

グローバル・ライトハウス・ ネットワーク： AI導入のスピードとスケール

白書

2023年12月



目次

エグゼクティブ・サマリー	3
2023年のライトハウスの紹介:今最も先進的な工場	5
1 第四次産業革命の変曲点	7
1.1 劇的な変化と不確実性によって、イノベーションが躍進	8
1.2 第四次産業革命の切り札は機械知能	8
1.3 導入のS字曲線:学習から実行の第2章	9
1.4 ライトハウスは「ファスト・フォロワー」の先鞭をつける	11
2 ライトハウスの導入曲線を引き上げる組織のケイパビリティ	12
2.1 数十のユースケースから数十の工場へ	13
2.2 リーダーたちに学ぶ:第四次産業革命を構築する6つのガイド	13
2.3 さらにスケールリングを見据えて	20
3 AI時代における導入の加速化	21
3.1 インパクトは至るところにある:あらゆるプロセスにAIを応用	23
3.2 インパクトを遠くまで、広く、速く:「資産化」による「AIの民主化」	25
3.3 システムレベルでの意思決定の自動化に向けて	26
3.4 バリューチェーン全体にわたる生成AIイノベーション	27
3.5 過去の生成AIパイロットも加速させる	28
4 グローバル・ライトハウス・ネットワークの次の5年間の方向性	30
4.1 募集と参加	31
付録:ライトハウスのユースケース、変革ストーリー、インパクト	32
協力者	39
参考文献	41

グローバル・ライトハウス・ネットワークは、世界経済フォーラムがマッキンゼー・アンド・カンパニーの協力を得て設立したイニシアチブであり、諮問委員会のメンバーにはコンテンツラリー・アンペレックス・テクノロジー・リミテッド (CATL)、フォックスコン・インダストリアル・インターネット、ヘンケル、ジョンソン・エンド・ジョンソン、コチ・ホールディングス、マッキンゼー・アンド・カンパニー、シュナイダーエレクトリック、シーメンスといった業界リーダーが名を連ねる。ネットワークに参加する工場やバリューチェーンは、独立した専門家パネルによって認定を受ける。

免責事項

本書は、世界経済フォーラムが、プロジェクト、インサイト領域、相互作用への貢献として発行したものである。本書に記載された所見、解釈および結論は、世界経済フォーラムによって促進され、承認された協プロセスであるが、その結果は必ずしも世界経済フォーラムの見解を代表するものではなく、そのメンバー、パートナー、その他のステークホルダー全体を代表するものでもない。

© 2023 World Economic Forum. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, including photocopying and recording, or by any information storage and retrieval system.

エグゼクティブ・サマリー

世界経済フォーラムのグローバル・ライトハウス・ネットワークは発足以来、ほぼ10倍に拡大した。認定された各ライトハウス(灯台=指針)は、製造業の最先端の姿を示している。

過去3回の産業革命には、時代を変える画期的技術があった。それぞれ順に、蒸気機関で動く機械化、電力を使った大量生産、コンピューター制御のオートメーションが登場した。今、第四次産業革命を象徴するのは、過去には考えられなかったテラバイト級のデータを活用して稼働する機械知能であるのは明らかだ。重要なトレードオフ決定の自動化・最適化という新しく獲得したケイパビリティ(強みとなる組織力)を発揮するAIが「指揮者」に躍り出て、第四次産業革命が生んだ多種多様な技術の「アンサンブル」から、記録破りのパフォーマンスを発揮する「交響曲(シンフォニー)」までタクトを振る。

グローバル・ライトハウス・ネットワークの立ち上げから5年が過ぎた今、効果が実証された第四次産業革命のユースケースは700件を超え、うち200件で高度なAI技術を活用。これはライトハウスがパイロットを乗り越えてきた何よりの証拠である。新たな課題は、「**スケーリングの壁**」だ。学習曲線の真のピークの手前に現れる「偽のピーク」を超えると、導入がひとりどりに停滞する。単一拠点で採用したアプローチをネットワーク全体に再現するのにかかるコストを惜しむ企業があるためである。

ライトハウスは、それでも実施に踏み切る。その82%ほどがプロジェクト立ち上げの時点からスケーリング最優先で設計し、数十、ときには数百件もの実装を一気に目指す。工場全体を個々のユースケースではなく新たな「パイロット」として扱い、変革効果を10倍、そして単一拠点でのアプローチの投資収益率を2倍近くに伸ばそうとする。

かつてのパイロットをしのぐべく、ライトハウスがこれまで構築した数々の優位的機能は、規模拡張に向けて目下強化している機能と同じだ。まずGPSを設定する。つまり、工場、そして今はネットワーク

全体から価値を確保する戦略とロードマップを策定する。次に、プロジェクト遂行機能——有能な人材、アジャイル¹、技術、データ——を備えたエンジンを強化し、学習とイノベーションを支えるエコシステムのコラボレーションでエンジンを円滑に動かし続ける。運営には精度の高い変更管理が不可欠だ。そのためライトハウスは権限のある推進部署「トランスフォーメーション・オフィス」を配備することが多い。

初期のAIパイロットの多くは、工程レベルで展開し、最小限の範囲、最低限のリスク、最速で反復した。現在、各ライトハウスの組織機能は、パイロットをはるか上を行くレベルでAIを一気に採用している。成熟度の高いAI技術のユースケースの実装は200件を超え、ライトハウスが運営するあらゆる工程に及ぶ。

ライトハウスはまた、ユースケースをパッケージにして展開の加速と規模拡張を図る手法として「**資産化**」を行い、誰でも利用できるようAIを「民主化」している。このツールキットを使って、AIユースケースを(年月単位ではなく)わずか数日や数週間で完全展開させた事例もある。ここでは、既存技術との相互運用性を守るモジュラー・コード・パッケージ、展開を加速するノーコード・プラットフォームのような生産性向上ツール、導入を確実なものにするデジタル・アップスキリング教材が使用されている。

AIをコマンドセンターにするアプローチは、ライトハウスですますます一般的になっている。個々の工程の集合体全体をつなげ、制御し、劇的な変化への対応を動かすのは、「**コグニティブ・オートメーション**(人間の知覚や経験による判断に基づく行動を模倣する自動化)」だ。複雑なトレードオフの決定を自動化し、ループの「中」ではなくループの「上」にいる人間に一歩近づく機能だ。オペレーターは将来、今は技術者が行うタスクを担当することになる。

重要なことは、「信頼のためのトレーニング」も行われている点だ。主導権を渡す前に、「閉ループ型」のフィードバックを優先的に十分行い、信頼区間を広げることがある。

機械知能における最新の技術革新である生成 AI もまた、ライトハウスでは最優先事項だ。最新のライトハウスはどれも生成 AI のパイロットを進めているが、そうやってしかるべきである。生成 AI の導入には、世界経済に年間 2.6 兆から 4.4 兆米ドルの価値を生み出すポテンシャルがあるからだ。その 4 分の 1 近くは、製造業とサプライチェーン関連で生産性が向上することによってもたらされる見込みだ。

ライトハウスは、データ構築が最も手薄なところで生成 AI が力を発揮することを示した。製造現場では、パイロットは人間の生産性に頼るユースケース、例えば、技術アドバイザーやオペレーターのコパイロットの「ショートカット」となることが多い。その多くはわずか数週間で実装され、ライトハウスがこれまで構築した優位的機能のおかげで弾みがついた。生成 AI の出発点は、5 年前に採用された AI の出発点よりもはるかに進んだところにある。

第四次産業革命が「学習」から「実行」に舵を切り、ライトハウスが「スケーリングの壁」を克服し始めると、ネットワークレベルで影響が現れる。先陣を切る組織と遅れをとる組織との距離は広がるばかりで、戦略的な対応が必要になる。最初に過去のパイロットに弾みをつけたライトハウスから学び、

それから進路を決めれば良い。業界初のテクノロジーやユースケースのインパクトを身をもって示す「イノベーター」でも、ネットワークレベルの加速と規模拡張に伴う課題解決を支援する「アクセラレーター」でも良い。あるいは拡張性とコスト効率を実証済みでそのまま使えるソリューションをいち早く取り入れる「ファスト・フォロワー」でも良いだろう。こうした、新たに見出された選択肢が続々と現れる中、避けるべき対応はたったひとつ——何もしないことだ。

本白書では、第四次産業革命の進捗を AI のスピーディな導入という観点から考察する。第 1 章（第四次産業革命の変曲点）では現状と、「学習」から「実行」へのシフトには製造業が一丸となった戦略的対応が必要である理由を検討する。第 2 章（ライトハウスの導入曲線を引き上げる組織のケイパビリティ）では、フロントランナーたちが組織優位性をどのように蓄えて過去のパイロットを加速したのか、ひいてはその組織力を拡張してどのようにスケーリングが果たせるのかを詳しく見ていく。第 3 章（AI 時代における導入の加速化）ではこうした組織優位性の意味合い、つまりバリューチェーン全体に機械知能を素早く実装し圧倒的なパフォーマンス向上を目指す、ライトハウスの組織としての強みを紹介する。最後に第 4 章（グローバル・ライトハウス・ネットワークの次の 5 年間の方向性）では、グローバル・ライトハウス・ネットワークの未来を展望する。



2023年のライトハウスの 紹介：今最も先進的な工場

2018年に世界経済フォーラムはマッキンゼー・アンド・カンパニーの協力を得て、最も革新的な製造業界のリーダーを選出。小さかったグループはやがてグローバル・ライトハウス・ネットワークとなった。

現在、グローバル・ライトハウス・ネットワーク (GLN) は、第四次産業革命のテクノロジーで工場やバリューチェーンの変革に取り組んでいるコミュニティとして世界に認められている。どのメンバーもそれぞれの業界で、誰もが認めるリーダーである。そのことを踏まえ、GLNはこのネットワークが未来に向かって進めるよう、伴走者となる諮問委員会を組織した。

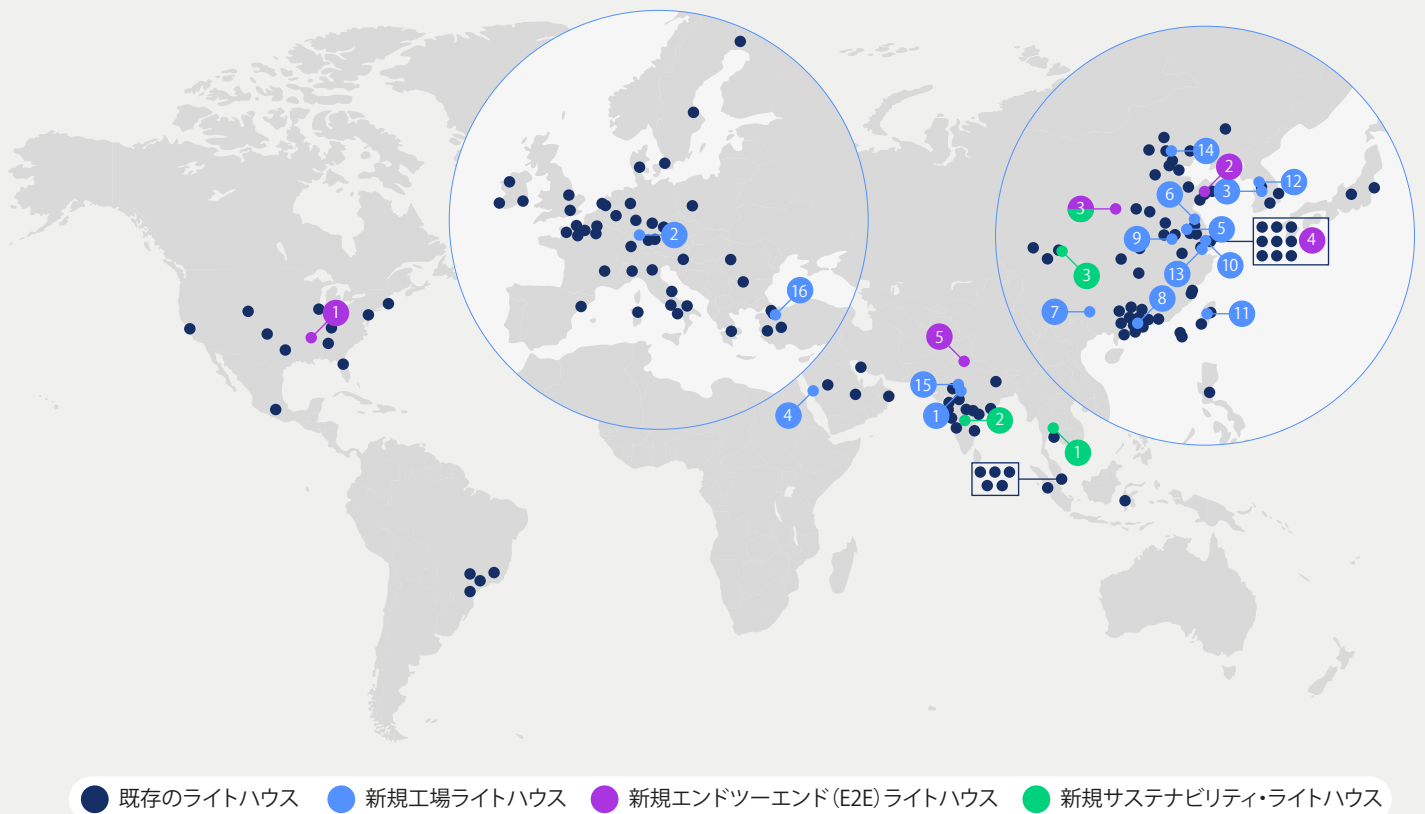
最新のライトハウスは、第四次産業革命の先鋭である。本白書ではこうした業界トップのロールモデルを紹介し、彼らが「試行段階の停滞」をどのように乗り越え、スケーリングを実現する険しい道に乗り出せたのかを説明する。

グローバル・ライトハウス・ネットワーク の現在：153 拠点

GLNは立ち上げ以来、16 拠点から153 拠点へと10 倍に増えた。どのライトハウスも最先端の技術とアプローチを駆使したリーダーシップを発揮し、急成長を果たし、レジリエンス（強靱性）を高め、環境サステナビリティを実現したことが評価された。99 拠点が工場ライトハウスで、四方を壁に囲まれた特定の製造拠点で急速な変革を遂げている。残り54 拠点は、エンドツーエンド (E2E) ライトハウスで、その企業のバリューチェーン全体に影響を与える技術を展開している。うち、17 拠点はサステナビリティ・ライトハウスでもあり、二酸化炭素排出、廃棄物および生産用水使用量の削減技術導入のロールモデルとなっている。

第四次産業革命の先鋭工場

GLNは2023年に、21 拠点をコホートとしてライトハウスに新たに認定した。うち16 拠点が工場のライトハウスであり、残り5 拠点がE2Eバリューチェーンのライトハウスである（付録を参照）。また、ライトハウスとしての認定に加え、環境フットプリント削減を目指す卓越したテクノロジーの活用が評価された4 拠点がサステナビリティ・ライトハウスにも認定されている（別表を参照）。これら最新の追加メンバーは、製造とバリューチェーンが進化した未来を垣間見せてくれる。これらの総合評価から、メンバーは第四次産業革命の先鋭となる。今期認定されたライトハウスに共通する、主なトレンドは、これまでの常識を打ち破るデジタル成熟レベル、機械知能 (MI) の急速な普及、立ち上げから規模拡張を念頭に置いた展開を実施する変革プログラムなどだ。



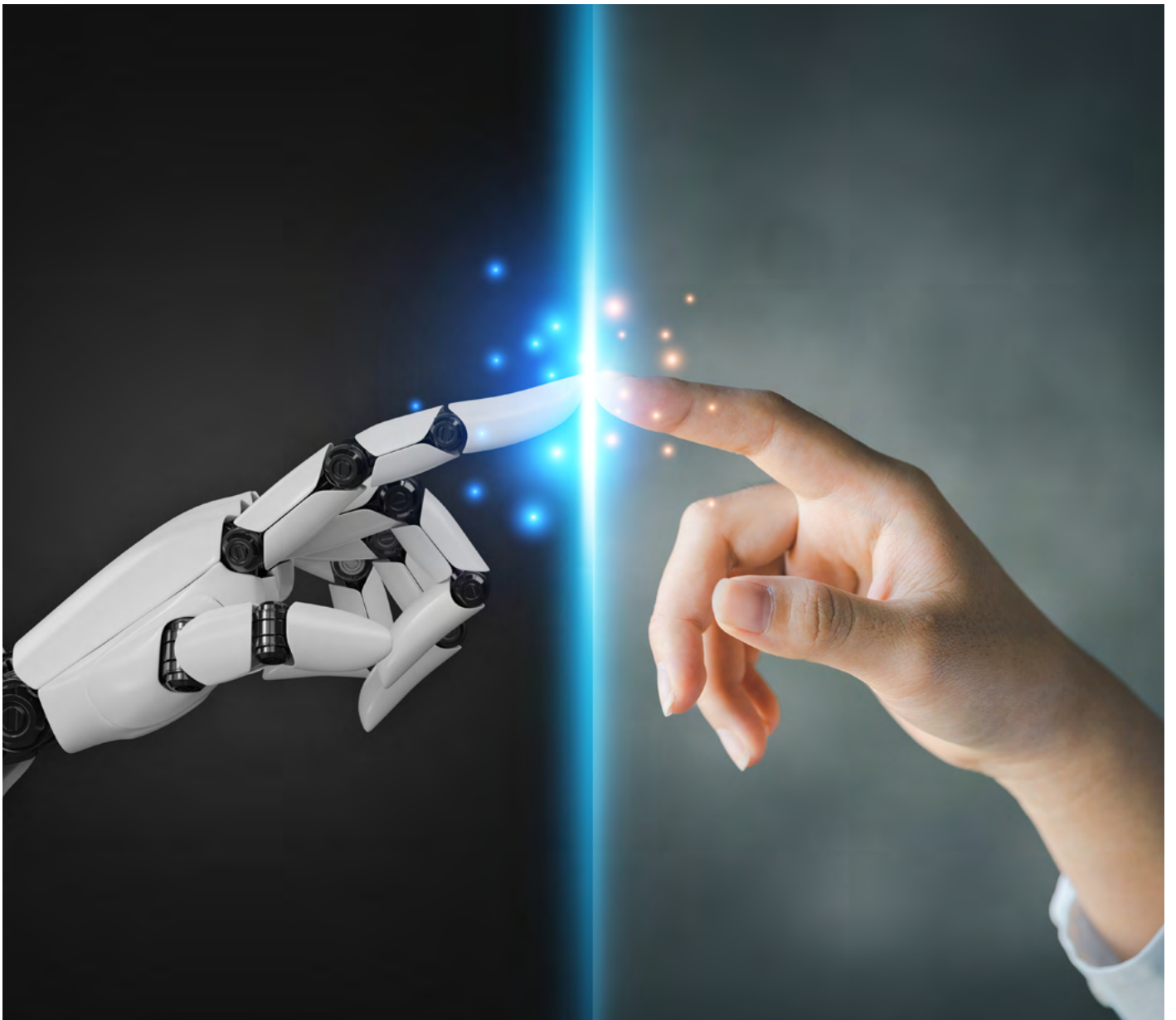
2023年に新規認定されたライトハウス

<p>1 ACGカプセルズ インド、ピタンプール 医薬品</p> 	<p>9 ハイアール 中国、合肥 家電製品</p> 	<p>1 DHLサプライチェーン 米国、メンフィス ロジスティクス</p> 	<p>1 ケンピュー タイ、バンコク セルフケア製品</p> 
<p>2 アジレント・テクノロジー ドイツ、ヴァルトブロン 医療機器</p> 	<p>10 享通アルファ 中国、蘇州 オプトエレクトロニクス</p> 	<p>2 ハイアール 中国、青島 家電製品</p> 	<p>2 シュナイダーエレクトリック インド、ハイデラバード 電子部品</p> 
<p>3 アモーレパシフィック 韓国、烏山 化粧品</p> 	<p>11 イン格拉シス 中国、台湾、桃園 エレクトロニクス</p> 	<p>3 ジョンソン・エンド・ジョンソン 中国、西安 医薬品</p> 	<p>3 シーメンス 中国、成都 産業オートメーション</p> 
<p>4 アラムコ サウジアラビア、ヤンブー 石油・ガス</p> 	<p>12 韓国水資源公社 韓国、華城 水</p> 	<p>4 ケンピュー 中国、上海 セルフケア製品</p> 	
<p>5 CATL 中国、溧陽 エレクトロニクス</p> 	<p>13 ロンジ 中国、嘉興 再生可能エネルギー</p> 	<p>5 ユニリーバ インド、ソネパト 食品</p> 	
<p>6 CITICパシフィック・スペシャル・スチール 中国、江陰 鉄鋼製品</p> 	<p>14 モンデリーズ 中国、北京 食品</p> 		
<p>7 CRビルディング・マテリアルズ・テック 中国、田陽 セメント</p> 	<p>15 リニュー インド、ラトラム 再生可能エネルギー</p> 		
<p>8 GACアイオン・ニュー・エネルギー 中国、広州 自動車</p> 	<p>16 ヴィータル・カロ トルコ、ボズユク 建築資材</p> 		

1

第四次産業革命の 変曲点

時代を動かす技術革新が一気に進み、製造業は新たなシナリオを突きつけられている。人間関係が変わり、地政学的緊張が高まり、気候変動が加速化した。そして、グローバル・サプライチェーンの脆弱性が露呈した。



このような脆弱性ゆえに、レジリエンス（強靱性）が改めて注目され、企業の執行役員は業務変革を迫られた。さらには一おそらくいくぶんか直観を裏切って—こうした劇的な変化によって、これまで停滞していた市場で製造業が抜本的にリセットされ、経営者たちは駆り立てられるように経営刷新を検討した。多くの経営者はそこで、新たな経営課題が立ちはだかつて、技術によって新しいソリューションがもたらされることを知った。

第四次産業革命はますますペースを上げ、ワンランク上のパフォーマンス、インクルーシブな職場と

サステナビリティが実現した。どのライトハウスマンバーも3～5年先のバリューチェーンを見据えており、現在のライトハウスは第四次産業革命の変曲点を体現している。この変曲点は2つの要素から成り立つ。第一に、機械知能（MI）テクノロジーがかつてない成熟度に達していること。第二に、業界をリードする企業がパイロットの概念を見直していること。こうした企業は工場全体を個々のユースケースではなくパイロットとして使用し、影響力を拡大する。

1.1 劇的な変化と不確実性によって、イノベーションが躍進

来たるべき大変革とそれに伴う衝撃を見越し、現在製造業はAIやサステナブルなエネルギーの他に、技術的なイノベーションに集中的に投資している。上級幹部の約90%がサプライチェーンのレジリエンス強化を最優先していると報告する。その流れでAIへの年間投資額は約1,500億米ドルに達している。一方、サプライチェーンのリーダーたちはこれまでアナリティクスの高度化に投資し、より機能的なデータ接続を目指してきた²。不確実性対策はもはや産業界のスタンダードとなっており、経営幹部は劇的な変化による影響が今後5年間で15%から25%に広がるの見込んでいる³。

また、地政学的変化から、先進的な製造業が活況を呈している。米国の製造業の成長率が過去20年以上にわたって1.4%に留まっていた⁴ことから分かるように、この市場はほんの30年前までは常に停滞していた。それが今では、AI、デジタル技術、サステナブル機能、それに先進の製造業とサプライチェーンで使用される高度なスキルセットによって市場が活性化。直近の5年間を見ても、米国の産業界では過去15年間に比べ株主総利回りが400bpアップしている⁵。

1.2 第四次産業革命の切り札は機械知能

本白書の主な目的は、この第四次産業革命の変曲点を探るべく、最新のライトハウスのイノベーションとアプローチを検証することにある。まずは理解が深まるよう、4つの産業革命を振り返ると良い。これを知れば、機械知能（MI）が人間社会の進化においてしかるべき到達点の極みとなった、本質的な背景が分かる。MIは第四次産業革命の他のテクノロジー、例えばウェアラブルデバイス、コボット（協働ロボット）、無人搬送車などと組み合わせて製造業の環境に導入すると、はかり知れないインパクトをもたらす力を秘めている。

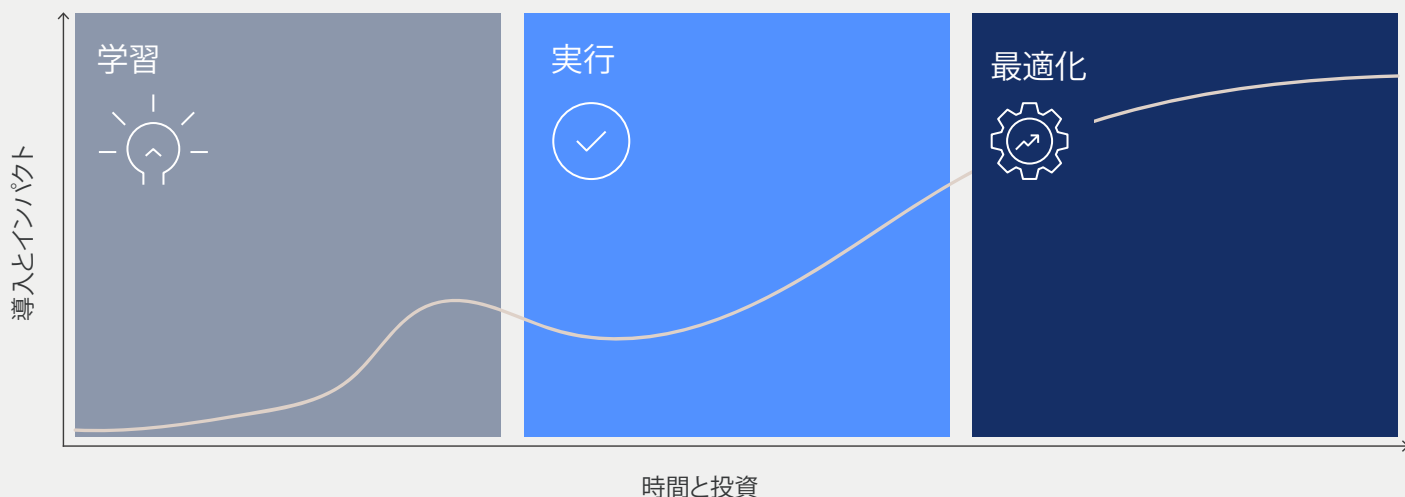
4つの産業革命、4つの基盤技術

1700年代半ばに起きた第一次産業革命の立役者は、蒸気機関だった。1870年になって訪れた第二次産業革命では、広い範囲で発電と送電ができるようになり、大規模な機械化が進み、大量生産が盛んに行われた。第三次産業革命は1969年頃から一気に広まったコンピューター時代と言える。これを支えたのが半導体やトランジスタであり、コンピューター時代の到来によってプログラマブルICが普及し、基本的な制御システムが自動化された⁶。

現代においては、ビッグデータの出現によって「インテリジェンス」、つまり重要な工程や制御システムを拡張し最適化する、情報に基づくトレードオフの判断を下す能力が発揮されるようになった。

遅れた導入：ブレークスルーとなる数々のイノベーション

グローバルな産業界の変革が、一瞬にして起きたことはない。時代を動かしたどの変化においても、機能を付与する基盤の導入と、広い範囲への普及との間にはタイムラグがあった。そしてこれは必ず、S字曲線を描いた。最初のフェーズは導入、つまり学習曲線であり、そこでは主にトライアンドエラーを繰り返しながら微調整が行われ、ときにはそれが長期にわたる。第二のフェーズは実行曲線で、広い範囲での普及を目指して競い合い、企業は傘下の製造ネットワーク全域に新しいイノベーションを行き渡らせる方法を探る。最後は最適化フェーズで、業界最高のソリューションが、規格やプロトコルにまとめられる。この頃にはコストも安定し始める。



出典: リタ・マクグラス「The Pace of Technology Adoption Is Speeding Up (技術導入のペースは加速している)」ハーバード・ビジネス・レビュー、グローバル・ライトハウス・ネットワークにより改変。世界経済フォーラム「Unlocking Business Model Innovation through Advanced Manufacturing (ビジネスモデルのイノベーションを最先端の製造業から切り拓く)」2022年1月

機械知能が次のブレークスルーとなる

MIは第四次産業革命にとって、第一次産業革命における蒸気機関である。つまり、無数の技術的進歩を可能にし、またそれらによって可能になる、決定的なブレークスルーだ。蒸気のおかげで新しいピストンや凝縮器の設計が実現したように、情報のおかげで自在に動けるロボットや自律運転車が動作する。例として、型切替作業を挙げることができる。これを迅速に行うには、様々なソリューションがシンフォニーを奏でていなければならない。縦横無尽な動きで多種多様な製品を扱うロボット、資材を補充する無人搬送車 (AGV)、治具をカスタマイズする3Dプリント、管理者や技術者に重要なアラートを知らせるウェアラブルデバイス。これを「シンフォニー」

に例えるなら、MIは指揮者だ。そのままでは不協和音である様々な音を、タクト一本でオーケストラに変える。

しかしこの機能を発揮するには、AIにペタバイト (PB) 級のデータが必要だ。これらのデータは、大規模事業のシステム、機械センサー、接続インフラや労働者自身によって生成・収集される。製造業でAIが華々しい成長を遂げられたのも一つには、いまだかつてない規模でデータを生成し、つなげるという、新たに獲得した優位的機能に負うところが大きい。一部のライトハウスは、テラバイト、ことによってはペタバイト級の新しいデータを毎週、あるいはそれ以上の頻度で生成できる。本白書の第3章では、現代のライトハウスの中から成熟度の高いAIの到達点とその影響力を紹介する。

“ デジタル化、オートメーション、ロボットとAIが混然一体となって織りなす環境が、産業界の変革4.0には不可欠である。

フォックスコン・インダストリアル・インターネット CEO、ブランド・チェン氏

1.3 導入のS字曲線: 学習から実行の第2章

ライトハウスが先進的なユースケースを増やしてその影響力を証明すると、先進技術のパイロットや概念実証 (POC) の必要性が減っていく。例えば、AIは過去3期のライトハウスメンバーの「トップ」ユースケースの半数以上を実現させている。最初の3期ではこれがわずかに10%だった。この結果を受け、ライトハウスの82%がAIのユースケースをはじめ

とする新しいユースケースで、立ち上げからスケールリングを念頭に置いて設計している⁷。これらは「学習曲線」を超えており、もはや個々のユースケースではなく、工場をパイロットとして使用している。つまり、より大きな目標を掲げ、生産ネットワーク全体、場合によっては組織全体に第四次産業革命を広げようとしているのだ。

「スケーリングの壁」の現実

規模拡張は簡単ではない。単一工場でのアプローチをネットワーク全体で再現することに二の足を踏む企業もある。コストのかかる提案である。多くの場合、大企業が変革を遂げるには、1億米ドル以上のリソースが必要だ⁸。なぜならば、データ、テクノロジー、人材という解決すべき新しい課題があるからである。加えて、組織としてのソリューションと言っても、工場とネットワークとはレベルが違う。

「スケーリングの壁」は新たな課題ではない。過去の産業革命で従来のやり方を根本から変えるテクノロジーを導入した時も、「きれいな」S字曲線にはならなかった。電話や電気、自動車といった消費者向け技術の導入曲線とよく似た、偽のピークが手前にきている⁹。

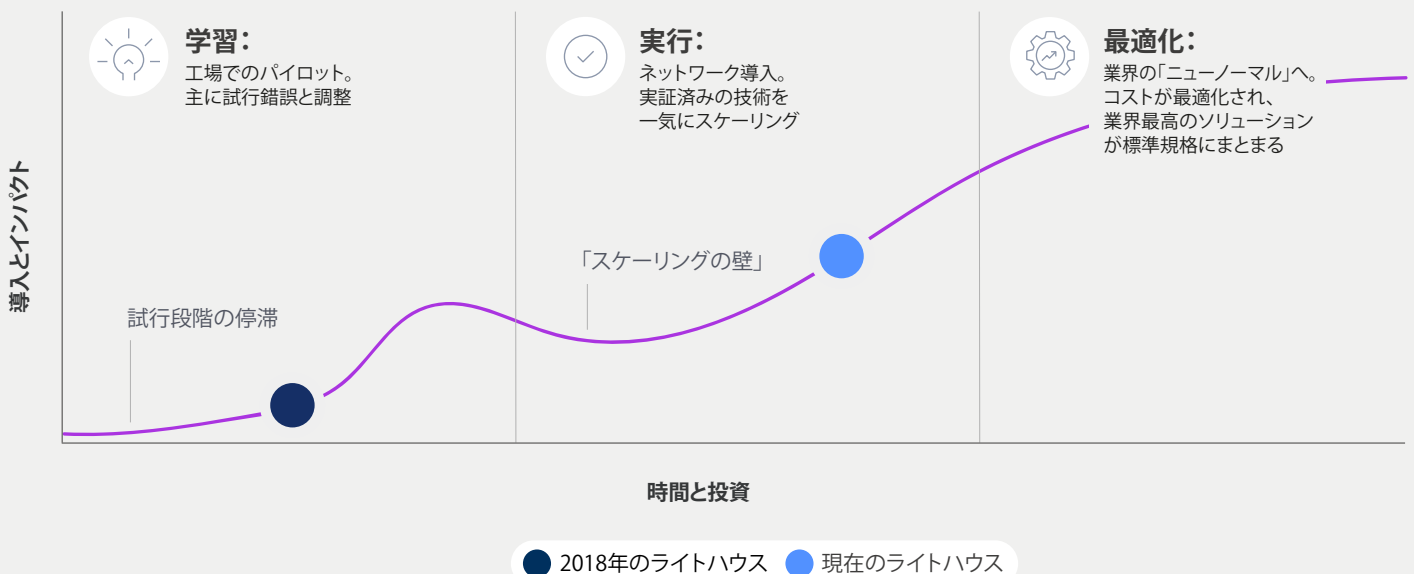
学習から実行へ

誰もが「スケーリングの壁」に達するわけではない。力技で壁を突き進む者はさらに少ない。しかし、それをやってのけた者が業界全体の方向性を決める。かつてトヨタがトヨタ生産方式をその製造拠点全体に拡張することに成功すると、またたく間にリーン生産方式とシックス・シグマのアプローチが世界に

あまたある工場のスタンダードとなった。新たにマニュアルが作成され、新しい認証や規制が打ち立てられ、これらの斬新なイノベーションを制度化する新しいツールが構築された。これこそが、曲線の第三フェーズである最適化、つまり、数々のアプローチが標準化され、コストが安定化された「ニューノーマル」である。だからこそ、この第三フェーズにいる技術セクターや銀行セクターなどがAIを語るとき、プロトコル、規格、認証やコンプライアンスにこだわり抜く。こうしたセクターには、AIの大量導入を可能とする組織力が備わっている。その好例が、マイクロソフトだ。同社はChatGPTのリリース1カ月後に、Bingへの完全統合を果たしている。

しかし、製造業にとっての第四次産業革命は、ライトハウスが学習から実行へと移行する第二段階に入ったばかりである。生成AIのような新たなテクノロジーが業界全体で一斉導入となることはなさそうだが、ライトハウスではすでに工場規模での導入が始まっている。最新のライトハウスはすべて、すでに業務に生成AIのパイロットを実装し、その多くが生成AIのユースケースを週や日単位という短いスパンで実装、検証、反復してきた。それができたのは、第四次産業革命に欠かせないイネーブラー、例えば十分安定したデータと技術インフラ、しっかりとした人材基盤やアジャイル実装を叶えるスムーズなアプローチなどをすでに構築していたからだ。

図 3 ライトハウスの学習フェーズから実行フェーズへのシフト



出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク

1.4 ライトハウスは「ファスト・フォロワー」の先鞭をつける

75%

のライトハウスは
今や6カ月足らずで
最先端のユースケース
を展開可能

変革を起こす技術の導入は加速している。ライトハウスは1カ所の工場に集中するのではなく、一度に10～50の工場に集中的に取り組んでいるからだ。この大規模な変革が事業にもたらす影響によって、製造業の競争環境が整うだろう。コスト、品質、サービス、アジリティ（敏捷性）、サステナビリティといった面で単一の拠点変革から期待できるレベルをはるかに上回る改善を享受する企業が現れると、変革を実行に移した者とまだ学習中の者との間で成熟度の乖離がますます広がるばかりだ。

成熟度の乖離は、近年起きた劇的な変化と浮き沈みの激しさの結果にはっきりと現れている。考えてみてほしい。新型コロナウイルス感染症のパンデミック（世界的大流行）が猛威を奮っているさなかでも、ライトハウスメンバーの85%で収益減は10%に満たなかった。その他の製造業者で同じ状況だったのはたったの14%だ。ライトハウスはいち早く動くことができた。同じサプライチェーンのリスクに晒されながらも、ライトハウスの65%が2022年までにすでにデュアルソーシング体制を整えて在庫を増やしていたのに対し、他の製造業者で同じ対応ができたのはたった24%だった¹⁰。

スピードとスケールアップの基盤： 戦略、組織力と導入

ライトハウスメンバーは成熟度の乖離を乗り越えた。これには、明確な事業戦略、人材と技術について組織力を重視したアプローチ、そして的を射た変更管理が奏功した。テクノロジー自体にはほぼ投資せずに、どのユースケースからも明快な事業価値を引き出している。また、変革を遂げるまでの期間を、じっと耐えた。通常、ユースケースの実装には10カ月から20カ月、投資回収期間は約2年半が見込まれる。時間軸は長いですが、それに見合うだけのリターンがある。ライトハウスの第四次産業革命ユースケースでは、平均して3年以内に2～3倍、5年以内に4～5倍の投資収益率を達成している。

実装もますます加速している。直近3期のライトハウスメンバーは、最初の3期のライトハウスメンバーよ

りも26%速くユースケースを実装した。また、75%が今や、新しい高度なユースケース展開も6カ月足らずでできると答えている。さらに、30%は3カ月もかけずにできると回答した。ライトハウスが最初のほんの数件のユースケース実装に10～20カ月かかったことを考えると、技術の導入は自己増殖的であることがはっきりと分かる。つまり、企業が技術導入を実施すればするほど、速くできるようになるのだ。これに伴い、劇的な変化に対応するアジリティが高まり、先陣を切る者と後塵を拝する者のパフォーマンスギャップがさらに広がる理由の一つとなっている¹¹。

進路を選ぶ：「イノベーター」「アクセラレーター」「ファスト・フォロワー」——ただし乗り遅れるな

産業界が加速化する時に命取りになる対応がある。それは、何もしないことだ。ライトハウスや多くの同業他社がネットワークレベルで影響を及ぼし、より良い製品をより効率的に生産できるようになると、戦略的な対応がますます重要になる。遅れをとる者はたいがい、生き残ることはできない。

結果を出すには、様々なスタイルの対応がある。ネットワークレベルでのデジタル戦略を選ぶのであれば、その企業は「イノベーター」、つまり次の巨大テクノロジーに賭け、工場レベルでそれを実証し、今のフロントランナーを抜いて先頭に躍り出る業界の先駆者となる道を選べば良い。ライトハウスはこれまでずっとこの役割を担ってきた。さもなければ、業界の「アクセラレーター」になる道もある。ネットワークレベルでの影響に特化し、業界全体の水準を引き上げる役割だ。多くのライトハウスが「アクセラレーター」の立場を選ぶことが増えてきている。最後に、「ファスト・フォロワー」となる道もある。「イノベーター」や「アクセラレーター」が作ったマニュアル、つまりプレイブックに従って、学習曲線にかかるコストをほとんどかけずに、満足できる価値を獲得するのだ。世界の1千万を超える工場はすべて、大小を問わず、ライトハウスから学び、第四次産業革命の行く手を照らす導き手となれるだろう。

図 4 業界加速化のための3つの戦略的対応



イノベーター

業界の革新者。
新技術のパイロット運用で
その効果を実証し、
競争優位性を確保する



アクセラレーター

業界のテコ入れをする者。
テクノロジー導入の
スピードとスケールで
生産ネットワークレベルの
効果をあげ、競争上の優位に立つ



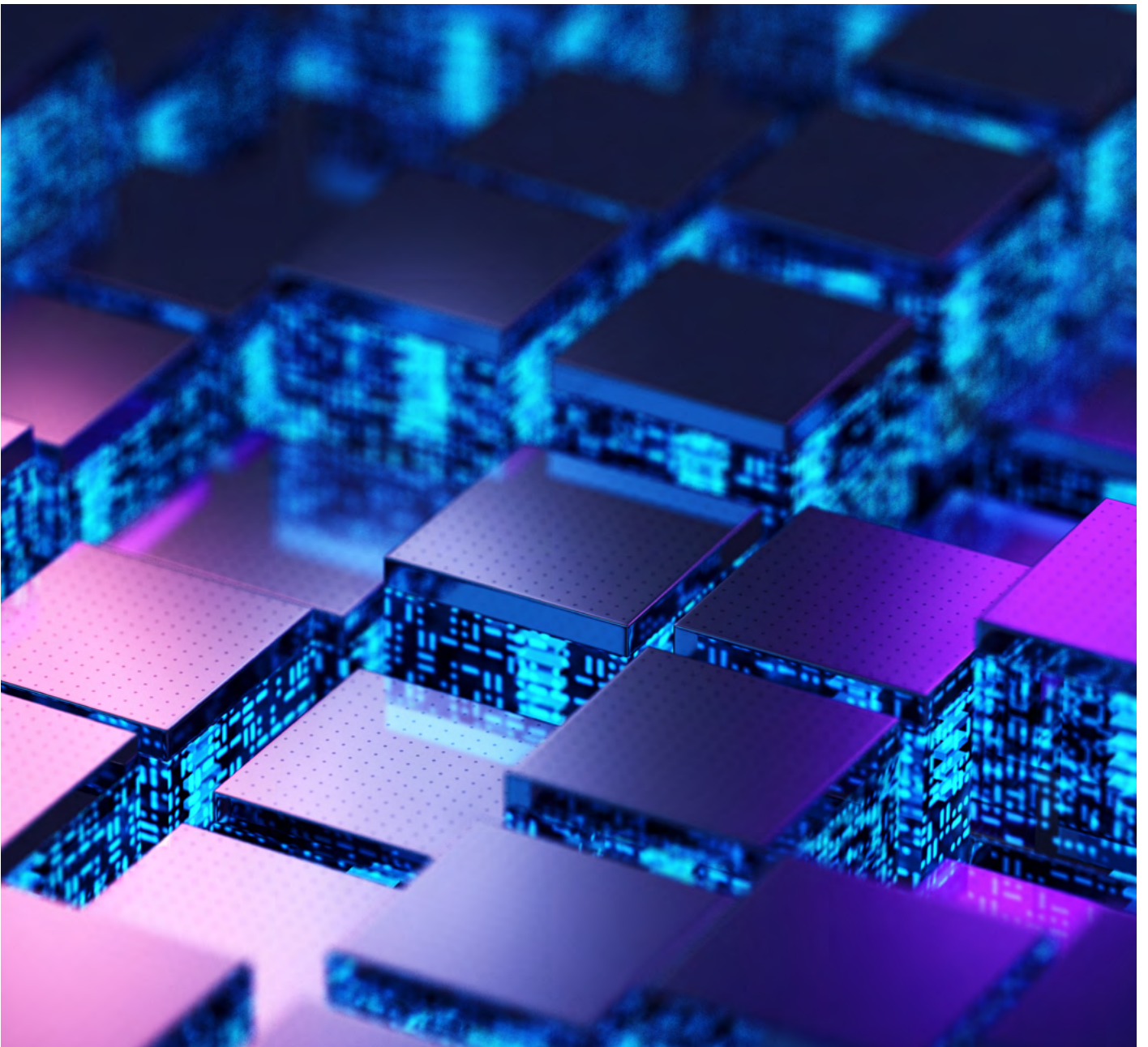
ファスト・フォロワー

先行走者を追う者。
テクノロジーの拡張性と費用対
効果の高さが実証され次第、
ソリューションパッケージを
そのまま組み込む

2

ライトハウスの 導入曲線を引き上げる 組織のケイパビリティ

技術が一定の成熟度に達すると、次の課題はスピードと規模になる。ユースケースではなく、工場やサプライネットワーク全体がパイロットとなるときだ。



2.1 数十のユースケースから数十の工場へ

規模が大きくなると、ひとつのユースケースに数十、あるいは数百の実装が含まれるようになる。コストと規模の相乗効果や、パイロットの必要性が比較

的少なくなる、あるいはまったく必要なくなることで、変革のインパクトは10倍に、投資収益率は単一事業所での変革の2倍近くにまで成長する。



2.2 リーダーたちに学ぶ:第四次産業革命を構築する6つのガイド

ライトハウスは、他業界のデジタル・リーダーたちと同様に、次の6つの拠点変革アプローチで導入曲線を押し上げた¹²。まず、(1)戦略を立てる。次に、(2)人材、(3)アジャイル、(4)テクノロジー、(5)データをもたらす能力を構築する。最後に(6)変更管理を実施する。

現在、ネットワークや組織規模に合わせてこのアプローチが適用されている(図5参照)。これは車の運転に例えることができる。

最初に(1)で**戦略的ロードマップ**を設定する。テクノロジーで再構築された組織への変革を導くGPSを設定し、ルート設定でユースケース(拠点レベル)や工場(ネットワークレベル)など、危機に瀕している価値の優先度を決定する。

次に、変革を推し進めるエンジンである「能力」を構築する。ピストン、クランクシャフトなど、エンジンの部品に相当するものは、(2)デジタル**人材**を雇用し、訓練し、維持するためのプログラム、(3)スピード、品質、コラボレーションを促進する**アジャイル・オペレーティング・モデル**(多くの場合、デジタルスタジオを含む)、(4)デジタルサービスとソリューションを提供する、明確でスケーラブルな分散型

アーキテクチャを備えた**テクノロジー・バックボーン**、(5)重要な意思決定を可能にし、品質、容易な消費、再利用を保证するための**データ・アーキテクチャ**とガバナンスである。エコシステムの連携により、大学、テクノロジー・プロバイダー、イノベーション・インキュベーター、公共団体、その他多くの人々がクラス最高の能力を形成し、エンジンを回転させる。今期の各ライトハウスは、第四次産業革命に向けた主要なイネーブラーにエコシステムとのコラボレーションを挙げている。

しかし、能力だけでは十分ではない。事業所レベルであれ、ネットワークレベルであれ、導入と拡大は、(6)効果的な変更管理、すなわち舵取りによって確保される。これには、ライトハウスの70%近くが6つの中で最も重要なものとして挙げている、権限のある推進部署「**トランスフォーメーション・オフィス**」が含まれることが多い(図5参照)。

これら6つのイネーブラーは、業界を問わず、デジタルとアナリティクスのトランスフォーメーションを実現してきた¹³。そして、大規模な変革を追求するライトハウスの初期のアプローチで、このイネーブラーが製造業にも当てはまること示されている。



注記: 3. データ/ガバナンスを使用するプラットフォームに組み込む。

戦略を立てる

行動を起こし、加速する前に、まず変革の理由、対象、方法を理解しなければならない。対象を特定し、優先順位を付け、ビジネス全体の優先事項に沿った価値のポケットを獲得することが事業戦略とロードマップを作成する段階で必要である。リーダーたちは、その製品がどのように意味のある価値を生み出すのか、どのような主要業績評価指標（KPI）を明確に改善するのか、ネットワーク全体の能力を十分に考慮した計画になっているのか、期間はどれくらいか、変更管理はどのように組み込むのかを理解しなければならない。

これには、業界、生産ネットワークの規模と多様性、利用可能なITインフラを慎重に考慮する必要がある。このようなテラーメイドのアプローチは、

何百もの事例で様々な形をとっているが、特に効果的なものが3つある。一つのテクノロジーまたはユースケースを同時に多数の工場に展開するテクノロジー主導型のアプローチ、高い能力（ケイパビリティ）を持つセンター・オブ・エクセレンス（CoE、積極的にデジタルイノベーションを特定し、拠点から拠点へと技術移転を行う）によって推進されるケイパビリティ主導型のアプローチ、人材と能力を一度に一拠点ずつ配備する「構築と複製」型アプローチだ。今期のCATLとジョンソン・エンド・ジョンソンのライトハウスは、組織のより広範なデジタル化戦略によって推進された。既存のライトハウス、タタ・スチールは、「構築と複製」戦略でスケールアップするケーススタディの手本となっている。いずれの企業も、人材、アジャイル、テクノロジー、データの能力を駆使して、それぞれの戦略を推進している。

図 6 戦略的ロードマップに合わせた3つのアプローチの例



出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク

人材、アジャイル、テクノロジー、データに関する展開能力の構築

戦略が方位を知るためのGPSであり、変更管理がステアリングホイールだとすれば、展開能力は変革の原動力となるエンジンである。これには質の高い人材、スピードと顧客中心主義を育むアジャイル型オペレーティング・モデル、分散型イノベーションを可能にするテクノロジープラットフォーム、そして高品質で利用可能なデータなどがある。優れた自動車エンジンと同様、最高のパフォーマンスを発揮する能力は単独で構築されるものではない。戦略的パートナーシップに基づく大学、イノベーション・センター、

技術パートナーのエコシステムが必要なのだ。

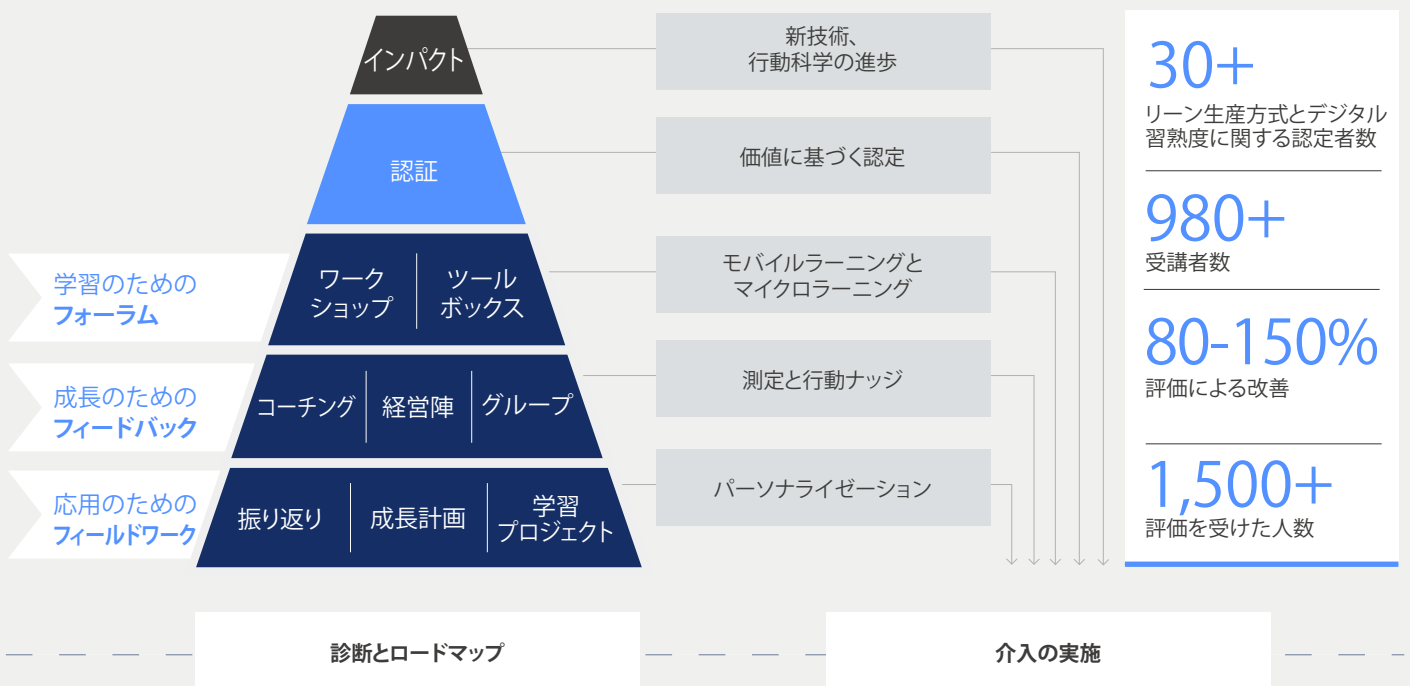
第四次産業革命のテクノロジーをネットワークや組織の規模で完全に適用した企業はまだないものの、複数のライトハウスが他のセクターと同じようなベストプラクティスを取り入れて、開始したばかりでありながらも重要な進歩を遂げている。以降、こうした進歩の兆しを探る。これは、今後数年のうちにネットワークレベルまでのスケールリングを目指す企業にとっての出発点となるだろう。ただし、そのまま自社に適用することのできるプレイブックではまだない。

人材：ロンジは人材の評価、トレーニング、認定に全体論的なアプローチを取る

組織には、技術的ロードマップと同じくらい強固な人材ロードマップが必要だ。テクノロジーは成熟した後に複製され、標準化されることが多いが、人材はあらゆる組織にとって固有のものである。人材の確保は効果的な変革の核となるばかりでなく、成功の鍵になることが多い。多くのライトハウスが、優秀な人材を引き付け、訓練し、維持するために、研修機会、リスキングに対するインセンティブ、業績評価制度を導入している。

中国の太陽光発電テクノロジー・メーカーであるロンジは、既存の労働力のリスキングに焦点を合わせた人材戦略を取る企業の一例である。同社は評価トレーニング認証（ETC）手法を導入し、不足スキルの特定、学習の個別化、価値ベースの認証を実施し、約1,000人の従業員それぞれに合わせた能力開発と試験を行って、総合的な人材ロードマップを作成。フォーラム（学習）、フィールド（実行）、フィードバック（評価）の3Fモデルは、特にアジャイルコーチやデータサイエンティストなどの新しいデジタル職務に向けた学習の基盤となった。フィードバックに基づくインパクト主導の認証プロセスで、従業員の能力を認め、補完しながら、業務に対するインパクトをマッピングしている。

図 7 ロンジにおける従業員リスキングの3Fアプローチ



出典：ロンジ、グローバル・ライトハウス・ネットワーク

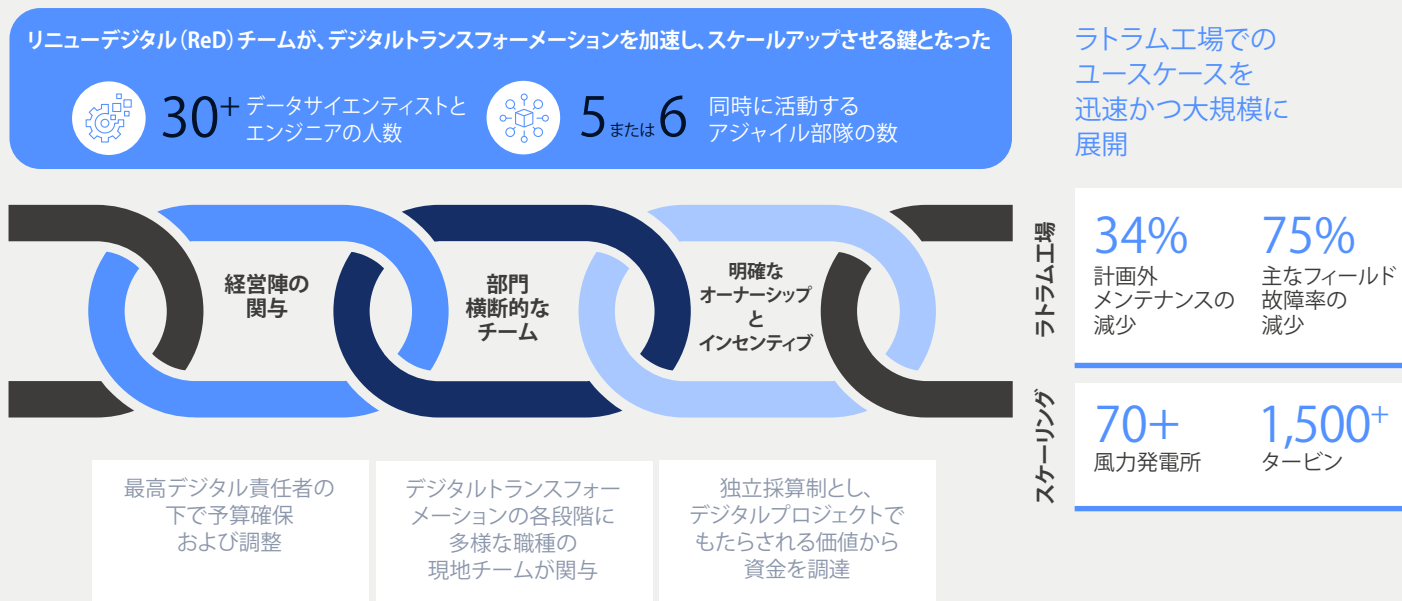


アジャイル：リニューのデジタルチームは働き方を再構築

オペレーティング・モデル、企業文化、能力の段階的变化に焦点を合わせた組織の変革が、働き方に革命をもたらす。成功するかどうかは経営陣が一岩となって推進できるかどうかにかかっており、リソースの配分、明確なインセンティブ、熟慮を重ねた作業チームの構築を確実に行う必要がある。

リニューはその典型的な例だ。30人近いエンジニアとデータサイエンティストで構成されたリニューデジタル(ReD)チームが、異なるユースケースを担当する5、6個のアジャイル部隊を運営。同チームは最高デジタル責任者(CDO)の積極的な指揮のもと、経営陣の後ろ盾を得ている。新しいユースケースのインパクトで一部資金を調達し、独立予算でインセンティブを調整しつつ、マルチステークホルダー人材モデルを採用して、あらゆる関連部門からエンドユーザー、ビジネスオーナー、データサイエンティスト、エンジニア、プロセスオーナーを巻き込んで活動している。

図 8 リニューのアジャイル部隊



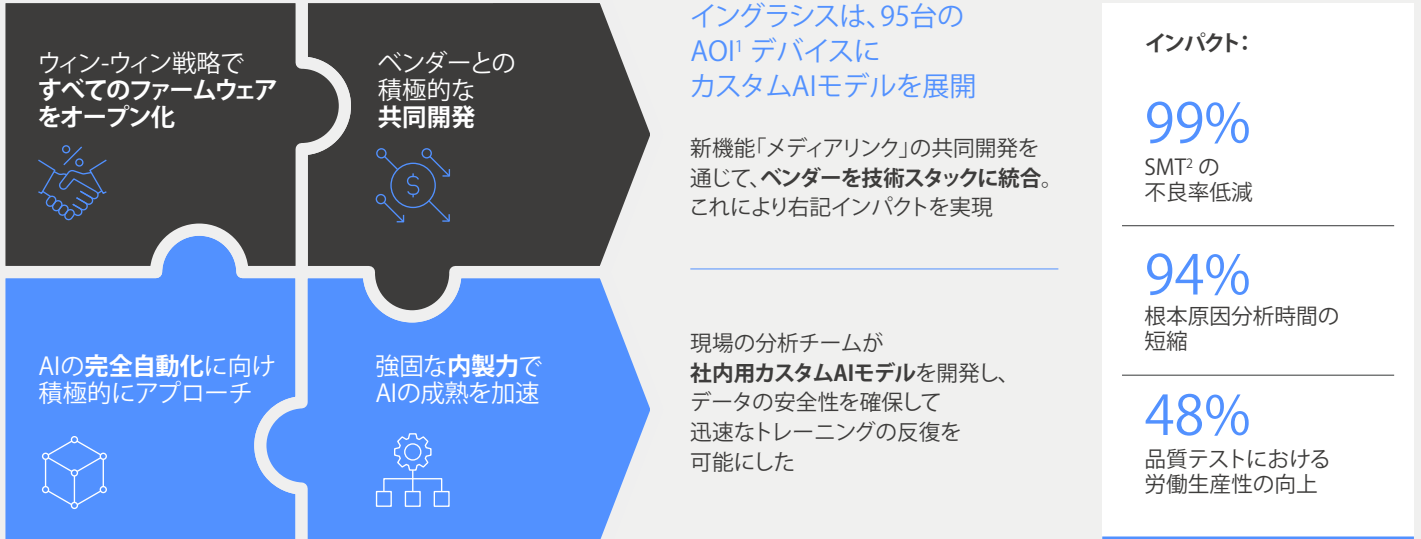
出典：リニュー、グローバル・ライトハウス・ネットワーク

テクノロジー：ベンダーとの協力体制を築くイングラシス

テクノロジーというバックボーンは、組織が新しいユースケースを展開し、ビジネス価値を獲得するためのインフラとなる。第四次産業革命の変革には、初めに技術的な変更を一つだけ取り入れるのが最良だと考えられがちだが、小さく始めてうまくいくのは初日からの統合成長計画がある場合だけだ。なぜなら、断片化によって成長が妨げられるからである。そのため、AIやその他のテクノロジーが進化し続ける中でも、ライトハウスは、生産性の高い開発環境やツールと共に、柔軟性と拡張性を実現する分離型アーキテクチャ・ソリューション(マイクロサービスなど)を備えた、アクセス可能で適応性の高いデータ環境を重視している。

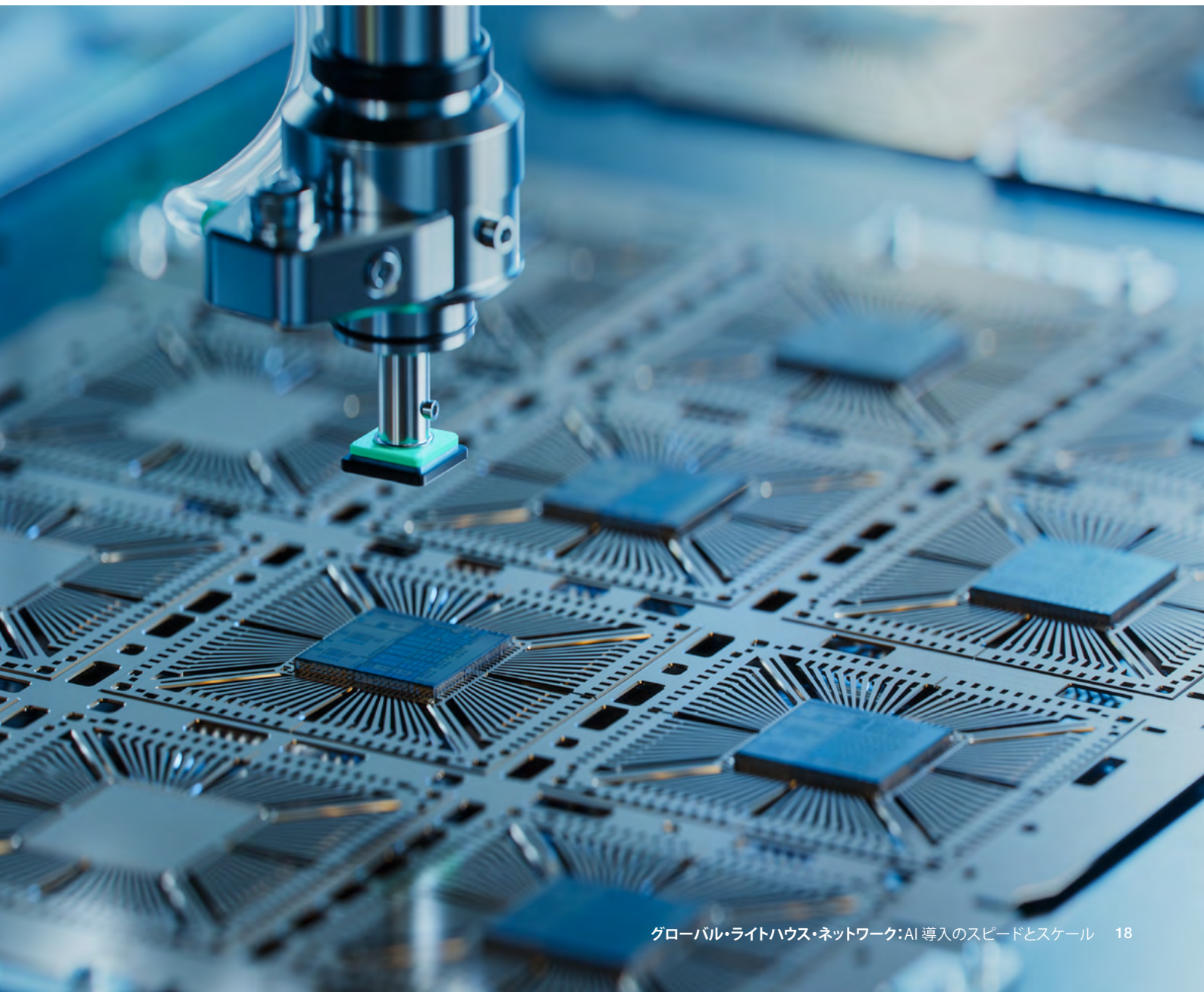
その点で、イングラシスは小規模ながら明確な成長計画を持ってスタートするメリットを体現している。サーバーの製造に必須なベンダー技術の多くは開示されないが、同社は明確な設計原則を定め、ベンダー向け要求仕様にセキュリティと規模を盛り込むことでこれに対処している。このため、ほぼすべてのベンダーがファームウェアをオープン化してデータと制御機能にアクセスできるようにする、データ出力を同社のテクノロジー・インフラ対応に設計するなど、開発をカスタマイズして協力している。これは、双方に利益のあるウィン・ウィンの解決策だ。あるケースでは、自動光学検査(AOI)ベンダーが、装置に搭載する新しい物理的IT/OTプラグインである「メディアリンク」を共同開発し、イングラシス社内で開発したAI検査モデルを展開できるようにして、既存のベンダーソリューションを補強した。そのベンダーは現在、この「持ち込みAI」をサービス・ソリューションとして顧客に提供している。

図 9 | イングラシスはベンダーとのコラボレーションを社内のAI能力に結合



注記:1. 自動光学検査 (Automated optical inspection) 2. 表面実装技術

出典: イングラシス、グローバル・ライトハウス・ネットワーク



テクノロジーとデータ：CRビルディング・マテリアルズ・テックは、数十の拠点にスケーラブルなアーキテクチャを適用

効果的なテクノロジー活用の根底にあるのは、大量のデータを活用して強力な分析を行う能力だ。規模拡大を目指すライトハウスは、各ソリューションやユースケースを支えるデータ製品の構築に注力する傾向がある。明確なリファレンス・アーキテクチャとデータ・パイプラインによってビジネス・インテリジェンスとAIソリューションの両方が可能となり、自動化されたツールがデータの積極的な品質管理とメンテナンスを支援する。

CRの35拠点に及ぶデータとその分析環境は、中国の潤豊にあるインテリジェント産業用インターネット・プラットフォームによって支えられており、デジタル・ユースケースの展開速度を50%向上することができた。このプラットフォームはそれぞれがデータのアクセス、正確さ、効率を支える4つのサービスレイヤーを備える。アプリケーション層では、革新的なマイクロサービス・アーキテクチャがテナント管理を改善し、システムの柔軟性を強化し、保守性を確保。プラットフォーム層では、柔軟な設定、拡張デプロイ、AI主導のアナリティクスを統合データエコシステムと融合させ、スケーラブルなストレージとクラウド管理を実現している。エッジ・コンピューティング環境によって、リアルタイムで産業オペレーションを管理しつつ、潤豊の35拠点すべてにアプリケーションを展開、実行している。

図 10 CRビルディング・マテリアルズ・テックのデータプラットフォームを支える4つのサービスレイヤー

潤豊のインテリジェント産業用インターネット・プラットフォーム



インダストリアルIoT (IIoT) インフラのハイライト

- 1 革新的なマイクロサービス・アーキテクチャにより、アプリケーションのテナント管理、システムの柔軟性、堅牢な保守性を実現
- 2 統一された柔軟なデータエコシステムによりスケーラブルなストレージとクラウド管理を実現 (ミドルウェアサービスと産業用データプラットフォームを含む)
- 3 広範なリアルタイムデータ対応により、エッジ処理とデータ管理を実施
- 4 四重のセキュリティ・システムにより、クラウド・インフラストラクチャ、コンピューティング、ストレージなどで包括的にデータフローを保護

インパクト

24^{時間} 365^日

クリティカルな機能(エネルギー管理、PM計画など)を停止させない高信頼な運用環境

35

の拠点と複数の事業部門が安全な標準化済みデータにアクセス可能

50%

デジタル・ユースケース展開速度の向上

出典:CRビルディング・マテリアルズ・テクノロジー、グローバル・ライトハウス・ネットワーク

変更管理の実施

能力だけで、変革を推進することはできない。落とし穴や障害物を回避するには、効果的な変更管理が必要である。実際、70%がトランスフォーメーションを実現するために最も重要なイネーブラーとして、トランスフォーメーション・オフィス (TO) を挙げている。TOの役割は、明確なインパクトの追跡、適切な財務的インセンティブの設定、積極的リスク管理、重要なデジタルスキルと企業文化の構築を組織全体で行うことである。また、ソリューションの「資産化」(3.2項を参照)を積極的にサポートし、複製を容易にする。

シーメンスは短期的プロジェクト管理専門部署で長期的な能力を構築

シーメンスは変化を徹底的に取り込んできた。そのため、同社のTOは、それ自体がいずれ不要となるよう設計されている。つまりTOは、新しい能力とデジタルな仕事のやり方をあらゆる部署に組み込むための触媒なのだ。新しいサステナビリティ・

ライトハウスである成都工場が好例だろう。同工場は、同社のモジュラー型製造実行システム (MES) プラットフォーム内の新しい受発注スケジュール・モジュールの最先端生産拠点である。ネットワーク全体から専門家を集めたMES先端グループ(他に10近い技術グループがある)を活用。ユースケースを適用するため、予測される効果をもとに拠点計画を上回る追加予算を獲得することができた。開発が終わると、MES先端グループは「誇りをもってコピー」賞を受賞し、注目を集めて開発のスケーリングを探求。こうして、同グループはプロジェクト管理を学ぶための鍵となり、パイオニアとなったMESモジュールをスケーラブルに、シーメンスの生産ネットワーク全体に実装していった。

2.3 | さらにスケーリングを見据えて

ここまで、ライトハウスがどのようにして成果を得てきたかを探ってきた。次はその先にあるものに焦点を当てる番だ。次章では、第四次産業革命の決定的要素であるAIがどのようにライトハウスの業務に

導入されたのか、また、AIがどのように既存のテクノロジーを強化し、これまでにない次元で製造セクター全体の進歩を実現するのかを検証する。



3

AI時代における 導入の加速化

ライトハウスは、有能な人材の確保、アジャイル開発、テクノロジーやデータ処理能力の強化により、ネットワーク、さらには組織の規模拡大の可能性を探っている。実現すれば、第四次産業革命の原動力となる革新的なテクノロジーの価値を最大限に享受できるようになる。



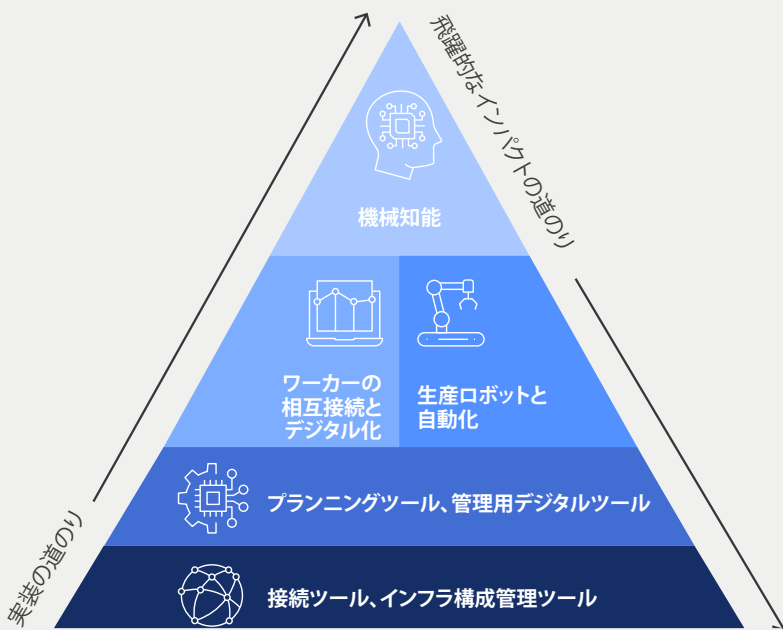
第四次産業革命のテクノロジーが持つ価値は、無数の技術ソリューションによって生み出される。主なものとしては、(1) 5G やエッジ・コンピューティングなど、データ接続や局所的計算を可能にする接続ツールやインフラ構成管理ツール、(2) 製造実行システム (MES)、顧客関係管理 (CRM) システム、製品ライフサイクル管理 (PLM) システムなど、業務用テクノロジーの運用計画の立案、優先順位付けや制御を行うプランニングおよび管理用デジタルツール、(3) ダッシュボード、ウェアラブルデバイスや拡張現実 (AR) 技術など、ヒトとマシン間のインタラクションや洞察力を向上させる作業員用の相互接続ツール、(4) 商品の製造方法の再構築に役立つ 3D プリンターや無人搬送車 (AGV) などの生産ロボットや自動化ツール、(5) 予測、最適化、増強機能など、トレードオフの意思決定を可能にする MI テクノロジーなどが挙げられる。

MI はテクノロジー・ピラミッドの頂点であり、第四次産業革命のテクノロジーというオーケストラを指揮して、現場、生産ネットワーク、さらには組織全体

など、どこに導入されてもインパクトのあるシンフォニーを奏でる。例えば、生産ラインでの型交換の迅速化を図るには、異なる製品を扱うことのできる柔軟性の高いロボット、材料を再装填するための無人搬送車、治具をカスタマイズするための 3D プリント、管理者や技術者に重要なアラートを出すためのウェアラブルデバイスなどが必要だ。そして、それぞれを円滑に機能させるためには、全体をまとめる指揮者の役割を担う AI が必要となる。

AI の成熟度は、第四次産業革命の成熟度を示す指標でもある。今期のライトハウスで活用されている先進的な AI 技術を見ると、多大なインパクトをもたらす可能性を秘めた新技術として台頭著しい生成 AI なども含め、どれもパイロット時に判明した課題を克服しながら成熟を遂げ、スケールアップし、短期間で本格的な導入に至っていることが分かる。本章では、最新のいくつかのライトハウスの考察を通じて、製造業界で活用されている AI の現状を探る。

図 11 テクノロジー・ピラミッド



- 5 意思決定を最適化、補強、自動化する機械知能
発見的モデル、分析AI、生成AIなど
- 4 プロセスを根本的に変える生産ロボットや自動化
共同ロボットや柔軟性の高いロボット、AGV、ドローン、3Dプリントなど
- 3 オペレーターやプロセスレベルでの生産性向上用デジタルツール
拡張・仮想現実、ウェアラブルデバイス、外骨格型デバイスなど
- 2 システムレベルでデジタル化したプランニング・管理プロセス
MES、PLM、CRM、その他の企業向けツールなど
- 1 基盤となるデータ処理、接続、演算用ツール
クラウドやエッジ・ホスト、5G通信、データレイクなど

出典：マッキンゼー・アンド・カンパニー、グローバル・ライトハウス・ネットワークにより改変

決定的な要素：ライトハウスにおける AI のあり方

ライトハウスは製造業における AI の最新活用状況を映し出す鏡である。200 を超える最新のユースケースの 5 割から 6 割は、何らかの形で応用 AI を頼りにしている。この依存率は、わずか 3 年前は 10% にも満たなかった。本書で事例として紹介する

21 件の最新ライトハウスではいずれも、応用 AI を少なくとも一つは導入している。それを合わせた 50 以上のユースケースの AI 活用範囲は、計画・製造・配送からその先にまで至るすべてのサプライチェーン領域に及んでいる。

中国の特殊鋼メーカーである CITIC パシフィック・スペシャル・スチールは、高炉の内部構造を予測し、インテリジェントなプロセスパラメーターの最適化

とエネルギー管理を可能にするなど、生産プロセス全体で数十のAIユースケースを展開している。韓国の公共水道事業会社である韓国水資源公社は、自律型AIオペレーティングシステムを導入し、プラント運転をすべて制御している。また、ドイツのライフサイエンス機器メーカーであるアジレントは、自社のコンピュータービジョン技術を「資産化」したツールキットを有効活用して、わずか4カ月で同社の独自技術をベースにした内容の異なるユースケースを5つも展開できるようになった。

AIの予測値や推奨値の精度を示す「信頼区間」が改善され、これらのテクノロジーは急速に成熟している。中には、これらのモデルに対する信頼度がすでに人間の担当者に対する信頼度を超え、真の意思決定の自動化が間近に迫っていることを示すケースもある。例えば、モンデリーズの焼成窯や韓国水資源公社の衛生管理工程を見れば、現場の作業員がループの「中」ではなくループの「上」で、機械の操作ばかりでなく技術的な役割を担うようになってきている。

生成AIの導入が急速に進んでいる銀行業務や技術系の事業の事例から学ぶべきものがあるとするれば、

それはAIがもたらすインパクトが少なくともライトハウスでは工場規模まで拡大する状況がすぐそこまで来ている可能性が高い、ということだろう。ライトハウスがパイロットを通じて積み上げてきた第四次産業革命の原動力となるAI以外の技術に関する知識、スキルやデータ基盤の進化は、おそらく生成AIにも当てはまる現象になるだろう。例えば、インドのピタンプルに本拠を置く医薬品受託製造会社のACGカプセルズは、標準作業手順書(SOP)と連動するコパイロットの開発を5週間足らずですべて完了し、全面展開している。

AIの進化は目覚ましく、それがもたらすインパクトは急速に拡大しており、そのスピードは増すばかりだ。メーカーはもはや、AIが何らかのインパクトをもたらせることができるのか、あるいはそれでどれほど大きなインパクトを期待できるのかを熟慮する必要はない。ライトハウスがすでにそれを証明している。それよりも、責任ある形でAIを導入する際のリスク、規制、複雑さに焦点を当てる必要がある。ライトハウスもこうしたリスクと無縁ではなく、責任を持ってAIの恩恵を享受するための専門知識、システムやリーダーシップを確実に得ながら進める慎重なアプローチを取っている。



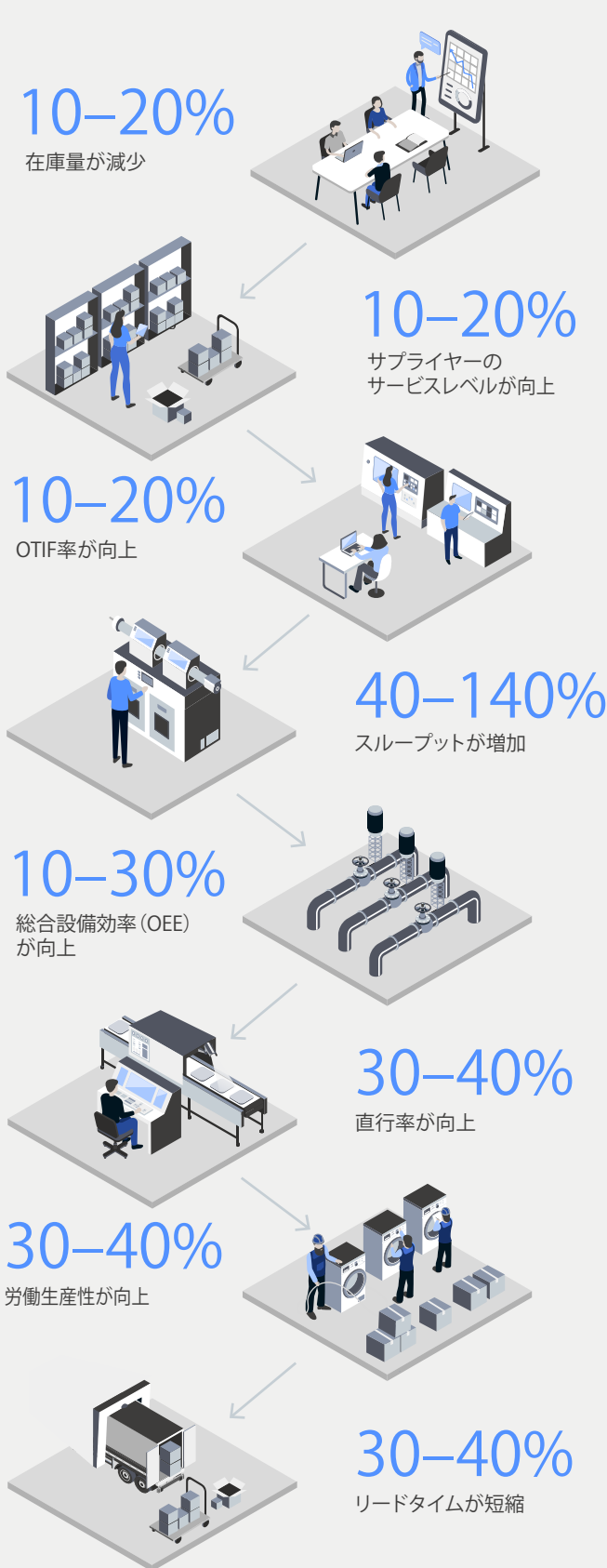
3.1 インパクトは至るところにある:あらゆるプロセスにAIを

初期の応用AIパイロットは、最小限の範囲で最低限のリスクを負いながら、最速で反復することができる工程レベルで展開された。現在、AIが絡むライトハウスのユースケースの8割以上が、工程レベルで実行されているのもそのためだ。しかし注目すべきは、AIがプランニング、資産管理、品質、配送など、サプライチェーンのあらゆるプロセスで大きなインパクトをもたらすようになってきていることである。

今期のライトハウスの事例を見ると、AIがもたらすインパクトがいかに幅広く、多様性に富んでいるかが如実に分かる。例えば、プランニング業務にAIを導入したイングラシスでは、過去のデータを学習

させるAI需要予測モデルの展開を開始してわずか3年で予測精度が27%向上した。またAIでプロセスの最適化を図っている亨通(ヘントン)アルファ・オブティック・エレクトリックでは、過去の戦略を学習するモデルが予備成形や延伸パラメーターを自動的に最適化している。あるいはAIを品質向上に活用しているヴィータル・カロでは、焼成炉にコンピュータービジョン技術を導入してスクラップ率を68%削減した。さらに配送業務の効率化にAIを利用しているCRビルディング・マテリアルズ・テックでは、AIが大型輸送機器の輸送ルートをその時々道路状況に応じて最適化し、集荷リードタイムを39%短縮している。

図 12 最新のライトハウスは、サプライチェーンのあらゆるステップに大きなインパクトをもたらすAIを導入している



サプライチェーンのプランニング



アジレントはサプライヤーの情報をもとに材料の入手可能性を予測し、サプライチェーンリスクへの積極的な対応を可能にしている

イングラシスは、注文履歴と市場データを使用して、それまで提供されていた予測数量よりも正確な受注予測を立てている

サプライチェーンの管理



ユニリーバは、前日の売上、在庫目標、容量上の制約などに基づいて在庫補充を自動化している

ジョンソン・エンド・ジョンソンでは、AIの自動データ分析を通じてSLOB¹リスクのある在庫を特定し、リスク軽減のための推奨行動を提案している

生産スケジュール調整



ACGカプセルズは、新しいカラーマッチングAIで生産スケジュールを最適化し、デジタルツインで妥当性確認を行っている

GACアイオンでは、10万以上のコンフィギュレーションのスケジュール調整を自動化し、その計画に基づいてリソースを配分している

プロセスの最適化



中信泰富特钢は、圧延・冷却工程を含む炉内の全工程にAIを導入して、特殊な多品種小ロット製品を製造している

亨通アルファは、過去の戦略を予備成形や延伸工程のパラメーターの最適化に活用している

資産管理



アラムコでは、原子炉の残存耐用年数を予測し、腐食を最小限に抑えられるようメンテナンスを最適化している

CATLでは、リアルタイムデータに基づいて工場全体で予知保全を実施し、メンテナンス計画を最適化している

品質と試験



ロンジでは、マルチモーダル画像解析、特徴に基づくトレースならびに閉ループ型の「品質アドバイザー」を使用してRCA²を実施している

ヴィータル・カロでは、コンピュータビジョンを使用して、不良タイルを自動的に検出し、焼成炉に入る前に排除している

組み立て



ハイアールでは、AIを使って生産能力とリソースの配分を最適化し、どの人材がどのプロセス、設備または資材を担当するのが最適かをそれぞれのスキルに応じてマッチングさせている

配送



CRビルディング・マテリアルズ・テックは、3D デジタルモデリング上に適応型アルゴリズムを採用し、セメント袋の積載計画と実行を柔軟に行うことのできる新規顧客注文の「ノータッチ集荷」を実現している

注: 1. SLOB = 長期滞留・陳腐化 2. RCA = 根本原因分析。インパクトは第11期ライトハウス全体の平均

出典: グローバル・ライトハウス・ネットワーク

3.2 インパクトを遠くまで、広く、速く： 「資産化」による「AIの民主化」

新しいライトハウスがもたらすスループット、品質や納品実績といった重要な主要業績評価指標（KPI）で20%、40%、場合によっては60%の改善を達成するには、パイロットや概念実証（POC）の段階を経て、すべての機械と生産ラインにユースケースを拡大する必要があった。中には、スケールアップまでに4年から5年の歳月を要した企業もある。その一方で、中国の麗陽にあるCATL、インドのソネパットにあるユニリーバや中国の西安にあるジョンソン・エンド・ジョンソンの生産拠点などは、各社の他のライトハウス拠点で実施したユースケースの成功体験を参考にすることで、プロジェクトを立ち上げた初日から、それぞれのユースケースがもたらすインパクトの規模が分かった上で設計を行うことができた。上記3社の現地工場ではいずれも、初期のライトハウスが克服せざるを得なかった険しい学習曲線を経ることなく、すぐに高度なAIやその他のテクノロジーを多数のプロセスに適用している。

現在のライトハウスがまだパイロットだった頃に、展開のスピードを上げる有効策の一つは「資産化」を戦略的に進めることだった。ユースケースをパッケージ化して、展開の加速とスケールアップを理論的かつ体系的に図るこのアプローチを取る業界は、製

造業に限らない。他の業界でもAIで高い業績を上げている企業は、採用の進むローコード/ノーコード・プログラミングでAIアプリケーションを作成する傾向がAIの導入に消極的な組織よりも1.6倍も高く、開発プロセスがさらに加速した¹⁴。

ドイツのヴァルトブロンに本拠を置くライフサイエンス機器メーカーのアジレントは、コンピュータビジョンのユースケースを開発して不良率を40～50%削減しただけでなく、それを資産化した。具体的には、異常の検出とプロセスの逸脱に即座に対応できるAIソリューションのライブラリを社内構築し、コンピュータビジョンツールをMESやテストソフトウェアと接続するプラグインコネクタをバンドル化し、標準作業手順書（SOP）、ユーザーマニュアル、トレーニングガイドをパッケージ化。このように自社の技術を「民主化」して誰にでも使用可能にすることで、技術に精通するエンジニアだけでなく、その他の技術者も独自に、新しいカメラやビジョン用アプリケーションの検証、実装や試験をエンドツールで行うことができるようになった。その結果、同社では4カ月足らずで、57の事業所と16の製品ラインに5つの新しいアプリケーションを導入することができた。

図 13 アジレントのコンピュータビジョンツールキット



→ アジレントは、コンピュータビジョンツールキットの導入を通じて高度なビジョン機能へのアクセスが誰でも可能になるよう民主化することで、スピードアップとスケールアップを実現した

3.3 システムレベルでの意思決定の自動化に向けて

ライトハウスはAIが成熟するにつれ、より高度な意思決定を自動化する方向に向かっている。ループの「中」ではなくループの「上」にいる人間と協調する能力、つまり「コグニティブ・オートメーション」を追求しているのだ。あらゆる進歩と同様に、成熟は段階的に進む。まず、AIを使用してプロセスパラメータをリアルタイムで設定するなど、インテリジェンスを適用して、定常状態のオペレーション・プロセスを維持できるようにする。次に、正しい修復行動を識別する。この段階では人間はまだループの中にいるものの、AIが機械の性能不足に対する是正行動を提案したり、入力材料の不純物を補う調整を推奨したりすることが可能になる。最終的には、製造やサプライチェーンのオペレーションを「自己修復型」にして完全に任せられるようにする。このように、ライトハウスは人間がループの上に出ることができる状態までAIを進化させることを目指している。

ほとんどのライトハウスでは、AIの導入がすでに第二段階まで達しており、第三段階に向けて進化を加速させている。AIの成熟に伴い、工場の生産性、品質やサービスの向上を一つ上のレベルに押し上げることができる。そこにあるのは現在専門のオペレーターが行っている高度な業務が一般の技術者でも対応できる新しい現場の光景であり、「消灯」操業のコンセプトが現実のものになる。しかし、これほどの進化にはリスクも伴う。だからこそ、シュナイダーエレクトリックのような一部の企業は、AIに主導権を明け渡す前に、推奨案ごとにその信頼区間を向上させるために「信頼のためのトレーニング」を実施して、設計に反映しているのだ。AIをこの三段階目まで進化させようとしている他のライトハウスの事例としては、モンデリーズと韓国水資源公社がある。

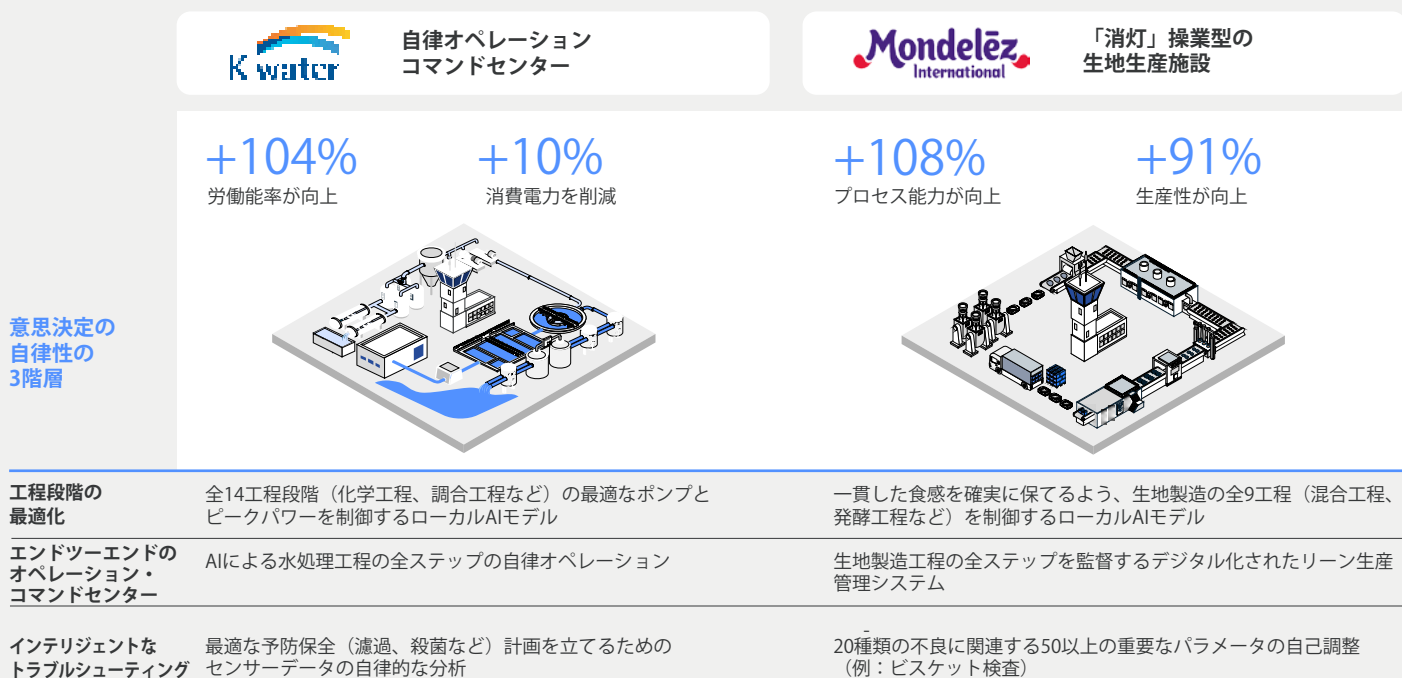
コグニティブ・オートメーションのためのコマンドセンター：2つの事例

中国の北京で焼菓子を製造するモンデリーズは、5本の自動化生産ラインと4台のAGVを制御し、サプライチェーンから供給される9種類の原材料の管理も行うAIコントロールセンターを備えた生地生産施設を建設した。生地の発酵プロセスを最適化し、均一性を正確に分析し、生産ラインと関連サプライチェーン全体の能力とスピードを向上させている。

気候変動によって水の供給が不安定になる中、韓国水資源公社は混合や凝固などのプロセスを制御するAIオペレーションシステムを一部の工場に導入した。これにより、わずか2年間で生産量が31%増加したことを受け、他の42工場にも同じシステムを導入する拡張プロジェクトに乗り出している。

この2つの事例に共通するのは、一元化されたインテリジェンスを活用していることだ。両ライトハウスとも、個々の工程にAIを適用するのではなく、生産システム全体を制御するAIコマンドセンターを採用している。これらのソリューションは、例えば、材料不足に関する新たな情報が浮上した時、特別な優先オーダーが入った時、あるいはエネルギー源が何らかの影響を受けてラインのバランスをすぐに再調整する必要が出た時など、瞬時の対応が求められるこうしたオペレーション上のより困難な決断も適切に下すことができる。AIは、不十分なメモリという制約に縛られることなく、何百万ものデータを同時にふるいにかけ、それらを理解し、すべてを繋ぎ合わせるメカニズムを最適化することができる。AIをここまで進化させることができれば、完全自律型工場への次なるステップに踏み出せるようになる¹⁵。

図 14 生産システム全体を制御する一元化されたインテリジェンス



出典：韓国水資源公社、モンデリーズ、グローバル・ライトハウス・ネットワーク

3.4 バリューチェーン全体にわたる生成AIイノベーション

生成 AI は、世界経済に年間 2.6 兆ドルから 4.4 兆ドルの価値をもたらすと予想されている¹⁶。そのうちの 4 分の 1 近くは主にコンテンツ生成、インサイト抽出、ユーザーとの対話機能などを一段と拡充することで、製造やサプライチェーン関連の業務の生産性を最大 2 倍向上させ、7 割近くのタスクの自動化を実現できるようになると言われている¹⁷。

こうした画期的な能力は、製造オペレーションにとつてどのような意味を持つのだろうか。仮説として立てた風力タービンのエンジニアのケースで考えてみよう（下図参照）。これは、CATL の最高製造責任者であるニ・ジュン氏が 2023 年の「ライトハウス・ライブ」で示したビジョンである。

この可能性に気付いたライトハウスは、非構造化データが最も多い分野に生成 AI を導入しようとしている。製品開発と調達関連活動（タービンの事例など）に加え、さらに 2 つの領域がその対象に含まれる。導入は 2 段階に分けて進められている。まずは、生成 AI で製造やサプライチェーンの業務に従事する

作業者の生産性の向上を図る。これらのパイロットには、生成 AI を搭載した技術者アドバイザーや標準作業書に沿った指示を行うチャットボットなどが導入されている。次に、デジタル機能開発を加速させる。これにはデータ管理やソフトウェア開発のコパイロットの実施、オペレーターの特성에応じてパーソナライズされたトレーナーや評価者の投入、ならびにアジャイル開発部隊を支援するチームアシスト機能の導入などから生まれるイノベーションによって推進することが含まれる。このようなユースケースを活用すれば、従来の常識では 2、3 年を要すると考えられていたデジタル変革をより早く実現できる可能性がある。

バリューチェーン全体に関するデータの量と質が高ければ高いほど、組織は生成 AI モデルをより効果的に調整し、より使い勝手の良いものにすることができる。クリエイティブであろうとする企業は、この豊富な良質データを様々な形で有効活用できる。例えば、技術者とオペレーター間の会話に鋭い洞察から得た貴重な知見を含めることができるようになるだろう。

“ 当社では、生成 AI を使用して、若いエンジニアたちがそれぞれの業務に必要な基本的なルールを短期間で習得できるようにしようとしている。エンジニアや新人が半年間、生成 AI ツールを学んで一人前のデザイナーになれるよう支援したい。

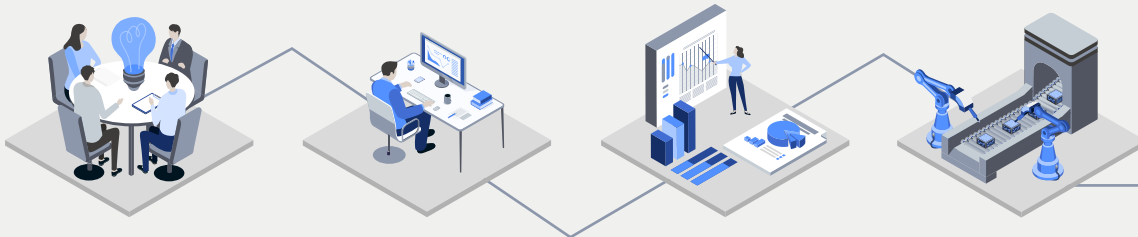
CATL 最高製造責任者 ニ・ジュン氏

生成 AI とエンジニアリングデザイン：仮説

1 年目のエンジニアが生成 AI に、開発中の風力タービンプレードの設計変更案を反映した 3D モデルのモックアップ作成を依頼した。生成 AI プラットフォームは、応用 AI モデルを使用して数十回の分析シミュレーションを実行し、それぞれの結果を調整後、性能予測を示すレポートを生成。そのレポートには、2 カ所に設計上の改善を要し、1 カ所

にコンプライアンス上の課題があることが記されていた。そこでエンジニアは、自社の過去の設計データやウェブ上の関連するカスタマー・レビューの内容を参照する「設計アドバイザー」ソフトウェアに設計反復を指示。反復を数時間繰り返した後、経験豊富な先輩エンジニアが作成していたものと同等かそれ以上の、高品質でコスト的にも最適な完全にシミュレートされた設計図を手に入れることができた。

× ライトハウスのパイロット実施率 (%)
 ● 製品の改善
 ● プロセスの最適化
 ● 作業員の生産性



<p>設計 26</p> <p>新製品の「発見」(新しい化学物質、回路設計など) テストフェーズの高速化 / シミュレーション 消費者インサイトによる製品の市場適合性の予測 従来の部品設計の最適化 (部品重量など)</p> <p style="text-align: center; background-color: #4a6984; color: white; padding: 10px;">+4 追加</p>	<p>ソース 16</p> <p>事前審査ならびに関心のある条項の要約と抽出 外部ソースとカテゴリ別戦略の策定 交渉の役割演習とシナリオの準備 書類 (提案依頼書、契約書) の自動生成 サプライヤーの実績報告書の作成</p> <p style="text-align: center; background-color: #4a6984; color: white; padding: 10px;">+4 追加</p>	<p>計画 16</p> <p>在庫の健全性と経年劣化の要因に関するインサイトの提供 サプライヤーのリスク分析の自動化 チャットボットによるリアルタイムの供給リスク対策プランニング</p> <p style="text-align: center; background-color: #4a6984; color: white; padding: 10px;">+3 追加</p>	<p>作成 58</p> <p>「技術者アドバイザー」によるトラブルシューティング プロセス故障分析の自動化 標準作業手順書、パフォーマンスレポートや教材作成用のコパイロット</p> <p style="text-align: center; background-color: #4a6984; color: white; padding: 10px;">+2 追加</p>
<p>配送 21</p> <p>輸送業者の出荷条件の分析・審査による交渉力の強化 輸送に必要な書類の作成と確認 ドライバー向けサービスを補強する対話型バーチャルアシスタント (音声ナビなど)</p> <p style="text-align: center; background-color: #4a6984; color: white; padding: 10px;">+1 追加</p>	<p>提供 16</p> <p>パーソナライズされたインタラクティブな電子商取引ページ 価格決定のための情報の統合 (競合他社の価格など) トランスクリプトのレビューとコールセンター・エージェントのコーチング 顧客が問題を自己診断できるようにするステップバイステップの指示</p> <p style="text-align: center; background-color: #4a6984; color: white; padding: 10px;">+4 追加</p>	<p>テクノロジー 58</p> <p>データとテクノロジー ソフトウェア生成の加速 (コパイロット) 動的セキュリティスキャンによるコードメンテナンスの安定化と加速</p> <p style="text-align: center; background-color: #4a6984; color: white; padding: 10px;">+2 追加</p>	<p>人 68</p> <p>人材と組織 セルフサーブ人事 (自動オンボーディングなど) 採用コパイロット (職務記述書の作成など) 単発 / カスタマイズ学習シナリオの生成</p> <p style="text-align: center; background-color: #4a6984; color: white; padding: 10px;">+1 追加</p>

出典: マッキンゼー・アンド・カンパニー、グローバル・ライトハウス・ネットワークの事例を反映して改変

3.5 過去の生成AIパイロットも加速させる

応用 AI のユースケースが主にパイロットや POC であった 2019 年当時、多くの工場はまだデータとテクノロジーの基盤を構築し、従業員に必要な新しいスキルを確認し、導入を成功させるための戦略を練っていた。その頃のライトハウスの経営陣は、新しいユースケースを実体的なインパクトに結び付けることに躍起になっていた。そのために数多くのパイロットを実施するところもあった。しかし今や、ライトハウスはかなり先を行っており、時にはパイロットをまったく実施しないこともある。実際、ライトハウスに最近加わったところでは、新しい AI ユースケースの実装に要する時間を、以前のライトハウスと比較して 25% 近く短縮している。これは、生成 AI のような新しいテクノロジーのスタートラインが、5 年前の応用 AI よりもはるかに進んでいることを意味する。

展開を加速させた ACG カプセルズ

インドのピタンプールで医薬品の受託製造事業を営む ACG カプセルズは、生成 AI の展開を加速させた代表例である。製造現場の従業員のスキルセットに対するニーズの変化に対応するため、同社は SOP と自社ポリシーを社内に浸透させる役割を担う生成 AI アシスタントをわずか 2 週間で開発した。この新しい AI ツールは、いくつかの学習と微調整を経て、導入後 5 週間もたわずにオペレーターと技術者のほぼ 4 分の 3 に対して、メンテナンスが必要な箇所やコンプライアンスを遵守すべき行動について通知を行うことができるようになった。

図 16 ACG カプセルズのスピーディな生成AIの展開



出典: ACG カプセルズ、グローバル・ライトハウス・ネットワーク

4

グローバル・ライトハウス・ネットワークの 次の5年間の方向性

製造業を取り巻く状況は、
10年前とは似ても似つかない。
世界が激変したのと同じように、
製造業も様変わりしている。



ライトハウスは、世界中で同時発生する様々な出来事から受ける圧力や試練に耐えながら、これまで以上に強くたくましくなっている。学習から実行へと移行するそれぞれのここまでの歩みと進歩は、グローバルなその他のメーカーが従うべき道を示し、製造セクターに決定的な第四次産業革命の変曲点をもたらした。

ライトハウスは、戦略を策定し、有能な人材の確保、アジャイル開発力、技術力やデータ処理能力を強化し、工場レベルで変更管理を実施することで、この変曲点に到達した。そして今、同じ能力をネットワークレベル、一部の場合はさらに組織レベルまで拡大するための取り組みを、驚異的なスピードで推進している。また、そうした取り組みを続けながら、生成 AI を含む最新の AI テクノロジーや第四次産業革命のその他のテクノロジーをいち早く取り入れて活用できるようにし、バリューチェーンのあらゆるステップに大きなインパクトをもたらそうとしている。このようにして、ライトハウスは改めて、世界中の製造業が進むべき道を指し示そうとしている。

第四次産業革命を加速させるための戦略的アプローチ

ライトハウスの取り組みが第四次産業革命のイノベーションの創出から加速へと移行する中、製造セクターは転換期にある。AI をはじめとする第四次産業革命のテクノロジーは、ネットワークレベルでの拡大運用を目指すライトハウスが牽引役となって、この先何年にもわたって普及し続けるだろう。

製造セクターの企業はいずれ、業界全体の加速度的な技術革新にどのように対応するか、つまりイノベーター、アクセラレーターまたはファスト・フォロワーのいずれになるかの戦略的決断を迫られる。唯一間違った戦略は、何もしないことだ。対応が遅れば、生き残りは難しい。今後どのアプローチを取るにしても、いかに高い対応能力を身に着けるかが非常に重要になる。幸い、ライトハウスには実証済みのユースケースがすでにあり、実践に必要な能力を確認できるプレイブックが用意されている。活用すれば、学習コストをかけずに成功へのロードマップを手にすることができる。着手したばかりの企業でも、すぐにファスト・フォロワーになることができるのだ。



4.1 募集と参加

グローバル・ライトハウス・ネットワークは、イノベーター、アクセラレーター、ファスト・フォロワーという戦略的アプローチのいずれかを選択し、独自の道を切り開こうとするリーディングカンパニーを代表することを目指している。これに当てはまる意欲的で先見性のある企業は、詳細について

LighthouseNetwork@weforum.org までお問い合わせいただきたい。

第 12 期ライトハウスの応募期限は 2024 年 1 月 26 日である。詳細はグローバル・ライトハウス・ネットワークの [ウェブサイト](#) を参照のこと。

付録: ライトハウスのユースケース、変革ストーリー、インパクト

工場のライトハウス

拠点	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト
ACG カプセルズ インド、ピタンプール	医薬品サプライヤーの ACG カプセルズは、競争の激しい市場で一步先を行くために、高品質製品の製造と応答性、生産歩留まり、労働生産性の向上を優先している。これを達成するために同社は、インダストリアル IoT (IIoT)、機械学習 (ML)、ディープラーニング (DL)、デジタルツイン、拡張現実、生成 AI を活用した 25 以上の第四次産業革命のユースケースを導入した。これらのユースケースを効果的に採用することで、重大な欠陥が 98% 削減され、生産リードタイムを 39% 短縮、総損失が 51% 減少し、労働生産性が 44% 向上した。	バッチ品質のリアルタイムな洞察	39% ↓ バッチリードタイム
		ML による一発最適化	35% ↑ 直行率
		デジタルツイン活用 の生産計スケジューリング	13% ↑ 完全納期遵守
		仮想現実 (VR) ベースの労働力増強とスキル管理	39% ↓ 作業員の登録作業時間
		ディープラーニングを活用した安全管理と行動検知	53% ↓ 安全事故発生率
アジレント・テクノロジー ドイツ、ヴァルトブロン	アジレント・ヴァルトブロンは、一般的な需要の最大 7 倍という需要の変動、50% を超える高い成長率、サプライチェーンの混乱、進化する製品ニーズの中で、課題に対処するために 25 以上の第四次産業革命関連の職務と 20 の関連するユースケースを導入した。その大量かつ多品種のライフサイエンス製品製造プラットフォームでは、AI アプリケーションと IIoT を含む第四次産業革命ツールキットによるソリューションのおかげで迅速なシミュレーションと予測が可能となった。同工場は、品質の 35% 向上、生産性の 44% 向上、生産高の 48% 向上を達成し、最終的に市場シェアの拡大につながった。	ノータッチ現場スケジューリングシステム	47% ↑ 直接労働生産性
		サプライチェーンの信頼性予測と制御	36% ↑ 生産量
		クラウド AI 品質予測テスト	13% ↑ 試験スループット
		AI コンピュータービジョンツールキットとソリューションライブラリ	49% ↓ 不良率
		コスト予測モデリングとデジタル製品シミュレーション	35% ↓ 品質不良のコスト
アモーレパシフィック 韓国、烏山	グローバルな美容企業であるアモーレパシフィックは、化粧品業界で一步先を行くことを目指し、AI や 3D プリンティングなど第四次産業革命のテクノロジーを活用して、製造工程設計の最適化、新製品導入の迅速化、柔軟性の向上を実現した。これにより、新製品のリードタイムを 50% 短縮し、不良品を 54% 削減することができた。また、店頭製造によるカスタマイズ化粧品で 80 万種を超える商品を提供するという新たなビジネスモデルも実現した。	AI ベースのカスタマイズ化粧品サービス	80 万 ↑ 在庫管理単位 (SKU) をカスタマイズ
		AI による化粧品プロセス設計の最適化	50% ↓ 新製品のリードタイム
		自己進化した化粧品製造	54% ↓ 製造不良率
		AI を活用した包装ラインの故障検出	344% ↑ 包装ラインの生産性
		3D プリンターによるパッケージ製造	71% ↓ 金型調達時間

アラムコ サウジアラビア、 ヤンブー	二酸化炭素排出量を最小限に抑えながら、燃料の主要サプライヤーの一つとして競争力を維持するために、この1970年代のアラムコの製油所では、5年間にわたる戦略的な第四次産業革命テクノロジーによる変革が行われた。AIベースのクリーン燃料最適化、AIを活用した操業意思決定システム、デジタルツイン・ダイナミックモデルなどのユースケースを大規模に導入・統合。その結果、燃料生産量は99%に達し、温室効果ガス(GHG)排出量は23%削減され、稼働率は17%向上した。	エネルギー消費削減のためのデジタルツイン	159%	↑	収益性向上
		AIによる運転判断システム	20%	↑	処理能力
		MLベースの触媒寿命予測	24%	↓	廃棄物発生
		AIベースのクリーン燃料最適化	14%	↓	GHG排出量
		安全性とプロセス・スキル向上のためのVRトレーニング	35%	↓	トレーニング時間
CITIC パシフィック・ スペシャル・スチール 中国、江陰	CITIC パシフィック・スペシャル・スチールの江陰新城工場は、カスタマイズ鉄鋼製品に対する世界的な需要の急増に対応する一方で、不安定な原材料とエネルギー供給の課題を解決するため、高度なアナリティクスを活用したプロセス・シミュレーションと最適化、AIを活用したエネルギー管理など、40以上の第四次産業革命のユースケースを導入した。その結果、カスタマイズ鉄鋼の注文が35.3%増加、不良品率を47.3%削減し、エネルギー消費量を鉄鋼1トン当たり10.5%削減することができた。	ビッグデータを活用したカスタマイズ設計プロセス	57%	↓	新製品の設計にかかる時間
		マルチモーダルデータによる高炉の「ブラックボックス透明化」	85%	↓	操業停止時間
		インテリジェントな閉ループ制御型品質改善を継続	240%	↑	鋼材の現場性能の向上
		AIを活用した鋼材圧延プロセスの最適化	15%	↑	機械1時間当たりの生産量
		高度な分析による持続可能性の最適化	11%	↓	平均エネルギー消費量
コンテンポラリー・ アンプレックス・ テクノロジー (CATL) 中国、溧陽	需要の急増と人件費の増加に対処し、カーボンニュートラルの公約を達成するため、CATL 臨陽はビッグデータを活用して品質テストのシミュレーションを行い、アディティブ・マニファクチャリングで切り替え時間を短縮し、コンピュータービジョンでミクロン単位の品質検査を実現し、ディープラーニングでプロセス制御とエネルギー管理を最適化した。その結果、生産量が320%増加、製造コストを33%削減、規格化排出量を47.4%削減、品質不良が99%削減された。欠陥が「100万個に1個」から「10億個に1個」となり、測定単位をアップグレードすることができた。	ビッグデータを活用した仮想バッテリー容量テストと予測	80%	↓	エネルギー消費量
		仮想シミュレーションと3Dプリンティングによる迅速な交換	25%	↑	出力
		ディープラーニングを活用したメンテナンスシステム	41%	↓	メンテナンスコスト
		AIを活用したヘリウム漏れ検出プロセス	100%	↓	ヘリウムガス消費量
		インテリジェントでサステナブルなデジタル・エネルギー管理	43%	↓	エネルギー消費量
CR ビルディング・ マテリアルズ・テック 中国、田陽	中国、田陽にある華潤建材科技グループ傘下のセメント工場である田陽工場は、グリーンで低炭素な開発、より高い品質への期待、コスト圧力といった要件に対処するため、高度化アナリティクス、自律走行車、IIoTなど、30以上の第四次産業革命のユースケースを導入してエネルギー、労働、設備の効率と品質パフォーマンスを改善した。その結果、二酸化炭素排出量が24%削減、労働生産性が105%向上、計画外ダウンタイムが56%削減、品質の一貫性が25%改善した。	AIと自律走行によるスマート採掘	68%	↓	鉱山トラックからの二酸化炭素排出量
		主要なセメント生産工程のAI制御と最適化	11%	↓	製品1トン当たりの石炭消費量
		インテリジェントな機器のメンテナンスとスケジューリング	56%	↓	計画外ダウンタイム
		AIを活用した閉ループ型品質管理	87%	↓	顧客側での受入拒否率
		デジタル統合されたノータッチ・オーダー配送	321%	↑	ピックアップの直接労働効率

GACアイオン
中国、広州

信頼性が高く、カスタマイズされた電気自動車に対する需要が急増。これを満たすため、GAC アイオンは 40 以上の第四次産業革命のユースケースを導入し、顧客に 10 万以上の構成オプションを提供して、タイムリーで適格な納品を可能とした。生産ラインを完全自動化して、受注生産モデルと在庫生産モデルの混生生産をサポートし、これによって生産効率を 50% 向上、納期を 33% 短縮、直行率を 8% 向上、製造コストを 58% 削減した。

カスタム自動車の完全受注生産型製造プラットフォーム	30%	↓	注文から納品までの時間
AIを活用した柔軟な自動化	67%	↓	切り替え時間
自律的な材料配送を行う AIコントロールタワー	67%	↑	マテリアルハンドリングの生産性
「車からすべてまで」の閉ループ型品質管理	8%	↑	直行率
サステナブルな製造のためのスマート・マイクログリッド	48%	↓	エネルギー消費量

ハイアール
中国、合肥

新たな中産階級の台頭と消費者消費の増加により、中国国内でスプリット型エアコン（AC）システムから、品質とエネルギー効率の面でより要望の高いセントラル型 AC システムへのアップグレードが進んでいる。合肥にあるハイアールのエアコン工場は、家庭用セントラル AC システムの研究開発、生産、テストに高度なアルゴリズム、デジタルツイン、ナレッジグラフ、その他の最先端技術を適用し、エネルギー効率を 33% 向上、不良率を 58% 低下、労働生産性を 49% 向上、製造単価を 22% 低下させた。

流体解析AIによる最適な製品設計	63%	↓	製品設計のサイクルタイム
共有労働リソースを動的に分析し、全社横断的に割り当て	60%	↓	トレーニングサイクル
デジタルツインによる高精度切り替え	93%	↓	切り替え時間
マシンビジョンによる溶接工程のインテリジェントセルフチューニング	85%	↓	溶接不良率
ナレッジグラフ対応の性能検査エキスパートシステム	67%	↓	平均修理時間 (MTTR)

亨通(ヘントン)アルファ・オプティック・エレクトリック
中国、蘇州

国際市場からの品質とグリーン生産への期待に加えて、より高いコスト圧力に直面した亨通（ヘントン）アルファは、生産バリューチェーン全体をカバーする 27 の高度なユースケースを導入して、高度な分析、マシンビジョン、AI 技術の大規模な適用を加速させた。その結果、製造コストは 21% 減少、不良率は 52% 減少、電力消費量は 33% 減少した。

製品品質予測にMLを適用	61%	↓	光学パラメーター損失率
AIとビジョンに基づくプリフォーム外径最適化	35%	↑	加工速度
超高速延伸制御モデル	67%	↓	ライン当たりオペレーター人数
MLによる繊維破断予測モデル	26%	↓	ファイバー断線頻度
AIベースのデータ継承によるテストの最適化	39%	↑	1人1時間当たりユニット数 (UPPH)

イングラシス、フォックスコン・インダストリアル・インターネット
中国、台湾、桃園

AI 基盤モデルの急速な発展により、AI サーバーに対するコンピューティング・パワーと、より高い効率性、品質、回復速度に対する要求が爆発的に高まっている。受注予測、倉庫、生産スケジューリング、製品設計、品質、組立テストの各領域に AI ユースケースを導入することで、フォックスコン・インダストリアル・インターネットの台湾工場は、生産効率 73% 向上、製品不良 97% 削減、リードタイム 21% 削減、1 台当たり生産コスト 39% 削減を達成した。

AIを活用した倉庫・物流スケジューリング	44%	↓	ライン切り替え時間
AI主導型の受注予測と生産スケジューリング	8%	↑	納期遵守
AIを活用した製品パラメーター設計プロセス	89%	↓	基板設計時間
AIによる高度な制御品質管理分析	99%	↓	SMTラインの不良率
AIを活用した自動組立・検査ワークジョブ	42%	↑	総合設備効率 (OEE)

韓国水資源公社
韓国、華城

気候危機が原因で水供給に大きな懸念が生じている。熱波や豪雨によって供給が不安定、不透明になっているためである。これに対処するため、韓国水資源公社は次世代 AI 水処理プラントを立ち上げ、生産コストの削減、応答性の向上、ヒューマンエラーの削減を実現した。この AI 水処理プラントは、他の 40 以上の拠点到に拡大され、同社の化学薬品使用量の 19% 削減、労働効率の 42% 改善と電力消費量の 10% 削減に役立っている。

インテリジェントな自律型プラント運転システム	104%	↑	プロセス労働効率
需要予測に基づくエネルギー最適化	10%	↓	エネルギー消費量
MLに基づく予知保全	33%	↓	メンテナンスコスト
デジタルツインによるトレーニングとメンテナンス	33%	↓	トレーニング時間
CCTVベースの安全管理用AI	75%	↓	インシデント対応時間

ロンジ
中国、嘉興

太陽電池モジュールのコスト削減、品質向上、リードタイム短縮を目指す嘉興工場は、AI と高度なアナリティクスを活用した 30 以上の第四次産業革命ユースケースを導入し、製造オペレーションを強化。こうした取り組みは大きな効果を上げ、同拠点は 1 年以内に製造単価の 28% 削減、歩留まり損失の 43% 削減、生産リードタイムの 84% 短縮を達成し、エネルギー消費量も 20% 削減した。

AIを活用したリアルタイムの検査根本原因分析と推奨アクション提示	32%	↑	直行率
ニューラルネットワークを利用した太陽電池の生産計画と割り当て	46%	↓	製品の電力偏差
データに裏打ちされた作業員のキャリアプランニング	35%	↑	直接労働生産性
AIとマシンビジョンによる柔軟な自動化	96%	↓	切り替え時間
ビッグデータによる受注生産の最適化	84%	↑	物流労働生産性

モンデリーズ
中国、北京

モンデリーズ・グローバルと北京市の両者は、モンデリーズの成長意欲を満たし、前年比 6% の人件費インフレによる営業コスト上昇圧力に対処しつつ、持続可能性目標に取り組んだ。モンデリーズ北京は、AI を活用した生地製造の「消灯」操業や機械学習によるガス消費量の最適化など、38 の第四次産業革命ユースケースを導入。その結果、同社は GHG 排出量を 24%、食品廃棄物を 29% 削減しながら、純収入を 28% 増、労働生産性を 53% 向上させた。

照明不要の「消灯」型自律生地工場	91%	↓	従業員数
MLベースのオープン制御システム	72%	↓	食品廃棄物
MLベースの暖房・換気・空調 (HVAC) システム最適化	24%	↓	電力消費
AIを活用した閉ループ型不良品除去	52%	↓	消費者からの苦情
デジタル・リーン生産管理システム	49%	↓	計画外ダウンタイム

リニュー
インド、ラトラム

再生可能エネルギー企業のリニューは、生産性の最大化とコスト合理化を行い、既存の労働力を再配置して運用・保守を自社供給するために、最初のライトハウス拠点到にデジタルとアナリティクスのバックボーンを構築し、これを拡張した。これには 70 の風力発電所、10 の相手先ブランド製造 (OEM)、22 の独自の風力タービンモデルなど第四次産業革命のユースケースの迅速な拡張や新しい独自の AI モデルが含まれる。この大規模変革のベンチマーク拠点到であるラトラムでは、エネルギー収率が 1.7% 向上し、運転経費が 17% 削減、廃棄物が 40% 削減された。その結果、収益性が 20% 向上した。

機械学習を活用した風力タービンブレードの自動検査	78%	↓	計画外メンテナンス
AIベースの風力低下補正システム	90%	↓	故障箇所特定時間
機械学習ベースのタービン出力曲線最適化	90%	↓	メンテナンス作業時間
機械学習による故障予測システム	83%	↓	計画外メンテナンス
送電線故障の早期発見	66%	↓	送電線故障

**ヴィタール・カロ
トルコ、ボズユク**

エネルギー価格の上昇とインフレが、エネルギーコストと労働集約的なセラミックタイル生産工程に影響を与えている。より大きな需要に対応し、4,200以上のSKUからなる複雑なポートフォリオを維持しながら競争力を維持するため、ヴィタール・カロのボズユク工場では、インテリジェントなプロセスと生産管理に焦点を合わせたデジタルトランスフォーメーションのロードマップを展開した。その結果、総合設備効率（OEE）が19%増加し、スクラップが56%減少、エネルギー消費が14%減少し、リサイクル素材の使用が43%増加した。

AIによる配合最適化	44%	↑	直行率
AIとIIoTによる規範的プロセスパラメーター設定	17%	↓	エネルギー消費量
製品仕様をAIで連続的に作成し、品質の一貫性を確保	32%	↓	スクラップ率低減
AIベースの品質検査と根本原因分析	66%	↓	クレーム率
インテリジェントな生産コントロールタワー	19%	↑	総合設備効率（OEE）

エンドツーエンド（E2E）バリューチェーンのライトハウス

拠点	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト
DHLサプライチェーン 米国、メンフィス	テネシー州メンフィスにある DHL サプライチェーンは、オペレーションをエンドツーエンドで管理・制御するために、集中的なプランニングと実行監視のためのコントロールタワーを備えた戦略的な第四次産業革命拠点を設立した。この拠点により、ロボット、アナリティクス、柔軟な人員配置ソリューションをシームレスに統合。その結果、時間外労働は50%削減、出荷サイクルタイムは57%短縮され、生産能力が290%向上、2019年以降の年平均成長率（CAGR）が28%向上した。その後、同拠点は新技術をグローバルに導入するための主要なトレーニングハブとなった。	アナリティクスを活用した柔軟な人材配置モデル	25% ↓ 欠勤率
		予測に基づく在庫補充	65% ↑ 稼働率
		アナリティクスを活用した倉庫可視化プラットフォーム	34% ↑ 生産性
		デジタル対応ピッキング・輸送	38% ↑ スループット
		デジタル・ロジスティクス・コントロールタワー	71% ↓ ピッキングサイクルタイム
ハイアール 中国、青島	コスト面で家電業界をリードし、顧客サービスを改善するために、ハイアールは5.5G、高度なアルゴリズム、すぐに利用できるデジタルツインなどのテクノロジーを活用。調達コストの削減、生産性とサービスの質の向上を目的とした136の第四次産業革命のユースケースを展開した。この取り組みにより、製品コストが32%最適化され、労働生産性が36%向上し、サービス苦情率は85%削減された。	ワンクリックで原価計算と最適化が可能	21% ↓ 1台当たりの材料コスト
		5.5G対応インテリジェント工場内物流	80% ↓ 材料不足によるダウンタイム
		IIoTベースの最終組立効率最適化	33% ↑ 労働生産性
		修理依頼のインテリジェント・マッチングと自律的発送	88% ↑ 修理スピード
		デジタルツインによる洗濯機のパラメーター最適化	43% ↓ 製品不良率
ジョンソン・エンド・ジョンソン 中国、西安	アジリティと対応力を向上させ、品質基準を引き上げ、競争力を強化するために、ジョンソン・エンド・ジョンソン西安工場は2019年、手作業だった生産施設を第四次産業革命のテクノロジーに対応した新工場に入れ替えた。この工場は、技術移転とマテリアルハンドリングのためのデジタルツイン、継続的工程確認（CPV）とバッチ実行のインテリジェントオートメーションを備えている。これにより、移転時の製品移動時間が64%短縮され、不適合が60%減少し、生産性が40%、操業コストが24%、GHG排出量が26%改善された。	デジタルツインによるスマートな技術移転	34% ↓ サイクルタイム
		インテリジェントオートメーション（IA）によるバッチ実行	60% ↓ バッチ不適合
		自律的な継続的工程確認（CPV）	92% ↓ ばらつき検出時間
		デジタルツインによるマテリアルハンドリング	100% ↓ 完成品在庫のフットプリント
		インテリジェントなサプライチェーン・コントロールタワー	81% ↓ 動きの遅い在庫

ケンピュー 中国、上海	<p>電子商取引の成長、市場投入までのスピードの向上、コスト競争力の強化に伴う需要の変動に対応するため、ケンピュー上海は、E2Eバリューチェーン全体で、ソーシャルメディア、デジタルツイン、積層造形、MLに関するビッグデータ分析など、25以上の第四次産業革命のユースケースを展開した。その結果、新製品導入のリードタイムが50%短縮、予測精度が1.3倍に上昇し、48時間以内のOTIF (on-time-in-full) 配送が99.8%となった。これにより、電子商取引事業は事業全体の30%から60%へと倍増した。</p>	ビッグデータとAIにより顧客への製品適合度を理解	50%	↓	市場投入までの時間(新製品導入時)
		プロセスツインで新製品の市場投入を迅速化	30%	↓	SKU当たり生産開発コスト
		機械学習によるきめ細かな需要予測	80%	↓	在庫切れ率
		遠隔データモニタリングと3Dプリントによるスマートなアジャイル製造	70%	↓	切り替え時間
		予測に基づくタッチレス在庫補充	23%	↓	在庫日数
ユニリーバ インド、ソネパト	<p>ユニリーバ・ソネパトは、アジリティを向上させ、多様な製品セグメントに対応し、インフレ環境下でコストを削減し、持続可能性を向上させるために、E2E サプライチェーンに30以上の第四次産業革命ユースケースを導入した。主なユースケースは、ボイラーとスプレッドライヤーのプロセスツイン、顧客データに基づくノータッチ生産計画と在庫最適化などである。これにより、サービスが18%、予測精度が53%、転換コストが40%、スコープ1のカーボンフットプリントが88%改善された。ボイラーのプロセスツインによって可能になったバイオ燃料の使用は、地元農家の生活も支えている。</p>	デジタルツインを活用し、ボイラーへのグリーン燃料投入を柔軟に制御	88%	↓	ボイラーのGHG排出量
		IIoTによるスプレッドライヤーのデジタルツイン	93%	↑	プロセス労働生産性
		コグニティブ・オートメーションで供給を強化	18%	↑	サービスレベル
		AIを活用したリアルタイム在庫最適化	23%	↓	完成品在庫
		予測に基づく資産メンテナンス	56%	↓	メンテナンスコスト

サステナビリティ・ライトハウス

拠点	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト
ジョンソン・エンド・ジョンソン 中国、西安	<p>ジョンソン・エンド・ジョンソン西安は、増大するエネルギー需要に対応しながら環境への影響を低減するため、最先端の製造拠点を建設した。LEED ゴールド® 認証基準を満たし、超えるために、プロセス制御用のAIアルゴリズム、IIoTベースのインテリジェント・クリーニング、デジタルツインなど、一連の第四次産業革命のテクノロジーを導入した。これにより、材料廃棄物の47%削減、温室効果ガス排出量の26%削減、エネルギー消費量の23%削減を実現した。</p>	デジタルツイン対応の適応型プロセス制御	32% ↓ GHG排出量
		インテリジェント洗浄	72% ↓ 洗剤消費量
		廃棄物削減のための高度なアナリティクスを活用した一括リリース	63% ↓ 有害廃棄物
ケンピュー タイ、バンコク	<p>ケンピューの「健康的な生活」というミッションと、人と地球のウェルビーイング(幸福)を促進するというコミットメントに基づき、ケンピュー・タイは、第四次産業革命のテクノロジーを導入し、事業所全体でよりサステナブルな資源管理を実現した。これには、水からエコシステムまでのエンドツーエンド・パフォーマンス管理システム、冷却システムのエネルギー消費を最適化するデジタルツイン、データ分析とロボットによるプロセス自動化を活用した動的スケジューリングとコンテナ積載の最適化ソリューションなどが含まれる。2018年から2023年にかけて、同拠点は水使用量を35%削減し、エネルギー関連消費量(スコープ1と2)を34%削減し、生産量に正規化したGHG排出量を29%削減し、コンテナ利用率を35%向上させ、より効率的な輸送を実現した。</p>	E2Eウォーターエコシステムダッシュボード	29% ↓ 廃水
		クラウド接続デジタルツイン冷却システム	45% ↓ 冷却システムの二酸化炭素排出量
		動的コンテナスケジューリングと最適化のためのデジタルスレッド	18% ↓ スコープ3二酸化炭素排出量

シュナイダー エレクトリック インド、ハイデラバード	シュナイダーエレクトリックのハイデラバード工場は、第四次産業革命テクノロジーを中核に、2030年までにスコープ1と2でゼロ・カーボンを目指す。これには、戦略的サプライヤーの二酸化炭素排出追跡によるエンドツーエンド閉ループシステムが含まれる。このシステムの基盤には、IIoT対応の平滑システムとAIベースの予測モニタリングを使用した、現場のオペレーションと連動するすべての設備資産のリアルタイムデータ生成とクラウド分析がある。これにより、エネルギー消費量が59%、二酸化炭素排出量が61%、水消費量が57%、正規化廃棄物発生量が64%削減された。	閉ループ制御による エアコンプレッサーの スマート最適化	57%	↓	単位当たり エネルギー消費量
		IIoT主導のエネルギー 管理システム	57%	↓	単位当たり 水消費量
		排出量(全スコープ)と 廃棄物を追跡・管理する デジタル・コントロール タワー	64%	↓	単位当たり 廃棄物発生量

シーメンス 中国・成都	シーメンスの成都工場は、過去3年間で生産高が92%増加する中、ゼロ・カーボンのパイオニアとなるために、ホリスティック(全体論的)なデジタル・エネルギー管理システムを導入。また、製造プロセス全体で予知保全を実施し、AIベースの自動化を導入して最大16種類の生産廃棄物を特定・処理した。さらに、エコデザイン機能を適用してサーキュラリティ(循環性)を改善し、物そのものではなく、そこから得られる価値を販売することができるようになった。これにより、製品のエネルギー消費量を24%削減し、生産廃棄物を48%削減した。	エネルギー効率管理の 自動化	33%	↓	建物のエネルギー 消費
		AIによる資源リサイクル	60%	↓	紙包装廃棄物
		デジタル・エコデザイン で資源効率を向上	44%	↓	機械製品の GHG排出量

協力者

主著者

Enno de Boer

Senior Partner and Global Head Operations
Technology, McKinsey & Company

Federico Torti

Initiatives Lead, Advanced Manufacturing
and Supply Chains, World Economic Forum

執筆協力者

世界経済フォーラム

Kiva Allgood

Head of Centre for Advanced Manufacturing
and Supply Chains

Maria Basso

Centre Curator, Centre for Advanced Manufacturing
and Supply Chains

Kyriakos Triantafyllidis

Head of Growth and Strategy,
Centre for Advanced Manufacturing
and Supply Chains

マッキンゼー・アンド・カンパニー

Henry Bristol

Engagement Manager

Dinu de Kroon

Partner

Forest Hou

Partner and Master Expert

Rahul Shahani

Partner

謝辞

グローバル・ライトハウス・ネットワーク プロジェクトチーム

Veronique Adenis

Director, E2E Performance Design and Deployment,
Johnson & Johnson; Project Fellow, Centre for
Advanced Manufacturing and Supply Chains,
World Economic Forum

Henry Bristol

Engagement Manager, McKinsey & Company;
Project Fellow, Centre for Advanced Manufacturing
and Supply Chains, World Economic Forum

Eric Ensleme

Executive Fellow, World Economic Forum

Baoyang Jiang

Director, Industrial Artificial Intelligence Products
Technology Services Group, Foxconn Industrial
Internet; Project Fellow, Centre for Advanced
Manufacturing and Supply Chains,
World Economic Forum

Petra Monn

Head International Operations – Manufacturing,
Siemens; Project Fellow, Centre for Advanced
Manufacturing and Supply Chains,
World Economic Forum

Amy Mun

Digital Transformation Manager, Henkel; Project
Fellow, Centre for Advanced Manufacturing and
Supply Chains, World Economic Forum

Benjamin Schönfuß

Initiatives Specialist, Centre for Advanced
Manufacturing and Supply Chains,
World Economic Forum

Jagadeesh Tambi

Smart Operations & Innovation Director, Schneider
Electric; Project Fellow, Centre for Advanced
Manufacturing and Supply Chains,
World Economic Forum

Federico Torti

Initiatives Lead, Centre for Advanced Manufacturing
and Supply Chains, World Economic Forum

グローバル・ライトハウス・ネットワーク アドバイザリーボード

Gunter Beitinger

Senior Vice-President, Manufacturing;
Head, Factory Digitalization, Siemens

Enno de Boer

Senior Partner, McKinsey & Company

Haldun Dineç

Director, Production Technologies, Koç Holding

Zongchang Liu

Chief Data Officer, Foxconn Industrial Internet

Anthony Loy

Vice-President, Industrial Digital Transformation
Consulting, Schneider Electric

Jun Ni

Chief Manufacturing Officer, CATL

Wolfgang Weber

Head, International Engineering and Digital
Transformation, Henkel

Kevin Whitehead

Vice President Supply Chain Excellence,
Johnson & Johnson

制作

Bianca Gay-Fulconis

Designer, 1-Pact Edition

Michela Liberale Dorbolò

Designer, World Economic Forum

Alison Moore

Editor, Astra Content

The team would like to thank **Paul Cumbo** of PJC Editorial, external writer and editorial consultant, for drafting this paper.

参考文献

1. “Agile” in this paper is an industry term that refers to a method of project management that was pioneered for software development and is now a critical element in delivering Fourth Industrial Revolution use cases. The method is characterized by the division of tasks into short phases of work and frequent reassessment and adaptation of plans; see, for example, Agile Alliance: <https://www.agilealliance.org/agile101/the-agile-manifesto/>.
2. McKinsey & Company, “Delivering the US Manufacturing Renaissance”, 29 August 2022: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/delivering-the-us-manufacturing-renaissance>.
3. World Economic Forum, *Advanced Manufacturing: A New Narrative*, 15 September 2023: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Advanced_Manufacturing_A_New_Narrative_2023.pdf.
4. Charles Atkins, Asutosh Padhi and Olivia White, “What the Most Productive Companies Do Differently”, McKinsey & Company, 16 February 2023: <https://www.mckinsey.com/mgi/overview/in-the-news/what-the-most-productive-companies-do-differently>.
5. McKinsey & Company, *Value Creation in Industrials*, 10 November 2020: <https://www.mckinsey.com/industries/industrials-and-electronics/our-insights/value-creation-in-industrials>.
6. World Economic Forum, *Advanced Manufacturing: A New Narrative*, 15 September 2023: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Advanced_Manufacturing_A_New_Narrative_2023.pdf.
7. Global Lighthouse Network 2023 Research Survey, August 2023.
8. McKinsey & Company, “Breaching the Great Wall to Scale”, 11 December 2020: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/breaching-the-great-wall-to-scale>.
9. McGrath, Rita, “The Pace of Technology Adoption Is Speeding Up”, *Harvard Business Review*, 25 September 2019: <https://hbr.org/2013/11/the-pace-of-technology-adoption-is-speeding-up>.
10. Global Lighthouse Network 2023 Research Survey, August 2023, as compared with results from McKinsey & Company Annual Supply Chain Risk Pulse Survey from 2023: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/tech-and-regionalization-bolster-supply-chains-but-complacency-looms>.
11. Global Lighthouse Network 2023 Research Survey, August 2023.
12. Eric Lamarre, Kate Smaje and Rodney W. Zemmel, *The McKinsey Guide to Outcompeting in the Age of Digital and AI*, McKinsey & Company: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-on-books/rewired>.
13. Ibid.
14. McKinsey & Company, “The State of AI in 2022 – and a Half Decade in Review”, 6 December 2022: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2022-and-a-half-decade-in-review>.
15. McKinsey & Company, “The Future Is Now: Unlocking the Promise of AI in Industrials”, 6 December 2022: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-future-is-now-unlocking-the-promise-of-ai-in-industrials>.
16. McKinsey & Company, *The Economic Potential of Generative AI: The Next Productivity Frontier*, 14 June 2023: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier>.
17. MIT Technology Review, “The Great Acceleration: CIO Perspectives on Generative AI”, 18 July 2023: <https://www.technologyreview.com/2023/07/18/1076423/the-great-acceleration-cio-perspectives-on-generative-ai/>.

世界経済フォーラムは、
官民両セクターの協力を通じて
世界の現状の改善に取り組むこと
を目的とする国際機関として、
政治、ビジネス、社会の主要な
リーダー参画のもと、
グローバル、地域、産業の
アジェンダを形成しています。

本書は、2023年11月に世界経済フォーラムが発表した
[Global Lighthouse Network: Adopting AI at Speed and Scale](#) の日本語版です。

World Economic Forum
91–93 route de la Capite
CH-1223 Cologny/Geneva
Switzerland

Tel.: +41 (0) 22 869 1212
Fax: +41 (0) 22 786 2744
contact@weforum.org
www.weforum.org