

2025年の日本産業を読み解く10のキーワード ～ この底流変化を見逃すな ～

増田 貴司
株式会社 東レ経営研究所
取締役 エグゼクティブエコノミスト
(東レ株式会社 シニアフェロー)
E-Mail : takashi.masuda.n6@mail.toray

山口 智也
株式会社 東レ経営研究所
産業経済調査部 シニアアナリスト
E-Mail : tomoya.yamaguchi.v8@mail.toray

- 本稿では、2025年の日本産業を読み解くうえで重要と思われるキーワードを筆者なりに選定し、解説してみたい。
- キーワード選定に当たっては、個別セクターの動向よりも、幅広い業種の企業経営や産業全般に関わるテーマを中心に選んでいる。また、巷（ちまた）でよくある「今年のトレンド予測」や株式市場で材料となる一過性のテーマ探しの視点ではなく、日本企業が事業機会や変革の方向性を考える際に踏まえておくべき「世界の産業の潮流や構造変化」を的確に捉えることを重視している。
- 2025年のキーワードを10個挙げると、以下のとおりである。

1. DXの取組みが進展 — 成果を出すカギは「自分ごと」化 —	p. 2
2. データ連携基盤の構築待ったなし	p. 10
3. 爆発的な電力需要の増大への対応と脱炭素化・エネルギー転換の両立	p. 17
4. エネルギー転換策として有力だか、課題も山積する水素の活用	p. 21
5. 経営課題としてのサステナビリティ — 戦略と価値創造ストーリーがカギ —	p. 27
6. 自然資本・生物多様性と両立したビジネスへの転換	p. 35
7. リアルとバーチャルの垣根が薄れる中で進む、新たな価値創造の在り方	p. 42
8. 再エネの導入拡大に向け、重要度が増すエネルギー貯蔵	p. 48
9. AIエージェントとヒューマノイドロボットの開発が急加速	p. 53
10. 質が問われる人的資本投資 — エンゲージメントと組織風土改革に注目 —	p. 61

(執筆分担 増田:1、2、5、6、9、10 山口:3、4、7、8)

1. DXの取組みが進展 — 成果を出すカギは「自分ごと」化

Point

- ① 日本企業における DX の取組みは急速に進展している。しかし、デジタル化の取組みをデジタルイゼーション、デジタルライゼーション、デジタルトランスフォーメーションの 3 段階に分けてみると、日本企業はデジタルイゼーションとデジタルライゼーションの領域に偏っており、デジタルトランスフォーメーション領域での取組み・成果創出は不十分である。
- ② DX は現在進行中の第 4 次産業革命を生き抜くために求められる基本動作であることを理解すべきだ。「デジタルがリアルを包括する社会に適応するために会社を作り変えること」が DX の意味である。デジタルは「リアルを支援する便利な道具」から「リアルを包括する仕組み」へと役割がシフトした。どんなリアルの産業も、それを前提にビジネスを変革する必要がある。
- ③ ソフトウェアが企業の競争力を左右する時代が到来し、これまでの製品の事業は再定義を迫られている。
- ④ デジタル化されデータを活用できるようになったことの真価や威力に気づけるかどうか、ビジネスの成否を分けるようになってきた。
- ⑤ AI 活用に積極的に取組む企業は世界的に増加している。こうした中、日本企業の生成 AI 活用は、諸外国と比べて際立って低調である。今後は、生成 AI を自社固有のデータや技術と組み合わせることで活用することにより、いかに高度な手を打てるかが、競争力を生むポイントとなる。
- ⑥ DX で成果を出すには、社内のキーパーソンや現場が「自分ごと」として捉えて DX に取組むことが重要である。
- ⑦ ビジネスモデル変革という DX における難所を越えることができた企業には、DX 推進 の土壌となる企業文化の形成に取り組んでいるという特徴がみられる。DX においては企業文化・風土の醸成が大事であることを認識すべきだ。

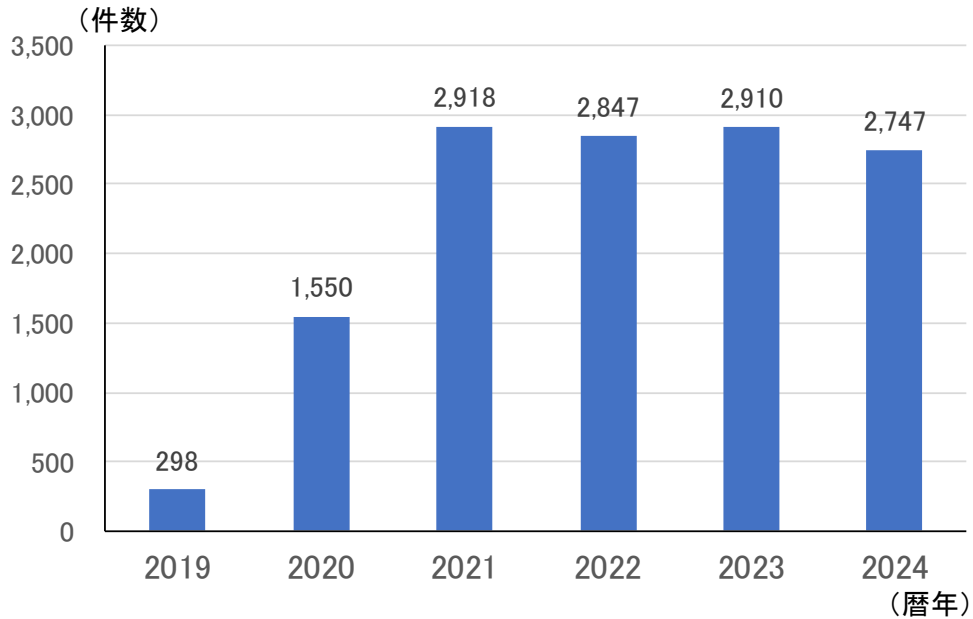
はじめに

各種調査結果によれば DX に取組む日本企業は引き続き増加傾向にあり、DX（デジタルトランスフォーメーション）への意識も高まりつつある。その一方で、世間では DX ブームは沈静化し、社会的な関心が薄れてきた。図表 1 にみるように、経済紙に掲載された DX についての記事数は 2021 年をピークに頭打ちとなっている。

DX が世の中に認識されるようになってから 5～6 年が経過し、企業内で DX の認知度が上がり、DX 推進体制が整備され、やって当たり前の位置づけになったため、ニュースバリューは低下してきた。DX の取組みが目の前の課題となり、実行段階に入ったものの、そう簡単に成果が実感できないこともあり、現場では「DX 疲れ」の声も聞かれる。

こうした中、2023 年以降、生成 AI を活用する動きが広がり、DX は新局面を迎えている。本稿では、日本企業の DX の現在地を概観し、課題や今後の方向性を考察してみたい。

図表 1 経済紙に掲載されたDXの記事件数



(注) 日本経済新聞と日刊工業新聞に掲載されたDXの記事件数
出所：日経テレコンを使って東レ経営研究所作成

日本企業のDXの取組みの現状

独立行政法人情報処理推進機構 (IPA) 『DX 白書 2024』に示された調査結果により、日本企業のDXの現状をみると、DXに全社的に取組む企業の割合は高まっており、直近の2023年度調査では37.5%と、1年前 (2022年度調査) の米国企業の値を超えている (図表2)。かつては数年遅れだった米国との差は、取組み企業割合でみる限り、急速に縮まったといえる。

次に、DXの取組みにおいて、設定した目的に対する成果が出ているかを尋ねた結果をみると、日本企業は、直近の2023年度調査では成果が出ている企業が64.3%に増えているが、1年前の米国企業 (89.0%) にはまだ遠くおよばない (図表3)。

通常、デジタル化の取組みは、次の3層構造に分類される。

① デジタイゼーション :

アナログ・物理データのデジタルデータ化

② デジタライゼーション :

個別の業務・製造プロセスのデジタル化

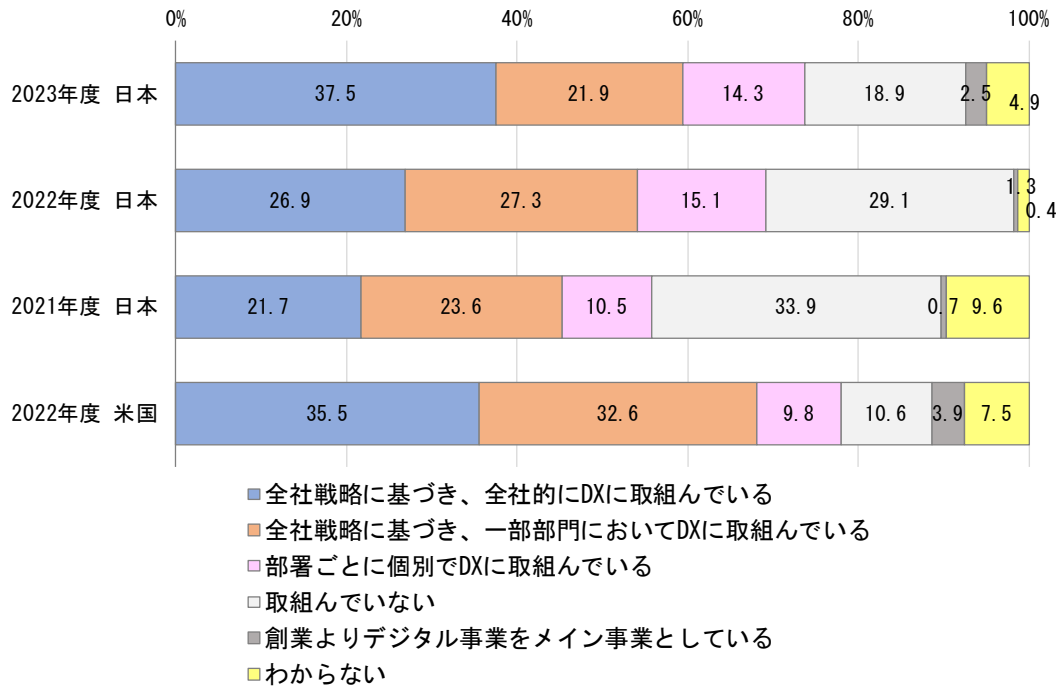
③ デジタルトランスフォーメーション :

組織横断／全体の業務・製造プロセスのデジタル化

「顧客起点の価値創出」のための事業やビジネスモデルの変革

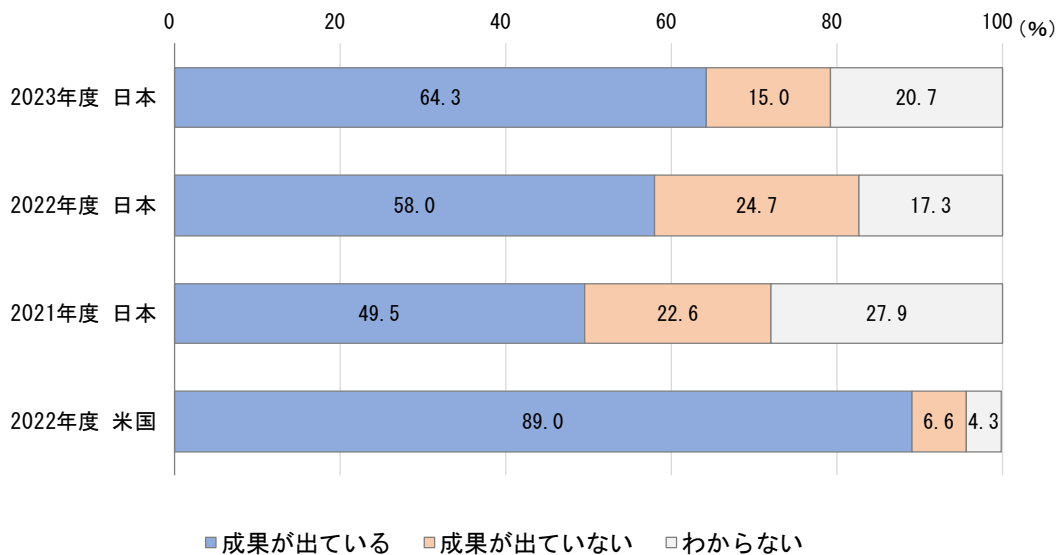
前述のIPAの調査では、DXの取組み内容をこれら3段階に分けて成果状況を聞いた調査も行っている。それによると、日本企業は「デジタイゼーション」と「デジタライゼーション」の段階の取組みでは一定の成果を出しているが、顧客起点の価値創出によるビジネスモデルの根本的変革や新製品・サービスの創出といった「デジタルトランスフォーメーション」段階の取組みでは成果が出ている企業が2割程度にとどまり、米国企業に大きく水をあけられていることが確認できる。

図表2 DXの取組状況（経年変化および米国との比較）



出所：独立行政法人情報処理推進機構（IPA）『DX 白書 2024』

図表3 DXの成果状況（経年変化および米国との比較）



（注）「DXの取組状況」で「全社戦略に基づき、全社的にDXに取り組んでいる」「全社戦略に基づき、一部の部門においてDXに取り組んでいる」「部署ごとに個別でDXに取り組んでいる」と回答した企業が対象
出所：独立行政法人情報処理推進機構（IPA）『DX 白書 2024』

野村総合研究所の最近の調査でも、日本企業におけるデジタル化推進で得られている効果は、業務プロセスの改善や生産性向上、業務効率化に偏っていて、「新規事業や新サービスの創出」

や「社会課題解決への貢献」を挙げた企業割合は、米国企業に比べてかなり低位にとどまっていることが示されている¹。

つまり、日本企業においては「自称 DX」の取組みは活発になっているものの、これまでの取組み内容はデジタルイゼーションとデジタルライゼーション段階が先行しており、本来の DX 段階はまだ道半ばといえる。

今がデジタル産業革命期であることの意味

ここで改めて DX の定義を再確認しておく、次のとおりである（経済産業省の定義）。

「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」

この定義は、おそらく多くのビジネスパーソンが何度も目にしてきたはずだが、世の中で DX という言葉がこの意味で用いられることはまれで、「デジタル化・IT 化」の今風の代替用語として使われることが多い。

なぜ今 DX が必要なのかを腹落ちして理解するためには、DX が今の産業革命（第 4 次産業革命）を生き抜くために求められる基本動作であることを理解する必要がある。

IT トレンドや DX 事情に詳しい斎藤昌義氏は、社会と事業の視点から DX を定義し直せば、「デジタルを前提に、ビジネスを変革すること」、もっと言えば、「デジタルがリアルを包括する社会に、適応するために会社を作り変えること」だと指摘している²。これは、現在進行中の第 4 次産業革命の本質と、なぜ DX が必要なのかを非常に簡潔かつ的確に表現したフレーズだと思うので、ご紹介した次第である。

第 4 次産業革命によって、デジタルは、「リアルを支援する便利な道具」から「リアルを包括する仕組み」へと役割がシフトしたのだから、どんなリアルの産業でも、それを前提にビジネスを変革すること（＝これがすなわち DX）が生き残りのカギとなるという意味である。

ソフトウェアが企業の競争力を左右する時代

第 4 次産業革命期に生じた大きな変化の 1 つは、業種や業界を問わずすべてのビジネスがソフトウェアなしでは機能しなくなり、ソフトウェアの優劣が企業の競争力を左右するようになったことだ。

最近、自動車産業では、ソフトウェアが製品の進化をけん引する新しい概念の自動車「Software Defined Vehicle（略称 SDV）」が今後の競争力の源泉となるキーワードとして注目されている。SDV へのシフトは、自動車の設計思想や産業構造、市場の競争原理を変えるインパクトをもつ。

ソフトウェアが勝敗を分ける世界になることは、ハードウェア中心のシステムからクラウドなどと一体化したソフトウェア中心のシステムに移行すると同時に、製品が外部とつながることが当たり前になることを意味する。このことは、これまでの製品の事業や価値の再定義を迫ることになる。製造業はこの点を意識した DX を推進する必要がある。

¹ 野村総合研究所「日本企業の IT 活用とデジタル化－IT 活用実態調査の最新結果から－2024」（2023 年 9 月実施）

² 斎藤昌義『図解コレ 1 枚でわかる最新 IT トレンド 改訂第 5 版』（技術評論社、2024 年）

データ・デジタル活用がもたらす真価に気づけるかどうかのカギ

第4次産業革命期を生きる私たちにとって重要な点をもう1つ指摘したい。それは、デジタル化されデータを活用できるようになったことの本質や威力に気づけるかどうかはビジネスの成否を分けるようになってきたことだ。目の前の業務のコスト削減や省力化効果ではない、デジタル化・データ活用によりはじめて実現可能になる価値を見つけて、それをつかみ取りにいけるかどうかは勝負の分かれ目となる。

米メジャーリーグ（MLB）やアメリカンフットボールのプロリーグNFLでは、試合中や練習時にデータとAIなどデジタル技術を用いてプレーや対戦相手の戦術を分析し、選手のパフォーマンス向上とチーム戦略の最適化を図るのが当たり前になりつつある。ネットフリックスなどの動画配信サービスは、視聴者が番組のどの箇所まで離脱したかなど逐一把握できる利点を生かし、視聴履歴データを活用・分析して、ユーザーの嗜好に合わせたコンテンツを開発して成果をあげている。

こうした動きが今後さまざまな業種に広がっていくと予想される。属人的な勘や経験だけに頼っている企業はビジネス競争に勝つことが難しくなっていくだろう。IoT（Internet of Things）とAI（人工知能）を活用すれば、これまで見えていなかった法則や特徴が可視化され、事実を把握する解像度が格段に上がる。そこから新たな洞察を得て、製品・サービスの開発に生かすことができる。これを実現するDXの取組みが活発化しつつある。

AIに積極的に取り組む企業は増加

日本でも有価証券報告書における「経営方針、経営環境及び対処すべき課題等」にAIを挙げた企業が、24年3月決算では上場企業の約40%にのぼったという（22年3月期決算企業では約30%だった）³。経営課題としてのAIへの取組みの優先度が高まり、AIに積極的な姿勢を示す企業が増えていると推察される。

富士通が世界15カ国の経営者層に実施した「サステナビリティ変革（SX）調査レポート2024」によれば、半数以上がAIの急速な進化への対応が今後の経営を左右すると認識しており、80%近くが複雑な意思決定を伴う領域へのAI活用を計画している⁴。生成AIの登場により、2023年以降、企業のAIに対する向き合い方が積極化したことが見てとれる。

急速に普及する生成AI — 日本の活用は低調

業界を問わず、生成AI活用の動きが進展している。

標準化された型や形式をもつ構造化データだけでなく、文章・音声・画像などの構造が定義されていない非構造化データの活用が容易になった。自社独自のデータを生成AIに学習させておけば、あたかも従業員のような受け答えをさせることもできる。回答の精度が低いという課題も、技術の発達などにより次第に解決される方向にある。これらを背景として、生成AIを積極的に導入する企業が世界的に増えている。

新しいテクノロジーの受容に時間がかかるのが常だった日本企業も、生成AIに対しては異例の素早さで導入に動き出し、2023年後半には日本が世界を上回る勢いで導入に動いていることを示す調査結果もあった⁵。しかし、2024年以降の生成AIの業務活用状況をみると、日本

³ 小澤秀幸「AIと企業価値」（三菱UFJリサーチ&コンサルティング『2025年 日本はこうなる』（東洋経済新報社、2024年）。

⁴ <https://activate.fujitsu/ja/insight/sx-survey-2024>

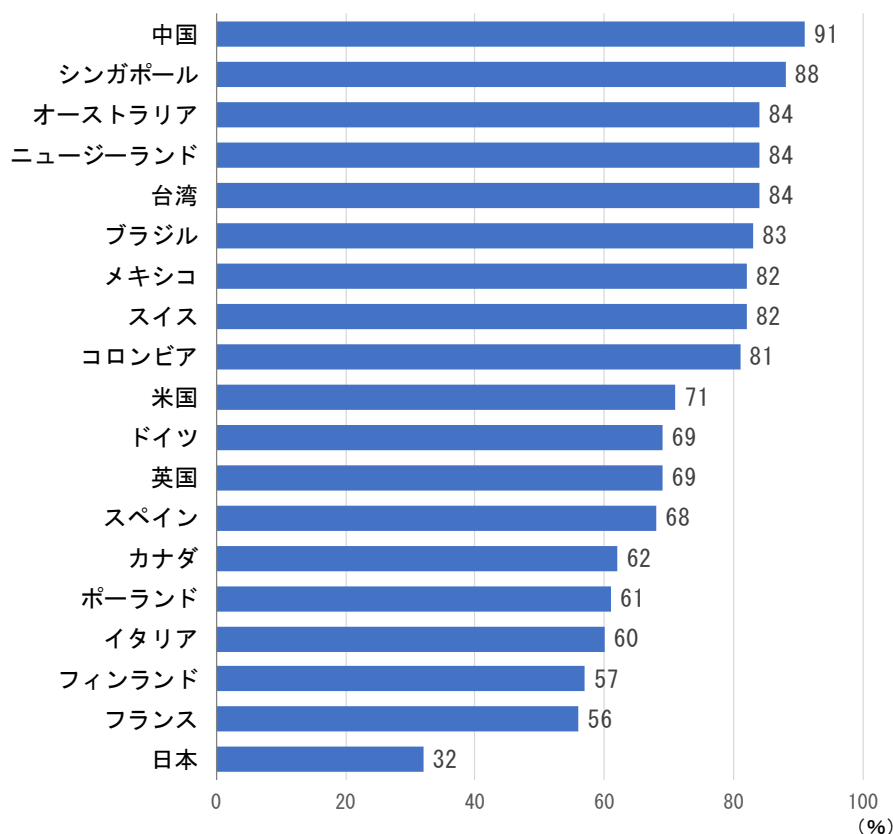
⁵ この点については昨年版の拙稿（「2024年の日本産業を読み解く10のキーワード」の1）で紹介している

企業は諸外国企業と比べ、際立って低調となっている。

「2024年版情報通信白書」によれば、各国の企業に対する調査で、日本の生成AIを業務で利用している割合は46.8%と、中国（84.4%）、米国（84.7%）、ドイツ（72.7%）に比べて低い数値にとどまっている。また、企業の生成AIの活用方針が定まっているかどうかについて、「積極的に活用する方針」との回答は日本では15.7%と低く、中国（71.2%）、米国（46.3%）、ドイツ（30.1%）と大きな差がある。

米マイクロソフト社が2024年5月に発表したビジネスシーンでのAI実用化に関する「2024 Work Trend Index Annual Report」（米リンクトイン社との共同調査）によると、日本の仕事現場における生成AIの活用率は、調査対象31カ国中で最も低い水準となっている。世界平均ではナレッジワーカー⁶の75%が仕事で生成AIを活用しているのに対し、日本はわずか32%にとどまっている。図表4に示すように、主要国と比較して日本の活用度の低さは際立っている。

図表4 生成AIを仕事で活用しているナレッジワーカーの割合



出所：Microsoft社とLinkedIn社との共同調査報告書「2024 Work Trend Index Annual Report」を基に作成

今後の生成AI活用のポイント

生成AIは今後、コモディティ化が進むことで、誰もが使うインフラとしてビジネスの一部

(https://files.microcms-assets.io/assets/fa7ebd3c9a484c6197223084f64eb8d7/67787f035bab481ca6b13a52cab46ddf/K24_01_014_039.pdf)。

⁶ 企業に対して知識により付加価値を生み出す労働者のことで、コンサルタントやアナリストなどを指す。

になっていくと予想される。したがって、企業が単にそれを導入し、ホワイトカラーの生産性向上のために定番の用途（議事録や要旨の作成等）で使っているというだけでは、当たり前の取組みにすぎず、真の競争力を得られない。

自社が持つ固有のデータを活用して、生成 AI を使っていかに高度な手を打てるかが、差異化の重要ポイントとなる。つまり、生成 AI を自社固有のデータや技術と組み合わせて活用し、バリューチェーン全体で人とテクノロジーの役割を見直すことにより、付加価値を出せる業務プロセス刷新やビジネスモデル構築を実現することが課題となる。これはすなわち、生成 AI を活用した、本来の意味のデジタルトランスフォーメーション段階の取組みに移行できるかどうか勝負の分かれ目になることを意味している。

「自分ごと」として取り組むことが重要

最近、DX に注力している企業の中で DX 推進上の最大の障壁と指摘されている要因は、社内のキーパーソンや現場が「自分ごと」として捉えていないことである。企業で DX を成功させるには、経営層や IT 部門の担当者だけでなく、従業員一人ひとりが DX を「自分ごと」として捉えて推進することが必要である。「自分ごと」化は、従業員のエンゲージメントや生産性の向上、チームの結束力強化につながるとされている。全従業員が DX の取組みを理解し、自分ごととして捉えて、「DX に取り組むのが当たり前」の組織にすることが課題となる。

味の素株式会社は、経済産業省により「DX 銘柄 2023」に選出された DX 先進企業であるが、同社は従業員の「自分ごと」化によって社会価値と経済価値を創出するためのプロセスとして、「ASV マネジメントサイクル」という独自の仕組みを導入することで、「志」の醸成と共感、エンゲージメント向上に向けた取組みを組織的に推進している⁷。

ビジネスモデル変革の実現には企業文化・風土の醸成が重要

独立行政法人情報処理推進機構（IPA）は「DX 動向 2024」において、DX の成果創出に当たっては、4~5 割強の企業が越えた第 1 の崖壁（がいへき）：「業務の効率化、組織横断/全体の業務・製造プロセスのデジタル化等」と、2 割の企業しか超えられていない第 2 の崖壁：「ビジネスモデルの根本的変革等」が存在すると指摘している。

そのうえで、第 2 の崖壁を越えられた企業には、経営層のデジタル・IT に関する理解や、全社的なデータ・AI の利活用、コア事業の IT システム開発の内製化などを推進していると同時に、DX 推進の土壌となる企業文化・風土の醸成に取り組んでいる特徴があると分析している。

また、DX を推進するための企業文化・風土に関して、現状は「十分ではない／できていない」ものの、今後あるべき姿として「必要」という回答割合が 9 割以上にのぼっている項目としては、次のような項目が挙げられている。

- 「職位間や部署間を含め社内の風通しがよく、情報共有がうまくいっている」
- 「多様な価値観を受容する」
- 「リスクを取り、チャレンジすることが尊重される」
- 「企業の目指すことのビジョンや方向性が社員に共有されている」
- 「意思決定のスピードが速い」

⁷ <https://story.ajinomoto.co.jp/report/127.html> 参照。ASV とは「Ajinomoto Group Creating Shared Value」を略した言葉。

おわりに

DXの重点は「デジタル技術(D)活用」よりも「変革(X)」の方にあるにもかかわらず、抽象的で何をしたらいいかわからない「変革」には手がかかず、わかりやすい「デジタルツールの導入」にとどまり、本来は手段であるデジタル技術活用が目的と化すケースが多い。

だが、本稿でみたように、DXは第4次産業革命期に企業が生き残るための基本動作であり、本来の目的である「X=変革」に向けて取組みを深化させる必要がある。「DX疲れ」に陥っていたり、DXを「やってる感」を出すことだけにとどまったりしている企業は、先が危ういと言えよう。

全従業員が基本動作として「自分ごと」と捉えてDXに取り組む企業になるには、「デジタルがリアルを包括する社会」になったことを皆が理解し、当たり前でデジタル前提で考え・行動する、心理的安全性が確保され、皆が新しいことに積極的にチャレンジして創造性を発揮できる、そんな組織風土や企業文化を醸成することが重要だ。先に見たDXの定義の中に、変革すべき対象として「企業文化・風土」がしっかり書き込まれていたことの意味を改めてかみしめるべきであろう。

[補足]

今年の10のキーワードのうち、下記の章もDX関連のテーマです。ご関心のある方は合わせてご一読ください。

2. データ連携基盤の構築待ったなし

ビジネスにおけるデータ活用の必然性が高まり、脱炭素などのサステナブルな領域では、サプライチェーン上でつながっている取引先とデータを共有していく仕組みづくりが急務になっていること、EUやドイツでは企業・業界・国境を越えたオープンなデータ連携基盤の構築が進んでおり、日本も対応を迫られていること、などについて取り上げる。

5. サステナビリティ課題の拡がりに対応したサプライチェーン再構築

サプライチェーンをめぐる環境が、脱炭素、循環経済、人権尊重といった新たなサステナビリティ課題に拡がっていることを取り上げるが、これらに対応したサプライチェーンの可視化やデータ連携、業界をまたいだエコシステム形成などは、企業にとって優先度の高いDXの重要テーマといえる。

9. AIエージェントとヒューマノイドロボットの開発が急加速

デジタル技術の進化と社会実装が進む中で、人間とテクノロジーが共存する時代が到来しつつある。AI・ロボットがこれまで以上に自然な存在として私たちの生活やビジネスに入り込んでくる近未来について展望し解説する。

2. データ連携基盤の構築待ったなし

Point

- ① ESG 投資の拡大、環境関連規制への対応、気候変動対策・循環経済・サプライチェーン強靱化・人権デューデリジェンスといった新たな経営課題の出現などを背景に、企業間や業界間で産業データを連携・共有して課題解決や競争力強化を目指す動きが、世界的に活発になっている。
- ② データ連携基盤構築で世界をリードしているのは欧州である。EU は、データ主権を重視する考え方に基づき、異なる国・業種・組織の間で、信頼性のある大量かつ多種多様なデータを連携する標準化された仕組みである「データスペース」の社会実装を着々と進めつつある。
- ③ EU のデータ連携のアプローチは、データをどこかに集めるものではなく、信頼できる人が特定の条件のもとにデータにアクセスしてデータを共有できる仕組みを用意する方法である。
- ④ EU ではデータ連携基盤づくりが、デジタルエコシステム形成のためのツールと捉えられている。EU のデータスペースのユースケースは、CO2 可視化などの協調領域だけでなく、競争領域へと広がりがつつある。
- ⑤ 日本にとってもデータ連携基盤の構築は待ったなしである。日本でデータ連携の仕組みが整備されなかったり、整備されてもその仕組みが世界標準と互換性のないものであったりすれば、日本がグローバルなサプライチェーンから取り残されるリスクがある。
- ⑥ 日本でも「ウラノス・エコシステム」というデータ連携基盤構想が提唱され、日本版データスペースの構築に向けた動きが始まっている。その進捗や推進力はこれまで十分ではなかったが、2024 年秋以降、日本における産業データスペース構築に向けた動きが加速してきた。
- ⑦ データ連携は、企業の生産性向上やイノベーションの促進、さらには社会課題の解決に寄与すると期待されるものであり、企業にパラダイムシフトをもたらす可能性を秘めた価値創造の源泉と言える。日本企業もこのことを認識し、産業データ連携の仕組みづくりに積極的に関与すべきだ。

企業間や業界間で産業データを連携・共有して課題解決や競争力強化を目指す動きが、世界的に加速している。データ連携の仕組みづくりを主導しているのは欧州であり、日本でも企業や業界をまたぐデータ連携の共通基盤構築に向けた動きがある。その進捗はこれまであまりはかばかしくなかったが、2024 年秋以降、日本の産業データスペース構築の動きが加速してきた感がある。

本稿では、いまなぜ産業データ連携が必要なのかについて改めて整理し、欧州の動きを概観したうえで、日本企業はこの動きとどう向き合っていくべきかについて考察したい。

産業データ連携が必要になった背景

企業や業界を越えた産業データ連携が求められるようになった背景には、次のような要因がある。

- ①近年、国内外で ESG（環境・社会・ガバナンス）投資が拡大しているが、企業の ESG 投資のパフォーマンスや社会的影響を評価するためには、企業の壁を越えたデータ共有が不可欠

である。脱炭素社会の実現に向けて、企業が温室効果ガスの排出量削減に取り組むには、サプライチェーン全体での排出量を可視化して管理する必要がある。

- ②環境分野では、EUにおける炭素国境調整措置（CBAM）⁸の導入やデジタル製品パスポート（DPP）⁹の義務化、といったルールが導入されつつあり、これに対応するため、企業のグローバル・サプライチェーンにおける製品のCO₂排出量や原材料等に関する情報開示の必要性が高まっている。
- ③気候変動対策、循環経済への移行、サプライチェーンの強靱化、人権デューデリジェンス¹⁰といった新たな経営課題が出現する中、個社の事業にとどまらず、業界全体の最適化や、異業種連携を通じた価値創出や社会課題解決への貢献などに積極的な役割を果たすことが企業に求められるようになってきた。

EUが進めるデータ連携基盤構築の取組み

上記のような世界の産業トレンドを背景として、産業データ連携の必要性が強く認識されるようになり、新たなデータ連携の仕組みがグローバルな規模で求められているが、その仕組みづくりを先導しているのは欧州である。

そこで、欧州が進めているデータ連携基盤がどのようなものなのかを概観したい。

「データ主権」を重視した「データスペース」構築を目指すEU

EUは2020年2月に「欧州データ戦略」を公表したが、同戦略の中核は、EUに単一のデータスペースを構築することにある。それまでEUは米国のビッグテック¹¹などに個人データを独占されないために一般データ保護規則（GDPR）などで規制するスタンスであったが、欧州データ戦略以降は、ただ対抗するのではなく、自らの強みである産業データの共有・活用を進めて競争力強化を目指す方向に転換している。

EUのデータ連携基盤づくりは、「データ主権」を重視しているという特徴がある。データ主権とは「データ所有者が自分のデータを制御および管理する権利」で、データの開示範囲・用途をデータ提供者が決定できるという考え方である¹²。

EUはこの考え方にに基づき、異なる国・業種・組織の間で、信頼性のある大量かつ多種多様なデータを連携する標準化された仕組みである「データスペース」の社会実装を着々と進めつつある。

2020年6月には欧州統合データ基盤プロジェクト「GAIA-X」が正式に発足した。そして、GAIA-Xが定めたアーキテクチャーとルールに準拠する「トラスト基盤」¹³をベースに、製造業全体の効率化を目指す「Manufacturing-X」や、そのサブプロジェクトである自動車業界の

⁸ 気候変動対策をとる国が、同対策の不十分な国からの輸入品に対し、水際で炭素課金を行う措置のこと。EUは23年10月から一部でその暫定適用を始めている。

⁹ 製品のライフサイクル全体に関する情報をデジタル形式で記録・管理するシステムで、EUの政策の一環として導入が進められている。

¹⁰ 企業がサプライチェーン上を含めた事業における人権リスク（例：強制労働など）を特定し、その防止・軽減を図り、取組みの実効性や対処方法について説明・情報開示するという一連の行為のこと。

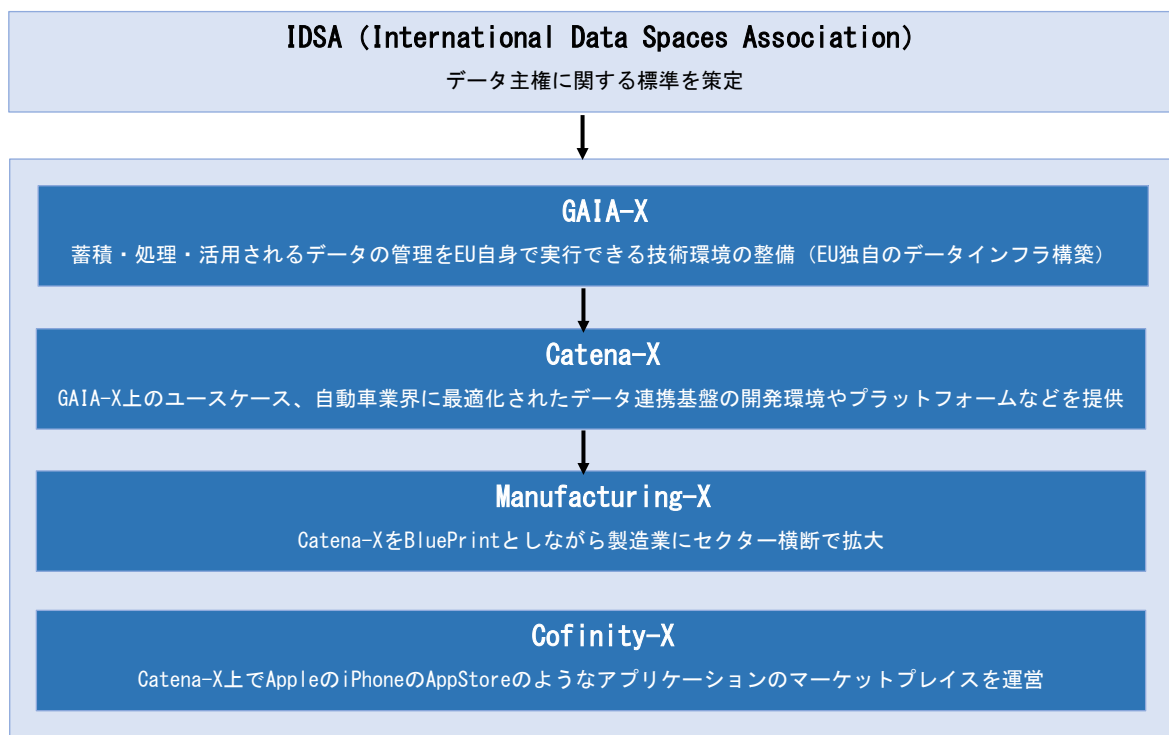
¹¹ 「ビッグテック（Big Tech）」はGoogle、Apple、Facebook、Amazon、Microsoft（GAFAM）といった超巨大IT企業ビッグファイブが君臨していた。最近ではMicrosoft、Amazon、TESLA、Alphabet（Google）、NVIDIA、Appleの6社（MATANA）が新たなビッグテックを示す呼称として広がっている。

¹² EUにおいては2016年に設立したIDSA（International Data Spaces Association）がデータ主権に関する標準を策定している。

「Catena-X」といった産業向けのデータスペース構築の動きが進行している。Catena-X のユースケースの運用・採用を促進する目的の事業主体「Cofinity-X」も設立された。

図表5は、これら EU のデータ連携基盤構築に関するプロジェクトや機関の関係を整理した図である

図表5 EUのデータ連携基盤プロジェクトの関係



出所：福本勲『製造業DX EU/ドイツに学ぶ最新デジタル戦略』（近代科学社、2023年）

EUのデータ連携基盤プロジェクト

図表5に書かれた各プロジェクトや機関について簡単に解説しておこう。

GAIA-Xの目的は、EU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）を実現することにある。

Catena-Xは、GAIA-X上のユースケースの1つであり、2021年3月、自動車業界において安全な企業間データ交換を目指すアライアンスとして、自動車産業の競争力強化やCO₂削減などを目的に、BMWグループとメルセデス・ベンツによって設立された。ドイツの自動車メーカーだけでなく、その他の関連企業にも開かれたネットワークとなっており、さまざまなプレイヤーが参加している。

Cofinity-Xは、Catena-Xのユースケースの運用・採用を促進する事業主体として、2023年に設立されたジョイントベンチャーである¹⁴。Cofinity-Xの主な役割は、AppleのiPhoneのAppStoreのようなアプリケーションやサービスを提供するマーケットプレイスを運営するこ

¹³ 企業が業界や国境をまたいで、データを安心・安全に流通させるためのICTインフラのこと。

¹⁴ BASF、BMWグループ、ヘンケル、メルセデス・ベンツ、SAP、シェフラー、シーメンス、T-Systems、

とにある。つまり、Catena-X で示されたコンセプトを具体的にビジネスとして展開するための仕組みの整備を担っている。

Manufacturing-X は、自動車産業が対象だった Catena-X のコンセプトを製造業全体を対象とするデータ基盤構想に発展させたものである。Manufacturing-X は、①地政学的リスクや自然災害などの発生時に柔軟かつ迅速に切替えが可能なサプライチェーンの構築、②エネルギー効率の向上とデータドリブンな意思決定による CO₂ 排出量削減と循環経済の実現、③デジタルイノベーションの加速とデータドリブンな新たなビジネスモデル構築によるグローバル・リーダーシップの発揮、を目標に掲げている。

EU ではこのような体制により、国境を越えたデータ連携基盤づくりが加速している。実はこの動きは、ドイツ政府が 2011 年に開始した産業政策「インダストリー4.0」が 2013 年のホワイトペーパーで打ち出した「つながるバリューチェーン」のコンセプトを実践するものと言える。EU では一貫性のある産業戦略が、官民一体の息の長い取組みによって実行に移されていることに驚かされる。

欧州のデータ連携の動きで注目すべき点

EU のデータ連携の取組みに関して、日本が特に注目すべき点を 4 点指摘したい。

①「データを集める場所」ではなく「コミュニティ参加者が集う場所」

データスペースと言えば、データを 1 か所に集めて貯蔵するという語感があるが、データ主権を重視する EU のアプローチは、ビッグテックのようにデータをどこかに集める方法ではない。この点は誤解している人が多いが、正しく理解しておく必要がある。

データは分散したままで、データの場所がわかって、信頼できる人が特定の条件のもとにデータにアクセスできる環境をつくって、互いに安心してデータを共有できる仕組みを用意するのが EU のアプローチである。データコミュニティの参加者が集まる場所がデータスペースなのである。

②エコシステム形成のためのデータ連携

欧州では、データ連携基盤づくりは、単なる IT プロジェクトとして推進されているのではなく、デジタルエコシステム形成のためのツールと捉えられている。第 4 次産業革命期のビジネスは、個社で戦う時代からエコシステム同士で戦う時代へと移行するという認識が広がりつつある。どのようなエコシステムを構築するか、どのエコシステムに参加するのかが、経営戦略上の重要ポイントと認識されている。

そして、エコシステムを形成するにあたっては、オープンな協調領域においてデータを共有するための仕組みの整備と、各社がベネフィットを享受できるクローズの競争領域での取組みをバランスよく推進することが重要と考える企業が多い。

③ CO₂ 可視化などの協調領域から競争領域へ

欧州のデータスペースのユースケースとしては、当初は DPP をはじめとするサステナビリティ関連の規制への対応に必要な CO₂ の可視化など、協調領域におけるデータ連携を目指す動きが先行していた¹⁵。

フォルクスワーゲン、ZF の 10 社が出資している。

¹⁵ グローバルな規模で脱炭素などのサステナビリティへの対応がビジネスの重要課題となる中で、サステナビリティ対応は協調領域として、国際的な協調を強化する取組みが必要だという認識は、欧州だけでなく米国で

それが最近では、産業データの連携や活用を通じて新たなサービス開発やビジネスモデル創出を図るといった、競争領域におけるデータスペース利用に関心をもつ企業が増えてきた。これを反映して、MES（製造実行システム）に含まれる製造データや、医療のデータ連携における個人情報の活用など、競争領域におけるデータ共有についての検討も進みつつあるという¹⁶。

④自動車に始まり製造業全体に広げていく動き

先に見たように欧州では、自動車産業を対象としたデータ連携基盤のユースケースである Catena-X を、製造業全体をカバーする Manufacturing-X へと発展させる動きが始まっている。日本の基幹産業である自動車を皮切りに始まったこの動きにどう向き合っていくかは、わが国製造業全体の先行きを左右する重要なテーマである。

日本におけるデータスペース構築の動き

このように先行する EU の動きに対して、日本においても、昨年版の本稿（「2024 年の日本産業を読み解く 10 のキーワード」の第 2 章）でも取り上げたように、経済産業省が 2023 年 4 月、企業・業界を横断したデータ共有・連携を促すイニシアティブである「ウラノス・エコシステム（Ouranos Ecosystem）」というデータ連携基盤構想を提唱するなど、日本版データスペースの構築に向けた動きが始まっている。

2024 年 5 月には、ウラノス・エコシステムによるデータ連携の第 1 弾として、自動車・蓄電池トレーサビリティ推進センターが車載電池の CO₂ 排出量データを共有するサービスを開始するなど、データスペース構築とそのユースケース開発の動きは、一定程度進捗している。

だが、日本におけるデータ連携基盤づくりは、これまで必ずしも一枚岩の動きとはいえず、それに向けた推進力も十分とはいえない状況だった。「2024 年版ものづくり白書」によれば、企業間のデータ連携に「参加したい」とする製造業は全体の約 4%にとどまっている。

日本にとってもデータ連携基盤の構築は待ったなし

前述したような、データ連携が求められるようになった背景としてのグローバルな産業トレンドは、もちろん欧州だけでなく、日本にも当てはまる。したがって、日本も EU と同様に、データ連携の仕組みづくりを急ぐべきである。EU はその仕組みづくりを主導し、ルールメイクによって自分たちに利益がもたらされる構造にしようとしている。もし日本でデータ連携の仕組みが整備されなかったり、整備されてもその仕組みが世界標準と互換性のないものであったりすれば、日本がグローバルなサプライチェーンから取り残されるリスクが発生する。

すでに EU の DPP の手始めとして、バッテリー製品の生産工程すべて（原材料調達、設計・生産、再利用、リサイクル）を対象とした「欧州バッテリー規則」が発効している。欧州市場に進出している日本企業はこれへの対応が待ったなしであるほか、こうした仕組みが欧州以外にも拡大する可能性があることを踏まえると、国際的に相互運用可能な産業データスペースの構築は日本にとって急務である。

日本のデータスペース構築の動きが加速してきた

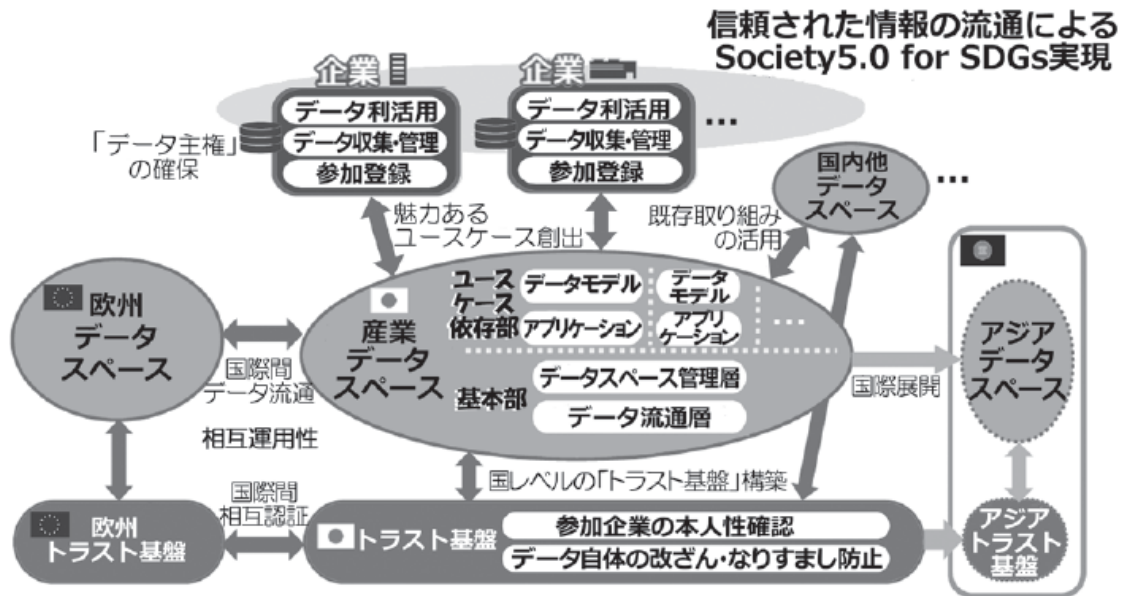
も共有されているようである。福本勲氏が『製造業 DX EU/ドイツに学ぶ最新デジタル戦略』（近代科学社、2023 年）の中でそのように指摘している

¹⁶ 小宮昌人「加速するデータ共有圏と日本へのインパクト（4）」2024 年 11 月 19 日
(<https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/2411/19/news003.html>)

こうした中、2024年10月、民間側から産業データ連携基盤の構築を強力に推進すべきという提言が相次いで出された。

1つは、日本経済団体連合会（経団連）が10月15日に公表した提言「産業データスペースの構築に向けて」である。経団連は「本提言に基づき、その実現に向け官民で協議を行う場を新たに設置し、政府・関係機関等と緊密な連携を図る」という方針を明確化した。図表6に経団連が目指すべき産業データスペースのイメージ図を掲げた。

図表6 目指すべき産業データスペースのイメージ



（備考）原典はロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会（RRI）
出所：一般社団法人日本経済団体連合会「産業データスペースの構築に向けて」（2024年10月15日）

もう1つの提言は、データ社会推進協議会（DSA）、デジタル政策フォーラム（DPFJ）、デジタルトラスト協議会（JDTF）の「デジタル3団体」が10月21日に公表した提言「データガバナンス戦略の推進」である。

これらの提言が発表されて以降、日本における産業データスペース構築に向けた動きがにわかに加速してきた感がある。

経団連は早期の基盤構築に向けて、各省庁や業界団体によるデータ連携の仕組みを統合すべく2024年内に全体像を把握し、運営主体や監査機能などの検討を2025年に始める計画である。

2024年11月13日には、情報処理推進機構（IPA）が、異なる組織や異業種間でデータを共有する「データスペース」の浸透に向け、組織におけるデータの利用方法や、データスペースの活用手順について解説した「データ利活用・データスペースガイドブック第1.0版」を公開した。

日本企業はどう動くべきか

日本は、これまで自分たちで国際標準やルールをつくるのが不得意だった。データを標準化して連携・共有することの必要性が、企業の中であまり理解されておらず、多大な手間とコストをかけて、それに取り組むメリットが見えないという声が多く聞かれる。また、競争力の源

であるデータを自社で囲い込みたいという思惑が強く、データを共有することへの警戒感が強い。こうした日本の特質は、日本におけるデータ連携基盤構築の動きの阻害要因となる可能性がある。

しかし、本稿でみたように、第4次産業革命期のビジネスは、個社で戦う時代からエコシステム同士で戦う時代へと移行しており、データ連携基盤の構築はデジタルエコシステム形成のための不可欠なツールである。欧州や米国は、脱炭素などサステナビリティ関連の規制への対応や国際競争力の強化に向けて、データ連携を通じたエコシステムをつくることによって、新たな勝ち筋を見出そうと動いている。

データ連携は、企業の生産性向上やイノベーションの促進、さらには社会課題の解決に寄与すると期待されるものであり、企業にパラダイムシフトをもたらす可能性を秘めた価値創造の源泉と言える。日本企業もこのことを認識し、産業データ連携の仕組みづくりに積極的に関与すべきだ。そして、自社データをオープンにする協調領域とクローズにする競争領域との線引きを明確化したうえで、データ連携によるエコシステムを形成して収益機会を追求していくことが重要である。

3. 爆発的な電力需要の増大への対応と脱炭素化・エネルギー転換の両立

Point

- ① 電力需要は、電動化、生成 AI などを起因とする通信量の爆発的な増加、地球温暖化の進展による夏季の冷房需要の高まりなどを受け、中長期的に伸び続ける。他方、化石燃料の依存度が高く、電力需要の伸びが CO₂ 増加につながりかねない。
- ② 電力需要の伸びや経済発展と温室効果ガスの排出量削減を両立するためには、再エネをはじめとするクリーン電力の導入拡大が不可欠。
- ③ クリーン電力は、再エネの価格低下などにより導入が進むが、コスト高や送電網の容量不足、許可の遅れといった課題があり、プロジェクトが中断されるケースもある。導入拡大を目指し、官民を挙げて課題解決に動いている。
- ④ 日本が経済発展をしつつエネルギー転換を図るには、経済社会システム全体の変革を起こすグリーン転換（GX）を進める必要がある。また、企業もグローバルな産業の潮流を踏まえて、脱炭素・エネルギー転換に取り組むとともに新たに立ち上がる市場の開拓を進め、競争力の維持・強化を図る必要がある。そのためには、国内の取り組みに加えて、海外とのネットワークを構築し協力を進めていくべきである。

電動化の進展や生成 AI の普及など、電力需要は爆発的に増加へ

脱炭素化を進めるべく、社会の隅々で電動化が進められている。他方、生成 AI の普及などにより通信量が爆発的に増え、それに伴ってデータセンターの消費電力も大きく増加することが確実視されている。さらに、地球温暖化の進展により、夏季の冷房需要が年々増加することは避けられないだろう。

図表 7 2022 年～2025 年における電力需要の推移と予測

(単位：テラワット時)

国・地域	2022年 (実績)	2023年 (実績)	2024年 (予測)	2025年 (予測)	成長率		
					2022年～ 2023年	2023年～ 2024年	2024年～ 2025年
アフリカ	755	769	800	839	1.8%	4.0%	4.9%
米州	6,370	6,326	6,523	6,667	-0.7%	3.1%	2.2%
うち米国	4,332	4,262	4,392	4,475	-1.6%	3.0%	1.9%
アジア太平洋	13,869	14,612	15,435	16,273	5.4%	5.6%	5.4%
うち中国	8,678	9,283	9,882	10,498	7.0%	6.5%	6.2%
ユーラシア (注)	1,328	1,348	1,369	1,390	1.5%	1.6%	1.5%
欧州 (のぞくロシア)	3,682	3,596	3,667	3,762	-2.3%	2.0%	2.6%
うちEU諸国	2,663	2,578	2,623	2,692	-3.2%	1.7%	2.6%
中東	1,228	1,257	1,292	1,335	2.3%	2.8%	3.3%
全世界	27,233	27,907	29,085	30,267	2.5%	4.2%	4.1%

注：ロシアおよび中央アジア諸国が該当

出所：IEA 「Electricity Mid-Year Update July 2024」

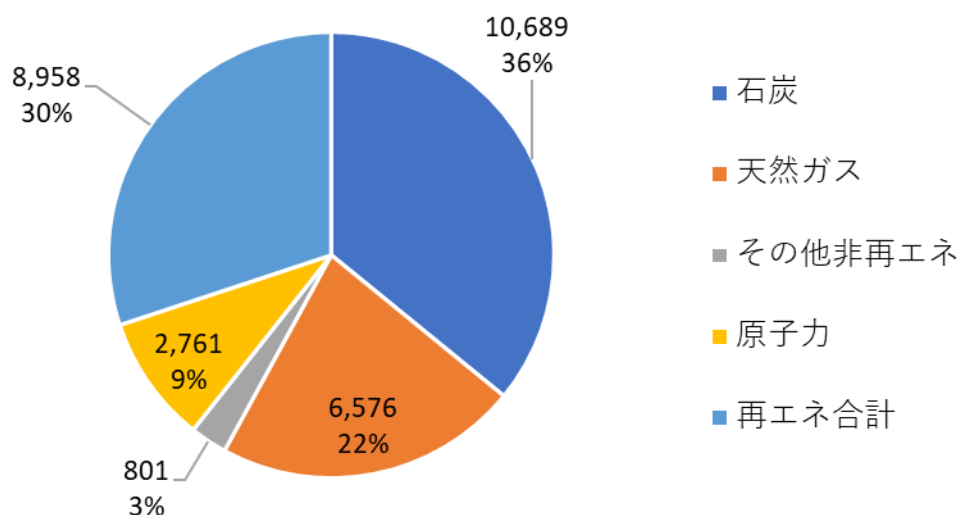
こうした点を踏まえ、IEA（国際エネルギー機関）が2024年7月に発表した短期予測では、2024年～2025年の電力需要が過去20年間で最高レベルの増加になるとしている。

なお、IEAによると、日本の電力需要は2023年に▲3.7%と減少したのち、2024年から2026年にかけて年平均で0.5%程度の緩やかな増加になる見通しとしている。

電力の脱炭素化は道半ば

電力需要が増加するにつれ、発電能力の増強も不可欠となる。しかし、そこで問題となるのが電力のエネルギー源であろう。2023年の割合をみると、化石燃料（石油、天然ガス、石炭）は全世界で6割程度を占めている。中でも、CO₂の排出量が多い石炭は、36%に上るなど、安価さから依存度が高い状態となっている。他方、発電時にCO₂を排出しない原子力や再生可能エネルギー（含む水力）は世界全体で4割未満となっている。

図表8 エネルギー源別発電量（2023年）



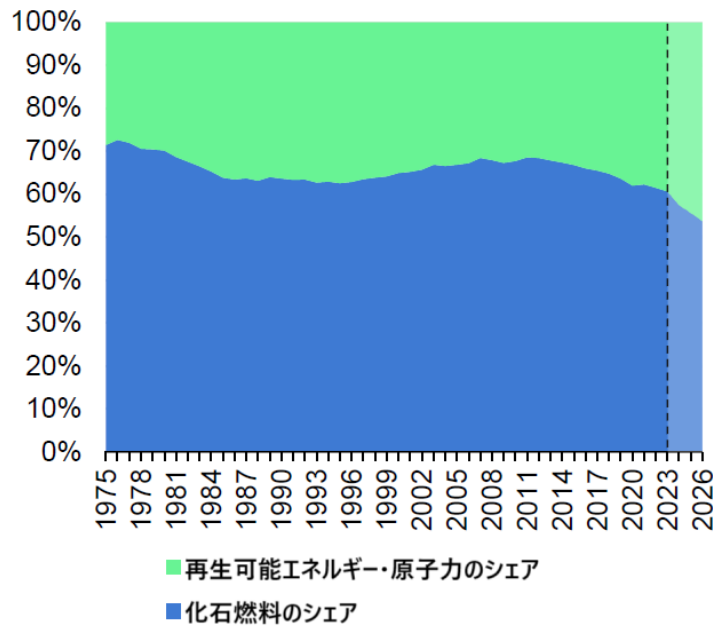
出所：IEA「Electricity Mid-Year Update July 2024」

現状のエネルギー構造を温存したままでは、電力の需要増加とともにCO₂の排出量が大きく増え、それだけ地球温暖化が加速してしまう。そのため、再エネや原子力といったCO₂を排出しないクリーン電源へのシフトが急務となっている。

再エネ導入量は伸び続けているが、課題も山積

世界的に電力需要が伸び続ける中、脱炭素化と両立する電源として再エネの普及も急速に進んでおり、IEAによれば2023～24年、24年～25年にかけてそれぞれ10%を超える伸びになるとしている。その結果、2025年には再エネが発電エネルギー源として最も多くなり、さらには再エネと原子力からなるクリーン電力のシェアが化石燃料由来の電力のシェアを2026年にも逆転するものとみられている（図表9参照）。

図表 9 発電エネルギー源のシェア推移と予測



出所：IEA「Electricity 2024」

IRENA（国際再生可能エネルギー機関）が2024年9月に発表したところによると、2023年に増加した再エネによる発電能力473ギガワット（GW）の81%にあたる、382GWの新規稼働プロジェクトが、化石燃料による代替策よりも低コストになったとしており、太陽光発電を中心にコスト低減が進んだことで再エネ導入が進んでいる。また、整備・調達コストが巨額になるものの、大量のクリーン電力を安定して調達できるとして、グローバルIT企業のなかには原子力発電に注目する動きもある。

とはいえ、一層の再エネをはじめとするクリーン電力の導入を進めるには課題も少なくない。まず、再エネの適地が年々減少しており、さらに先進国を中心にここ数年で人件費や電線などの資材価格が上昇し、採算に合わずに中止や稼働時期の延期といった事態に追い込まれるプロジェクトも少なくない。また、送電網の整備が再エネの普及に追いついておらず、発電設備が整ったにもかかわらず発電や送電ができない事態も生じている。さらに、規制当局の許認可もプロジェクトの増加に追いついておらず、発電設備や送電網の整備の遅れにつながっている。そのほか、原子力発電については、2011年3月の東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故を受けて、否定的な評価をされがちであり、新設や再稼働のハードルは高い。

そして、米国で再エネに否定的とされるトランプ政権が発足するなど、政策の不透明感が増していることも、プロジェクトの先行きをさらに不透明なものにしている。

こうした課題を解決するべく、民間では技術革新によって需要動向に合わせた発電・蓄電・送電の高度化・適正化、小型原子炉の開発などによる原子力安全性・経済性向上、効率性の引き上げによる小規模プロジェクトの採算性向上、さらには再エネ発電事業の合従連衡が進められている。また、法規制の緩和や見直し、送電網の整備支援など、政府・行政の取り組みも進められている。こうした官民の取り組みが功を奏し、課題を解決することで再エネをはじめとするクリーン電力導入量の増大が続くものと期待される。

日本はどのように再エネ導入の拡大を図るべきか

近年、グローバル企業を中心に再エネ導入をはじめとする脱炭素化を進めているが、サプライチェーン上の企業に対しても再エネ導入などの脱炭素化を求めるのが一般的になっている。これはカーボンニュートラルを自社のみならず、サプライチェーン全体で進めようとしているためである。日本企業も例外ではなく、納入先から脱炭素化の取り組みを求められるようになっており、いわゆるティア1（一次サプライヤー）だけでなく、ティア2以下のサプライヤーにも脱炭素化を求める波が押し寄せている。つまり、脱炭素化が進んでいない企業は、取引機会を喪失したり、場合によっては取引先から契約が打ち切られたりする可能性すらある。

このようにエネルギー情勢が大きく揺れ動く中、日本はどのように対処するべきだろうか。まず考えられることとして、日本における再生可能エネルギーのさらなる導入拡大だが、難易度が高いのではないか。これは、太陽光発電の設備容量が世界有数の密度となっており、九州地方などでたびたび再生可能エネルギー発電設備の出力抑制が実施されるなど、再生可能エネルギーの導入余地が小さくなっているためである。

とはいえ、できることは取り組むべきであろう。例えば、電力系統上における蓄電池の大量導入や、水電解によるグリーン水素の大量生成体制の整備、需要家と発電事業者の間に立って需給調整を行う「アグリゲーター」の育成といった、大規模に余剰電力を吸収し、有効活用する体制を整備するといったことが考えられるだろう。

さらに、国外の有力プレーヤーと提携し、最適な場所から間接的に再エネを調達したり、スケールメリットを獲得したりすることも重要であろう。例えば、再生可能エネルギーのコストが極めて低い海外でグリーン水素やグリーンアンモニアを生成する拠点を設け、日本に輸入するといった、海外の安価なクリーンエネルギーの開発輸入をするモデルは、すでに一部日本企業で取り組まれるようになってきている。また、先行する再エネ事業者のなかには、近年のコスト高を受けてプロジェクト運営が難しくなっており、以前に比べて日本企業との連携のハードルが下がりつつある。

そして、日本がこれまで培ってきた省エネ技術などを発展途上国に移転し、カーボンクレジットを受け取るなど、産業育成と一体となった支援策の拡大も考えられる。

日本のエネルギーを取り巻く環境は、脱炭素化の流れが強まっていることもあり、厳しさを増している。そのため、化石燃料中心の経済・社会、産業構造をクリーンエネルギー中心に移行させ、経済社会システム全体の変革を起こすグリーントランスフォーメーション（GX）を産学官が一体となって進め、経済成長と脱炭素化の両立を進めていく必要があるだろう。

企業においても、グローバルな産業の潮流を踏まえ、自ら脱炭素化やエネルギー転換を進めるとともに、新たに立ち上がる脱炭素化・エネルギー転換の市場にも商機を見出し、国内外の有力プレーヤーとも協力しながら、競争力の維持・強化を図ることが重要な施策となる。

4. エネルギー転換策として有力だか、課題も山積する水素の活用

Point

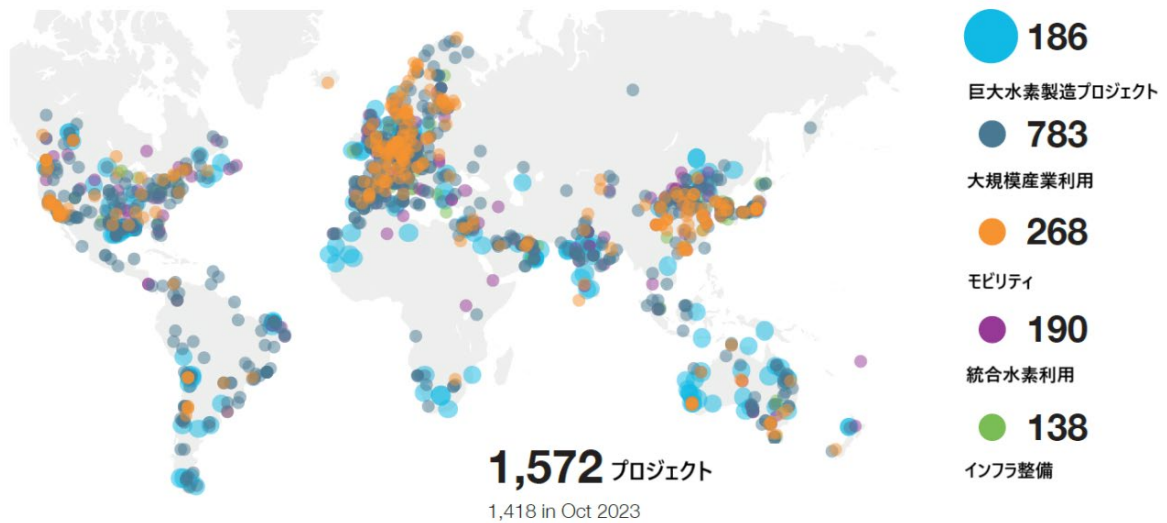
- ① 脱炭素化の加速には水素の利用拡大が不可欠との認識が定着しているが、ここ 1 年程でさまざまな課題が顕在化し、プロジェクトの進行にも影響し始めている。
- ② 水素の生成方法は多種多様で、特定のソースに依存しないうえ、利用時の CO₂ 排出がないため、脱炭素化にも資するため、脱炭素化と両立できるエネルギー安全保障の確保策である。
- ③ 基調としては水素社会の構築は順調に進んでいるものの、一部でプロジェクトの中止や縮小、延期などが報じられるようになっている。結果として、水素の導入量予測が引き下げられるなど、先行きに懸念も。
- ④ 以前から言われている投資の不足、水素インフラの整備に加えて、再エネコストの低減や化石燃料との価格差の縮小など、水素の活用拡大に向けては課題も山積している。こうした課題は民間だけでは解決できないうえ、再エネ導入支援や炭素税・カーボンプライシングなど水素以外の取り組みも欠かせないため、政府などによる包括的な支援がますます求められている。
- ⑤ 日本は技術で先行するが、クリーン水素の確保が国内で完結しない、国内市場が小規模など、課題も少なくない。こうした課題を解決するべく、国内市場を固めつつ海外市場の開拓に注力し、国際競争力を高めながら水素社会の構築を進めていく必要があるだろう。

脱炭素化の加速に向け、さらに注目を集める水素

第3章でも触れたが、これまでの延長線の取り組みを上積みするだけでは必要な CO₂ 排出量の削減が達成できず、脱炭素化の加速はおろか後退もあり得る事態となっている。特に熱需要や大型モビリティ（トラック、バス、船舶、航空機など）、再生可能エネルギー発電用のバックアップ火力発電といった分野はクリーン電力（再エネ、原子力など）による電化による CO₂ 排出量削減が困難であったり、非効率であったりするため、電化に依らない化石燃料への依存低減策が不可欠である。

その中でも、水素は電化が困難な分野の化石燃料への依存低減策として注目を集めており、世界中で各種プロジェクトが立ち上げられている。世界的な水素関連事業者の団体である水素協議会では 2024 年 5 月時点で東アジアや欧州、米国、オーストラリアなどにおいて、1,572 プロジェクト（2023 年 10 月比 154 件増）が立ち上がっており、2030 年までに最大 6,800 億ドル（2023 年 10 月比 1,100 億ドル増）の投資が見込まれている（図表 10）。

図表 10 世界中で立ち上げられている大型プロジェクト



出所：水素協議会「Hydrogen Insights 2024」

クリーン水素（グリーン水素、ブルー水素など）の量産体制が不可欠

水素は、図表 11 に挙げるように多種多様な製造方法がある。

図表 11 主な水素の種類

色の種類	内容
グリーン	再エネ由来の電力などを使って、水の電気分解によってCO ₂ を排出せずに製造された水素
ターコイズ	天然ガスの主成分であるメタンの熱分解によって製造される水素。製造工程でCO ₂ を排出しないが、副生物として製造される固定炭素が、廃棄物や燃料として活用される可能性があるためグリーンとブルーの間に位置付けられる
ブルー	水素の製造工程で排出されたCO ₂ をCCS/CCUSで回収し、貯留・利用するなどして製造工程のCO ₂ 排出を抑えた水素
グレー／ブラウン／ブラック	いずれも化石燃料をベースとしてつくられた水素。グレーは天然ガス、ブラウンは褐炭、ブラックは石炭から製造される場合を指すが、化石燃料ベースの水素をまとめてグレー水素とすることが多い
イエロー／ピンク／パープル／レッド	原子力発電による電力を用いて製造される水素を指すことが多い
ホワイト	苛性ソーダなど他製品の副産物として製造されたり、地下資源として天然に存在する水素
ゴールド	枯渇した油井内の微生物を発酵させることによって製造される水素

出所：渡邊敬士，特集：各国が描く水素サプライチェーンの未来 現実味を帯びる水素サプライチェーンの構築（総論）（日本貿易振興機構，2023年6月9日）を基に作成

現在の主流となっている水素は、化石燃料を原料とする、生成時に多量のCO₂排出を伴うグ

レー水素¹⁷である。IEA（国際エネルギー機関）によると、2022年に生成された水素の原料の割合は、天然ガスが62%、石炭が21%、副生物が16%で、CO₂排出が少ないブルー水素とグリーン水素（それぞれ後述）の割合は合計で1%未満とのことである。

そのため、脱炭素化を進めつつ水素の導入量を拡大するには、いわゆるクリーン水素の量産体制を確立する必要がある。

主なクリーン水素として、再生可能エネルギー由来の電力で水電解して生成される「グリーン水素」と、化石燃料を原料としつつも生成過程にCCUS（Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage）を適用することでCO₂の排出量を抑制する「ブルー水素」が挙げられる。

欧州を中心に積極的に導入が進められているのがグリーン水素である。これは、再生可能エネルギーで発電された電力を水素の生成に使用することから本質的に脱炭素化が図れる上、再生可能エネルギー発電の変動分を吸収して有効活用できることから、再生可能エネルギーの導入を後押しするとみなされているためである。特に、孤島や砂漠など「再生可能エネルギー発電に適しているが需要地から遠い」場合、グリーン水素を生成して需要地に輸送することで、ロスを抑えつつ再生可能エネルギーを有効活用できる。

ブルー水素は、生成工程の多くは長年の実績があるグレー水素と共通であるため、技術開発やプラント構築のハードルが低く、生成量でグリーン水素の一步先を行っている。足元では、CO₂を完全には回収できない（≒ゼロエミッションが不可能）ことから否定的な見方があるが、脱炭素化にさらされている化石燃料産業の移行を図れることや生成量が安定的なことから、有力なクリーン水素の生成方法としてあり続けられるだろう。特に、石油産業が盛んでCCSの活用が進んでいる米国では、エクソンモービルやシェブロンといった石油メジャーを中心にブルー水素の製造に取り組まれている。

なお、クリーン水素の需要拡大を見越し、天然に存在するホワイト水素（天然水素）の探鉱もここ数年で進められている。現状、天然水素はごく一部が使われているだけだが、生成に必要なエネルギーが少なくて済むなど、グリーン水素やブルー水素に比べて製造コストが大きく下げられることが期待されている。日本企業も関連ベンチャーに出資するなど、天然水素の取り組みを強化する動きもみられる。

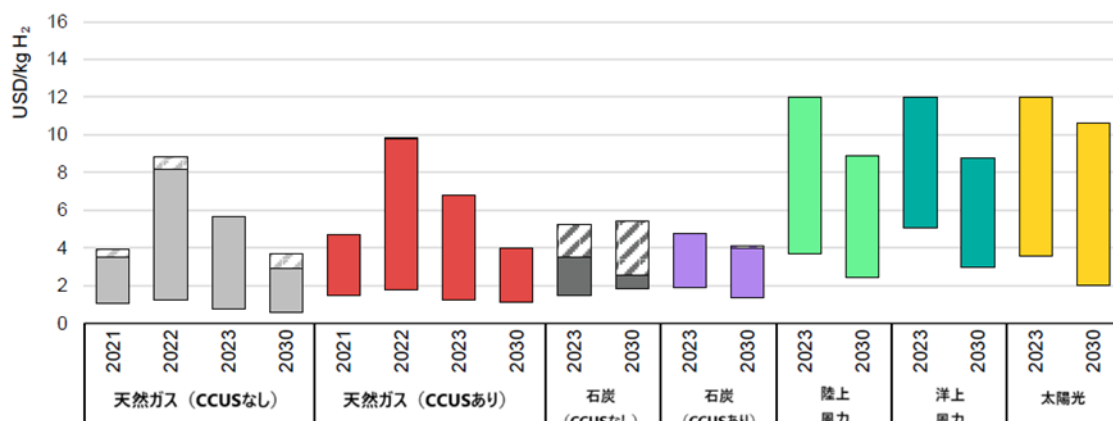
課題が山積する水素の利用拡大

・コストの引き下げ

水素の利用拡大にあたって、まず障害となっているのが化石燃料に比べて価格が高いことであろう。現状のコストと今後の予測は図表12の通りである。

¹⁷ 狭義では天然ガスを原料に生成された水素のことだが、本稿では石炭や褐炭など他の化石燃料を原料とする水素も含めるものとする。

図表 1 2 2021 年～2023 年における 1Kg 当たりの水素の製造コスト（米ドル）と
2030 年（NZE）の予測



(注) 網掛け部分は炭素税（に相当するコスト）

(出所) IEA 「Global Hydrogen Review 2024」

化石燃料と比較すると、最大で 10 倍程度価格差が開くといわれており、価格差を埋めるための政策的な支援が必要となる。

天然ガス由来の水素（グレー、ブルー）は、2022 年に天然ガス価格が高騰した際に再エネ並みの製造コストとなったが、足元ではやや低下しており、今後も脱炭素化の促進による需要減などで安価になるとの見方が示されている。他方、風力や太陽光由来のグリーン水素は、2030 年に一定水準まで下がると予測されているが、グレー水素やブルー水素に比べて依然として高水準になるとみられている。

なお、ここ 1 年、再エネ電力の調達コストがプロジェクトの想定より下がっておらず採算が見込めないとして、グリーン水素の縮小や撤退が相次いで報じられている。第 3 章でも触れたが、人件費や資材価格の高騰で、施設の建設や送電網の整備のコストがかさんでいることが背景にある。

・供給体制の整備

水素の導入拡大を進めるにあたっては、生成体制の整備もさることながら、生成した水素の供給体制も整備する必要がある。

例えば、グリーン水素の場合、水電解設備を需要地から離れた場所に設置された再生可能エネルギー発電設備に近接して設けることが少なくない。その場合、液化設備やパイプラインなど生成された水素を需要地に届けるためのインフラを整備したり、水素輸送船などの輸送手段を確保したりする必要がある。

また、燃料電池車（FCEV）を普及させるためには、水素ステーションの設置を進めて利便性を高めていく必要がある。

供給体制の整備には巨額の投資が欠かせないため、まずは公的支援によって供給体制の事業性を高め、民間資金の呼び込みにつなげていく必要がある。

・需要の創出

水素の生成が活発になるには、需要を創出して市場を確立することが欠かせない。これは、確実な販売先があることで生成事業やインフラ事業の経営の見通しがしやすくなり、投資のリスクが低減されるためである。そして、供給量が増え、入手しやすくなるといった水素の使い勝手がよくなることで、需要者側も安心して水素機器を利用できるようになるという好循環が期待できる。

しかし、足元の需要動向は良好とはいえない。代表的な用途である燃料電池車（FCEV）を例にとってみると、2023年時点で燃料電池車の累積販売台数は全世界の合計で約9万台（IEA調べ）にとどまっており、市場は依然として初期段階にある。BEVの2023年の全世界販売台数が950万台強であることをふまえると、大きな差がついているのが現状である。

需要の創出にあたっては、既存用途の増大に加え、水素発電や水素製鉄、水素飛行機といった新たな用途の開発・実用化も欠かせない。生成や供給と同様、市場の初期段階では民間のみの取り組みでは限界があるため、公的支援による研究開発や市場の立ち上げが欠かせないだろう。

水素の導入加速に向けた動き

脱炭素化の加速には水素が欠かせないが、これまで見てきたように民間だけで解決できない課題も多く、生成から利用にいたる水素のエコシステム確立に向けては公的支援、さらにはそのバックボーンとなる戦略等が不可欠である。

IEA（国際エネルギー機関）によると、2024年9月時点で60カ国・地域で戦略が策定され、各国・地域では戦略に基づいた公的支援などの施策が講じられている。

主な公的支援としては、図表13のようなものがある。

図表13 水素社会構築に向けた主な公的支援

目的	施策	概要
水素生成 リスク 低減	補助金	水素生成装置の設置に関する補助金を交付
	競売・ 入札	一定のプレミアムを保証したうえで、国などの公的機関が水素を買い入れ
	税制優遇	投資金額や生成量に応じ、税金の減免や還付などを実施
	価格差 支援	プレミアム価格での買い上げや補助金の交付などによって化石燃料との価格差を穴埋めし、価格競争力をつける
水素 需要 創出	ハブ	水素の生成～利用に至るサプライチェーンを地域で構築し、水素利用のハブを形成
	産業	水素製鉄など、産業界における水素利用に向けた技術開発や機器導入などを支援
	発電	水素火力発電や燃料電池など、発電分野における水素利用に向けた技術開発や機器導入などを支援
	輸送・ 交通	FCEVや燃料電池鉄道など、水素をエネルギー源とする輸送・交通手段の技術開発や普及を支援
全体	法規制の緩和、見直し	水素の利用にかかわる規制を緩和したり、実態に合った内容に見直し、過剰な安全対策などのコスト低減や、事業の予見性向上などを図る

（出所）各種資料を基に東レ経営研究所作成

日本はどうか

日本は、技術面でいえば、液化水素の運搬船や FCV などの実用化は先行し、燃料電池や水電解においても高い技術を持つ。一方、導入面に目を転じてみると、国内での再生可能エネルギーに限りがあり、発電コストも高いことからグリーン水素の生成にかかるコストが高くなりがち、海外からの安価な水素を輸入する場合でも、生成後から利用に至るサプライチェーンでコストがかかる、といった問題を抱えており、水素をふんだんに使える状況にない。

各国が水素導入の加速に動く中、日本は「技術は先行、導入は後手」になりかねない状況にある。この状況を打破するべく、2023 年 6 月に水素基本戦略を改訂し、需給一体の国内市場の創出に向け、上流権益の確保や市場ルールの形成といった水素サプライチェーンの構築、保安などの法令の適用関係の整理・明確化、需要創出、燃料電池ビジネスの産業化といった支援策を講じている。また、国内市場には限界があるとして、海外市場の獲得を視野に入れている。

そして、2024 年 5 月には水素基本法が成立し、クリーン水素のサプライチェーン構築に向け、値差支援（価格差支援）によるクリーン水素の価格引き下げ、クリーン水素の受け入れ・配送にかかわる拠点の整備への支援などを講じることとなった。

水素を巡る競争は今後激しくなるものとみられる。しかし、日本は欧米に比べて国内市場が限られがちなため、国内市場を固めつつ海外市場の開拓に注力するとともにクリーン水素の獲得を進め、水素社会の構築、さらには脱炭素化の加速を進めたいものである。

5. 経営課題としてのサステナビリティ — 戦略と価値創造ストーリーがカギ —

Point

- ① サステナビリティは企業にとって避けられない経営課題となった。サステナビリティ経営は、サステナビリティを経営と一体化し、事業そのものとして展開するものと捉えるべきだ。
- ② 欧州では、サステナビリティ情報開示に関する厳格な規制が次々と導入されている。日本におけるサステナビリティ情報開示に関しても、世界標準とされる国際サステナビリティ基準審議会（ISSB）の基準の日本版に当たる、サステナビリティ基準委員会（SSBJ）の基準が2025年3月に最終化される。企業はこれらの開示規制への対応を求められる。
- ③ サステナビリティ開示規制に対応するためには、企業間・産業間で産業データを連携・共有するためのデータ連携基盤の構築が不可欠である。
- ④ 企業が取り組むべきサステナビリティのテーマは、脱炭素などの気候変動対応から、サーキュラーエコノミー、生物多様性、人権などへと拡大してきている。
- ⑤ サステナビリティ情報は広範にわたるが、サステナビリティ情報を開示する際には重要性（マテリアリティ）を考慮して、開示すべき情報を選択することになる。
- ⑥ 企業がサステナビリティに取り組む目的は、情報を開示して投資家からESG投資を受けるため、あるいはレピュテーションリスク回避のためだけではなく、サステナビリティに関する取り組みを通じて企業価値を高めるためである。
- ⑦「サステナビリティは経営陣が直接関わるべき重要課題」「サステナビリティの取り組みを経営戦略に結びつけて考えるべき」といった認識は、日本企業の間に浸透してきた。だが、実際のアクションは、着手しやすいものを除いてはまだ手つかずで、今後の検討課題となっている。
- ⑧ サステナビリティに関する取り組みを意義あるものにするためには、サステナビリティへの取り組みを通じて企業価値を高めるための経営戦略を策定することが不可欠だ。その上で、サステナビリティの取り組みと事業活動を結び付けて、自社ならではの価値創造ストーリーを描くことが重要なステップとなる。

重要な経営課題となったサステナビリティ

昨今、サステナビリティ（持続可能性）の重要性は社会に深く浸透しており、多くの企業でサステナビリティは重要な経営課題の1つであると認識されている。

グローバル市場でサステナビリティへの関心が高まってきた背景には、

- ①2015年に国連サミットでサステナブルな社会を実現するために設定された目標「SDGs」が採択され、その実現に向けた政策や企業活動が活発化したこと
- ②人間活動が地球温暖化を引き起こしてきたことは「疑う余地がない」と表現された IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第6次報告書の公表（2021～2022年）
- ③地球温暖化や異常気象など環境に関する懸念を身をもって実感する機会が増えたことなどが挙げられる。

経済産業省は、2014年に公開された「伊藤レポート」以来、一貫して企業の持続的成長、長期的な企業価値の創造に向けた提言を行っているが、2022年8月に公開した「伊藤レポート

3.0」では、「SX（サステナビリティ・トランスフォーメーション）という概念を掲げ、「企業のサステナビリティと社会のサステナビリティの同期化」に向けた経営・事業変革を提唱している。

企業のサステナビリティと社会のサステナビリティの同期化とは、企業の長期経営計画と社会課題の解決を統合することによって、企業と社会を長期的に持続可能な存在にすることを意味する。

こうした考え方が広まったことで、地球環境や社会に負荷をかけつつ自社だけが儲けるといった姿勢の企業は、投資家から見捨てられるようになった。社会の持続可能性を棄損する企業は、自社の持続可能性も保てないというのが、今日の投資家の共通認識となっている。

サステナビリティを経営と一体化し事業として展開

サステナビリティ経営とは、環境・社会・経済のサステナビリティに配慮し、事業の持続可能性向上を図る経営のことを指す。ここで注意すべきは、サステナビリティ経営は、事業活動と密接に関係する領域において社会貢献と経済的利益の両立を追求するものと捉える必要があることだ。

かつての CSR 活動では、事業活動で得た利益を原資として、事業に直接関係のない領域で寄付的な意味合いで社会貢献活動を行うことが是とされていたが、こうした活動はサステナビリティ経営とは区別されるべきものである。本来のサステナビリティ経営は、サステナビリティを経営と一体化し、事業そのものとして展開するものと捉えるべきである。

企業がサステナビリティを実現しようとするれば、自社だけでなく取引先にも「サステナブル調達」を求める必要がある。調達先においてサステナビリティの観点で問題のある生産プロセスが判明すれば、その責めは自社が負うことになるため、自社のサプライチェーン全体にわたって持続可能性に配慮が求められる。

社会でサステナビリティへの関心が高まる中、サステナビリティに貢献していない企業は、従業員のエンゲージメントを高めることができず、優秀な人材の採用・確保が難しくなりつつある。

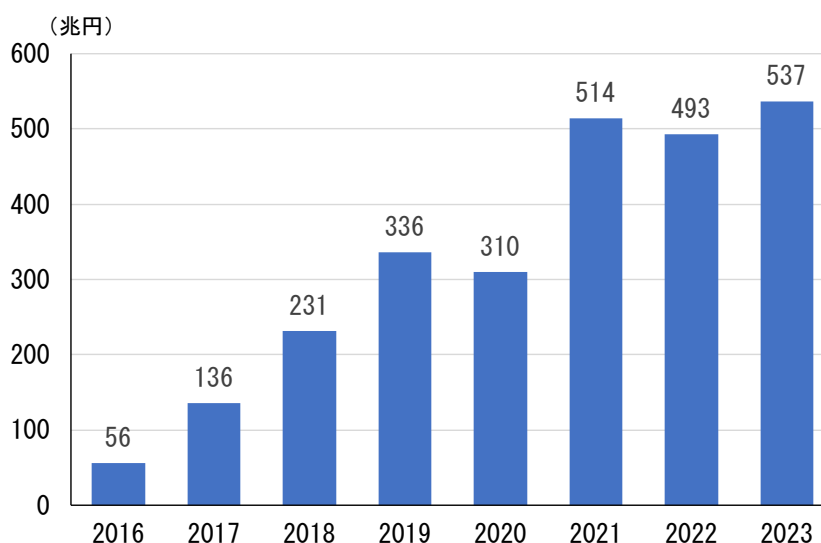
いまやサステナビリティは、すべての企業にとって避けられない経営課題となっている。

サステナブル投資は伸びが落ち着き、成果が求められる段階に

わが国のサステナブル投資残高は 2023 年で 537 兆円（前年比 8.9%増）と拡大傾向は続いているものの、2021 年までの急拡大からは伸びが落ち着き、サステナブル投資が各資産でかなり行き渡ってきた印象がある（図表 1 4）¹⁸。今後、サステナブル投資は実効性のあるアクションと成果が問われる段階に入ったといえる。

¹⁸ サステナブル投資とは、持続可能性に着目した投資を指す。環境（E）や社会（S）の課題に対する企業の取組みや企業の経営体制（G）などの評価を考慮して投資先を選定する ESG 投資とほぼ同義とされる。

図表 1 4 日本のサステナブル投資残高の推移



出所：日本サステナブル投資フォーラム「サステナブル投資残高調査 2023」（2024年3月31日）

ESG情報からサステナビリティ情報に呼称が変化

従来は ESG 情報と呼ばれていた情報が、最近ではサステナビリティ情報と呼ばれることが多くなっている。例えば、EU では企業に対して 2018 年以降、指令で「ESG 情報」を開示することを求めていたが、2023 年にこの指令が改正され、「サステナビリティ情報」の開示が求められるようになった。日本でも、2023 年の開示府令改正に伴い、有価証券報告書に「サステナビリティに関する考え方及び取組」という欄が追加されている。

ESG は、もともと PRI（責任投資原則）の中で投資に際して ESG 要素を考慮することを求めたことで生まれた投資用語である。これに対し、サステナビリティは投資に限定されない一般的な概念で、すべてのステークホルダーに社会全体の持続可能性を高める情報開示が求められるようになった現在では、この呼称の方がふさわしいとして多用されるようになったものと考えられる。

注視すべき欧州のサステナビリティ開示規制の動向

近年、サステナビリティ情報の開示に関する国際的な基準が策定され、日本でもこれを踏まえた国内基準の策定が進められている。欧州では、サステナビリティ開示規制は、ここ数年で大きく変化している。特に欧州では、企業活動に伴う環境と社会への影響を透明化するために、サステナビリティ情報開示に関する厳格な規制が次々と導入されている。

代表的な開示規制として、バッテリー製品に対し、原材料調達から廃棄・リサイクルまでのトレーサビリティ（履歴管理）情報開示を求める「欧州バッテリー規則」（2023年8月施行）、企業活動全体のサステナビリティ情報の義務的な開示を規定した「企業サステナビリティ報告指令（CSRD）」（2023年1月発効）の2つが挙げられる。

欧州バッテリー規則は、バッテリーの原材料調達、生産、流通、使用、廃棄・リサイクルにわたる環境負荷の開示を求めるものである。

CSRD は、これまでの非財務情報開示指令（NFRD）を拡張し、より多くの企業にサステナビリティ情報の開示を義務づけるものである。また第三者認証による保証も義務化されるなど、

情報への信頼性も求められている。

上述した欧州バッテリー規則や CSRD は、今後の世界のサステナビリティ情報開示の基準づくりをリードする重要な法規である。企業が競争力を維持するためには、これら欧州の規制動向に迅速に対応することが不可欠となる。

これらの規制に対応するためには、企業はこれまで以上に幅広いサプライチェーン全体のトレーサビリティの確保が重要課題となる。また、サステナビリティ情報を適切に開示できない場合、市場からの信頼を失うリスクも懸念される。

日本におけるサステナビリティ開示基準の動向

日本におけるサステナビリティ情報の開示に関しては、世界標準とされる国際サステナビリティ基準審議会 (ISSB) の基準「IFRS S1 号及び同 S2 号」の日本版に当たる、サステナビリティ基準委員会 (SSBJ) の基準が 2025 年 3 月に最終化される予定である。この SSBJ 基準は、2027 年 3 月期以降、時価総額 3 兆円以上の上場企業から有価証券報告書で適用が義務付けられるものであるため、多くの日本企業が注視している。

同時にグローバル企業は、前述した EU の CSRD への対応を求められている。その具体的な開示項目を定めた欧州サステナビリティ報告基準 (ESRS) が、EU 域内の企業を対象として、24 年 1 月から段階的に適用が始まっている。日本を含む EU 域外企業に対しても、対象となる子会社や支店を EU 域内に持つなどの条件を満たす場合には、2028 会計年度から適用される。

CSRD と ISSB に同時に対応を迫られる企業も出てくる。その場合は、共通する要件を見極めて、開示戦略を練る必要がある。

データ連携基盤の構築は不可欠

サステナビリティ開示規制に対応するためには、企業における各事業活動の価値創造の一連の流れの全体から適切にサステナビリティ情報を取得するためのプロセスを構築する必要がある。

サプライチェーン全体からの収集が必要なため、自社だけではなく、サプライチェーン上でつながっている取引先とデータを共有していく仕組みづくりに取り組む必要もある。

こうした課題に対応していくためには、本稿 2 で 2025 年のキーワードの 1 つとして取り上げた「データ連携基盤の構築」が不可欠である。

サステナビリティ課題の広がり

国際社会において、気候変動や強制労働等に関する課題が顕在化し、世間でサステナビリティへの関心が高まったことを背景に、企業にとってサステナビリティへの取組みは避けては通れないものとなった。

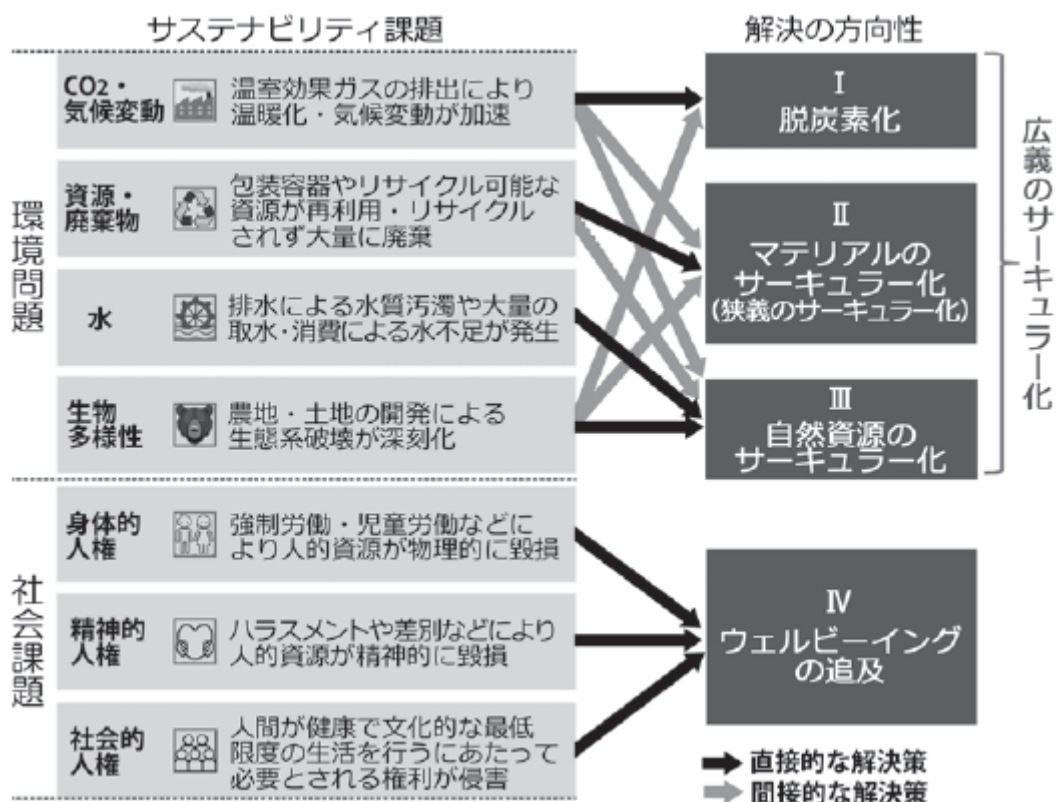
日本では、サステナビリティと言えば脱炭素などの環境面の取組みに注目が集まりがちだが、世界標準の定義はもっと広く、人的資本や事業活動におけるガバナンスなどに関する取組みも含まれるようになってきている。

近年、企業が取り組むべきサステナビリティのテーマは、脱炭素などの気候変動対応から、サーキュラーエコノミー、生物多様性、人権などへと拡大してきている。企業はこれらの幅広い課題に対して包括的な対応が求められる時代になった。

サステナビリティ課題の捉え方や分類方法は一様ではないが、例えばコンサルティング大手の PwC Japan グループは、サステナビリティの課題を「環境」と「社会」に二分して整理し、

環境課題を「CO2・気候変動」「資源・廃棄物」「水」「生物多様性」の4つに分類し、社会課題を「身体的人権」「精神的人権」「社会的人権」の3つに分類している（図表15参照）。

図表15 サステナビリティ課題の分類例



出所：PWC Japan「サステナビリティ課題解決の鍵を握るサーキュラーエコノミー」2024年12月2日
<https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/column/sustainability/circular-economy-1.html>。

開示すべきサステナビリティ情報をどう選ぶか

開示において、サステナビリティに関する情報となりうるものとしては、環境、社会、従業員、人権の尊重、腐敗防止、贈収賄防止、ガバナンス、サイバーセキュリティ、データセキュリティなどの事項が考えられる。

非常に広い範囲にわたっているが、これらすべての項目を記載する必要はない。サステナビリティ情報を開示する際には重要性（マテリアリティ）を考慮して、開示すべき情報を選択することになる。

マテリアリティには、①「シングルマテリアリティ」（サステナビリティに関する課題は企業の業績などに与える財務的な影響についての重要性に基づいて、開示すべき情報を判断すること）、②「ダブルマテリアリティ」（財務的な影響だけではなく、企業の事業活動などが環境や社会に与える影響についての重要性にも基づいて、開示すべき情報を判断するもの）、の2種類がある。

有価証券報告書など、想定する情報の利用者が投資家である場合には、基本的にはシングルマテリアリティに基づいた開示情報の選択が求められる。一方、投資家以外のステークホルダーに対しても情報を開示するのであれば、ダブルマテリアリティに基づいて開示情報を判断す

ることになる。

なお、欧州では米国や国際基準と違って、ステークホルダーの捉え方が幅広く、投資家に対してだけでなく、環境や社会に与える影響も重視して非財務情報を開示しなければならないというダブルマテリアリティの考え方が根底にある点に注意する必要がある。

いずれの場合でも大事なことは、単に法令で求められている指標や情報を最低限開示するのではなく、企業のサステナビリティに関する考え方や取組みが企業価値向上にどのように影響するのかを開示することが、サステナビリティ経営の本質的な情報開示であることを忘れてはならない。

サステナビリティの取組みで企業価値を高める経営戦略

冒頭で述べたように、サステナビリティ経営の本質に立ち返れば、企業は環境・社会・経済の持続可能性に資する行動をすることによって、自社の企業価値を高め、持続的な成長を実現することが可能になる。

つまり、企業がサステナビリティに取組む目的は、情報を開示して投資家から ESG 投資を受けるため、あるいはレピュテーションリスク（企業の評判が落ちるリスク）を避けるためだけでなく、サステナビリティに関する取組みを通じて企業価値を高めるためであるはずだ。したがって、サステナビリティ活動の推進によって「稼ぐ力」を高めるための戦略など、サステナビリティに関する企業戦略があつてしかるべきである。

サステナビリティは経営陣が直接関わるべき課題

サステナビリティに関する意思決定は、経営戦略に係る判断であるため、経営陣が直接関わる必要がある。

例えば、前述したマテリアリティの特定も、経営に係る判断であり、取締役会や代表取締役が参加するサステナビリティ委員会などで議論されるべきものである。

金融庁「投資家と企業の対話ガイドライン」（2021年6月改訂）においても、サステナビリティが経営戦略・経営計画等において考慮されているかや、サステナビリティに関する取組みを全社的に検討・推進するための枠組みを整備しているか、といった点が重要と指摘されている。

では、実際に日本企業はサステナビリティに関する経営戦略を策定しているだろうか。

日本監査役協会の調査によれば、中期経営計画等にサステナビリティについての目標を組み込んでいる企業は、2022年時点で6割を超えており、すでに多くの企業がサステナビリティを踏まえた経営戦略を作成していることがうかがえる。

デロイトトーマツが2024年に実施した調査によれば¹⁹、直近1年間において、日本の経営者の81%は、サステナビリティ投資を増加させている（グローバル平均は85%で、日本はほぼ遜色ない割合である）。

さらに注目すべきは、同調査で「気候変動などのサステナビリティの課題に対応するためにビジネスモデルを変革していくことが自社戦略の中核である」と回答した経営者の割合が、日本は55%で、グローバル平均の45%を大きく上回った。日本ではサステナビリティ対応をビジネスモデル変革などの経営戦略を結びつけて考える経営者の割合が、世界的に見て高いこと

¹⁹ デロイト トーマツ グループ「デロイト 2024年 CxO サステナビリティレポート 日本版」
(<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/jp/Documents/about-deloitte/news-releases/jp-2024-sustainability-report.pdf>)。

を示唆する結果となっている。

その一方で、同調査では、サステナビリティの取組みの一環としてすでに講じているアクションとして日本企業が挙げている項目は、比較的着手しやすいもの（よりサステナブルな材料の使用、従業員に対する気候変動やサステナビリティに関するトレーニングの実施など）が多く、実行が困難だが目に見える変化につながるアクション（気候変動に対するレジリエンスを高めるための事業・インフラ・サプライチェーン再構築、気候に配慮した新商品や新サービスの開発など）を挙げている企業は世界平均より少ないという結果も示されている。

こうした調査結果から読み取れる日本企業の現状は、次のような姿と推測される。

「サステナビリティは経営陣が直接関わるべき重要課題であり、サステナビリティの取組みを経営戦略に結びつけて考えるべきだ」という認識は、日本企業の間には、世界企業にひけをとらない位、浸透してきており、体制整備に着手はした。だが、実行困難な変革アクションには手がついておらず、今後の取組み課題となっている。

日本企業のサステナビリティの情報開示 — 高い評価が得られている分野も

日本企業のサステナビリティに対する取組みには以上のような課題があるが、その一方で日本企業のサステナビリティ関連の情報開示の中では、現状でも国際的に高い評価が得られている分野があることを知っておくべきだろう。

国際的な非営利団体 CDP²⁰が行う環境情報開示のスコアリング（2023年）をみると、「気候変動」「水セキュリティ」「フォレスト」の3分野すべてにおいて、国別で日本企業は最高評価の「Aリスト」に世界で最も多く選定されている（図表16）。

サステナビリティの経営戦略を策定し、価値創造ストーリーを描く

本稿で見てきたように、企業が取り組むべきサステナビリティ課題は、気候変動だけではなく、サーキュラーエコノミー、生物多様性、人権などへと拡がりをみせている。それぞれの課題について、さまざまな規制の動向に対応して、サプライチェーン全体を対象にして温室効果ガス（GHG）算定、カーボンフットプリント（CFP）算定²¹、人権 DD（デューディリジェンス）²²の実施などの非財務情報の開示に取り組む必要がある。

これらを逐次的に、やみくもに実行しても、多くの場合、それぞれが追加的なコスト増につながるだけで、やらされ感や徒労感が募るばかりで、サステナビリティに取り組む意義が見えてこない。

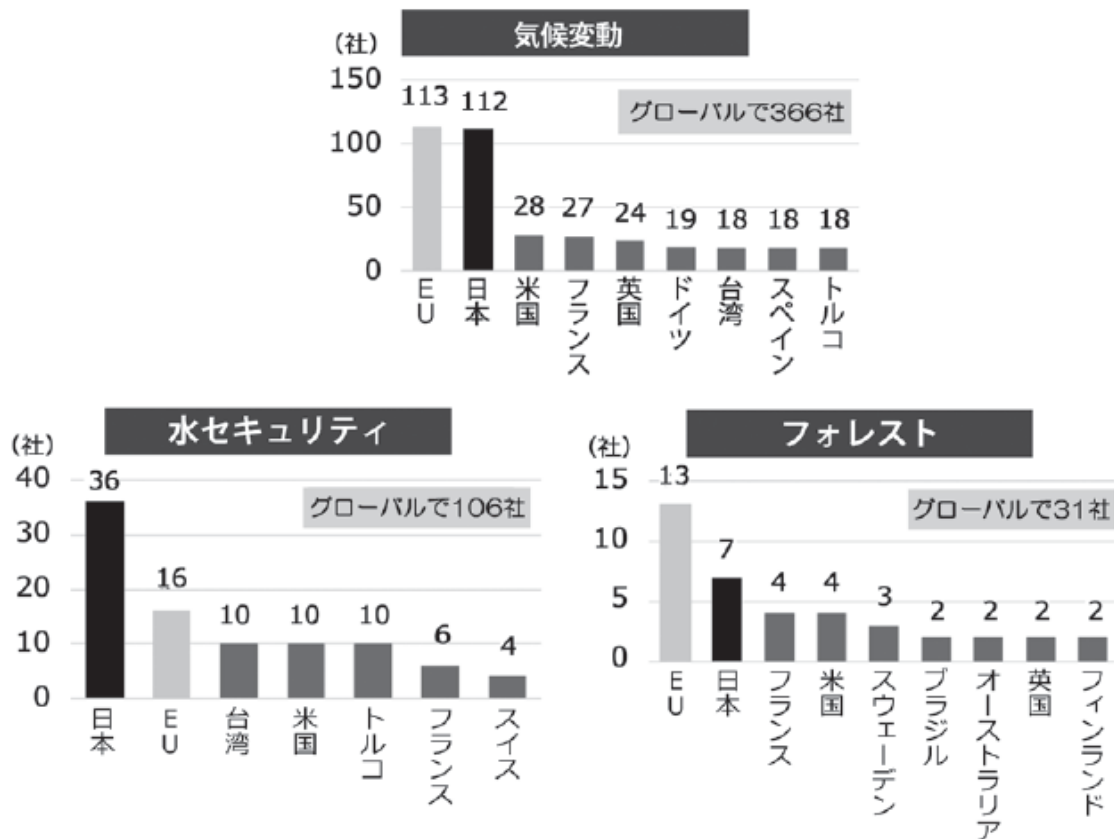
サステナビリティに関する取組みを意義あるものにするためには、まずはサステナビリティへの取組みを通じて企業価値を高めるための経営戦略を策定することが重要である。これは、社会のサステナビリティと企業のサステナビリティを「同期」させるための戦略をつくることを意味し、これにより企業が情報開示して投資家から ESG 投資を受けるため／レピュテーションリスクを回避するためだけにサステナビリティ活動を行っているのではないことを示すこともできる。

²⁰ CDP は持続可能な経済の実現を目指し、企業に環境問題への取り組みに関する情報開示を求める国際的な非営利団体。2000年にイギリスで「Carbon Disclosure Project」という名称で設立された。

²¹ カーボンフットプリント（CFP）の算定は、製品のライフサイクル（原料生産から廃棄やリサイクルまで）における温室効果ガス排出量を算定する手法。

²² 人権 DD（デューディリジェンス）とは、企業がサプライチェーン上を含めた事業における人権リスクを特定し、その防止・軽減を図り、取組みの実効性や対処方法について説明・情報開示する一連の取組み。

図表 16 CDP環境情報開示スコアリング：サステナビリティ分野における日本企業の評価
 <最高評価の「Aリスト」に選定された企業数（国別）>



出所：経済産業省企業会計室「日本の企業情報開示の特徴と課題」（2024年5月1日・5月7日、第1-A/B回 企業情報開示のあり方に関する懇談会事務局資料）／（提供）CDP Worldwide-Japan

その上で重要なステップとなるのは、サステナビリティの取組みと事業活動を結び付けて、自社ならではの価値創造ストーリーを描くことである。これは、自社の経営が持続可能であることを各ステークホルダーに説得するために欠かせないものだ。

そしてこの価値創造ストーリーを「絵に描いた餅」で終わらせないために、全経営陣、全従業員がこのストーリーを深く理解し、共感し、これを組織に浸透させた上で、担当者が「自分ごと」として捉えて実行できるようなミッションやアクションプランの設定に落とし込んでいくことが重要である。

サステナビリティが経営の重要課題であるという認識が浸透してきた今、各社のサステナビリティ対応が本物かどうか問われる局面を迎えつつある。その成否を分けるカギとなるのは「戦略」と「価値創造ストーリー」であろう。

6. 自然資本・生物多様性と両立したビジネスへの転換

Point

- ① 気候変動対策のルールに自然資本の観点が入り込まれ、自然資本・生物多様性と両立したビジネスへの転換が急務となってきた。自然関連財務情報開示タスクフォース(TNFD)の枠組みに沿って開示することを表明した企業が増加傾向にある。
- ② 日本でも、生物多様性国家戦略、ネイチャーポジティブ経済移行戦略、生物多様性民間参画ガイドラインなどにより、国を挙げてネイチャーポジティブに取り組む姿勢が表明された。
- ③ ネイチャーポジティブは、一般的な環境保護の概念とは違って、経営における自然関連リスクの把握・低減を促す国際目標としての側面があり、民間のビジネス活動を強く意識した文脈で使われる言葉である。
- ④ 企業は、従来の CSR 的な取り組みから一段踏み込んで、「自然資本への依存・影響の低減」を本業に組み込むことが求められる。ネイチャーポジティブに向けた取り組みは、企業にとって単なるコストアップではなく、新たな事業機会でもある。
- ⑤ 24年10～11月に開催された生物多様性条約第16回締約国会議(COP16)では、政府間での議論が膠着する一方で、産業界では自然・生物多様性の保全に対する問題意識が高まっている姿が確認された。
- ⑥ COP16においてTNFDは「自然の移行計画」策定に向けたガイダンス草案を発表した。今後、ネイチャーポジティブ経営を目指す企業は、自然の保全を企業価値向上につなげるために、ビジネスモデルの転換を含む移行計画の策定とその開示が求められる。
- ⑦ 生物多様性保全に関する新しいビジネスの収益化を後押しする手段として、生物多様性クレジットへの期待が高まっている。
- ⑧ 企業がTNFDをうまく導入・活用すれば、(1)事業活動における自然の価値を理解し、全社の環境戦略の検討を効率的に進められる、(2)自然のポジティブな未来を構築する営みに貢献でき、自然への取り組みによって創出されるビジネスチャンスをつかめる可能性がある、などの利点がある。
- ⑨ 日本は豊かな自然をもち、自然との共生という考え方が国民全体に根づいている、世界でも稀有な国である。このことはネイチャーポジティブ経済への移行を起点とした新事業創造による企業価値の創出に挑戦する上で、アドバンテージになる。日本ならではの「自然と共生する社会」を体現したネイチャーポジティブの在り方を世界に向けて発信することにより、生物多様性対応に関するルールメイキングを主導することを目指すべきだ。

はじめに

世界的に気候変動や天然資源危機、生物多様性の損失といった社会問題が拡大するなか、自然資本や生物多様性への取り組みが不可逆の流れとなっている。ビジネスの世界でも、生物多様

性やネイチャーポジティブ²³の重要性が増してきており、持続可能な社会の発展に向けて、カーボンニュートラル、サーキュラーエコノミーの実現と併せて推進すべき課題であるという認識が広がっている。

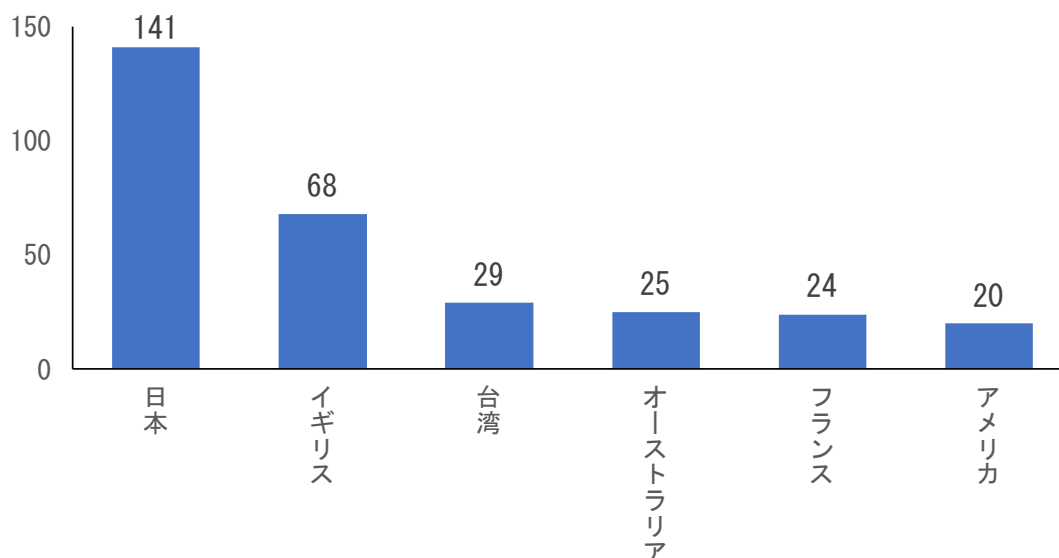
先行する欧州などでは、生物多様性を顧みない気候変動対策は許容されなくなってきているほか、生物多様性の回復が気候変動対策の有力な解決手段として注目されるようになってきている。気候変動対策のルールに自然資本の観点が見込まれるようになったといえる。自然資本・生物多様性と両立したビジネスへの転換が急務となってきている。

生物多様性・自然資本に関する開示基準として、2023年9月に自然関連財務情報開示タスクフォース（TNFD）フレームワークが公開された。2024年10月時点で、TNFDの開示宣言をした機関数は世界で502に上り、うち日本は133と世界で最多となっている（図表17に見るとおり、2025年1月末現在、日本の開示宣言機関数は141まで増えている）。2025年はこれら企業のTNFDレポートの発行が相次ぐ年となる。

自然資本や生物多様性への対応方法の検討や評価の枠組みが標準化されたことで、先行企業による事業創造に向けた投資が進みつつあり、生物多様性に関連した新たなビジネスが誕生し始めている。

本稿では、最近の自然資本・生物多様性の潮流に関する注目点を整理し、企業がどのように対応すべきかを考察したい。

図表17 TNFDの開示宣言をした機関数



出所：TNFD ウェブサイトより東レ経営研究所作成（2025年1月31日閲覧）

自然資本・生物多様性と企業活動の関係

業種によっては自社と生物多様性の関連を実感しにくい企業も多いため、企業との関連性や重要性について、ここで改めて触れておきたい。

²³ ネイチャーポジティブとは、失われた自然を再生・再興させる概念で、「2030年までに生物多様性の損失を止め、上向きに反転させること」を意味する。主要7カ国（G7）サミットや国連で合意された世界目標となっている。

企業や社会は、自然資本と生物多様性が生み出す生態系サービスによって支えられている。自然資本とは、「森林、土壌、水、大気、生物資源など、自然によって形成される資本」のことであり、生物多様性が自然資本を利用可能な状態にしている。世界経済フォーラム（WEF）の試算によると、世界の国内総生産（GDP）の半分超にあたる 44 兆ドルの経済価値が、自然資本に強く依存した産業から生み出されている。そのため、自然資本の劣化は企業活動や人間生活に大きな影響を及ぼすことになり、社会経済の持続可能性に対する明確なリスクである。

日本もネイチャーポジティブに取り組む姿勢を表明

2022 年 12 月にカナダで開催された生物多様性条約第 15 回締結国会議（CBD・COP15）で「昆明・モンリオール生物多様性枠組」が採択されたことを受けて、日本では 2023 年 3 月に「生物多様性国家戦略」が閣議決定された。同戦略における 2030 年ミッションを達成するための「5 つの基本戦略」の 1 つに「ネイチャーポジティブ経済の実現」が掲げられ、自然再生と企業活動を連動させる方向性が明確に示された。

さらに環境省は 2024 年 3 月に「ネイチャーポジティブ経済移行戦略」を発表し、企業や生活者の行動を変えて自然を保全する経済に移行するビジョンと道筋を示した。同戦略では、①企業の価値創造プロセスとビジネス機会の具体例、②ネイチャーポジティブ経営への移行に当たって企業が押えるべき要素、③国の施策によるバックアップ、の 3 点が示された。

なお、企業がネイチャーポジティブ経営²⁴を進める上での個別のプロセスについては生物多様性民間参画ガイドライン（2023 年 4 月発表）に記載されている。同ガイドラインでは、目標設定をする際には可能な限り定量的な目標を設定することを推奨している²⁵。

このように、企業が TNFD の枠組みに従って自然への対応を情報開示し、サステナブル投資を呼び込む動きが本格化しつつある中、国を挙げてネイチャーポジティブに取り組む姿勢が表明され、企業の活動を促す政策が動き出している。

単なるコストアップではなく新たな事業機会でもある

ここで留意すべきは、ネイチャーポジティブは、一般的な環境保護の概念とは違って、経営における自然関連リスクの把握・低減を促す国際目標としての側面があり、民間のビジネス活動を強く意識した文脈で使われる言葉であるという点だ。

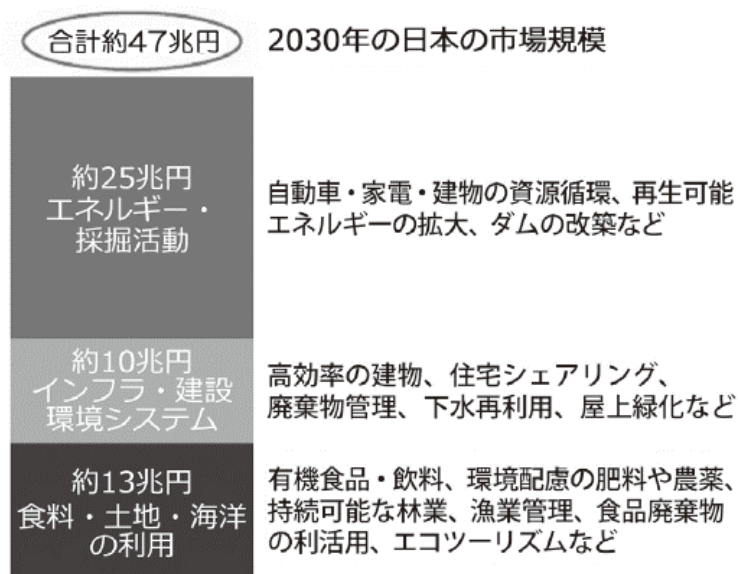
ネイチャーポジティブ経営に移行するには、従来の CSR 的な取組みから一段踏み込んで、「自然資本への依存・影響の低減」を本業に組み込むことが求められる。これを促すため、ネイチャーポジティブ経済移行戦略では、ネイチャーポジティブに向けた取組みが企業にとって単なるコストアップではなく、新たな事業機会でもあることを示し、実践を促すものとなっている。

環境省の推計によれば、日本においてネイチャーポジティブ経済への移行により生まれるビジネス機会の規模は、2030 年時点で約 47 兆円にのぼるとされる（図表 18）。このうち 4 分の 3 以上がカーボンニュートラルやサーキュラーエコノミーと強く関連したビジネス機会とされている。

²⁴ ネイチャーポジティブ経営とは、自社の価値創造プロセスで自然の保全をマテリアリティ（重要課題）と位置づけ、バリューチェーンにおける自然への負荷を最小化し、製品・サービスを通じて自然への貢献を最大化する経営のことと定義されている。

²⁵ 世界中の研究機関や NGO 等が生物多様性に関するさまざまな評価ツールを開発しており、今後は自然へのインパクトや回復・再生の貢献量を可視化して開示することが主流になると考えられる。

図表 18 日本におけるネイチャーポジティブ経済への移行によって生まれるビジネス機会



(注) 世界経済フォーラム(2020年)「New Nature Economy Report II BUSINESS: The Future Of Nature And Business」によるグローバルレベルの推計値を基に、各機会項目について算定式とパラメータを参照し、日本のデータを個別に適用して環境省が試算。

出所：環境省「ネイチャーポジティブ経済移行戦略 参考資料集」(2024年3月)

生物多様性COP16の結果と注目点

生物多様性条約第16回締約国会議(CBD-COP16)がコロンビア共和国のカリで開催された(2024年10月21日～11月2日)。生物多様性への関心は世界的に高く、参加人数は13,000名超とCBD-COPとしては過去最多を記録した。

今回のCOP16では、前回のCOP15で定めた生物多様性の国際目標の達成に向けた具体方策や取組みの評価方法が焦点となったが、一部の議題については合意に至らず、異例の「中断」となった。注目されていた「昆明・モンリオール生物多様性枠組」(2022年に採択された生物多様性の世界目標)の進捗状況を把握するモニタリングフレームワークの設定に関しては合意ができていない状況である。

一方、COP16で本会議以外に開催された民間イベントには産業界から多数の参加者が集まり、盛り上がりを見せた。自然や生物多様性の保全に関心を持つ層が、以前はNGOなど一部のグループだけだったのが、今や広くビジネスサイドに広がっている。このように、政府間での議論が膠着する一方で、産業界では自然・生物多様性の保全に対する問題意識が高まっている姿が確認された。

この背景には、自然の劣化が進行すれば、将来的にビジネスそのものが立ち行かなくなるという危機感を共有する海外企業がネイチャーポジティブに向けたビジネス変革に乗り出しており、海外投資家の自然劣化に対する目線が一段と厳しくなっていることがある。

TNFDが移行計画ガイダンス案を発表、求められるビジネスモデル転換

COP16においてTNFDは今回新たに「自然の移行計画」策定に向けたガイダンス草案を発

表した。自然の移行計画とは、自然の損失を止めてプラスに転じる「ネイチャーポジティブ経済」に企業が移行する道筋を示した計画のことである。自然の移行計画の最終ガイダンスは2025年に公表される予定である。自然への依存や影響を評価する企業は、今後、「ネイチャーポジティブ経営」に移行する計画をつくり、開示していく必要がある。

今後、ネイチャーポジティブ経営を目指す企業は、自然の保全を企業価値向上につなげるために、ビジネスモデルの転換を含む移行計画の策定とその開示に取り組むことが求められる。

単に自然への負荷を減らすという発想では、従来の延長線上の対策やソリューションしか出てこない。自然はあるがままにしておくものではなく、適切に設計し、投資することで持続的に価値を高めることができる資本であるという発想に転換することが重要といえよう。

企業が自然への依存や影響、リスクや機会を分析する際には、TNFD 最終提言（2023年9月）で提唱された「LEAPアプローチ」の手順に従うこととされている²⁶。

LEAPアプローチとは、自然関連の問題を評価するための統合的なアプローチであり、「L: Locate（自然との接点の発見）」、「E: Evaluate（依存と影響の診断）」、「A: Assess（重要リスク・機会の評価）」、「P: Prepare（対応・報告への準備）」の頭文字をとって名づけられたものである。すでに多くの企業が「L」と「E」で自然への依存や影響を把握しつつあるが、「A」や「P」の段階まで進めた企業は少なく、今後の課題となっている。

「自然の状態指標」案が示された

このほか、今回のCOP16では、「ネイチャーポジティブ・イニシアティブ（NPI）」が「自然の状態を表す指標」を発表した。TNFD 最終提言では、全企業が開示すべき「グローバル中核指標」が示され、その中で水使用量など企業活動が自然に与える影響を測る指標は明示されたが、自然の状態を示す指標は検討中とされていた。今回NPIが提案したのはこの指標の案であり、今後TNFDが採用する可能性が高いため、注視する必要がある。今回NPIは、陸上の自然の状態指標として、「生態系の範囲」「生態系の状態」「景観の保全」「絶滅リスク」の4指標を提案し、基準年を2020年とするとした。

注目される生物多様性クレジットの行方

国連環境計画（UNEP）の試算によれば、生物多様性保全の世界目標（2022年合意）の達成には、2050年までに年間7,370億ドルの資金（2022年実績2,000億ドルの3倍以上）が必要とされる。これだけの資金を投じるには、各国政府だけでなく民間資金の流入を拡大する必要がある。

民間の投資を拡大するために、生物多様性保全に関する新しいビジネスの収益化を後押しする手段として、生物多様性クレジットへの期待が高まっている。

生物多様性クレジットは、生物多様性保全の取組みの効果をクレジットの形で金銭化して、保全の取組みに民間資金を提供する経済的手法の一種である。森林保全などの取組みの価値を生物多様性に関する目標達成を目指す企業や損失してしまった生物多様性をオフセットしたい企業等へ販売できる仕組みだ。

世界経済フォーラム（WEF）のレポートによれば、生物多様性クレジットは統一基準が確立し、品質が担保され、市場の障壁が解消されるなどの条件がそろえば、市場規模が2030年に

²⁶ ただし、LEAPアプローチはあくまで内部の評価プロセスで、これを使うことは任意であり、TNFDが推奨する開示を行うために必須なものではない。

20 億ドルに拡大する可能性があるとされている。

各国で生物多様性クレジットの制度整備が進んでおり、日本でも前述した「ネイチャーポジティブ経済移行戦略」において同クレジット制度の在り方を検討すると掲げられた。先の COP16 においても、「生物多様性クレジットに関する国際諮問委員会 (IAPB)」が発表したクレジットの枠組みが話題を集めた。

生物多様性クレジットについては、賛否が分かれており、現状、TNFD も静観している。しかし、英仏政府の取組みやイニシアチブの広がりなどから判断すると、いずれ市場に登場する可能性がある。各国のルール整備が進み、生物多様性クレジットの市場が創出されれば、生物多様性保全に取り組む企業にとって、新たな資金獲得の機会となることが期待される。

TNFD 開示が増えている背景

自然資本・生物多様性に関する開示基準として、2023 年 9 月に TNFD フレームワークが公開されて以降、東京証券取引所のプライム上場企業を中心に開示を実施する企業が着実に増えつつある。

自然資本・生物多様性の劣化リスクが実際に顕在化するのとは長期的な話であるとしても、企業にとって自然の保全・再興に関する課題への取組みが遅れることは、短期的にも自社の評判悪化や競争力低下につながりかねないといった懸念が、企業を TNFD 対応に駆り立てているようにみえる。

自然資本・生物多様性への対応方法や評価の枠組みが標準化されつつあり、多くの企業が取り組むようになったため、今後は各社の TNFD 対応が見せかけだけか、本物かが問われることになる。

なお、TNFD フレームワークは、先行する気候関連財務情報開示タスクフォース (TCFD) を基に開発されたフレームワークであるため、すでに TCFD に対応済みの企業にとってはなじみがある構成・手順となっていることから、これまでの対応実績を生かせる部分が多い。一方で、自然資本の地域特異性や、先住民・地域コミュニティとのエンゲージメントなど、TNFD 独自の観点も含まれており、企業は視野を広げて対応する必要がある。

TNFD への取組みで得られるものは多い

TNFD はリスク管理と開示に使用されるツールであるが、企業がこれを適切に導入・活用することから得られるものは多い²⁷。

まず、TNFD を導入して自然に関する企業の課題を評価・開示する過程で、事業活動における自然の価値を理解し、自然との関係を保全・改善するための戦略を立てることができる。TNFD は地球環境やバリューチェーン全体の幅広いテーマとビジネスを結び付けて考える手順が整理されているため、企業としては TNFD のフレームワークに沿うことによって、効率的に全社の環境戦略の検討を進めることができる。

こうした戦略を策定・実行することは、ステークホルダーの期待に応えると同時に、自社のレジリエンスを強化することに役立つ。また、自然のポジティブな未来を構築していく営みに貢献できるほか、自然への取組みによって創出されるビジネスチャンスをもものにできる可能性がある。

²⁷ 本節の記述は、デロイトトーマツグループ編『TNFD 企業戦略』(2024 年、中央経済社)、および PwC コンサルティング合同会社『経営に新たな視点をもたらす「統合知」の時代』(2024 年、ダイヤモンド社)を参考にした。

また、TNFD 開示提言は、TCFD 開示提言と同様に、企業活動が関係するバリューチェーン全体に存在するリスクと機会の開示を求めていることから、自然関連リスク低減に向けて、バリューチェーン上のステークホルダー間の連携を促すきっかけとなりうる。サステナビリティ関連の取組みは、個社で孤軍奮闘するのではなく、他社とうまく連携することがカギとなるだけに、連携促進効果は重要と考える。

これまでは、自然関連リスクと向き合う企業の現場において、「自社が対応すべき自然資本の劣化リスクをどう認識すればいいのか分からない」、「事業戦略を考える際に自然・生物多様性の劣化を議論の俎上に載せる意識が根づいていない」、「ネイチャーポジティブという考え方に基づいて成長機会を見出し新たなビジネスモデルを構築したいが、具体的に何をどのように進めるべきかが分からない」といった悩みがよく聞かれ、これらが実践の妨げとなってきた。

だが、今後は、ネイチャーポジティブの取組みにおいて参照できる情報として、TNFD に基づく各企業の開示情報がどんどん増えていく（前述のとおり、TNFD の開示宣言をした企業数は日本が群を抜いて世界最多である）。特に、自然資本の劣化から生じるリスクだけでなく、今後取り組む予定の新しい事業機会についても開示対象となっているため、今後は企業が他社のビジネスモデル変革などの動きを容易に把握し、参考情報として分析・活用できるようになる。

日本ならではの「自然共生社会」を発信し ルールづくりでも存在感を高めよう

日本は森林資源は国土の 3 分の 2 を占めるほか、多種多様な魚類や植物が生息するなど、豊かな自然を保有する世界有数の国である。

また、欧米の自然観は、自然を人間と対峙する客体として捉えており、人間が自然をコントロールするといった発想が垣間見えるのに対し、日本では自然や生態系の一つの要素として人間が存在すると捉え、自然との調和なしにヒトは生存を許されないと考える文化がある。日本は古来より自然との共生という考え方が国民全体に根づいている、世界でも稀有な国といえる。

こうした日本のもつ豊かな自然資本と国民全体に根づいた文化や自然観は、TNFD フレームワークに沿いつつ、ネイチャーポジティブ経済への移行を起点とした新事業創造による企業価値の創出に挑戦する上で、大きなアドバンテージになるはずである。

加えて、ルールづくりでも日本は存在感を高めるべきだ。他のサステナブル課題と同様に、自然や生物多様性分野でも欧州主導のルールメイキングが着々と進行し、すでに外堀が埋められつつある。だが、生物多様性は地域によって抱える課題が異なり、自然との依存関係と影響も地域の特性によって千差万別である。欧米主導ですべてのルールを形成されてしまうことは好ましくない。

日本は伝統的にルールづくりが苦手な国であるが、今やルールメイキングをビジネスのツールとして活用するのが世界の常識であり、ルールメイキングの巧拙が国や企業の国際競争力を左右する時代だ。

アジアモンスーン型の風土や固有性も踏まえつつ、「自然の一部としての人間」という考え方に基づく日本ならではの「自然と共生する社会」を体現したネイチャーポジティブの在り方を世界に向けて上手に発信することに注力すべきである。それにより、日本が生物多様性対応に関するルールメイキングを主導し、その実践においても世界をリードしていくことを目指すべきだ。

7. リアルとバーチャルの垣根が薄れる中で進む、新たな価値創造の在り方

Point

- ① インフラの整備や情報通信技術 (ICT) の技術開発が進むにつれ、リアルとバーチャルの距離は年々縮まっている。そして、価値創造の在り方も、リアルとバーチャルが相互に影響を及ぼせるようになることで、変わろうとしている。
- ② これまで、リアルでの価値創造は、距離や時間、モノや身体などさまざまな物理的な制約からできることに限りがあり、参加できる人も限られがちであった。
- ③ しかし、リアルとバーチャルを連携させることで、物理的な制約が軽減され、今までにない価値創造が生まれるとともに、これまでの価値創造のやり方もスピードアップされるだろう。
- ④ また、バーチャルな情報をリアル空間に重ね合わせることで、物理的な制約などからリアル空間単体ではできなかった価値創造が可能となる。
- ⑤ リアルとバーチャルのさらなる融合には課題も多い。まず、データ通信量が爆発的に増えると想定されるため、インフラ整備が必要となる。さらに、リアルとバーチャルで共用できるデータ基盤も欠かせない。
- ⑥ 今後の社会の営みを持続していくための課題は深刻化しているが、リアルとバーチャルの距離を縮め、融合を進めることで私たちの社会を仮想的に拡張でき、持続的な社会の運営と成長の両立が可能になるだろう。

ここ数年でリアルとバーチャルの距離が縮まった

ハードウェアやソフトウェアの研究開発や、通信網やクラウドコンピューティングといったインフラの整備が進み、ICT（情報通信技術）が総合的に発展したことで、ここ数年でリアルとバーチャルの距離が縮まってきている。中でも、かつてはフィクションの話であった、リアルとバーチャルの融合すら現実的なものとなりつつある。

例えば、MR（Mixed Reality、複合現実）やAR（Augmented Reality、拡張現実）は、やり取りできる情報量が増え、数値や矢印など簡単な3Dオブジェクト、静止画といったものだけでなく、高度な動きをするアバターや3Dオブジェクトなどリアルな振る舞いをするバーチャルなものを現実空間で仮想的に表示できるようになっている。中でも、アップルより2024年2月に上市されたMRヘッドセット「Apple Vision Pro」は、バーチャル空間上のコンテンツとリアル空間を融合させ、リアル空間を拡張する「空間コンピューティング」を高度化するデバイスとして注目を集めた。

そして、価値創造の在り方も、リアルとバーチャルが相互に影響を及ぼせるようになることで、変わろうとしている。

リアルの制約からの解放

リアル空間における価値創造は、距離や時間、モノや身体などさまざまな物理的な制約を受ける。例えば、障害や住んでいる環境など個人の置かれている状況が原因でリアル空間では活躍しにくかったり、多様なことを体験する機会が少なかったりする人は少なくない。

また、リアル空間で試行錯誤をする際は、試作品を作製したり、実験したり、人を集めたりするなど、手間やコスト、時間がかかり、必要な資材も膨大なものになりがちである。

そのほか、安全基準などの法的規制、周辺住民の理解といった社会的な規範も、価値創造を妨げる要因になりうる。特に、テストパイロットによる試作機のテスト飛行や新薬の治験といった人の命に関わりかねない試行錯誤は、事前準備を万全にしたうえでリスクを許容できる人を対象にしないと、社会的に受け入れられるものではない。

しかし、物理的な制約がないバーチャル空間であれば、リアル空間に比べれば自由に行動できるようになり、リアル空間では危険とされるようなことでさえ何度でも試行錯誤できるようになる。その結果、リアル空間だけでは実現が難しいようなことも可能となり、新たな価値を創造できる。

リアルとバーチャルの連携

かつて、リアルとバーチャルの距離があった要因として、「バーチャル空間のデータをリアル空間に取り出す」「リアル空間の情報をバーチャル空間に反映する」のいずれもが通信インフラの問題などで限界があり、バーチャル空間は閉じた空間であった。

リアルとバーチャルとの距離を埋めるための考え方として、まず「ユビキタスコンピューティング」が挙げられる。これは、社会や生活のあらゆるところにコンピューターが存在し、いつでも、どこでも、誰でもコンピューターを利用することを可能にするという、情報環境を表す概念である。そして、ユビキタスコンピューティングが実装された社会「ユビキタス社会」は、IoT（モノのインターネット）の登場によって、センサーやスマホなど各種デバイスから社会・生活環境からネットワーク上のコンピューターにつながる形で実現している。

また、IoT でリアルとバーチャルがつながることで、取得した情報からバーチャル空間にリアル空間と同じ環境を再現する「デジタルツイン」が実現している。また、リアル空間から取得した情報を、バーチャル空間で AI や大規模データ処理技術などを駆使して分析や知識化を行い、そこで創出した情報や価値によって、産業の活性化や社会問題の解決を図ることができる「サイバーフィジカルシステム」の取り組みも進んでいる。

さらに、XR（クロスリアリティ）²⁸技術の発展によって、リアル空間上にバーチャル空間の情報を重ね合わせたり、リアルとバーチャルが仮想的に同一の空間を共有できたりするようになってきている。

そして、5G（第5世代移動体通信システム）や光ファイバー網といった通信インフラの整備が進んだことで、リアルとバーチャルの間の情報のやり取りをスムーズにできるようになっている。

このようにリアルとバーチャルの距離が近づき、最終的に融合することで、社会が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「Society5.0」に進化するものと期待されている。

リアルとバーチャルの融合によってどのような価値が生まれるのか

リアルとバーチャルが連携し、物理的な制約がなくなることで、様々な場所で新たな価値が生まれる。

²⁸ リアル空間とバーチャル空間を組み合わせるリアリティ技術の総称で、VR（仮想現実）、MR（複合現実）、AR（拡張現実）などが代表的な技術である。

まず、バーチャル空間では、リアル空間における距離や時間、身体的な壁の制約から解放される。そのため、遠隔地に住んでいたり、引きこもりや障害などを理由として外出がままならなかったりする人が、バーチャル空間を通じて、他者とコミュニケーションを取ったり、さらには共同して何かを作り上げたりといった社会参加が可能となる。そして、さまざまな人が距離や時間の制約なく集うことができるようになることで、組織などリアル空間のしがらみを超えて、今までにないアイデアや考えにふれたり、接点がなかった人同士で議論を深めたりできるだろう。

また、リアル空間の制約から解放されることで、現実世界では困難なこと、例えば爆発や飛翔などリアルでは危険な演出、自動車の衝突実験など準備に多大な手間や材料などを要してコストもかかる試験といったことを繰り返し行うことができる。これにより、試行錯誤の回数を増やし、イノベーションの創出が促進される。

そして、こうした特徴を生かし、リアル空間における体験量・情報量の格差やアプローチの難しさといったことに起因する、これまで解決が困難であったり、手間がかかっていたりした課題の解決も期待される。

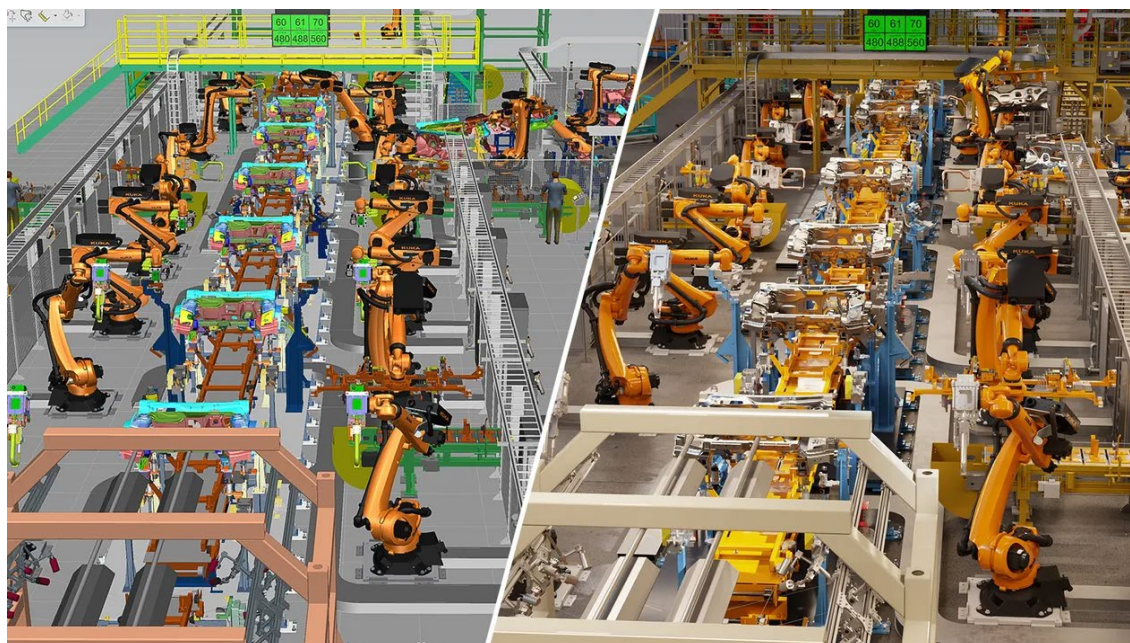
どのようなことがリアルとバーチャルの融合によって実現しうるのか

リアルとバーチャルの融合が進み、新たな価値が生み出せるようになることで、これまでにない取り組みが可能となり、社会課題の解決にもつなげられる。

例えば、IoT によって収集した情報をデジタルツインで再現することで、遠くからでも現場の状況を具体的に把握できる。これにより、現場に赴けない場合でも、トラブルを未然に防いだり、適切な施策を講じたりできるようになる。デジタルツインを活用し、AI やメタバースなどを組み合わせてバーチャル試作やシミュレーションを行うことで、物理的な制約を受けることなく難易度が高い実験を何度も繰り返したり、場を仮想的に共有して問題となる箇所の洗い出しの精度を高められたりして、イノベーションの創出や、課題解決に向けた施策の立案・検証が可能となる。

また、XR を使うことで、例えばメタバースにおいて仮想的に隣り合わせとなったり、インターネット越しに視点を共有し、バーチャルな情報と重ね合わせたりすることで、あたかもリアル空間で横にいるのと同じ要領で指導することができる。習熟者の動きをバーチャル空間などでトレースすることで、初心者でも同じように動けるようになる。リアル空間では危険な行為をバーチャル空間で試行してみることで、新しい気づきが得られることもあるだろう。例えば、NVIDIA が展開する Omniverse は、メタバースを舞台に、デジタルツインを活用したシミュレーションや、仮想的に同じ場所に集まって共同作業などをできるようにしている。

図表 19 Omniverse を活用したシーメンスの産業メタバースの例（左がデジタルツインで再現されたもの、右がデジタルツインの元となったリアル空間の生産ライン）

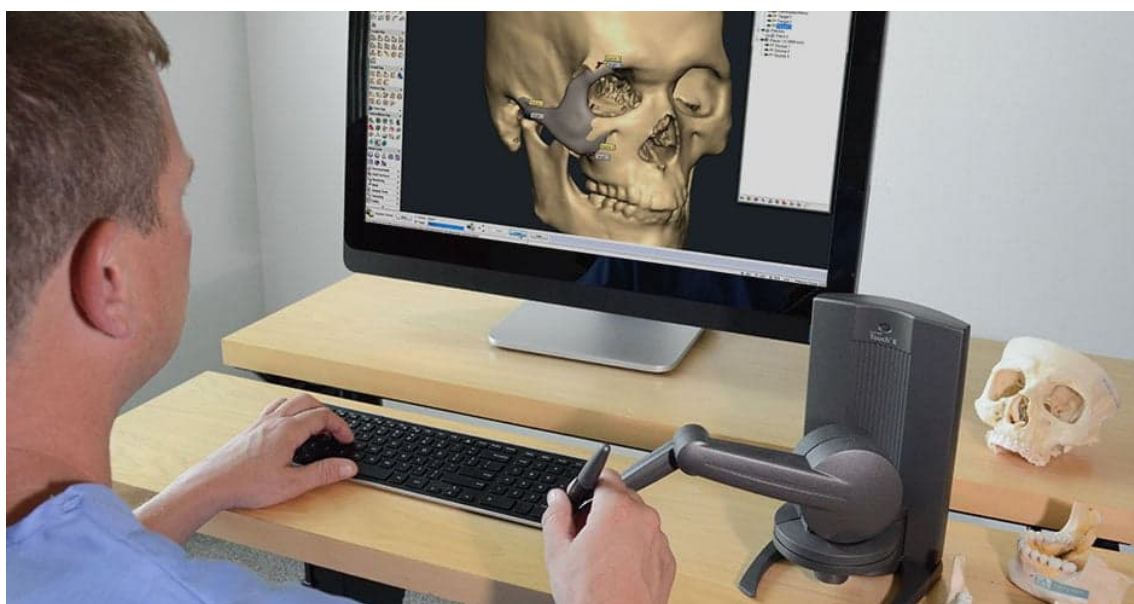


出所：シーメンス Web サイト

さらに、生産ラインの立ち上げなども、基本的な作業は現地スタッフに任せつつ、XR 機器を使い、現場の情報を共有したり、バーチャル情報とリアル空間を重ねあわせたりして、本社・本国にいる技術者があたかも横にいるかのような作業ができる。3D 設計図データを基に治具などを複数拠点で生産することで、直接会うことなく、生産ラインの立ち上げや、生産ノウハウの共有などをスピードアップできる。

そのほか、バーチャル空間内で試作や設計図の作成を完結させることで、3D プリンターで出力したモノの手直しといった手間を抑えたり、リアル空間では現物がない新製品のバーチャル内覧会といたりしたことが可能となる。その結果、試行錯誤のスピードアップが図れたり、量産前に顧客からのフィードバックを得たりして、ものづくりの高度化が可能となる。

図表 2 0 ハプティクスデバイスを活用し、バーチャル空間で完結するものづくりの例
(3D システムズ「Touch X」)



出所：3D システムズ

教育や訓練、エンターテインメントといった場においても、リアルとバーチャルの融合によって新たな可能性が開かれるだろう。例えば、絶滅した動植物や、体験そのものが危険なため、通常であれば視聴や体験が難しいことも、XR を活用してリアル空間上にバーチャル空間から得られた情報を重ね合わせ、これまでにない体験や学びが得られるだろう。

図表 2 1 XR 技術を活用し、渋谷上空で開催された仮想航空ショー「AIR RACE X」
のイメージ図



出所：AIR RACE X Committee

リアルとバーチャルの距離を縮める上での課題

リアルとバーチャルの融合を進めるうえで課題となることは少なくない。まず、通信データ量が爆発的に増えるため、通信回線の増強やデータセンターの整備が不可欠である。さらに、本号のカナリアレポート「小型モジュール型原子炉 (SMR) の概要と動向」でも触れたように、データセンター向けの電力需要も大きく伸びるため、発電所や送電網の整備も欠かせない。ICT業界などでは、現行の情報通信技術では通信量の爆発的な増加に耐えられないとみて、従来の電子技術 (エレクトロニクス) から光技術 (フォトンクス) にシフトし、より「低遅延」「低消費電力」「大容量・高品質」のネットワークが実現できる「IOWN (Innovative Optical and Wireless Network)」構想の実現に取り組むなどして、対応を進めている (図表 2 2)。

図表 2 2 IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 構想の主要技術分野

技術名	概要
APN (All-Photonics Network)	情報処理基盤のポテンシャルを大幅に向上させる技術。ネットワークからスマホなど端末に至るデータの行程を光化することでさまざまなロスを低減し、電力の消費量を減らしつつ大量のデータのやり取りや処理をできるようにする。日本では2023年3月から第1世代のAPNが開始されている
デジタルツインコンピューティング	従来のデジタルツインの概念を発展させた技術。多様な産業やモノとヒトのデジタルツインを自在に掛け合わせて演算を行うことにより、都市におけるヒトと自動車など、これまで総合的に扱うことができなかった組合せを高精度に再現し、さらに未来の予測ができるようにする
コグニティブ・ファウンデーション	あらゆる情報通信のリソースを全体最適化し、必要なデータをネットワーク内に流通させる仕組み。やり取りされるデータ量が爆発的に増えた場合でもユーザーが個別ニーズに応じたサービスを受けられるようになる

出所：NTT R&D Websiteなどを基に作成

また、XR デバイスなど、ハードウェアの価格低減と進化も欠かせないだろう。価格面においては、一部製品でスマホレベルまで低下しているものの、重量など装着感に課題がある。リアル空間でバーチャル空間に常時接続できるようなデバイスとなると、一般的な眼鏡のような「見た目が不自然でなく、装着感も気にならない」レベルのものでないと社会受容が進まない。そのためには、素材や部材レベルでの研究開発が欠かせない。

リアルとバーチャルの距離は今後も縮まる

地球の人口は増大し続けており、経済活動もますます拡大している。他方、脱炭素化や生物多様性の確保など、今後の社会の営みを持続しつづけるための課題は深刻化している。

拡大をしつつ持続性の確保をするために何が必要なのか。その一つとして考えられるのが、バーチャル空間の活用であろう。リアル空間は物理的な制約があることから、活用には限度がある。他方、バーチャル空間であればリアル空間ほど制約を受けない。そのため、リアルとバーチャルの距離を縮め、融合を進めることで私たちの社会を仮想的に拡張し、リアル空間の負荷を減らしつつ、拡大を図ることは一考の余地があるのではないかと。

8. 再エネの導入拡大に向け、重要度が増すエネルギー貯蔵

Point

- ① 再エネの中でも、導入量が多い太陽光発電や風力発電は天候や季節によって発電量が大きく変動するため、電力供給の安定化には火力発電などほかの発電手段とのバランス調整が欠かせない。とはいえ、再エネの導入量が増えるにつれ、ほかの発電手段とのバランスが取りにくくなっており、送配電網の負担が重くなっている。結果として、ほかの発電手段と調整できなかつたり、送配電網の許容量を超えたりした分については、再エネで発電・送電できない事態が起きている。
- ② こうした再エネ導入拡大に関わる課題を解決し、再エネを有効活用するために取り組まれているのが、蓄電池をはじめとするエネルギー貯蔵である。「電気をそのまま貯蔵」「ほかのエネルギーに転換して貯蔵」に大別される。
- ③ 再エネの普及拡大に向けてエネルギー貯蔵の取り組みが進められているものの、コスト低減や投資回収など課題も多い。また、公的支援の拡充や需給調整市場の整備など、投資の予見性を高めて資金を呼び込む仕組みや取り組みが欠かせない。

再エネ電源の導入拡大を進めるうえでの課題

第3章でふれたように、電力需要の増加と脱炭素化を両立するべく、再エネ電源の導入が今後も続くものと予想される。2023年に開催された第28回気候変動枠組条約締約国会議（COP28）では、2030年までに世界全体の再エネの発電容量を3倍に増加させるという目標が設定され、各国で取り組みを強化しようとしていることも後押しするだろう。

再エネの中でも導入が進む太陽光発電や風力発電は、天候や季節によって発電量が大きく変動する。そのため、導入拡大と電力の安定供給を両立させるためには、火力発電などほかの発電手段とのバランスをいかにしてとり、さらには必要な電力を必要なだけ届けられる送電網の整備が重要である。

とはいえ、再エネの導入量が増えるにつれ、ほかの発電手段とのバランスが取りにくくなっている。また、再エネの発電量のピークに合わせて送配電網を整備すると莫大なコストがかかるうえに、稼働率が低い状態も生まれるため費用対効果が低い。

結果として、発電可能な設備があっても送配電網の許容量を超えた分については、再エネで発電・送電できない事態「出力制御」が起きている。再エネの発電に適したタイミングと、実際に電力を使用するタイミングがずれることが少なくないことも、こうした事態の解決を難しくしている。

例えば、太陽光発電の導入が進んでいる九州エリアをみると、電力需要量そのものは大きく変動していない中、発電・送電が制御された電力（制御電力量）が年々増加しており、いわば再エネ電力が捨てられている状況が深刻化している（図表23）。

図表 2 3 九州エリアにおける再エネ出力制御の実施状況

(単位：％、キロワット時)

	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
年間の出力制御率	0.9%	4.0%	2.9%	3.9%	3.0%	8.3%
年間制御電力量	1.0億	4.6億	4.0億	5.3億	4.5億	12.9億
年間総需要	864億	844億	837億	853億	845億	849億

出所：資源エネルギー庁「再生可能エネルギー出力制御の長期見通し等について」（2024年12月2日）

世界的に見ても、再エネの発電量のピーク時における送配電網の容量が不足し、発電できるにもかかわらず送電できないケースが増加しているが、日本の場合は発電適地から需要地への電力融通が欧米に比べて難しく、需要地に送電できずに発電地で消化できない電力が“捨てられる”傾向が強い。

一方、変動が大きい再エネのピーク時に合わせて送配電網を整備した場合、夜間など発電量が少ない時間帯の稼働率が低くなり、費用対効果に見合わないコストが発生するだろう。また、発電に適した季節と需要が高まる季節にずれが生じている場合、恒常的に再エネが余り続ける事態も生じうる。

そこで重要となってくるのが、余剰電力を吸収し、電力が必要な時期に取り出せるエネルギー貯蔵の取り組みである。

エネルギー貯蔵の取り組み

再エネ電力が余っているときに貯蔵し、必要な時に取り出すエネルギー貯蔵は、「電気をそのまま貯蔵」「ほかのエネルギーに転換して貯蔵」に大別できる（図表 2 4）。

図表 2 4 主なエネルギー貯蔵方法

貯蔵方法	概要	例
電気をそのまま貯蔵	余剰電力を蓄電池に充電する方法。比較的短期の貯蔵に向いている	据え置き型リチウムイオン蓄電池、V2G (Vehicle to Grid) ・ V2H (Vehicle to Home)
ほかのエネルギーに転換して貯蔵	余剰電力を、電気分解、圧縮、熱、位置エネルギーなど他のエネルギーに転換する方法。比較的長期の貯蔵に向いている	水電解、圧縮空気、蓄熱発電、重力電池

出所：筆者作成

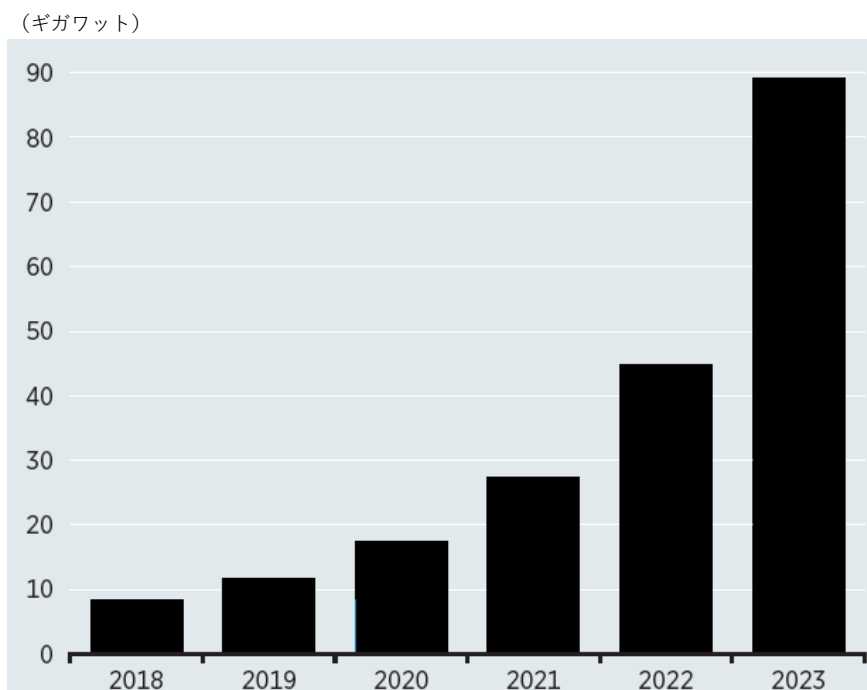
エネルギー貯蔵の歴史は古く、例えば今日一般的に使われている蓄電池であれば、19世紀初頭には原理が発見されており、主な用途である電気自動車も19世紀末には商用化されている。そして、再エネの変動を吸収し、有効活用するための方法として改めて注目されている。

電気をそのまま貯蔵

余剰電力を貯蔵する場合、広く取り組まれているのが、送電網への電力供給が可能な据え置

き型蓄電池への充電である。再エネに関する国際機関である国際再生可能エネルギー機関（IRENA）によると、容量ベースでみた据え置き型蓄電池の導入状況は図表25のとおりとなっており、ここ数年で急速に導入が進んでいることが分かる。

図表25 容量ベースでみた据え置き型蓄電池の導入状況



出所：IRENA「RENEWABLE POWER GENERATION COSTS IN 2023」（2024年9月）を一部改変

蓄電池の導入が進んでいる背景として、小型電気製品、電気自動車、据え置き型蓄電池まで様々な用途で利用されて量産効果が表れていることや、技術開発も進んだことによって価格が低下しているためである。例えば、IRENA「RENEWABLE POWER GENERATION COSTS IN 2023」によると、1キロワット時あたりの蓄電池の導入コストは、2010年の2,511米ドルから2023年には273米ドルにまで低下している。

据え置き型蓄電池では、リチウムイオン蓄電池が家庭用から系統連系用まで広く利用されているほか、日本ガイシが手掛けるNAS電池（ナトリウム硫黄電池）、住友電工が手掛けるレドックスフロー電池なども用いられている。

再エネ由来の変動を吸収するために導入が進められているのが系統用蓄電池である。これは、送電網に接続（系統連系）して使用する据え置き型蓄電池の一種で、昼間の晴天時など送電網の電力に余剰が生じているときは充電し、逆に夜間など電力が不足しそうなときは送電網に電力を供給（放電）するものである。日本においても、発電所の一施設として設置される系統用蓄電池に加え、2022年には蓄電池単独で送電網に接続して充放電できる系統用蓄電池の導入が解禁され、導入が進められている。

また、EVを需要変動の受け皿とする「V2H（Vehicle to Home）」「V2G（Vehicle to Grid）」も取り組みが進められている。V2Hは、EVに内蔵された蓄電池で家庭用の据え置き型蓄電池を代用し、EVに充電しつつ、必要な時にEVから電気を取り出し、家庭用の電力などとして使用する方法である。V2Gは、EVに内蔵された蓄電池を送電網に接続し、系統用蓄電池と同

様に使えるようにする方法である。いずれも、EV が普及するにつれて問題となる電力需要の増大と、再エネの普及拡大によって問題となる調整力の不足の両方を解決できる施策として注目されている。

さらに、使用済み EV 用バッテリーを据え置き型蓄電池などとして再利用する動きもある。据え置き型蓄電池であればそれほど高いエネルギー密度を必要としないため、使用による劣化によって蓄電性能が一定ラインを下回った EV 蓄電池でも再利用が可能であり、EV の普及によって重要度が増す使用済み蓄電池の有効活用策として取り組みが進められている。

他のエネルギーに転換して貯蔵

蓄電池は優れたエネルギー貯蔵手段だが、製造にはコストがかかり、多数の資源を使用するため、さらなる再生可能エネルギーの導入拡大に対応できるか不透明な面がある。また、蓄電池は電力を貯蔵できる期間も数日程度であるため、例えば「太陽光発電の最適な季節は夏だが、電力需要のピークは冬」といった長期の需要ギャップに対応できないうえ、貯蔵したエネルギーの放出（放電）も連続して数時間程度にとどまるため、長期間の変動を平準化するのには向いていない。

そこで取り組まれているのが、一度他のエネルギーに転換し、電力が必要な時に転換したエネルギーで“発電する”貯蔵方法である。

歴史がある方法としては、位置エネルギーを使う重力発電がある。これは、電力が余剰な状態ではモーターやポンプなどで重りを上方に持ち上げ、不足時は重りを下げることで生じるエネルギーで発電機を回して発電するというものである。既に調整池を上下に設け、水を重りとして使う重力発電である「揚水発電」が 19 世紀末には実用化され、電力需給ギャップのカバー策として広く使われている。揚水発電は適地が限られ、設置コストがかさむことから、近年では廃棄物などを原料とする重りをモーターやウインチで上げ下げして蓄電・発電を行うタイプの重力発電の開発が進められており、中国では 2024 年に商用化されている。

水を電気分解（水電解）して水素を製造し、必要な際に水素をエネルギーなどとして使う方法も、1920 年代後半にはノルウェーで豊富な水力発電を活用して商用化されるなど歴史がある。脱炭素化に向けて水素に注目が集まっている一方、水電解も再エネの発電量の変動に対応できるようになってきたことで、再エネ由来の電力を利用して製造される「グリーン水素」の取り組みが活発化している。電力でグリーン水素を製造し、さらにメタノールやアンモニアなどの原料として使うことで、発電に適した季節と需要が高まる季節とのずれの平準化や、タンクなどを用いることができることから発電地から需要地へのエネルギー供給が容易になることがメリットとして挙げられる。

さらに、物質の圧縮や蓄熱のエネルギー源として余剰電力を使い、電力不足時に発電機のタービンを回すエネルギー源として利用する研究開発も進められている。物質の圧縮では、電力余剰時は CO₂ や空気といった媒体を圧縮機などで圧縮し、高压状態で貯蔵するとともに、電力不足時は貯蔵した媒体を膨張させて発電機のタービンを回転させ、電力を発生させることで、エネルギーの貯蔵を可能としている。また、蓄熱は、余剰電力をヒーターなどで熱に変え、熔融塩や砕石といった媒体を加熱し、電力が不足した際は媒体から熱を取り出して蒸気を発生させ、蒸気タービンを回転させて発電させるものである。

エネルギー貯蔵の社会実装促進に向けた課題

再エネ導入を後押しするうえで欠かせないエネルギー貯蔵の社会実装の促進だが、課題も少

なくない。コストについては一定の低減がみられているものの、例えば前出の「RENEWABLE POWER GENERATION COSTS IN 2023」によれば、ここ数年は蓄電池のコストが下げ止まっており、一段の低下が見込みにくい状況となっている。また、グリーン水素のプロジェクトがここ1年程で相次いで中止・縮小されており、予想よりコスト低減が進んでいないことが挙げられている。

また、水素など他の物質の製造に用いる場合、製造された物質の引き取り先を確保する必要があるが、燃料電池車のように普及が進んでいなかったり、水素発電のように技術開発途上であったりして、需要の創出が十分とは言えないケースが少なくない。

さらに、送電網の負担軽減や再エネの導入促進で生まれる環境価値など、エネルギー貯蔵の価値を評価し、余剰電力を充電する際や電力不足時の放電などの売買価格に反映させたり、補助金・助成金を付与したりするなどして、投資を呼び込む工夫も必要だろう。

そして、政策の継続性がなにより重要である。というのも、再エネの変動吸収策としてのエネルギー貯蔵はここ数年で取り組みが急速に進んだものの、政策が追いついておらず、時には政権交代などで朝令暮改になりがちである。プレミアムの付与など、プラスの方向で改正されるのであればともかく、設備要件の見直しや補助金制度の改廃など、コストや収益に影響するようなことが頻発すると、投資リスクが上がり、資金が呼び込みにくくなる。

足元ではコスト上昇や政策変更などで再エネの導入拡大は停滞する可能性があるが、長期的には脱炭素化の促進などを進めるべく再エネの導入は拡大するだろう。そして、上記に挙げたような課題を解決しながらエネルギー貯蔵の社会実装が進むことで、再エネの導入拡大を後押しするだろう。

日本の再エネ導入拡大に向け、エネルギー貯蔵の社会実装は急務

日本の再エネを巡っては、天候面などで発電量が低くなりがちで電力供給が安定しないことや、融通範囲が国内に限られるなどの課題があることから、コスト低減・収益性向上やさらなる導入拡大の難易度が高いといわれている。しかし、エネルギー貯蔵の社会実装を進めることで、再エネ由来の電力供給の安定化や、それによる収益性向上などが期待でき、再エネの導入拡大につなげられる。

政府においても、経済産業省の再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会次世代電力システムワーキンググループで、系統蓄電池の導入拡大に向けた議論や政策策定などが進められているなどエネルギー貯蔵の社会実装に取り組んでおり、今後政策に反映されていくものと期待される。企業においても、発電事業者やエネルギー事業者などさまざまな企業が系統蓄電池などのエネルギー貯蔵事業への参入を計画し、一部では事業化を進めている。今後、官民のこうした動きがかみ合い、日本国内で再エネをうまく使えるようになるか、注目していく必要があるだろう。

9. AIエージェントとヒューマノイドロボットの開発が急加速

Point

- ① 2024 年後半以降、AI エージェントの開発競争が激化し、テック企業による AI エージェントの発表や、IT ベンダーによる AI エージェント機能の実装やツール・サービスの提供が相次いでいる。
- ② 人間に聞かれたり指示されたりしなくても能動的に動き、仕事をする「自律型 AI」の開発が始まった。AI エージェントの活用が進めば、個々の業務の自動化という枠を超えて、人間しかなしえなかった判断と行動のプロセスまで、システムとして自動的に処理できるようになる。
- ③ AI エージェントがあらゆる分野で「デジタルレイバー」として、人間に代わって業務を担う時代が目前に迫っている。AI が単なる「人間が便利に使えるツール」ではなく、「AI と人間がパートナーシップを組んで、互いに補完し合って価値を共創する関係性」になったことを受け入れる必要がある。
- ④ AI エージェントの導入検討の際には、実際に業務で使えるかといった技術論だけではなく、人と AI エージェントの関係性や組織のあり方を丁寧に議論することが重要である。
- ⑤ 高度な AI を搭載して知能化し、自律的に多様なタスクをこなすヒト型ロボット(ヒューマノイドロボット)の開発が急速に進み始めた。
- ⑥ 米欧の大手テック企業やスタートアップ企業がヒューマノイドロボットの開発に注力している。エヌビディアは、自社でヒューマノイドロボットを開発するのではなく、ヒューマノイドロボットの開発環境とコア技術を有力メーカーに提供し、プラットフォーム提供者として覇権を握ろうとしている。中国ではヒューマノイドロボットが商業段階を迎えており、世界最多のメーカーが参入している。
- ⑦ ヒューマノイドロボットは、既存の社会インフラをそのまま利用しつつ人間社会に入って活躍できるほか、人間と言葉で自然なやりとりをしながら協働できるため、実社会で即戦力のデジタルレイバーとして活躍してもらえるという利点がある。
- ⑧ ヒューマノイドロボットがビジネスや生活のさまざまな場面で活用される時代が遠からず到来しそうだ。私たちは、「AI・ロボットと人間が協働・共創する時代」におけるビジネスモデルの構築と、人と機械の新しい共存のあり方の探索に取り組む必要がある。
- ⑨ フィジカル AI によって AI 活用の場をデジタル空間から物理世界に広げる取組みが、ロボット・AI 開発の主戦場となりつつあり、ロボットの「脳」に「身体性」を持たせることが重要なフェーズに入った。身体性の領域に強みをもつ日本にとって、競争優位に立てるチャンスが到来している。

はじめに

人工知能 (AI) が進化し、驚くほど人間に近い能力を持つようになってきた。これに伴い、AI がデジタル世界の枠を超えて、現実世界でタスクを実行できるようになってきた。

2022 年終盤以降、生成 AI が急速に普及するなか、2023 年はテキスト入力による画像の生成、2024 年は動画の生成などの実用化が進んだ。2025 年は AI がデジタル世界ではなく人間が暮らす物理世界において考えて動く「フィジカル・インテリジェンス」(物理的知能) と呼ぶべきデバイスやサービスの開発・社会実装に向けた動きが進展する年になる。AI が物理世界で環境を動的に理解し、予測不可能な状況に対処し、リアルタイムで意思決定できる存在へと進

化する時代が間近に迫っている。

本稿では、このフィジカル・インテリジェンスの潮流のなかで、今最も注目すべきキーワードである「AI エージェント」と「ヒューマノイドロボット」の2つを取り上げ、解説する。両者はともに人間の労働を補完または代替するデジタルレイバーとして社会実装が進むと予想される。今まさに、「AI・ロボットと人間の共創時代」が幕を開けようとしている。この見逃せないトレンドについて解説していきたい。

AI エージェントとは何か

AI エージェントは、2024 年後半から急激に注目度が高まってきたキーワードである。

AI エージェントは研究開発が始まったばかりの黎明期の技術で、まだ標準的なアーキテクチャーが確立していない。そのため、定義は一様ではないが、「人が設定した目標に対して、その目標達成に必要なアクションを自律的に選択して実行するプログラム」といった定義で語られることが多い。

一般に AI エージェントは、ChatGPT などの対話型生成 AI が進化した次のステップに位置づけられ、汎用人工知能（AGI）が登場する一歩手前の技術と考えられている。

生成 AI の場合は、与えられた入力事項に対して、事前に決められた通りに答えを返すが、アクションは伴わない。これに対し、AI エージェントは、自律的に実際の行動を起こすことができる。人間の介入なしに自律的にバックグラウンドで動作し、まるで高度な専門家のように自分で気を利かせながらタスクを実行してくれる存在である。人間に聞かれたり指示されたりしなくても能動的に動き、仕事をする「自律型 AI」の開発が始まったという点が画期的な特徴である。

これまでの生成 AI は主としてタスク処理の効率化に使われることが多かったが、AI エージェントは一段進んで業務プロセスの効率化・自動化に使えるものであり、従来ツールよりも大きなコスト削減効果や生産性向上効果が期待できるものである。このため、近い将来、広範な業務分野に AI エージェントが実装されていくことが予想される。

インドの調査会社マーケッツアンドマーケッツによると、AI エージェントの世界市場規模は2024 年の 51 億ドル（約 7,900 億円）から、2030 年には 471 億ドル（約 7 兆 3,000 億円）に拡大する見通しである。

開発競争が加速する AI エージェント

2024 年後半以降、AI エージェントの開発競争が激化している。図表 2 6 に示したように、米ビッグテック各社や米欧のスタートアップ企業が、相次いで AI エージェントを発表している。大手 IT サービスベンダーも軒並み、AI エージェントの機能の実装やツール・サービスの提供に乗り出している。

図表 2 6 A I エージェントの開発・投入事例

企業名（国籍）	内容
グーグル（米）	2024年12月、AIエージェント汎用モデル「Project Astra」、および特定のタスクに特化したAIエージェント専用モデル「Project Mariner」を公開。また、AIエージェントを開発する環境をGoogle Cloudのサービスとして企業向けに提供・運用している。
マイクロソフト（米）	AIエージェント「Autonomous Agent」を開発中。AIエージェントを開発・運用・監視する基盤となるプラットフォーム「Copilot Studio」を提供している。2025年1月、法人向け「Microsoft 365 Copilot Chat」を発表。
エヌビディア（米）	AIエージェントを戦略技術と位置づけ、パートナー企業とともに開発を加速。自社でAIエージェントを開発するのではなく、企業がAIエージェントを開発するための環境（「Agentic AI Blueprints」と呼ばれるテンプレート）を提供する。
オープンAI（米）	AIエージェントを開発中とされる同社は、AIエージェントのコア技術となる推論モデル「o3（オースリー）」を2024年12月に発表。o3は汎用人工知能（AGI）のレベルを測定するベンチマークテストで人間に近いレベルの知能に到達し、話題を呼んだ。
ハーベイ（米）	法務分野に特化したAIエージェントを開発するスタートアップ企業。法律文書の分析、作成、レビューを支援するAIツールなどを提供している。
ヒポクラティックAI（米）	ヘルスケアに特化したAIスタートアップ企業。在宅の高齢者向けヘルスケアを行うAIモデルやシニアの在宅介護のためのナースとなるAIエージェントなどを開発。
ミストラルAI（仏）	フランスのAIスタートアップ企業で、AIエージェントを開発・運用するプラットフォームを提供。企業が自由にカスタマイズして自社のニーズに最適なAIソリューションを構築できる。

出所：各種資料を基に東レ経営研究所作成

AI エージェントで企業のAI 活用はどう変わる？

これまで企業のAI 活用は、AI を個々の業務の効率化ツールとしての導入にとどまることが多かった。だが、AI エージェントの活用が進めば、個々の業務の自動化という枠を超えて、人間しかなしえなかったような判断と行動のプロセスまで、システムとして自動的に処理できるようになる。

生産現場の異常検知を例にとれば、AI に異常を検知させるだけでなく、異常を判定した後の原因分析、対策の立案、関連部署への連絡などの一連の業務プロセスを包括的に自動化することが可能になるのだ。

AI エージェントの技術の進化は著しく、特に推論能力の向上は目を見張るものがある。米オープンAI が2024年12月に発表した新AI モデル「o3」は、知能レベルを測定するベンチマークで人間を上回るレベルに到達したとされる。これは、未知の問題に直面した際に、自力で解き方を考えだす推論能力をAI が持ち始めていることを示している。将来的には、AI エージェントが自ら問題解決の方法を考えるようになると予想される。

「AI が人間にモノを売る」から始まって、「AI がAI にモノを売る」といったビジネスも出現するに違いない。アスタミューゼ株式会社の川口伸明氏は、ある程度の専門性に特化したAI エージェント群が、さまざまなネットワークを通して「AI 集合知」を形成することで、より高度な知性であるAGI プラットフォームを目指すSwarm AI（群化AI）が2020年代のうちに登

場すると予測している²⁹。

AI エージェントの活用が当たり前になれば、より優秀な AI エージェントを持つ企業の競争力が高まる。優れた AI エージェントを入手・活用するためには、AI の成長に必要な栄養分として質・量ともに高い学習データを与える必要がある。

このため、一定の体系に則って整形された構造化データだけでなく、事前に整形されず元の形式のまま保存されている非構造化データ（動画・音声・画像・図形データや SNS のテキストデータなど）を貴重な資産として蓄積し始める企業が今後増加すると予想される。

デジタルレイバーとして普及する AI エージェント

AI エージェントの社会実装が進めば、オンラインやパソコンだけで完結できる仕事は、全て AI エージェントが自律的に行うようになるだろう。

AI エージェントがあらゆる分野で、まさに「デジタルレイバー」として、人間に代わって業務を担う時代が目前に迫っている。

AI エージェントの普及が、私たちに仕事や価値創造の在り方の再定義を迫り、人間の働き方の大変革を促すことは、もはや確実といえるだろう。私たちは AI をこれまでのように「人間が便利に使えるツール」とみなすのではなく、「AI と人間がパートナーシップを組んで、互いに補完し合って価値を共創する関係性」になったことを受け入れる必要がある。

こうした未来を、人間が幸福を感じられる形で実現するためには、AI エージェントがもたらすリスクに対する配慮と対策が必要不可欠である。

企業においては、人と AI の役割分担をどうするのか、人間の仕事の成果をどのように評価していくか、AI が主導するタスクの中で判断ミスが生じた場合の責任を誰が負うのかといった課題に取り組み、より安全で信頼性の高い AI エージェントの活用方法の確立が求められる。

AI エージェントの導入検討の際には、「実際に業務で使えるシロモノなのかどうか」といった技術論だけではなく、人と AI エージェントの関係性や組織のあり方を丁寧に議論することが重要だろう。

AI エージェント普及の過程で、人類はどのように技術と社会の調和を図ってウェルビーイングを高めていくのか、「AI と人間の共創」をどのような形で実現させ、企業や社会はどのように変わっていくのか——。壮大な話で、どんな姿になるのかはまだ予見できないが、これは夢物語や SF ではない。おそらく私たちが 10 年以内にその答えを目撃することになる話である。

AI エージェント社会実装の見通し

話を手前に戻すと、2025 年は世界中の企業において AI エージェントの業務活用のトライアルが始まる年となる。

AI エージェントの機能・性能・精度が日進月歩で高まり、技術の標準化が進む中、2026 年以降、AI エージェントをビジネスプロセスに組み込む動きが本格化すると予想される。

各社が開発・上市・提案するさまざまな AI エージェントの中から主流となる技術やトレンドを見極めることが大切だ。

また、今後 AI エージェントの議論の焦点が、技術的な実現可能性から、現実社会にどのように活用していくかにへと移行する中、悪用（詐欺、犯罪、サイバー攻撃等）への対策や倫理的な問題の議論の進捗についても注視していく必要がある。

²⁹ 川口伸明『2080 年への未来地図』（2024 年、技術評論社）。

ヒューマノイドロボット開発が急加速

さて、ヒューマノイドロボットに話を転じよう。

最近、高度な AI を搭載して智能化し、自律的に多様なタスクをこなすヒト型ロボット（ヒューマノイドロボット）の開発が急速に進み始めた。多くの企業が参入し、新たな成長分野として期待が集まっている。ヒューマノイドロボットをめぐっては、2024 年に米国や中国で一大ブームが起き、スタートアップの参入や大型出資、提携が相次いでいる。

以下では、ヒューマノイドロボット開発の現状と注目点、産業や社会にもたらす変化などについて考察したい。

なお、先ほど AI エージェントはデジタルレイバーとして普及すると述べたが、ヒューマノイドロボットもデジタルレイバーの一種と考えることができる。

AI エージェントは物理的な形を持たない仮想的な存在で、ソフトウェアベースでデータ処理や意思決定を行うものである。一方、ヒューマノイドロボットは人間の形を模した物理的な形態を持ち（二足歩行し両手でモノを持つことが可能）、さまざまな実世界のタスクを実行するために使われるものだ。こうした違いはあるものの、どちらも AI やロボティクス技術を活用して人間の労働を補完または代替するシステムであるから、デジタルレイバーに他ならない。

ヒューマノイドロボット開発が活発化した背景

生成 AI が普及する中、AI 研究とロボティクス研究の融合が進み、「人間のように自律的に動けるロボット」という世界観が見えてきたことで、ヒューマノイドロボットの開発が加速した。

ヒューマノイドロボット開発が活発化した技術的な背景としては、大規模言語モデル (LLM) をロボット制御に応用する手法が主流になったことがある。また、テキストだけではなく、音声や画像など様々な種類の情報を統合して扱うことができる「マルチモーダルモデル」の LLM が普及したことも大きな要因である。この結果、人間が言葉で伝えれば、具体的な指示を与えなくても、自律的に適切な操作をしてくれる AI エージェントの開発が進み、人間にとって自然で直感的な方法で操作できるヒューマノイドロボットの開発を後押しした。

ヒューマノイドロボットを開発する主な企業

ヒューマノイドロボットの開発で先行している主な企業の事例を図表 2 7 に掲げた。

図表 27 ヒューマノイドロボットを開発する主な企業

企業名 (国籍)	内容
テスラ (米)	完全自動運転のソフトをベースに、ヒューマノイドロボット「Optimus」を開発中。2026年に大量生産移行・販売開始をもくろんでいる。配送センターでの荷物の運搬、製造工場での部品の組み立てなどに使われる。将来的には家庭にも普及し、人間と共存し生活を豊かにする存在になることを目指す。
エヌビディア (米)	自社でヒューマノイドロボットを開発するのではなく、その頭脳となる半導体と開発環境をセットで有力メーカーに提供し、製品を開発させている。ロボットの開発のハブとなり、プラットフォーム提供者として基盤技術の覇権を握る戦略。米フィギュアAIがヒューマノイドロボット最新モデルの開発にエヌビディアの技術を活用するなど、同社が提供するコア技術は業界で広く採用されている。
アジリティ・ロボティクス (米)	物流や配送業務に特化したヒューマノイドロボット「Digit」を開発。Digitはアマゾンの配送センターに導入され、実際に稼働している。人間の作業員と共同でタスクを実行し、トレイの回収やトレイの移動などの繰り返し作業を実行する。米物流大手GXOロジスティクスが管理する倉庫でも2024年6月にDigitが「勤務」を開始。
フィギュアAI (米)	生成AIを実装したヒューマノイドロボットを開発。米オープンAIと提携を発表。最新モデル「Figure 02」は、人間が言葉でロボットに指示を出すと、カメラで周囲の環境を捉え、大規模言語モデルで解析し、推論機能でタスク実行のステップを立案し、自律的にタスクをこなす。
ボストン・ダイナミクス (米)	軍用ロボットの開発を起点とする同社は、ヒューマノイドロボット「Atlas」を開発。人間のような複雑で軽快な動作をし、災害救助や危険な環境での作業への活用が想定されている。
グーグルディープマインド (英)	米グーグルのAI開発部門の同社はヒューマノイドロボットの頭脳「Robotics Transformers」を開発。未知の環境下でもロボットが推論、考察し、さまざまな作業を実行できる。
サンクチュアリ (加)	スタートアップ企業の同社は、ヒューマノイドロボット「Phoenix」を開発。物体の認識機能や人間の手を再現したロボットハンドが搭載されており、多様な目的に使用できる。自動車製造企業マグナの自動車製造プロセスでの活用を目指す。
ユニツリー・ロボティクス (宇樹科技) (中)	高い身体能力をもつヒューマノイドロボット「Unitree G1」を開発。価格は16,000ドルからと、他社の人型ロボットと比べて、安価で導入しやすい。
広州汽車集団 (GAC Group) (中)	中国国有自動車大手の同社は2024年12月、自社開発のヒューマノイドロボットを公開し、2026年に完成機の小規模な生産を始めると発表。

出所：各種資料を基に東レ経営研究所作成

米テスラ社は開発中のヒューマノイドロボット「Optimus」の外販に 2026 年にも踏み切ると表明している。

オープン AI 社が出資する米スタートアップ企業のフィギュア AI 社のヒューマノイドロボットは、独 BMW 社が工場で試験利用している。

また、トヨタ自動車子会社の米トヨタ・リサーチ・インスティテュート社は 2024 年 10 月、米ボストン・ダイナミクス社とヒューマノイドロボットの開発で提携すると発表した。

2024 年 12 月には米シリコンバレーでビジネスイベントの「ヒューマノイドサミット」が初開催され、ヒューマノイドロボットが研究開発段階からビジネス段階へと移行しつつある様子

がうかがえる。

米ゴールドマン・サックス・リサーチ社は2024年1月に発表したレポートで、ヒューマノイドロボットの世界市場規模は2035年までに380億ドル（約5兆8,900億円）に拡大すると予測しており、1年前の予測である60億ドル（約9,300億円）から6倍以上に上方改定している³⁰。同レポートでは、ヒューマノイドロボットが工場に導入され始めるのは2024年から2027年の間、一般家庭に導入され始めるのは2028年から2031年の間の時期になると予測している。

中国ではヒューマノイドロボットが商業段階に

ヒューマノイドロボットは米国だけでなく、中国でも大ブームとなっており、商業段階を迎えている。中国メディアによれば、ヒューマノイドロボットを手がける企業は世界で約150社あるが、中国が80社超と半数以上を占めるとされている。

中国では、ロボットメーカーのユニツリー・ロボティクス（宇樹科技）社やユービーテック・ロボティクス（優必選科技）社、自動車大手の広州汽車集団などがヒューマノイドロボットの開発を行っているほか、この分野で米国をはるかに上回る数のスタートアップ企業が生まれている。

中国では、急激な少子高齢化と労働人口の減少を背景に、有力メーカーがヒューマノイドロボットの活用を急いでいる。経済成長鈍化の克服策の一環としてもヒューマノイドロボット活用による生産性向上に期待が集まっている。

すでにユービーテック社のヒューマノイドロボットは、自動車大手BYD社の湖南省の工場や、新興EVメーカーNIO（上海蔚来汽車）の安徽省の工場などに導入されている。

中国メーカーのヒューマノイドロボットは高性能であるにもかかわらず安価で導入しやすいため、勃興期の市場でシェア拡大と価格破壊を巻き起こすことを警戒する声が米欧企業の間で高まっている。

ロボットと人との協働・共生が進む

各社がヒト型二足歩行のヒューマノイドロボットの開発に注力している大きな理由の1つは、ヒューマノイドロボットであれば、特別な設備やインフラを用意しなくても、既存の社会インフラをそのまま利用することにより、人間社会に入って活躍できるからである。また、人間と言葉で自然なやりとりをしながら協働できるため、実社会で即戦力のデジタルレイバーとして活躍してもらうことができる。

社会実装の初期段階では、ヒューマノイドロボットの利用シーンは、深刻な人手不足問題を抱える製造業の生産ラインや物流業の運搬業務、危険な環境での過酷な作業や、高齢者介護の現場などでの繰り返し作業などへの活用が中心となるだろう。

だが、早晚、広範な領域で導入されるようになり、多くの産業現場において、人間とロボットが同じインターフェイスで作業を分担して協働するといった働き方が一般的になるだろう。

工場では、ロボットが自ら状況判断して自律的に動く「自働化」を目指す動きが進みそうだ。ロボットが異常を検知するだけでなく、その原因を分析し、自分で修理を行うといった使い方も一般的になるだろう。開発業務において、条件の検討や実験データの蓄積をロボットが実行し、その結果を踏まえた考察を人間とロボットが共同で行うといった協働スタイルも実現でき

³⁰ Goldman Sachs Research 「Humanoid robot: The AI accelerant」 2024年1月8日
(<https://www.goldmansachs.com/pdfs/insights/pages/gs-research/global-automation-humanoid-robot-the-ai-accelerant/report.pdf>)

るようになる。

人間の労働のロボットへの代替が進む

人間の場合、生まれた子が一人前の労働力になるまでに、長い年月と多額の費用がかかる。人が生涯学習により実践的なスキルを習得するのにも、相応の時間とコストがかかる。これに対し、ヒューマノイドロボットであれば、LLM による訓練によって高速でスキルを習得させることができる。ヒューマノイドロボットを導入する方が、人間の労働力を用意するよりも、容易、安価かつ効率的であるため、将来、ヒューマノイドロボットによる労働が人間の労働に置き換わっていくことは不可避と思われる。

ヒューマノイドロボットの普及は、私たちの働き方やライフスタイルを大きく変えるインパクトがある。もちろん、その実用化に向けては、法規制、セキュリティ、倫理的問題、社会的受容など多くの課題が存在するが、ヒューマノイドロボットがビジネスや生活のさまざまな場面で活用される時代が遠からず到来しそうだ。

本稿前半で見たように、AI エージェントが仮想的なデジタルレイバーとして、さまざまな分野で人間に代わって仕事をする時代が来るが、それに少し遅れて、物理的な存在であるヒューマノイドロボットが、人間に代わってさまざまな実世界のタスクを実行する時代が訪れると予想される。

私たちは、「AI・ロボットと人間が協働・共創する時代」におけるビジネスモデルの構築と、人と機械の新しい共存のあり方の探索に、今から真剣に取り組む必要がある。

開発の勝負ポイントが「身体性」に移行、日本にチャンス到来

2025 年 1 月に米国ラスベガスで開催された世界最大級のテクノロジー見本市「CES 2025」では、AI が主要テーマとして扱われたが、AI をロボットなど物理的な動作を伴う機械と組み合わせる「フィジカル AI」の開発熱が高まっている様子がうかがえた。米エヌビディアの創業者兼 CEO のジェンソン・フアン氏は「CES 2025」で、次なる時代のフロンティアはフィジカル AI にあると語った。

フィジカル AI によって AI 活用の場をデジタル空間から物理世界に広げる取組みが、ロボット・AI 開発の主戦場となりつつある。これに伴い、ヒューマノイドロボットの開発は、ロボットの「脳」に「身体性」を持たせることが重要なフェーズに入ってきた。

こうした中、日本には、物理的な動きやその制御など「身体性」の領域で強みを持つ企業が多く存在する。フィジカル AI の時代となったことで、身体性の領域に強い日本が競争優位に立てるチャンスが到来したと考えられる。

現状、ヒューマノイドロボットの開発や実用化に向けた取組みでは、米中企業が世界をリードしており、日本企業の存在感は小さい。しかし、もとより日本は世界最先端のロボット技術を持つロボット大国である。また、「鉄腕アトム」や「ドラえもん」など、ロボットが人間と一緒に活躍する漫画やアニメに親しんできたため、日本には人と共生するロボットを受け入れる社会風土が備わっている。さらに今、開発の勝負ポイントが「身体性を伴う AI の開発・活用」という、日本が強みを発揮できる領域に移行してきた。

これらの優位性を生かして、日本がヒューマノイドロボットの開発と社会実装で巻き返しを図り、世界で存在感を示すことを期待したい。

10. 質が問われる人的資本投資 — エンゲージメントと組織風土改革に注目 —

Point

- ① 本稿では、人的資本経営と企業価値向上のつながりの観点から最近注目が高まっている「従業員エンゲージメント」と「企業文化・組織風土の改革」の2つを取り上げる。
- ② 人的資本情報の開示義務化を受けて、人的資本情報として従業員エンゲージメントが脚光を浴びている。従業員エンゲージメントが、従業員のパフォーマンスを高め、企業業績にポジティブな影響を与えるという研究が蓄積されつつある。従業員エンゲージメントに関する情報開示を行う企業が増加傾向にある。
- ③ 日本の従業員エンゲージメントは世界最低水準である。今後労働人口が顕著に減少する日本では、「労働生産性の向上」が重要課題であり、そのためには、世界最低水準にある従業員エンゲージメントを向上させることは急務といえる。
- ④ 従業員エンゲージメントと業績との関係性をデータで明確に示すことによって、ステークホルダーに、従業員エンゲージメントと企業価値とのつながりを理解してもらいやすくなる。
- ⑤ 人的資本関連の各施策の効果測定や、評価結果を受けたPDCAを早く実行できるようにするためには、従業員エンゲージメントのデータ蓄積にすぐにも着手することが望ましい。
- ⑥ 人的資本経営に取り組んでいる企業が、従業員エンゲージメントを高めるために行っている施策の1つに企業文化・組織風土の改革がある。最近では、文化・風土の改革が、企業が直面するさまざまな経営課題に共通して横たわる、会社の生き残りをかけた、本丸の変革課題とみなされるようになってきた。
- ⑦ 自社が大事にし、醸成に努めている企業文化・組織風土を言語化し、社内外に発信すれば、当該企業の人的資本経営が未来の事業成長につながるとの期待や納得感をもってもらいやすくなる。

人的資本経営を価値向上につなげる鍵として

従業員エンゲージメントと組織風土改革に注目

人的資本情報の開示義務化が決定してから2年目を迎え、人的資本経営に取り組む企業が増えている。人的資本情報をただ開示するだけでなく、取り組み内容の質が問われる段階に入ってきた。なぜその情報を開示するにいったかというストーリーづくりに心を悩ます企業も少なくない。

しかし、現状、企業において人的資本経営や人的資本情報開示は、資本市場や労働市場における評価を意識して、議論されることが多い。だが、人的資本経営の本来の目的は、人材の価値を最大限に引き出すことで、中長期的な企業価値を向上させることにある。いくら素晴らしい人的資本戦略ストーリーを作成・開示しても、従業員の意識や行動が変わらなければ、実際の企業価値向上にはつながらない。

また、充実した人的資本情報の開示によって、自社の成長性を伝えて投資家の期待を醸成し、投資資金を呼び込めれば理想的であるが、現実はそのレベルの開示が実現できている企業は数少ない。

こうした中で、人的資本経営と企業価値向上のつながりの観点から、最近注目が高まっている「従業員エンゲージメント」と「企業文化・組織風土の醸成・改革」を本稿で取り上げたい。従業員エンゲージメントは、従業員の気持ちの変化を観測する指標で、複数の研究結果によって企業業績とも相関があることが示されており、多くの企業が重視するようになってきている。そして、従業員エンゲージメント向上のための方策の1つとして、企業文化・組織風土の醸成・改革に注力する例が増えてきた。

従業員エンゲージメントとは何か

人的資本経営は、従業員の気持ちが動かないことには、絵に描いた餅となる。従業員の気持ちを動かすには、従業員の気持ちを理解することから始める必要がある。従業員の心理的な多様性を把握するためのフレームワークを備えた調査を行うことが不可欠である。こうした中、従業員の心理的な変化を把握するための調査として、ここ数年日本企業で急速に広まっているのが、従業員エンゲージメント調査である。

従業員エンゲージメントとは、会社に対して従業員がどの程度貢献しようという気持ちがあるかの度合いを指す。経済産業省が2020年に発表した「人材版伊藤レポート」では、従業員エンゲージメントとは「企業が目指す姿や方向性を、従業員が理解・共感し、その達成に向けて自発的に貢献しようという意識を持っていること」と定義されている。同じく経済産業省から22年に発表された「未来人材ビジョン」では、エンゲージメントは「個人と組織の成長の方向性が連動していて、互いに貢献し合える関係」と表現されている。

従業員エンゲージメントは、近年、従業員のパフォーマンスを高め、企業業績にポジティブな影響を与えるという研究が蓄積されてきたことに伴って、欧米の企業経営において経営層の報酬に連動するKPI（重要業績評価指標）として設定されることが広まり、それが徐々に日本にも波及し、人的資本経営の重要な経営指標の1つとして、多くの企業で活用されるようになった。

人的資本情報として注目を集めるエンゲージメント

人的資本情報としてエンゲージメントが注目されるようになった発端は、2018年に国際標準化機構（ISO）が発表した「人的資本情報開示のためのガイドライン（ISO30414）」が規定する58の指標の1つに、エンゲージメントが掲げられたことにある。2020年には米国証券取引委員会（SEC）が、米国株式市場の上場企業に対して人的資本情報の開示を義務化し、ISO30414への準拠を推奨した。

同時期に、日本においても経済産業省が「人材版伊藤レポート」（2020年発表）の中で、従業員エンゲージメントが、企業の人材戦略に共通して求められる観点の1つとして取り上げられた。2022年に発表された「人材版伊藤レポート2.0」では、自社にとって重要なエンゲージメントを特定し、その状態を測定することが重要と指摘された。

従業員満足度とエンゲージメントは別物

なお、従業員エンゲージメントが注目される前には、従業員満足度（Employee Satisfaction：ES）が広く活用されてきた。これが人的資本情報として開示されている例も多く、従業員満足

度と従業員エンゲージメントが区別されずに使われているケースもあるが、両者は異なる概念である。従業員エンゲージメントは従業員が会社の理念や目指す方向性に共感したうえで、「どれだけ主体的に貢献したいと考えているのか」を表すものであるのに対し、従業員満足度は従業員個人の尺度で、給与や労働条件、人間関係といった観点から「どれくらい会社に満足しているか」を表すものである。

学術的には、従業員満足度の高さは組織への愛着を促すものの、仕事のパフォーマンスを高める効果は弱いことが示されている。そのため、企業のパフォーマンスを高める効果がより高い従業員エンゲージメントが注目されるようになってきた。

従業員エンゲージメントの開示状況

2023年のパーソル総合研究所の調査によれば³¹、2023年3月期決算のTOPIX500構成企業（380社）のうち、従業員エンゲージメントに言及している企業は64.2%だった。同時に、エンゲージメントの実績値（従業員サーベイの結果）の情報を開示していた企業は27.9%にとどまった。また、同調査によれば、従業員エンゲージメントを高めるための施策に言及していた企業は40.0%であった。

人的資本開示の義務化から2年目を迎え、従業員エンゲージメントに言及する企業はさらに増え、その開示内容を拡充する企業も増えつつある。

株式会社大和総研がTOPIX100の有価証券報告書および統合報告書（2024年9月1日時点で公表されているもの）を対象に行った調査によれば、有価証券報告書または統合報告書に従業員エンゲージメントに関する記載（定性的・定量的を問わず）が見られた企業は94社で、9割超の企業が従業員エンゲージメントについて何らかの記載を行っていた³²。さらに、従業員エンゲージメントスコアを開示している企業は65社であった。

また、同調査によれば、従業員エンゲージメントの相関分析を開示している企業も11社と、1割以上となっている。

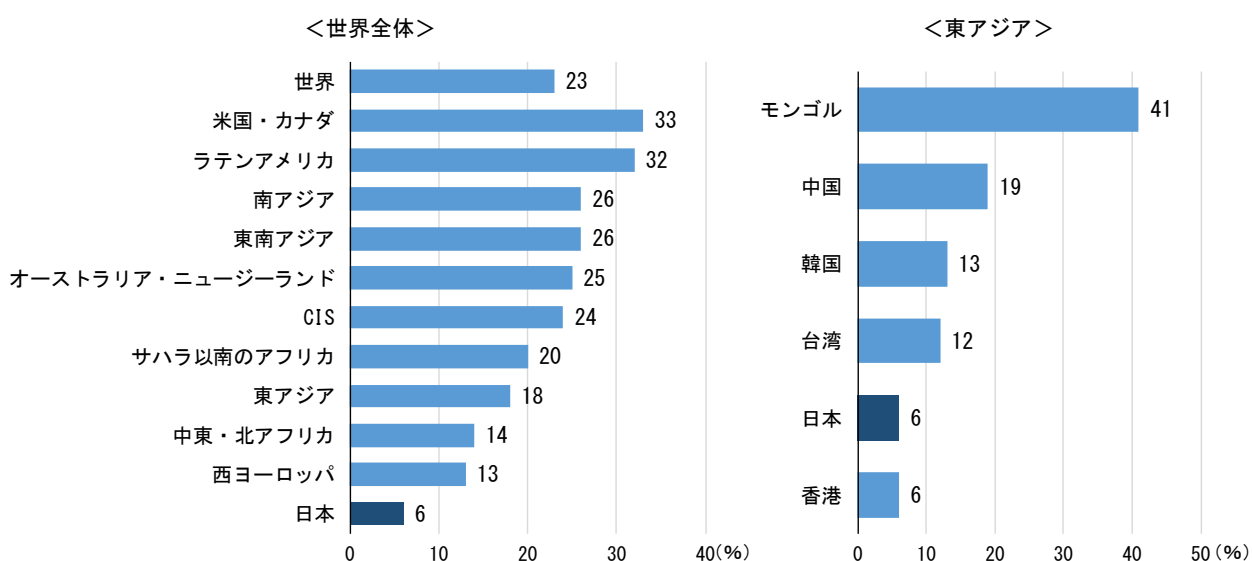
日本の従業員エンゲージメントは世界最低水準

米ギャラップ社の調査によれば、日本の従業員エンゲージメントは、世界全体でみて最低水準にある。日本の従業員エンゲージメントの指数（仕事に対して意欲的かつ積極的に取り組む人の割合）はわずか6%にとどまり、世界平均23%を大きく下回っている（図表28）。

³¹ <https://rc.persol-group.co.jp/thinktank/column/202310310001.html>

³² 大和総研「人的資本経営と従業員エンゲージメント 従業員エンゲージメントの開示から企業価値との関係を探る」（2024年12月24日）

図表 28 従業員エンゲージメントの国際比較
 (「仕事に対して意欲的かつ積極的に取り組む人 (Engaged)」の割合)



出所：「State of the Global Workplace 2024 THE VOICE OF THE WORLD'S EMPLOYEES」を基に東レ経営研究所作成

日本で従業員エンゲージメントの向上が重要な課題と認識されるようになった背景の1つとして、日本が世界に先駆けて労働人口が顕著に減少する局面に突入したことがある。

日本の生産年齢人口(15~64歳)は、2015年時点の7,700万人から2043年に6,000万人、2062年には5,000万人を割る見通しである。日本が今後も豊かさを維持していくためには、少ない労働力で高いパフォーマンスを発揮できる「労働生産性の向上」が重要な課題となる。そのためには、世界最低水準にある従業員エンゲージメントを向上させることは急務といえる。

飲みニケーションの減少もエンゲージメント調査の普及を後押し

近年、日本において従業員エンゲージメント調査が重視され、普及が進んだ背景には、日本特有の事情もある。日本企業では、従業員エンゲージメントは長らく、上司と部下がお酒を飲みながら親睦を深める“飲みニケーション”の場で感覚的にかがいがい知ることという実態があった。それがコロナ禍以降、テレワークの普及と働き方改革の進展により、飲みニケーションの機会が減ったばかりか、「ちょっといい？」と部下に声をかける機会さえも減少したため、顔色を見ながら部下の本音を感じ取る手段が失われてしまった。こうした問題の対策の1つとして、従業員エンゲージメント調査が日本企業に急速に普及していった面があると推察される。

従業員エンゲージメント開示のメリット

従業員エンゲージメントと業績との関係性をデータで明確に示すことによって、ステークホルダーに、従業員エンゲージメントと企業価値とのつながりを理解してもらいやすくなる。

現状、「エンゲージメントスコアが前年比で改善したから企業価値も高まったはず」という説明にとどまる企業が多い。従業員エンゲージメントと業績の関係性がデータで説明されれば、エンゲージメントスコアと企業価値とのつながりをより説得力をもって語れるようになる。

なお、従業員エンゲージメント調査は、従業員の「気持ち」の変化を観測するためのものであるため、高頻度で行う必要がある（年1回以上の頻度で実施するのが望ましいとされる）。

従業員エンゲージメントに重点を置いた人的資本経営を実践している企業の事例として、エーザイ株式会社と SOMPO ホールディングス株式会社の2社の取組み概要を図表29に掲げた。

図表29 従業員エンゲージメントを重視した人的資本経営の実践事例

企業名	内容
エーザイ株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ○人的資本経営の効率を測るために独自の指標「E-HCI(エーザイ・ヒューマン・キャピタル・インデックス)」を導入。指標を構成する3要素(エンゲージメント、人財投資効率、人的資本ROI(投下資本利益率))の筆頭にエンゲージメントが据えられている。 ○年次のグローバルエンゲージメントサーベイを2021年度より導入し、同社グループのグローバル全企業の社員の会社や業務、組織風土に関する意識を調査、指標化し、分析や改善アクション、人事戦略の検証・強化などに活用している。 ○「総合的なエンゲージメントスコア」はグローバル製薬企業平均を上回る良好な水準を維持している。 ○スコアに改善余地があった「イノベーションを生み出せる環境」に関する項目においては、多様な価値観やアイデアの相互理解に基づく対話や、失敗を学びにつなげる組織文化の醸成、新たなスキル獲得に向けた成長支援など、諸施策への取組みの強化を行っている。 ○調査結果の分析から、自由な議論が生まれにくい組織風土になっている可能性がある判断。改善策の1つとして2023年度から、社員が本音を言える風土を作り出すことを目的とした従業員同士や役員、人事部門がコミュニケーションをとれる場を設ける「プロジェクトアカチョウチン」を実施している。
SOMPO ホールディングス株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ○社員一人ひとりの「やりがい」や「幸福度」の向上が、高い生産性を実現する原動力になると考え、2021年度に従業員エンゲージメントをグループ共通のKPIとして設定し、エンゲージメントスコアを開示。 ○エンゲージメントは、「個人の変化」、「関係性の変化」、「組織の変化」という3つの変化が相互に作用し高まっていく。同社では、MYパーパスを出発点に、パーパス浸透や働き方改革等のさまざまなアクションを展開することで、このエンゲージメント向上につながる、個人・組織の内側で起こる3つの変化からなる「内なる変化」を引き起こそうと取組んでいる。 ○個人の変化の検証:MYパーパスを言語化し、MYパーパスと同社のパーパスとの重なりを認識している組織ほど、エンゲージメントが高い傾向を確認している。 ○エンゲージメント・サーベイの結果は、グループ全体で上昇傾向となっており、取組みの成果が現れてきている。また、エンゲージメントを高めることが、チャレンジ意欲の増加につながり得ることがデータでも明らかになっている。

出所：各種資料を基に東レ経営研究所作成

拡大する従業員エンゲージメント市場

人的資本情報の開示義務化に伴い、多くの上場企業が従業員エンゲージメントスコアを開示情報として選択することになったことを受けて、従業員エンゲージメントの診断およびサーベイクラウドの市場が拡大傾向にある。

矢野経済研究所の調査によれば、従業員エンゲージメント診断・サーベイクラウドの市場規模は2023年の91億円から2024年には118億円、2025年には130億円に拡大する見通しで

ある³³。従業員エンゲージメント診断・サーベイクラウドを提供する企業がコンサルティングサービスを提供しつつ、エンゲージメントスコア向上や組織改革までを支援する SaaS 型サービスを開発・上市する動きが活発になっている。

急がれるエンゲージメントのデータ蓄積

人的資本投資の効果が財務指標に現れるまでには、数年以上の時間がかかる場合が多い。総じて、人的資本経営の特定の施策の投資対効果を早期に評価することは難しい。

しかしながら、従業員エンゲージメントは、人的資本経営の打ち手の影響が比較的早期に現れる指標と考えられる。さらに、従業員エンゲージメントは企業業績に影響を与えるといった研究成果が蓄積されつつある。したがって、従業員エンゲージメントの向上に寄与した人的資本経営の施策は、財務的にインパクトがある取組みであると推定できる。

とはいえ、従業員エンゲージメントという指標で、人的資本経営の効果を測定するには、少なくとも数年分以上のデータの蓄積が必要である。人的資本関連の各施策の効果測定や、評価結果を受けた PDCA³⁴を早く実行できるようにするためには、従業員エンゲージメントのデータ蓄積にすぐにでも着手することが望ましい。

企業文化・組織風土の改革

従業員エンゲージメントを重視して人的資本経営に取り組んでいる企業が、従業員エンゲージメントを高めるために行っている施策としては、人事制度の改定、企業文化・組織風土の改革、コミュニケーションの活性化、労働時間の短縮、人材育成、スキルアップ、自律的なキャリア形成に向けた支援、上司による「1 on 1」³⁵の実践、部下マネジメントスキルの向上など、多種多様なものがある。

ここでは、企業文化・組織風土の改革をクローズアップしたい。

文化・風土改革が本丸の変革課題に

企業文化や組織風土の改革は、昔から企業で行われていたが、これまでは「人や組織を元気にする」あるいは「コミュニケーションを活性化する」ための施策として取組まれることが多かった。

ところが最近では、企業が世の中の急速な変化に俊敏に対応して生き残るには、DX（デジタルトランスフォーメーション）・GX（グリーントランスフォーメーション）・SX（サステナビリティトランスフォーメーション）という3つの変革に取り組むことが課題となる中、これらの変革の成否を大きく左右するのが企業文化や組織風土であることが、広く認識されるようになってきた。つまり、企業文化・組織風土の改革は、企業が直面するさまざまな経営課題に共通して横たわる、会社の生き残りをかけた、本丸の変革課題と考えられるようになってきた。

また、従業員の流動化が高まる中で、社員の働きがいの向上、個人のパーパスと会社のパーパスを連動させた価値創造などに本気に取り組む企業が増えてきている。企業に独自の文化や風土がなければ、従業員はより魅力的な報酬などのインセンティブが外から提示されれば、離職

³³ https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/3587

³⁴ 計画・実行・評価・改善の観点から企業の活動を見直し、業務を継続的に改善する手法。

³⁵ 上司と部下が1対1で定期的に面談を行うマネジメント手法。

しかねない。「こういう文化が好きだから、ここでチームとして仕事をしていきたい」と思わせる情緒的なつながりの醸成が重要な時代となった。

企業文化・風土改革を進める手順

企業文化・組織風土の改革を進める際の参考として、アビームコンサルティングが推奨している手順、エンプロイヤーバリュープロポーション（EVP）を定義する方法について紹介したい³⁶。

まず、従業員エンゲージメントという指標に加えて、従業員エクスペリエンス、すなわち、従業員が日々働く中でどのような経験をし、どのような思いを抱えているかについても聴取する。エンゲージメントとエクスペリエンス両方のデータを取得し、両者の相関や因果を分析すれば、どんなエクスペリエンスがエンゲージメントを左右するのが把握できる。その情報を踏まえて、従業員の気持ちを動かすためのメッセージを組み立てる。

その際、会社視点の押しつけがましいメッセージではなく、従業員にとっての価値やメリットが明記されていることが大切である。従業員の視点に立って、その後実施していく施策の位置づけと従業員にとっての価値を分かりやすく、共感しやすい形で伝えていく。

このメッセージをエンプロイヤーバリュープロポーション（EVP）と呼ぶ。EVPは直訳すると「雇用主としての価値の表明」で、自社の従業員に対する「働く場」としての提供価値を明確に定義したものである。「なぜあなたはここで働くべきなのか？」という問いへの端的な答えがEVPといえる。

EVPを定義する上では、働き手の期待に応えるだけでなく、人材獲得上の競合との差別化を明確にし、「自社らしさ」を表現する必要がある、そうでなければ、従業員としては、会社が約束することに価値を感じられ、気持ちが動かされないからである。

このようなステップを踏んでEVPを定義すれば、「その企業ならではの」の企業文化・組織風土の醸成に向けた改革の実効性を高めることができると考えられる。

企業文化・風土改革の具体事例

人的資本経営の一環として、従業員エンゲージメント向上のために企業文化や組織風土の改革を推進している企業の例として、愛三工業株式会社、富士通株式会社の2社の事例を図表30に示した。

³⁶ 久保田勇輝『人材マテリアリティ 選択と集中による人的資本経営』（2024年、日経BP）

図表 30 企業文化・組織風土改革の具体事例

企業名	内容
愛三工業株式会社	<p>○同社は、グループ経営ビジョン「VISION2030」(2021年策定)の中で、新たな事業を支える3つの基盤として、「デジタル革新による働き方改革」のほか、「人財」「風土」を掲げ、多様な人財の育成・確保と、チャレンジ精神あふれる風土の醸成に注力している。</p> <p>○2022年に従業員エンゲージメント調査を実施。従業員エンゲージメントを高めるために、“愛三の働きがいをみんなでつくる”活動の第一弾として、2023年6月から社員と経営層の対話会「愛三カタリバ」をスタートさせている。</p> <p>○「愛三カタリバ」は社員と経営層が一緒になって、よりよい未来を創るために一緒に語り合う場として設けられている。自分の意見が尊重されると感じることで従業員のモチベーションが向上した、経営層と社員が一体となって目標に向かうことで、組織全体の一体感が強まった、多様な意見が集まることで、新しいアイデアや改善策が生まれやすくなったなどの効果が報告されている。</p>
富士通株式会社	<p>○同社は、従業員一人ひとりのパーパス(目的や意義)を掘り出し、言葉にする対話プログラム「パーパスカービング」を2020年6月より実施している。同プログラムは、従業員一人ひとりが歩んできた道のりや大切にしている価値観を振り返り、未来に向けて想いを馳せながら、個人のパーパスを彫り出し、個人のパーパスと会社のパーパスを連動させ、組織全体の変革の原動力にすることが狙いである。</p> <p>○同社は「パーパスカービング」などの取組みを通じて、従業員のエンゲージメントスコアを向上させており、スコア分析結果に基づきさらなる改善に向けた施策を実行している。</p> <p>○同社の人的資本経営ストーリーの中には、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「パーパスカービング」、「1on1」の対話を通じて富士通のパーパスやビジョンと個人のパーパスをすり合わせていること ・自らの改革を測る指標として従業員エンゲージメントを非財務指標に設定していること <p>が盛り込まれている。</p>

出所：各種資料を基に東レ経営研究所作成

むすび

これまで見てきたような企業文化・組織風土の改革は、人事部が単独で進められるものではない。人事部任せでは、職場別・階層別のアプローチはできても、部門間の役割分業意識があるため、人事部が事業面にアプローチすることが難しく、風土改革の取組みを事業成長に結びつけることができなくなってしまう。

経営企画部門と人事部が協働して推進することが必要不可欠である。それにより、文化・風土改革が、事業変革と組織変革を連動させる経営全体の取組みであることを、従業員に認識させることができる。

最後に、人的資本情報開示において企業文化や組織風土を語ることの意義について触れておきたい。

従業員エンゲージメントなどの人的資本関連データや人的資本投資の取組みをただ列挙するだけの開示では、それらが自社の未来の事業発展につながるという「確からしさ」をステークホルダーに伝えて期待を抱かせるのは困難である。そこで自社が大事にし、醸成に努めている企業文化・組織風土を言語化し、社内外に発信すれば、当該企業の人的資本経営が未来の事業成長につながるとの期待や納得感をもってもらいやすくなると考えられる。こうした意義を認識して、企業文化や組織風土の言語化・発信に注力する力を入れるべきであろう。

【補遺】2024年初に筆者らが発表した「2024年日本産業を読み解く10のキーワード」*の各項目について、過去1年の動向をフォローアップした表を以下に掲載します。

	2024年のキーワード	過去1年間の振り返りコメント
1.	生成AIの民主化で新局面を迎えるDX	DXに全社的に取り組む日本企業は一段と増加。デジタイゼーションおよびデジタライゼーション段階での取組みが中心で、デジタルトランスフォーメーション段階での取組みは道半ばであるが、重要課題と認識する企業が増加。生成AIは導入したものの、業務への活用状況は不十分という課題を抱える企業が多い。
2.	企業・業界をまたぐ横断的なデータ連携の動きとどう向き合うか	EUは製造業全体の効率化を目指す「Manufacturing-X」や自動車業界の「Catena-X」といった産業向けデータスペース構築の動きを加速。日本でも「ウラノス・エコシステム」という日本版データスペースの構築に向けた動きが始動（データ連携第1弾として車載電池のCO2排出量データ共有開始）。24年10月には経団連が産業データスペース構築に向けた提言を発表した。
3.	中長期的な気候変動対策の強化に向け、加速する脱炭素化とエネルギー転換	再生可能エネルギーの導入は進んだものの、人件費や資材費など各種コストが上昇し、送電網のキャパシティ不足や各種手続きの遅れなど、一層の推進には課題が依然として多い。米国トランプ政権の発足など、政策面の不透明感も増している。
4.	エネルギー転換の加速に向け、重要度が増す水素	プロジェクト数自体は伸びているものの、再エネコストの上昇や需要の不足などを背景に中止に追い込まれるプロジェクトもみられるようになった。政策面での手当は進んでいるものの、十分とは言えない。
5.	サプライチェーン全体の持続可能性が求められる時代の到来	欧州ではサステナビリティ情報開示に関する規制が次々と導入され、日本でもサステナビリティ基準委員会（SSBJ）の基準が25年3月に最終化されることとなり、企業にとってこれらの開示規制への対応としてサプライチェーン全体の持続可能性が重要な経営課題に。サステナビリティのテーマは、脱炭素などの気候変動対応から、循環経済、生物多様性、人権などへと拡大。
6.	サーキュラーエコノミーへの転換と注目高まるネイチャーポジティブ	生物多様性と両立したビジネスへの転換が課題となる中、自然関連財務情報開示タスクフォース（TNFD）の枠組みに沿った開示を表明した企業が増加。24年10～11月に開催された生物多様性条約第16回締約国会議（COP16）では、政府間での議論は膠着したが、産業界では自然・生物多様性の保全に対する問題意識が高まっている姿が確認された。
7.	5・6GやメタバースなどICTの発展で縮まるバーチャルとリアルとの距離	メタバースはやや停滞したものの、XR分野で巨大テック企業による取り組みが進められている。また、キー技術である6GやIOWNなどの技術開発も進み、一部で商用化に向けた実証実験も。
8.	ものづくりのデジタル化・イノベーション	米NVIDIAがロボットの学習・トレーニングを人間の手を介すことなく可能とするなど、AIの高度化によりデジタル化やイノベーションが加速するも、日本企業での取り組みは必ずしも進んでいないのが現状。3Dプリンターは日本でも徐々に普及が進む。
9.	ニューロテック（ブレインテック）のビジネス活用に向けた動き	BMI（Brain Machine Interface）で世界をリードする米ニューラリンク社がヒトへのデバイス埋め込みをついに達成し、同社デバイス性能の客観的評価が始まった。ニューロテック業界では、侵襲型BMI企業のデバイス性能の客観的検証が今後の注目点に。脳科学に基づき、脳波や脳血流といった生体情報を測定し、商品の宣伝や販売策を練る「ニューロマーケティング」が広がってきた。
10.	生成AI時代の人的資本経営に求められるリスクリング	人的資本情報の開示義務化が決定してから2年目を迎え、人的資本経営に取り組む企業が増加。また、生成AIの普及により、今後消失する業務から、労働力需要が高まる成長分野への労働移動を実現させて、技術的失業の発生を回避する必要があるとの認識が広がった。こうした中、「人への投資」強化の一環としてリスクリングに注力する企業が増加しつつある。

* <https://www.tbr.co.jp/info/article.html?contentId=qva6h7skjmj>

（ご注意）

- ・当資料は信頼できると思われる情報に基づいて作成されていますが、東レ経営研究所はその正確性を保証するものではありません。内容は予告なしに変更することがありますので、予めご了承ください。
- ・当資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、何らかの行動を勧誘するものではありません。当資料に従って決断した行為に起因する利害得失はその行為者自身に帰するものとしたします。