

インダストリアル・インターネット・コンソーシアム(IIC)の活動状況

JETRO/IPA New York

1 インダストリアル・インターネット・コンソーシアム(IIC)の概要

(1) IIC のミッション

インダストリアル・インターネット・コンソーシアム(Industrial Internet Consortium: IIC)は、2012 年に「産業のインターネット(Industrial Internet)」と呼ばれるコンセプトを提唱し、IoT を活用したデジタルトランスフォーメーション(DX)にいち早く取り組んでいる General Electric(GE)社¹と、AT&T 社、Cisco 社、IBM 社、Intel 社の米大手企業 5 社が中心となり 2014 年 3 月に設立された世界最大級の IoT 推進団体である。マサチューセッツ州ニーダム(Needham)に本部を置く IIC は、非営利の米テクノロジー標準化団体 Object Management Group(OMG²)の下部組織で、オープンなメンバーシップにより運営されており、現在はおおよそ 140 の企業・団体が名を連ねる³。

「産業向け IoT(Industrial Internet of Things: IIoT)」とも称されるインダストリアル・インターネットは、産業アプリケーションを搭載した産業機械・機器・センサーを統合しビッグデータを解析することで、産業オペレーションの効率性・信用度を高められるほか、収集されたデータを用いて新たなビジネスモデルや新事業を創出することが期待されている⁴。製造、医療、エネルギー、輸送、小売、行政(スマートシティ)など、幅広い業界分野での IoT の実現を加速することを目標として設立された IIC は、世界のシステム・機器が安全に接続・制御されることでビジネスに革新的な成果をもたらす信頼できる IIoT の提供をミッションとしている。IIC は IIoT に関心を持つ企業・研究者・公共機関から成るエコシステムを構築し、信頼性に優れたビッグデータへのアクセスを加速させビジネス価値を引き出すため、スマート機器、機械、人、プロセスをつなぐためのオープンで相互運用可能な標準要件の特定、及び共通アーキテクチャの定義を行っており、以下のような活動を通じてイノベーションを促進することに注力している⁵。

- 実世界における IIoT の応用を視野に入れた既存及び新たなユースケースの活用とテストベッドの創出
- 接続技術の導入を容易にするためのベストプラクティス、参照アーキテクチャ、ケーススタディ、標準要件の提供
- インターネット及び産業システムに関する世界標準の策定プロセスへの働きかけ
- 実世界における IIoT のアイデア、プラクティス、教訓、洞察を共有・交換するオープンなフォーラムの促進
- IIoT のセキュリティへの新しい革新的なアプローチに関する信頼構築

¹ GE 社は、インダストリアル・インターネットについて「オープンでグローバルなネットワークを基盤として、航空機エンジンや医療機器を含む様々な産業機器とビッグデータを人間に結びつけるシステム」と定義している。GE 社は、機器をインターネットに繋ぎ、データを収集・解析することで、大幅なコスト削減や効率性・生産性・パフォーマンス向上につなげることができる。インダストリアル・インターネット市場は 2020 年までに 2,250 億ドル市場に成長するとの予測に基づき、2015 年に GE Digital を発足させるなど、産業オペレーションのデジタル化に焦点を当てたソフトウェア事業に多額の投資を行っている。<https://www.ge.com/digital/blog/everything-you-need-know-about-industrial-internet-things>

² 技術・空間的に分散するアプリケーションの協調運用のための標準を開発することを目的として、1989 年に設立された非営利のソフトウェア標準化コンソーシアム。<https://www.omg.org/>

³ <https://www.iiconsortium.org/members.htm>

⁴ <https://blog.iiconsortium.org/2019/09/what-is-iiot-the-industrial-internet-of-things-primer.html>

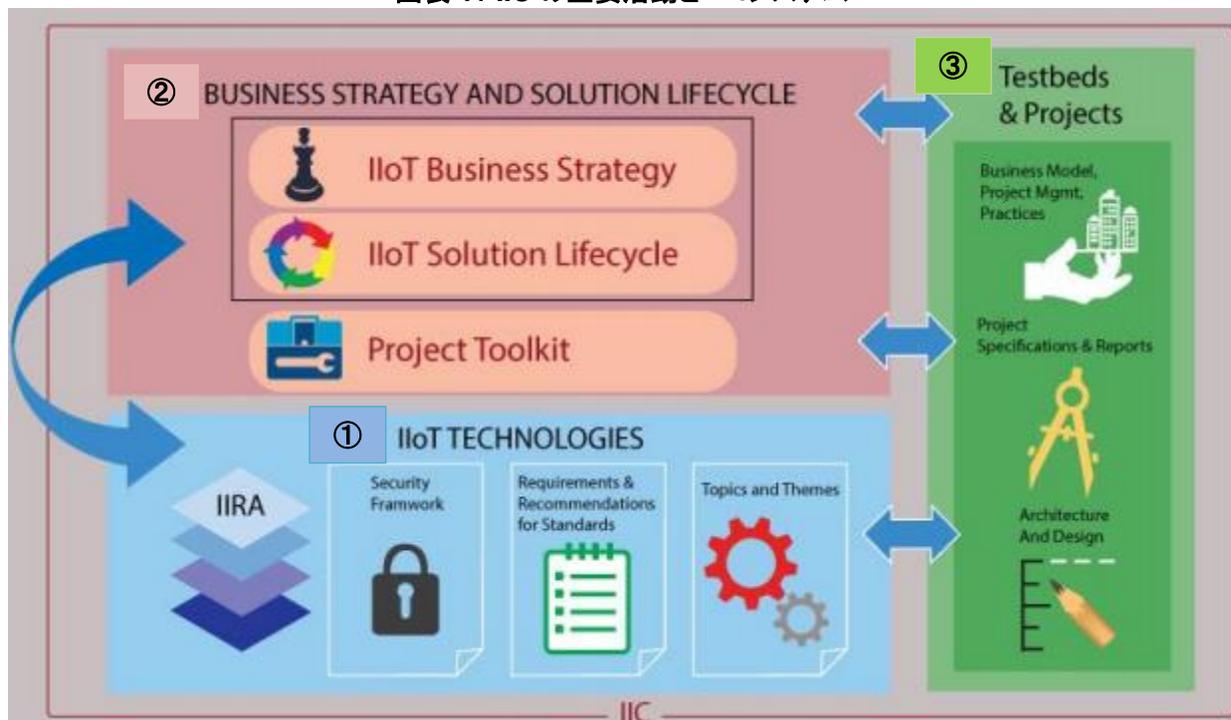
⁵ <https://www.iiconsortium.org/faq.htm#:~:text=Our%20mission%20is%20to%20deliver,controlled%20to%20deliver%20transformational%20outcomes.>

IIC は IoT の標準化団体ではないが、接続技術の導入を容易にするため、オープン標準を強く推進している⁶。そして IIC は、関連する既存の国際標準を基に同組織が作成した技術フレームワークをガイダンスとして活用し業界における革新的な IIoT の応用例を設計及びその実現性を検証する「テストベッド(Testbed)」と呼ばれる活動を通じて、不足が認められた領域で標準化に必要な要件を定義し標準化団体に提言を行うなど、策定されるグローバル標準に対し積極的に影響を与えている(詳細は後述)。

(2) ビジネスに革新的な成果をもたらす信頼できる IIoT の実現を目指す IIC の主要活動

IIC は、各ワーキング・グループ(WG)(IIC の組織構造とその活動を支える各 WG の概要については次項で後述)での活動等を通じて、ビジネスに革新的な成果をもたらす信頼できる IIoT の実現を目指し、世界の多様な企業や大学・研究機関、政府機関などが連携して取り組む場(機会)を提供している。組織ミッションを達成するための IIC の主要活動は、革新的な IIoT ソリューションの実現に向けた課題に対応することに焦点が置かれており、具体的には、ビジネスの変革を実現するために必要な①IIoT の技術要素と、②IIoT の事業戦略/ユースケース及び IIoT システム設計・運用管理手法を規定し、③これらの理論的なコンセプト(モデル)を組み合わせて革新的な IIoT の応用例を設計、テストベッドプロジェクトを通じてその実用性を検証し、IIoT に求められるセキュリティ、標準要件やベストプラクティスについて①及び②に結果をインプットしている⁷。

図表 1: IIC の主要活動とエコシステム



出典:IIC

① IIoT の技術要素の規定

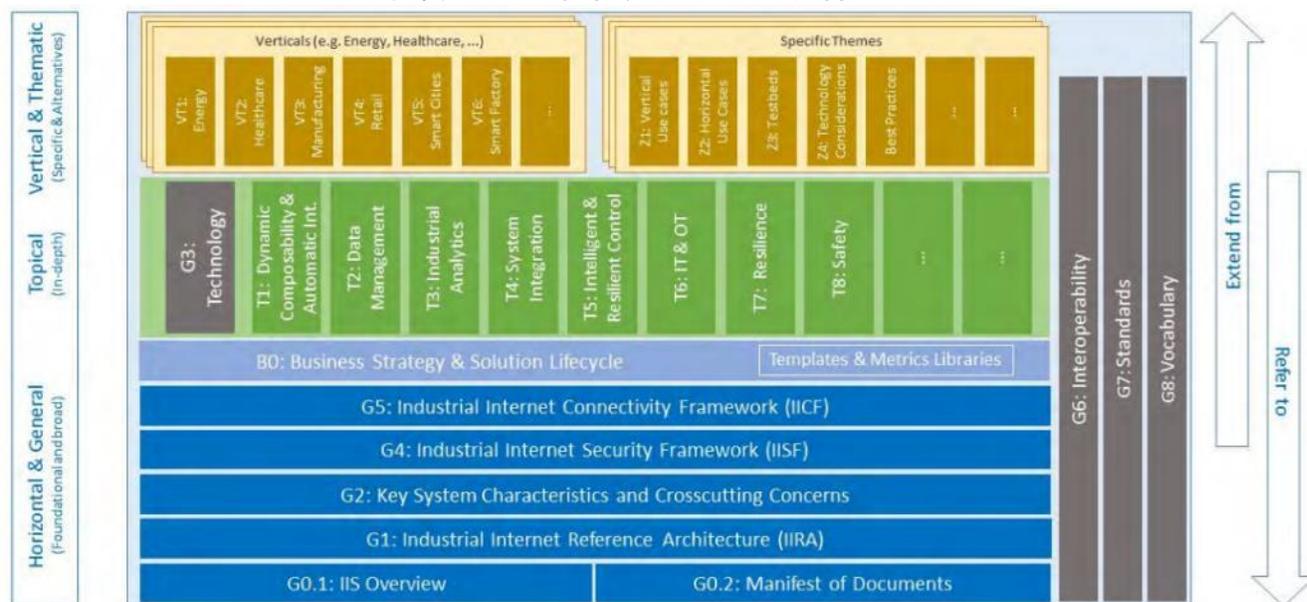
IIoT の実現は、その基礎となる技術基盤なくして議論できない。IIC は設立後まず、その技術基盤に関する業界を超えた共通認識を醸成するためのテクニカル文書の作成に注力した。IIoT の技術要素を規定する IIC の活動の基盤となっているのが 2015 年 6 月に発表された「インダストリアル・インターネット参照アーキ

⁶ <https://www.iiconsortium.org/liasons.htm>

⁷ https://www.iiconsortium.org/pdf/2015-12_Quarterly_Final_Feb_2016.pdf

テクチャ(Industrial Internet Reference Architecture: IIRA V1.7)』で、その後の改訂を経て現在は2019年6月に発行されたIIRA V1.9が最新版となっている⁸。製造、輸送、エネルギー、ヘルスケアなど多様な業界で構築されるIIoTシステムは、それぞれ複雑でユニークなニーズに基づくアーキテクチャが使用されることになるが、IIRAは、業界の枠を超えて適用できる標準⁹に基づくアーキテクチャパターンの大まかなコンセプトを示すことで、主要なIIoTの機能やアーキテクチャモデル、重要なシステム要素に関する共通の理解と、相互運用可能なIIoTシステム/ソリューション/アプリケーションの開発を促すガイダンスとして機能する(IIRA作成における議論については後述)¹⁰。IIoTの一般的なシステムアーキテクチャについては、安全性、接続性、復旧力(resilience)、相互運用性、分散データ管理、データ解析といった点を考慮する必要があり、IICでは各テーマについての技術的フレームワーク(テクニカル文書)を作成しているが、セキュリティはIIoTの実現において特に重要であるため、2016年9月、他の検討項目に先んじてフレームワーク(Industrial Internet Security Framework: IISF)¹¹が発行されている。

図表 2: IIC の発行するテクニカル文書



出典: IIC

IICではこうした技術的フレームワークの作成において、既存の標準規格とIIoTシステムに求められる要件を比較し、不足が認められた領域で新たな標準要件の定義や、リエゾン関係にある標準化団体に提言を行っている。そして、これらのテクニカル文書は、IIRAやこれらのフレームワークを基に考案されたテストベッドプロジェクトの結果を受けて情報を追加するなど、継続的に改訂作業が行われている。

② IIoTの事業戦略/ユースケース及びIIoTシステム設計・運用管理手法の規定

IIoTを導入する企業のビジネス課題に対応するため、IICは2015年第3四半期、ビジネス戦略とソリューションライフサイクル(BSSL)WGを設立した。BSSLWGは、IIoTソリューション開発プロジェクトを立ち上げる前のビジネス戦略・機会の特定や優先順位付け、テクノロジー/ビジネス要件の理解、ビジネスケースの作成、提携パートナーの選定から、アーキテクチャ設計やソリューションの構築・テスト・運用・管理、既存/新規顧客のサポートを含むソリューションライフサイクルに関するベストプラクティスを提供するために活

⁸ <https://www.iiconsortium.org/IIRA.htm>, <https://www.iiconsortium.org/pdf/IIRA-v1.9.pdf>

⁹ ISO/IEC/IEEE 42010:2011(システム及びソフトウェア工学—アーキテクチャ記述標準)に基づく。

¹⁰ <https://www.iiconsortium.org/IIRA-faq.htm>

¹¹ https://www.iiconsortium.org/pdf/IIC_PUB_G4_V1.00_PB-3.pdf

動しており、IIoT 戦略の策定・実行に関するテクニカル文書である「ビジネス戦略とイノベーションフレームワーク(Business Strategy and Innovation Framework:BSIF)」や、IIoT プロジェクトのビジネス及びテクノロジーの両側面に関するテンプレートや基準を含む IIoT プロジェクトツールキットなどを発行(提供)している¹²。BSSL WG は 2020 年 1 月、近年の DX の概念の普及と、AI・ビッグデータ解析などの関連技術の進歩に伴い、市場における変化やテクノロジーによって開かれる可能性、組織文化への影響等を常に考えて DX 戦略を推進する企業が直面する様々な課題に対応できるよう任務が拡大され、名称もデジタルトランスフォーメーション WG に改称されている(後述参照)。

③ テストベッド

テストベッドは、IIIRA に準拠した IIoT ソリューションを特定の業界で応用して使用する場合の環境に類似した条件下で実装し、新たな技術・アプリケーション・製品／サービス・ビジネスプロセス等を含む IIoT のイノベーションや事業機会の有用性と妥当性を検証・確認するプロセスであり、複数のメンバー企業が革新的なエンド・ツー・エンドの IIoT ソリューションの開発に向けて連携し、エコシステムを構築できる場として IIC が特に重視している活動である。テストベッドの採択においては、メンバー企業によるソリューションの共同提案¹³を受けて、IIC のセキュリティ WG 及びテストベッド WG による厳格な審査・承認プロセスを経て、IIC 運営委員会(Steering Committee)のテストベッド小委員会(Testbed Subcommittee)¹⁴による承諾が必要であり¹⁵、現在 IIC は 26 のテストベッドを公表している¹⁶。

図表 3: IIC のテストベッド一覧

	テストベッドの名称	対象産業分野	リーディング企業／機関	進捗状況
1	資産の効率化(Asset Efficiency)	建築・設備、航空宇宙・防衛	GE 社	完了
2	状態監視と予知保全 (Condition Monitoring & Maintenance)	エネルギー・ユーティリティ、技術インフラ	IBM 社、National Instruments 社	完了
3	コネクテッドケア(Connected Care)	ヘルスケア	Real-Time Innovations 社	完了
4	コネクテッドカー都市交通管理 (Connected Vehicle Urban Traffic Management)	輸送・物流	Microsoft 社、Real-Time Innovations 社	完了
5	コネクテッドな労働安全 (Connected Workforce Safety)	建築・設備	Microsoft 社	完了
6	ディープラーニングの設備利用 (Deep Learning Facilities)	建築・設備	東芝社、SAS Institute 社	検証中
7	送電網向け分散型電源の統合 (Distributed Energy Resources (DER) Integration)	エネルギー・ユーティリティ、環境	Real-Time Innovations 社	検証中
8	サービスとしての工場自動化プラットフォーム (Factory Automation Platform as a Service)	製造	日立製作所社、三菱電機社	検証中
9	工場オペレーションの可視化とインテリジェンス (Factory Operations Visibility & Intelligence)	製造	富士通社	完了
10	産業デジタルスレッド (Industrial Digital Thread: IDT)	製造	GE 社	完了
11	IIoT 製品・ソリューションの開発向けイノベーションプラットフォーム (International Future Industrial Internet: INFINITE)	技術インフラ、公共セクタ	コーク工科大学(Cork Institute of Technology)、Dell Technologies 社	検証中

¹² https://www.iiconsortium.org/pdf/June_2017_Jol_BSSL_WG_Spotlight.pdf

¹³ ビジネスケースのほか、各 IIoT フレームワークとの関連性、セキュリティ要件への準拠、具体的な成果に関する記述を含むことが条件となっている。

¹⁴ IIC 運営委員会のメンバーの一人がテストベッド小委員会の委員長を務める。

¹⁵ <https://www.iotworldtoday.com/2017/10/31/iic-releases-first-industrial-iiot-testbed-results/>

¹⁶ <https://www.iiconsortium.org/test-beds.htm>

12	インテリジェントな都市上水道 (Intelligent Urban Water Supply)	エネルギー・ユーティリティ、公共セクタ	Water & Process Group 社、Yo-i Information Technologies 社	完了
13	地下鉄における LTE 利用 (LTE for Metro)	輸送・物流	CAICT (China Academy of Information and Communications Technology)、Huawei 社	検証中
14	製造品質管理 (Manufacturing Quality Management)	製造	China Telecom 社、Huawei 社	完了
15	交渉自動化プラットフォーム (Negotiation Automation Platform)	製造、輸送・物流	NEC 社、Fraunhofer IOSB 社	検証中
16	AIによる製造プロセス最適化 (Optimizing Manufacturing Processes with Artificial Intelligence)	製造	Wanxiang Group 社	完了
17	精密な農作物管理 (Precision Crop Management)	農業	Sakata Seed America 社	検証中
18	小売ビデオ分析 (Retail Video Analytics)	小売	Microsoft 社、NEC 社	完了
19	セキュリティ要件評価 (Security Claims Evaluation)	航空宇宙・防衛、通信、自動車、製造、スマートグリッド、スマート医療	aicas 社、Xilinx 社	検証中
20	スマート航空会社手荷物管理 (Smart Airline Baggage Management)	輸送・物流	GE 社	完了
21	予知保全向けスマート工場機械学習 (Smart Factory Machine Learning for Predictive Maintenance)	製造	Aingura IIoT 社、aicas 社、Microsoft 社	検証中
22	スマート工場ウェブ (Smart Factory Web)	製造	Fraunhofer IOSB 社、KETI (Korea Electronics Technology Institute)、Microsoft 社、SAP 社	検証中
23	既設センサー向けスマート製造接続性 (Smart Manufacturing Connectivity for Brown-field Sensors)	製造	SAP 社	完了
24	スマート印刷工場 (Smart Printing Factory)	製造	Real-Time Innovations 社、東芝社、Microsoft 社	完了
25	TSN (Time Sensitive Networking)	製造、技術インフラ	シュトゥットガルト大学、Cisco 社、Fraunhofer IOSB 社、Moxa 社	検証中
26	追跡・監視 (Track and Trace)	製造	SAP 社、Bosch 社	完了

※ 「完了」しているテストベッドとは、当初の目標が達成され、結果が IIC の刊行物 (Journal of Innovation や Insights、ホワイトペーパー等) を通じて発表されているものを指す。完了済みのテストベッドは、新たなユースケースやテクノロジー、ビジネスモデルに対応するために再検証される場合がある。

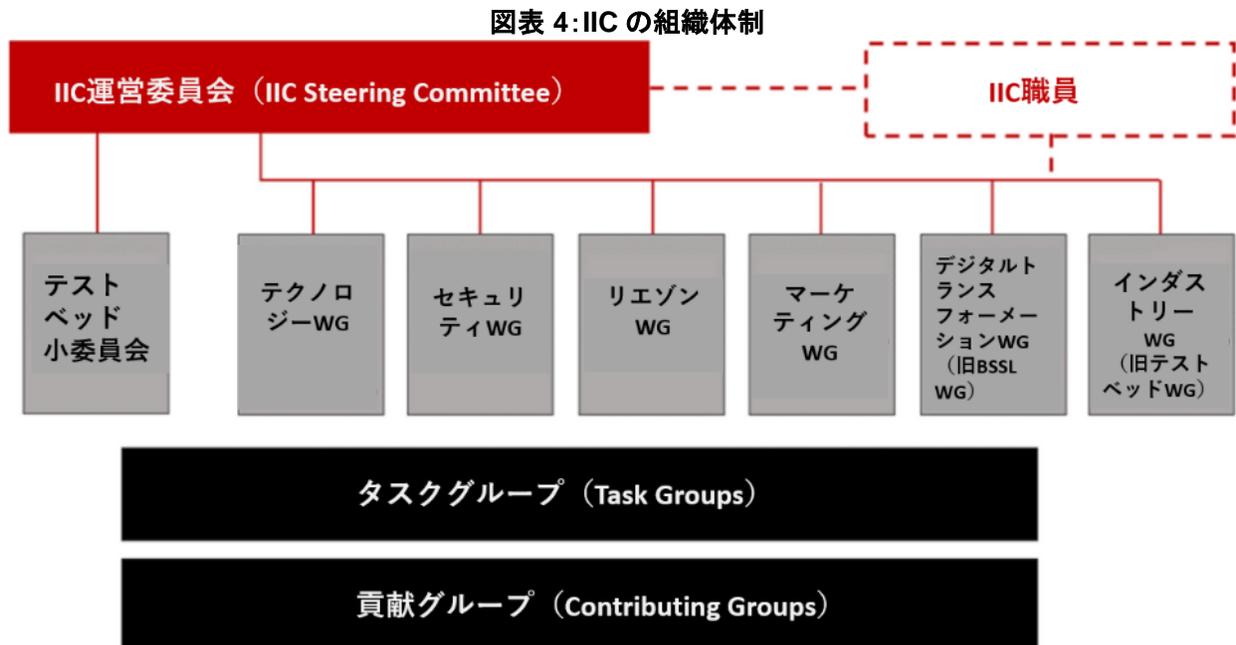
出典: IIC

OMG の会長兼 CEO で IIC のエグゼクティブ・ディレクターを務める Richard Soley 氏によると、テストベッドの発案は IIoT テクノロジーを提供するベンダーと、こうしたテクノロジーを利用するユーザー企業の両方から提出されており、2 週間毎にベンダーから「自社のテクノロジーに対するユースケースを探している」といった問い合わせを受け、ユーザー企業からも「既に思案中のユースケースがあり、自社で抱える問題を解決するテクノロジースタックを探している」といった話があるという。IoT 標準に関して業界当事者の合意をいかに得るかについて同氏は、「その標準がなぜ価値があるか、また、誰でも利用できる共有資源になると無秩序に使われて枯渇してしまうという『コモンズの悲劇 (tragedy of the commons)』の問題を避けるため、合理的な判断が必要であることを皆が理解することが重要」とし、競合しない部分を土台に健全な競争市場を

構築する方法を考えるなど、相互に協力するメリットを企業に理解してもらうことで、特定の標準要件に対し業界企業の合意を得ることは可能との見方を示している¹⁷。

(3) IIC の組織体制

IIC は、各業界で市場をリードする大手メーカーや大中小規模のテクノロジー企業(スタートアップ)、大学・研究機関、政府機関など多様な企業・団体がメンバーとなっており、組織への参加費用(年会費)も組織の種類や規模等により異なっている¹⁸。IIC の組織体制は図表 4 に示す通りであるが、IIC 運営委員会や各 WG は以下のような構成になっている。



a. IIC 運営委員会

テストベッドの承認や研究案の検討、OMG 又は他の標準化団体を通じて策定を促すべき IIoT の技術標準要件の優先順位付け、WG の組成など、IIC の主要活動に関する意思決定を行う組織運営・統率グループである。IIC 運営委員会は、OMG の会長兼 CEO で IIC のエグゼクティブ・ディレクターを務める Richard Soley 氏と、現在は以下のような IIC メンバー企業・団体の代表者から構成されている¹⁹。

図表 5: IIC 運営委員会を構成するメンバー

メンバーカテゴリ(運営委員会の任期)	企業・団体名	代表者
IIC エグゼクティブ・ディレクター(永年)	IIC	Richard Soley 氏
貢献メンバー(4年)	Dell EMC 社	Said Tabet 氏 (IoT/AI 戦略リードテクノロジスト)

¹⁷ <https://searchcio.techtarget.com/video/Industrial-Internet-Consortium-wants-to-iron-out-kinks-in-iiot-tech>

¹⁸ IIC の活動を主導する創設メンバーと貢献メンバーの年会費は 15 万ドルで、企業は年間売上が 5,000 万ドル未満の場合は 5,000ドル、年間売上が 5,000 万ドル以上の場合は 5 万ドル、大学・研究機関あるいは非営利機関の年会費は 2,500ドル、政府機関は 12,500ドルである。<https://www.iiconsortium.org/become-member.htm>

¹⁹ <https://www.iiconsortium.org/steering-committee-overview.htm>

	Huawei 社	Wang Xuemin 氏 (Huawei 欧州研究所 バイスプレジデント)
	Microsoft 社	Ron Zahavi 氏 (Microsoft Azure IoT 部 門 IoT 標準チーフ・ストラテジスト)
	パデュー大学工学部	Mung Chiang 氏 (学部長)
企業メンバー(2年)	AASA 社	Farid Bichareh 氏 (CTO)
	Futurewei Technologies 社	Wael Diab 氏 (AI/IoT 標準化・戦略部 門バイスプレジデント)
非営利機関(2年)	MITRE Corporation	Robert Martin 氏 (サイバーセキュリティ パートナーシップ上級主席エンジニア)

出典: IIC

これらの IIC 運営委員会のメンバーのうち、Microsoft 社の Ron Zahavi 氏とパデュー大学の Mung Chiang 氏の 2 名は 2019 年 1 月、IIC と OpenFog コンソーシアムとの合併²⁰に伴い、OpenFog コンソーシアムの活動をリードする主要メンバーの中から新たに選定されたメンバーである²¹。

b. ワーキンググループ(WG)

IIC では現在、以下の 6 つの WG が具体的な活動を担っている。

- **テクノロジーWG**— 参照アーキテクチャや、接続性、データ解析、エッジコンピューティングに係るフレームワークなど、IIoT の実現に必要な技術要素を特定する
- **セキュリティWG**— IIoT システムの安全性を評価するための共通のセキュリティフレームワークを策定し、テストベッドにおけるセキュリティ評価及びベストプラクティスを特定する
- **リエゾン WG**— 標準化団体やオープンソースの認可団体、テクノロジー／業界コンソーシアム・協会、認定・試験団体、政府機関などと公式関係を締結し、IIC での活動において IIoT の実現に求められる新たな標準要件の策定を働きかける
- **マーケティングWG**— IIC における IIoT の実現に向けたイノベーション活動やベストプラクティスの特定・収集・テスト・推進ソートリーダーとしての取り組みを広める
- **デジタルトランスフォーメーション WG (旧ビジネス戦略とソリューションライフサイクル<BSSL>WG)**— 様々なテクノロジーを用いて DX を企業が推進するためのガイダンス及びベストプラクティスを提供する
- **インダストリーWG (旧テストベッドWG)**— IIoT を導入し、DX の実現を目指す業界企業のニーズを理解し、新たなテクノロジー及びビジネスモデルの開発に向けたテストベッドやテストで実証された IIoT ソリューションを提供する

各 WG では、特定の専門分野のテーマごとに複数の作業グループ(タスク／貢献グループ)が組織されている。各 WG の会合は、IIC のメンバーが一堂に会し発行文書の承認・編集等について議論する四半期ご

²⁰ OpenFog コンソーシアムは、IoT システムのデータ処理をクラウドとエッジ(現場の末端)の間で分散して行うフォグコンピューティングの採用を加速させ、IoT、5G、AI アプリケーションに関連する帯域幅、レイテンシ、通信の課題を解決するために 2015 年 11 月、ARM Holdings 社、Cisco Systems 社、Dell 社、Intel 社、Microsoft 社、プリンストン大学(Princeton University)により創設された団体。オープンテクノロジーの生成に注力し、クラウド、エンドポイント、サービス間における安全で効率的な情報処理の枠組みを作成・検証することをミッションとしている。同コンソーシアムが策定したフォグコンピューティングの参照アーキテクチャは 2018 年、国電気電子学会(IEEE)により標準規格「IEEE 1934」として採択されている。データを収集する端末機器から近いエッジ側で処理するコンピューティングアーキテクチャを推進する IIC は 2018 年 12 月、そのミッションや活動方法が非常に近いとして、IIC が OpenFog を吸収する形で正式に合併することで合意したことを明らかにしている。<https://www.iiconsortium.org/press-room/12-18-18.htm>

²¹ <https://www.businesswire.com/news/home/20190131005733/en/The-Industrial-Internet-Consortium-and-OpenFog-Consortium-Unite>

との IIC 全体会議²²のほかに、電話／ウェブ会議を通じて行われている。作業グループは、所属する WG とは別に会合スケジュールを立てることが可能であるが、活動の進捗状況を WG に報告し、公表予定の文書や提言に含める重要な内容については事前に WG の承認を得る必要がある²³。IIC のメンバーは、メンバー専用のウェブページにアクセスし、各 WG の活動状況（作業中の文書や議論されているテーマ等）を把握できるほか、特定の WG の作業グループへの参加や意見投稿なども自由に行えるようになっている。なお、IIC のメンバー企業は、各 WG に制限なく作業人員を割り当てられる一方、各企業がグループ内の重要な決定事項に関して有する議決権は割り当てる作業人員の数を問わず 1 票となっている²⁴。

図表 6: IIC のメンバー専用ページにおける WG / TG のダッシュボードの例 (テクノロジーWG / デジタルツインの相互運用性に関する TG の場合)

出典: IIC²⁵

2 IIC が現在注力する領域

IIC は、これまで、一連のテクニカル文書等を通じて IIoT とは何かに関する共通の理解を業界で確立し、テストベッドを通じて信頼できる IIoT テクノロジーを実現するための（セキュリティ、接続性、相互運用性などを含む）共通技術基盤の特定に注力してきた。参照アーキテクチャ (IIRA) やセキュリティフレームワーク (IISF)、語彙集 (Industrial Internet Vocabulary)²⁶等がこの代表的な成果物であり、IIC ではその後、エンドポイントセキュリティのベストプラクティスや IoT システムセキュリティ成熟度モデルの実践ガイド（後述参照）など、複数のフレームワーク文書における原則を実際のプロジェクトに適用できるガイダンスも発行している。しかし、これらのプロジェクトはテクノロジードリブンな場合が多く、ビジネスが強く求めるニーズを反映したものではありません。設立から 5 年が経過し、IIoT 導入に向けた基本的なガイドライン文書の取り纏めを終えた

²² <https://www.iiconsortium.org/member-meetings.htm>

²³ https://www.iiconsortium.org/docs/IIC_Policies_and_Procedures.pdf

²⁴ <https://www.iiconsortium.org/working-committees.htm>

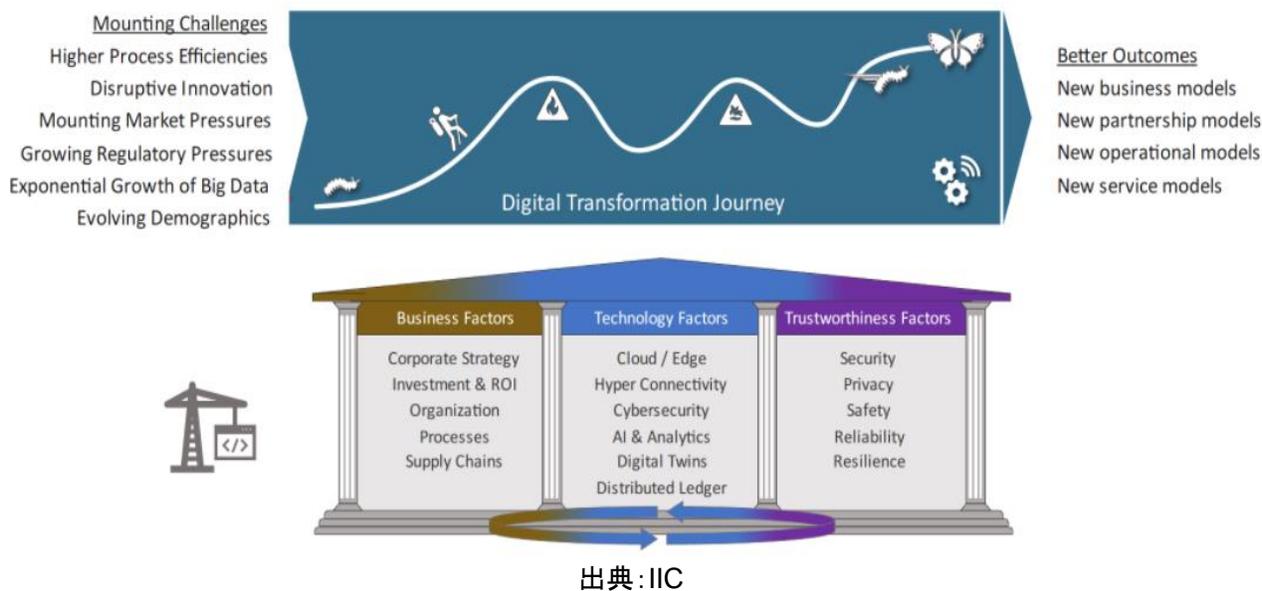
²⁵ <https://fiif.fi/wp-content/uploads/sites/9/2019/05/IIC-New-Member-Orientation-07-24-19.pdf>

²⁶ https://www.iiconsortium.org/pdf/IIC_Vocab_Technical_Report_2.1.pdf

IICでは2019年以降、幅広い業界分野でのIoTの実現を加速するためには、製造工場やエネルギー企業、輸送分野などの様々な業界で(特定の)IIoTソリューションの導入がビジネス価値の創出につながっていることを先例として示すことで、各業界のビジネスリーダーによるソリューションへのサポートを得ることが必要との考えに基づき、業界企業(エンドユーザー)におけるIIoTソリューションの導入を積極的に推進するようになっている²⁷。

IICの活動の焦点は現在、IIoTソリューションを導入する各業界のエンドユーザーに対するサポートに置かれており²⁸、IICは2020年1月、ビジネス戦略とソリューションライフサイクル(BSSL)WGをデジタルトランスフォーメーションWGに改称するなど、デジタルトランスフォーメーション(DX)の概念普及に伴う各業界企業のDXジャーニーの支援も強化している。IT技術とオペレーション向け技術(OT)の統合は、IIoTの実現、すなわち業界企業がDXを実現する上で不可欠な要素であるが、IoT関連のデバイスの増加に伴って、インフラ技術の整備が必要になっており、IICは、IoT技術の成熟に伴って進化を遂げているAI・ビッグデータ解析、クラウド/エッジコンピューティング、サイバーフィジカルシステム(CPS)を具現化するデジタルツイン²⁹などの技術にも注目し、これらの技術を組み合わせた革新的なソリューションの開発及びその技術的な課題、DXの実現に向けたビジネス課題に対応しようとしている³⁰。

図表 7: IIC が推進するインダストリアル DX ジャーニー



こうした状況を踏まえ、以下では、IICの主要活動を担うテクノロジーWG、セキュリティWG、デジタルトランスフォーメーションWG、インダストリーWGにおける主な活動状況を紹介する。

²⁷ https://www.iiconsortium.org/pdf/Q3_2019_IIC_Progress_Report_FINAL.pdf

²⁸ <https://www.iiconsortium.org/news/joi-articles/2019-November-Joi-Whats-New-at-the-IIC.pdf>

²⁹ IoTを利用して収集した物理的資産やプロセス、システムなどのデータをサイバー空間に送り、実世界の環境を再現すること。仮想空間上でリアルタイムなシミュレーションやモニタリングを行えることで、製造、エネルギー・ユーティリティ、石油・ガス、鉱業等の業界で、様々なメリットが期待されている。

<https://hub.iiconsortium.org/portal/Whitepapers/5e95c68a34c8fe0012e7d91b>

³⁰ <https://www.iiconsortium.org/digital-transformation/index.htm>

(1) テクノロジーWG

図表 8:テクノロジーWGの概要

WG (共同) 議長	<ul style="list-style-type: none"> • Wael Diab 氏 (Futurewei Technologies 社) • Shi-Wan Lin 氏 (Yo-i Information Technologies 社) • Daniel Young 氏 (東芝社)
作業グループ (TG) ((共同) 議長)	<ul style="list-style-type: none"> ○ <u>アーキテクチャ TG</u> (Shi-Wan Lin 氏、Eric Simmon 氏 <NIST>) — テクニカル文書としての IIRA の作成・改訂 ○ <u>接続性に関する TG</u> (Rajive Joshi 氏 <Real-Time Innovations 社>、Christer Holmberg 氏 <Ericsson 社>) — IIRA の接続性に係る領域を担う ○ <u>パターン TG</u> (Daniel Burkhardt 氏 <STCII>、François Ozog 氏 <Linaro>) — 業界で用いられているアーキテクチャ/設計パターンの作成・収集・公表 ○ <u>語彙 TG</u> (Robert Martin 氏 <MITRE Corporation>、Erin Bournival 氏 <Dell Technologies 社>) — IIoT ソリューションに関連した重要な語彙を定義、修正・改訂する ○ <u>デジタルツインの相互運用性に関する TG</u> (Shi-Wan Lin 氏、Gordon Shao 氏 <NIST>、Kym Watson 氏 <Fraunhofer IOSB >) — 産業システムにおけるデジタルツインの相互運用性に必要な要素を規定する ○ <u>分散データの相互運用性・管理に関する TG</u> (Kym Watson 氏、Andrei Kolesnikov 氏 <IOTAS>、Niklas Widell 氏 <Ericsson 社>) — ユビキタスなデータ共有統合フレームワークを提供するための IIoT 向けデータサービスフレームワークのプロパティを規定する ○ <u>エッジコンピューティング TG</u> (Lalit Canaran 氏 <Ivado Labs 社>、Todd Edmunds 氏 <Dell Technologies 社>、Mitch Tseng 氏 <InfoServ 社>) — IIoT に最適な標準、プラクティス、導入モデル、特性を特定・評価する ○ <u>産業 AI TG</u> (Wael Diab 氏) — 実行/保存データを活用し IIoT システムから意味を見出し、価値を提供するための実現可能な包括的データ解析技術・手法のプロパティを規定する ○ <u>イノベーション TG</u> (Mitch Tseng 氏) — IIC のメンバーに研究機関及びスタートアップが革新的なテクノロジーについて提案する場を提供する ○ <u>ネットワーキング TG</u> (Jan Höller 氏 <Ericsson 社>、David Lou 氏 <Huawei 社>) — OSI 参照モデルのレイヤ 1、2、3 における多様な業界での活用シナリオを考慮した要件、トレンド、テクノロジーを特定・分析する
主な成果物	<ul style="list-style-type: none"> ▶ テクニカル文書: インダストリアル・インターネット参照アーキテクチャ (IIRA)、インダストリアル・インターネット語彙 (Industrial Internet Vocabulary)、IIoT の重要なシステム懸念事項 (Key System Concerns)、インダストリアル・インターネット接続性フレームワーク (IICF)、インダストリアル・インターネット解析フレームワーク (IIAF) ▶ ホワイトペーパー: IIoT におけるエッジコンピューティング概論 (Introduction to Edge Computing in IIoT)、IIoT 通信を可能にする産業ネットワーキング (Industrial Networking Enabling IIoT Communication)、アーキテクチャの整合性と相互運用性 (Architecture Alignment and Interoperability)、インダストリアル・インターネットとインダストリー 4.0 におけるデジタルツイン及びアセット管理シェル概念と応用 (Digital Twin and Asset Administration Shell Concepts and Application in the Industrial Internet and Industrie 4.0)

出典: IIC

テクノロジーWG は、IIC の設立以来、IIoT の技術基盤に対する共通の理解を各業界で醸成し、IIoT ソリューションアーキテクチャの一貫した設計と相互運用可能な IIoT システムの実装を支援するためのテクニカル文書の作成に注力してきた。2015年6月に発行されたインダストリアル・インターネット参照アーキテクチャ (IIRA) はその中核を成す文書であり、その作成には IIC の創設メンバー5社のほか、セキュリティWGのメンバー企業も協力し、ABB 社、富士通社、SAP 社、Real-Time Innovations 社、EnterpriseWeb 社、Symantec 社、MITRE Corporation、ペンシルバニア大学を含む 17 以上のメンバー企業・組織における約 30 名のシステム/ソフトウェアアーキテクト、ビジネス及びセキュリティ分野の専門家が関与している³¹。

³¹ <https://www.iiconsortium.org/IIRA-1.7.htm>

これらの専門家による 15 カ月間に及ぶ議論において、製造、輸送、エネルギー、ヘルスケア、公共インフラ等の幅広い業界がカバーする IIoT システムは、各分野においてそれぞれ非常に複雑で用途がユニークであることから、システム／アーキテクチャに求められる要件は多様であるとの認識が深まる一方、オープン参照アーキテクチャを作成するメリット³²を踏まえ、多様な業界分野に応用できる大まかなアーキテクチャパターンの抽象概念を作成・記述できないかという点が主な議論の中心になった。激しい議論の末、テクノロジーWG は多様な産業分野で共通の価値提案のテーマや大まかなアーキテクチャパターンについて合意に達し、IIoT システムの実装において活用・再利用できる共通のビルディングブロック型のテクノロジー／ソリューションについても特定された³³。IIRA は、主要なアーキテクチャ問題に対する共有認識と様々な業界に広く適用できるアーキテクチャパターンへの共通の理解を深めるため、システム／ソフトウェアのアーキテクチャ記述の国際規格である ISO/IEC/IEEE 42010 に基づき、①業務、②システム活用、③機能、④実装の 4 つの観点から IIoT システムに関わる最も重要な技術的要素や制御のやり取りが平易な表現で記述されており³⁴、詳細な技術的専門知識がなくても理解できる内容になっている。テクノロジーWG 及びアーキテクチャタスクグループ(TG)の共同議長を務める Shi-Wan Lin 氏³⁵は、「多くの企業にとってビジネス変革につながる IIoT システムの導入にどのように着手すべきかが主要課題の一つとなっているが、IIRA はビジネスの観点から IIoT システムプロジェクトを推進するためのフレームワークを提供し、想定されるビジネス価値を提供できるシステム構築を行えるようになってきている」と述べる。最終的に IIRA は、(IIC を含む)業界関係者の間で開発する IIoT システムのアーキテクチャに関して早期に合意を形成することで、システム設計や相互運用性の問題で発生するコストを削減し、オープンで革新的な IIoT エコシステムの実現をサポートする見込みである³⁶。

IIRA は、IIoT システムの実際の導入事例からの学びや最先端テクノロジーの発展状況を反映する形で継続的に改訂されており、現在は 2019 年 6 月に発行された V1.9 が最新版となっている³⁷。また、IIC のテクノロジーWG は、2016 年 3 月に協業を発表しているドイツの Platform Industrie 4.0 (PI4.0)³⁸の作業グループとジョイントタスクグループ(JTG)を結成し、参照アーキテクチャの整合性を図るための取り組みにも注力しており、同グループは 2018 年、「アーキテクチャの整合性と相互運用性(Architecture Alignment and Interoperability)」に関するホワイトペーパー³⁹を発行した。PI4.0 は「Industrie 4.0 のための参照アーキテクチャモデル(Reference Architectural Model for Industrie 4.0: RAMI)」と呼ばれる参照アーキテクチャを独

³² オープン参照アーキテクチャを作成することで、ビルディングブロック型の共通システムの再利用が奨励され、業界の枠を超えて IIoT システムの設計・導入・運用における経験／ノウハウの共有が容易になるほか、システムベンダーは相互運用可能で市場に適合した複数の産業分野に適用できるシステムコンポーネントを構築可能であり、システム実装者は同参照アーキテクチャをベースに、再利用できる商用(又はオープンソース)システムのビルディングブロックを選択し、プロジェクトリスクやコスト、商品化までの時間を削減できるといったメリットがある。

³³ <https://laptrinhx.com/the-industrial-internet-reference-architecture-a-milestone-on-the-path-to-iiot-interoperability-3837650406/>

³⁴ <https://hub.iiconsortium.org/iira>

³⁵ Shi-Wan Lin 氏は、システムアーキテクト、ビッグデータ、解析、エンタープライズソフトウェア、クラウドサービス、システムセキュリティ、ワイヤレスデータ通信分野で 20 年以上の経歴を有し、IIoT システム及びスマート製造向けストリーミング解析ソリューションを提供するスタートアップ Thingswise 社の共同創設者で、現在、中国の IT サービス企業 Yo-i Information Technologies 社の CTO を務める。

³⁶ <https://technative.io/industrial-internet-consortium-publishes-new-iiot-reference-architecture/>

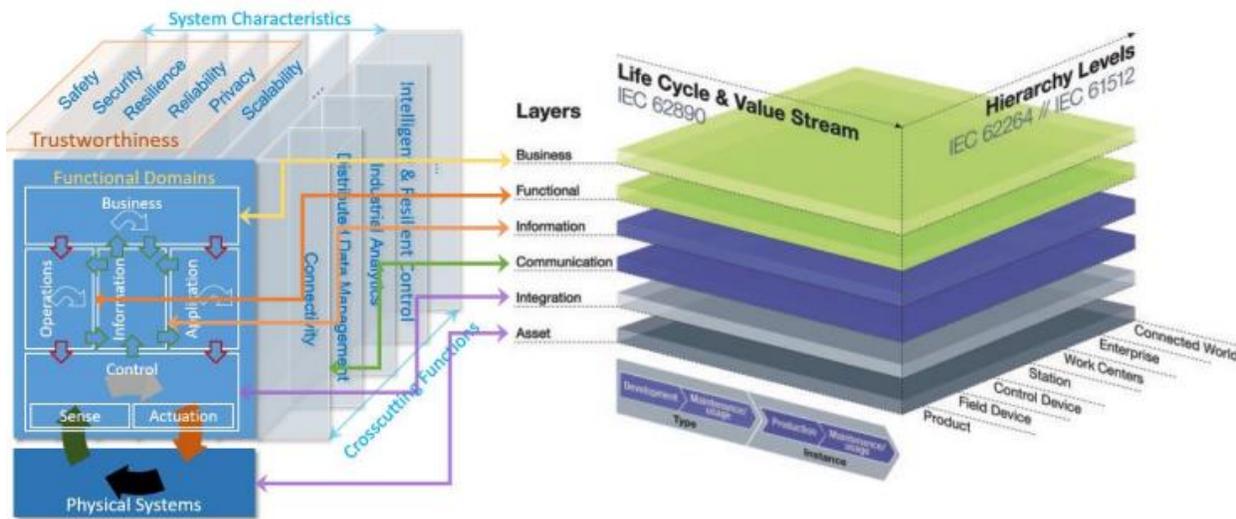
³⁷ <https://www.isvworld.com/search/news/244876>

³⁸ PI4.0 は、製造業の国際的な競争力向上を目指すドイツの国家戦略に則り、IT と製造技術を統合し製造業の生産性を高める第 4 次産業革命(Industrie 4.0)実現のため、ドイツの主要業界団体であるドイツ IT・通信・ニューメディア産業連合会(BITKOM)、ドイツ機械工業連盟(VDMA)、ドイツ電気・電子工業連盟(ZVEI)が産官学の有識者を集めて 2013 年 4 月に発足した団体。同業界団体への加盟企業数は合計 6,000 社を超え、様々なワーキンググループが Industrie 4.0 の実現に必要な技術開発や標準化に関する議論を行っている。<https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/EN/ThePlatform/Background/background.html>
<https://www.iiconsortium.org/press-room/03-02-16.htm>

³⁹ https://www.iiconsortium.org/pdf/JTG2_Whitepaper_final_20171205.pdf

自に開発しており、IICとPI4.0はそれぞれがアーキテクチャを個別に開発することに伴う市場の混乱を減らすため、IIRAとRAMIの両アーキテクチャをマッピングして潜在的な整合性や技術的な問題を探り、共同テストベッドを推進することで協力している⁴⁰。両者が協力関係を発表してから最初の包括的なレポートとなる同ホワイトペーパーでは、多様な業種を対象とし、より広い応用性を持つIIRAと、製造業及び関連するバリューチェーンに特化したRAMIの2つのアーキテクチャモデルは相互に補完するものであるとの結論に立ち、IIoTシステムの普及に向けた標準要件の向上と相互運用性の確立のために協力を継続する方針が明記されている。

図表 9: IIRA(左)とRAMI(右)の機能マッピング



出典: IIC

IICがOpenFogコンソーシアムの吸収合併を発表してから間もない2019年4月、IICとPI4.0は連携をさらに強化し、特にセキュリティ、エッジコンピューティング、インダストリー4.0コンポーネント、デジタルツイン領域における共同プロジェクトを推進することで合意したと明らかにした⁴¹。「インダストリアル・インターネットとインダストリー4.0におけるデジタルツイン及びアセット管理シェル概念と応用(Digital Twin and Asset Administration Shell Concepts and Application in the Industrial Internet and Industrie 4.0)」に関するホワイトペーパー⁴²は、この取り組みの一環でIICとPI4.0のJTGが2020年9月に発行したもので、デジタルツイン技術に関する明確で簡潔な定義と関連標準規格、ユースケースのほか、インダストリー4.0のエコシステム内で異なるシステムやコンポーネントの円滑な相互運用を実現するため、産業分野におけるデジタルツインの適用例の一つであるPI4.0のアセット管理シェル(AAS)⁴³が果たす役割について説明されている。IICのLin氏は、「多くの組織がほぼ独自仕様に基づくデジタルツイン技術を導入し、デジタルツイン技術とソリューションの共有・再利用が困難という好ましくない状況となっており、幅広く適用されるデジタルツイ

⁴⁰ <https://www.iiconsortium.org/iic-i40-joint-work.htm>

⁴¹ <https://www.iiconsortium.org/press-room/04-01-19.htm#:~:text=HANNOVER%2C%20GERMANY%20%E2%80%93%20April%201%2C,interoperability%20and%20advance%20the%20IIoT.>

⁴² <https://www.iiconsortium.org/pdf/Digital-Twin-and-Asset-Administration-Shell-Concepts-and-Application-Joint-Whitepaper.pdf>

⁴³ AASは、標準化された通信インターフェースを用いて、アセット(機械、生産モジュール、システムだけでなく、個々の製品、ソフトウェアの実装、知的財産、人的資源なども含む)同士が通信できるようにするもの。AASにはアセットのあらゆるデータが含まれ、AASを用いることで、インターネット上で仮想的にアセットデータにアクセスできるようになる。PI4.0は、このアセットと管理シェルの組み合わせを「インダストリー4.0コンポーネント」と位置付けている。

[https://www.arcweb.com/blog/concepts-applications-i40-asset-administration-shell#:~:text=The%20Asset%20Administration%20Shell%20\(AAS,orchestration%20systems%20or%20engineering%20tools.](https://www.arcweb.com/blog/concepts-applications-i40-asset-administration-shell#:~:text=The%20Asset%20Administration%20Shell%20(AAS,orchestration%20systems%20or%20engineering%20tools.)

ン技術の相互運用性を実現する上で、概念、情報、相互作用モデルに関する共通の理解を促すことが必要」との見解を示している。なお、PI4.0のAAS作業グループ議長を務めるBosch社のBirgit Boss氏は、「AASはすぐに実装可能であり、IICが規定したデジタルツイン技術要件を包括的にサポートしている。AASは製造業以外のデジタルツインもサポートできるが、その適用性については各々の分野で綿密に分析・判断する必要があり、デジタルツイン技術を基盤とする新たなユースケースやビジネスモデルを実現する上で、産業の枠を超えた相互運用性を確立することが重要だ」と述べている⁴⁴。

(2) セキュリティWG

図表 10: セキュリティWGの概要

WG(共同)議長	<ul style="list-style-type: none"> Jesus Molina氏(Waterfall Security Solutions社) Sven Schrecker氏(Trust Driven Solutions社)
作業グループ(TG) (共同)議長	<ul style="list-style-type: none"> 信用度に関するTG(Marcellus Buchheit氏<Wibu-Systems社、Frederick Hirsch氏<富士通社>、Bob Martin氏<The MITRE Corporation>)— 環境要因に伴う障害や人的エラー、システム障害が起きた際の安全性、セキュリティ、プライバシー、信頼性、復元力を含むIIoTシステムの信用度に係る要素を探索する セキュリティの適用に関するTG(Ron Zahavi氏、Microsoft社)— IICの規定したIoTシステムにおけるセキュリティ及び信用度の基準を実際の様々な状況に適用する テストベッドのセキュリティに関するTG(Jesus Molina氏、Vyacheslav Zolotnikov氏<Kaspersky Lab社>、Suresh Damodaran氏<The MITRE Corporation>)— セキュリティWGが規定したIIoTシステムのセキュリティのベストプラクティス/プロセスをIICテストベッドに適用する 産業用分散型台帳技術に関するTG(Mike McBride氏<Futurewei Technologies社>、Xinxin Fan氏<IoTeX社>)— 産業用分散型台帳技術に関するテクニカル文書を作成・管理・適用する
主な成果物	<ul style="list-style-type: none"> テクニカル文書: インダストリアル・インターネットセキュリティフレームワーク(IISF)、PoS 端末向けIoTシステムセキュリティ成熟度モデルの小売プロファイル(IoT SMM Retail Profile for Point-of-Sale Devices) ホワイトペーパー: IoTシステムセキュリティ成熟度モデル: 実践ガイド(IoT Security Maturity Model: Practitioner's Guide)、IIoTにおける主要な安全性の課題(Key Safety Challenges for the IIoT)、ソフトウェアの信用度におけるベストプラクティス(Software Trustworthiness Best Practices)、エンドポイントセキュリティのベストプラクティス(Endpoint Security Best Practices)、データ保護におけるベストプラクティス(Data Protection Best Practices)

出典: IIC

IIRAが公表されてからおよそ1年後の2016年9月に発行された「インダストリアル・インターネットセキュリティフレームワーク(IISF)」はIIRAで概要が示された業務、機能、実装の観点からIIoTシステムのセキュリティ問題に対処する業界におけるセキュリティの共通枠組みを提供している。IICのセキュリティWGにおけるIntel社、Real-Time Innovations社、富士通社、Wibu-Systems社、Symantec社など、25以上の企業・大学のセキュリティ専門家の洞察、経験、セキュリティのベストプラクティスに関する知識を結集して作成されたこのフレームワークは、IIoTシステムにおける信用度(trustworthiness)を特定するために役立つ①安全性、②セキュリティ、③信頼性、④復旧力、⑤プライバシーという5つの特徴を重視しているほか、信頼の基点(roots of trust)や認証、アクセス制御、安全性保障(integrity protection)、監視等を含む多様なセキュリティの側面を網羅した産業間共通の最も詳細なセキュリティフレームワークである⁴⁵。セキュリティWGは2019年2月、IISFに基づくIIoTのステークホルダー向けセキュリティ成熟度モデルの実践ガイド(IoT Security Maturity Model: Practitioner's Guide)⁴⁶を公表しており、同ガイドを用いることでIIoT運用者は、

⁴⁴ <https://www.manufacturingtomorrow.com/news/2020/09/16/industrial-internet-consortium-and-platform-industrie-40-explore-the-application-of-digital-twin-and-asset-administration-shell-concepts/15829/>

⁴⁵ <https://www.iiconsortium.org/IISF.htm>

⁴⁶ 現在は2020年5月に発行されたv1.2が最新版となっている。

ガバナンス、テクノロジー、システム管理の観点から組織の IoT システムのセキュリティの現況と目標に到達するために必要な手順を理解し、段階的にシステムのセキュリティを強化できる⁴⁷。

IoT デバイスの増加に伴い、インフラ技術及びセキュリティに対するニーズは高まっている。こうした傾向に伴い、セキュリティ WG は近年、エンドポイント(デバイス)やデータ保護、通信、接続性に関連したセキュリティに対応するためのベストプラクティスの取り纏め(ホワイトペーパー)に注力している⁴⁸。また IIC は 2020 年 1 月、IoT 分野におけるブロックチェーンの活用を推進する Trusted IoT Alliance (TloTA)⁴⁹と合併統合し、両組織のメンバーは、IIC の傘下でブロックチェーン及び分散型台帳技術(DLT)といった信頼性の高い IloT システムの実現に向けたベストプラクティスの推進等で協力すると発表した⁵⁰。Gartner 社が 2019 年 12 月に発表した調査では、IoT テクノロジーを導入しているアメリカのおよそ 500 社の企業のうち、ブロックチェーンを既に活用している又は 2020 年末までに活用する計画であると回答した割合は全体の 75%に上っており、多くの企業が IoT とブロックチェーンを組み合わせて利用する最大のメリットとして、複数の当事者が関与するトランザクション(データ)における安全性と信頼性の向上を挙げている⁵¹。デバイスから取得したデータを安全に管理するニーズが今後ますます高まることが予想される中、ブロックチェーン/DLT の活用に関連した今後の取り組みにも期待が集まっている。

(3) デジタルトランスフォーメーション WG (旧 BSSL WG)

図表 11: デジタルトランスフォーメーション WG の概要

WG (共同) 議長	<ul style="list-style-type: none"> • Bassam Zarkout 氏 (IGnPower 社) • Jim Morrish 氏 (Transforma Insights 社) • Dirk Slama 氏 (Bosch.IO 社)
作業グループ(TG) (共同) 議長	<ul style="list-style-type: none"> ○ <u>ビジネス戦略 TG</u> (Jim Morrish 氏) — 企業が商業(その他の)利益を得るために IloT システムのコンセプトを完全に活用する上で対応すべきあらゆる重要課題を特定・分析する ○ <u>エコシステム TG</u> (Stan Schneider 氏 <Real-Time Innovations 社>、Bassam Zarkout 氏) — IIC メンバーがビジネス利益のために IIC のエコシステムを活用できるよう支援する ○ <u>ユースケース TG</u> — 様々な産業分野における問題に焦点を当てた特定のユースケースを収集・策定する
主な成果物	<ul style="list-style-type: none"> ▶ テクニカル文書: ビジネス戦略とイノベーションフレームワーク(BSIF) ▶ ホワイトペーパー: IloT システムの実用に向けた信用度の管理と評価 (Managing and Assessing Trustworthiness for IloT in Practice)、産業界における DX (Digital Transformation in Industry)

出典: IIC

IIC のデジタルトランスフォーメーション WG が 2020 年 7 月末に発表した「産業界における DX (Digital Transformation in Industry)」に関するホワイトペーパー⁵²は、2019 年以降、業界企業(エンドユーザー)における IloT ソリューションの導入を積極的に推進している IIC が、クラウド/エッジコンピューティング、AI・ビッグデータ解析、デジタルツイン、付加製造(3D プリンタ)技術といった最先端テクノロジーを活用し、業界企業の幅広い DX の実現をサポートするために組織的に進化を遂げていることを示すものである。このホワイトペーパーは、組織の事業、テクノロジー、セキュリティ・安全部門の管理者がビジネスモデルの策定や主要なテクノロジーの活用、DX ジャーニーを始める上で必要な IloT システムの信用度レベルを決定するための

<https://www.iiconsortium.org/smm.htm>、https://www.iiconsortium.org/pdf/IoT_SMM_Practitioner_Guide_2020-05-05.pdf

⁴⁷ https://www.kaspersky.com/about/press-releases/2019_kaspersky-lab-joins-forces-with-industry-leaders-to-deliver-actionable-technical-guidance-for-multiple-iot-stakeholders

⁴⁸ <https://www.iotworldtoday.com/2018/03/13/industrial-iot-security-focus-iic-issues-new-guidance/>

⁴⁹ 2017 年に Cisco 社や Bosch 社、Gemalto 社を含む 17 社の企業により設立されたコンソーシアムで、安全で拡張性の高い IoT エコシステムを実現するためにブロックチェーンの活用を推進している。

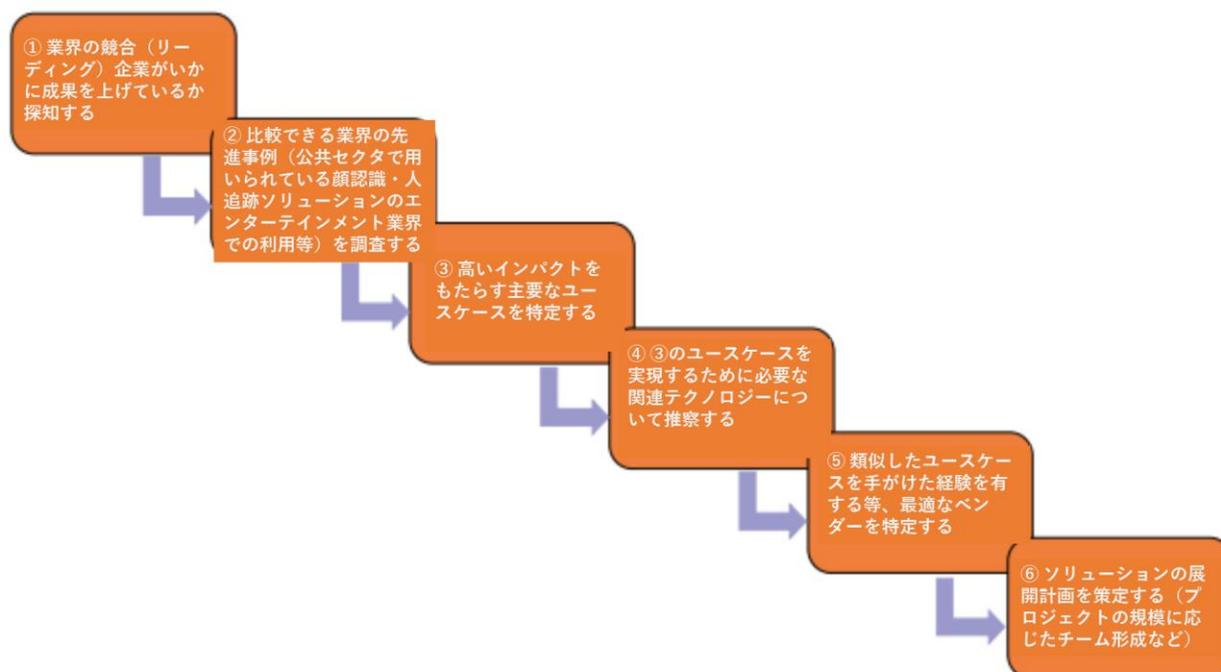
⁵⁰ <https://www.iiconsortium.org/press-room/01-03-20.htm>

⁵¹ <https://blogs.gartner.com/avivah-litan/2019/12/05/iot-integration-sweet-spot-blockchain-per-gartner-survey/>

⁵² https://www.iiconsortium.org/pdf/Digital_Transformation_in_Industry_Whitepaper_2020-07-23.pdf

ガイダンスとなるもので、デジタルトランスフォーメーション WG の共同議長である Jim Morrish 氏は、「(同文書には)DX を支える主要なテクノロジーとこうしたテクノロジーの実装を模索する企業が取るべき最初のステップが示されている」と述べている⁵³。

図表 12: DX を模索する企業が取るべき最初の 6 ステップ



出典: IIC

また、デジタルトランスフォーメーション WG (エコシステム TG) は 2020 年 1 月末、IIoT システムのテクノロジーユーザー、ベンダー、システムインテグレーター、政府・学術機関関係者など業界の専門家が IIoT システムの諸問題についての意見交換やネットワーク作りを支援するための場として「IIC コミュニティフォーラム」(IIC Community Forum)⁵⁴を新設している⁵⁵。同フォーラムは、「テクノロジー」、「セキュリティ」、「ビジネス」、「業界」、「その他のトピック」にカテゴリが分かれており、IIoT に係るあらゆるステークホルダーに利する示唆に富んだ議論を誘発し、IIC の発行物に関するフィードバックの収集や、新たなガイダンスを作成する上でそれぞれの専門性をどこに適用するかについてアイデアを募集する媒体として機能することが期待されている⁵⁶。

⁵³ <https://www.metal-am.com/industrial-internet-consortium-publishes-white-paper-on-digital-transformation-in-industry/>

⁵⁴ <https://community.iiconsortium.org/>

⁵⁵ <https://blog.iiconsortium.org/2020/01/launching-the-iic-community-forum-a-new-way-to-connect-within-the-iiot-industry.html>

⁵⁶ <https://www.embeddedcomputing.com/application/industrial/industrial-iiot/industrial-internet-consortium-opens-iic-community-forum>

(4) インダストリーWG(旧テストベッド WG)

図表 13: インダストリーWG の概要

WG 議長	<ul style="list-style-type: none"> Howard Kradjel 氏 (IIC)
作業グループ(TG) (共同議長)	<ul style="list-style-type: none"> テストベッド・カウンシル TG (Mitch Tseng 氏 <InfoServ 社>、Vijay Ujjain 氏 <PwC 社> — 業界のユーザーニーズを満たすテストベッド/テストドライブソリューションの創出・実施・成功(完了)までのプロセスを監督する 自動車及び産業用 OTA 技術に関する TG (Yuming Ge 氏 <CAICT>、Dirar Hakeem 氏 <AASA 社>) — 自動車、高度道路交通システム (ITS)、IoT 業界におけるエンドユーザー向け最新 OTA (関連) 技術を推進するため、OTA や関連通信技術適用と DX の指針となるユースケース、テストベッド、テストドライブ、ベストプラクティスを特定 (策定) する エネルギー TG (Eddie Lee 氏、Moxa 社) — エネルギー業界における IIoT システムの普及につながる標準及びテクノロジー要件の策定に必要なテクノロジー、テストベッド、セキュリティ、フレームワークを特定・確立する ヘルスケア TG (Erin Bournival 氏 <Dell Technologies 社>) — ヘルスケア業界においてより安全かつ効率的な患者ケアを提供するための IIoT システムの普及につながる標準及びテクノロジー要件の策定に必要なテクノロジー、テストベッド、セキュリティ、フレームワークを特定・確立する 鉱業 TG (Shrey Shroff 氏 <DXC Technology 社>) — 鉱業事業者及び採掘装置メーカーと協力し、IIoT システムを活用したビジネス事業の最適化と新たなビジネス機会の特定を行う スマート工場 TG (Farid Bichareh 氏 <AASA 社>) — 製造業者、ソフトウェア/ハードウェアソリューションベンダー、サービスプロバイダー、研究機関を集め、新たなスマート製造向け IIoT ソリューションに洞察を加え、業務効率化とビジネスモデルのイノベーション開発を支援する
主な成果物	<ul style="list-style-type: none"> ホワイトペーパー: デジタル化の向こうへ: 石油・ガス業界におけるビッグデータ、解析、インテリジェントシステムのコンバージェンス (Beyond Digitization: The Convergence of Big Data, Analytics and Intelligent Systems in Oil & Gas)、製造 IIoT システムを始める上での実用的な方法 (A Practical Way to Get Started in Manufacturing IIoT: Cultivate a "Green Patch" in Your Brownfield)、TSN テストベッド: 収束トラフィックの特徴づけとマッピング (Time Sensitive Networking for Flexible Manufacturing Testbed - Description of Converged Traffic Types)、スマート工場ウェブテストベッドにおける標準使用法 (Usage of Standards in the Smart Factory Web Testbed)

出典: IIC

テストベッド WG は、IIC の設立以来、IIoT のイノベーションや事業機会についての有用性と妥当性を検証し、必要な要求条件を特定、標準化団体に提示することで相互運用可能な IIoT の実現をサポートするという IIC が特に重視するテストベッド活動を主導してきた。IIC は 2019 年、業界企業 (エンドユーザー) における IIoT ソリューションの導入を積極的に促すため、ビジネスのデジタル変革 (DX) や新たな IIoT テクノロジーの導入、市場で求められる要件の特定、多様な業界のテクノロジー専門家とつながることを求める業界企業のニーズに対応した以下のような新イニシアチブ (アクセラレータープログラム) を立ち上げており⁵⁷、テストベッド WG はこれまでのテストベッド活動に加え、これらのイニシアチブの推進も担っている。なお、こうした活動内容の拡大に伴い、テストベッド WG は 2020 年 8 月、「インダストリーWG」に改称された。

⁵⁷ <https://blog.iiconsortium.org/2020/01/2019-year-in-review-for-the-industrial-internet-consortium.html>

図表 14: 2019年に開始された業界企業向けアクセラレータープログラムの概要

プログラム名	概要
テストドライブ (Test Drives)	<p>業界企業(エンドユーザー)は、IIC のテストベッドを通じた検証結果(ユースケースの概念実証)を踏まえた最先端の IIoT テクノロジーソリューションを、テクノロジーベンダーと連携しながら短期間(3~6 カ月間)のパイロットプロジェクト形式で導入できる。現時点で IIC は以下の 4 つのテストドライブソリューションを提供している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インテリジェントビデオ解析(リーディングテクノロジーベンダー: NetApp 社) ・製造ラインにおけるセンサー導入(Corlina 社) ・AI を活用した射出成型ソリューション(InterX 社) ・製造サプライチェーンの最適化を図る動的シミュレーション(シンガポール科学技術研究所<A*STAR>)
IoT チャレンジ (IoT Challenges)	<p>(複数の)業界企業及び提携テクノロジーベンダーの間で、業界で関心の高い問題を解決する IIoT ソリューションの設計を競う公募形式のコンテスト。優れたソリューションを設計したチームは、当該ソリューションの概念実証を行える。業界における新たなユースケースの特定やソリューションの商用化支援を狙いとしており、世界中のあらゆる業界企業(ベンダー)が参加できる。これまで又は現在、以下のテーマに関するチャレンジが開催されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・eモビリティ(2019年5月に終了) ・ブロックチェーンを用いた脱炭素モビリティ/都市生活ソリューション(2019年11月に終了) ・スマートビルディング(2020年2月に終了) ・スマートコンストラクション(2020年2月に終了) ・スマートロジスティクス(現在チャレンジへの参加要件や技術パラメータ等を規定する主要エンドユーザーを募集している)
インダストリー・リーダーシップ・カウンシル (Industry Leadership Councils)	<p>所有施設で IIoT ソリューションを積極的に導入・テスト・活用している世界の業界企業の経営幹部により構成されるラウンドテーブルで、1年に数回開催される(オンライン)会議の場で、ベストプラクティスや新たな標準要素等について議論し、IIC の各 WG にフィードバックされる。IIoT の導入に関して業界企業が直面している問題を把握すると共に、IIC の提供するベストプラクティス、フレームワーク、アーキテクチャに業界から得られたフィードバックを取り入れることを目標としており、当初は、スマート製造分野にフォーカスした製造業界の企業を対象としたリーダーシップカウンセル(Manufacturing Industry Leadership Council)のみであったが、その後、エネルギー業界の企業を対象としたリーダーシップカウンセル(Energy Industry Leadership Council)も設立されている。IIC では、今後、エネルギー、輸送、ヘルスケア、スマートシティといった業界分野においても同活動を拡大展開する方針である</p>
インダストリー・コネクタサービス (Industry Connect Service)	<p>IIC のエコシステムを用いて、テストドライブにはリストされていない IIoT プロジェクトの設計・導入を模索する業界企業又はユーザー企業向けにエンド・ツー・エンド IIoT ソリューションを提供するためのパートナーを探しているテクノロジーベンダーを支援する</p>

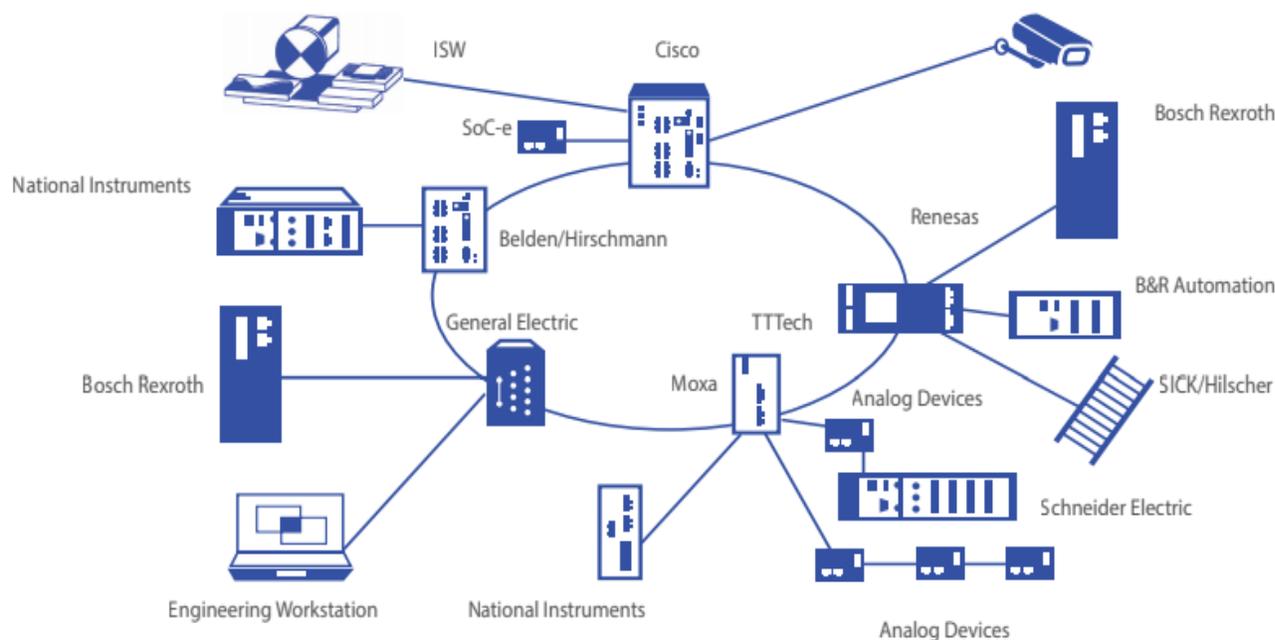
出典: IIC

インダストリーWGの議長を務める Howard Kradjel 氏は、「アクセラレータープログラムの目的は、エンドユーザーの観点から IIoT ニーズを理解し、こうした企業をどのようにサポートできるかを把握すること」としており、「多くのエンドユーザーはセキュリティや解析又はディープラーニングの専門知識を有する人員を欠い

ており、IIC の有する豊富なリソース及び中立的なプラットフォームを通じて企業が直面する問題の解決を支援し、IoT ジャーニーを成功に導くことを目指している」と述べている⁵⁸。

また、インダストリー-WG が監督するテストベッド活動においては、上述の図表 3 に示すように、スマート工場（製造）関連のテストベッドが複数あり、業界における関心の高さが伺えるが、IIC が現在公表している 26 のテストベッドの中でも特に高い関心を集めているのが「Time Sensitive Networking (TSN)」テストベッドである。TSN は、イーサネット標準 (IEEE 802.1 及び IEEE 802.3 標準) を拡張し、高パフォーマンス機器のリアルタイム制御及び同期性をサポートする IIoT の次世代ネットワーク規格である。複数のベンダー規格が乱立する産業用ネットワークを一つにまとめ IT/OT 統合を促進、スマートシステム/マシンを用いた新たなビジネスモデルの創出や、IIoT の実現に必須となる重要データの有効活用が可能となり、製造業のほか、ユーティリティ、輸送、石油・ガス業界など幅広い業界での活用が期待されている⁵⁹。TSN テストベッドは、Bosch Rexroth 社、Cisco 社、Intel 社、KUKA 社、National Instruments 社、Schneider Electric 社、TTTech 社等の製造自動化・制御システム関連ベンダー12 社が中心となって 2016 年に開始⁶⁰した当初から多くの話題を集めており、現在同テストベッドに参加する企業数は 30 社以上に達している⁶¹。

図表 15: 複数のベンダー機器で構成される TSN テストベッドの設計概要



出典: IIC

TSN テストベッドでは、米 National Instruments 社の本社及びドイツのシュトゥットガルト大学内に常設テスト環境が設置され、インダストリー4.0 が産業オートメーション用のマシン間通信プロトコルとして推奨する OPC UA (OPC Unified Architecture) PubSub 通信⁶²など、TSN を採用する関連産業オートメーションプロトコルの統合や、メンバー企業が共同で実装及び相互運用性のテストを実施するプラグフェスト (plugfest) 活動などに利用されている。また、TSN テストベッドにおける全ての検証結果は、IEEE や、ネットワーク機

⁵⁸ <https://www.designnews.com/automation-motion-control/iic-launches-iiot-program-help-end-users>

⁵⁹ <https://www.iiconsortium.org/time-sensitive-networks.htm>

⁶⁰ <https://www.profoodworld.com/home/article/13316270/time-sensitive-networking-testbed#next-slide>

⁶¹ <https://www.iiconsortium.org/pdf/TSN-brochure-4-07-20.pdf>

⁶² <https://opcfoundation.org/news/press-releases/opc-foundation-announces-opc-ua-pubsub-release-important-extension-opc-ua-communication-platform/>

器の相互運用性を保証する認証基準を策定している Avnu Alliance を含む複数の関連標準化団体に報告されている⁶³。

3 IIC と他機関との連携状況及び IIC の標準化に関する方針

(1) IIC におけるリエゾン活動

IIC は現在、標準化団体、オープンソース推進団体、テクノロジー／業界コンソーシアム(連盟)、認証機関、政府機関など、50 以上の団体と公式なリエゾン関係にある。これらの機関と連携することで、IIC はユースケースの特定や参照アーキテクチャの作成、テストベッドといった IIC におけるあらゆる活動で特定された IIoT ソリューションの新たな標準要件及びテクノロジー関連のニーズについて直接インプットし、関連標準策定の取り組みの重複を避け、IIoT ソリューションの迅速な商用化につなげようとしている⁶⁴。

図表 16: IIC がリエゾン関係にある主な団体



出典: IIC⁶⁵

上述のように、IIC は標準化団体ではないが、接続機器の実装を容易にするため、オープン標準を推進しており、新たな標準要求や標準策定の優先順位を決定し連携している標準化団体に提示するなど、デファクト標準化を目指してグローバルな標準開発への影響力を行使している。IIC のリエゾン WG は、他機関とのリエゾン活動の窓口となっており、新たな標準要件ニーズを特定し産業界における IIoT の導入を加速するため、主要機関と共同ワークショップなども開催している⁶⁶。

⁶³ <https://www.iiconsortium.org/time-sensitive-networks.htm>

⁶⁴ <https://www.iiconsortium.org/liaisons.htm>

⁶⁵ <https://fiif.fi/wp-content/uploads/sites/9/2019/05/IIC-New-Member-Orientation-07-24-19.pdf>

⁶⁶ <https://www.iiconsortium.org/liaison-activities.htm>

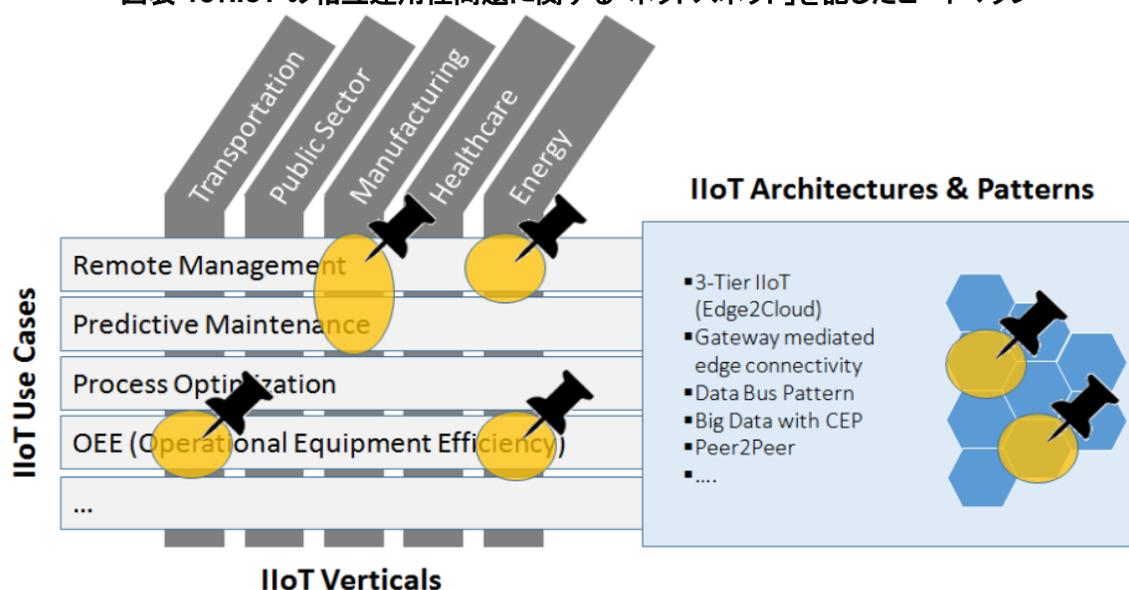
図表 17:リエゾン WG の概要

WG(共同)議長	<ul style="list-style-type: none"> • Wael Diab 氏 (Futurewei Technologies 社、現 IIC 運営委員会メンバー及びテクノロジー WG 共同議長) • Erin Bournival 氏 (Dell Technologies 社)
作業グループ(TG) (共同)議長	<ul style="list-style-type: none"> ○ 標準 TG (Erin Bournival 氏、Erich Clauer 氏 <SAP 社>) — 既存標準を分類し、新たな標準要素が求められる領域を特定、適切な標準化団体に特定された標準要件の策定を推奨する ○ オープンソース TG (Erich Clauer 氏、Kai Hackbarth 氏 <Bosh.IO 社>) — IIC における I3C イニシアチブ(後述参照)やテクニカル文書、ツールキット、ユースケース、テストベッド、ベストプラクティス等の活動で特定されたオープンソース関連の要件をまとめる ○ IIC PI4.0 ジョイントタスクグループ (JTG) (Shi-Wan Lin 氏 <Yo-i Information Technologies 社>、Robert Martin 氏 <MITRE Corporation>) — IIC 及び PI4.0 の両機関に利する活動領域で連携する
共同ワークショップを開催している主な連携機関	OPC Foundation、Alliance of Industrial Internet (All)、EdgeX Foundry、OSGi Alliance、oneM2M、米国立標準技術研究所 (NIST)、インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ (IVI)

出典: IIC

IIC は、機器統合やゲートウェイテクノロジー、近・長距離無線通信、メッセージングプロトコル、イベント処理、データ管理・分析、クラウド運用等において複雑な(特定の業界に特化した)テクノロジー技術標準が重要な役割を果たす IIoT の世界では、単一の標準化団体があらゆる相互運用性問題を解決できるわけではなく、オープン標準に基づく IIoT の相互運用性を確立するためには、複数の関連機関と協業して取り組むことが必要との認識から、2016 年に「インダストリアル・インターネット相互運用性連盟 (Industrial Internet Interoperability Coalition: I3C)」と呼ばれるイニシアチブを立ち上げている。I3C の目標は、各業界における IIoT のユースケースと、これをサポートするために必要なアーキテクチャ及びパターンを特定し、IIoT の相互運用性に関する取り組みで注視(関連パートナー機関と協業)すべき領域を「ホットスポット」として明らかにすることであり、IIC は統合的・俯瞰的観点から IIoT の相互運用性問題に対応している⁶⁷。

図表 18: IIoT の相互運用性問題に関する「ホットスポット」を記したヒートマップ



出典: IIC

⁶⁷ https://www.iiconsortium.org/pdf/IIC_I3C_Overview_Aug_2016.pdf

(2) テストベッドを通じた標準化団体への働きかけ

IIC は近年、IIC の運営元で迅速な標準策定の審議プロセス⁶⁸で知られる OMG と年に一度は会合を開き、業界ニーズの高い IIoT の標準要素を新たな標準規格として策定するため、連携を強化しつつあるが、IoT 標準の策定を担う標準化団体において、IIC は IoT 及び関連技術の標準化を担う ISO/IEC JTC1/SC41⁶⁹ 及び IEEE P2413⁷⁰ の 2 機関と特に密接に連携しており、両組織から共有される標準規格案をレビューし、IIC メンバーによるコメント及び寄書を入力することで、各標準化プロセスに関与している⁷¹。

業界ニーズに即した将来的なテクノロジー標準要素を特定すると共に、複数のベンダーテクノロジーの相互運用性も推進する IIC のテストベッドは、実用環境に近い検証結果を基にユニークな観点を提供できるとして標準化団体からの評価も高い。例えば、ISO/IEC JTC1/SC41 は、複数のテストベッドでの結果に基づく IIC の IIRA から重要なフィードバックを得られたと歓迎し、2019 年、接続性やデータ解析、より具体的な技術・手法(例: デジタルツインとディープラーニング、プロジェクト管理とビジネス戦略など)といった他の IoT 分野についての寄書入力を IIC に要請している。IIC のテストベッドにおいては、多数のアーキテクチャ、標準、プロトコルに潜在的に影響するとみられる TSN に関するテストベッドについて、多くの関連標準化団体・コンソーシアムが同テストベッドで規定された標準化要素を重視すると考えられる。また、スマート工場ウェブに関するテストベッドは、OPC UA 及び SensorThings API⁷²をサポートしており、オープンソースコミュニティに対し検証結果に基づくフィードバックを共有し、必要なソフトウェアのアップデートを行えるようにしている⁷³。

センサー技術を用いてコンテナ、荷物運搬機、積み荷等の位置情報をトラッキングする追跡・監視(Track and Trace)テストベッドにおいては、検証プロセス中のニーズから、あらゆるメーカーのセンサーが生成するデータ(電子データシート)を統一・標準化された手法で読み取れるようにするメタモデルに関する標準要素が提案され、OMG は 2020 年 7 月、これを基盤に「SENSR(Simple Electronic Notation for Sensor Reporting)」と称する新 IIoT 標準を策定している⁷⁴。OMG 及び IIC の Richard Soley 氏は、「IIC のテストベッドにおける主要目的の一つは新標準に求められる要件を規定することであり、OMG がこの要件をベースに新たな IoT 標準を策定したことを嬉しく思う。IIC のテストベッドは多数の業界標準を活用しその向上に寄与しているが、テストベッドで定義された要件が新たな標準規格となったのは同テストベッドが初めてのケースだ」と述べ⁷⁵、IIoT のオープン標準策定に向けたテストベッドの意義を強調している。

※ 本レポートは、その内容に関する有用性、正確性、知的財産権の不侵害等の一切について、当組織が如何なる保証をするものではありません。また、本レポートの読者が、本レポート内の情報の利用によって損害を被った場合も、当組織が如何なる責任を負うものではありません。

⁶⁸ OMG で標準化された規格は、国際標準化機構(ISO)のファストトラック(Fast-Track)で標準化審議が行われる。

⁶⁹ SC41 は、国際標準化機構(ISO)と国際電気標準会議(IEC)の合同委員会(JTC1)に 2016 年に設立された IoT 及び関連技術の標準化を担う専門委員会、参照アーキテクチャや相互運用性/アプリケーション標準等の策定を手がける。

⁷⁰ 2014 年に米電気電子工学会(IEEE)に設立された IoT 関連標準に関する作業部会で、IoT 参照アーキテクチャを発行し、スマートシティやインテリジェント・パワー・マネジメント(IPM)等の標準規格策定も担う。

⁷¹ <https://www.iiconsortium.org/pdf/2020-Q2-Quarterly-Report.pdf>

⁷² 地理空間情報の国際標準化団体である OGC(Open Geospatial Consortium)が策定した IoT 機器、データ、アプリケーションをウェブ経由で相互接続するためのオープンで統一されたフレームワーク。

⁷³ https://www.iiconsortium.org/pdf/Compilation_of_Testbed_Results_2020_Feb.pdf

⁷⁴ <https://www.omg.org/spec/SENSR/>

⁷⁵ <https://www.iiconsortium.org/press-room/07-14-20.htm>