拡大と階層化が進み、現在は国際社会が経済産業の基盤となっている。主要な産業は、狩猟から農耕、軽工業、重工業へと変化してきた。それに伴い、エネルギー消費が人力から自然エネルギーの活用と拡大し、現在は化石燃料を中心

とした資源浪費ともいえる状況となっており、地球環境持続可能性が大きな懸念事項となっている。

産業が、1 次産業から 2 次産業、3 次産業 さらには情報産業へ変化してきた中で、資材の主要な流通は、 生命の維持に必要な食糧などの消費財から、衣料・住居など生命の維持に必須ではないが基本的な消費財、そして財を産み出す有形の生産財や資本財への変化してゆき、現在ではエネルギー需給、通信、旅行、エンタメなどの無形の消費財へ変化してきている。豊かさの面では、生命・種族の維持の喜びから財産・時間の所有の豊かさへと、更には精神的豊かさ・幸福度を基礎とした財・時間の活用による豊かさへと変化してきている。

このような分析から Society 5.0 で示される将来の国際社会の姿は、それぞれの変遷の視点での次の段階として想定される以下のようなキーワードにより推定することができる。

- 国際共同統治社会
- 真の情報産業の本格的な発展
- 地球環境との共存
- 情報産業による分業と共有
- 大量の情報の国際流通
- 財・時間の活用による豊かさ

日本国内の歴史を見てみると、戦後の荒廃からわずか 25 年にして西独を抜き GNP 世界 2 位となった戦後日本の奇跡の復興と躍進は、偶然と個別の努力だけの結果ではなく、品質管理経営の浸透、優秀な通産官僚や経営者の綿密な戦略や計画に基づいていると考えるべきである。また地域コミュニティの力を、組織の基盤として取り込んできた点も無視できない。

世界が軽工業から重工業へと移行したこの時期に、日本で何が起きたかを学ぶことが、Society 5.0 の新しい社会に向けて今何をすべきかを考える上で重要である。この戦後経済発展の成功要因には、以下が含まれる。

- 輸出基幹産業と国内経済の好循環
- 国際競争力強化と国内経済活性化のための公共投資
- 輸出基幹産業からの税収の公共投資への活用
- 公共投資関連産業と輸出基幹産業による他の産業の活性化
- 好況感による民間投資の拡大

一方、わが国の現在の状況は、迷い、葛藤、混乱（個人というより社会としての）ということができるかもしれない。「失われた 20 年」からの状況が現在も継続しており、価値創造の源泉を「モノ」のみにあるとする「（コトを含まない）モノづくり日本」の呪縛からも解放されていない。AI（人工知能）、DX（デジタル変革）などのバズワードによる技術革新の先行イメージは盛り上がっているものの、産業構造の改革には見通しが立っておらず、太刀打ちするのが難しいと思われている GAFA, BATH の脅威もある。このような背景から、Society 5.0 の世の中において、我が国が国際競争力を獲得してそれを維持し、豊かな市民生活を送れるようにするために、わが国としてどのような社会基盤を保有すべきであるかを特定することが必要である。国際標準としては、Society 5.0 の実現に向けて必要と思われるルールや標準がまだまだ不足している状況において、他の先進諸国は、精力的に関連する国際標準の開発に取り組んで

いるのに対し、現在の日本の取り組みは遅れをとっていると言わざるを得ない。

4.1.3. 国際レベルでの社会・生活の変化

世界の人口の増加は、頭打ちとなる一方で、途上国の生活水準が向上するため、国際の経済規模は拡大を続ける。経済の拡大にともないエネルギー需要も拡大するが、資源浪費は SDGs の観点から許容されず、地球環境との共存が必要となる。結果として、太陽光や風力などのリニューアル・エネルギーだけでなく、原子力、水素、アンモニア、メタンハイドレードなどさまざまな脱炭素エネルギーの組み合わせでの利用が必要となる。

このような状況の中で、地球温暖化対応など国連 SDGs の達成と国際社会の全体最適化のために、巨大なシステム・オブ・システムズである国際社会は、地球環境を配慮した持続可能なシステムとなることが求められる。この地球エコシステムの運営のために、機械可読な国際標準や関連の国際協定を含む国際統治組織の影響力が拡大することが期待されている。人依存の仕組みから情報化の活用へと移行するとともに、オントロジーやセマンティクスと機械学習や AI などの技術が社会に深く浸透し、仮想空間での社会経済活動が行われるようになる。データ連携の度合が強くなるに連れて、データの広範な流通に伴う現実情報の漏洩問題などが懸念されるとともに、先進技術の能力と人間の能力を、如何に使い分けて協調させるかが課題となる。

一方で、あらためて国家主権の重要度が増すとともに、データ主権も議論されるようになり、社会構造が、個人から地方に至るまで、分業スタイルから自己完結型へと変化する。地球環境維持だけでなく、パンデミックや経済安全保障の観点からも国際物流が制約をうけ、人の移動の最小化と物流の最適化のために、リモート・ワークの普及と物流システムの変貌が起こる。社会はリアルな対人関係が恒常的に制限され、それにあわせた社会生活の仕組みやルール、マナーが浸透する。

これにより、自己完結型ライフスタイルに合わせたエコシステムが形成されることとなる。例えば、労働集約型 IT 産業（人によるプログラミング、人が介在するデータの意味仲介、人によるデータクレンジングなど）がなくなる。情報のセマンティック・インターオペラビリティが向上すると、異なる言語を用いる文化圏の間でも、意味を共有することにより分かり合うことができる状態が実現され、個人のグローバル経済活動への直接的参加が可能になるなど、市民生活にも構造の変化がみられるようになる。

4.1.4. 科学技術の進歩

現在進んでいる、以下のような技術は、以下のような技術は、現在は利用にも選択にも技能や知識が必要であるが、さらに進歩することでいずれはコモディティ化され、誰でもどこでも利用できることが期待される。

- 機械学習、人工知能、ビッグデータ
- XR、高速通信
- AI、機械可読情報管理、高速情報処理
- 高度リスク管理、リスク管理への情報活用、人と機械の連携
- H-M コミュニケーション、ブレイン I/F、XR、リスク管理、分業管理

これらの技術の進歩により、機械のインテリジェント化、人と機械の連携、リモート作業、安全・安心の向上が可能となってきている。

オントロジーとセマンティクスを利用した意味情報処理が当たり前となり、また AI についても安全性が担保される技術が開発され、データ主導のものづくりとなる。また、それを認証するための標準が開発され、認証も行われるようになると推測される。製品品質は人間が作り込むが、データの多くは機械により生成・加工されるようになり、データ品質も機械によって管理・保証されるようになる。

つまり、データの相互運用性の進展により、人間の介在がなくなり、計算機同士が意味的相互運用性を確立し、真のデータ利活用が行われるようになり、あらゆる言語のオントロジー辞書が利用可能となる。あらゆる「モノ・コト」が、オントロジー辞書により意味構造化され識別子が振られることで、意味的相互運用性が達成される。製品利用履歴や部品の劣化データも価値の一つであり、リマニュファクチャリングにより付加された価値の情報も追加されて管理されるようになる。

4.1.5. 国際レベルでの経済の変化

近年の国際状況を俯瞰してみると、地球温暖化対策としての脱炭素化の流れの中で、新たな対立構造が顕在化し、エネルギー資源、食糧資源、鉱物資源の争奪戦が、めまぐるしく展開している。各国のエネルギー自給率の変化が各国の経済政策にも大きく影響を与えている。中国はすでに生産地ではなく巨大な消費地となり始めており、引き続きアジア・中南米・アフリカの途上国が中国やインドをはじめとする巨大消費地の生産中心となるが、これらの国々も徐々に生活水準が向上し、生産地から消費地へと転換をはじめ、国内消費の拡大により輸出できない品目が増えてくる。省エネルギーへの要請や経済安全保障などの観点から国際物流が制約され、グローバル経済の全体最適化、つまり生産と物流の最適化が起こる。

DX や Industrie 4.0 などに代表される情報空間と現実空間の連携は、GAIA-X などの欧州地域や各国のデジタル経済圏構想を後押しし、最終的には、世界規模の情報市場が確立され、ユニバーサルな真のデジタル経済圏が登場することが想定される。情報やデータが国際新市場で大量に流通し、国際的に交換される情報が爆発的に増大し続ける。ビジネスの価値の重心がモノから情報へ移動するとともに、情報は情報空間で国境をこえて光の速度でやりとりされるようになると、「データ」が「もの」の価値を決めるようになる。情報の相対取引から、情報市場への転換が進み、国家や国際企業の他に、個人、中小企業、自治体などが直接国際市場に参加するようになり、国際市場への参加が多様化する。このような変化により、現在の国際通貨、為替などのしくみが崩壊するなどして、国際貿易市場が新たな国際市場へと変貌することも想定される。本来は世界に唯一統一されたデジタル経済圏が確立することが望ましいが、政治的理由も含む様々な要因により、少なくとも初期の段階では複数のデジタル経済圏が構築されることになる。いずれにしても、各国の産業・経済は、どこかのデジタル経済圏に参加しないと国際社会で生き残れないことになる。デジタル経済圏の内での情報交換においては、ローカル言語に非依存な意味の共有が行われる。同時に、これらの情報は、コンピュータが解釈可能ともなる。

国境をこえてシームレスかつバーチャルにつながりあうスマートマニュファクチャリングなどの明るい未来への期待を抱かせる一方で、情報空間と現実空間のギャップに起因する問題もはらんでいる。パンデミックの

発生により現実空間での活動停滞が律速となったように、実体経済は現実世界での活動に根ざしているという面もある。現実世界における様々な制約（人、物理的距離、時間）はなお絶対的律速要因として存在することが改めて認識されるとともに、デジタル経済圏が実現するはずだった自由貿易主義への過度な期待は色を失い、かえって経済安全保障観点からの保護貿易主義が現実解となるという可能性も否定できない。緩やかで穏やかな保護貿易が主流となることも考えられる。これと並行し、デジタル経済圏も、データ主権を配慮した仕組みへと発展していく。異なるデジタル経済圏間での相互運用の問題を極力排除することが望ましいが、それを阻む技術以外の障壁も考えられる。

4.1.6. 国際レベルでの産業とものづくりの変化

コロナ渦により顕在化したように、人の移動の最小化と物流の最適化が必須となり、省エネルギーへの要請や経済安全保障などの観点から国際物流が制約され、グローバル経済（生産と物流）の全体最適化が起こると考えられる。

このような世界経済の環境変化が、デジタルツインなどによる産業のスマート化に拍車をかけることになる。ビジネス価値の重心がモノから情報にシフトして移行するとともに、所有価値から使用価値へのシフトも起こる。結果として、モノの地産地消と情報交換のグローバル化が進んでいく。オントロジーやセマンティクスと機械学習と AI が社会に深く浸透し、データ主導のものづくりとなる。言語や文化に依存せずに、世界中のデータや知識を活用して、新たな情報付加価値を産み出す産業が大きな存在となってくる。

また、スマート標準と呼ばれる国際標準の DX 化（Computer interpretable standard）が実現されると、データの相互運用性が飛躍的に向上し、人間の介在を必要としない計算機同士の意味的相互運用性が確立され、真にデータの利活用できるようになる。これにより、産業の DX 化が一気に加速されることが予想される。製品品質はデータ品質によってコントロールできるようになってくるため、データ品質の確保も重要性となる。データの品質を維持して管理・流通させるデータ仲介ビジネスが大きな市場となっていくと考えられる。

製品のモジュール化、コンポーネント化が進むと同時に、モノの地産地消と情報交換のグローバル化が進み、モノとデータが同じ程度重要な製品価値としなる。モノ中心のバリューチェーンから、モノ価値と情報価値が相互に関連し合う新たなバリューチェーンへと変化してゆき、生産現場のスマート工場化も進む。モノ主導から、部分的にはデータ主導のものづくりになってゆき、設計と製造業務が並行で動いてゆき、設計と製造との情報連携が必須となる。モノのバリューチェーンだけでなく、情報のバリューチェーンが構築されていき、デジタル情報のグローバルかつ異業界間での相互運用性が必要となる。

4.1.7. 日本の社会と生活の変化

日本国内の人口減少には歯止めがかからず、少子・高齢化が進み、労働人口が縮小し、総人口に対する就業人口の比率は低下し続ける。このような状況においても、過去から現在まで続いている日本の国家としての基本的な要件のひとつは、国民の安全の確保と豊かな生活の実現である。その実現のためには、エネルギーと食糧の需要に対する供給の充足が必須である。

エネルギーに関しては、省エネ生産が進展するとともに、原発の再稼働や再生可能エネルギーの活用

など国産エネルギーの活用が進むものの、電力需要は増す方向でエネルギー自給率は上がらず、エネルギー需要の多くを輸入で賄わなくてはならない状況が続くことを想定しておく必要がある。また、食糧についても、農業のスマート化により生産性の効率向上がはかられ、食糧自給率は向上するも、依然食糧輸入が必要な状況が続く。さらには、農産物を輸出していた途上国の生活水準向上にともない国際市場での農業生産物確保が難しくなり、農産物の価格が極端に値上がりすることが想定される。従って、エネルギーと食糧の確保のための外貨獲得は、依然として日本の社会・経済の持続可能性にとって必須の要件である。

これまで外貨獲得を担ってきた製品輸出産業は、国際状況の変化により、その業態を維持することができなくなる。 これまでの主要輸出製品の価格競争力が低下し、高付加価値製品への移行により輸出産業の維持に取り組むものの、国際物流は地球環境維持の観点から制約を受け、国際物流の最適化や最小化が起こり、国際物流コストが高騰し、工業製品においても地産地消が進むため、完成品の輸出は減少していく。 つまり、国際的な地産地消が進み、モノの輸出では十分な外貨獲得ができなくなる。 このため、製品輸出に代わる国際競争力のある新たな外貨獲得産業が必要となる。つまり、日本の強みであった品質、匠による製品の輸出だけでなく、グローバル情報を活用した日本が勝てる新ビジネスを仕立てることが必要となっていく。

情報市場による新たな価値創造が行われる将来の国際経済においては、情報の相対取引から情報市場への転換が進み、どこかのデジタル経済圏に参加しないと国際社会で生き残れなくなる可能性がある。一方で、デジタル経済圏に参加しても、国内での人間と人間、人間と機械のコミュニケーションは日本語で行われる状況は継続するため、国際経済の DX に対応しつつ、情報インフラが必要となる。

グローバルでの全体最適化が進む中で、日本の競争力維持・向上のための国内に重点を置いた部分最適的な戦略も必要になる。このため、情報の収集・蓄積・活用のための国内情報基盤は、国際標準に準拠する必要があると同時に、独自の特徴・付加価値の作りこみのために、国家標準への独自オプションの付加も必要となる。

4.1.8. 日本経済の変化

日本の現在の GDP は 561 兆円であり[23]、1 位の米国、2 位の中国につぐ第 3 位にある。この GDP の構成を見てみると、第 1 位が 114 兆円の製造業であり、全体の 20%を占めており、第 2 位は卸売・小売業の 13%である。製造業以外の産業も少なからず、製造業と何らかの関係がある事を考えれば、間違いなく日本の経済、日本の国力の屋台骨は製造業、ものづくりにある。一方で、情報通信産業は、全体の 5%にも満たず、その内訳もほとんどが通信路を提供する、いわゆる「土管ビジネス」であり、情報そのものを産み出す情報処理・提供は、僅か 7 兆円に過ぎない。

今後、ビジネスの価値の重心がモノから情報にシフトし、世界規模の情報市場が確立されユニバーサルな真のデジタル経済圏が登場し、情報交換のグローバル化が起こる。このような状況では、情報による価値創造とその価値の輸出が外貨獲得を担うこととになる（情報立国）。つまり、総輸出価値における情報価値の比率を増大させる必要がある。具体的には、入手した情報から価値ある情報を新たに産み出す産業が必要となる。その実現のためには、企業の情報価値創出事業が最小コストで実現可能な情

報基盤、国内外の人材が国内に定着するような魅力ある社会環境、優秀な海外企業、海外人材の日本国内への誘致が必要となる。

このような、ビジネスの価値の重心がモノから情報へシフトすることは、これまで外貨獲得を担ってきたモノづくり産業にも例外なく適用される。相変わらず、モノの価値は重要であり、モノなしでのビジネスは考えられないが、モノだけのビジネスも同様に考えられず、モノに係る情報の付加価値提供が不可欠となっていく。価値輸出の観点で、これまでの製品輸出産業の我が国のビジネスモデルの変遷を見てみると、まず、原材料を輸入して、国内で生産を行い、製品を価値として輸出することから始まった。その後、日本の経済成長に伴い円高が進行すると、原材料を海外で調達するとともに国内生産した重要部品を工場に送って、製品を海外の工場で生産し、重要部品の輸出と生産のロイアリティを価値として輸出するようになった。さらには、海外で生産して売り上げた製品に関連する情報を提供してそれを付加価値として輸出したり、所有の価値から使用の価値へのシフトにともない、製品を売り上げるのではなく、海外で生産した製品を所有した状態でリースなどの形で提供することにより、使用価値を輸出したりするなど、新しい外貨獲得のビジネスモデルも登場してきている。設備産業でも、生産財や資本財を国内で生産して輸出していた形態から、海外や現地での部品・材料の調達と製品の組み立てが主流になり、提供価値による外貨獲得の手段が、製品の売り上げから生産のノウハウや、設備設置後の運転支援などのサービスにシフトしてきている。

また、ビジネスの価値の重心がモノから情報にシフトするだけでなく、地球環境維持や経済安全保障の観点から国際物流が制約され物流コストが上昇し、国際的なモノの地産地消が進むことも、外貨獲得のモデルの変更を強いることになる。

4.1.9. 日本の産業の変化

新しい技術・ビジネスが創出され、経済安全保障など世界経済の安定化が図られれば、日本の産業は持ち直す可能性がある。産業のスマート化が進み、我が国の暗黙知のような技術は価値情報として海外から必要とされるようになる。人件費の問題や情報管理などの観点から生産拠点の国内回帰がはじまり、材料や部品の輸入品依存が低減すれば、国内経済も回復する。作り方のノウハウ、デザイン、生産管理手法などこれまでの個社の強みを活かした、いわゆる「CPS ものづくり」で必要なる、モノ（製品）に付随した価値ある情報の提供は、外貨獲得の手段として期待でき、貿易収支に貢献することができる。

就業人口の減少に伴い、国内での生産活動はより付加価値の高い活動にシフトする必要があり、海外からの労働力の調達も必要となると考えられる。また、エネルギーや資源の輸入依存の最小化や持続可能社会への移行からの要請により、リサイクルやリユースを最大限に活用するサーキュラーエコノミーのための基盤整備が必要となる。この物流の最適化のために、関連する様々な情報の活用が必須であり、物流システムの抜本的な変革も必要になる。

このような状況を考えると、国内外にある情報を有効に活用して情報価値を創出する新しいビジネス・スタイルや産業を増やしていく必要がある。地産地消の流れで、製品の国内消費が輸入依存から国内生産へシフトすることを活用し、国内の需要に応えて、生産ノウハウ蓄積・維持のために国内での生産を行う。世界中の情報と人材をリモートに活用した国内生産により蓄積されたノウハウは、海外の自社工場

で活用されるほか、固有技術を隠蔽した形で海外の他社の工場にも提供される。これらのノウハウを、どこの国のどこの企業においても活用することができるような環境を作れば、これらを情報価値として海外に提供して外貨を獲得することができる。さらにこうした外貨獲得の結果として得られる税収を、国内環境整備への公共投資として使うことにより、経済と産業構造改革の好循環を生み出すことが期待される。

情報価値生成に必要な国内外の情報を効率的かつ有効に活用するためには、国際標準に準拠した産業基盤の確立が欠かせない。有能な国内外の人材が日本で働きたくなる教育環境も重要となる。環境整備としては、情報価値創出の品質確保とコスト最小化、自由貿易の基本である WTO/TBT への最小限の対応による市場開放、価値ある情報を産み出すための政策としての社会基盤の整備や、海外資本が日本国内で事業を行いたくなる環境づくりなどが必要である。また、外資系企業や外国人の活用も可能で、情報活用関連のデータの蓄積、検索、理解、加工、提供などの各プロセスを連携させるためのデータ整備も必要となる。大中小あらゆる規模の企業の全てが、グローバルサプライチェーンに直接組み込まれるようになり、海外企業との評価軸・値や、異文化・異言語取引が一般化するので、これらの障壁に対応できる国内の情報インフラの整備も必要になる。

4.1.10. 国際ルールの変化

戦後の日本の製造業の復興において日本企業を支えたのは、技術の優位性により市場拡大・寡占化するいわゆる「技術優位性戦略」であった。1995 年に GATT が発展的解消され世界貿易機関 WTO が創設されると、その付属書として 2 つの協定「貿易の技術的障害に関する協定（TBT 協定）」と「政府調達に関する協定（GP 協定）」が盛り込まれ、そこで国際貿易における国際標準（ISO、IEC、ITU）の絶対的優位性が定められた。国際貿易において、技術が障壁となる場合、あるいは政府調達の場合で、要件として必要な技術標準には国際標準を採用することが加盟各国の義務となった。この新しい枠組みにより、欧米は、日本の「技術優位」の梯子を外すことが可能となった。このパラダイムシフト、つまり『技術優位性戦略』から『ルール優位性戦略』への移行によって、国際市場を席巻していた日本の製造業の強みは無効化され、国際的競争力が低下していった。

さらにこれに追い打ちをかける状況として、2001 年の中国の WTO 加盟がある。欧米が活用してきたルール優位性戦略の枠組みを、現在は中国が国を挙げて積極的に利用しようとしている。その象徴が「中国標準 2035」である。中国はこの方針にそって膨大な予算と多くの優秀な人材を標準開発活動に投入し、国際標準開発と特許の両輪政策として具体的かつ着実に推進している。中国の ISO／IEC／ITU での活動の拡大は、新規標準提案数、エキスパートの登録数、作業部会（WG）・専門委員会（TC／SC）の委員長・幹事の獲得数、ISO、IEC 本部の重要ポジション獲得に至るまで、全方位かつ急速に実施されている。中国は 2010 年頃、「三流企業がものをつくり、二流企業が技術を開発し、一流企業がルールをつくる」というスローガンを掲げていた[24]が、現在はその取り組みは刈り取りの時期に入っているとも考えられる。韓国に至っても、サムスンが標準化専門部門を創設して 150 名の専門家を配置し、年間 7,200 万ドルの予算をつけ、人事評価も行なっている。

我が国においても、2017 年には 30 年以上改定されていなかった旧工業標準化法が、産業標準化法へと改正された。その適用範囲は、国際のルール優位性戦略に整合するよう拡大され、産学官それぞ

れの組織が、標準開発へ主体的に取り組むことと、標準開発従事者を適切に処遇することを義務化する第 70 条が新設された。しかし、国際標準開発の専門組織をかかえるごく少数の日本企業を除き、多くの日本企業は、未だこの「技術優位性戦略」から「ルール優位性戦略」へのシフトに十分には対応できず、ルールフォロワの意識から脱却できずにいる。

ルール優位性戦略を進める上で重要なことのひとつは、国際合意可能なアジェンダの設定である。地球温暖化に対する脱炭素や EV シフトなどはそのようなアジェンダの例であるが、日本が過去提案し、国際コンセンサスを得ることのできた数少ない提案として Society 5.0 を挙げることができる。これは日本にとって非常に貴重なチャンスであることから、この Society 5.0 を政治・経済・産業・軍事・学術などあらゆる分野で徹底的に利用すべきである。国際へのアピールと並行し、その実効性を高めるために国内の産学官へ、このアジェンダの積極利用を推進するイニシアティブもまた必要であろう。

標準化というと ISO や IEC などの国際標準だけに眼が行きがちであるが、国家戦略的には、国際競争力のある国内環境の整備のための国内標準規格の整備が重要になる。ドイツは現時点では国際標準化活動におけるリーダーであるが、国内規格や欧州規格を国際標準化するという戦略をとっている。これにより、国際標準が制定される際には、既に国内規格は運用段階に入っており、国外との相互運用性が自動的に保証される仕組みになっている。さらに、国内規格にはドイツ固有の事情への配慮や強みを活かすための独自の規定が埋め込まれていて、競争優位性が確保されるように配慮されている。

国際標準そのもののデジタルトランスフォーメーションも我が国の標準化戦略を考える上で、重要なトピックである。IEC の最新の戦略プラン（IEC Strategic Plan[25]）でも、ISO の戦略プラン（ISO Strategy 2030[26]）でも、スマート標準（Standards that are Machine Applicable Readable, and Transferable）が最重要課題の一つとして掲げられている。スマート標準では、国際標準規格が人間だけでなく機械（コンピュータ）によって使用されるようになる。これにより、それぞれの地域や国や自治体、それぞれの業界や企業によって独自に進められていたデジタル化が統一され、相互運用性が確保されるようになるとともに、人の介在が劇的に低減されるようになる。製品の設計や品質保証、適合認証は、スマート標準をベースに機械が行うようになる。国際標準のデジタル化が、産業と経済のデジタル化を一気に加速させることが想定されるので、全ての標準化戦略は、スマート標準を念頭に置いて策定する必要がある。ドイツの Industrie 4.0 でも IEC の CDD（Common Data Dictionary）などのデータベース規格を戦略の中心に据えており、その戦略に基づいて ISO や IEC での活動を行っている。

4.1.11. 日本の標準化戦略に関する考察

これまで述べてきた国際社会・経済の変化の中で、日本の経済・産業が生き残り、エネルギーと食糧の確保のための外貨獲得を続けていくためには、「技術優位性戦略」から「ルール優位性戦略」へのパラダイムシフトを理解した上で、国際ルールや標準化に適切に対応していく必要がある。協調領域と競争領域の視点およびグローバルと国内の視点で、標準化における基本的な枠組みを考えると、日本としてやらなければならないことは、国外との相互運用性の確保と国際標準に準拠した国家規格整備であり、強み技術の権利化と有償での技術の提供である。一方で、日本独自ルールの策定や強み技術の標準化はやってはいけないことである。

日本の産業が持続可能であるためには、日系企業であるか外資系企業であるかに関わらず、企業が日本国内に留まり事業を行って収益を上げ続ける必要がある。日本という場所が国内外の企業の活動拠点として選ばれるためには、事業を行う上の品質・納期・コストの観点で他の地域よりも魅力ある環境を提供できる必要がある。

日本の強みを「モノ」や「モノづくりの高品質」から、情報価値や情報価値創出の環境の高品質にシフトさせる必要があることを考えると、日本が「場所を選ばない情報化社会」においても優位性のある「データ利活用拠点」であることが求められる。つまり、データや情報の流通に関する国際標準が整備されている必要があり、人類にとって価値があり、日本の経済・産業にとって不利にならないような国際標準が制定されるように、積極的に国際標準活動に参画する必要がある。

日本は国際標準の世界においてチャレンジャーであり、リーダーであるドイツのように国家規格を国際標準化するといった戦略をとることは、現時点では残念ながら現実的ではない。従って、制定される重要な国際標準については、できるだけ早く国内規格として日本国内の事業環境に適用して、相互運用性の欠如による国内産業の競争力低下や事業環境の魅力の低下などを起こさないようにする必要がある。同時に、国内規格制定の際には、日本国内の事業環境の差別化のために、日本独自のオプション規定を埋め込むことを検討することも重要である。ビジネス価値の重心のモノから情報へのシフトを考えると、具体的には、国際経済のデジタルトランスフォーメーションに対応しつつ、日本語を含む日本の文化を維持できるような、情報インフラが必要となる。日本がデータ利活用で存在感を示していくためにも、オントロジー辞書標準やオントロジーの整備とその日本語対応が重要であり、それを議論していく必要がある。

日本のビジネス環境を、データの収集、処理、発信に関して、QDC の観点から国際的に優位性を持つように整備することは、国の価値を高めることにつながる。ものづくりを軸に様々な産業の拠点が日本にも設置されるようにするとともに、その結果として日本に集まる企業の価値を高めるようにする必要がある。

4.1.12. 人材育成

仮に正しい標準化戦略が策定できたとしても、それを実行できる体制と人材が無ければ、その戦略は絵に描いた餅になってしまう。しかし、現在の日本の国際標準の体制と人材に関する状況は、ドイツに代表される欧州の主要国や米国などに比べて遅れをとっているだけでなく、中国や韓国にすら追い越されてしまうような厳しい状況にある。この状況は、ものづくり関係の国際標準化においても例外ではない。 国際標準規格の開発活動に直接関わる人材の育成だけでなく、それ以外の日本の将来の産業を支える人材の育成も必要である。

新しい国際社会の中で我が国が国際競争力を維持・拡大していくためには、様々な役割において、国家観の復活と国益視点で活動できる十分な数のリーダー人材が必要である。ルール優位性戦略の枠組みの中では、技術優位性戦略で必要とされる人材とは異なった種類の人材が必要となるため、これらのリーダーには、ルール優位性戦略の重要性を理解した上で、さらに政治交渉能力などを備えていることが求められる。技術要件を定める国際標準化活動に直接参加する人材であっても、単に技術的な視点だけでは不十分である。国内標準の国際標準化や国際標準を国内標準としての採用を念頭に置いた活動ができる人材の育成や確保が必要である。また、標準化人材の育成、人脈の形成、発言力の獲

得は短時間では実現できないので、必要に応じて迅速な標準開発化活動が適切に行えるように、ISO、IEC のすべての委員会、少なくとも日本が押さえておくべき重要分野の委員会には、あまねく日本のエキスパートが存在するようにしておく必要があり、できれば、コンビナ、議長、幹事などのポジションを獲得しておくことが望ましい。

しかしながら、日本における国際標準化人材開発の状況を見てみると、戦後ながらく日本の産業界が教育界に求めてきた人材が技術優位性戦略に適した人材であったことから、政治交渉能力という新たなコンピテンシーを備えた人材育成がほとんど進められていない。そのため、このルール優位性戦略に基づいた人材が、日本にはほとんどいないという危機的状況である。ルール優位性戦略は、欧米によって比較的穏やかかつ紳士的に進められてきたため、日本の産業界の経営層は、ルール優位性戦略への対応が、我が国や我が国の企業の存亡に関わるという状況を未だ意識できずにいる。多くの日本企業はこれら危機的状況に直面しているにもかかわらず、いまだ標準化人材の重要性を理解せず、人材育成もせず、時間のかかる標準化活動が企業の短期的定量評価の物差しに合わないことから標準化従事者の人事評価もしないなどの深刻な状況があり、その結果日本の少なからぬ標準化人材の流出が懸念される状況にさえなっている。欧米諸国だけでなく、中国が 2035 年を目標に精力的にルール優位性戦略に取り組んでいる状況を鑑みれば、日本企業に残された時間はさほど多くはない。また、経営層がルール優位性戦略の必要性を理解しトップダウンでの指示が下りてくるのを待っている時間もない。標準化活動が片手間的な活動としてしか理解されていない日本企業に、2035 年までの間にこれに匹敵する速やかかつ抜本的意識変革は到底期待できないからである。

このため、経営層から新入社員に至るまで、全ての階層での意識改革に向けた産学官の取り組みの重要性が増すだろう。例えば、日本企業が新たなルール優位性戦略に対応できるよう初期の取り組み導入の後押しをしたり、企業活動とは切り離して、大学における標準化人材育成講座の充実や、標準化人材ファームなど企業のルールメーキングを支援する第三者機関を国主導で創設したりすることも考えられる。

4.2. サブグループ 2：技術ロードマップと標準化要件の整理

4.2.1. 活動の概要

SG2 では、ものづくり標準化ロードマップにおける、技術ロードマップと標準化要件の整理を担当する。その位置づけおよび他の SG との関係を図 4.2.1 に示す。図中、赤枠で囲った部分が SG2 の担当範囲である。

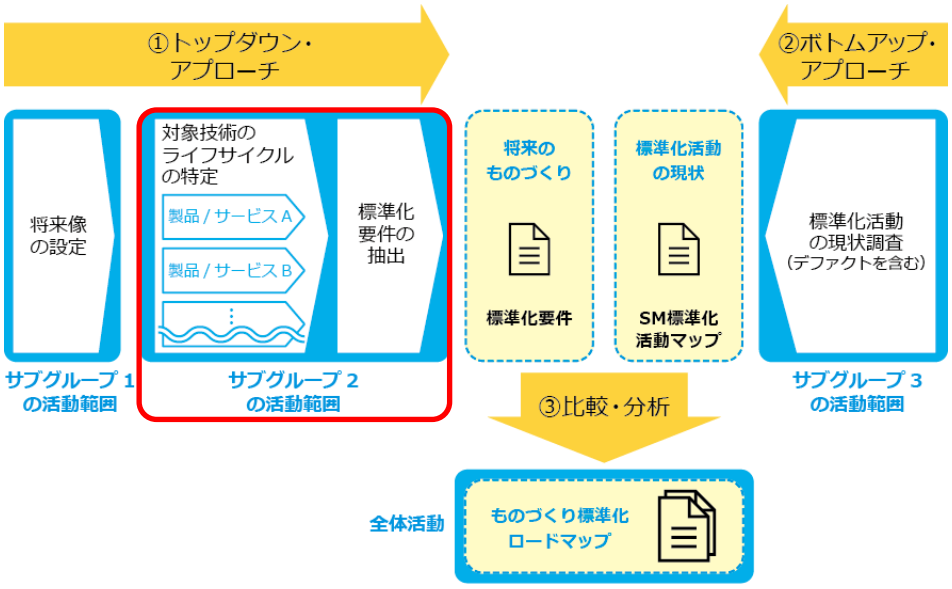


図 4.2.1 「ものづくり標準化ロードマップ」作成アプローチ および SG2 に位置づけ

- 目標

  SG2 としての目標は、SG1 の成果物である「スマートマニュファクチャリングの将来像」および「そこにおける日本の立ち位置（役割、貢献、など）」に基づき、以下のものをアウトプットすることである。

  - 国際貢献として日本が注力すべき技術領域のリスト
  - 上記の各領域における技術発展のロードマップの想定
  - 上記の各領域における協調領域／競争領域の明確化
  - 上記全ての技術領域を総合して標準化活動で考慮すべき要件のリスト

- 中間報告までの進捗

  中間報告段階では SG1 の成果物が作業中であるので、SG2 としてはそれまでの準備として以下の検討を行った。

  - 活動の目的の確認
  - 議論のポイント／課題となりそうな点のリストアップ
  - 検討領域としての「ものづくり産業およびそれを取り巻く環境」のモデルの作成
  - 検討プロセスの確認
  - 上記モデルを基に特定した領域ごとの検討

4.2.2. 議論の前提条件の確認

■ 活動の目的

具体的な議論に入る前に、SG2 の目的として「ものづくり標準化ロードマップ」に対してどのような形で貢献すべきかの方針を議論した。そこで出た意見をまとめる。

- 次世代の製造業（= DX 後の製造業）のあり方の指針を示したい
  - 製造業のパラダイムシフトにより、メーカーが作った製品を買うだけではなく、ユーザーが欲しいものやサービスを依頼すれば、直接手に入るように、製造・販売がプラットフォーム化することが考えられる[27]。このようなプラットフォームにおいて必要な ISO や IEC 規格の見極めと、日本からの提案を行いたい。
  - DX 後の製造業の姿の仮説を立て、そこに向かうロードマップを作成することで、「DX を検討するなら、まずはこのロードマップを参照すべき」のような地位を築きたい。
  - 科学と技術と社会の間の関係に基づきロードマップを作成したい。
- 標準化のビジネスへの貢献を拡大したい
  - スタートアップ企業や中小企業のビジネス拡大に貢献することを示したい。
  - これまで標準化に参画していなかった、多様な企業・専門家に標準化活動に参画してもらいたい。
  - 標準化への貢献のあり方を、規格の提案・開発以外の新たな姿を例示したい。
- 日本が国際社会においてリーダーシップを発揮したい
  - 新たたなプラットフォームに参画する企業の多様性を高めることにより、蓄積と発信する情報の厚みと幅を出すことができると考える。そのことで、国内外との相互運用性の確保が確保され、かつ日本の実践が活用されたシステムとして国際社会に貢献していく日本企業の優位性を国際社会でも敷衍させたい。

■ 議論のポイント／課題となりそうな点

続いて、今後の議論のポイントや議論する上で課題となりそうな点について整理を行った。

- 「日本が注力すべき技術領域」をどのように選ぶか
  - 各社の事業に活用してもらいたいので、ESG、SDGs、カーボンニュートラル、DX など多くの企業に共通する課題に結び付けたい
  - 中小企業の事業の拡大に貢献することを考えると、日本語化や JIS 化などの日本向けの対応を検討することが必要
  - IoT などの新しい技術の導入を進めるために、評価指標を検討することも大事
  - 各国政府・企業・ユーザーと GAFA／BATH との関係性を見極めることが重要
- ロードマップのタイムスパンをどのように考えるか
  - 「2030 年までの Society 5.0 の実現」、「2050 年までのカーボンニュートラル実現」などの外的要因にあわせて決定すべき
    将来指針としての「ものづくり標準化ロードマップ」の利用目的から考えると、各社の長期経

営戦略の先（2030 年あたり以降）を見据えたものがよいのではないか？

4.2.3. 検討領域の概観

「活動の目的」で議論した内容を基に、検討領域としての「ものづくり産業およびそれを取り巻く環境」のモデルを作成した。

■ SG1 から提案されたアプローチ

SG1 から「将来像設定」のためのアプローチとして、以下のステップが提案された。

1. 世界（社会・経済）の将来の推定
2. 将来の世界における日本（社会・経済）のあるべき姿の設定
3. 新しいものづくり産業のために必要な国内環境の特定
4. 楽観的なシナリオと悲観的なシナリオの想定
5. 国際標準化の取り組みへの示唆の策定

SG2 では、この 1～3 のステップに沿ってこれまでの議論の内容をキーワードベースで整理した。

1. 世界（社会・経済）の将来の推定
   キーワード: カーボンニュートラルの実現、サーキュラーエコノミー、サイバー世界と物理世界の融合（メタバース、他）、Well-being の維持・向上
2. 将来の世界における日本（社会・経済）のあるべき姿の設定
   キーワード: Society 5.0
3. 新しいものづくり産業のために必要な国内環境の特定
   キーワード: 高付加価値のものづくり、Smart Manufacturing、次節にまとめるモデル

■ Society 5.0 におけるものづくり

Society 5.0[28]は、「Cyber 空間とフ Physical 空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会」と定義されている。また、その中でものづくりについては、図 4.2.2 のように、産業のバリューチェーンを強化することで様々な課題に対応することが期待されている。

図 4.2.2　Society 5.0 におけるものづくり

（出典：内閣府「Society 5.0　新たな価値の事例（ものづくり）[29]）

■　**新しいものづくり産業のために必要な国内環境（検討領域）**

この考え方と、製造・販売がプラットフォーム化を組み合わせ検討領域のモデルとして「新しいものづくり産業のために必要な国内環境」を図 4.2.3 のように整理した。

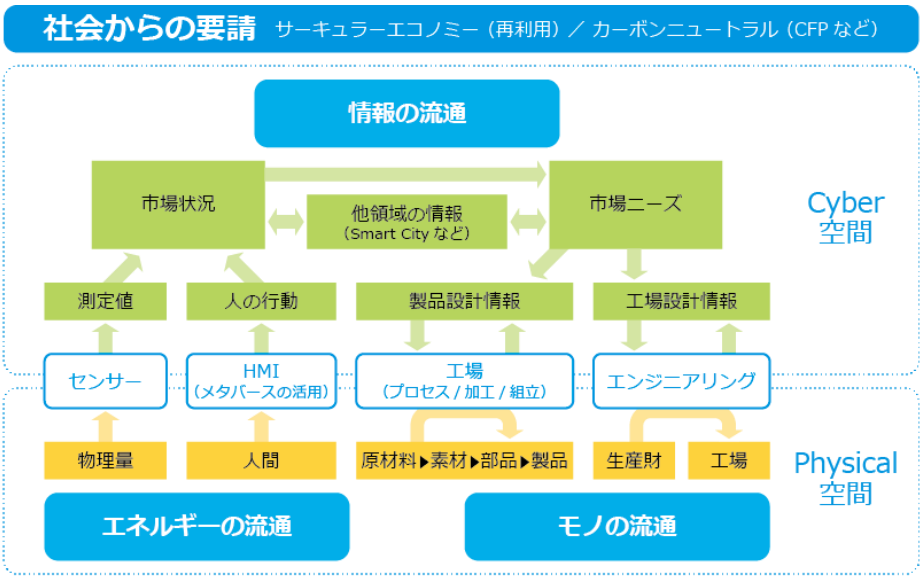


図 4.2.3　新しいものづくり産業のために必要な国内環境

社会からの要請としては、再利用を推進するサーキュラーエコノミー、カーボンニュートラルの実現、Well-being の維持・向上があると考え、右上にその記述を行っている。図全体では、上半分に Cyber 空間を置き、下半分に Physical 空間を置いた。Physical 空間から Cyber 空間への変換（左半分）については、センサや HMI などがその役割を担い、Cyber 空間から Physical 空間への変換（中央）については、工場がその役割を担うと考える。また、「ものづくり」産業を考える上では Physical 空間における「工場」をどのように作るかということも重要であるため、左端に生産財から工場を作り上げるプロセスを置いている。

新しいものづくり産業をこのようにモデル化することで、標準化の必要となる部分がいくつかリストアップされ、これらを楕円で示した。具体的には、Physical 空間においては、物理的なモノの流通（ここには、原材料や製品のみならず工場で使われる生産財も含む）、ものづくりをする上で必要となるエネルギーの流通が大きな標準化領域として考えられる。また、Cyber 空間においては、上記の Physical 空間での流通に関連した情報の流通が標準化領域であると考えられる。

4.2.4. 採用した検討プロセス

■ 概要

SG2 は、技術ロードマップと標準化要件の整理の検討を進めるにあたり、検討領域を複数に分割して多面的な分析・検討を進めている。それぞれの検討領域では、機器間、製造ライン間、さらにサプライチェーンなど製造にまつわる企業間において、関連するデータが流通して相互作用することにより、いままでにはない新しい価値が創生できるのではないかと考えている。

本節では各検討領域に共通的に適用できる検討プロセスについて説明する。この検討プロセスは各検討領域で技術ロードマップと標準化要件の整理において、それぞれの検討過程の妥当性を確認でき、また、それぞれの検討結果を比較検討できるようにするために採用した。

■ データ流通の要件

この検討では、日本の産業が世界をリードすることを目指し、より現実的な検討を行うために、次のような前提条件と想定をおく。

- 対象の産業は、日本経済に対する影響が大きく、けん引役としてふさわしいものであること
- １企業が単独で DX しても、世界での優位性を長期間維持することは困難である
- 日本の優位性を維持できる仕掛けが必要である（オープン性を保ちガラパゴス化は意図しない）

そのうえで、前述した図 4.2.3 の情報の流通を実現するための要件として、SG2 は次の 4 点に注目する。

- 日本の社会にデータ流通にまつわる仕組み（企画、法制度、マインドなど）を構築・醸成すること
- 安心・安全なデータ流通の基盤により社会・業界・企業の DX を継続的な促進が実現できること
- データ流通を担う他の基盤（Gaia-X など）との相互接続・相互運用が可能であること

- いつでも簡単・安価にデータ流通の基盤に参加・脱退が可能であること

これらのデータの流通に関する要件を満たすことにより、安心・安全なデータのやり取りができ、高いオープン性に基づく相互接続性・相互作用性が提供され、同時に一定のガバナンスを効かせることも可能になり、企業の継続的な事業革新を支えることにより社会を成長させる基盤を構築できると考える。

■ 検討プロセス

SG2 は、それぞれの検討領域と前述したようなデータ流通基盤は、どちらか一方が高度化すればよいのではなく、双方が相互に高めあうことにより、さらなる相乗効果が見込まれると考える。他方、データ流通に関しては、世界の各所で検討が進められている。SG2 では、そのような状況を踏まえ、前述したような相乗効果を生み、各検討領域に期待される要件を体系的に抽出して整理するために、次の 7 ステップから構成される検討プロセスを策定した。

1. 要件を洗い出すために、想定される主要なユースケースを短い文章で記述する（※1）（※4）
2. 各ユースケースが扱う根源的な課題を抽出して一般化した表現を用いて説明する（※5）
3. 一般化した各課題に対処するための機能要件、非機能要件（-ilities（※2））を整理する
4. 各要件を満たす具体的な解決手段を列挙、各解決手段に対応づく規格をマッピングする（※5）
5. 各解決手段に対応する規格がない場合、規格を開発するか否かを検討する（※3)
6. 並行して、ユースケースを実現できる・実現すべき順序に時系列に整列する
7. 上記整列したユースケースから標準化すべき項目を抽出してロードマップ化する

（※1）記述した各項目について、特定の実装手段・方式を連想する文言を削除して一般化・汎化した表現に調整する。

（※2）-ilities の例：安全性、柔軟性、堅牢性、耐久性、スケーラビリティ、適応性、ユーザービリティ、相互運用性、持続性、保守性、試験容易性、モジュール性、強靭性など。

（※3）前記要件を満たせない場合、デファクト技術や既存規格があった場合でも標準化を検討する

（※4）各ユースケースに必ずしも新しさは必要ないが、それらの組合せた全体として新規性があること

（※5）TRIZ（発明的問題解決理論）などで用いられる一般化／具体化の手法を適用することで、多様な実現手段としての技術を抽出して、適用する技術毎の Pros／Cons など検討できるようにする。

4.2.5. 検討領域の詳細

4.2.5.1. 全体構成

図 4.2.3 で記述したモデルを基に、SG2 では検討を行う重点領域としてトピックとして以下の 5 つを深掘りすることとした（図 4.2.4）。最終的には SG1 からのインプットを基に調整をすることとなる。基本的には、モノや情報の流通に関する部分を取り上げているが、ものづくり分野では Cyber 空間から Physical 空間への変換において AI やロボットなどの標準が重要な地位を占めると考えるので、取り上げることとした。

- モノづくりに関する情報流通
- モノの流通における情報流通との連携
- エネルギーの流通における情報流通との連携
- 工場向け製品の流通
- ものづくりプラットフォームに関する AI やロボットなどの標準

図 4.2.4 検討を行う重点領域

本節では、これらの分野において、それぞれ、基本的に以下の 3 つの項目について考察した内容を記述している。

- 概観・概要
- ユースケースのリストアップ
- 他の領域との関係

それぞれの記述内容を簡単にまとめる。

「**モノづくりに関する情報流通**」では、工場内における機能の階層構造（IEC62264（ISA-95））を意識しつつ、それをまたがった情報流通を実現するにはどのような標準が必要か、また、それを複数の工場、複数の企業、さらにはサプライチェーンにつながる企業間と広げた場合にどのような標準が必要になるかを考察した。「**モノの流通における情報流通との連携**」では、ものづくりにおいて消費・生産される原材料、部品、製品などの流通の際に、通常求められる情報（製品仕様、品質データ、など）に加えて、現在の社会的要請（Carbon Foot Print の明示など DX・グリーン・ESG への対応）に基づいた付帯的情報の流通なども視野に入れて考察した。「**エネルギーの流通における情報流通との連携**」においては、ものづくりで使用される電源が多様化(再生エネルギー、

蓄電池、など)することが想定される中、どのような情報を流通させる必要があるかを考察した。「**工場向け製品の流通**」においては、「モノの流通」においてものづくりの現場で使用される生産財の流通について、サーキュラーエコノミー実現にためにはどのような情報を流通させる必要があるかを考察した。「**ものづくりプラットフォームに関する AI やロボットなどの標準**」では、AI やロボットによる自律化が進むと想定されるものづくりの現場において、これらの技術を安全にかつ効率よく利用するために必要な標準について考察した。

4.2.5.2. ものづくりに関する情報流通

① 概観・概要

新しいものづくりでは、企業間や、産業システム（ERP、PLM、MES、スケジューラ等）、及び工作機械やロボットや人、設計などの情報が、AI で理解できるオントロジー化されたデジタル・データで連携する事で、産業界の DX や Connected Industry を実現し、その情報を他産業へ流通させることで Society 5.0 や SDGs を実現する事ができる。また、それらの情報がインターネットを経由して早く・安く・安全に世界中で流通し、データ共有されることで、産業用の KPI である生産、メンテナンス、品質、在庫、環境などの管理指標（産業用 KPI:ISO22400 参照）や製品設計、その他の経営指標を飛躍的に向上させると考えられている（図 4.2.5）。

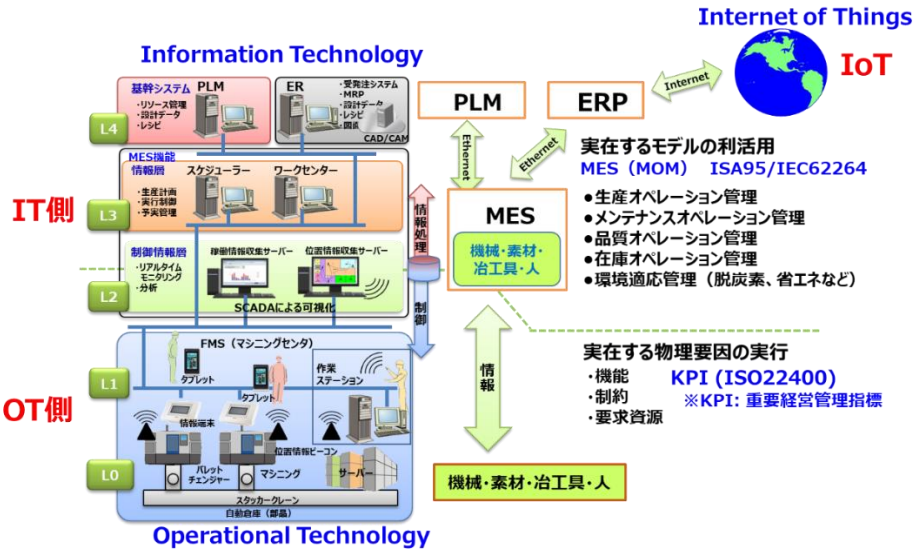


図 4.2.5 新しいものづくりでのデータ流通

（出典：IAF／CLiC 活動紹介資料[30]）

また、工場内（On-premises）のデータ連携は L0~L4 の 4 つのレイヤー（IEC62264（ISA-95））の階層構造で表せるが、新たなモノづくりではどのレイヤーからでも安価な Public Network を経由して Cloud に接続し、Cloud 上で様々な産業用サービスが生まれ世界中で活用される。これに

より新たなものづくりのでは、図 4.2.10 に示すような企業の枠を超えた情報流通やフレキシブルなシステム間連携が実現していくと考えられる。

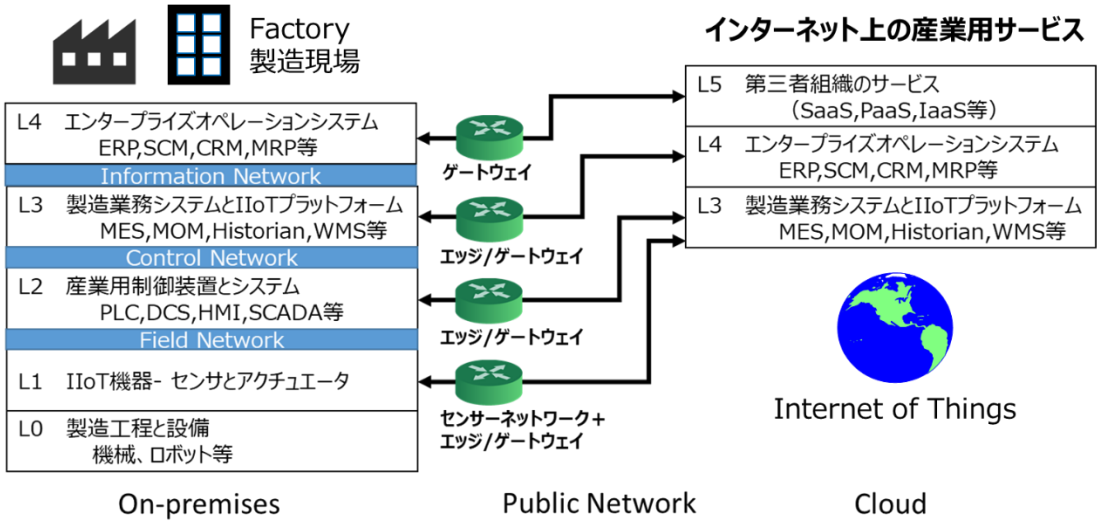


図 4.2.6 ものづくりに関する情報流通の構成

（出典：IAF／SMKL プロジェクト／SMKL 白書（ベンダー活用基礎編）[31]）

② 2．ユースケースのリストアップ

● 新しいモノづくりに於ける工場内の情報流通ユースケース

a）工場内の情報流通の課題（図 4.2.7）

生産関連のシステム間の連携において、ベンダーが異なる場合やシステム変更などでインターフェースの作りこみに時間や費用がかかる等の理由があり、システム間連携が十分にできていない。その為、a)連携すべきシステム間が未接続のままである（①-a）、b）また、連携が必要なシステム間でも人が介在しているケースが多い（①-b）。

現在、システム間のデータ連携の多くがファイル形式で a)日単位（②-a）や b)時間単位（②-b）、c）分単位のバッチ処理（②-c）となっているが、リアルタイムに連携できていないので、急な注文変更や設備故障などが発生した場合に生産計画をリアルタイムに変更できない。

生産関連のシステムを販売する大手ベンダーは自社製品同士のバッチ処理、又はリアルタイム連携が可能だが、各システムは高価（場合によって数千万円～数十億円）で年間の保守費も高く、中小企業では手が出ず、投資に見合う効果が出るか不安な企業も多い。

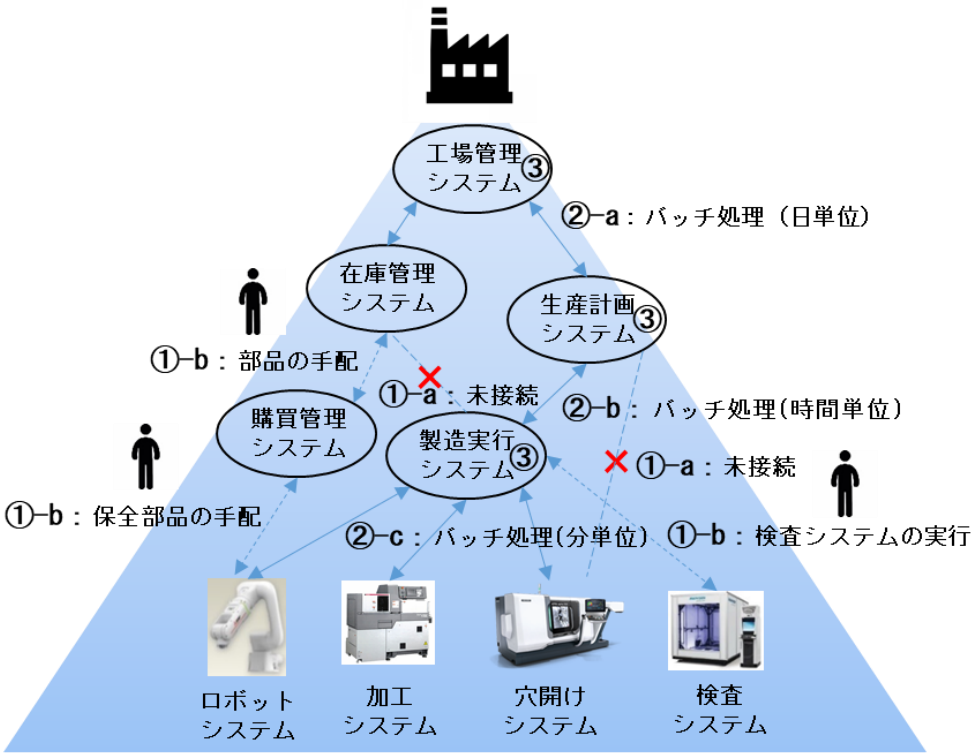


図 4.2.7　工場内の情報流通の課題

（出典：FAOP／MESX 研究会資料[32]）

b）工場内の情報流通のあるべき姿（図 4.2.8）

生産関連のシステム間の連携において、AI 等で学習しやすいシンプルなオントロジー化された標準言語（JISB3951 等）を使いシステム間の情報連携ができれば、システム間のインターフェースを作り込まなくても良い。これによりシステム間の連携の為の単純作業（下記 a.~e.等）から解放され、人はよりクリエイティブな仕事に重点を置くことができる。

a.部品自動手配（①-a）

b.保全部品自動手配（①-b）

c.検査システムの自動実行（①-c）

d.トラブル発生時の部品在庫自動確認（①-d）

e.機械故障時の生産計画自動変更（①-e）

このような AI で学習しやすいシンプルなオントロジー化された標準言語を使えば、リアルタイムでシステム間のデータが連携でき、例えば、急な注文変更や設備故障時に、生産計画をリアルタイムに変更可（カーナビのオートリルートのイメージ）

また、システム間の連携の標準化が進めば、システムベンダーの参入障壁も薄まり、安価で良質なシステムが生み出され、中小企業でも採用が進むと考えられる（価格は数十万円～数百万円、保守込みで月額数千円のプランなどを想定）。

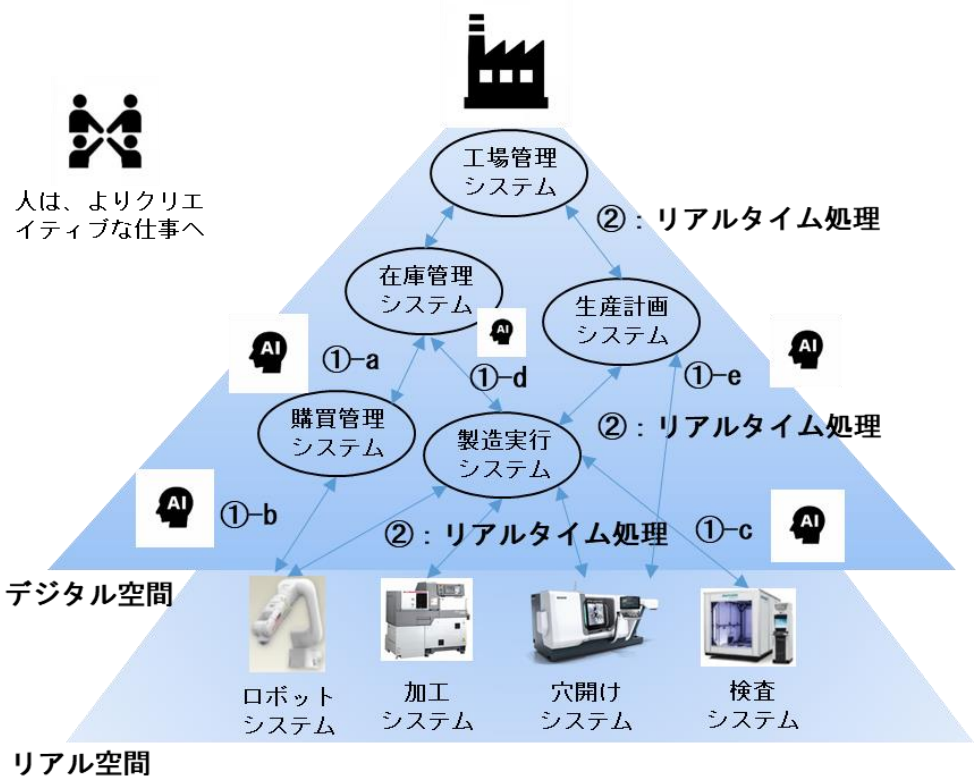


図 4.2.8　工場内の情報流通のあるべき姿

（出典：FAOP／MESX 研究会資料 [30]）

● 新しいモノづくりに於ける企業間（生産システム間）の情報流通ユースケース

ａ）企業間の情報流通の課題（図 4.2.9）

グローバルでの生産活動（24 時間 365 日）では時差によるタイムロスが発生

通信手段や言語がバラバラで自動化が課題

a）電話、b）FAX、c）メール、d）ネットワーク、e）多言語

②の課題で、発注先のフレキシブルな変更（BCP 対策）が課題

部品のグローバル調達化に伴い適正な a）在庫管理や b）生産計画が課題

予知保全などと連動した保守パーツの自動発注が困難

他工場、他企業の遊休システムや設備、人材などの空き状況が分からないため、有効活用が不十分

SDGs、低炭素社会の実現において生産活動における環境 KPI データ（消費電力、炭素や温暖化ガス排出量）を、グローバルで見える化できていない。生産現場のシステムから上流のシステムにリアルタイムにデータ連携する仕組みの構築が必要

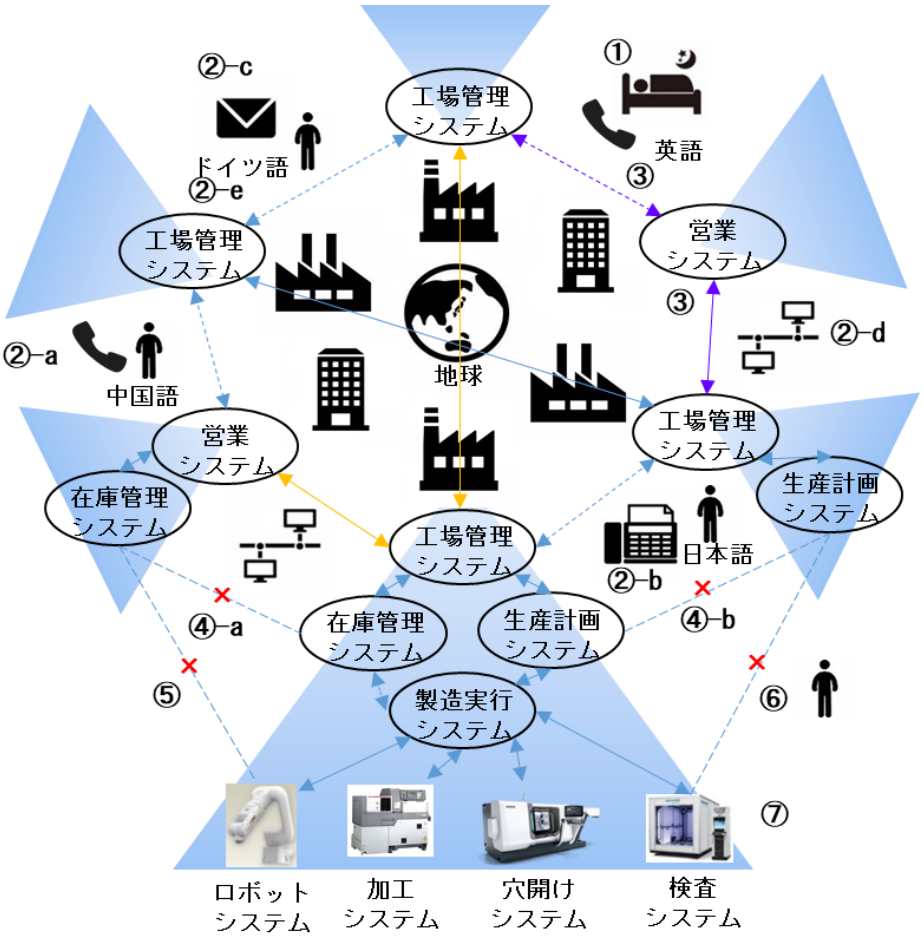


図 4.2.9　工場内の情報流通の課題

（出典：FAOP／MESX 研究会資料 [30]）

b）企業間の情報流通のあるべき姿（図 4.2.10）

24 時間 365 日リアルタイムに受発注するシステム構築が可能。自動契約・自動発注（AI 等）技術と組み合わせる事で更に効率化が可能

グローバルな通信はインターネット、本規格で規定するプロトコルによりシステム間連携の共通手段を提供

②によりグローバルで多くの工場・企業と本規格で繋がることで受託先システムのフレキシブルな変更が可能（BCP 対策）

他工場、他企業との在庫管理システム連携による a）適正在庫化、及び BCP 対策（コロナや震災対応）、b）生産計画システム間のリアルタイム連携による効率的なジャストイン・ジャストアウト生産

予知保全などと連動した保守パーツの自動発注が可能

他工場の遊休システムや設備、人材との連携により生産計画のボトルネックを解消

生産活動における環境 KPI データ（消費電力、炭素や温暖化ガス排出量）の見える化が進

み、製造現場のリアルシステムからデジタルシステムまで、グローバルでの連携が容易となり、改善活動を通じて SDGs（No.9、8、12）、低炭素社会に貢献

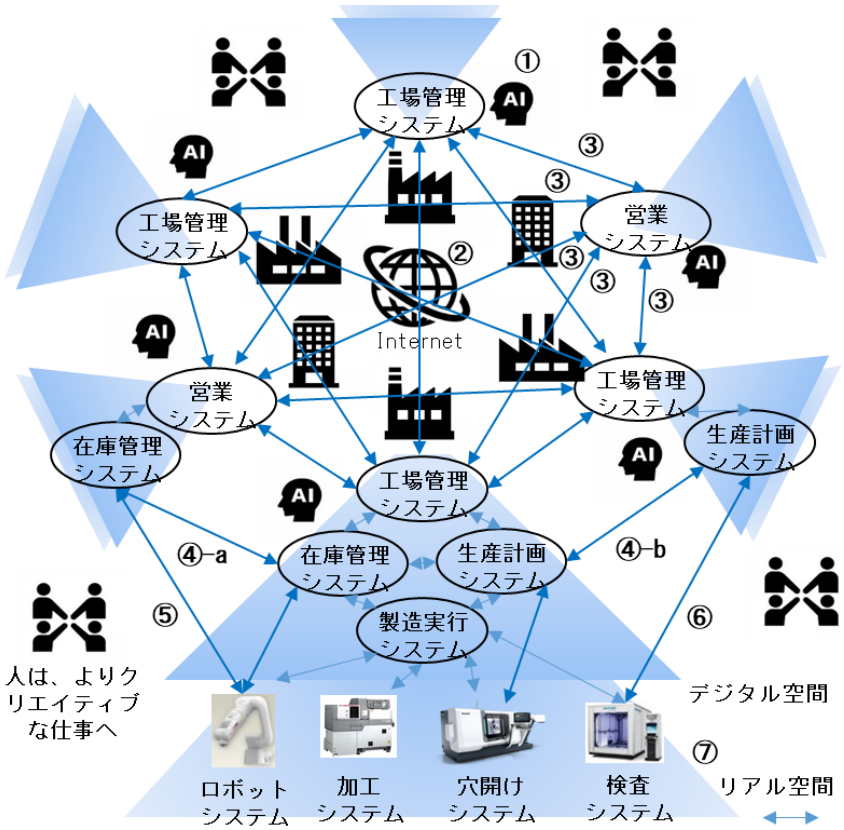


図 4.2.10　工場内の情報流通の課題

（出典：FAOP／MESX 研究会資料 [30]）

＜他産業との情報について＞

主要業種についてどのような活動をするかに基づいて分類を行った（表 4.2.1）。

表 4.2.1　主要業種の分類

（参考：総務省統計局[33]）

ものづくり	販売	サービス	インフラ	金融
農業、林業	卸売業、小売業	情報通信業	電気・ガス・熱供給・水道業	金融業、保険業
漁業		学術研究、専門・技術サービ	運輸業、郵便業	

		ス業		
鉱業、採石業、砂利採取業		宿泊業、飲食サービス業	不動産業、物品賃貸業	
建設業		生活関連サービス業、娯楽業		
製造業		教育、学習支援業		
		医療、福祉		
		複合サービス事業		

1320
1321
1322 これらの産業間をまたがる新たなサービスやビジネスが生まれるためには以下の表のようにミッシーに考え
1323 る必要がある（表 4.2.2）。
1324
1325 表 4.2.2 主要業種分類間の関係

	ものづくり	販売	サービス	インフラ	金融
ものづくり	●	●	●	●	●
販売	●	●	●	●	●
サービス	●	●	●	●	●
インフラ	●	●	●	●	●
金融	●	●	●	●	●

1326
1327
1328 **4.2.5.3. モノの流通における情報流通との連携**
1329 ① 概観・概要
1330 モノの流通における情報流通との連携を通じて、業務の効率化など業界や業種に特有のニーズを
1331 満たすだけでなく、DX・グリーン・ESG 対応など汎用的なニーズを満たすことができると考える。そのよう

な情報流通と連携を実現するためには、IT 基盤が、特にデータ流通の基盤が大きな役割を果たすと考える。そして、そのようなデータ流通の基盤は、IT の専門部署を擁する大企業だけでなく、専門家が常駐しない中小企業でも、無理なく活用できる利便性を備える必要があると考える。そこで、本節では、前述のデータ流通を支える IT 基盤の活用を前提に、モノの流通における情報流通との連携について検討する。

② ユースケース

ここでは、モノの流通における情報流通との連携において、前述したデータ流通の基盤と、ものづくりを実施する生産システムが、どのように相互作用するか、どのような要件や制約が想定されるかを仮説して、ユースケースとして短い文章で表現したものを列挙して、"データアクセス"、" 基盤間の接続性"、"安心・安全"、および"運用管理"の観点で分類して整理した。

【データアクセス】

- データ流通の基盤には、規格化された通信、データ交換、認証など手続きで接続できる
- データのアクセスは全て記録され、管理者の権限レベルに応じて履歴を参照・管理できる
- 流通するデータは管理者が定めた手法で評価され、条件を満たしたデータだけが利用できる
- データは管理者の指定した期間(10 年、20 年など)保持され、アクセシビリティを保証する
- データは項目（組合せなど）や表現形式を指定して取得・格納
- データは、その属性（所有権、アクセス権、個人情報か否かなど）も併せて管理
- データは複数のアプリ/サービス（決済、在庫管理、SCM など）と組み合わせて利用できる
- 製品の製造元企業が廃業・統合・分割しても、データに対するトレーサビリティを保証

【基盤間の接続性】

- データ流通の基盤は、他基盤と相互接続して一つの大きな論理的な基盤を構成できる
- データへのアクセスやデータの移動時は、規制や法律などの境界（国境など）に応じた処理を施せる（変換、フィルタ、課金、記録など）
- データ流通の基盤は、各データの格納領域をユースケースに応じて複数設できる
- 既存あるいは今後現れる他データ流通基盤との間で、過不足なくデータを交換するために相互接続できる

【安心・安全】

- データへのアクセス履歴を記録して管理でき、アクセス履歴の保存期間やアクセス権は、対象データの属性により決められる
- 各地域の個人情報保護法や GDPR など法令を遵守
- 管理者・利用者はデータに指定したレベルに応じたトレーサビリティ範囲を設定・制御
- 大規模災害に備えて、特定の地域で不測の事態が起きても、別地域からはアクセスできる、あるいは、24 時間以内に復旧できるなどレジリエンシーを備える SLA が保証できる

【運用管理】

- データ流通基盤に格納されたデータは、対象の製品が輸出、廃棄やリサイクルされても、製造から指定した期間（10 年、20 年など）保存され、その後は記録として永続的に参照できる状態を保つことができる
- 管理者は、データが物理的に格納される国・地域あるいは DC などを指定できる
- データの利用・格納に伴う課金や課税などの情報を管理できる
- データには、権限の程度に応じたアクセス権や管理方式を段階的に設定することができる
- 管理者は、利用者のロール（OEM／Tier1／Tier2 や購買／設計／保守など）や所在国・地域に対してアクセス権などデータ流通に対する操作権限を設定できること

③ 他の領域との関係

データ流通基盤は、すでに欧州の GAIA-X や日本の DATA-EX などが検討をしているため、再度同じことを検討することはせず、それら団体の検討結果を踏まえて、ものづくりにおいて有効活用する方法を検討して具体化を進める。

4.2.5.4. エネルギーの流通における情報流通との連携

① 概観・概要

発電所に依存した従来型のエネルギー供給システムを見直すとともに、需要者側のエネルギーリソースを電力システムに活用する仕組みの構築が進められている。工場や EV などが有する分散型のエネルギーリソースは小規模であるが、IoT を活用した高度なエネルギーマネジメント技術※によりこれらを束ね（アグリゲーション）、遠隔・統合制御することで、電力の需給バランス調整に活用することができる。

※つながる為の標準化技術が必要

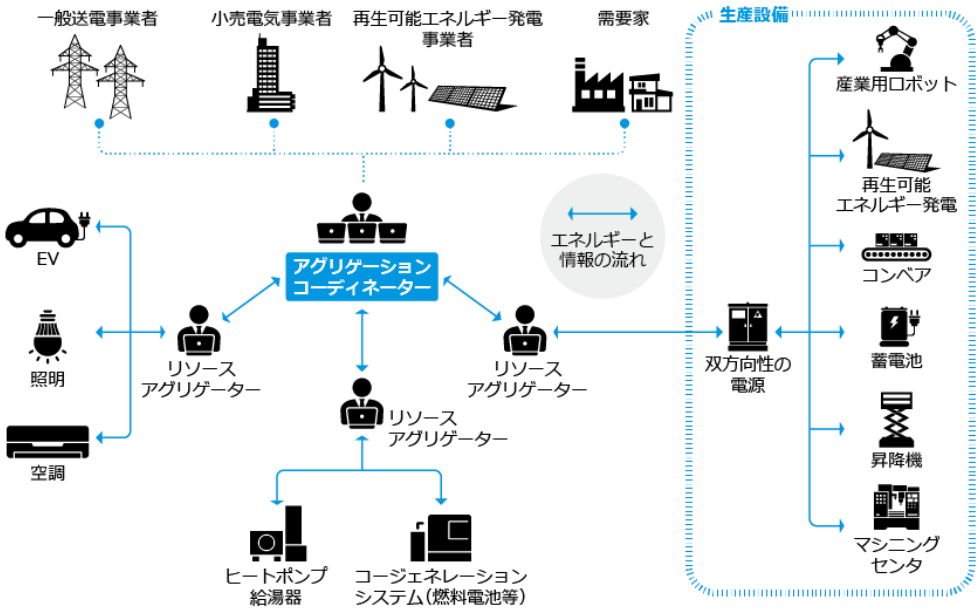


図 4.2.11　IoT を活用したエネルギーマネジメント

（資源エネルギー庁[34]、ZVEI[35]の資料をもとに加筆）

② ユースケースのリストアップ

エネルギー分野のステークホルダに対して、下記の様なサービスが提供される。

表 4.2.3　想定される新たなサービス

（出典：経済産業省「エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネスについて」[36]）

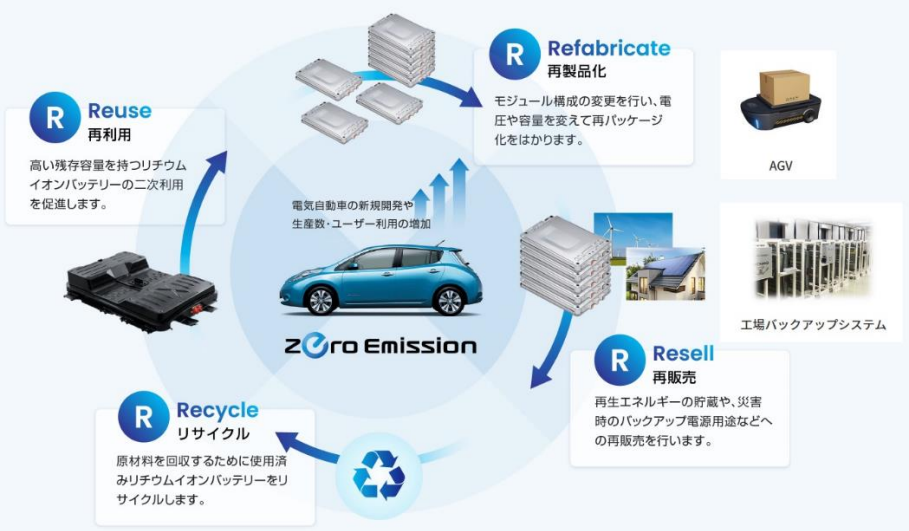
便益の受け手	便益内容		概要
送配電事業者	系統安定化	周波数調整	需要家側の分散電源発電、蓄電池充放電、負荷制御・需要抑制量等を集め、送配電事業者に対してリアルタイム市場(2020年創設）等を通じ、各種サービスを提供。
		需給バランス	
		その他（配電網の電圧調整等）	
	投資最適化		蓄電池等の活用により、系統・変電所等の更新・増強を回避
小売事業者	電力調達 インバランス回避		リソースアグリゲーター(小売事業者含）が、調達した電力量／ネガワットを市場（スポット市場、１時間前市場(2017.4~)）経由あるいは相対取引にて供給。
需要家	電力料金削減		・契約電力削減（ピークカット） ・電力購入タイミング及び電力購入量を最適化（エネマネ、利用時間シフト、省エネ）
	設備の最適利用による収益化		供給余力のある需要家の分散電源、蓄電池を活用し、電力量／ネガワットを販売
	BCP		災害時においても、分散電源や蓄電池からの電力を活用
	DR参加インセンティブ		需要家がDRに参加する場合、インセンティブを提供
再エネ発電事業者	出力抑制回避		出力抑制が発動する場合に、蓄電池等により需要創出することで、再エネ発電を最大限活用。

③ 他の領域との関係

バッテリー循環社会との融合

EV で使用されているバッテリーは、車載用として使用した後でも高い残存性能を有しており、

1406 エネルギー貯蔵のソリューションとして他の様々な用途への再利用が可能である。
1407
1408
1409



1410
1411 図 4.2.12 バッテリー循環社会モデル
1412 （出典：フォーアールエナジー株式会社ホームページ[37]）
1413
1414 **4.2.5.5. 工場向け製品の流通**
1415 ① 概観・概要
1416 Cyber 空間と Physical 空間を高度に融合させたシステムを構築する Society 5.0 において、
1417 Cyber 空間における情報の流通が重要である一方、Physical 空間における「工場」をどのように作る
1418 かということも重要である。ここでは、生産財から工場を作り上げるための「モノの流通」において、「脱炭
1419 素社会への移行」、「循環経済への移行」などを踏まえた取り組みについて検討する。
1420 工場あるいは生産財などの製造現場におけるデータは、個々の企業の競争力に直結するものであり、
1421 また独自の特徴を持つことから標準化は進んでおらず、逆に標準化を進めることで技術やノウハウが流

出することも懸念される。ものづくり現場における情報では標準化とコモディティ化によるメリット／デメリットを考慮することが重要となる。

② ユースケース

従来の売り切り型のビジネスモデルは、モノの流れが一方通行であることから「リニアエコノミー」と呼ばれる。これに対し、製品や資源は循環させて利用しようとするビジネスの形態が「サーキュラーエコノミー」である。

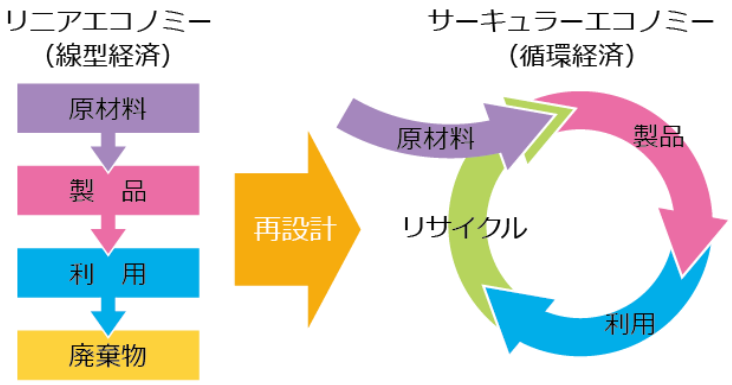


図 4.2.13 リニアエコノミーとサーキュラーエコノミー

（出典：環境省 令和 3 年版環境・循環型社会・生物多様性白書[38]）

リニアエコノミーは販売機会の拡大のためには一定程度の期間で製品が廃棄されることが期待される大量生産・大量消費型の経済社会活動であり、天然資源の枯渇、大規模な資源採取による生物多様性の破壊など様々な環境問題の要因の一つとなっている。

サーキュラーエコノミーは資源の投入・消費を抑えつつ、サービス等を通じて付加価値を生み出す経済活動であり、従来の 3R の取組に加え、資源消費の最小化、廃棄物の発生抑止を実現する。またサーキュラーエコノミーの実現は、売り切り型のビジネスモデルではなく、利用状況に応じて課金するサービス化モデル（サブスクリプションモデル）や製品のリユース、シェアリングなど大量生産・消費を前提としない事業形態をとる。

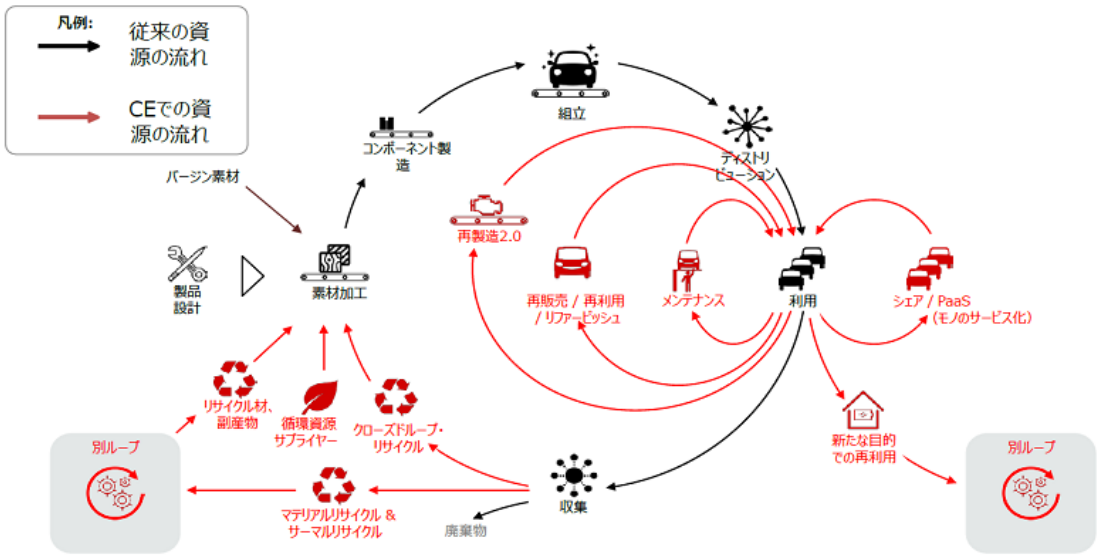


図 4.2.14　サーキュラーエコノミーモデル

（出典：経済産業省 循環経済ビジョン 2020[39]）

生産財をユーザーが購入して一定期間後に廃棄するのではなくて、メーカーがサービスとして生産財を提供し、適切なメンテナンスを行うサービスモデルはサーキュラーエコノミーの典型的なビジネスモデルである。売り切り型ではなくサービスモデルになると、むしろ生産財は長寿命である方が望ましくなり、古くなっても部品等を取り換えて再生させることで、ユーザー、メーカーともにメリットが生じる。

サーキュラーエコノミーの実現手段の一つである、生産財の販売・保有におけるサブスクリプションの活用では、アセット情報の積極的な活用が重要となる。例えば IEC においてはアセット管理シェル（AAS）が提案されている。AAS による見える化で、

・生産財の利用回数を測定し自動でプラン切り替えを実施（ユーザー）

・生産財の稼働状態を監視し、故障予知、予防保全を行うことで稼働時間を最大化（ユーザー）

・生産財の状態を数値として可視化することで、提供価値に適した対価を料金に反映（メーカー）

など、双方にメリットが生じる一方、コモディティ化のリスクも考慮する必要がある。

③　他の領域との関係

サブスクリプション活用によるデータの蓄積から、データビジネスへの移行など新たなサービスを提供が容易となる。カーボンニュートラルや DX、そのたさまざまな分野に対する aaS（as a Service）の展開が見込める。

4.2.5.6.　ものづくりプラットフォームに関する AI やロボットなどの標準

①　概観・概要

AI やロボットなどの標準に関し、文部科学省より【ムーンショット目標 3】[40]「2050 までに、AI とロボ

ットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現」の研究開発構想が打ち出されている。

Cyber 空間上ビッグデータや Physical 空間上のリアルタイム情報を活用した AI による解析結果の反映から、ロボットの動作（作業）への転換による自律化が更に進み産業界が大きく革新されると考える。

自律化は、環境的情報、ロボットセンシング情報、ロボット自身の情報などを受け取り、それら情報の記憶、情報認識、判断、制御を行い、ロボットが自律的に実行するものである。

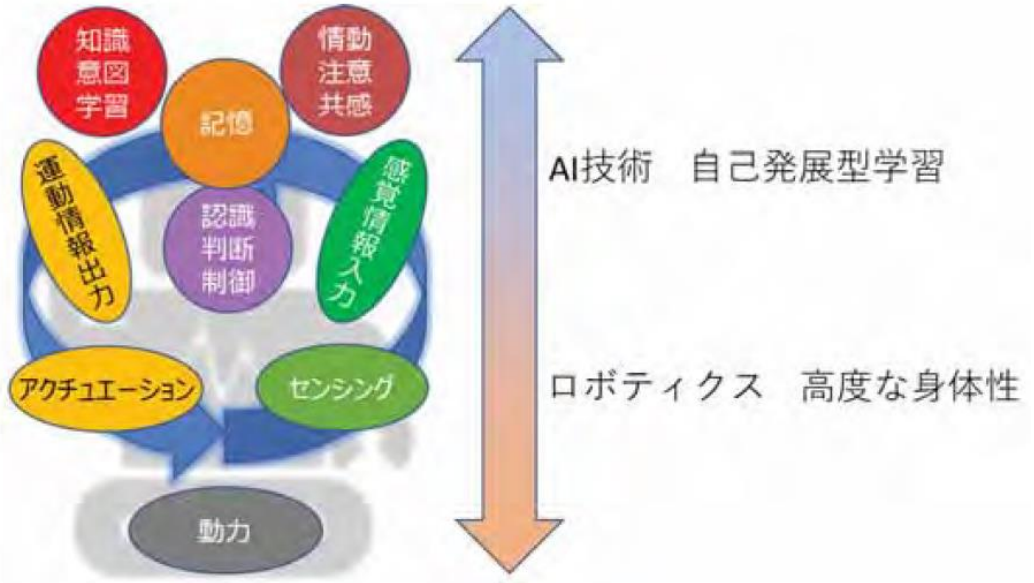


図 4.2.15　自律化する AI&ロボット（出展：文部科学省 【ムーンショット目標 3】[41]）

② ユースケース

自律化に必要な技術【AI とロボット（Actuation）、センシング技術】の関連図を示す。これらは、各産業、企業で独自に適用及び実用化に向けた技術要素の研究開発が進められている。今後更なる実用化に向け統合化した利活用が必要である。

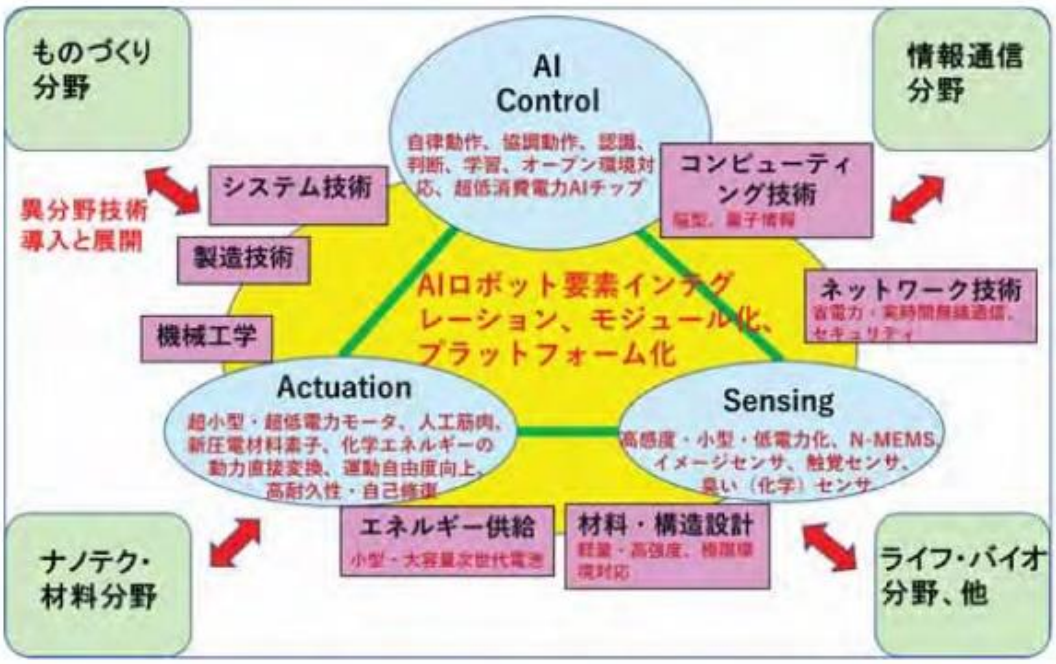


図 4.2.16　AI とロボットに関連する主な分野・技術群の構造

（出展：文部科学省 【ムーンショット目標 3】[41]）

また、自律化に向けたソリューションの進化イメージを示す。

AI とロボット（人協働ロボット）の自律化により、作業プロセス、作業パス自動生成、品質担保や設備の経年変化への対応などが実現できると考えられる。

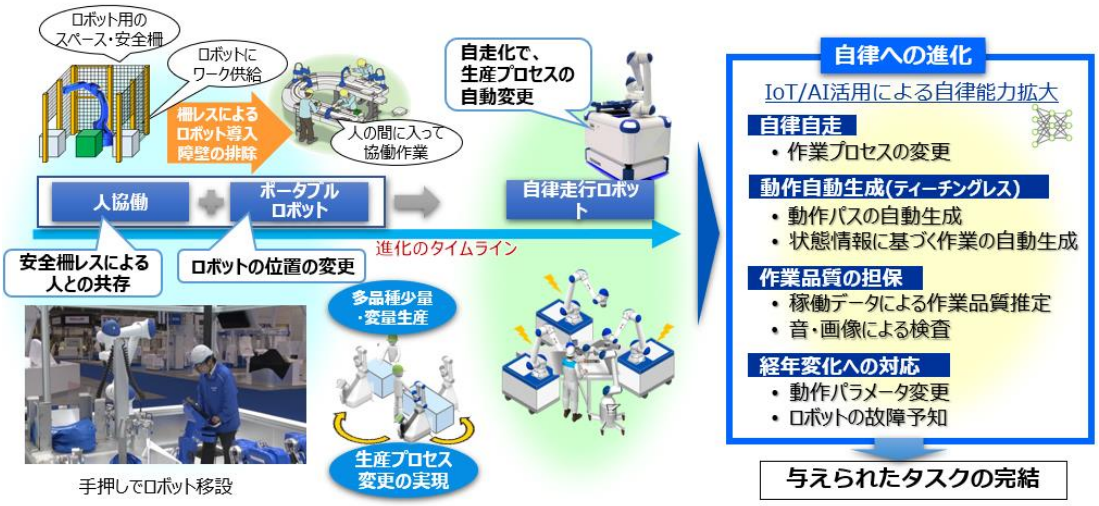


図 4.2.17　AI とロボットの進化による自律への進化

（出展：エレクトロヒート　AI・ロボティクスを活用した生産現場の革新[42]）

4.2.6. 現在の検討状況

SG2 としては、SG1 から提案される「将来像」を基に検討を進める必要があるが、現時点では SG1 と調整をしつつ、SG2 としての「将来像」を仮置きし、合意したプロセス（4.2.4）もとづいて検討を始めている。

仮置きしたテーマは、「EV が中心となる自動車産業において、日本が世界をリードするためには、何をしなければならないのか？ その場合、何の標準化が求められるのか？」である。このように決めた背景は以下の通りである。

- 日本の将来を考える上で、高付加価値産業に焦点を当てるべき
- 自動車産業は非常に裾野が広いので、日本全体への経済効果が大きいと考えられる

これは、あくまで採用したプロセスの検証を行うための仮置きのテーマであり、今後の SG1 の成果物に基づき新たなテーマ（将来像）を置く予定にしている。

4.2.7. 今後の進め方

今後想定される SG1 のアウトプットを基に、合意したプロセスを改めて回すことを予定している。その準備を含めて議論をする中、以下のような懸念事項が挙がっている。実際の検討の中で解決をしていく予定である。

- データ流通の標準化については、他の団体でも広く行われている。当 TF での検討を進めていく上ではそれらの団体との協調が必要となる。しかしながら、他団体がすでに推進している検討領域を意識するあまり、細かく区切られた領域に検討範囲を閉じてしまうと、すでに行われている活動との差別化が難しく、日本としてリードするポイントを見出すことが簡単でないかもしれない。そのため、既存団体の検討領域やすみ分けをいったん横に置き、純粋にある業種の各種業務や活動を包含するくらいの範囲で、日本としての特徴を出せるポイントを検討することも必要かもしれない。
- 具体的に標準化を検討する領域や産業を特定した後には、関連する利害関係者の意見を集める必要がある。

以下にそれぞれの領域における懸念事項および要検討事項を列挙する。

1. 情報流通の技術
   - PI 4.0 で参照されている OPC UA のロボットなどの情報モデルや、情報流通の要であるデータ管理技術（AAS、IDS コネクタ）、デジタル情報の辞書（CDD、 ECLASS）などに、日本語化も含めてあまり日本が関与できていない。
   - 産業用 IT システムの日本企業大手でそれぞれ個社のプラットフォームを作っているが、データ流通の観点での連携ができていない（→日本発信の IVI の CIOF や PSLX、FAOP の JIS B3951 などを活用？）
   - AAS 標準化 IEC 63278 等
2. 情報流通の国内体制
   - ドイツ PI 4.0 や VDMA 等の工業会主導で、I 4.0 に対応した新しいものづくりに関する情報

流通の検討が進んでいるが、国内を見渡すと、各企業、各団体でバラバラ。一部で情報交換も始まっているが一過性で進展があまり無い。

- 日本発信の Society 5.0 を実現する為の他産業との情報交換や、情報流通に関する検討が進んでいない。
- 情報流通による新たなものづくりが進まなければ、日本で一番外貨を稼いでいる製造業が衰退し、税制が圧迫し国力が低下する。政府内に産業界の専門家が不在との印象強い。また国内中小企業ばかりに政策を注力してグローバルでの情報流通による企業競争力をしっかり育成・政策立案できるような人材が政府組織に不足している。
- 政府や、総務省、経産省なとの政策担当者が 2～3 年で変わってしまい、変更のたびにこれら課題の共有から再構築が必要。やっと理解された時期に異動となる為に教示する産業側も疲弊気味。
- 情報流通に関してデジタル省に期待したかったが、組織表から見ても国民へのデジタルサービスが主体で産業分野への支援はあまり期待できないと考えられる。
- 情報流通に欠かせない産業用システム（業務システム含）のベンチャーも企業任せで国として育成できていない。

3. ものづくりプラットフォームに関する AI やロボットなどの標準
   - 自律（自走）ロボットシステム安全基準（標準）
   - 同上通信方法、セキュリティなどの通信基準（標準）
   - AI が備えるべき（準拠すべき）倫理（安全性（機能安全））、理論
   - AI の評価基準（標準）（評価手法、評価基準、認定基準など）
   - 複数の AI 間におけるインターフェース規格
4. 関連団体との連携の検討
   - エネルギー流通関連では以下の通り。
   - ERAB（エネルギー リソース アグリゲーション ビジネス）検討会〈経済産業省〉
   - DC INDUSTRIE〈独 ZVEI〉
   - CHAdeMO 協議会
   - EVNO（Energy Virtual Network Operator） 〈慶應義塾大学 山中研究室〉

4.3. サブグループ 3：日本の国際標準化活動

4.3.1. 活動の概要

- 目標

ものづくり標準化ロードマップの作成に向けた情報提供を行うため、日本のスマートマニュファクチャリング関連標準化活動の現状を概観することを目標とする。SG 1、SG 2 がトップダウン・アプローチによりものづくりの将来像の観点から標準化要件を抽出するアプローチで検討するのに対し、SG3 では、ボトムアップ・アプローチで現時点での国内の標準化活動を調査・データベース化し、関連規格の分

布状況を俯瞰しものづくり標準化ロードマップを検討する際の材料とする。スコープ：日本の国際標準化活動の調査とそのマッピング

- 中間報告までの進捗
  スマートマニュファクチャリングに関連する標準化活動の中心である、ISO TC 184 および IEC TC 65 での日本の活動状況を調査し、調査結果をリファレンスアーキテクチャ RAMI 4.0 の軸に沿ってマッピングを試みた。

4.3.2. 調査の進め方

調査にあたり、現在の日本国内における標準化活動において、日本のエキスパートがどのくらい活動に参画しているかを概観できるデータが存在しないことから、スマートマニュファクチャリングに関連する各国内委員会に依頼して、国内委員会としての標準化活動に関する情報を提供していただくこととし、情報提供を依頼する内容を挙げて、入力を依頼するフォーマットを検討した。

SG3 内での議論の結果、スマートマニュファクチャリングに関連する規格は IEC SyC Smart Manufacturing と ISO Smart Manufacturing Coordinating Committee (SMCC) のジョイントタスクフォースとして設置された Smart Manufacturing Standards Map Task Force (SM2TF) が作成した Smart Manufacturing Standard Map（SM2）で一覧できることから、この SM2 が作成したカタログデータを利用することとした。

Smart Manufacturing に関連する規格は 800 件近くあり、標準規格の利用者にとって、生産システムの設計時や運用時に自らの目的・課題に役立つ標準規格を見つけ出すのは容易ではない。また、規格の開発者にとっても、既存の標準規格を俯瞰して、標準化が必要な領域を分析し、新規標準規格を開発することは容易ではないことから、デファクトに成り得るコンソーシアムや独自規格も含めた Smart Manufacturing に関連する規格のデータベースを作成することを目的として、2018 年に SM2TF が設置された。SM2TF の主な構成メンバーは、ISO TC 184（Automation systems and integration） と IEC TC 65（Industrial-process measurement, control and automation)からの参加であり、日本からも 4 名が参加した。SM2TF では、全体の活動を 3 つのフェーズに分けて、フェーズ 1 では関連規格を分類するための項目の検討と関連規格の整理を行い、ISO/IEC TR 63306-1 Smart manufacturing standards map (SM2) — Part 1: Framework として出版した。フェーズ 2 では一覧表を作成して ISO/IEC TR 63306-2 Smart manufacturing standards map (SM2) — Part 2: Catalogue として出版した。この SM2TF のフレームワークを図 4.3.1 に示す。今回は、この一覧表（SM2 Catalogue）をベースとして各国内委員会に対して情報提供を依頼する項目を追記することとした。

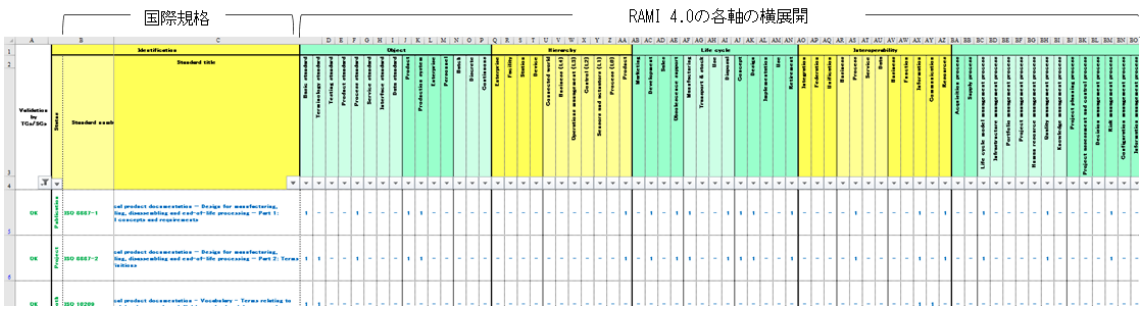
図 4.3.1　ISO/IEC SM2TF のフレームワーク

4.3.3. 調査対象の基礎データ

前述の調査対象の基礎データとして用いた ISO/IEC TR 63306-2 が SM2 Catalogue として提供する SM2 Catalogue の Excel ファイルは、以下の IEC の Web サイトの SyC SM の Supporting Document のページ からダウンロード可能である[43]。

この SM2 Catalogue で用いる RAMI 4.0（図 2.2.1）ベースの用語については、ISO/IEC TR 63306-1 に示されている。SM2 Catalogue では、規格番号・タイトル・概要・SM との関連性などの情報に加え、RAMI 4.0 の各軸のキーワードが Excel ファイル上では横軸に展開され、各規格の該当する箇所にチェックが入っている。Excel ファイルの内容の一部を表 4.3.1 に示す。なお、この Excel ファイルは、主に 2019 年頃の調査結果であり、その内容のアップデートについては、SM2TF の今後の課題となっている。

表 4.3.1　ISO/IEC TR 63306-2 の一覧表部分



4.3.4. 調査項目

各国内委員会に情報提供を依頼する項目としては、各規格とその開発を担当する WG について、日本としての活動を表す指標となる事項として、以下について情報収集することとした。

- 当該 WG のコンビナ
- 当該規格のプロジェクト リーダー
- 当該規格が、日本からの提案規格であるか
- 当該 WG への日本からの国際エキスパートの登録人数
- 当該 WG の国内委員会の開催回数
- 当該プロジェクトが議論される国際会議への日本からの平均的な国際エキスパート派遣人数
- 当該プロジェクトを審議する国内委員会の委員数
- 日本としての関与のレベル
  - High：日本提案、他国提案でも積極的にコメント
  - Medium：国際エキスパートとして活動
  - Medium：情報収集レベル
  - None：特に関与なし

これらを具体的に表 4.3.2 に示す記入欄を上述の SM2 Catalogue として提供されている Excel ファイルに追加した。

表 4.3.2 各国内委員会への調査項目

調査項目のうち、数値で回答を依頼する項目については、2019 年から 2021 年までの過去 3 年間の平均を調査することとした。ただし、「当該プロジェクトが議論される国際会議への日本からの平均的な国際エキスパートの派遣人数」については、Covid-19 への対応のために 2020 年および 2021 年は ISO および IEC では対面会議が禁止され、すべての会議がバーチャルで開催されたことにより、2019 年と 2020 年、2021 年では状況がまったく異なっていることから、各年毎に会議開催回数と日本からの平均参加人数を調査することとした。

調査対象は、SM2 Catalogue に登録されている規格を開発している TC/SC の各国内委員会であるが、本中間報告では、第一ステップとして、まずはスマートマニュファクチャリングに関連する標準化活動の中心である、ISO TC 184 および IEC TC 65 の国内委員会に依頼した。ISO TC 184 および

IEC TC 65 の国内委員会からの回答を基にして、マッピングした結果を検討し、必要に応じて情報提供を依頼する項目の見直しを行った上で、第二ステップとして ISO TC 184 および IEC TC 65 以外の各国内委員会に調査を依頼する。

4.3.5. 調査結果のマッピング例

各国内委員会の回答結果のマッピングにあっては、RAMI 4.0 の 3 軸（Layers、Life Cycle value stream、Hierarchy levels）に対してマッピングすることとし、これら各軸と日本としての関与レベル（High、Medium、Low）に対して該当する規格数を示した。これによって、RAMI 4.0 の各軸に対する日本の標準化活動の状況を感覚的に把握できる。

マッピング例として、以下に ISO TC 184/SC 4 の調査結果を示す。（これはあくまで ISO TC 184/SC 4 の現時点での結果であり、ISO TC 184/SC 4 以外も含む全規格に亘る日本の活動状況を示すものではない点、注意いただきたい。）

4.3.5.1. Life cycle 軸でのマッピング

Life cycle 軸については、SM2 Catalogue の Life cycle ブロックにおいて、表 4.3.3 に示す調査項目のうち、Sub-block の Product type life cycle と Product instance life cycle に該当すると入力された規格数を、日本としての関与レベルごとに集計した。マッピングでは、集計した規格数を、直感的にイメージできるように、円の大きさで表現した。Life cycle 軸に対するマッピング例を図 4.3.3 に示す。

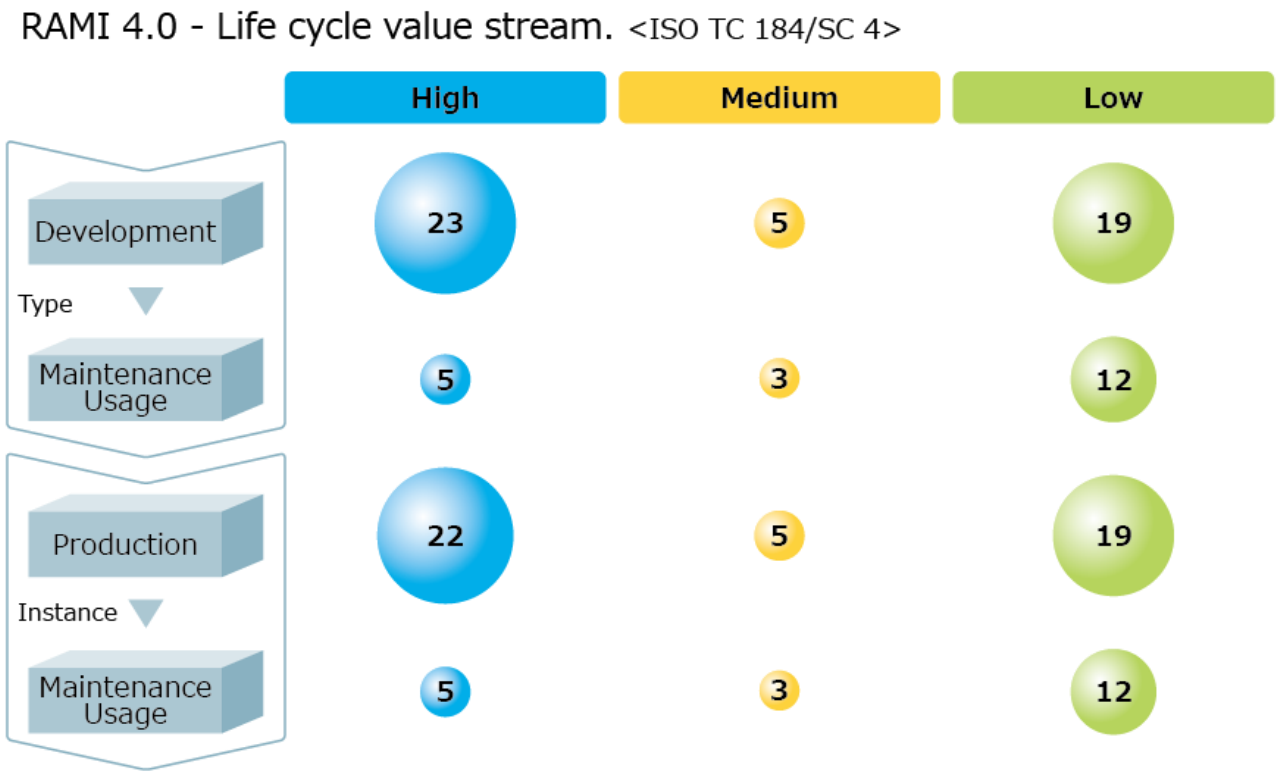
例えば、Type-Development においては、グローバルでの該当規格数 47 件のうち日本としての関与レベルが High 23 件、Medium 5 件、Low 19 件と読める。これを他の領域についても分析することにより、日本は Type-Development、Instance-Production の領域への参画度が比較的高く、その他の領域は低いことが分かる。

1667 表 4.3.3　Life cycle ブロックの調査項目

Block	Sub-block	Characteristic	Characteristic data type, possible values and example	Qualifier
Life cycle	Product type life cycle	Marketing	Boolean	Committee conditional characteristic ("Type of object" == "Product")
		Development	Boolean	
		Sales	Boolean	
		Obsolescence support	Boolean	
	Product instance life cycle	Manufacturing	Boolean	
		Transport & stock	Boolean	
		Use	Boolean	
		Retirement	Boolean	
	Production system life cycle	Concept	Boolean	Committee conditional characteristic ("Type of object" == "Production system")
		Design	Boolean	
		Implementation	Boolean	
		Use	Boolean	
		Retirement	Boolean	

1668

1669



1670 図 4.3.3　RAMI 4.0 Lifecycle 軸に対するマッピング例

1671

1672

1673

4.3.5.2. Hierarchy 軸でのマッピング

Hierarchy 軸については、SM2 Catalogue の Hierarchy ブロックにおいて、表 4.3.4 に示す調査項目のうち、Sub-block の Functional hierarchy に該当すると入力された規格数を日本としての関与レベルごとに集計した。Hierarchy 軸に対するマッピング例を図 4.3.4 に示す。

例えば Product においては、グローバルでの該当規格数 46 件のうち、日本としての関与レベルが High 8 件、Medium 14 件、Low 24 件と読める。これを他の領域についても分析することにより、日本は Product の領域への参画度が比較高く、その他の領域は低いころが分かる。

表 4.3.4 Hierarchy ブロックの調査項目

Block	Sub-block	Characteristic	Characteristic data type, possible values and example	Qualifier
Hierarchy	Equipment hierarchy	Enterprise	Boolean	Committee optional characteristic
		Facility	Boolean	
		Station	Boolean	
		Device	Boolean	
	Functional hierarchy	Connected world	Boolean	Committee mandatory characteristic
		Business (L4)	Boolean	
		Operations management (L3)	Boolean	
		Control (L2)	Boolean	
		Sensors and actuators (L1)	Boolean	
		Process (L0)	Boolean	
		Product	Boolean	
		Motivation	String	

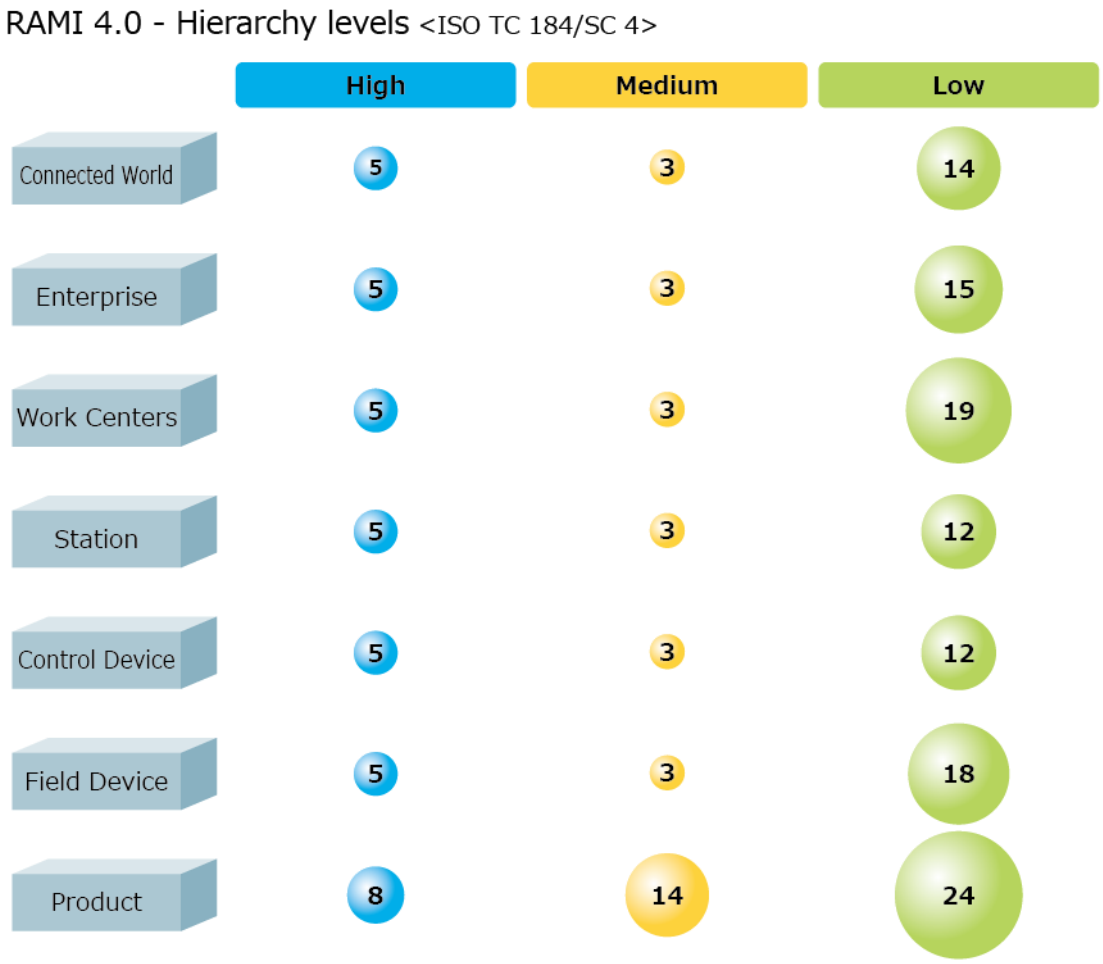


図 4.3.4　RAMI 4.0 Hierarchy 軸に対するマッピング例

4.3.5.3.　Layer 軸でのマッピング

Layer 軸については、SM2 Catalogue の Interoperability ブロックにおいて、表 4.3.5 に示す調査項目のうち、Sub-block の Interoperability layer の各 Characteristics に該当すると入力された規格数を、日本としての関与レベルごとに集計した。ただし、Resources については、Layer 軸の Integration と Asset に相当するため、これらの Layer を合わせた数としてマッピングした。Layer 軸に対するマッピング例を図 4.3.5 に示す。

例えば、Functional においては、グローバルでの該当規格数 38 件のうち日本としての関与レベルが High 6 件、Medium 5 件、Low 24 件と読める。これを他の領域についても分析することにより、日本は Business、Asset に比べて Functional、Information、Communication の領域への参画度が比較的高いことが分かる。

表 4.3.5 Layer ブロックの調査項目

Block	Sub-block	Characteristic	Characteristic data type, possible values and example	Qualifier
Interoperability	Interoperability approach	Integration	Boolean	Committee mandatory characteristic
		Federation	Boolean	
		Unification	Boolean	
	Interoperability concern	Business	Boolean	
		Process	Boolean	
		Service	Boolean	
		Data	Boolean	
	Interoperability layer	Business	Boolean	
		Function	Boolean	
		Information	Boolean	
		Communication	Boolean	
		Resources	Boolean	

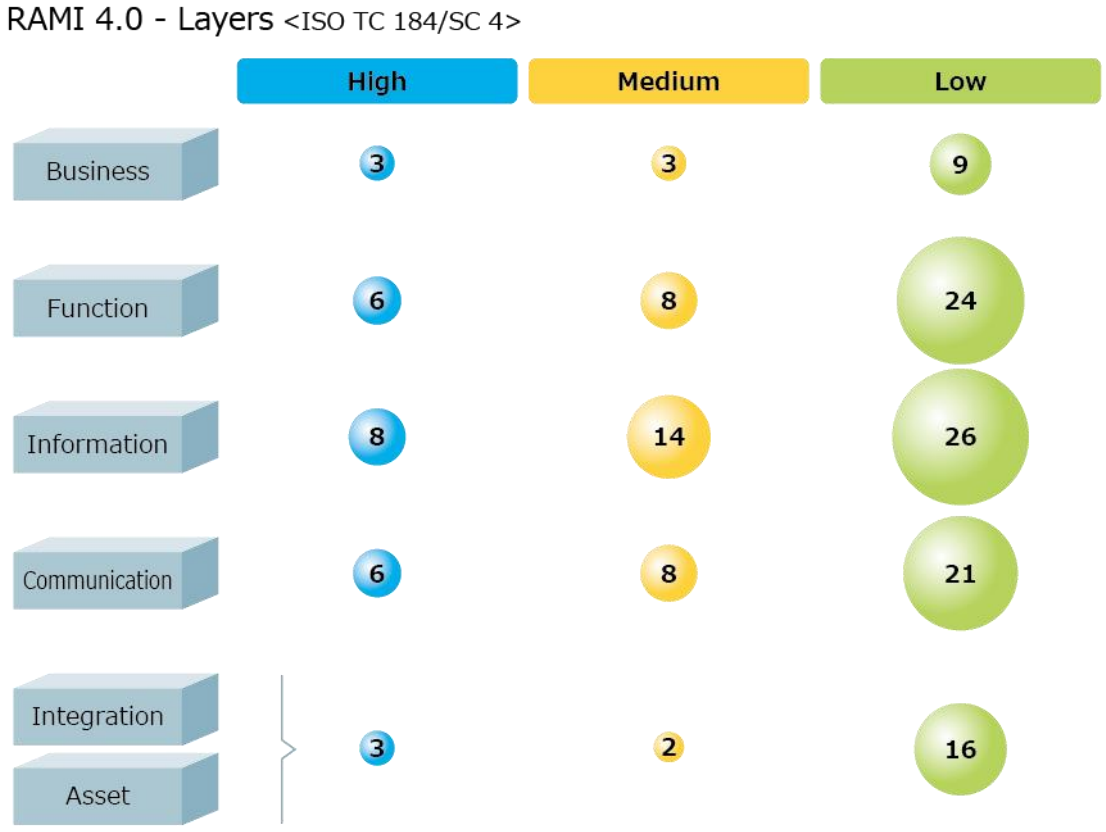


図 4.3.5 RAMI 4.0 Layer 軸に対するマッピング例

4.3.6. 調査結果のデータベース化

本調査では、指標となりそうな項目については想定されるものを幅広く調査することとして、特に、国際会議への日本からの平均的なエキスパートの派遣人数については、会議の開催形態や人数についても調査項目とした。

また、特に国内会議へのエキスパートの派遣人数など、規格開発のフェーズによって、変化することが想定される。このため、IEC SyC SM では SM2 Catalogue は、Excel シートとして管理されているが、これをデータベース化して、定期的にメンテンテナンスすることによって、最新の日本としての標準化活動への参画状態を概観することができることから、SG3 では、SM2 Catalogue のデータベース化について議論した。

データベース化のメリットとしては、必要な情報へのアクセス性や、データの管理、整理が容易になり、必要なデータを見やすく表示することも可能になることが挙げられる。

このため、SG 3 として、今回調査したデータを SM2 Catalogue のデータと合わせてデータベース化し、日本のスマートマニュファクチャリングに対する動向を概観できる環境を構築することを提案する。

4.3.7. 今後の課題

SG 3 では、SM2 Catalogue と今回調査したデータのデータベース化を提案しているが、これについて、今後の課題として以下を挙げておく。

1) SM2 Catalogue のメンテナンス
   SM2 Catalogue には 800 件近い規格が登録されているが、調査が行われたのは 2019 年であり、調査時点以降の規格の状況は登録されていない。調査時点以降のアップデートと、今後のメンテナンスが必要である。
2) スマートマニュファクチャリングにかかる標準化活動のデータベース化
   SM2 Catalogue の Excel シートに入力されているデータのデータベース化が必要である。データベース化にあたっては、今後のデータの利活用を想定したデータベースの設計が必要である。
3) データベースのメンテナンス
   1)にも記述したが、データベース化にあっては、SM2 Catalogue に登録されている規格の最新状況へのアップデートが必要であり、当グループとしての調査項目についても SM2 Catalogue のアップデートに合わせて最新の情報へのアップデートが必要である。

5. まとめと展望

ものづくり標準化ロードマップ作成 TF では、図 3.1 で示した「ものづくり標準化ロードマップ」の作成アプローチに沿って約 1 年にわたり議論を進めてきた。

SG1（ものづくり将来像）では、Society 5.0 が目指す世界を「将来」とし、ものづくりの将来像の前提となる世界の将来像ならびに日本のあるべき姿が社会・生活、経済、産業、国際ルールの観点から検討された。その結果として、ビジネスの価値がモノと情報の複合により強化される流れの中で、日本にはその対応が必要とされることが示された。これは技術立国として多くのものづくりの資産を持つ日本にとって新たな強みとなるだろう。

SG2（技術ロードマップと標準化要件の整理）においても同じく Society 5.0 を将来像として掲げ、新しいものづくり産業とそれに必要な国内環境として Cyber 空間と Physical 空間から成るモデルが設定された。これに基づき標準化が必要となる領域の 3 つの候補（エネルギーの流通、情報の流通、モノの流通）が示された。さらに Society 5.0 では Cyber 空間の重要性が増していくとし、そのような状況におけるユースケースが各領域に対してリストアップされた。

SG3（日本の国際標準化活動）では、スマートマニュファクチャリングにおける国際標準の広がりに対し、日本が参画できている部分のマッピングを試行するとともに、そのためのインフラとしてのデータベースおよび今後の改善案が提案された。以上が今回の中間報告までの進捗となる。

本 TF 活動による「ものづくり標準化ロードマップ」の作成は、国内のスマートマニュファクチャリング分野では過去に例を見ない試みであり、まずは作成アプローチの検討や試行に重きを置いた活動に取り組んできた。中間報告としては、本書冒頭で記載した目指す姿に対してまだまだ道半ばの部分も多く、2023 年の初版発行に向け、各 SG とも今後はよりコンテンツにフォーカスした議論を推進していく予定である。「ものづくり標準化ロードマップ」は、国内のものづくり産業全体で作り上げ、ベクトルを合わせて活用していくことが重要であり、次章に記載のとおり読者の皆様からも是非フィードバックをいただき活動に反映していきたい。さらに、「ものづくり標準化ロードマップ」は初版発行後も継続的な活動として定期的にアップデートを実施していく予定である。そしてこのような標準化戦略文書を広く発信していくことで関連する産学官との連携を加速する環境を整えると共に、スマートマニュファクチャリングのホットスポットとして日本がグローバル社会に貢献し続ける源泉となることを目指していく。

6. 中間報告書に対するフィードバックのお願い

本書に対するコメント募集を実施します。1.2 節で記載のとおり、本書は 2023 年度に予定している「ものづくり標準化ロードマップ」初版発行に向けた中間報告となります。コメント募集の結果を踏まえ、今後、最終的なとりまとめを実施してまいります。様々な視点から忌憚のないご意見をお聞きしたく、ご協力をお願い致します。

【コメント募集の実施要領】

① 実施期間

2022 年 9 月 30 日～11 月 11 日

② 回答方法

下記 URL よりコメントシートをダウンロードし、［コメント送付の操作手順］に従ってコメントシートを送付してください。

https://www.jmfrri.gr.jp/handover/3383.html

③ 確認事項

- 個人情報はロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会 プライバシーポリシーに従い管理しております。詳細は下記をご参照ください。

  ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会　プライバシーポリシー

  https://www.jmfrri.gr.jp/content/files/RRI/privacypolicy_20200624.pdf
- 提出頂いたコメントについて事務局より問合せをさせて頂く場合があります。
- 頂いたコメントへの対応は、当 TF にて判断させて頂きますのでご了承下さい。

7. 委員名簿

【総括】

リーダー	木村 文彦	東京大学
委員	高本 仁志	国立研究開発法人 産業技術総合研究所
	野中 洋一	株式会社日立製作所

【サブグループ 1】

リーダー	加納 誠介	国立研究開発法人 産業技術総合研究所
委員	久池井 茂	独立行政法人国立高等専門学校機構 北九州工業高等専門学校
	苑田 義明	三菱重工業株式会社
	出町 公二	国立研究開発法人産業技術総合研究所
	前田 智彦	富士通株式会社

【サブグループ 2】

リーダー	小田 信二	横河電機株式会社
委員	北山 健志	一般財団法人 製造科学技術センター
	柴田 浩司	一般社団法人 日本電気計測器工業会
	高橋 清隆	株式会社日立製作所
	中野 博行	一般財団法人 製造科学技術センター
	原 勝明	一般社団法人 日本電機工業会
	藤島 光城	三菱電機株式会社
	松隈 隆志	オムロン株式会社

【サブグループ 3】

リーダー	河合 和哉	国立研究開発法人 産業技術総合研究所
委員	飯島 拓也	一般社団法人 日本電気計測器工業会
	小倉 信之	ogura consulting
	松田 三知子	一般財団法人 日本規格協会、神奈川工科大学
	三好 崇生	THK 株式会社

アドバイザー	福田 泰和	一般財団法人日本規格協会
	藤代 尚武	日本規格協会ソリューションズ株式会社

オブザーバー	小田 宏行	経済産業省 産業技術環境局
	佐竹 義美	経済産業省 産業技術環境局

		杉原 諒	経済産業省　製造産業局
		千住 亘	経済産業省　産業技術環境局
		徳弘 雅世	経済産業省　製造産業局
		蓬田 桂一郎	経済産業省　製造産業局
	事務局	佐藤 朋美	ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会
		中島 一雄	ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会
		原田 徹	ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会

（五十音順、所属は活動時点のもの）

8. 用語集

AI：Artificial Intelligence の略。人工知能

ANSI：American National Standards Institute の略。米国国家規格協会。

BAT：中国の大手 IT 事業者 Baidu（バイドゥ)、Alibaba（アリババ）、Tencent（テンセント）の頭文字をとったもの。Huawei（ファーウェイ）を加えて BATH と呼ばれる場合もある。

BCP：Business Continuity Planning の略。災害時やシステム障害などの緊急事態における企業の事業継続計画のことで、危機的な状況に遭遇した際に損害を最小限に抑え、業務を継続し、早期復旧を図ることが目的である。

CDD：Common Data Dictionary の略。共通語彙及び情報モデルを定めた IEC 国際規格。主に電気・電子分野共通の製品やサービスのデータ記述仕様（共通語彙、データ辞書）。Industrie 4.0 を実現していく上でも重要な規格として注目されている。

Cyber 空間：仮想空間。コンピュータ・ソフトやコンピュータ・ネットワークのように多数の人が利用できる仮想的データ空間。サイバースペースとも言う。

DC：Data Center の略。総務省では「コンピュータ（メインフレーム、ミニコンピュータ、サーバー等）やデータ通信装置等を設置・運用することに特化した施設の総称であり、データセンターサービスとは主に企業の情報システムをデータセンターで監視・運用・管理等を行うサービスである」と定義している。

DC-Industry：ドイツ連邦経済エネルギー省が推進するプロジェクトの名称。工場に直流配電網を導入し、直交変換によるエネルギーロス削減や蓄電池による災害時や停電時のエネルギー供給などが期待される。

DIN：ドイツ規格協会

DKE：ドイツ電気技術委員会

DX：Digital Transformation の略。2004 年にスウェーデンのエリック・ストルターマン教授が提唱した言葉。経産省は「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること」と定義している。

ECLASS：ECLASS は、IEC 61360 に基づく標準化されたデータ形式に基づいて、製品の説明とサービスの説明のデジタル交換をサポートしています。エンジニアリングツールでは計画データ転送のベースとして、ERP システムでは製品マスタデータのベースとして、製品データ交換のベースとして使用される。

Edgecross：Edgecross コンソーシアム。企業・産業の枠を超え、新たな付加価値の創出を目指す団体。

ERP：Enterprise Resource Planning の略。企業全体を経営資源の有効活用の観点から統合的に管理し、経営の効率化を図るためのシステム。

ESG：環境（Environment）・社会（Social）・ガバナンス（Governance）を表す英単語の頭

文字からなる言葉。ESG は、企業が持続可能な成長をするために、温暖化や海洋汚染などの環境問題、人権尊重やダイバーシティの確保などの社会問題の解決にも配慮して企業活動を行うときの判断基準。

EV：Electric Vehicle の略。電気を動力にして動く車両。

FAOP：FA Open Systems Promotion Forum の略。FAOP は生産におけるデータ交換・管理・制御などの情報プロセスをこの新しい環境に適合させるために、製造設備のコントローラ・製造情報・データ表現から生産システム全体の構造に至る多くの側面でオープンアーキテクチャに基づくニューテクノロジーの開発を推進し、共通基盤技術の確立を目指す団体。

GAFAM：アメリカの大手 IT 事業者(Google、Apple、Facebook、Amazon、Microsoft)の頭文字をとったもの。

GAIA-X：欧州域内外の企業のさまざまなクラウドサービスを単一のシステム上で統合し、業界をまたがるデータ交換を容易に行える標準的な認証の仕組みを通じて、インターオペラビリティ（相互運用性）を実現することを目的としたプロジェクト。

GDPR：General Data Protection Regulation の略。EU 域内の個人データの保護を目的に制定され、2018 年 5 月より施行されている一般データ保護規則。

IDS：International Data Spaces の略。International Data Spaces Association（IDSA）が定める技術コンポーネントで、データの開示や利用権限を制御する仕組み。

IVI：Industrial Value Chain Initiative の略。IVI は、ものづくりと IT が融合したあたらしい社会をデザインし、あるべき方向に向かわせるための活動において、それぞれの企業のそれぞれの現場が、それぞれの立場で、等しくイニシアティブをとるためのフォーラム。

IEC：International Electrotechnical Commission (国際電気標準会議)。電気工学、電子工学、および関連した技術を扱う国際的な標準化団体。

ISO：International Organization for Standardization (国際標準化機構)。各国の国家標準化団体で構成され、工業製品・技術・食品安全・農業・医療など全ての分野を網羅している標準を策定している国際的な標準化団体。

JIS：Japanese Industrial Standards (日本産業規格)。産業標準化法に基づき、認定標準作成機関の申し出又は日本産業標準調査会（JISC）の答申を受けて、主務大臣が制定する規格であり、日本の国家標準の一つ。

KPI：Key Performance Indicator（重要業績評価指標）の略。 KPI とは、目標の達成度合いを計るために継続的に計測・監視される定量的な指標。. 組織や個人が日々活動、業務を進めていくにあたり、「何をもって進捗とするのか」を定義するために用いられる尺度のこと。

MES：Manufacturing Execution System（製造実行システム）の略。製造工程の可視化・管理、作業者への指示・支援などを担う情報システム。

MSB：Market Strategy Board の略。IEC に設置されている市場戦略委員会。IEC の分野における主要な技術動向とマーケットニーズを特定する。

NIST：National Institute of Standards and Technology の略。米国国立標準技術研究所。

NSTC：National Science and Technology Council の略。国家科学技術評議会。

PCAST：President's Council of Advisors on Science and Technology の略。大統領科学技術諮問会議。

Physical 空間：現実空間、実世界。

PI 4.0：Plattform Industrie 4.0 の略。ドイツで Industrie 4.0 を推進する活動および組織体。産官学により構成される。Industrie 4.0、PI 4.0、I 4.0 と表現することもある。

SCI 4.0：Standardization Council Industrie 4.0 の略。PI 4.0 の組織で、標準化に関する活動を行っている。

SDGs：Sustainable Development Goals (持続可能な開発目標）。2015 年 9 月 25 日に国連総会で採択された、持続可能な開発のための 17 の国際目標。

SLA：Service Level Agreement の略。SLA とは、サービスを提供する事業者が、サービスの利用者に対して提供しているサービスの品質、保証基準、サポート内容などを定義する契約のこと。

SMCC：Smart Manufacturing Coordinating Committee の略。ISO に設置されているスマートマニュファクチャリング調整委員会。IEC における SyC SM と同等の役割を担う。

VDMA：ドイツ機械工業連盟。VDMA とはドイツ国内のさまざまな工業会の連合体である「ドイツ機械工業連盟」のことで、その規模は欧州で最も大きく 3000 社を超える機械メーカーなどが加盟している。

VPP：Virtual Power Plant の略。「仮想発電所」という意味。発電を増強するために、異なった種類の分散型エネルギー源をアグリゲーターにより統合するクラウドベースの分散型発電所であり、電力市場で電力の売買を行う。

アグリケーションコーディネーター：リソースアグリゲーターが管理・制御した電力を集約し、一般の電気事業者と電力取引を行い提供する役割を担う事業者のこと。

オントロジー：オントロジー（ontology）とは、元々は哲学の世界で言う「存在論（存在とは何かを研究する学問）」を示す単語ですが、IT の世界では知識の共有化や再利用の方法として研究開発が進み「対象世界をどの様に捉えた（概念化した）かを記述するもの」という意味で使われる。

自律化：Autonomy。機械自らが手順や判断基準を見つけ出し人間が介在することなく実行すること。

ビッグデータ：Big Data。人間では全体を把握することが困難な巨大なデータ群。明確な定義は存在していないが、一般的には、Volume（量）、Variety（多様性）、Velocity（速度あるいは頻度）の「3 つの V」を高いレベルで備えていることが特徴とされている。また、近年では、Veracity（正確性）、Value（価値）を加えた「5 つの V」をビックデータの特徴とするとも言われている。

ムーンショット目標 3：2050 年までに、AI とロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現する。

リソースアグリゲーター：電力を必要とする需要家との間で VPP のサービスを契約し、各所で発電されたリソースを管理・制御する事業者のこと。

1953　自動化：Automation。人間に与えた手順や基準に従って、人間が介在することなく実行すること。
1954

9. 参考情報･参考文献

1 https://www.jmfrri.gr.jp/document/library/1645.html

2 https://www.jmfrri.gr.jp/document/library/1673.html

3 https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-h64-2.pdf

4 https://science.osti.gov/-/media/_/pdf/about/pcast/202006/PCAST_June_2020_Report.pdf?la=en&hash=019A4F17C79FDEE5005C51D3D6CAC81FB31E3ABC

5 https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2018/10/Advanced-Manufacturing-Strategic-Plan-2018.pdf

6 https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ams/NIST.AMS.600-9.pdf

7 https://share.ansi.org/Shared%20Documents/Standards%20Activities/NSSC/USSS-2020/USSS-2020-Edition.pdf

8 https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2016/NIST.IR.8107.pdf

9 https://www.nist.gov/news-events/news/2021/06/nist-launches-new-manufacturing-usa-technology-roadmap-grant-competition

10 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_2345

11 https://op.europa.eu/en/web/eu-law-and-publications/publication-detail/-/publication/3c6ffd74-8ac3-11eb-b85c-01aa75ed71a1

12 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en

13 https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/Vision-2030-for-Industrie-4.0.html

14 https://www.dke.de/resource/blob/2119102/fb801357d372a8c4370cb21690d1352f/europaeische-normungsstrategie---pdf-data.pdf

15 https://ec.europa.eu/docsroom/documents/48601

16 https://www.plattform-

i40.de/IP/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/standardization_roadmap_i40.html

17 https://www.jmfrri.gr.jp/document/library/1351.html

18 https://www.iso.org/publication/PUB100459.html

19 https://www.iec.ch/basecamp/factory-future

20 https://www.iec.ch/basecamp/edge-intelligence

21 https://www.iec.ch/basecamp/artificial-intelligence-across-industries

22 https://www.iec.ch/basecamp/semantic-interoperability-challenges-digital-transformation-age

23 https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/menu.html

24 日経新聞 2010/1/16 朝刊 1 面

25 https://www.iec.ch/strategic-plan

26 https://www.iso.org/smart

27 https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2015/SP/CRDS-FY2015-SP-01.pdf

28 https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html

29 https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/monodukuri.html

30 https://iaf.mstc.or.jp/wp-content/uploads/2022/07/IAF-Symposium2022_SMKL.pdf

31 https://iaf.mstc.or.jp/wp-content/uploads/2022/07/SMKL_WP_Vendor_Rev1.1.pdf

32 https://mstc.or.jp/faop/committee/MESX_kenkyukai_teiansho20210827.pdf

33 https://www.stat.go.jp/data/e-census/2019/bunrui.html

34 https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/vpp_dr/files/erab_handbook.pdf

[35] https://dc-industri .zvei.org/fileadmin/DC-Industrie/Praesentationen/DCI2_Project-presentation_en.pdf

[36] https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment/energy_resource/pdf/001_04_00.pdf

[37] https://www.4r-energy.com/

[38] https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/r03/pdf/full.pdf

[39] https://www.meti.go.jp/press/2020/05/20200522004/20200522004-2.pdf

[40] https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/concept3.pdf

[41] https://www.jst.go.jp/moonshot/koubo/202002/pdf/pd_wg3.pdf

[42] エレクトロヒート No.238「産業用ロボットの進化と AI 活用による生産現場の自動化拡大」 久保田　由美恵（一般社団法人日本エレクトロヒートセンター、2021 年 7 月）

[43] https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:252:515769939169471::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:22328,25

改版履歴

版番号	公開日	備考
1.0	2022/9/30	初版

ロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会
Robot Revolution & Industrial IoT Initiative