

グローバルで進む「Next Industry4.0」の動きと サステナブル・スマート製造戦略 3つのトランスフォーメーションとSociety5.0



小宮昌人



山本隆史



岩崎はるな

CONTENTS

- I グローバルで進む「Next Industry4.0」の動き——Vision2030とインダストリー 5.0
- II Vision2030とインダストリー 5.0の概要
- III グローバルで進む企業の「Next Industry4.0」対応
- IV かつての環境大国・日本のSociety5.0と複雑化する「Next Industry4.0」時代に求められる
3つのトランスフォーメーション

要 約

- 1 インダストリー4.0が発表されて10年が経過した。パリ協定やSDGs、コロナ禍など、社会変化の中で、「Next Industry4.0」の議論が活発化している。
- 2 ドイツのインダストリー4.0の推進機関であるPlatform Industrie4.0は、「持続可能性」をキーコンセプトの一つとする「Vision2030」を発表するとともに、Sustainable productionレポートにおいて3つの方向性と11の具体的シナリオを発表し、「Next Industry4.0」の社会実装に向けて始動している。
- 3 また、欧州委員会は「人間中心」「持続可能性」「回復力」をコンセプトとするインダストリー5.0を発表し、中国は「中国製造2025」で発表しているグリーン製造プロジェクトを着々と進めている。
- 4 一方、日本では2016年に「人間中心」「持続可能性」をコンセプトとするSociety5.0を世界に先駆けて発表しているものの、当該領域の企業活動を含め、グローバルでの存在感は薄い。「Next Industry4.0」の動きを日本が主導していく上では、グローバルでの標準化活動・仲間づくりの展開や、産学官で連携した戦略的な取り組みが欠かせない。

I グローバルで進む 「Next Industry4.0」の動き ——Vision2030と インダストリー5.0

1 欧州を中心とした

「Next Industry4.0」の動き

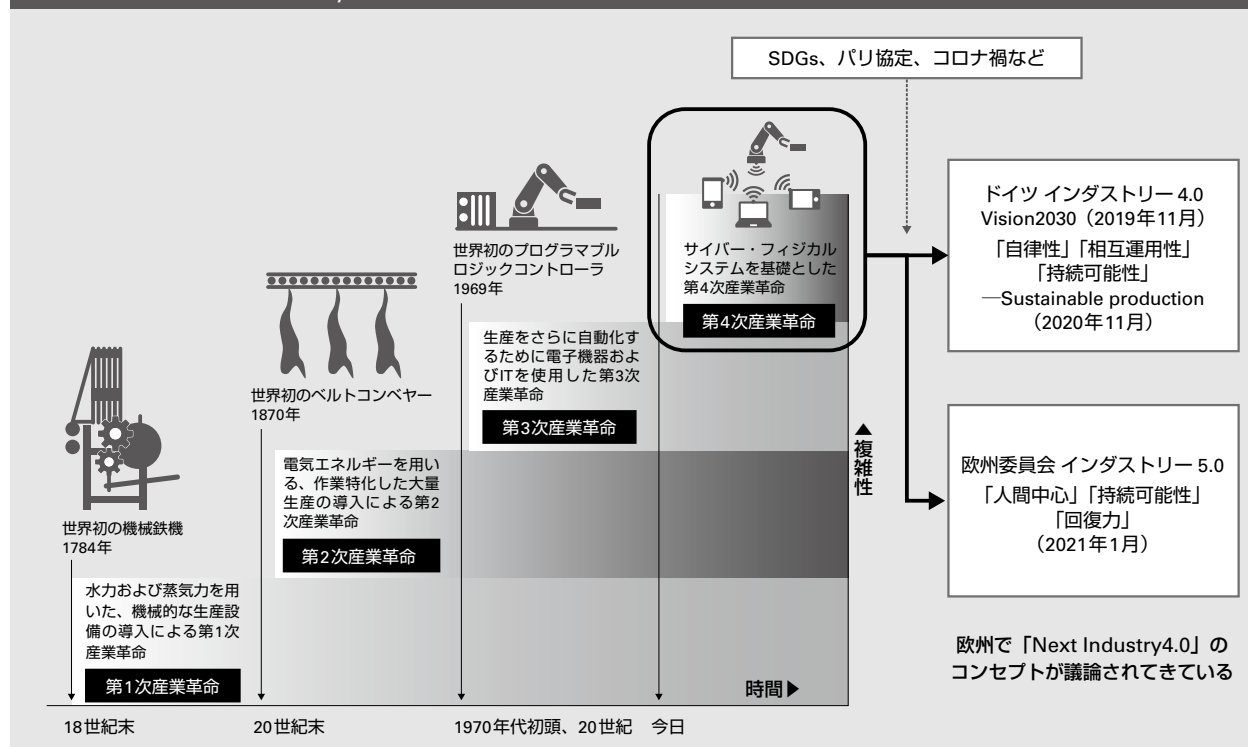
インダストリー4.0が2011年に発表されてから10年が経過した。そのコンセプトは、「中国製造2025」や日本におけるConnected Industries政策¹をはじめ、世界中の産業コンセプトに影響を与え、大きな変化をもたらしてきた。

この10年でも、コロナ禍をはじめ世界の環境は大きく変化し、欧州ではインダストリー4.0の次のコンセプト（本論文では「Next Industry4.0」と呼ぶ）が議論されてきている。本家ドイツで19年のハノーヴァーメッセにおいて発表された「Vision2030」は、インダス

トリー4.0を引き継ぐものであり、「自律性（Autonomy）」「相互運用性（Interoperability）」「持続可能性（Sustainability）」が重要なコンセプトとして提唱されている。20年11月には、このVision2030に沿う形で「Sustainable production : actively shaping the ecological transformation with Industrie 4.0（持続可能な製造——インダストリー4.0によるエコロジカルな変革）」と題したレポートも発表され、具体的なシナリオも提示されている。

また、欧州委員会においては、「人間中心（ヒューマン・セントリック）」「持続可能性（サステナビリティ）」「回復力（レジリエンス）」をキーコンセプトとしたインダストリー5.0が21年1月に発表されている。インダストリー4.0は、デジタル化により産業の効率化やビジネスモデルの変化を目指したものである。しかし、人間の視点や社会・環境の観点でそれが十分ではなく、その点を考慮し

図1 欧州で進む「Next Industry4.0」の動き



たインダストリー5.0が提唱されたのである(図1)。

2 グローバルに広がる 「Next Industry4.0」

こういった「Next Industry4.0」の動きは、環境意識の高い欧州での個別事象ではなくグローバルに広がっている。米国ではバイデン政権が環境配慮型の政策に舵を切っているほか、2021年4月にはドイツのPlatform Industrie4.0と、米国CESMII(The Smart Manufacturing Institute)がSustainable Manufacturing(環境・気候変動に対応した持続可能な製造)領域での連携を発表している。

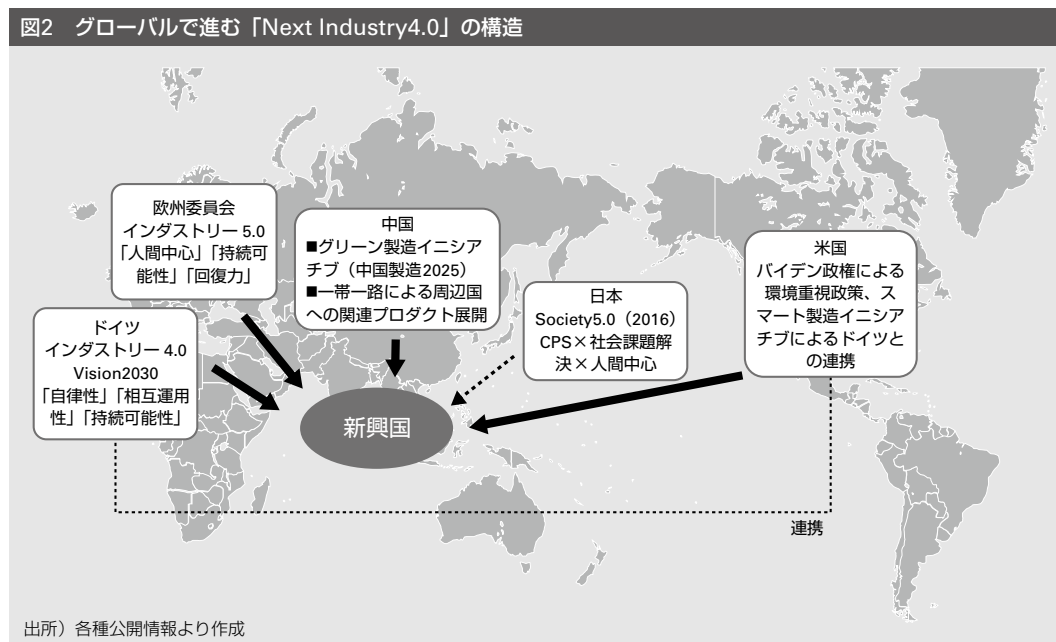
持続可能性を基にした「Next Industry4.0」においても、ドイツはグローバルでの連携・エコシステム形成を急速に図っていることが分かる。国際標準づくりやデータモデル・データプラットフォームの整備、製造ラインにおけるエネルギー生産性向上に向けた取り組み、サプライチェーンにおけるデータの共有、当該領域の人材育成・トレーニング開発

や、中小企業への関連技術の導入などの幅広い分野での連携が想定されている。

中国では、国家スマート製造政策ビジョンである「中国製造2025」のレポートでグリーン製造イニシアチブが発表されているとともに、サステナビリティ領域で世界をリードしていく姿勢が表明されている。インダストリー4.0においては、各国が新興国への影響力確保をはじめ、グローバルでの主導権争いが展開されたが、「Next Industry4.0」でも急速なグローバルでの拡大や主導権争いが既に起こっている(図2)。

3 日本のSociety5.0と グローバルでの立ち位置

日本では、コロナ禍の中でDX(デジタルトランスフォーメーション)化が進展するとともに、近年では製造業のデジタル化においても、インダストリー4.0のコンセプトである①オペレーションの高度化と、②新たなサービスモデルの創出、を意識した議論が遅れさせながら浸透しつつある。しかし、グロー



バルでは既に先に進み、「Next Industry4.0」に向けて動き始めていることを留意しておかなければ、市場・産業・社会の変化から取り残されてしまうことになる。日本としても「Next Industry4.0」に関する国家産業ビジョンとともに、企業の取り組みを加速していく必要がある。

国家産業ビジョンとして、日本はインダストリー4.0を発展させた姿として、2016年に「Society5.0」というコンセプトを打ち出している。Society5.0の定義は、内閣府によると「サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）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（Society）」を意味する。欧州委員会のインダストリー5.0のレポートを見ると、Society5.0は関連する先行コンセプトとして触れられており、16年当時からヒューマン・セントリックや社会とのサステナビリティを提唱している点は評価に値する。

日本の製造業の現場は人間の創造性や能力を最大限尊重し、引き出す場をつくり出すとともに、環境や社会との共存を意識した経営がなされてきた。その点で、「ヒューマン・セントリック」「サステナビリティ」については従来から日本が重視してきた概念であるといえる。しかし、グローバルで「Next Industry4.0」の展開スピードが一層速まることが想定され、今後、Society5.0のグローバルでの普及を加速していかなければ、次の時代の産業コンセプトとしては欧州を中心とした他国の後塵を拝することになりかねない。

その観点で、欧州を中心に起こりつつある「Next Industry4.0」の動向や、それに関連

したグローバル企業の行動変化に触れるとともに、日本企業や政府のあるべき姿について論じていきたい。

Ⅱ Vision2030と インダストリー5.0の概要

1 ドイツインダストリー4.0における サステナビリティに向けた 取り組み（Vision2030）

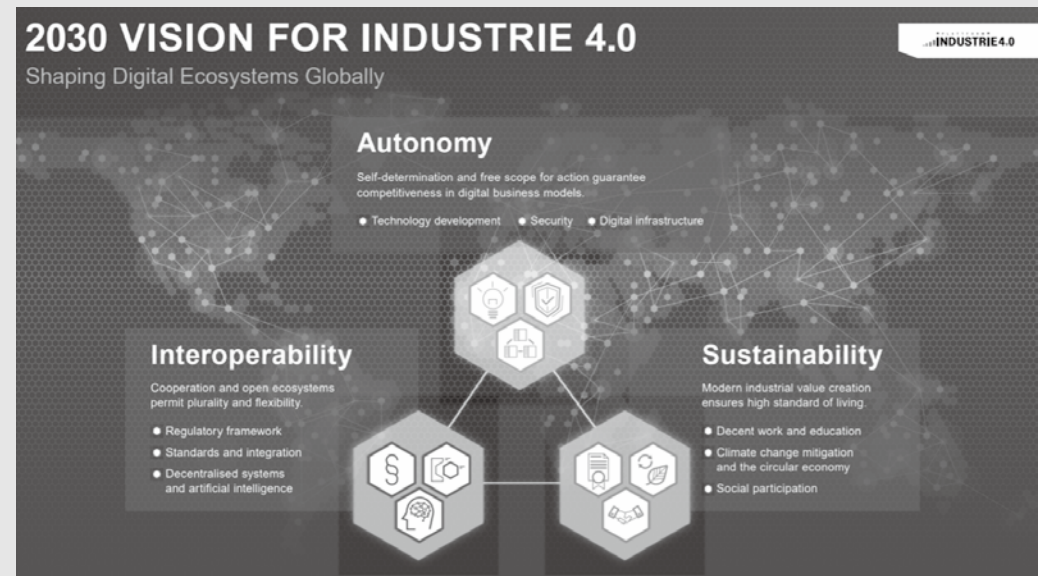
(1) インダストリー4.0、Vision2030 におけるサステナビリティの明記

インダストリー4.0はドイツの産業・商業を対象とした国家戦略だが、その影響力はドイツ国内にとどまらず、欧州市場やドイツが存在感を示す東南アジアをはじめとする新興国など、グローバル市場においても大きい。2019年6月にドイツのインダストリー4.0推進機関であるPlatform Industrie4.0は、今後10年の指針であるVision2030を発表した。このVision2030では戦略領域として、前述したように自律性、相互運用性とともにサステナビリティを明記しており（図3）、ドイツを筆頭に、欧州、新興国などの今後のグローバル市場では特にサステナビリティの重要性が増すことが予想される。

日本企業にとっても、インダストリー4.0は脅威となり得るだけでなく、ドイツは産業大国であり、伝統的な企業が多く存在するなど日本との共通点が多く、主語を日本に置き換えることで学べることも多いのも特徴である（詳細は『知的資産創造』2019年9月号特集「インダストリー4.0の深化」参照）。

インダストリー4.0、Vision2030におけるサステナビリティは、経済・環境・社会の持続

図3 インダストリー 4.0、Vision2030における3つのキーコンセプト



出所) Platform Industrie4.0 Webサイトより転載

可能性を指し、その方向性は、①インダストリー4.0の取り組み自体が持続可能であること、②インダストリー4.0の取り組みが経済・環境・社会の持続可能性へ大きく寄与すること、である。具体的なアクションとしては、ヒューマン・セントリックの考え方に基づく労働条件の改善とスキルシフト対応のための従業員教育、企業内だけでなく企業横断や部門横断などすべてのステークホルダーとの協業による産業的・社会的変革、資源効率向上など持続可能なものづくりの実現が挙げられている。

Vision2030でサステナビリティが言及された背景には、気候変動の深刻化に加えて、市民の価値観の変化により、企業活動・ビジネスモデル構築における重要性が増しているということがある。さらにコロナ禍の2020年以降、先進国を中心に、企業の戦略やIRとしてもサステナビリティやレジリエンスを軸と

する動きが加速するなど、産業におけるサステナビリティの重要性は一層増している。これらの動きは、ドイツが関係強化を図っている東南アジアなど新興国へも加速度的に浸透していくと考えられる。

(2) Sustainable productionレポート

Vision2030はビジョンにとどまることなく、具体的なシナリオの定義・社会実装に向けて取り組みを推進している。前述したように、ドイツのインダストリー4.0を産学官で推進する組織であるPlatform Industrie4.0（インダストリー4.0の産学官推進組織）はVision2030に基づき、2020年11月に「Sustainable production」を発表している。Vision2030のキーコンセプトであるサステナビリティを、より具体的に進めるためのビジョンシナリオが定義されている。

同レポートでは、持続可能な製造に向けて

表1 インダストリー 4.0におけるSustainable productionの3つのPath（方向性）と具体シナリオ

Path		シナリオ	
Path1	Reduce Consumption, Increase Impact (消費を減らし・インパクトを増やす)	インテリジェント資源管理	センサー・AR・予兆保全・スマートメーター・IoTプラットフォームなどを活用した総合的なデータ収集・監視。すべてのマテリアルフローとエネルギープロセスが同時監視され、相互に連携する
		データ処理対象の最適化	意思決定のためにコンピュータ・データセンターの容量を増やすのではなく、データ処理の対象を絞り込む
		カーボンニュートラルの実現	インテリジェントな資源管理を通じたカーボンニュートラルの実現。エネルギーチェーン全体の効率化に向けた再生エネルギー活用、熱電併給による自家発電
		サステナビリティ数値の指標化	サステナビリティに関する数値を財務会計に必要な指標として記録し、評価・比較を実施する。すべての企業がサステナビリティ台帳を用いて、生産プロセスや中間製品に伴う資源消費や排出を記録する
Path2	From Mass production to transparent service offering (大量生産から透明性のあるサービス提供へ)	ライフサイクルマネジメント	ライフサイクル全体でのサステナビリティマネジメントを通じた収益性と資源消費の最適化。たとえば開発段階の材料消費量やリサイクル性などのデザインによる持続可能性など
		サステナブルツインズ	サステナビリティ実現のためのデジタルツイン。主材料・部品リスト・作業計画から一般的な生産条件や部品の詳細に至るまでをデジタルツイン化し、持続可能なProductionに必要な意思決定を実施
		マテリアルパス	バリューチェーンに沿って素材の詳細、リサイクル要件、環境フットプリント情報などが継続的に蓄積される情報。生産者はユーザーに製品に関する情報を提供するとともに、逆も同様である
		リ・マニュファクチャリング	保守・メンテナンスプロセスを通じて使用済みデバイスが再処理され、新たなデバイスの品質基準に戻される。再生産後は機能・安全性・品質の面で新品同様の部品となる。また、再生産の過程で機能の拡張や、状況に合わせた調整を行う
		リバース・ロジスティクス	顧客は利用期間を終えた商品をサプライヤーへ返却しリサイクルする。AIがスマートな分解プロセスを支援し、廃棄物流・返品物流・修理物流で新たなビジネスモデルを創出
Path3	Sharing and Networking (循環型経済システムにおける連携)	循環型付加価値ネットワーク	バリューチェーンからバリューネットワークへ変化することで、極端な特殊性・個性がなくなり柔軟性が向上する。顧客の要求に応じたフレキシブルな工程が可能となる。また、IoTプラットフォームを通じて資源の効率的な利用を行う
		付加価値共有工場	デジタル製造プラットフォームによりさまざまな工程が束ねられる。種々の企業がプラットフォームにアクセスし、付加価値要因や製品データがプラットフォーム上で共有。地域クラスターでの弾力性のあるネットワークとなる。生産能力の共有によりスケールメリットを享受することができるほか、設備・機器の稼働率を向上でき、また、高度な専門性とカスタマイズを享受できる。所有せず、使用するという原則の下、原材料の保管効率が増え、必要に応じて3Dプリンターなどで都度生産できるようになる

出所) Platform Industrie4.0「Sustainable production」より作成

3つのPath（方向性）が示されており、表1のように各方向性の11の具体的シナリオが提唱されている。かねてよりインダストリー4.0では、実現すべきシナリオをApplication Scenarioとして定義し、産学官で連携した具体的なユースケースづくりを通じて、コンセプトで終わらせることなく社会実装を行ってきた。同様に、Sustainable productionにおいても具体的なシナリオの定義とユース

ケースを蓄積し、急速に社会実装を図っていくことが想定される。

2 欧州委員会による インダストリー5.0の展開

インダストリー5.0の概要と3つの構成要素

第I章で述べたように、インダストリー5.0は既存のインダストリー4.0のコンセプトを人間や社会・環境の観点で補足・拡張して

おり、産業界が回復力のある、持続可能な人間中心の産業への変革により、株主だけではなく地球も含めたすべてのステークホルダーへの価値創出、および人間・社会・環境への長期的貢献を目指すものである。

インダストリー5.0の背景には、2019年末に発表された欧州成長戦略2019～2024年の優先テーマである「人々のための経済」「欧州グリーンディール政策」「デジタル時代のヨーロッパ戦略」があり、Digital×Greenによって、50年までに産業の気候ニュートラル、すなわち気候変動に左右されない社会のための産業を実現するとともに、グローバルにおける覇権獲得を目指している^{注2}。

たとえば、カーボンニュートラルな鉄鋼製造、安全で持続可能な化学物質の開発など、気候変動に左右されない循環型製品の新しい市場の創出を目的としている。加えて、インダストリー5.0の先行コンセプトとして挙げられているのが日本のSociety5.0であり、社会や経済が新たなパラダイムに向けて根本的にシフトすることで、経済発展と社会・環境問題の解決を両立させようとしている点で共通している。

インダストリー5.0の重要要素①：

ヒューマン・セントリック

ヒューマン・セントリックのアプローチとは、ロボットやAIといった新たなテクノロジーに人間を適用させるのではなく、人間のニーズや利益を起点としてテクノロジーを適応するアプローチと定義されている。製造業では、労働者のケイパビリティ拡張の手段としてテクノロジーを位置付け、産業の自動化に加えて、人間の専門性を活かしたプロセス

を目指している。

たとえば生産プロセスにおいて、単純作業はロボットが代行することで労働者の安全性を高めるとともに、労働者自身は専門的、高付加価値な作業に集中することができる。また、身体的・物理的などの理由で労働機会が制限されていた人々も、協働ロボット、ウエアラブルロボットによる作業補助や遠隔化により、雇用機会の増加にもつなげることができる。

これらの実現にあたっては、使い手である労働者が設計・展開段階にも密接にかかわっていくことが重視されている。さらに、新たなプロセスの現場導入には、労働者のスキルシフトやスキルアップが必要不可欠であるが、ARやVRといった先端テクノロジーを活用することで専門的な知識補填やトレーニングの支援が可能である。このような人間中心の「攻め」のアプローチに加えて、「守り」のアプローチとして、GDPR（EU一般データ保護規則）などによって労働者の基本的権利の保護にも併せて取り組まれている。

インダストリー5.0の重要要素②：

サステナビリティ

サステナビリティとは、エネルギー消費や温室効果ガスの排出を抑え、天然資源の枯渇や劣化を防ぎ、将来の世代のニーズを損なうことなく、現在の世代のニーズを確保することと、欧州委員会では定義されている。

サステナブルな産業の実現には、デジタル活用によって設計・製造・使用・廃棄のプロセスを、従前の直線的なアプローチから循環型アプローチへの変革が肝要である。たとえば、AIや3DプリンタのようなAdditive Man-

ufacturingなどの技術では、資源効率を最適化し、廃棄物を最小限に抑えることが可能である。欧州委員会における循環型製造に向けた施策の特徴として、あらゆるステークホルダーの連携・エコシステム形成、政策・国際基準を活用したルール整備が挙げられる。バリューチェーン全体でエコシステムを形成し、さまざまな専門家の集合体として技術ニーズや投資機会の創出、規制ルール整備に取り組むことで、イノベーションを加速させようという動きが見られる。

エネルギー・モビリティ分野では、バッテリーアライアンス、材料アライアンス、欧州クリーンハイドロゲンアライアンスといったセクターごとにパートナーシップを形成し、特定分野で産業のサステナビリティを強化しようという動きがある。建設業では、建築資産のエネルギー効率向上、環境性能向上による脱炭素化に業界を挙げて取り組んでいる。長期的には、これらの取り組みが産業クラウドやプラットフォームとしてさらなる展開を図ることで一層の産業強化を目指すという。

インダストリー5.0の重要要素③： レジリエンス

レジリエンスとは、産業生産において変化への柔軟な対応ができる回復力がある状態と定義されている。これまでの生産アプローチでは、生産ラインやサプライチェーンの効率性に特化する傾向にあったが、地政学的な変化（BREXIT、貿易戦争、保護主義）や自然災害（感染症パンデミック、気候変動の影響）といった破壊的な変化によって、その脆弱性が浮き彫りになった。混乱から産業や人々の生活を守るためには、回復力を持った戦略

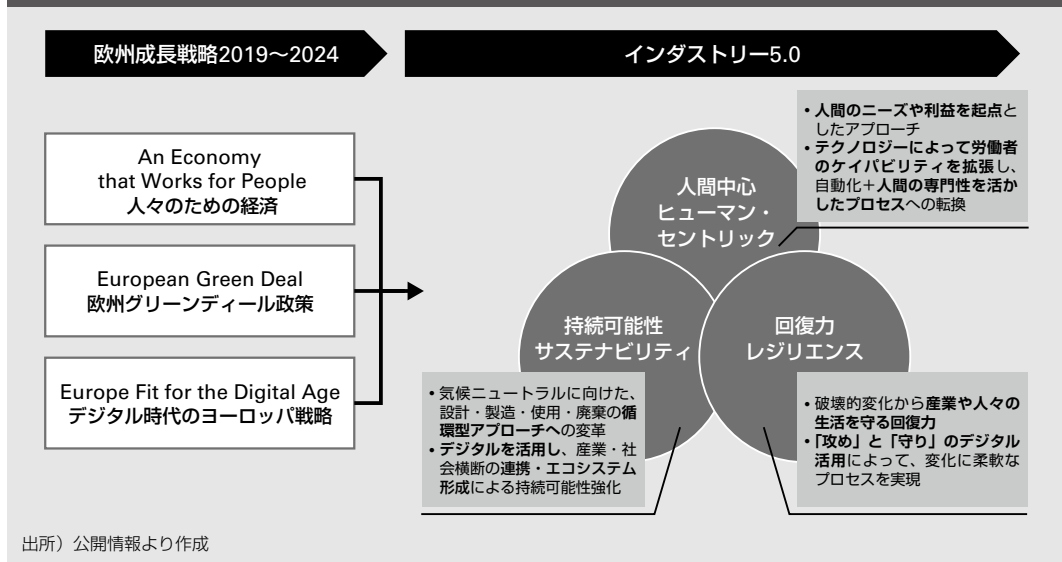
的バリューチェーン、適応可能な生産能力、柔軟なビジネスプロセスを開発する必要があると提言している。

インダストリー4.0の一連の取り組みでは、変化対応力である「ダイナミックケイパビリティ」の重要性が指摘されていたが、インダストリー5.0ではそれをさらに強化・補完する形でレジリエンスの強化が提唱されている。レジリエントな生産のためには、生産ラインのモジュール化や工場の遠隔操作、リアルタイムでのリスク監視・管理などが有用であり、デジタル基盤間の相互接続によるデータ収集・分析が重要となる。また、デジタル技術の活用という点では、前述した破壊的な変化への対策と併せて、サイバー攻撃などの技術的脆弱性にも備える必要がある。

欧州におけるグローバル競争力の強化という面では、産業の内製化による他国依存度の低減をうたっているが、これはレジリエンスの向上にも寄与すると考えられている。製造業では3Dプリンタを活用して、欧州で設計し、消費市場近辺の欧州内で生産を行うローカライゼーション強化や、クラウドやデータアプリなどデジタル分野の強化がその一例である。さらに、サステナブルかつレジリエントな産業を目指し、モビリティ産業における国際基準設定に向けてWTOとの連携へ動き出すなど、欧州は既にインダストリー5.0の実現に向けて始動し、他国に先駆けて新たな産業の姿を形づくろうとしているのが分かる（図4）。

「産業界にとって最大のリスクは、ヒューマン・セントリック、サステナビリティ、レジリエンスへのより大きな社会的移行に関与せず、それによって長期的に競争力を失うこと

図4 欧州委員会における取り組み



であると考えている」と欧州委員会は述べている。欧州では人間・社会・環境に適応した産業への変革が加速しており、既にグローバルのコアな潮流となってきたことを踏まえて、日本としての対応策を検討する必要がある。

3 その他グローバルで起こる変化

ドイツのインダストリー4.0や欧州委員会のインダストリー5.0の動向が目立つが、グローバル全体で産業のサステナビリティ重視の傾向が広がってきている。こういった欧州以外の動向として、世界経済フォーラムのGlobal Lighthouseや中国政府の動向を見ていく。

(1) Global Lighthouseの変化

——サステナビリティが

先端ロールモデル工場の基準へ

Global Lighthouseとは世界経済フォーラム（WEF）が認定している世界の先端ロール

モデル工場である^{注3}。2021年8月末現在、69工場が世界中の工場の中から先端ロールモデルとして認定されている（図5）。国内の日本企業工場としては日立製作所おおみか工場のみ（外資系企業としてはGEヘルスケア・ジャパンの日野工場が認定）であることは弊誌20年8月号で指摘した通りである。

その認定基準、つまり、ロールモデル工場たり得る理由としても変化が見られる。

当初は評価するKPIとしては、生産性、アジリティ、カスタマイズであり、別途追加された市場投入スピードとともに、インダストリー4.0が目指してきたビジネス生産性・効率性の向上や、ビジネスモデル変革に沿った基準であるといえる。そこから認定が進むにつれて、サステナビリティが評価KPIに加わっている。世界の先端ロールモデルの要件として、目指すべき工場のあり方としてサステナビリティが重要となってきたことを示している。

従来、日本企業は高い生産性や現場力を軸

図6 中国製造2025とグリーン製造プロジェクトの位置付け



業の支援を実施している。具体的には、政府系企業に対してクリーンエネルギー促進のための補助金や、クリーンエネルギー技術獲得のために欧州企業の買収やパートナーシップを後押ししている。また私営企業に対しては、国家研究開発プロジェクトや省ごとの補助金を通して、AIやクラウドなどの先進技術も含めたグリーンテクノロジー領域のイノベーションを促している。

②強化される中国による

カーボンニュートラル・サステナブル対応
 また中国政府は、2020年9月の国連総会演説でカーボンニュートラルを目指すを発表

し、省エネルギー、新エネルギー分野でも積極的に国家施策を打ち出し、日系企業を含めた外資系企業とのパートナーシップを同分野で加速させている（図6）。

こういった活動が実を結び始め、15年に同国政府が設定した環境目標の16項目のうち13項目でその目標を達成した。また、19年には中国はリサイクル、水・水処理の分野で最も多くの特許数を保有する国家となった。コロナ禍を経た現在においても環境、サステナビリティ施策、グリーンテクノロジーへの同国政府の施策数、投資額の勢いは年々増していることも、同分野における同国政府の本気度が伺える。

Ⅲ グローバルで進む企業の 「Next Industry4.0」対応

ここまで、産業政策・ビジョンとしての「Next Industry4.0」の動きに触れてきたが、それとともにこれらを実装する企業の活動が拡大していくことが重要となる。たとえばインダストリー4.0については、産業政策・ビジョンとともに、ボッシュやシーメンス、各種自動車企業、さらには中小企業が相互に連携し、産学官全体での取り組みとなることにより浸透が加速した。

「Next Industry4.0」に関しても産業ビジョンや政策にとどまらず、既存のグローバル企業の経営戦略・オペレーションにおいても重要性が増し、組み込まれている。日本企業の中にはいまだにサステナビリティやカーボンニュートラルを、「一時的に盛り上がっては終わる何度目かのブーム」「ビジネスの本質ではなくプラスアルファ」と捉えている経営者も多い。しかし、欧米や中国などのグローバル企業は既に「Next Industry4.0」に舵を切っているということに留意する必要がある。

グローバル企業の経営戦略において、カーボンニュートラルやサステナビリティ対応は必須項目となっており、投資家にとってサステナビリティレポートは中期経営計画と並ぶ重要な投資判断指標の一つになりつつある。最終消費者としてもサステナビリティへの意識は年々高まっており、ニールセンのレポートによると81%の消費者が、「企業は企業活動において地球環境に配慮するべきと認識している」とのデータがある。また最近では、環境への配慮、エコといった文言が一種のブランド戦略の一環として取り入れられてお

り、消費者もそうしたメッセージに敏感に反応するようになってきている。

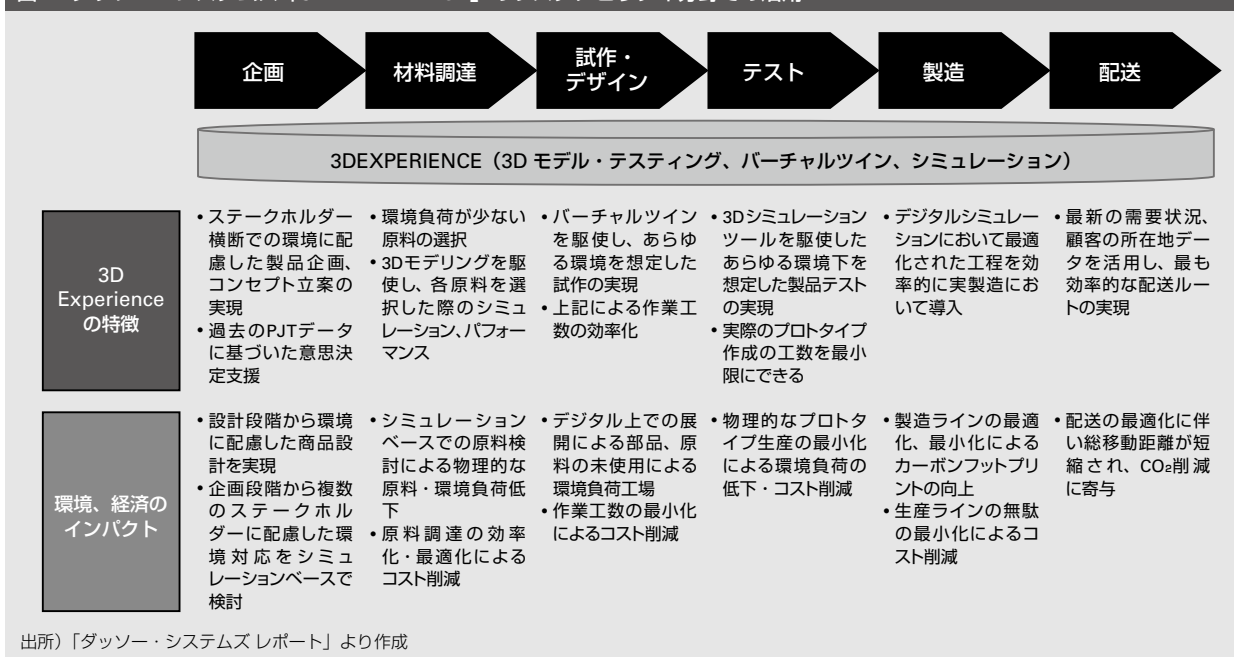
このようにサステナビリティ対応をはじめとした「Next Industry4.0」に関連する活動は、企業の持続的成長を支える上で無視できない重要な経営指標へと変化している。本章ではグローバル企業の「Next Industry4.0」の動向として、欧州、米国、中国における先行事例として、ダッソー・システムズ、Apple、GEMの活動に焦点を当て、各社の特徴を考察する。

1 ダッソー・システムズの事例

欧州における「Next Industry4.0」の動向としてダッソー・システムズを取り上げた。ダッソー・システムズは1981年設立のフランスに本社を置くソフトウェア企業である。世界経済フォーラム（WEF）の年次総会であるダボス会議で発表されるコーポレート・ナイツ社発行の「Global 100 Most Sustainable Corporations in the World (Global 100 Index)」に10年連続で選出され、2018年には第1位に輝いている。

同社は「3DEXPERIENCE」というプラットフォーム^{注4}を通じて、企業のサステナビリティ対応を支える方針である。同プラットフォームのバーチャルツイン^{注5}を活用し、デジタル上で詳細なオペレーションをシミュレーション・検討することにより、製造業企業は物理的な試作や実行を最小化できる。そのことにより、物理的に実行することで発生していたCO₂削減につながられるのである。また、同プラットフォーム上での製品データを活用することで製品ごとにリサイクル、リユース、解体、廃棄を経済的な数値メトリック

図7 ダッソー・システムズ「3DEXPERIENCE」のサステナビリティ分野での活用



もシミュレーションし最適化することも可能となる。

同社によると、自動車、電機、機械などの業界で効果的に3DEXPERIENCEプラットフォームが活用されることにより、30年までに7.52 Gt CO₂e (10億温室効果ガス排出量)のCO₂の削減とともに120兆円の経済効果が見込まれると試算している。デジタルツールの活用が、企業のオペレーションの効率化・高度化とともに、サステナビリティおよびカーボンニュートラル対応などにも重要性が増していることを示している (図7)。

2 Appleの事例

Appleは1976年に設立され、自社で工場を持たず他社に製造を委託するファブレス型の製造業として著名である。同社のように自社で製造拠点を持たない企業としても、サステナビリティおよびカーボンニュートラル対応

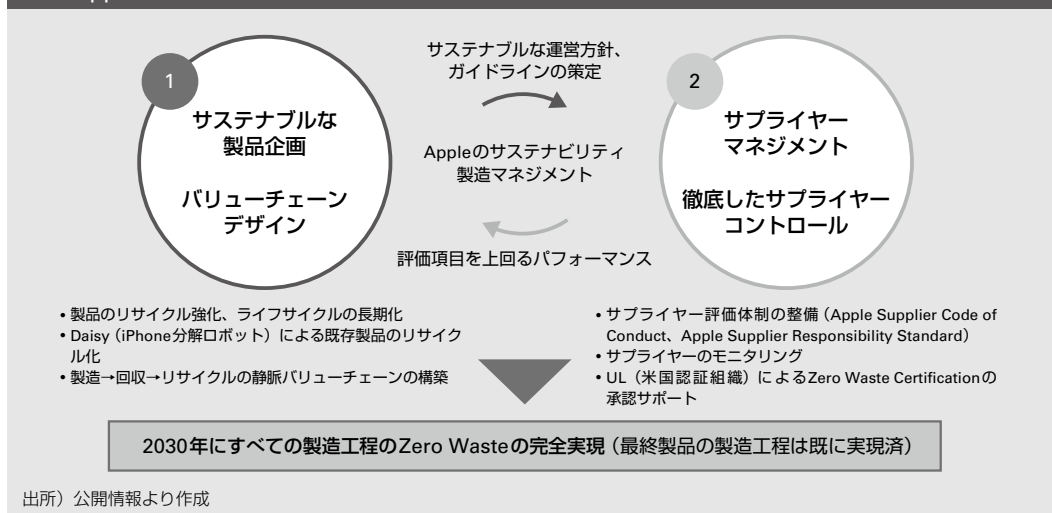
の重要性が増している。綿密なサプライヤー管理を含めて、自社が関与するサプライチェーン全体でのサステナビリティ対応が求められているのだ (図8)。

同社は2015年に「Zero Waste Program」を立ち上げ、30年までに製造工程すべてにおけるカーボンニュートラル実現を目指している。主要な取り組みとして、①製品の100%リサイクル化・ライフサイクルの強化と、②緻密なサプライヤーコントロール・マネジメントの2点を取り上げる。

(1) 製品の100%リサイクル化・ライフサイクルの強化

Appleは、製品の100%リサイクル化の強化・ライフサイクルの長期化に取り組んでいる。たとえば最新のiPhone 12とApple Watchに使用されるタングステンと呼ばれる素材の99%や、MacBook Air、Mac Mini、iPadシ

図8 Appleの主なサステナビリティ対応



リーズに使用されるアルミニウムの100%がリサイクルによるものである。

また、新製品のリサイクル部品の活用に加え、中古製品のリサイクル化にも力を注いでいる。2018年に「Daisy」と呼ばれる、iPhoneを分解しリサイクル可能な部品を抽出するロボットを開発・展開している。Daisyはフル稼働時には200台／1時間ものiPhoneを分解し、分解された部品をリサイクル可能か判別・分類する。同社はこのDaisyを、自動車メーカーをはじめ他製造業に貸し出すことを検討しており、業界の垣根を越えサステナビリティに貢献していることをアピールしている。

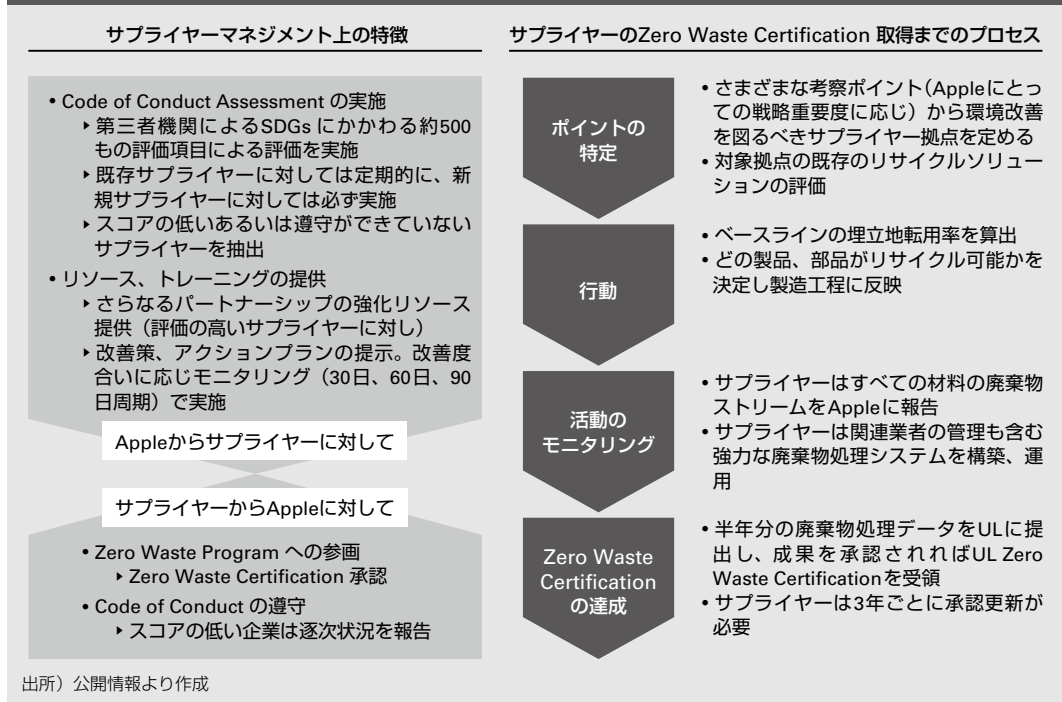
(2) 緻密なサプライヤーコントロール・マネジメント

続いて、Appleの緻密なサプライヤーコントロール・マネジメントに触れる。同社は2005年に「the Apple Supplier Code of Conduct」と「Apple Supplier Responsibility Standard」を策定し、人権保護や従業員の

安心な環境づくり、宗教対応など、SDGsのすべての項目に対応したガイドラインを共有している。このガイドラインは毎年アップデートを実施し、サプライチェーンマネジメントの羅針盤として活用している。

サプライヤーはこのガイドラインの方針を遵守することが求められ、さまざまな項目で1社ごと個別に評価を受けている。特筆すべき事項としては、同社がサプライヤーに要求するガイドラインのハードルを上げる一方で、その項目を実現する上でサプライヤーに対して惜しみないサポートを提供していることが挙げられる。数百社と存在する関連サプライヤーの中で、同社はまず、改善が望まれるサプライヤーを特定する。具体的には「Code of Conduct Assessments」を通してSDGsの観点から総合スコアの低いサプライヤーを抽出し、改善策を練る。Appleは改善策が望まれる、またはCode of Conduct Assessmentsの一部を遵守しないサプライヤーに対して個別にアクションプランを作成し、サプライヤーの改善余地の大小に応じ、1カ月、2カ

図9 Appleのサステナビリティ対応に向けたサプライヤーマネジメント



月、3カ月と個別にアクションプランの進捗状況をモニタリングしている。

遵守されていない項目への改善の指針を提供すると同時に、個社のマネジメントシステムにも関与する。また、さらなる施策として、関連分野の専門家の派遣やオンラインツールの提供を行っている。そうした取り組みも相まって、環境対策を含めたサプライヤーのパフォーマンスは毎年向上している（図9）。

こういったサプライヤーマネジメントを通じた取り組みが、製造工程におけるカーボンニュートラルを実現する上で大きく貢献している。20年までに165ものサプライヤー（全体の約83%）が製造のカーボンニュートラルを目指すZero Waste Programに参加し、そのうち70ものサプライヤーが20年までにUL（米国認証機関）によるZero Waste Certifi-

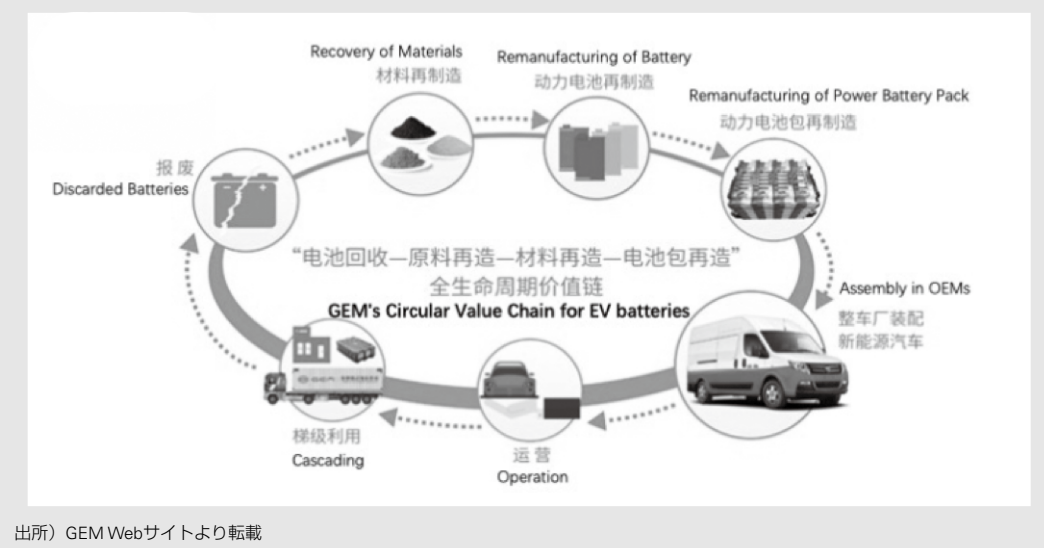
cationの承認を受けた。これは対19年比40%増にあたる。

3 GEMの事例

中国企業における「Next Industry4.0」の取り組みとして、EV電池のリサイクル事業を促進するGEM Co. Ltd（GEM）を取り上げる。同社は2001年に深圳市に設立され、10年1月、深圳証券取引所に上場を果たした売上高約2300億円のメーカーである。

同社は国内のE-waste（電気電子機器廃棄物）の10%をリサイクルし、そこから年間約5000トンのコバルトと1万トンのニッケルの回収をしている。EV用電池の重要部品となる三元系リチウム電池前駆体の生産活動につなげ、現在では世界市場の20%シェアを獲得するに至っている。中国におけるEVブームを背景に、EVバッテリーのリサイクル能力

図10 GEMにおけるEV電池のライフサイクル



を拡大するための大規模投資を行い、現在では中国国内をはじめとして、280社以上の自動車関連会社やバッテリーメーカーとEVバッテリーの回収契約を結んでいる。コロナ禍にもかかわらず、20年上半期は1万2000個以上のEVバッテリーセットをリサイクルし、19年のリサイクル総量を上回った。

前述した中国製造2025の環境政策においても、EV関連の取り組みは重要なアクションとして定義されている。中国・国務院による、25年までに自動車販売台数の20%を非化石燃料自動車に変化させるという目標や、EV市場に投入されている政府からの莫大な補助金により、中国EV市場は加速度的に拡大してきた。その一方で、EV使用済みのバッテリーの処理に関して社会問題化し、20年までに24万トンものバッテリーが破棄され、22年にはその2倍の48万トン相当にまで上ると想定されている。

そのような状況に際し、市場機会を見いだしたのがGEMである。同社はEV用バッテリ

ー市場において、バッテリーの回収、二次利用のための再生、リサイクル、バッテリーパックの再製造など、循環型のバリューチェーンを構築している。また、リサイクル活動に加え、電池をより効果的に使用して耐用年数を延ばすことができる電池管理ソフトウェアを開発し、製品のライフサイクルそのものを長期化する活動も行っている。

こうした取り組みから、EVから廃棄されたリチウム電池のリサイクルを可能にし、ニッケルやコバルトなどの重要な資源を抽出して、サムスン電子などの大手製造業が使用する電池に変換している（図10）。

Ⅳ かつての環境大国・日本の Society5.0と複雑化する「Next Industry4.0」時代に求められる3つの トランスフォーメーション

最後に、グローバルで急速に進む「Next

Industry4.0」の動向を踏まえ、日本の置かれている現状と取るべきアクションを企業や政策の観点から見ていきたい。

1 Global 100 Indexに見る 日本企業のポジション

まず、「Next Industry4.0」時代における日本企業の位置付けについて触れたい。持続可能性に関する取り組みの評価という視点では、WEFの年次総会（ダボス会議）においてはサステナビリティの観点で世界中の企業を評価する「Global 100 Most Sustainable Corporations in the World (Global 100 Index)」が2005年から毎年発表され、カナダのメディアコーポレート・ナイツ社によって公表される。21年のランキングは21年1月に発表されているが、100位以内にランクインした日本企業は5社にとどまる（表2）。

2 かつての環境大国・日本の 「Next Industry4.0」時代における 存在感の低下

日本は古くから、社会との共存や環境に対応した経営・オペレーション、人間の能力を尊重した現場など、現在、グローバルで活発に議論されている社会・環境・人間の視点に強みを有してきたはずである。また、エコ意識が高く、「Mottainai」という言葉や環境対応技術の世界に先駆けた展開など、環境を意識した技術開発・消費意識の面で世界をリードしてきていた。しかし、その強みを明確なコンセプトや指標として世界に打ち出せない中で、グローバルでの存在感を失ってしまっているのが現状である。これはものづくりで世界をリードしてきていた日本が、デジタル化の中でインダストリー4.0や前述のGlobal Lighthouseといった新たな観点で評価されな

表2 Global100 Index 2021における日本企業

ランキング	企業名	主な取り組み・掲げるマテリアリティ（重要課題）
#16	エーザイ（製薬：5度目）	・クリーン収益・投資（アフォーダブル・プライシングを適用している薬剤などの売上収益、ならびにそれらに対する研究開発費、投資）や従業員の安全性と安定雇用などを評価
#32	シスメックス（医療機器：4度目）	・マテリアリティとして、①製品・サービスを通じた医療課題解決、②責任ある製品・サービスの提供、③魅力ある職場の実現、④環境への配慮、⑤ガバナンスを設定
#41	コニカミノルタ（電機：4度目）	・「人間中心の生きがいの追求」と「持続的な社会の実現」のための新しい価値創造・社会課題解決と、事業の成長とを同時に満たすイノベーションの取り組み ▶ 自社の環境負荷低減だけでなく、そこで得た環境技術・ノウハウを取引先や顧客にも提供することで、2030年までに自社の排出量以上のCO ₂ 削減を実現する「カーボンマイナス」の取り組み ▶ 顧客企業やサプライヤーのみならず、他業界含め、日本の産業界全体で環境ノウハウを共有する「環境デジタルプラットフォーム」の展開
#51	積水化学工業（化学：6度目）	・基本戦略として「ESG経営を実践し、持続的に企業価値を向上させることのできる企業体制を構築する」ことを明記 ・長期ビジョンの3本柱として「ESG基盤強化」を掲げ、下記をステークホルダーにとっての重要性が高く、かつグループ経営にとっての重要性も高い課題として設定 ▶ 知的財産戦略強化、地域と連携した課題解決に資する活動の推進、人権デューデリジェンス実施、生態系劣化抑制、グローバル化推進、ダイバーシティ経営、健康経営、設備保全体制の強化、サプライチェーンリスク低減
#71	武田薬品工業（医薬品：6度目）	・2019年度の活動においてバリューチェーン全体でカーボンニュートラルを達成 ▶ 社内の省エネルギー、グリーンエネルギーの調達、再生可能エネルギー証書（REC）、高品質の検証済みカーボンオフセットへの投資 ▶ 上記にあたり、12カ国における30件以上の再生エネルギーやカーボンオフセットのプロジェクトへの投資を実施

出所）Global 100 Index2021、各社Webサイトより作成

くなってしまう、存在感を低下させてしまったのと同じ構造である。

日本の製造業関連の企業と議論する中では、「ビジネスの必須要件になっているのは欧州市場のみで、日本や東南アジアではまだ遠い話である」「CSRやブランディングの論点であり、ビジネスの本筋ではない」「CO₂排出量などは何度目かのブームであり、また収まるのではないか」との反応も存在する。インダストリー4.0が生まれた当初、日本企業からは「既に実施している」「新しさを感じず、何を今さら騒いでいるのか」といった反応が多かった中で、急激に世界としての産業構造転換が起こったことは記憶に新しい。

「Next Industry4.0」についても、前述の通りコンセプトにとどまらず、社会実装に向けて急速にドイツ、EU、中国などがグローバルでの主導権や、新興国でのポジショニング争いも含めて動きを加速している。日本の本来の強みであるヒューマン・セントリックや社会・環境配慮の視点を、産業高度化・効率化のみならず人間・社会・環境の視点の両立を図る「Next Industry4.0」時代の強みと転換していくためにも、世界の動向を注視し、対応を検討する必要がある。

3 企業の活動を支える国家ビジョンとしてのSociety5.0の現在地

「Next Industry4.0」時代に日本がイニシアチブを発揮していく上では、企業の動きとともに、それを支え、連携する産業政策・ビジョンが重要となる。

前述の通り、日本では2016年に内閣府の「第五期科学技術基本計画」においてSociety5.0が提唱されている。Society5.0はこれ

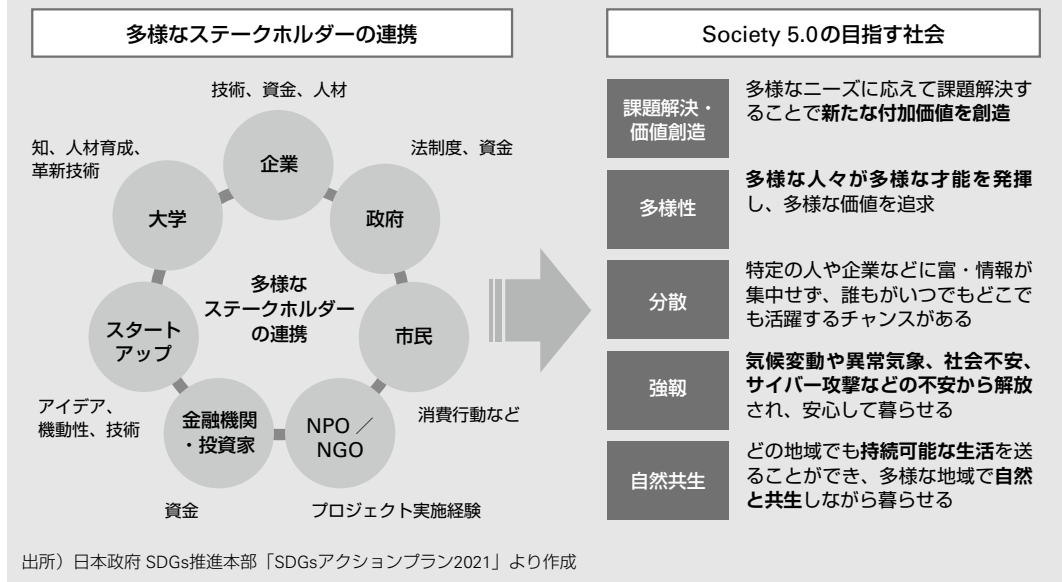
までの狩猟社会（Society1.0）、農耕社会（Society2.0）、工業社会（Society3.0）、情報社会（Society4.0）に続く、「サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）」とされている。

18年に経団連が公表した「Society5.0——ともに創造する未来」では、Society5.0を「デジタル革新と多様な人々の想像力・創造力で作る課題解決・価値創造の社会」と位置付けている。Society5.0を実現した社会の姿として「課題解決・価値創造」「多様性」「分散」「強靱」「自然共生」という5つを提示しており、欧州が掲げるインダストリー5.0における「ヒューマン・セントリック」「サステナビリティ」「レジリエンス」の考えは、当時から提唱されていたことが分かる。

4 世界に先駆けたコンセプトを提唱しつつも浸透に課題を持つ Society5.0

しかし、世界に先駆けたコンセプトを提示しつつも、今日に至るまで浸透が加速しないことが課題となっている。後述する「Society5.0 for SDGs」によると、経団連が実施した企業・投資家向けアンケートでは、Society5.0に関して内容を知っていると回答した企業は47%、投資家は30%であり、SDGsに関しては、内容を知っていると回答した企業は75%、投資家は79%であることと比較しても、浸透率が低いことが分かる。市民においても、一般社団法人経済広報センターが2019年に実施した「Society5.0に関する意識調査」では、内容を知っていると回答した割合

図11 Society5.0 for SDGsが掲げるビジョン



は3%とかなり低い。

そこで、20年に経団連が東京大学、GPIF（年金積立金管理運用独立行政法人）との共同で提唱したのが「Society5.0 for SDGs」であり、中長期的な経済成長と、持続可能で人間中心の社会の実現に向けたアクションとして、国内外への発信や企業・投資家向けに認知・理解を高めるとともに、産学官連携のエ

コシステムによるイノベーション創出と投資家によるその加速を掲げている（図11）。

5 2050年グリーン成長戦略とSDGsアクションプラン2021

「経済と環境の好循環」の実現に向けて、2020年12月に経済産業省が「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策

図12 Society5.0とESG投資の進化

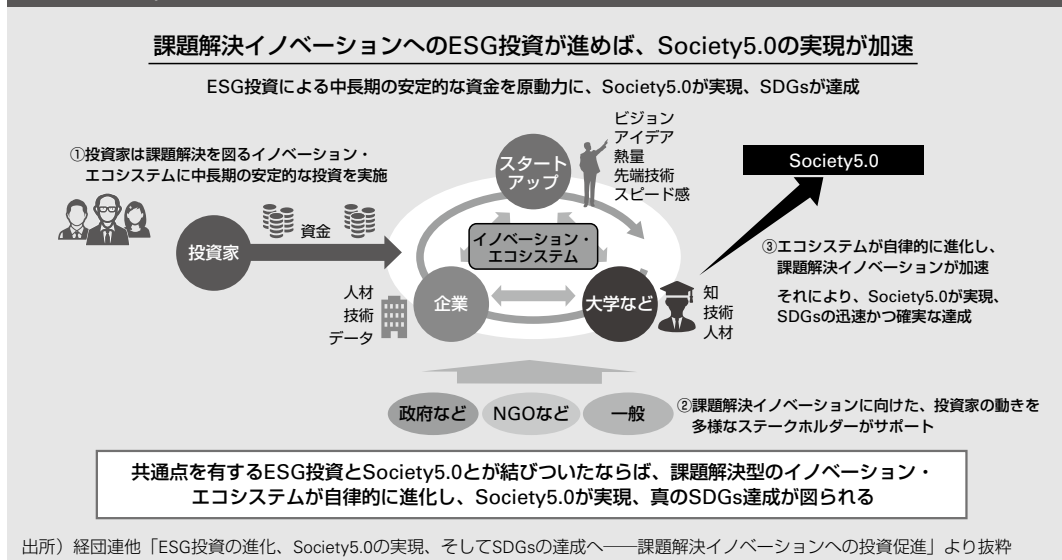


表3 Society5.0 SDGsアクションプラン（2021年の重点事項）

I. 感染症対策と次なる危機への備え ▶ 感染症対応能力を強化するため、治療・ワクチン・診断の開発・製造・普及を包括的に支援し、これらへの公平なアクセスを確保する ▶ 次なる危機に備え、強靱かつ包摂的な保険システムを構築し、ユニバーサル・ヘルス・カバレッジ（UHC）の達成に向けた取り組みを推進する。国内では、PCR検査・抗原検査などの戦略的・計画的な体制構築や保健所の機能強化など、国民の命を守るための体制確保を進める ▶ 栄養、水、衛生など、分野横断的取り組みを通じて感染症に強い環境整備を進める。東京栄養サミットの開催を通じて世界的な栄養改善に向けた取り組みを推進し、国内では食育や栄養政策を推進する
II. より良い復興に向けたビジネスとイノベーションを通じた成長戦略 ▶ Society5.0の実現を目指してきた従来の取り組みをさらに進めるとともに、デジタルトランスフォーメーションを推進し、誰もがデジタル化の恩恵を受けられる体制に整備し、「新たな日常」の定着・加速に取り組む ▶ ESG投資の推進も通じ、企業経営へのSDGs取り込みを促進するとともに、テレワークなどの働き方改革を通じてディーセントワークの実現を促進し、ワーク・ライフ・バランスの実現などを通じ、個人が輝き、誰もがどこでも豊かさを実感できる社会を目指す ▶ バイオ戦略やスマート農林水産業の推進など、科学技術イノベーション（STI）を加速化し、社会課題の解決を通じてSDGsの達成を促進するとともに、生産性向上を通じた経済成長を実現し、持続可能な循環型社会を推進する
III. SDGsを原動力とした地方創生、経済と環境の好循環の創出 ▶ 2050年までに温室効果ガス排出を実質ゼロとする「カーボンニュートラル」への挑戦も通じ、世界のグリーン産業を牽引し、経済と環境の好循環をつくり出していくとともに、防災・減災、国土強靱化、質の高いインフラの推進を継続する ▶ 「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」実現に向けた海洋プラスチックごみ対策などを通じ、海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する ▶ SDGs未来都市、地方創生SDGs官民連携プラットフォーム、地方創生SDGs金融などを通じ、SDGsを原動力とした地方創生を推進する
IV. 一人一人の可能性の発揮と絆の強化を通じた行動の加速 ▶ あらゆる分野における女性の参画、ダイバーシティ、バリアフリーを推進するとともに、人への投資を行い、十分なセーフティネットが提供される中で、すべての人が能力を伸ばし発揮でき、誰一人取り残されことなく生きがいを感じることのできる包摂的な社会を目指す ▶ 子供の貧困対策や教育のデジタル・リモート化を進めるとともに、持続可能な開発のための教育（ESD）を推進し、次世代へのSDGs浸透を図る ▶ 京都コンGRESSや東京オリンピック・パラリンピックなどの機会を活用して法の支配やスポーツSDGsを推進するとともに、地球規模の課題に関して、国際協調・連帯の構築・強化を主導し、国際社会から信用と尊敬を集め、不可欠とされる国を目指す

出所）SDGs推進本部「SDGsアクションプラン2021」より作成

定した。そこには、金融やルールメイキングにおける具体的な政策とともに、産業ごとに成長戦略の「工程表」を含む実行計画が示されている。また、同時期には「SDGsアクションプラン2021」が発表されており、「よりよい復興に向けたビジネスとイノベーションを通じた成長戦略」として、Society5.0の実現やESG投資、技術戦略を掲げるとともに、「SDGsを原動力とした地方創生、経済と環境の好循環の創出」として、カーボンニュートラルへの対応などを重点事項として掲げている（図12、表3）。

6 「Next Industry4.0」時代に日本がイニシアチブを発揮するために

ここまで、「Next Industry4.0」時代における日本企業の位置付け、企業の活動と連携する産業ビジョンとしてのSociety5.0の現状に触れてきた。最後に、「Next Industry4.0」時代に日本がイニシアチブを発揮するために必要なアクションについて述べたい。

（1）「産業・社会・環境・人間」のバランスを図る産学官×省庁横断での取り組み

デジタル化の中で企業活動が複雑化したイ

ンダストリー4.0では、産学官連携の取り組みが重要である。ドイツでは、政策イニシアチブを展開する連邦政府・州政府の政策ビジョンや規制・他国へのプロモーションなどを担う「官」、技術研究や標準化活動、人材育成・トレーニングを行う「学」、大企業・中小企業の活動としての「産」が密接連携することで、社会実装が強力に押し進められてきた。

それが「Next Industry4.0」時代は、企業の持続的な成長とともに、人間・社会・環境の視点の両立が求められることになり、ステークホルダーとのさらに複雑な連携が必須となる。企業活動においては、CO₂排出や環境対応となると、自社拠点のみならずサプライチェーン全体で連携した取り組みが求められるとともに、省庁としては経済・産業のみならず労働政策・環境政策など幅広い分野で連携したビジョンづくり、さらには社会課題に取り組むNGO／NPOらとの連携も求められる。

日本においても、たとえば省庁は、Society5.0を主導している内閣府、経済・産業政策を担う経済産業省、技術教育政策や大学・高専などを通じた教育・トレーニングに関する政策を担う文部科学省、労働政策を担う厚生労働省、環境政策を担う環境省らが密接に連携する必要がある。従来、日本は省庁連携や産学官連携に課題があるが、「Next Industry4.0」時代を契機に、産学官×各省庁連携を通じたオールジャパンでの取り組みの推進が期待される。

(2) 一貫したビジョン・ユースケースの定義

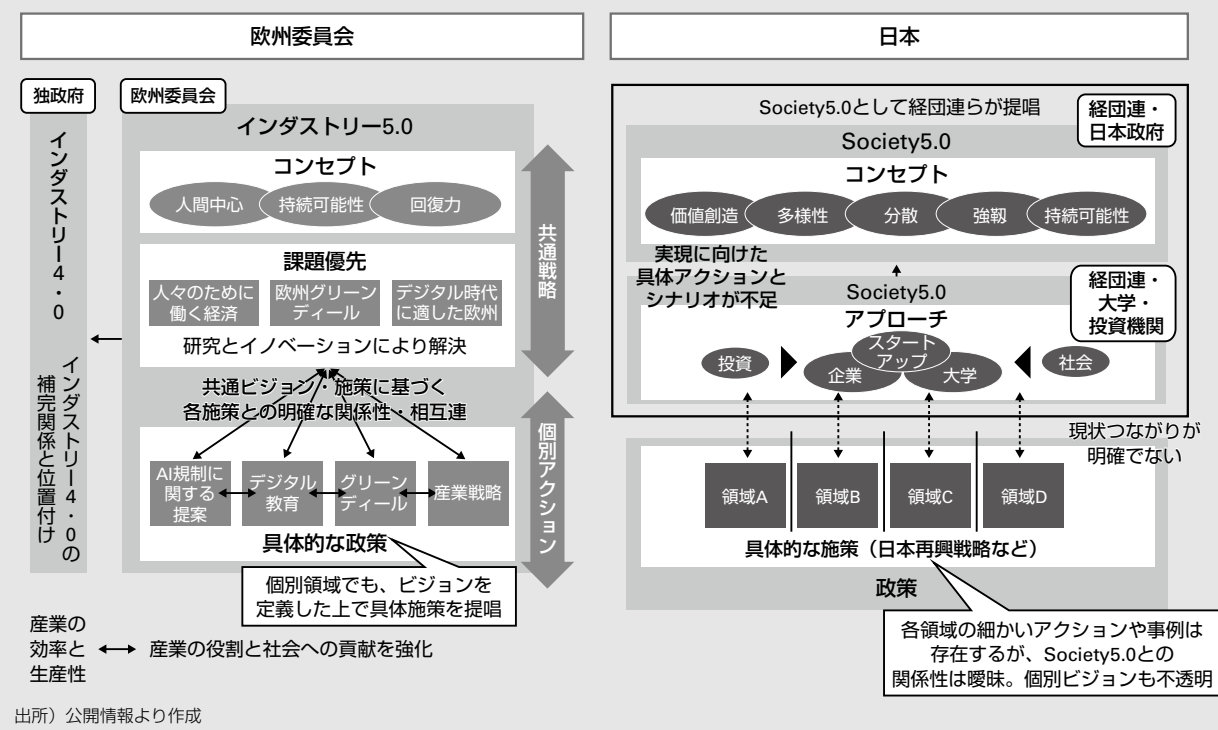
ドイツのインダストリー4.0では、デジタ

ル化による製造業の変化シナリオであるApplication Scenarioが定義され、シナリオごとにユースケースが蓄積されることで社会実装が進められた。「Next Industry4.0」でも、前述の通りSustainable productionレポートにおいて、環境との両立を図るスマート製造のあり方として3つの方向性と11の具体的なシナリオが示されている。今後、このシナリオを土台に、産学官で実際のユースケースづくりが進んでいくことが想定される。

また、欧州委員会の取り組みとしては、大きな政策ビジョンとしてのインダストリー5.0と、「人々のための経済」「欧州グリーンディール」「デジタル時代のヨーロッパ戦略」などの各種優先論点、さらには個別アクションの紐づけが明確となっている。産業を中心に社会や市民をも巻き込んで一つのストーリーとして示されているために、あらゆるステークホルダーにとって自分事として解釈しやすいビジョンとなっている。

日本においては、たとえばSociety5.0 for SDGsは、従前のSociety5.0を基盤に社会のありべき姿が定義されている点は大変興味深い。これらのあるべき社会から、省庁・自治体・産業・企業・教育／研究機関・市民らのそれぞれの役割や、具体的なシナリオを定義することが求められる。そうすることにより、シナリオに沿ったユースケース開発が進むとともに、具体的な実行に基づきシナリオをアップデートするサイクルを生むことができる。これらのビジョンに関連した個別の政策の関係性が明確でない部分もあり、これが示されることが重要である。そのことにより、国内における各ステークホルダーの連携が進み、ビジョンを支えるユースケースの蓄

図13 欧州と日本の産業戦略のスキームの違い



積にもつながり、「グローバルでの標準化活動・仲間づくり」も進展すると想定される（図13）。

（3）グローバルでの標準化活動・仲間づくり

加えて、産業ビジョンとしてはいかにグローバルでの標準化活動を行うのか、仲間づくりをしていくのが重要となる。いかに優れた産業ビジョンやコンセプトを提唱していたとしても、グローバルで異なる標準が普及してしまうと、自国産業の競争力を失ってしまう。

前述したように、既に「Next Industry4.0」でもグローバルでの標準化に向けた連携や、グローバルでの主導権争いが行われている。ドイツは企業の海外展開とともに、連邦政府による国家レベルでのパートナーシップの推

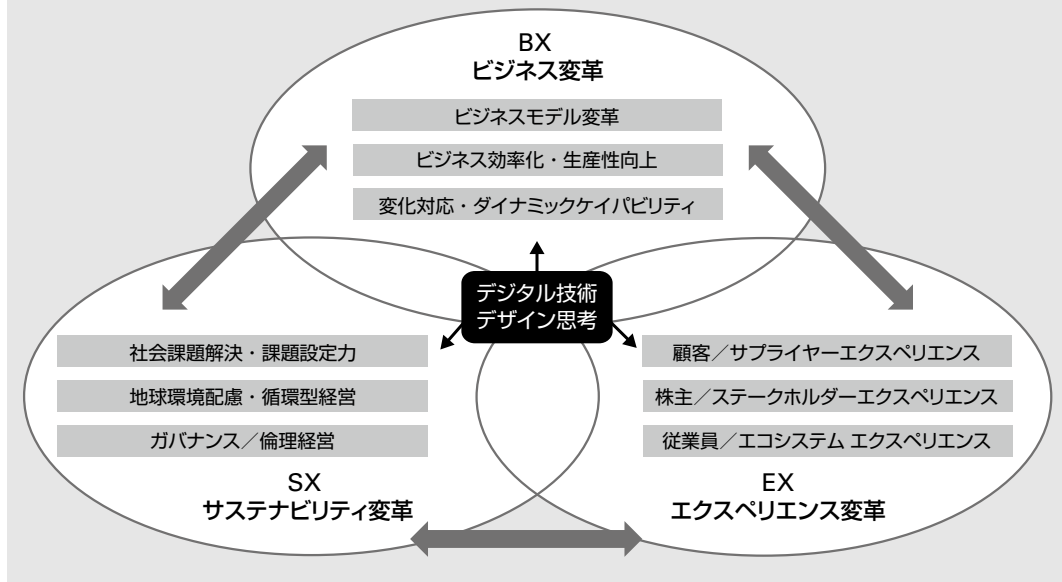
進や、州政府による他国へのプロモーション、フラウンフォーファー研究機構などの研究機関による技術供与や共同研究などを通じた産学官が強力に連携し、インダストリー4.0をグローバルに浸透させた。

「Next Industry4.0」時代において、日本が企業の競争力以前のゲームルール形成時点で負けないように、Society5.0をはじめとしたグローバルでの標準化活動・仲間づくりを積極的に行っていくことが期待される。

7 結びとして：「Next Industry4.0」時代に求められる3つのトランスフォーメーションBX、SX、EX

最後に、「Next Industry4.0」時代において、企業に求められる戦略の変化について触れたい。現在はコロナ禍の影響もあり、DX

図14 「Next Industry4.0」時代に必要な3つのX (BX、SX、EX)



というワードを聞かない日はないほど、ある意味バズワード化している。デジタル化に後れをとっていた日本企業・社会でも、DX化は急速に進みつつある。

しかし、Dのデジタル技術そのものに焦点が置かれ、「IoTあるいはAIを活用して」何かを行うといった技術ありきの検討をしている企業も目立つ。本質はXの部分、どうありたいのか、何を実現したいのかである。そのためのデジタル技術は既に多くの選択肢が生まれ、コモディティ化により価格も低下してきている。

そのXの部分、「Next Industry4.0」時代には多様化する。ビジネス (B) のみならず、社会課題・地球環境・ガバナンスのサステナビリティ (S)、さらには顧客やサプライヤー、株主などとともに、従業員、さらにはデジタルビジネスが進展する中で企業のビジネスに不可欠な存在となっている、生態系を意味するエコシステムも含めた関係者のエ

クスペリエンス (E) の3つのX、BX、SX、EXに解像度を上げて捉えていく必要がある(図14)。そのツールとして、デジタル技術や現在のビジネス環境で必須スキルとなっているデザイン思考が位置付けられる。

このようにデジタル技術自体は本質ではなく、重要なのはどのようなXを起こしていきたいのか、企業はこの部分を徹底して議論する必要があるのだ。これからの複雑化する「Next Industry4.0」時代においては、この3つのXをやり抜いた企業が生き残ることとなる。日本企業がこれら3つのXを通じて競争力を再び構築し、グローバル社会から求められ続ける存在となることが期待される。

注

- 1 2017年3月に経済産業省が「人・モノ・技術・組織などがつながることによる新たな価値創出が日本の目指す姿である」と提唱した概念
- 2 グリーンディール政策については『知的資産創

造』2021年6月号参照

- 3 詳細は『知的資産創造』2020年8月号「Global Lighthouseに見るグローバル先端工場のトレンド」参照
- 4 設計・ライン設計・製造・販売・サービスのすべての領域をデジタルでつなぐプラットフォーム
- 5 デジタル空間上に物理空間の双子を再現して事前シミュレーション・分析・最適化を行い、それを物理空間にフィードバックさせるデジタルツインの仕組み

著者

小宮昌人（こみやまさと）

野村総合研究所（NRI）グローバル製造業コンサルティング部主任コンサルタント

専門はプラットフォーム戦略・リカーリング戦略などのデジタル技術を活用したビジネスモデル変革、デジタルツイン活用、FA・インダストリー4.0対応

など

近著に『製造業プラットフォーム戦略』（日経BP）、『日本型プラットフォームビジネス』（日本経済新聞出版）

山本隆史（やまもとたかし）

野村総合研究所（NRI）グローバル製造業コンサルティング部コンサルタント

専門は製造業界における事業戦略立案、プラットフォーム戦略、構造改革支援、ハードウェア×ソフトウェアにおけるビジネスモデルプラン策定など

岩崎はるな（いわさきはるな）

野村総合研究所（NRI）グローバル製造業コンサルティング部コンサルタント

専門は製造業におけるDX戦略、新規事業開発の検討支援、スタートアップ連携支援、特に、インダストリー4.0対応、ロボティクスやオートメーション、Additive Manufacturingなど