

グローバル・ライトハウス・ネットワーク：デジタルトランスフォーメーションのインパクトとスケールアップを推進するマインドセットの変化

白書

2025年1月

目次

エグゼクティブ・サマリー 3

1 最新のライトハウスからの学び 5

1.1. 今日のGLN：互いに触発し合う企業のネットワーク 6

1.2. 2024年のライトハウス：卓越した業務運営で高いハードルをクリア 8

1.3 テクノロジーの潮流：AIブームとライトハウスの導入 11

2 デジタルトランスフォーメーションを定着させるマインドセット 12

2.1 プロセス負債の防止 13

2.2 自社の能力への投資 17

2.3 規模拡大に向けた資産化 20

2.4 現場と連携した導入のローカライズ 21

3 生産性のその先へ：AIの適用による、バリューチェーン全体の持続可能性とアジリティ 24

3.1 製品開発サイクルを加速するインテリジェントな製品導入ツール 26

3.2 インテリジェント・レジリエンスハブによるサプライチェーンのアジリティ向上 27

3.3 直線型バリューチェーンから循環型バリューチェーンへの移行による持続可能性の向上 30

結論 34

付録 35

協力者 48

参考文献 49

グローバル・ライトハウス・ネットワーク（GNL）は、世界で最も優れた生産・業務拠点の認定を行う、業界をリードするコミュニティである。ネットワークのメンバーは、テクノロジー、人材、持続可能性の各分野においてパフォーマンス向上が実証され、卓越した業務運営を実現している。GNL 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、グローバルな製造業の未来を形作るために連携する業界リーダーたちで構成された諮問委員会の助言を受けている。諮問委員会には、フォックスコン・インダストリアル・インターネット、ジョンソン・エンド・ジョンソン、コチ・ホールディング、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、シーメンスが参加。GLN に参加する拠点および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される。

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、承認された協力プロセスであるが、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。

© 2025 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

本白書は、大規模生産の分野で世界レベルの卓越した業務運営を実現する先進的学習コミュニティ、グローバル・ライトハウス・ネットワークが 6 周年を迎えたことを記念するものである。

グローバル・ライトハウス・ネットワーク（GLN）は、デジタルトランスフォーメーションによって、生産性と持続可能性に卓越した成果を上げた、生産エコシステムのリーダーたちを認定するものである。2018 年の設立後、6 年間で GLN に認定されたライトハウス（灯台＝指針）の数は 16 から 189 に拡大し、当初の 4 倍にあたる 33 カ国以上、35 のサブセクターのカテゴリーを代表するネットワークに成長。この多様性が、知識と洞察を共有し、変革のプロセスを加速する企業のネットワークである GLN の原動力となっている。

新しく認定されたライトハウスの 65% が、変革の過程において少なくとも 3 つの他のライトハウス（多くは自社の属するセクター以外）と、2 つの他のエコシステムパートナーから学びを得たと回答。これら 189 のライトハウス、1,000 以上のユースケース、2,000 以上の指標が、ライトハウスの変革プレイブックの有用性を証明している。プレイブックに導かれた新しいライトハウスは、初期のライトハウスが直面した試行段階の停滞を乗り越え、3 年間で 2 ～ 3 倍、5 年間で 4 ～ 5 倍の ROI を達成した。

最新の 36 のライトハウスは、プレイブックに従うだけでなく、革新を続けている。ここから、次の 3 つの最先端の教訓が見えてくる。

- **デジタルの「スケールの壁」に対処する**ために、ユースケースを企業の能力として資産化[1]するマインドセットを備えると同時に、現場スタッフと連携して地域に合った導入を行う。
- **現場スタッフに投資する**と同時に、生産性と安定性に等しく重点を置き、各拠点で様々な人材ソリューションを設計する。このソリューションは、地域の人材開発と関与のために特別に調整されたものである。
- **エンドツーエンドの持続可能性の実現に向けて前進する**ために、初期のライトハウスが切り拓いた環境効率の高いテクノロジー活用型ソリューションを基盤として、バリューチェーンのデータと、今後のサーキュラリティ（循環性）を支える新たなパートナーシップモデルへの投資を行う。

近年、AI が注目される中、ライトハウスは拠点での実装に関わる解決策を見出している。2024 年のライトハウスでは、上位 5 つのユースケースのうち 77% は分析 AI によって実現され、9% は生成 AI を活用。そのすべてが、コンバージョンコスト、サイクルタイム、不良率を平均 50% 以上改善し、パフォーマンスを飛躍的に向上させている。

他社がまだ可能性を模索している中で、ライトハウスはどのようにインパクトを見出したのだろうか。差別化要因は、大規模言語モデル（LLM）やその他の新しいテクノロジーに対するアプローチであり、これは依然として、インダストリアル IoT（産業向けに特化したモノのインターネット、IIoT）など、初期のテクノロジーの採用を通じて実証されたプレイブックと一貫している。ライトハウスは、プロセス負債を削減する「価値を取り戻す」アプローチに徹底的に集中。また、人、プロセス、テクノロジーの基盤強化に投資し、スケールアップのためにソリューションを資産化するとともに、現場と連携してローカルレベルでの関与と定着を促進している。第 2 章では、こうしたマインドセットの転換について詳しく説明する。

ライトハウスは生産性だけでなく、バリューチェーン全体にテクノロジーを導入し、アジリティ、レジリエンス、持続可能性を推進する。また、顧客、サプライヤー、プロセス、製品、市場、持続可能性に関するデータをつなぐデータプラットフォームが、バリューチェーンのパフォーマンス最適化を行うための複雑な意思決定に、可視性とインテリジェンスをもたらす。このアプローチには以下のようなものがある。

- ワンクリックで製品設計、プロセス・シミュレーション、価格設定、入札準備を可能とする、インテリジェント製品導入ツール群。
- 需要予測、障害予測、プロセス・シミュレーション、プランニングの最適化、ロジスティクスのオーケストレーションなどを行う協調型 AI モデルで多数のスポークを管理する統合レジリエンスハブ。
- 特にスコープ 3 排出量に重点を置き、ライフサイクル排出量削減を推進する、テクノロジーとパートナーシップを活用したサーキュラリティ・ソリューション。

ライトハウスを含むバリューチェーンでは、こうしたアプローチによって新製品の導入期間を 50% 短縮することができた。ライトハウスは、パンデミック後の収益ショックを同業他社より 8 倍軽減。また、スコープ 1 と 2 の排出量を 30% から 50% 削減し、スコープ 3 の排出量も改善の初期段階に入るという成果を達成した。第 3 章では、これらのバリューチェーン・ソリューションについて詳しく説明する。

ライトハウスは、引き続き事業所、生産ネットワーク、バリューチェーンの全体的なパフォーマンスの最先端を象徴している。ライトハウスは、189 の拠点で機能したプレイブックを用いて、試行段階の停滞を乗り越えることが可能であること、そして超えるべきであることを証明しているのだ。その数は今も増え続けており、テクノロジー、人材、持続可能性のソリューションを通じてインパクトのあるイノベーションを起こすことで、パフォーマンスのフロンティアを開拓し続けている。このプレイブックから学び、手順を繰り返すことは、これまでになく容易になったのである。

第四次産業革命の進展にあたり、学ぶことから実行することへと焦点を移さなければならない。産業のグローバルな変革には、数百ではなく数百万の生産拠点が必要になるからだ。ファスト・フォロワーは、全体的なパフォーマンスを達成するために、ライトハウスのプレイブックに素早く、効率的かつ効果的に準じたことを称賛されるべきである。GLN は、この機会に意欲的に取り組み、テクノロジー、人材、持続可能性といったあらゆるパフォーマンス領域において卓越した運営実績を実現している事業所を評価する厳格なフレームワークを提供する。



1 最新のライトハウスからの学び

2018 年に発足したグローバル・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の協力を得て設立し、現在は業界パートナーのコアリションが主導するイニシアチブである。テクノロジーで生産性と持続可能性に前向きかつ測定可能なインパクトを与えるリーダーたちを認定する。

今日のテクノロジー主導のダイナミックな産業時代において、グローバル・ライトハウス・ネットワーク（GLN）の企業は、立ち込める霧を払い、他の組織のために道を照らす。第四次産業革命（4IR）を前進させるという使命のもとに発足した GLN は、今や業界をリードする業務遂行能力を獲得しようと努力する人々のためのグローバルな道標であり、メンバーは各業界の紛れもないリーダーたちである。このような目標を掲げ、ネットワークの将来の方向性を導く顧問委員会には、フォックスコン・インダストリアル・インターネット、ジョンソン・エンド・ジョンソン、コチ・ホールディング、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、シーメンスなどが名を連ねている。

本白書は、これらの志の高いライトハウスを取り上げ、どのようにスケーリングの壁を乗り越えて、飛躍的な成果を達成したかを探る。先進的なテクノロジー活用事例、最前線の人材革新、持続可能性ソリューションを通じてライトハウスのストーリーを伝えることで、GLN は変革を促し、コラボレーションを促進し、エコシステム内のすべてのプレーヤーにとってより良い未来を形作ることを目指している。

認定は年 2 回行われており、2024 年のライトハウスは 2 つの期で評価を実施。認定された工場は、デジタルと持続可能性の分野で際立ったパフォーマンスを発揮したことが評価された（表 1 参照）。

表 1 **2024年のライトハウス各事業所の内訳**

	認定カテゴリー ソリューションの実証済みインパクトに基づく	
	デジタル ライトハウス	**持続可能性** ライトハウス
説明	**デジタルライトハウス**とは、生産現場やより広範な生産エコシステムにおいて、**テクノロジーを活用した変革**によって**生産性における飛躍的な成果**を達成した組織や生産エコシステム（単一事業所およびエンドツーエンドのバリューチェーン）を**認定**するものである。	**持続可能性ライトハウス**とは、ネットゼロ、脱炭素、循環型社会の実現を目指し、エネルギー、二酸化炭素排出量、水、廃棄物の削減を通じて、業界をリードする飛躍的な成果を達成した組織、プロジェクト、生産エコシステムを表彰するものである。
インパクトがもたらされた分野	– **工場：**工場内の 4 つの壁に焦点を当て、資産活用、作業員の能力向上、品質改善、リソースの最適化に重点を置く。 – **E2E のバリューチェーン：**サプライヤーと顧客を結んで企画、サービス、作業の資本を改善。	– **脱炭素化とサーキュラリティ：**工場、サプライチェーン、製品におけるネットゼロ達成または達成の追跡、リソースループの転換、循環型材料による構築および循環型製品を設計して、ライフサイクルにおける廃棄物と水を削減する。

注：認定カテゴリーは、最も優れた生産拠点とバリューチェーンを認定する GLN の継続的な取り組みを反映し、2025 年に更新予定。
出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

1.1 今日のGLN：互いに触発し合う企業のネットワーク

ライトハウスは1,000件以上のユースケース、2,000件以上の評価基準を生み出し、初期のライトハウスが直面した試行段階の停滞などの課題を克服できることを証明した。

GLN は、16 の主要な工場のグループとして始まった。現在では、30 カ国以上、35 の産業分野から、業務パフォーマンスの最前線を牽引する 189 の拠点が参加している。

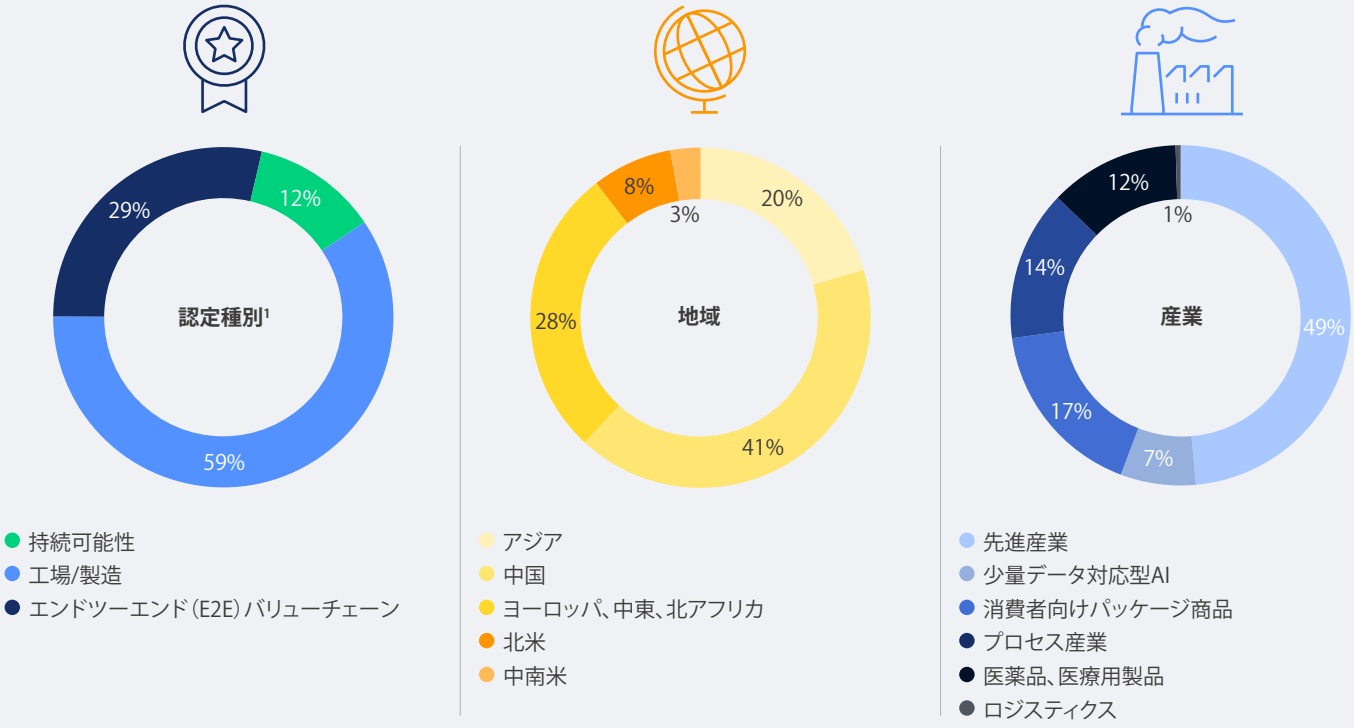
当初、GLN は試行段階の停滞から抜け出し、最先端の技術革新を成功裏に導入した工場を探索した。これらの先駆的な工場やバリューチェーンは、製造パフォーマンスの変革的変化を実現する第四次産業革命の初期の事例となり、またそれを達成するための青写真を提供してきた。

今日の 189 のライトハウスは、工場、持続可能性、エンドツーエンドのバリューチェーンというカテゴリーをそれぞれ代表している。このネットワークは 30 カ国以上、35 のサブセクターに広がっており、2018 年の 4 倍の規模となっている。ライトハウスは 1,000 件以上のユースケースと 2,000 件以上の評価基準を生み出し、初期のライトハウスが直面した試行段階の停滞などの課題を克服できることを証明した。直近の 3 回に選出されたライトハウスは、わずか 10 ～ 20 カ月で変革による成果を達成しており、そのペースも最初の 3 回のライトハウスよりも平均 25 ～ 50% 速い [2]。これにより、3 年間で 2 ～ 3 倍、5 年間で 4 ～ 5 倍と、ライトハウスの変革の平均的な ROI（投資収益率）よりもさらに高い ROI がもたらされた [3]。

図 1 にライトハウスの分布を認定カテゴリー、地域、業界別に示す。ライトハウスの数は増大しており、年間平均 5 カ国、各期ごとに 10 のサブセクターが新たに追加されている。最近では、重機、上流素材、食品・飲料の分野と、中央および東ヨーロッパ、南・東南アジア、アメリカ大陸の一部などの地域で増加している。

図 1 **ライトハウスの多様性が拡大 – 2024年の構成**

認定種別、地域、業界別のライトハウスの割合（%）



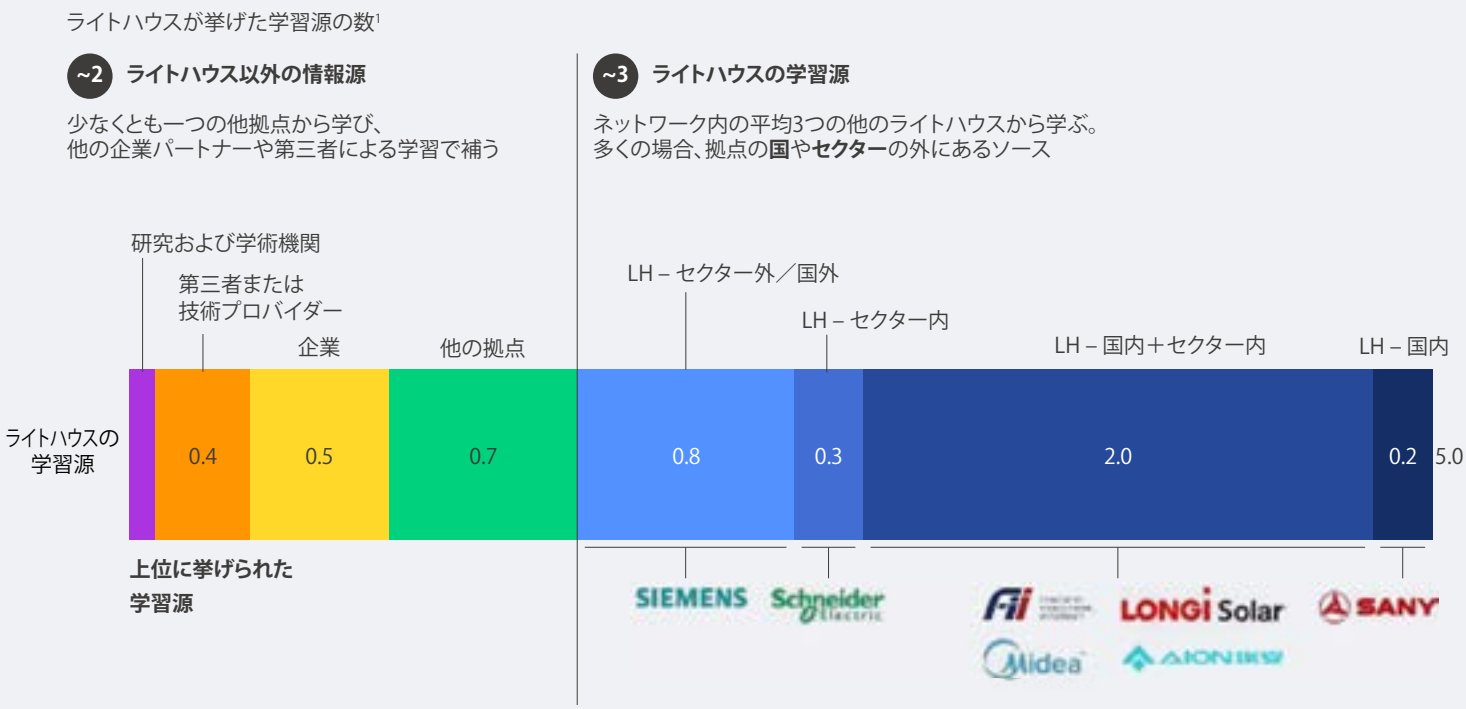
1. 2024 年の認定カテゴリーは、持続可能性、工場／製造とエンドツーエンド（E2E）バリューチェーンの 3 つである。詳細については表 1 を参照のこと。
出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

グローバル・ライトハウス・ネットワークがもたらすインパクトの原動力は、その名前に表れている。これは世界経済フォーラムのプラットフォームによって実現された、知識と洞察を共有する同業者間のネットワークであり、このマルチステークホルダーかつ業界横断的なコラボレーションにより、コミュニティは試行を省略し、変革の「方法」を学ぶことに集中することができるのだ。ライトハウスは、変革がチームスポーツであることを理解しており、テクノロジー・ソリューションを 6 カ月以内に展開、拡張する[4]。その秘訣は、決してゼロからスタートしないことである。2024 年、ライトハウスの 65% が、変革の過程で平均 3 つのライトハウスと 2 つの他エコシステムパートナーから学んだと報告した[5]。

驚くべきことに、ライトハウスが挙げた学習パートナーのうち、自社と同じ業界はわずか 18% だった。自動車、産業用オートメーション、エレクトロニクスなどの業界は、平均 8 つの他の業界にインスピレーションを与えており、業界横断的な知識共有の重要性が浮き彫りになっている[6]。

図 2 は、ライトハウスの変革における学習源の内訳を示している。ライトハウスは平均 3 つの他のライトハウスから学習しており、その多くは自国や自社以外の業界であった。また、他のサイト、企業パートナー、第三者機関など、ライトハウス以外の情報源から 2 つの情報を得ていた。

図 2　ライトハウスは他社からインスピレーションを得ている



1. 評価を伴わない調査回答に基づく。第 12 期および第 13 期（2024 年に認定）LH = ライトハウス。
出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

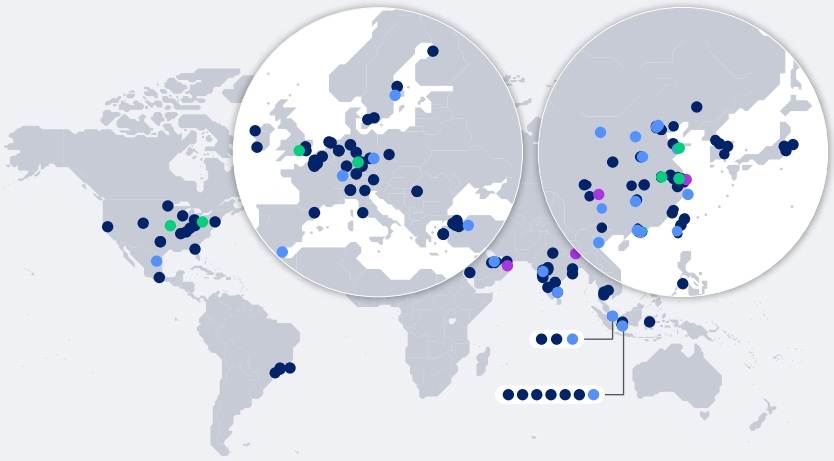


1.2 2024年のライトハウス：卓越した業務運営で高いハードルをクリア

新たな地域、セクター、ソリューションが加わった。卓越した業務運営の実現は全工場で可能である。

GLN は 2024 年に認定された 36 の新たなライトハウスを歓迎する（図 3 参照）。対象は 30 カ国以上に広がり、スイス、ベトナム、モロッコ（アフリカ大陸初のライトハウスがある）で新たに認定。また、化学・素材の上流部門、原子力エネルギー、風力発電などの部門を含む、より幅広い産業分野に対応し、サブセクター数は 2018 年の 4 倍以上となった[7]。

図 3 **2024年の新規ライトハウス**



既存のライトハウス　新しい工場ライトハウス
新しいE2Eライトハウス　新しい持続可能性ライトハウス

自動車
1 **コンチネンタル**
チェコ共和国
ブランディス・ナド・ラベム

2 **ヴァレオ・インテリア・コントロールズ**
中国、深セン

パーソナルケア
3 **ユニリーバ**
インド、ティンスキア

家電製品
4 **ベコ**
トルコ、アンカラ

5 **ハイアール**
中国、青島

6 **ハイセンス日立**
中国、青島

7 以前に認定 - E2E
美的
中国、合肥

タイヤ
8 **CEAT**
インド、スリペルンブドゥール

9 **貴州タイヤ**
中国、貴陽

非鉄金属製品
10 **エミレーツ・グローバル・アルミニウム**
アラブ首長国連邦
アル・タウィーラ

11 **ノベリス**
米国、オハイオ州
ウリックスビル

12 **CITIC ダイカスタル**
モロッコ
アムール・セフリア

半導体
15 **UMC**
中国、台湾、台南

エネルギー
13 **三門核電**
中国、台州

再生可能エネルギー
14 **三一重能**
中国、台州

電子機器
16 **フォックスコン・インダストリアル・インターネット**
ベトナム、バクザン

17 以前に認定 - 工場
フォックスコン・インダストリアル・インターネット
中国、深セン

18 **シュナイダーエレクトリック**
メキシコ、モンテレー

製薬
19 **アストラゼネカ**
スウェーデン
セーデルテリエ

20 **アストラゼネカ**
中国、無錫

21 **ロシュ**
スイス、バーゼル

鉄鋼製品
22 **北京首鋼冷延薄板**
中国、北京

23 **ニューコア・コーポレーション**
米国、ミズーリ州セダリア

39 **TZレールウェイ・トランジット**
中国、太原

食品および飲料
25 **コカ・コーラ**
シンガポール、トゥアス

26 **蒙牛乳業**
中国、寧夏

27 **青島ビール**
中国、青島

28 **フォーシャン・ハイティエン・フレーバリング・アンド・フード（仏山市海天調味食品）**
中国、仏山

石油およびガス
29 **アラムコ**
サウジアラビア
北ガワール

産業オートメーション
30 **シーメンス**
ドイツ、ファース

31 **シーメンス**
ドイツ、エアランゲン

32 以前に認定 - E2E
シュナイダーエレクトリック
中国、無錫

33 **シュナイダーエレクトリック**
中国、上海

医療機器
34 **GEヘルスケア**
中国、北京

建設プロジェクト
35 **フェロビアル**
英国、ロンドン

実験用機器
36 **アジレント・テクノロジー**
中国、上海

37 **アジレント・テクノロジー**
マレーシア、ペナン

化学薬品
24 **Jジュビラント・イングレビア**
インド、バルーチ

産業用機器
38 **美的**
中国、重慶

40 **鄭州石炭採掘機械**
中国、鄭州

出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

図 4 | **最先端のライトハウスに学ぶ3つの教訓**

1.

デジタルテクノロジーの普及に伴いスケールアップにまつわる課題はほぼ解決された。

リーダーたちは、現場から始め、ネットワーク全体での知識共有と協働を通じて成長する、**ホリスティック（全体論的）な**パフォーマンス思考で突破口を開く。

2.

変革の成功の鍵は「人」である。

現場での**採用**は、業績改革を促進する重要な要素であり、その成功を示す本質的な指標でもある。世界をリードする企業は、人材戦略を、業務設計、計画、人材確保、育成におけるイノベーションと組み合わせて**現地化**することで、ライトハウスにふさわしいパフォーマンスを実現している。

3.

テクノロジーを活用したエコ効率の向上は、持続可能性を高めるための第一段階であったが、ネットゼロを実現するには飛躍的な変化が必要である。

最先端の企業は、新しい素材やナノ科学、新しいビジネスモデルやバリューチェーンのパートナーシップを通じて、**脱炭素化**と**循環型社会の実現**に向けた取り組みを進めている。テクノロジーによって実現されることの多いこうしたイノベーションが、持続可能性のライトハウスの次章を定義することになるだろう。

最新ライトハウスからの教訓：パフォーマンス向上に向けたテクノロジー、人材、持続可能性

ライトハウスに共通する特徴は、持続可能でスケーラブルなデジタルトランスフォーメーションを推進する共通の戦略があることだ。これらの拠点では、テクノロジーではなく、業務効率や環境への影響から現場能力に至るまで、ホリスティック（全体論的）なパフォーマンスに焦点を当てたマインドセットを成功の要因としている。

1. テクノロジー

今日、デジタルイノベーションの最前線にいる人々は、試行段階の停滞ではなく「スケーリングの壁」に直面している。これは、初期の試行で成功しても、スケーラブルかつ持続可能なネットワークに対するインパクトに結びつかないという状況を指す。ライトハウスは、スケールアップの取り組みのほとんどが現地で生まれることを理解しており、まず拠点レベルで投資し、プロセスを最適化し、能力を育成し、現場のニーズに適したユースケースを展開している。ライトハウスは、成果物を多様な運用基盤のそれぞれに合った解釈が可能な形式でパッケージ化し、ネットワーク全体で共有して、知識を移転する際の障壁を取り除く。

2. 人材

ライトハウスの人材変革アプローチは、人に深く根ざしている。ライトハウスの 75% は、現場レベルの人材管理における 5 つの優先分野（安全、スキル開発、スキル強化、業務強化、労働者体験）のそれぞれにソリューションを導入している[8]。これらの現場では、技術的能力とリーダーシップ能力の両面において、地域の実情に合わせたホリスティックな人材アプローチを展開している。デジタル人材が不足している場合、パートナーのエコシステムにより、ライトハウスは従業員のユニークなスキルセットや開発目標に適した一連のプログラムを提供することができる。

例 **CITIC ダイカスタル**

モロッコの CITIC ダイカスタルは、3 つの地域の大学および国際教育機関と協力し、コンピテンシー・マトリクスによる分類と 360 度評価によってギャップを特定し、現場の従業員のほぼ半数に新しいデジタルスキルのトレーニングを施した。これにより従業員の離職率は 21% 減少し、本社勤務のフルタイム換算従業員数（FTE）の 65% を現地の人材に置き換えることができた[9]。

ライトハウスは技術的能力と並んでリーダーシップ能力も強化しており、61% が変革を促す要因の一番目または二番目に「変革オフィス（TO）」を挙げている[10]。TO はネットワーク横断的なリーダーシップにより教訓を共有し、規模拡大を加速させる。また、ライトハウスは人材能力にも投資している。これは業績変革を行う上で必要であるとともに、業績変革の結果として得られるものでもある。

例 **コカ・コーラ カンパニー**

シンガポールのコカ・コーラは、毎月、18 の拠点で行われている経営陣とのグローバルな報告会に参加し、同社のグローバル・デジタル・アカデミーで実施される 5,000 時間以上のトレーニングに工場のリーダーたちを参加させた。また、、7 つの地域拠点から専門家の短期派遣を受け入れて知識の共有を促進した[11]。

3. 持続可能性

テクノロジーを活用したデジタルトランスフォーメーションが、持続可能性向上への意欲を促進し、よりホリスティックなサーキュラリティと脱炭素化に向けたイノベーションプラットフォームを提供して、真の事業利益をもたらしている。これにより、在庫の 25 ～ 50% 削減、納期遵守率の 15 ～ 30% 向上など、サプライチェーンのレジリエンスを強化する効果がある。また、資源効率の向上により、材料の無駄を平均 30%、エネルギーと水の消費を 25% 削減可能である。これは、現地の資源の入手可能性とコストに対する懸念にも対応する場合が多い[12]。ライトハウスは、循環型ビジネスモデル、材料科学、製品やパッケージの設計により、バリューチェーンの持続可能性も向上させている。

例 **美的、フォックスコン・インダストリアル・インターネット、フェロビアル**

中国の美的は、AI による炭素ライフサイクル分析とシミュレーションモデルで、製品設計の最適化と構造の簡素化を実施。材料を削減／代替してスコープ 3 の排出量を 28% 削減した。中国のフォックスコン・インダストリアル・インターネットは、サプライヤーと協力して冶金学上の課題を克服し、アルミニウムの残渣（テーリング）のクローズドループ型リサイクルにより、バージン素材の使用を 75% 削減。英国のフェロビアルは、ロンドン・ヒースロー空港における敷地内基礎工事の埋め戻し材や新しい骨材に、建設現場から出た廃棄物を 100% 近く再利用して、廃棄物の埋め立てをほぼゼロにするクローズドループを実現した[13]。

これらの先駆的な事例はいずれも、マインドセットが重要であることを示している。つまり、雑音を排除してホリスティックな影響を徹底的に重視し、従業員とともに、また、従業員に配慮した設計を行い、スケーラビリティと採用に投資する。2024 年に認定された工場は、このアプローチが現在でもライトハウスの成功に不可欠であることを示している。第 2 章では、この点についてさらに詳しく見ていく。



1.3 テクノロジーの潮流：AI ブームとライトハウスの導入

AIを活用したユースケースは、ライトハウスにおいて転換コスト、サイクルタイム、欠陥率を平均50%以上改善している。

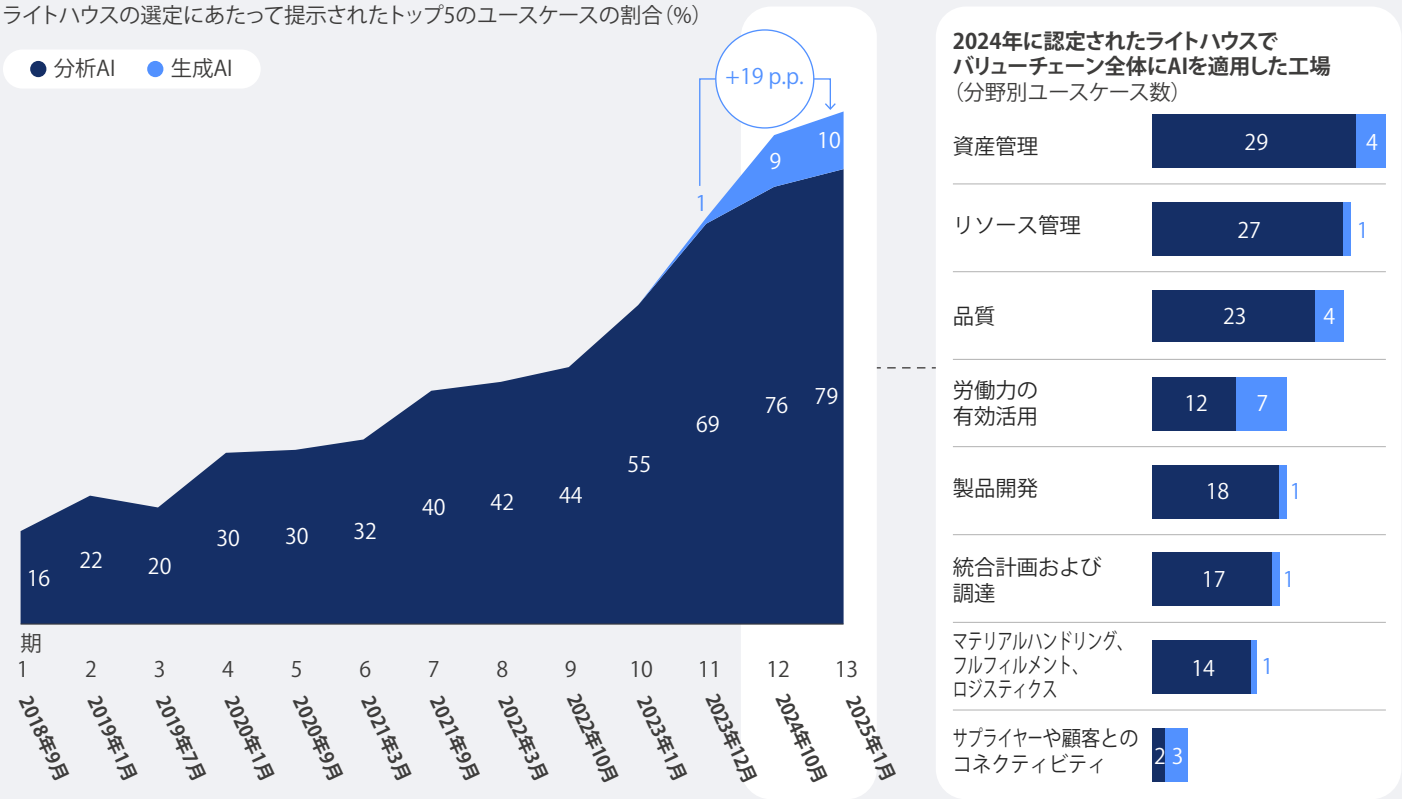
AI に関する議論の多くは、実証済みのアプリケーションよりも潜在的な可能性に焦点を当てている。また、AI が期待外れであり、従業員の生産性を妨げていると嘆く声も多い。2024 年 7 月の報告書によると、経営幹部の 96% が AI が効率を高めると期待しているにもかかわらず、従業員の 77% が AI が自分の仕事量を増やしていると報告している[14]。 実稼働環境では、AI が実世界に影響を及ぼさない[15]ことにより、グローバル平均と比較して展開が停滞しており、最近の調査では、AI への投資を増やす予定のリーダーたちの割合が前年比で 35 ポイント低下していることが明らかになった（2023 年の 93% から減少）[16]。特に、必要な人材の確保にコストがかかる国では、投資効果を裏付けるビジネスケースを見出すことが難しいと感じている組織もある。例えば、米国では AI 開発に関する 3 つの主要な職務に人材を採用するだけで、50 万ドル近くかかるからだ[17]。

これは珍しいことではない。わずか 5 年前には、IIoT とそのリアルタイム接続の可能性について同様の過熱報道があった。現在では、企業は接続コストを考慮して、予測メンテナンス、在庫管理、資産追跡など、最も高い投資効果が見込める分野を厳選して IoT を導入している。AI の飛躍的進歩も同様の傾向にあり、IIoT と同様に、ライトハウスのトレンドは依然として最先端にある。上位 5 つのユースケースの 77% が分析 AI を導入しており、2023 年の平均 62% から増加。また、現在 9% が生成 AI を導入している[18]。 図 5 は、サイト評価で提示されたライトハウスの上位 5 つの AI 対応ユースケースの成長と、2024 年のライトハウスのドメイン別 AI アプリケーションの内訳を示している。これらのユースケースは、ライトハウスの転換コスト、サイクルタイム、欠陥率[19]を平均して 50% 以上改善してきた[20]。

デジタルツイン[21]から LLM まで、各テクノロジーのイノベーションは、ライトハウスのみでなく他の全企業に等しく新しいものである。商用レベルの LLM が初めて利用可能になったのが、わずか数年前だったことは忘れられがちだ。しかし、ライトハウスに一貫しているのはそのマインドセットだ。すなわち、実際のビジネスニーズに根ざした価値の裏付けを重視するアプローチである。

次の章では、ライトハウスを他社と差別化するマインドセットについてさらに掘り下げ、生産現場とバリューチェーンの両方において、ライトハウスが AI に対する過剰な期待にどのように対処しているかについて実例を紹介する。

図 5 ライトハウスのグループ別の分析および生成AIユースケースの構成[1]



1. 各ライトハウスにおけるトップ 5 以外のユースケースに占める割合

出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

2

デジタルトランスフォーメーションを定着させるマインドセット

テクノロジーがダイナミックに変わりゆく中で競争に勝つには、変革の最前線に立つ人々の支援に焦点を当てたマインドセットと投資アプローチが必要である。

“ライトハウスは、テクノロジーのイノベーションに2ドルを費やすごとに、プロセス負債の削減に3ドル、スケールアップと採用に5ドルを費やしている。

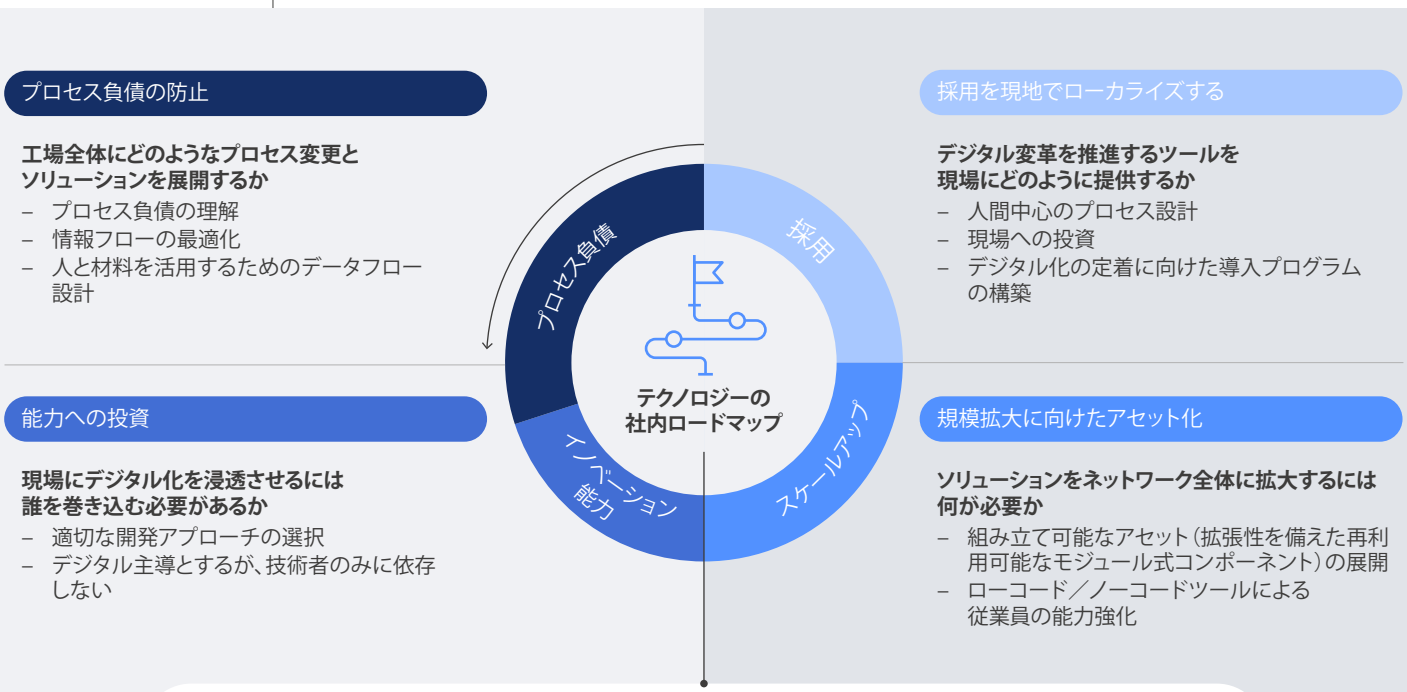
ライトハウスは、あらゆるテクノロジーのトレンドが変わるたびに投資しようとする誘惑に抵抗し、代わりに、新しいテクノロジーに投資する額のおよそ4倍をプロセスと人々を支援するものに投資している。つまり、テクノロジーのイノベーションに2ドルを費やすごとに、プロセス負債の削減に3ドル、スケールアップと採用に5ドルを費やしているのだ。これに対して、生産部門の企業の大部分は、テクノロジー投資に1～2倍近い額を費やしている。

ライトハウスは、規模の拡大においてインパクトを維持するために、次の4つのアプローチを採用している（図6参照）。

- プロセス負債の防止
- 人材、プロセス、テクノロジー能力への投資
- 規模拡大に向けた資産化、つまりソリューションを迅速に拡大するための構造やツールの展開
- アプローチをローカライズして、現地の第一線で活躍する人材でソリューションを導入

本章では、2024年に認定されたライトハウスの実例を挙げ、これらのアプローチと実務上の意味について検討していく。

図 6　**規模拡大におけるインパクトの実現と維持に向けたライトハウスのアプローチ**



出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

2.1 プロセス負債の防止

プロセス負債の理解

つながりのない多数のソリューションを徐々に展開した場合、最終的にそれらを修正し、統合するためのコストが膨らみ、技術的負債が蓄積される。これは、あらゆる最高情報責任者（CIO）が認識していることである。最終的には、システム全体のパフォーマンスを向上させるために「税金」を支払わなければならず、取り組みを拡大する上で高額な障壁となる[22]。

テクノロジーによって成り立つ今日の世界では、最高執行責任者（COO）も同様に、自社のプロセス負債について考えるべきである。新しいテクノロジーの付加価値がそのテクノロジー自体にあることはまれであり、価値はそのテクノロジーによって実現されるプロセス改善に存在する。新しいテクノロジーの導入方法に対する助言は、「悪いプロセスを自動化してはならない」、「なくすべきものを最適化してはならない」といった格言に集約される。対応するプロセスを変更せずに生産ラインに新しいテクノロジーを導入するたびに、プロセス負債が積み上がり、導入したテクノロジーの潜在的価値を最大限に引き出すプロセス変更、標準作業手順（SOP）の更新[23]、トレーニングにより多くの投資が必要になる可能性があるのだ。

したがって、プロセス負債とは、企業が、あらゆる業務における蓄積された無駄や、最適でない慣行を是正する際に支払う「税金」である。これは、新しいテクノロジーの付加価値を損なう非効率性という形で支払われる[24]。

人、材料、データ間の情報フローの最適化

変動要因と無駄の発生源は、システム全体に自然と蓄積され、総所有コスト（TCO）を上昇させる[25]。ライトハウスは、人、材料、データ間の情報の流れを完全に理解するための投資を行い、再設計の前にプロセスにおける人的要素をすべて把握するために最前線に直接赴き、真の材料の流れをマッピングするプロセス・マイニングを実施し、デジタルソリューションの正確性と拡張性を確保するためにデータパイプラインを追跡する。

例 **ハイティエン**

中国の調味料メーカーであるハイティエンは、職人主導の生産プロセスをマッピングし、AI を活用した同社のスマート「ノーズ」ソリューション（アロマセンサーのデータを活用した機械学習ベースの嗅覚分析プラットフォーム）が、結果を必要なチームメンバーに伝える際にギャップがあることを特定した。このプロセス負債に対処するため、同社は、規格外のバッチが出た場合に、適切な担当者に自動的に警告する機能に投資を行った。さらに、不良バッチは自動誘導車両（AGV）で研究室に配送し、検査結果の不具合をデジタル化したことで、同社の品質管理エンジニアと担当オペレーターは、生産現場により多くの時間を費やすことができるようになった。このソリューションにより、検査能力は 4 倍以上に向上した[26]。

ハイティエンのようなライトハウスは、データを利用して人とマテリアルフローの間で行われるやりとりを合理化している。実現にあたっては、信頼できる情報と推奨対応策を提供するツールを統合するだけでなく、ツールの周辺プロセスを再設計し、全体的な価値を最大限に引き出している。



図 7: | **人とデータ、材料間のやりとりを最適化するライトハウスの設計ソリューション**



1. スマート・アンドン：リアルタイムのデータとアラートを使用して、業務上の課題を通知し管理するデジタルシステム。

2. OEE：Overall equipment effectiveness（総合設備効率）- 設備の効率性と有効性を測定する指標。稼働率、性能、品質の 3 つの要因を掛け合わせることで算出される。

3. 在職期間：個人が雇用されていた期間、または特定の役職や役割を担っていた期間を指す。

出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

人と材料を活用するためのデータフロー設計

ライトハウスの事例に基づく情報によると、デジタルトランスフォーメーションの過程では取り込み、保存するデータの量が 2 ～ 3 桁増加する[27]。 データを整理し、スリム化することは容易ではない。特に、テクノロジーベンダーが増え、工場内のデータバリューストリームに指数関数的に新しいノードを構築する場合には、極めて困難である。テクノロジーの効率的な統合と管理は、今や不可欠である。

技術集約型のプロセスを統合が容易なように設計することは、チェコ共和国のコンチネンタルとマレーシアのアジレントにとって指針となる原則であった。

例 **コンチネンタル**

自動車産業向け電子部品メーカーのコンチネンタルは、マテリアル・ロジスティクスをカスタマイズするためにスタートアップ企業と提携し、同社の自律型モバイルロボット（AMR）用の統合型フリート管理プラットフォームを開発。5 つのサプライヤーをまたいで統合されたこのプラットフォームは、中央ハブとして機能する。新規サプライヤーモジュールを個別に管理できるため、混合ゾーン（人間が運転する車両が AMR と遭遇する可能性がある場所）におけるルート最適化と計画、および複数タイプの車両の衝突回避システムなど、システム全体にわたるシームレスなアップグレードが可能になった（図 8 を参照）[28]。

例 **アジレント**

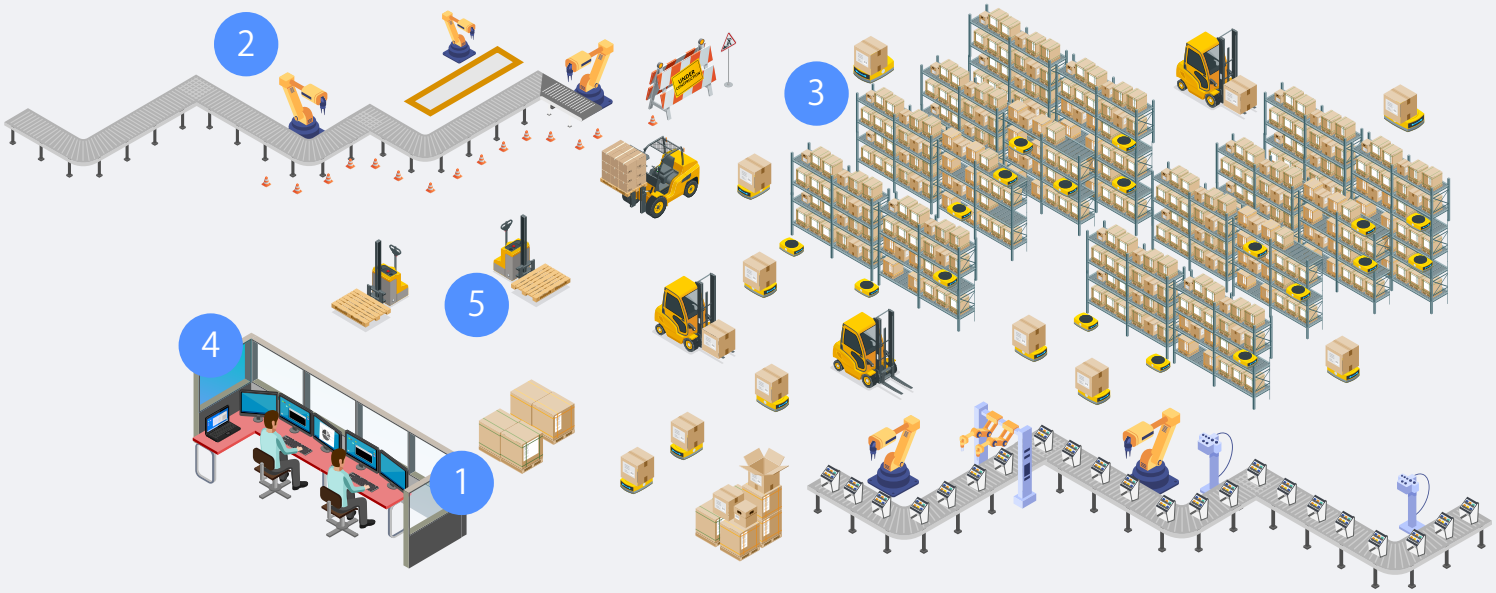
マレーシアのアジレントは、コンチネンタルとは異なる分野で同様のアプローチを取った。供給中断のリスクが高い部品の生産を拡大するために、この工場では IIoT センサーと AI ビジョンシステムを統合し、リアルタイムの品質管理を実現する低コストのオープンソース 3D プリンティング・プラットフォーム、AMPS（Additive Manufacturing Production System）を開発。プリンターに依存しないこのプラットフォームは ERP と統合されており、生産スケジュールに基づいてプリンターのジョブ設定を自動化する。これは、頻繁な新製品導入に不可欠である。AMPS により、同工場はセンター・オブ・エクセレンス（CoE）[29] へと変貌し、3D プリント部品コストの 83% 削減し、製造リードタイムの 75% 短縮に成功した[30]。

デジタルトランスフォーメーションの過程では、取り込み、保存するデータ量は2～3桁増加する。

このようなアプローチは、今日のニーズを解決するためのプロセスの再設計にとどまらず、新しいタイプの AMR や、新しい未知の製品、あるいは部品要件など、将来のテクノロジーに対応できるデータプラットフォームの設計に役立つ。頻繁なアップグレードや統合に向けてフローを最適化することで、成長がより低コストで容易なものとなる。無駄の多いシステムに、高度なデジタルツールを導入してはならない。同様に、最適ではないレイアウトの生産ラインに AGV を走行させるのも意味がない。ライトハウスはそのようなことはせず、導入するデジタルツールが収集元の物理システムを反映したデータを確実に活用できるようにしている。



図 8 | **未来志向のテクノロジーエコシステムに向けてプロセスを再考したコンチネンタル**



導入されたユースケースとインパクト

ソリューション		内容	インパクト	
1	デジタルツインによる仮想試運転	将来の生産ラインにおけるすべてのソフトウェアの 3D モデルを生成	-75%	設備の稼働時間
2	デジタルシミュレーションによるレイアウト最適化	シミュレーションによる最適なプロセスフローの検証と特定	+16%	投資資本利益率
3	インテリジェントな仕分け機能を備えた無人倉庫	AI による継続的かつ自律的な在庫仕分け	-37%	倉庫のスペース
4	生産データによる新製品の故障予測	新製品研究開発に向けたプロセス根本原因リアルタイム分析	-49%	スクラップコスト
5	ブランドに依存しない AMR 管理プラットフォーム	AMR 車両群を管理し最適化する集中ハブ	+67%	AMR の生産性

出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

2.2 自社の能力への投資

適切な開発アプローチの選択

AI ツールのコモディティ化はさらに進んでいる。スタートアップ企業が産業分野で役立つ基盤モデルを構築している一方で、クラウドプロバイダーは強化型の AI/ML Ops[31] 開発ツールキットを提供している。これにより、ライトハウスは 2019 年から 2020 年にかけて、社内における開発の割合を 37% 増加させることが可能となった。。対象分野は主に AI アーキテクチャ、設計、統合である（図 9 を参照）[32]。その結果、サードパーティが引き続きサービスを提供する一方で、ライトハウスは情報バリューチェーンの多くを自社で所有し、テクノロジースタックやソリューション開発における特定要素のみを外部委託する傾向が強まっている。

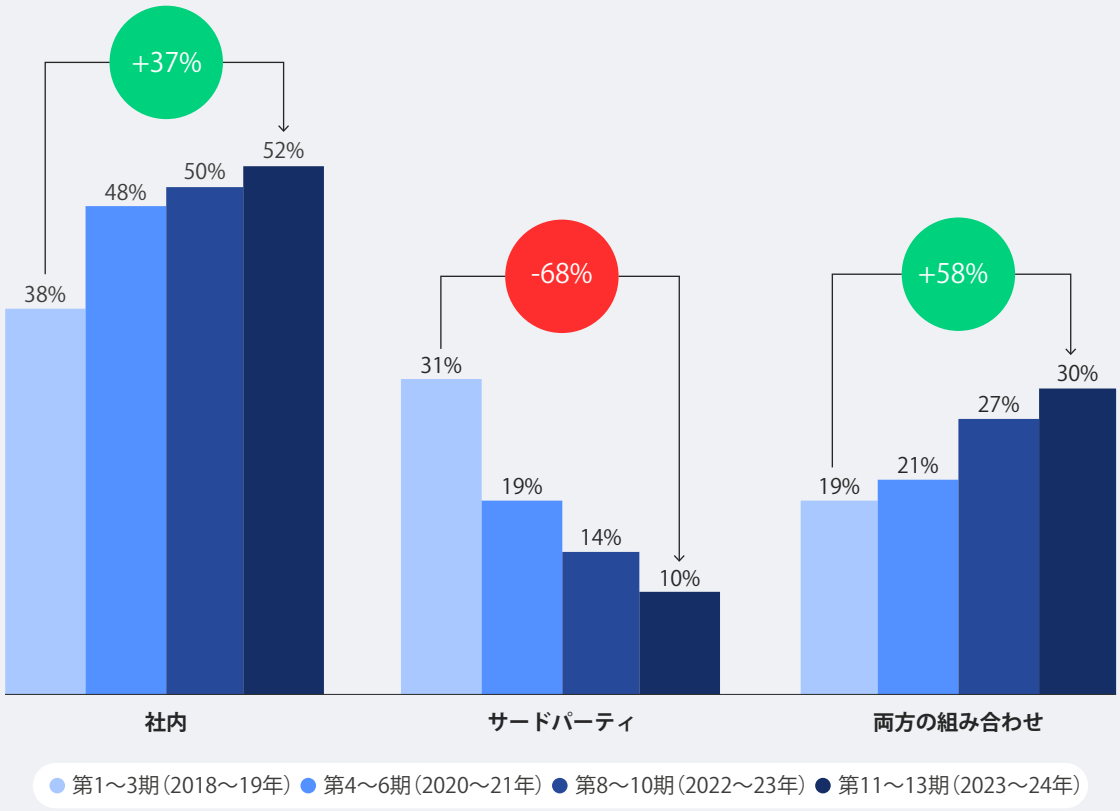
例 **美的**

社内で選び抜かれた能力を活用することで、よりカスタマイズされたソリューションを現地の工場に提供できるようになった。例えば、中国の美的では、製品ライフサイクル管理（PLM）、研究開発、IoT、クラウドコンピューティングに使用する、柔軟性と拡張性に優れた独自プラットフォームを構築。このプラットフォームにより、機敏な開発と継続的なデリバリーが可能となり、年間 20 回以上の大幅なアップグレードを実現している [33]。

ライトハウスは、情報バリューチェーンのより多くの部分を自社で所有し、テクノロジースタックやソリューション開発の特定の要素のみを、外部委託する傾向を一層強めている。

図 9 **ライトハウスはソリューション開発を社内にシフトしつつある**

各期別の導入アプローチ、全体に占める割合（%）[1]

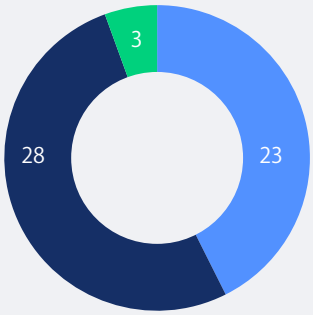
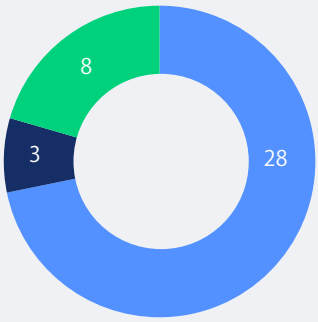


1. ライセンス取得、買収、アカデミアのアプローチは除外（第 1 ～ 3 期：12%、第 4 ～ 6 期：12%、第 8 ～ 10 期：9%、第 11 ～ 13 期：8%）

出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

図 10 | ハイセンス日立 – ソリューション開発における2つのアプローチ

導入されたユースケースとインパクトの例

	1 ベンダーとのパートナーシップ	2 社内開発
アプローチとその理由	外部とのコラボレーションを通じて知識や知的財産の**構築力を補完**	**社内の専門知識を活用し**、必要に応じてプロバイダーで補完
選択されたソリューション	**コンピュータービジョンによる高精度かつ柔軟な自動化** マシンビジョンと力覚フィードバックによる位置決めにより、溶接時に従来の固定具が不要になった	**ゲーミフィケーションを活用したトレーニングと複合現実（MR）シミュレーションによるスキル開発** MRとシミュレーションモデリングによるゲーミフィケーションを活用したトレーニング体験で、現実的なフィードバックを実現
構築段階における平均的なチーム構成		
直接的な役割と補助的役割	– 9つの専門分野のエンジニア – プロジェクトリーダーと管理リーダー – オートメーション・サプライヤー – 共同研究開発を行う大学	– 3つの専門分野のエンジニア – データアナリスト – オペレーション技術者 – ソフトウェアベンダー
インパクト	**-22%** ピッキングサイクルタイム **-67%** 切り替え時間	**-47%** トレーニングサイクル **+23%** 労働生産性

● 技術的役割 ● 外部パートナー ● オペレーション上の役割

出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

その他の多くのユースケースでは、ライトハウスは、展開にあたって戦略的な「組み合わせ」アプローチを採用し、協創型パートナーシップを通じて現地の能力を強化する機会を生み出すことを優先している。これには、共同開発における知的財産の所有権を明確に定めた、社内チームと外部パートナーの深い協力関係が必要である。統合チームは外部の専門知識を取り入れると同時に、知識とスキルの移転を促進する。中国のハイセンス日立（日立海爾）はこの好例であり、パートナーシップを社内の専門知識を強化するための戦略的投資と位置付け、ソリューションに応じてチームの構成を調整している（図 10 を参照）。

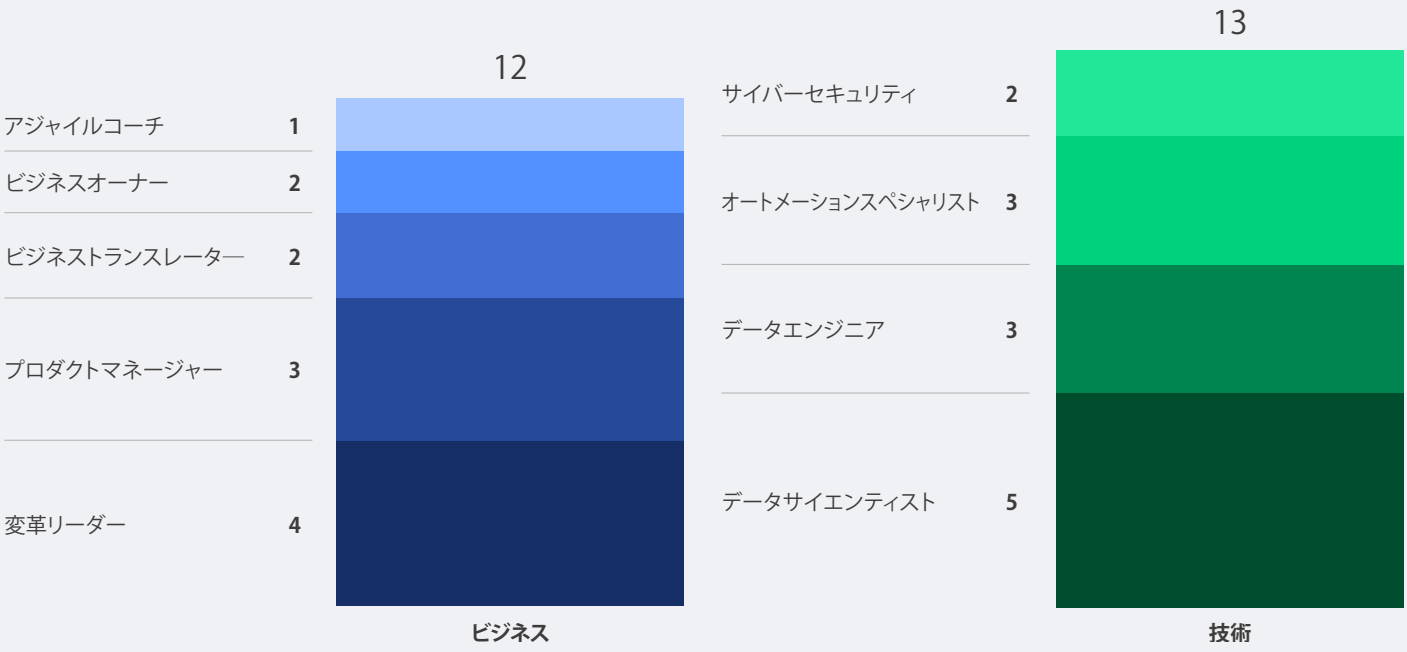
デジタル主導とするが、技術者だけに依存しない

ライトハウスは、デジタルトランスフォメーションは、単なるテクノロジーの導入では不十分であることを示している。むしろ、デジタルトランスフォーメーションは全員が取り組むべき仕事であるとし、再構築されたプロセスを実現するために必要なテクノロジーと人材の能力を組み込んでいる。平均で工場従業員 1,000 人（FTE）当たり 25 人の新たな変革担当者を雇用し、そのうちほぼ半数はビジネスおよびオペレーションの担当者である（図 11 を参照）[34]。開発の初期段階では通常、ネットワーク全体に実用的な革新的ソリューションを設計・展開するためのセンター・オブ・エクセレンス（CoE）[35] を設立する。製造実行システム（MES）や「デジタルツイン」などのテクノロジーに重点を置くものもあれば、「プロトタイピング」や「バッチリリース」などのプロセスに重点を置くものもある [36]。 これらの CoE は、企業チームやサードパーティプロバイダーと提携して能力ギャップを埋めることが多いが、現場オペレーションやテクノロジーリーダーたちによるアップスキリングによって、やがては不要になる。

例 **シーメンス**

シーメンスは、デジタル化プログラム「リーン・デジタル・ファクトリー（LDF）」において、長年にわたり CoE 主導のアプローチを推進してきた。同社の専門家たちは、コアとなるデジタル化技術を中心に結集し、専用サイトで実施されるパイロットプロジェクトを通じて能力を構築している。CoE 内で特定のツールに関する洞察が成熟すると、LDF ネットワーク内で知識が共有され、技術の拡張に関する権限が工場に移管される。そうすることで、現地の専門家が開発のバックログ管理と潜在的な外販のサポートに集中できるようになる [37]。

図 11 **ライトハウスはホリスティックな変革チームを構築する**



1. GLN 研究調査（2024 年 7 月）の設問：「貴社のライトハウス拠点と企業チーム全体におけるデジタルトランスフォーメーションを可能にするために、過去 2 ～ 3 年で追加した職務は何ですか？」

出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

シーメンスをはじめとする企業では、拠点のリーダーたちが先進テクノロジーソリューションの特定と統合の責任を取り戻しつつある。こうした動きに伴い、現場でのこうした役割に付く人員に対して、将来のテクノロジーによるプロセスへの影響に適応するためのアップスキリングと、高度な機能が民主化（例えば、コーディングの知識がなくても「市民開発者」としてローコード／ノーコードでアプリケーションの作成、修正、最適化ができるようになるなど）されることに、新たな焦点が当てられるようになった。

2.3 規模拡大に向けた資産化

資産化とは、組織全体にわたるスケーラブルなデジタルトランスフォーメーションのために、再利用可能なソフトウェア資産（アセット）の開発、管理、展開を体系的に行うアプローチを指す[38]。

プレイブックなしで新しいユースケースを試験運用する場合は、試行錯誤しながら学ぶ必要がある。しかし今日では、多くの応用例が成熟してきている。2024 年のほぼすべての新しいライトハウスは、拠点の評価に提示されたトップ 5 のソリューションとして、生産スケジューリング、予測メンテナンス、または施設管理のためのソリューションを提示している。ライトハウス発のブレークスルーは、これらのソリューションを展開するスピードと規模である。イノベーションは「資産化」であり、これはソフトウェア業界が長年活用してきた手法である。実稼働環境における資産化とは、現場作業員が専門知識を持たずにデジタルソリューションの力を活用できるようにするための、組み立て可能かつどこからでもアクセス可能な標準マニュアル、手順、ツールの作成を指す。

「2024年に新たに認定されたほぼすべてのライトハウスが、トップ5のソリューションとして、生産スケジューリング、予測メンテナンス、または施設管理ソリューションを提示している。

組み立て可能なアセットの展開

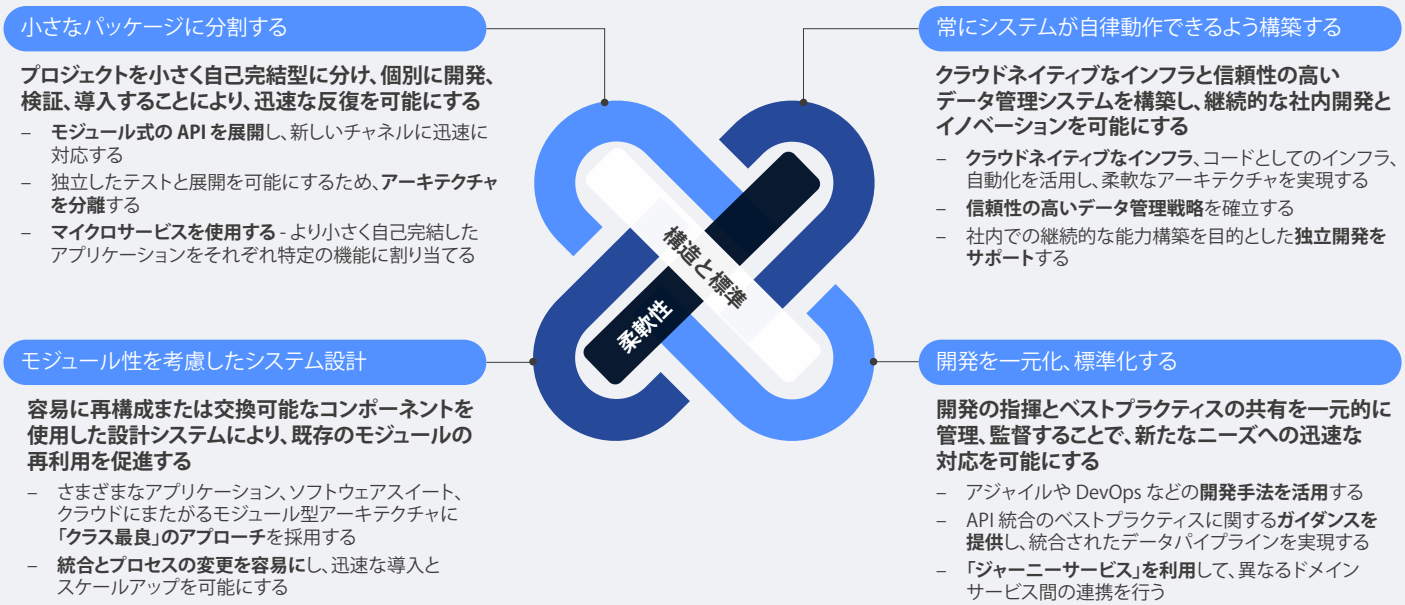
組み立て可能性を意味する「コンポーザビリティ」とは、部品の組み立てや再構成を可能とする柔軟性を重視した設計原則であり、システムの機動性を高める。ライトハウスは、コンポーザビリティに重点的に取り組むことで、変化するビジネスニーズに適応する柔軟性と拡張性のあるインフラを開発し、大規模な混乱を伴う展開ではなく、より迅速なイノベーション、市場投入までの時間の短縮、段階的な改善を実現している。

例 **シーメンス**

シーメンスは、自社の工場でソフトウェア部門が配布したソフトウェアを使用したいという強い要望から、異なるソフトウェアやシステムを効果的に組み合わせることのできる仕組みを確立した。補完的なアプリケーションも、ほとんどがこの仕組みの上で開発されている。ビジネスケースの最適化には、こうしたアプリケーションをソフトウェアプロバイダーとの共同開発で開発し、外部顧客にも販売することが求められる。これにより、再利用可能なテクノロジー資産が増え、現場でのイノベーションが可能になる[39]。

ライトハウスは、すべてのオペレーションを唯一のものと見なし、現地の状況に合わせて調整する柔軟性と、長期にわたって同じ基本構造でスケールアップが可能な頑丈性を兼ね備えたアセットとツールを必要とする[40]。そのために、クラウドベースのコンテナ化されたマイクロサービス、多様なシステムやプロセス間で通信可能なアプリケーション・プログラミング・インターフェース（API）やデータモデルなど、組み合わせ可能な要素を持つアセットを設計することで、これを実現している（図 12 を参照）。

図 12 **ライトハウスは、組み合わせ可能なアセットの作成において標準化と柔軟性のバランスを取っている**



出典：ガートナー[41]、グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

ローコード／ノーコードツールによる従業員の能力強化

最新のライトハウスでは、ローコード／ノーコードプラットフォームが一般的になっている。2024 年のライトハウスでは、76% が何らかのバージョンの技術を導入[42]。 ただ、モデルがより洗練されているにもかかわらず、依然として問題は局在する。工場の個々の機械は、現場のオペレーターや技術者だけが理解できる独自の最適化を必要とすることが多いが、プログラミングの必要性を低減したローコード／ノーコードのプラットフォームにより、機器やプロセスに関する深い知識を有する現場スタッフが直接調整を行うことができる。

また、このようなツールは開発者ではないコミュニティの権限も強化するため、ネットワーク全体のスケーラビリティが向上する。特にテクノロジーが高度化する中でソリューションに真のコンポーザビリティをもたらすには、組立自体を容易にすることが重要である。ライトハウスはこのことを理解している。

例 **ロシュ**

スイスに拠点を置く製薬会社のロシュは、オペレーターが独自のアプリケーションを構築し、展開できるように、ノーコードのイノベーションハブを構築した。80 人以上のアプリケーション開発者からなる市民開発コミュニティによって構築されたこのハブは、リスクベースのモジュール検証アプローチや事前検証テンプレートなどの標準的な運用モデルを中心とした産業化および資産化戦略をサポートしている。これは、規制の厳しいライフサイエンスおよび製薬業界において、デジタルソリューションの価値実現までの時間を最大限に短縮するために不可欠なものである。現在では、このハブに 100 以上のユーザー開発アプリケーションがホストされている。

2.4 現場と連携した導入のローカライズ

デジタルトランスフォーメーションにおいて、導入は依然として正解のわかりにくい要素である。ライトハウスは、変革による影響を持続させるには、画一的なアプローチではなく、人間中心の設計、展開、および変更管理アプローチが必要であることを理解している。人間の能力を高める設計システムとインターフェースを開発し、人間の能力を代替するのではなく、テクノロジーが人間をサポートする。また、経営陣よりも現場からより多くの改善案が生まれる環境にするために、人材と職場環境に投資している。さらに、オペレーターを包括的に巻き込み、新しいソリューションの設計と開発を行っている。

“ライトハウスは、人間の能力を高める設計システムとインターフェースを開発。人間の能力を代替するのではなく、テクノロジーが人間をサポートする。

人間中心のプロセス設計

ライトハウスは、プロセスを人間中心に再設計して現場の外観と雰囲気を変え、労働力の作業バランスを技術者や理論家により近いものに再設計すると同時に、困難で付加価値のない、あるいは危険性の高い作業を自動化している。また、危険やその他の障壁、例えば特殊な免許や身体的制限などを排除し、より包摂性の高い作業環境を設計している。

例 **フォックスコン・インダストリアル・インターネット、三門核電**

ベトナムのフォックスコン・インダストリアル・インターネットのオペレーターは、エラーが発生した際に、根本原因の特定や解決策の提案を受けることのないまま、オートメーション設備をリセットしていた。この問題に対処するため、この施設では、機械のハンドブックを参照して潜在的な根本原因をダッシュボードに視覚化する LLM 対応の機械故障処理システムを構築し、計画外ダウンタイムを 90% 削減した。

中国の三門核電では、放射線耐性のある磁石式垂直移動ロボットに画像解析アルゴリズムを搭載して検査に活用し、作業者が放射線を浴びる可能性のある作業を不要にした[43]。

ライトハウスは、最も重要なものはモデルやアルゴリズム自体ではなく、対象となるユーザーがどれほど効果的にそれらとやりとりが可能かということだと理解している。

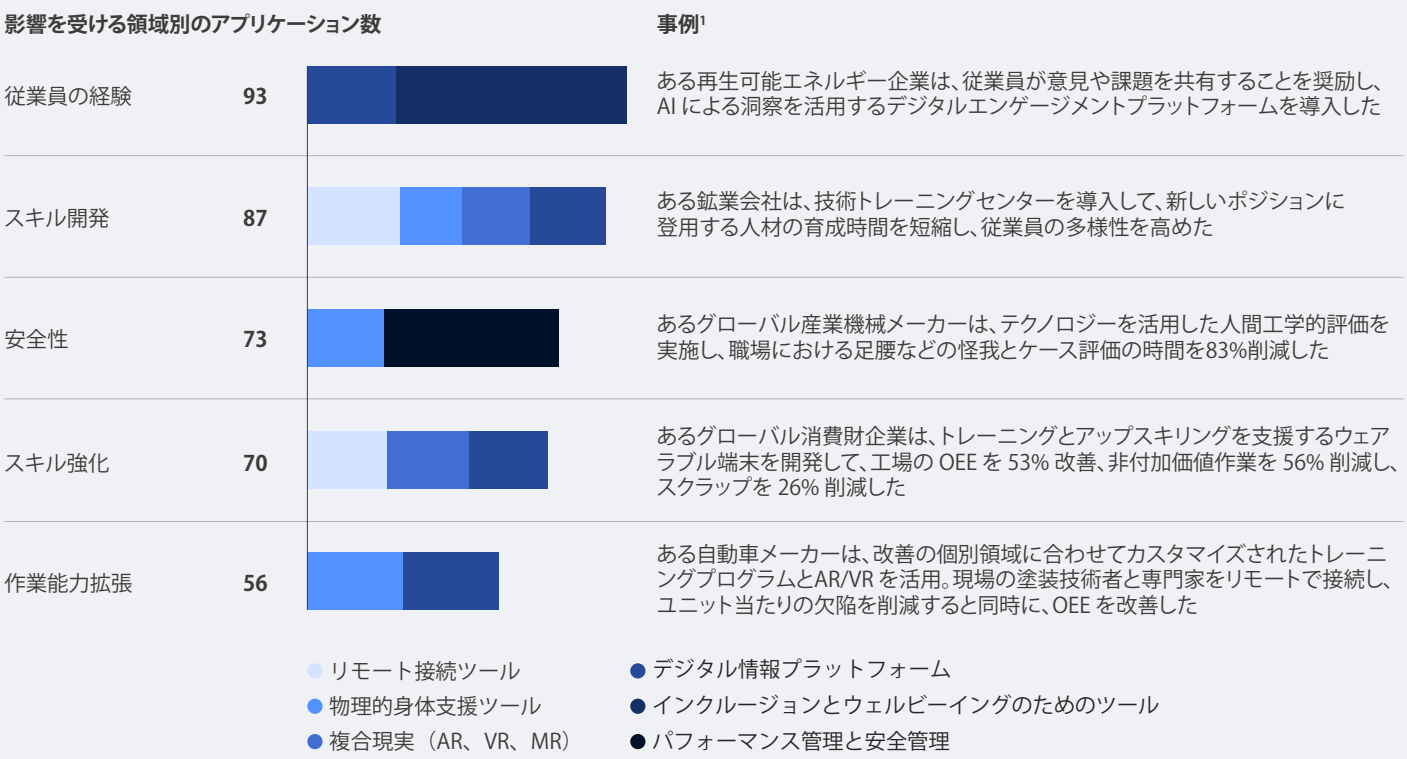
同様に、第一線で働くオペレーターは生産の最前線となるため、彼らに向けたユーザーフレンドリーな意思決定ツールやトラブルシューティングツールを備える必要がある。ライトハウスは、最も重要なのはモデルやアルゴリズム自体ではなく、対象となるユーザーがどれほど効果的にそれらとやりとりが可能かということだと理解している。つまり、オペレーターが問題の解決や対応に積極的に関わる日常業務や業務フローにおいて、直感的に操作できるインターフェースを設計することを意味する。

労働力への投資

2020 年以降、ライトハウスのユースケースではポートフォリオの平均 10% を労働力に関する優先事項に充てており、これには労働者の経験、スキル開発、安全性、スキル強化、業務強化などが含まれる[44]。これらのライトハウスは、平均で 10 ～ 20% の付加価値のない作業の削減と、25 ～ 30% の労働生産性の向上を達成している[45]。

ライトハウスで興味深いのは、そのホリスティックなアプローチである。ライトハウスの 75% 以上が、現場での経験のあらゆる側面を網羅するソリューションを展開している（図 13 を参照）。

図 13 **ライトハウスにおける現場でのユースケース**



1. 2024 年 7 月発行のグローバル・ライトハウス・ネットワーク調査原本からの例

出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク

例 **CEATと三門核電**

スキル開発のユースケースの例として、インドの CEAT は、パフォーマンス管理システムとオペレーターレーニングカリキュラムを連携させることで、軽微な停止による損失に対処し、総合設備効率（OEE）を 16 パーセントポイント改善した。実際のパフォーマンスデータを活用し、より迅速で的を絞った再教育を行うために、仮想現実（VR）における個別学習プログラムを作成している。このトレーニングは双方向の取り組みと位置づけられており、オペレーターからプロセスが実行困難な理由についてのフィードバックを収集し、改善案も取り入れている[46]。

安全に関する例では、三門核電はデジタルツインと物理／デジタルのシミュレーション技術を組み合わせ、緊急対応シナリオのシミュレーションを行った。このソリューションにより、従来は原子炉オペレーターの資格取得に少なくとも 5 年かかっていたトレーニングプロセスが加速し、人為ミスによる事故が 88% 減少した[47]。

デジタルを定着させるための導入プログラムの構築

ソリューションは単に現場のためにあるのではなく、現場と共にあるべきものである。先進的な工場ほど、全社の他部門よりも、最前線の現場から継続的改善のためのアイデアを多く引き出している。しかしそれは、オペレーターのアップスキリングと主体的関与に対して、意図的に投資を行っている場合に限られる。なぜなら、変革の速度を左右するのは、まさに彼らだからである。

従業員は誰もがそれぞれ異なるため、ライトハウスは導入にあたって画一的なアプローチを取ることはない。その代わり、各拠点の要件を満たし、持続可能な変化を推進するためにリソースを十分に割り当てながら、拠点レベルでのパーソナライズやカスタマイズを可能にする柔軟性と自主性を維持できる最小限の構造を、各拠点に与えている。

例 **コカ・コーラ カンパニー**

ローカライズされた導入プログラムには、通常、いくつかの要素が含まれる。コカ・コーラはシンガポールで、従業員の変革への取り組みへの継続的な関与とコミットメントを推進することに重点を置いて導入を行った。この工場では、毎月、機器ベンダーやその他のサードパーティとの報告会や、工場全体の変革の最新情報や成功事例を提供する 21 の「Sway」デジタルニュースレター、そして、現場にあるイノベーションラボでの AGV、コボット、仮想現実や拡張現実の体験などを通じて、従業員と関わりを持った。また、この工場では、優秀な人材を社内の短期プロジェクト（STAR）に参加させている。現場作業員が 3 カ月間、変革チームに参加し、特定のデジタルプロジェクトの一員として、ソリューションの設計、開発、実行に協力する。これらの従業員は最終的には現場作業に戻り、アンバサダーとなる [48]。

現場と経営陣のパイプ役として機能する変革推進者の育成は、極めて重要である。

現場と経営陣の間で双方向のパイプ役として機能する変革推進者の育成は、極めて重要である。リーダーシップから現場まで、変革推進者は重要なメッセージを伝え、質問に対応し、現場の同僚の学びを支援する。また、逆に、変革推進者は、現場のアイデア、フィードバック、意見を経営陣に伝え、現地の状況に適した変革アプローチが形成されるようにする。ライトハウスの場合、これらの変革推進者は、テクノロジーのデモへの参加や支援、インセンティブや賞の授与、アイデア創出セッションの主導、公開講演などを行っている。彼らは、変革を定着させる接着剤のような存在である。

ユーザーの導入と密接に関連しているのが、モデルの導入である。ソリューションは一度機能するだけでは十分ではなく、オペレーターに対して継続的な価値を示さなければならない。さもなければ、ソリューションは廃棄され、無駄が増えることになる。

例 **シュナイダーエレクトリック**

経験の少ないオペレーターが、増え続けるオートメーション機器のポートフォリオを管理できるよう、シュナイダーエレクトリックの中国工場は、オペレーターのフィードバックをシームレスに収集する生成 AI 活用型拡張現実（AR）メガネを導入した。広範な機器データとマニュアルをモデルに入力し、メンテナンス技術者がアクションを選択して継続的に改善することで、AR メガネは故障コードの潜在的な原因と対応するソリューションを表示し、新人技術者が機器を習得する時間を 18 カ月から 9 カ月に短縮した。その鍵となったのは、オペレーターによるフィードバックである。モデルの導き出した推奨事項にフィードバックすることでモデルの精度を向上させ、経験豊富なオペレーターが長年培ってきた知識を基礎モデルに転送できるようになった [49]。



3

生産性のその先へ：AIの適用による、バリューチェーン全体の持続可能性とアジリティ

ライトハウスはバリューチェーン全体を変革し、人々と環境の両方に利益をもたらしている。

顧客嗜好の多様化を背景に、大量生産モデルからカスタマイズを主流としたモデルへと産業が移行する中、ライトハウスはアジリティを重視することで競争優位性を獲得しようとしている。

商品の移動がグローバル化するにつれ、サプライチェーンは、壊滅的な自然災害や地政学的な緊張から、市場の不安定化による資源不足やインフレに至るまで、数多くの課題に直面するようになっている。これに対応して、ライトハウスはサプライチェーンの可視性を高め、混乱を予測・管理できるように最適化している。また、リスクをライフサイクル全体でホリスティックに捉え、製品設計、需要計画、ロジスティクスにおけるレジリエンスを高めるための的を絞ったソリューションを導入している。

さらに、顧客嗜好の多様化を背景に、産業が大量生産モデルからカスタマイズが主流となるモデルへと移行する中、ライトハウスはアジリティ（俊敏性）を重視することで競争優位性を獲得しようとしている。エンジニアリング・トゥ・オーダー（ETO）やコンフィギュア・トゥ・オーダー（CTO）モデルを採用する工場では、設計と生産を迅速かつ大規模に行う一方で、顧客に柔軟性を提供するために、より高度な複雑性を管理する必要がある。

ライトハウスは持続可能性に対するリスクの視野を広げ、敷地内およびバリューチェーンにおける環境への影響を積極的に削減している。ビッグデータ分析、クラウドコンピューティング、IoT の進歩により、排熱をエネルギーとして利用するなど、生産手段の新たな編成方法が生まれており、資源効率の飛躍的な改善が推進されている。サプライチェーンからの排出量がスコープ 1 および 2 の 6 倍であることを踏まえ[50]、ライトハウスは、循環型モデルを推進し、スコープ 3 の排出量を削減するために、技術面にとどまらず、上流のサプライヤーと下流の顧客の両方と協力して、クローズドループのエコシステムを構築している。

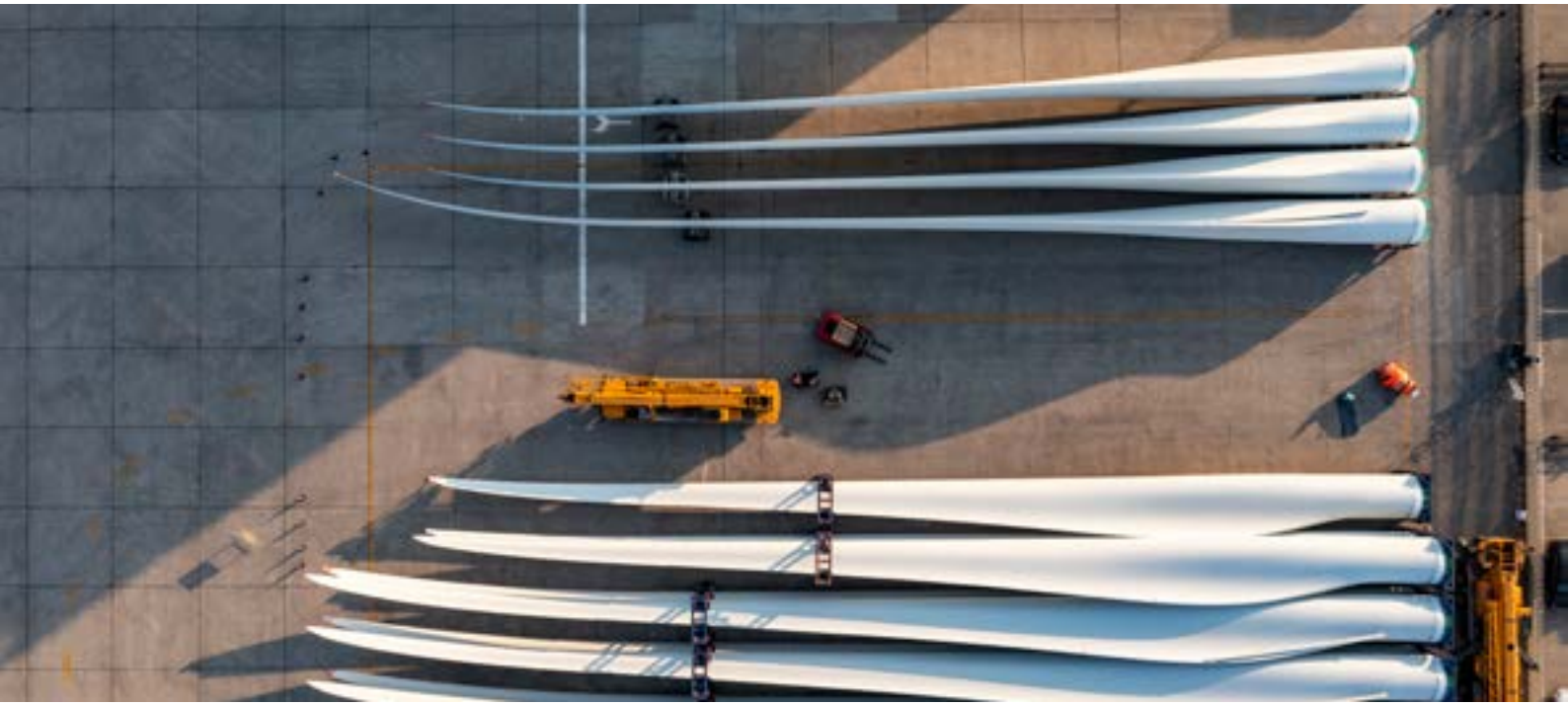
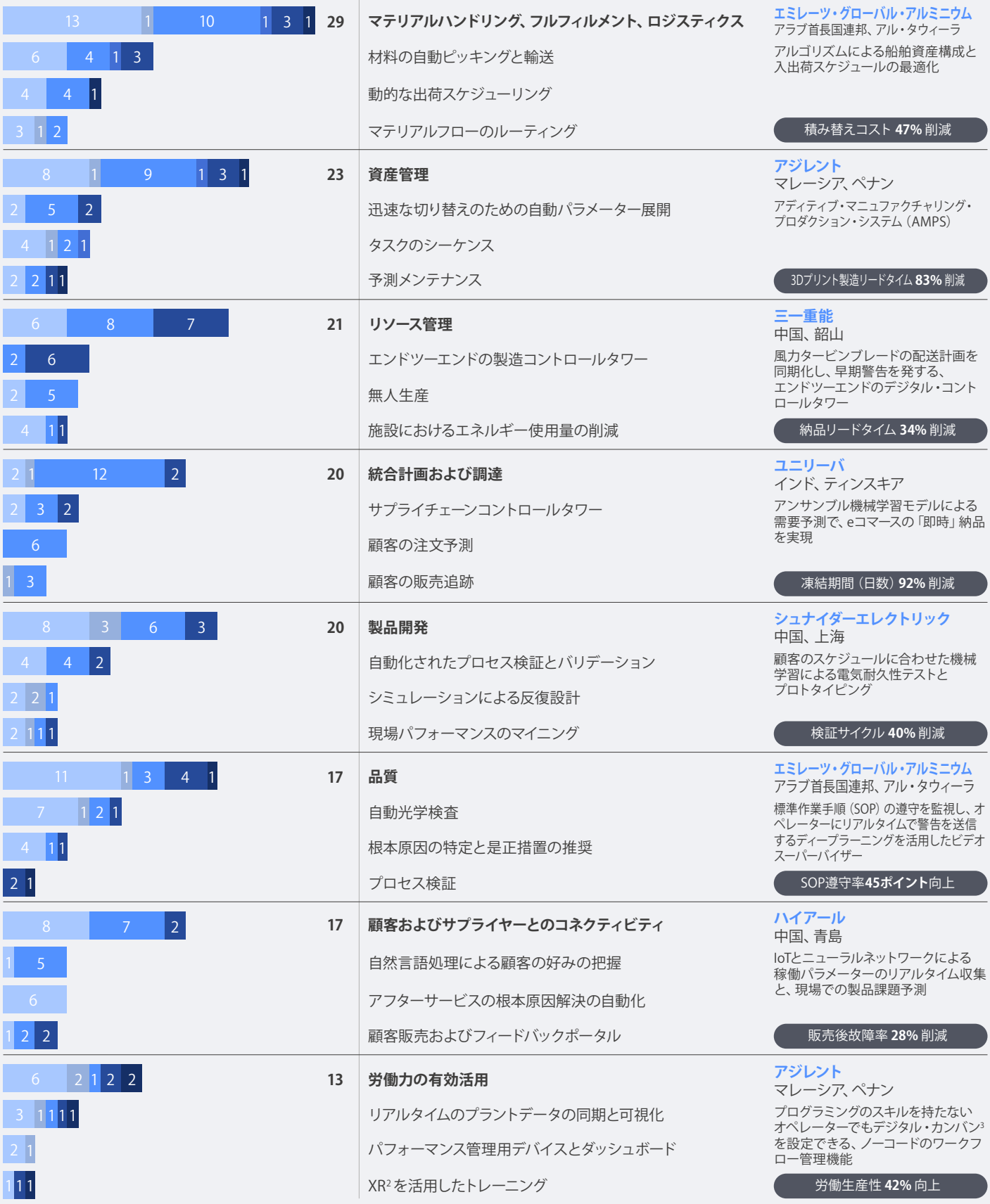


図 14 | バリューチェーン全体におけるライトハウスのソリューションの分布[1]



1. 工場と持続可能性のソリューションを除く。2.XR：eXtended Reality の略であり、拡張現実（AR）、仮想現実（VR）、複合現実（MR）など、現実世界の体験を強化または置き換えるすべてのテクノロジーを含む。3. カンバンは、カードやボードを使用して作業プロセスを最適化および追跡する視覚的なワークフロー管理手法である。**出典：**グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

3.1 製品開発サイクルを加速するインテリジェントな製品導入ツール

カスタム製品に対する注目が高まり、製品投入までの時間短縮が求められる中、市場への投入速度は多くのライトハウスにとって重要な評価基準となっている。設計、検証、プロトタイプ、テストのサイクルにおいても、飛躍的な改善が達成されている。

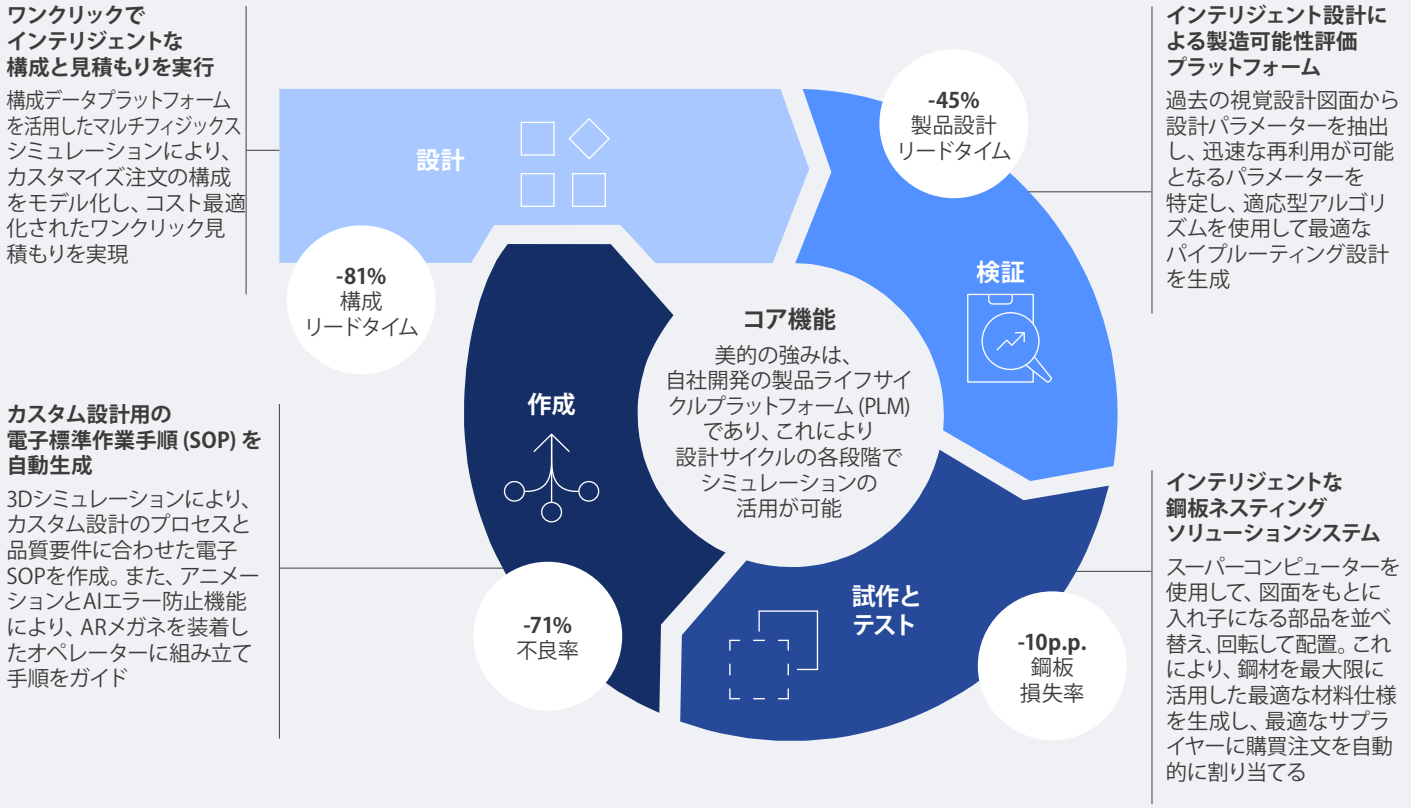
さらに最近では、材料や工程パラメーターの推奨エンジン、製品性能のための高度なシミュレーションモデル、需要予測のための顧客市場およびデータインテリジェンス機能など、各ステップに対応した先進的なソリューションが導入されている。

今日のライトハウスを差別化しているのは、製品開発ライフサイクル全体にわたってソリューションを統合する能力である。したがって、コアとなる能力は、個々のソリューションではなく、顧客、サプライヤー、製品、およびプロセスのデータを統合し、新製品のシミュレーションや予測に利用できるようにする製品ライフサイクルデータプラットフォームである。

例 **美的**

中国の美的はこのマインドセットを体現する企業の一つである。同社の製品ライフサイクル管理プラットフォームは、製品開発プロセスの各段階でデジタルツールの利用を可能にし、新製品への入札や資産への投資を行う前に、設計、検証、試作、生産のサイクルをすべてデジタル上で完了させることを可能にしている。これにより、新規受注への対応時間が改善され、入札の機会が増えるという二重の効果がもたらされる。また、より正確なコスト見積もりと「初回から正しい」設計により、入札に織り込んでいたコストマージンを削減することができ、競争力が向上する（図 15 を参照）[51]。

図 15 **完全設計フィードバックループの構築により、迅速な製品開発を実現する美的**



出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

迅速なカスタマイズを可能とするプラットフォーム

製品の迅速なカスタマイズに対する需要の高まりに対応するため、厳しい要件、複雑な構成、小ロット生産を実現する必要がある。これに対応するため、美的やハイアールなどの企業は、製品導入に関する作業や決定を現場で行うことができる集中型機能やデジタルツールに投資し、新たな機会をつかむためのアジリティと対応力を向上させている。

例 **ハイアール**

気候に合わせてカスタマイズされたエアコンの需要に応えるため、中国のハイアールは、顧客の仕様に基づく設計上の性能をシミュレーションする製品性能予測モデルを導入した。同社はその後、モデルに機械学習アルゴリズムを適用して最大限に活用。設計サイクルタイムを 1 モデル当たり 49% 削減し、プロトタイプの検証コストを 77% 削減した [52]。

コストパフォーマンスをシミュレーションして設計リスクを低減し、入札競争力を強化する

製品のライフサイクル全体にわたって統合されたデータプラットフォームがあれば、貴重な情報を初期設計段階にフィードバックし、最適なコストパフォーマンスを確保することができる。自動製品構成や製造可能性検証プラットフォームなど、統合された高度なデジタルツールを使用して製品ライフサイクル管理（PLM）システム内のアルゴリズムや過去のデータを活用することで、カスタマイズを合理化し、検証時間を短縮して、複雑な設計要件であっても自信を持った応札が可能となる。

例 **美的**

中国の美的は「ワンクリック」製品設定ツールを使用して、数百万通りの組み合わせから最もコスト効果の高い設定を特定。また、包括的なレポートを生成する有限シミュレーションアルゴリズムにより、設計の製造可能性を自動検証するデジタル・プラットフォームを開発し、従来は 1 日かかっていた製造組立のための設計会議を 10 分に短縮した。このツールは、組み込み設計と特徴認識アルゴリズムを活用して、新しいシミュレーション設計を過去に記録した設計に関連付ける。これらの機能はすべて、同社内で開発した PLM プラットフォームに統合されており、バリューチェーンのデータ全体のエコシステムにアクセスできるようになっている。これにより、品質を犠牲にすることなく市場投入までの時間を短縮し、コスト競争力を高めることができる [53]。

3.2 インテリジェント・レジリエンスハブによるサプライチェーンのアジリティ向上

2020年以降、ライトハウスはサプライヤーと顧客のコネクティビティと統合計画を優先し、レジリエンスに重点を置いた平均5つのユースケースを導入している。

新型コロナウイルス感染症のパンデミックは、多くの企業がサプライチェーンを見直すきっかけとなり、自社に記録的な混乱によるコストを吸収する準備がどれほど整っていなかったかを認識する機会となった [54]。しかし、ライトハウスでは異なる。ライトハウスの 85% はパンデミックの最中にも 10% 未満の収益減にとどまったが、他の製造業者では 14% のみであった [55]。2020 年以降、ライトハウスはサプライヤーと顧客の接続性と統合計画を優先し、レジリエンスに重点を置いたユースケースを平均 5 件実施している [56]。

さらに最近では、バリューチェーンが市場の変動に晒される中、断片化され拡大する事業拠点の複雑性を管理するためのソリューションを成熟させつつある。需要予測のための機械学習「アンサンブル」モデルや商品価格設定と調達安定化のための生成 AI などのソリューションは、リスク管理を一元化する「レジリエンスハブ」が調整を行うことが多い。レジリエンスハブは、サプライヤーから最終顧客に至る各ノードの透明性を向上させ、混乱を乗り越えて業務の継続とサプライチェーンのパフォーマンスを維持するための統合的な意思決定を推進する。

リスク管理の一元化を目的としたレジリエンスハブ

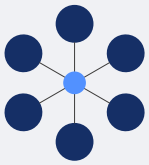
ハブ・アンド・スポークモデルでは、中核となる機能と専門知識を「ハブ」に一元化し、特定のタスクや業務は個々のユニット、つまり「スポーク」に分散する。ライトハウスでは、リスク管理の合理化とエンドツーエンドのバリューチェーン全体での対応力向上を目的として、このモデルを採用するケースが増えている。

顧客、製造、供給管理、物流、財務など、各コア機能の役割はレジリエンスハブ内で異なる。スポークがコアとなる対応能力を欠いている場合（例えば、自らリスクを監視していないサプライヤーや顧客など）には、ハブ主導型モデルが有効である。一方、スポーク主導型のアプローチでは、リスク管理を他のプロセスと統合し、専門リスクをカスタマイズして監視することが可能となる。これは、ロジスティクス、製造、品質、施設管理機能において最も一般的である。

スポーク別：一元化に向けたライトハウスの戦略

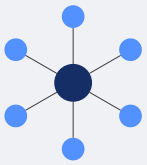
ライトハウスは、バリューチェーンの特性に応じてデジタルテクノロジーを導入し、ノード全体でレジリエンスと透明性を構築している。また、ビッグデータと高度なアルゴリズムを活用して需要予測と価格予測の精度を向上させ、高度な統合によりリスクのエコシステム全体を管理している。

- **サプライヤー管理：**上流の透明性は、多くの場合、インバウンドの品質と業務の安定性を向上させるためにハブ主導型のサプライヤー・プラットフォームによって実現される。
- **品質：**分散型モデルが必要な場合、ライトハウスはスポーク主導型アプローチでサプライヤーと連携する。こうすることで、各サプライヤーが品質管理の責任を持ちつつ、企業の基準を遵守する形で、地域ごとの専門知識を活かすことができる。
- **ロジスティクスと配送：**特に長距離の場合、ライトハウスはハブ主導のアプローチを採用し、地域ごとのリスク対応に単一の責任者を割り当てる傾向にある。
- **在庫と計画：**ライトハウスは、製品開発を推進するのと同じ統合データプラットフォームを活用して、混乱の影響を緩和するための高度な計画アルゴリズムの数々を推進している。
- **購買と交渉：**ハブ／スポーク主導型モデルを使用して、商品購買の未来を予測している。



スポーク主導型

最適なモデル：優れたリスク管理能力が現地にある場合に有効。サポートの一元化と標準化はハブ主導型で行う



ハブ主導型

最適なモデル：リスク管理能力はまだ初期段階だが、ハブとスポークで拠点間データ統合の可能性がある

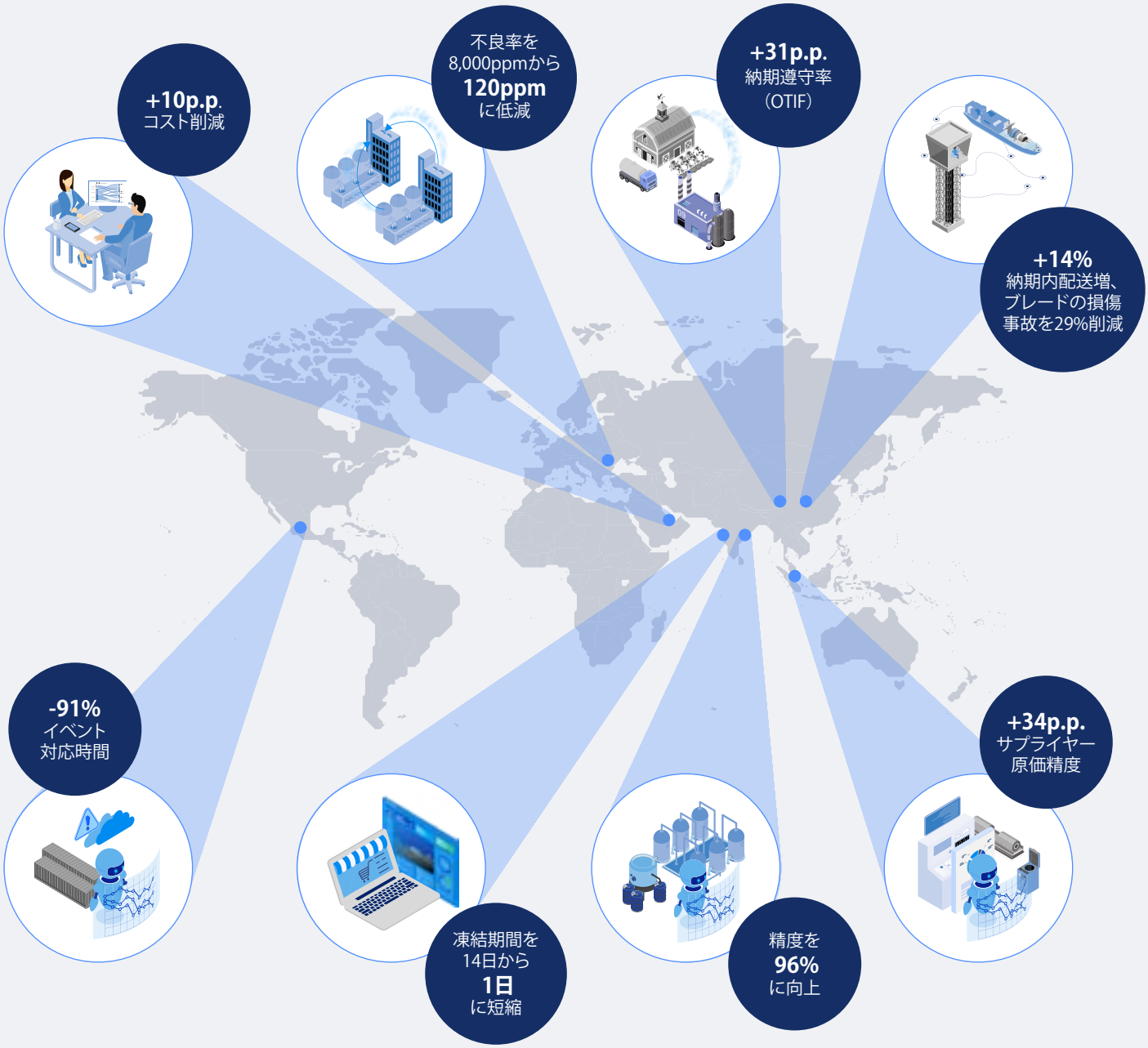


エミレーツ・グローバル・アルミニウム（アラブ首長国連邦）は、LLMを使用して交渉のシミュレーションを行い、第一線で活躍するカテゴリーマネージャーが市場公表価格よりも大きくコストを押さえることを可能としている。

ベコ（トルコ）は、プラスチック射出成型用のスマートモールドをサプライヤー側で直接展開し、データを同社のサイトにフィードバックするサプライヤー連携プラットフォームを構築した。これにより、同社はサプライヤーのロット固有のプロセスパラメーターに基づくプロセス制御を実施することができ、同時にサプライヤーのコストも削減できるという、双方にメリットのあるコラボレーションを実現した。

蒙牛乳業（中国）は、APS主導のサプライチェーン最適化ツールを導入して、サプライヤーの酪農場からのデータを統合し、生乳供給の需要変動に対応。これにより、サプライヤーからの納期遵守率（OTIF）を改善した。

三一重能（中国）は、風力タービンブレードの配送用にデジタル・コントロールタワーを導入。早期警報プラットフォームにより、専門の現地ロジスティクスチームが危険な道路や悪天候などの高リスク状況に合わせて計画を立て、画像認識により作業指示書を自動生成して、検出された異常や必要な修理を修理チームに通知できるようにした。



シュナイダーエレクトリック（メキシコ）は、何十億ドルにものぼる貿易商品と、同地域における2万5,000人以上の従業員のリスクと安全性をモニタリング。AIモデルを使用して盗難の危険や天候などのリスクを監視し、分析レポートを自動生成している。

ユニリーバ（インド）は、販売チャネル、顧客、製品カテゴリーのデータ、および100以上の需要促進要因とビジネスシナリオに基づく10以上のAIベースの機械学習モデルを展開することで、予測不可能な急増を伴う「即時配送」のeコマースチャネルにもかかわらず、需要予測を強化するために「アンサンブル」アプローチを活用している。

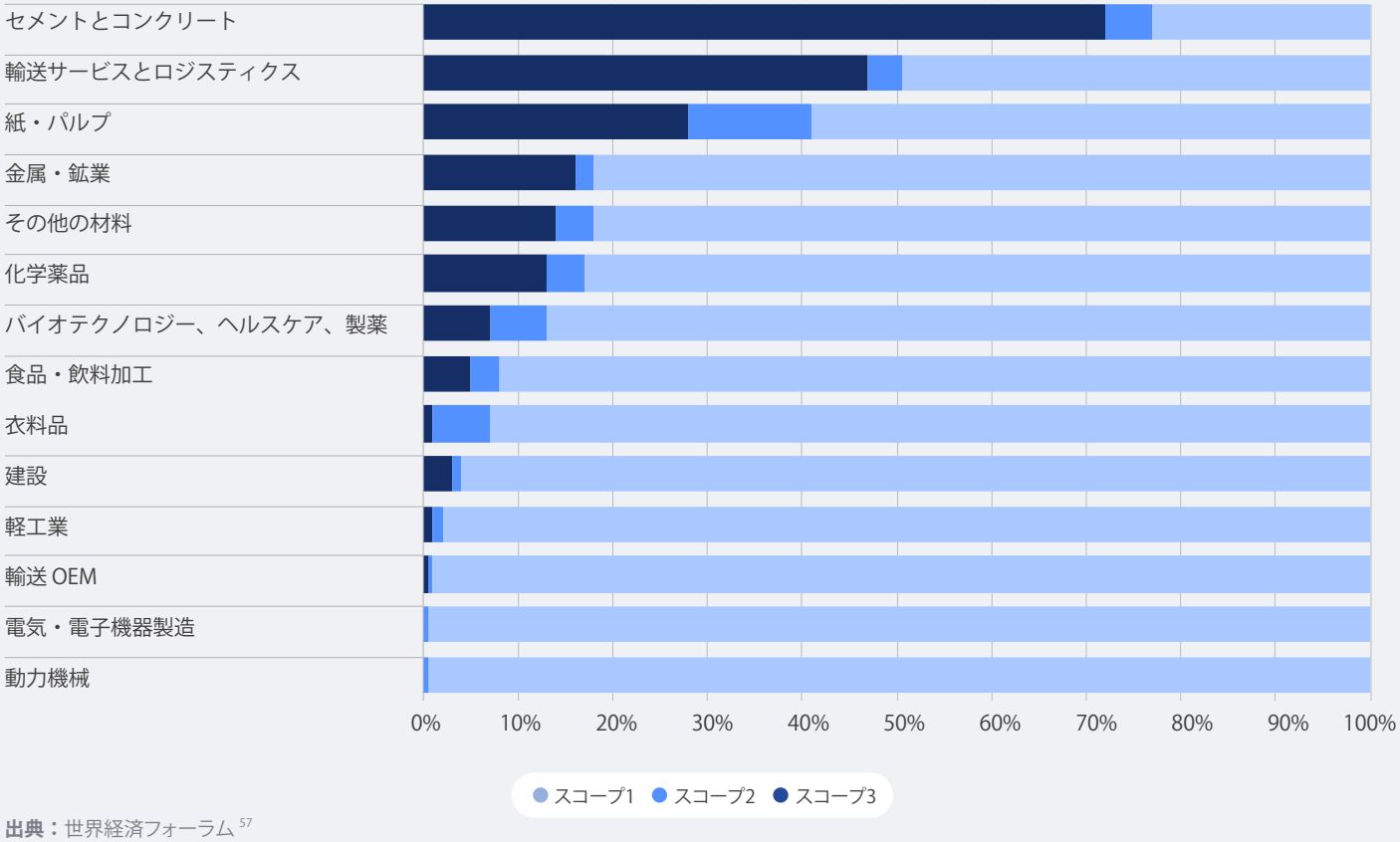
ジュビラント（インド）は、3つのアルゴリズムモデルを組み合わせ、グローバル価格指数と化学製品の生産からのデータを組み込むことで、酢酸の価格を予測した。

アジレント（マレーシア）は、AIを活用したニュース感情分析に基づいて材料価格を予測する予測コストモデリングツールを構築した。

出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

3.3 直線型バリューチェーンから循環型バリューチェーンへの移行による持続可能性の向上

図 17 **バリューチェーンが重要である理由 - 産業別スコープ3排出量**



出典：世界経済フォーラム [57]

産業活動が世界の温室効果ガス（GHG）排出量の 30% を占める時代において、持続可能性へのコミットメントと行動のギャップを埋めることの緊急性はかつてないほど高まっている [58]。 産業部門の排出量の多い上位 77% の企業が 2050 年まで、またはそれ以前のネットゼロの達成を誓約しているにもかかわらず、これらの野心的な目標を達成するために必要な戦略と行動を完全に説明している企業はわずか 3% である [59]。

産業部門における排出量上位77%の企業が、2050年まで、またはそれ以前のネットゼロの達成を誓約している。しかし、この野心的な目標の達成に必要な戦略や行動を完全に策定している企業は、わずか3%である。

排出量の多い上位数セクターが、スコープ 1 および 2 の排出量の大部分を占めている。その他のすべての企業にとっては、スコープ 3 排出量におけるバリューチェーンに焦点を合わせる必要がある。これらの排出源が、組織の総炭素排出量の大部分を占めることが多いため、これは極めて重要である。例えば、消費財では、排出量の最大 90% がスコープ 3 の排出源に起因している可能性がある。これには、原材料の採取などの上流活動や、製品の使用や廃棄などの下流活動が含まれる [60]。

過去数年間、持続可能性のライトハウスのほとんどはスコープ 1 と 2 の排出に焦点を合わせ、施設、資産、現場のプロセス最適化を通じて環境効率の向上を目指してきた。さらに最近では、スコープ 3 の削減に向けた業界全体の取り組みを反映し、一部のライトハウスでは、クローズドループの水や廃棄物システムなど現場での循環プロセスから始め、より循環型のアプローチを導入している。その上でサプライヤーや顧客との協働など、テクノロジーの枠を超えた取り組みを行い、バリューチェーン全体でクローズドループを構築して循環型再利用を行うことで、ネットゼロ目標達成に向けて前進しようとしている。

地域のサーキュラリティ管理による拠点の排出量と資源消費量の削減

IT/OT 統合アーキテクチャ、正確な炭素会計、リアルタイムのプロセス制御を組み合わせることで、ライトハウスは、自社敷地内でループを閉じるための基盤を構築し、スコープ 1 および 2 の排出量を削減することが可能になる。ナノ秒単位のリアルタイム制御が可能な統合施設と生産システムにより、従来は損失の主な原因となっていた熱とエネルギーの伝達を促進し、新しいリサイクル可能なパッケージングの最適化を実現している。

図 18 | **ライトハウスのバリューチェーン全体における持続可能性の推進要因**

2024 年ライトハウスによる直線型ソリューションと循環型ソリューションの例

直線型
作成
取得

ソリューション分野	例	ライトハウス企業	
施設の最適化	単位生産量当たりの電力/水の消費量を削減、敷地全体のガス消費量を削減	Dicastal	**-71%** スコープ1・2 排出量
プロセスの最適化	資源効率向上のためのプロセス再設計、プロセス収率/材料回収率の向上、スクラップの削減	JUBILANT INGREVIA	**-20%** エネルギー消費量
資産の最適化	漏れを減らすための機器の修理または改修、耐用年数の延長	SIEMENS	**-58%** スコープ3排出量
	機器/車両の改修、より低炭素な代替品への交換、スコープ1からスコープ2への変換	TSINGTAO	**-31%** スコープ3排出量
炭素回収 (CCUS[1], DAC[2])	原料への変換、長期保管		新規
グリーンエネルギー調達 (LCFFES[3])	低炭素燃料/再生可能燃料への転換、自家発電または送電網からの供給	Midea	**+20%** グリーンエネルギー利用率
設計および仕様最適化	低炭素原料への転換、高性能または軽量素材の使用、リサイクル率の向上、分解およびリサイクル可能性の向上、耐久性の向上、価値提案の再考	ferrovial	**-72%** コンクリートおよび鉄鋼の量
持続可能な調達と購買	再生材料の調達によるバージン材料代替、持続可能な二次梱包ソリューション、需要拡大のための共同調達	Unilever	**-21%** プラスチック消費量
サプライヤーの排出量管理	上流のスコープ3排出量報告に関する提携、サプライヤーの説明責任の明確化	FANUC	**-39%** スコープ3排出量
計画とロジスティクスの最適化	予測精度を向上させて過剰生産を最小限に抑制、輸送フローを合理化	Midea	**-35%** スコープ3排出量（輸送）
再製造部品	不良製品部品の分解と再組み立て	Schneider Electric	**-70%** スコープ3排出量（原料から出荷まで）
クローズドループプロセス	現場でのリサイクル、および副産物、スクラップ、余剰熱、水の再利用	Novelis / NUCOR	**-47%** 一次材料消費量
循環型ビジネスモデル	サービスとしての製品／サブスクリプションモデル、販売製品の修理の推奨／提供、製品引取／再生	Schneider Electric	**-38%** 原材料消費量
クローズドループのシステムとネットワーク	アルミニウム／鉄スクラップでリサイクル業者と提携、リバースロジスティクス、プロセス廃棄物／スクラップの引き取り	FANUC	**+50%** 投入材料におけるリサイクル材含有率

削減
再利用
リサイクル
回収

循環型

ネットゼロ達成には、複数ソリューションの組み合わせが必要

スコープ 1
所有または管理する排出源からの直接排出

スコープ 2
購入した電気その他のエネルギー源から生成される間接排出

スコープ 3
企業のバリューチェーンで発生するその他すべての間接排出

1. 炭素回収、利用、貯蔵　**2.** 直接空気回収　**3.** 低炭素燃料、原料、エネルギー源

出典：グローバル・ライトハウス・ネットワーク。

例 | **ジュビラント、青島ビール、シュナイダーエレクトリック、ユニリーバ**

インドの**ジュビラント**や中国の**青島ビール**などのライトハウスは、統合施設や生産システムにより「真の」リアルタイム制御を可能にし、廃棄物を削減し、熱やエネルギーの転換など資源の価値を最大限に引き出すことで、環境効率の限界を押し広げ続けている。その結果、蒸気消費量を 20% 削減し、スコープ 2 の排水排出量を 100% 削減することに成功した[61]。 一方、メキシコの**シュナイダーエレクトリック**は、自動化と高度なプロセス制御の成熟した能力を基盤として、現場にクローズドループプロセスを展開している。同社は、逆浸透膜を使用した水の再循環と処理タンクにおけるプロセスパラメーターを最適化することで、水の消費量を半減[62]。 また、インドの**ユニリーバ**などの企業は、シミュレーション能力を積み重ね、デジタルツインによって、持続可能なパッケージングデザインのための「初回から正しい」プロセスパラメーターを予測し、大量生産におけるリサイクル包材の使用を最適化している[63]。

ライトハウスは、社内において確立されたモニタリングおよび生産管理機能を現場でのクローズドループに拡張し、環境への影響を低減している。しかし、ネットゼロ達成にはまだ長い道のりが残されており、バリューチェーン全体にわたる新たなタイプのイノベーションが求められている。

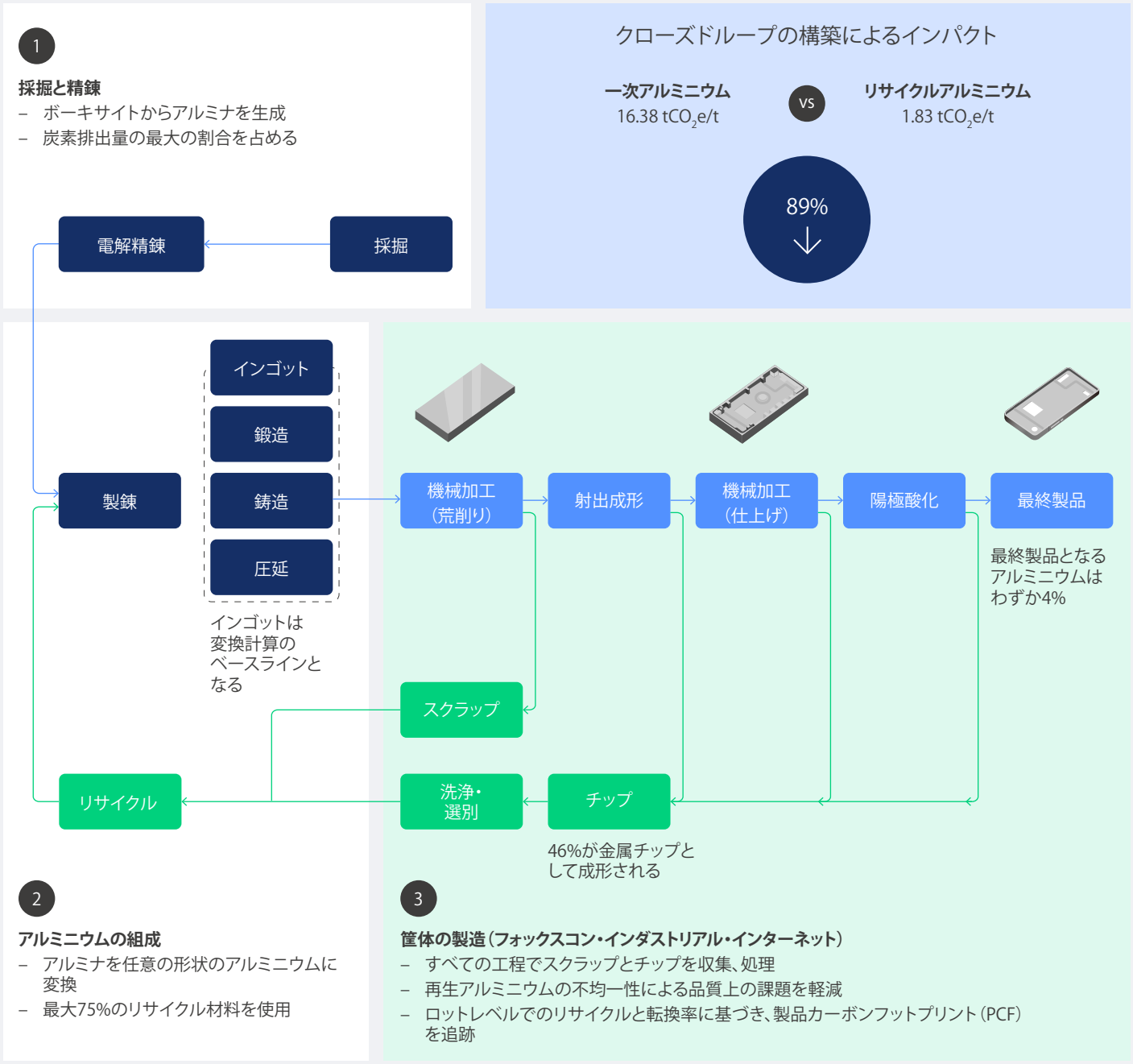
透明性と協働によるバリューチェーンのカーボンフットプリント削減

現在、ライトハウスは、特にスコープ 3 の排出量削減を目的とした、環境に配慮した製品設計のためのツールキットをアップグレードし、製品のライフサイクルにおけるフットプリントの高度なモデルを導入している。中国の美的は、洗濯機の効率を最適化するために、AI を活用した炭素ライフサイクル配分分析を設計シミュレーションプラットフォームに統合し、製品構造を簡素化し、代替材料の削減または特定を行う。これにより、購入品および材料によるスコープ 3 排出量を 28% 削減し、販売製品の使用による排出量を 33% 削減した[64]。

企業の二酸化炭素排出量の 50% 以上がサプライチェーンに起因している[65]ことを踏まえ、リサイクル素材の使用量を増やすためには、サプライヤーや最終顧客との新たなパートナーシップを通じて、安定性とレジリエンスに優れた資源循環ループを確立する必要がある。例えば、中国のフォックスコン・インダストリアル・インターネットは、金属合金のバリューチェーンにおける顧客やサプライヤーと協力し、機械加工サプライヤーが生産するスクラップのロットレベルでの可視性を確保するライフサイクル追跡システムを導入した。このデータは、フォックスコン・インダストリアル・インターネットが使用するプロセスパラメーターに反映され、スクラップ含有量を最大限に活用し、安定した品質を維持する。このことは、金属合金では特に困難である。全体として、この施設ではスコープ 3 の排出量を 39% 削減し、現在では投入材料の 50% 以上をリサイクル材料に置き換えている[66]。



フォックスコン・インダストリアル・インターネットの金属合金生産におけるクローズドループ



出典：フォックスコン・インダストリアル・インターネット。

結論

AI やその他のテクノロジーを通じて、包摂性の高い持続可能なパフォーマンスを実現するには、ライトハウスが示す例を手本として、何百万ものファスト・フォロワーが、その工場とバリューチェーンを変革する必要がある。

グローバル・ライトハウス・ネットワークは、生産の未来に対する革新的なビジョンから始まった。189 のライトハウスが誕生した今、高度なデジタルテクノロジーが、人々と地球に焦点を当てた全体的な業務思考と結びついたときに、生産性、安定性、持続可能性に目覚ましい影響をもたらすことが可能であるという明白な証拠がある。ライトハウスは、試行段階の停滞を超えて投資収益率を 2 倍、3 倍にするツールを生み出し、わずか 10 ～ 20 カ月で変革を実現している[67]。

ライトハウスが革新を続ける中、第四次産業革命の次の課題は、ファスト・フォロワーの強化である。ファスト・フォロワーとは、リーダーたちに迅速かつ効率的、効果的に追いつく必要がある何百万もの生産拠点である。こうしたフォロワーは、より持続可能で包摂性が高く、効率的な産業を推進するために不可欠である。これは、GLN の中心的な使命である。

この使命はこれまで以上に重要である。なぜなら、大企業も中小企業も、AI やその他のテクノロジーを活用して、持続可能かつ包摂性の高いパフォーマンスを実現できていないからだ。業界全体がリーダー企業とともに前進しなければならない。生産のグローバルな変革には、数百ではなく、数百万の生産拠点のインスピレーションと参加が必要となる。

そして、革命から進化が生まれる。グローバル・ライトハウス・ネットワークは、業界変革における次の輝かしい先駆者となるであろうファスト・フォロワーの台頭を心待ちにしている。生産エコシステムに属する世界中の企業は、規模や業種、業界、地域を問わず、データや AI を活用してより包摂性とレジリエンスが高く、持続可能な未来を実現する方法について、現在のライトハウスや将来のファスト・フォロワーから教訓やインスピレーションを得ることができる。世界経済フォーラムのプラットフォーム、アドバイザー、パートナーの支援を受け、これらの企業は今後の進路を切り開いていくことができるだろう。



付録：ライトハウスの変革ストーリー、ソリューション、インパクト

工場のライトハウス

第12期

工場	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト	
アストラゼネカ スウェーデン、セーデルテリエ	生産能力の向上と新製品発売の加速化を図るため、機械学習や最適化アルゴリズムを含む 50 以上の第四次産業革命（4IR）ソリューションを導入。これらの取り組みと 3,000 人の従業員のアップスキリングにより、労働生産性は 56% 増加し、新製品の開発リードタイムは 67% 短縮された。	機械学習（ML）型需要予測エンジン	↓ 23%	在庫レベル
		バッチスケジューリングと生産計画の数学的最適化	↑ 26%	生産性
		新製品の開発と発売のための高度なプロセス制御	↓ 98%	隙間のない製造サイクルタイム
		プロセスデジタルツインでバッチ製造を最適化	↓ 17%	バッチ製造サイクルタイム
		臨床試験フェーズにある新製品の導入予測	↓ 39%	過剰生産率
アストラゼネカ 中華人民共和国、無錫	中国国内での値下げと需要の変動に対応するため、AI やアルゴリズムを含む 34 の 4IR ユースケースを導入し、製造の同期化と効率化を強化。この工場では、生産高を 55% 増加させ、製造リードタイムを 44% 削減し、規格外バッチを 80% 削減し、労働生産性を 54% 向上させた。	バッチ優先順位の最適化を活用した工場フローの同期化	↓ 48%	プロセスのリードタイム
		IoT によるエンドツーエンドの無接触材料フローとトレーサビリティ	↓ 99%	材料調合リードタイム
		ディープラーニングによる高速コンピュータービジョンによる工程内品質管理	↓ 99.4%	手直し作業時間
		IoT ベースの「スマート・アンドン」による人員と設備の稼働率向上	↓ 31%	計画外ダウンタイム
		MLを活用した予測エンジンと在庫管理体制	↓ 42%	原材料の在庫日数
ベコ トルコ、アンカラ	この食器洗浄機工場では、高品質な食器洗浄機の需要の高まりに応えるため、35 以上の社内ソリューションを IoT プラットフォーム「FLOW」に統合し、4IR への変革を実施。これにより、市場投入までの時間が 46% 削減され、現場での故障率が 29.2% 低下し、コンバージョンコストが 26.1% 減少。さらに、1,000 人以上の従業員が 4IR テクノロジーに関するアップスキリング（技能向上）を果たした。	MLを活用したスマート金属シート成形	↓ 12.5%	材料コスト
		高度な洗浄サイクル設計	↓ 50%	市場投入までの時間
		AIを活用したクリンチングプロセス	↓ 66%	不良率
		エンドツーエンドの自律型物流システム	↓ 5%	変換コスト
		高度なプラスチック射出成形のためのサプライヤーとのコラボレーション	↓ 98.5%	不良率

工場	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト	
コカ・コーラ カンパニー シンガポール、トゥアス	生産量の増加と製品ポートフォリオの複雑化に直面したこの工場では、機械学習を活用した需要予測、ロボット工学、高度なスケジューリングアルゴリズムを導入。これにより、処理能力は 28% 向上し、労働生産性は 70% 向上、欠品は 80% 削減、時間通りの配送は 31% 改善する一方、スコープ 2 排出量は 34% 削減された。	機械学習による需要予測と統合デジタルツール	↑ 47%	3カ月間の需要予測精度
		生産スケジューリングのための高度なアルゴリズム	↑ 28%	スループット
		複雑な対象物のピッキングと配置を実現する機械学習型ビジョンシステム	↑ 76%	労働生産性
		材料処理の最適化に向けたAGVシミュレーションツール	↑ 92%	AGVのスループット
		認知型メンテナンスAIアドバイザー	↑ 21%	メンテナンスの生産性
コンチネンタル・オートモーティブ チェコ共和国、ブランディス・ナド・ラベム	ブランディスにある同社最大の電子機器工場では、需要と変化する消費者嗜好に対応するために工程を見直した。30 以上のデジタルソリューションを導入したことで、従業員の満足度を高めると同時に、35% の効率向上、15% のスペース利用の改善、および現場での事故の 10% 削減を達成。今後は「デジタル・メガ・ファクトリー」としてハイテク生産の新たな基準を打ち立てることを目指している。	デジタルツインを活用した仮想試運転	↓ 75%	設備の稼働時間
		デジタルシミュレーション – レイアウトの最適化	↓ 35%	スループット
		インテリジェントな仕分け機能を備えた無人倉庫	↓ 37%	倉庫スペース
		E2Eの生産データによる新製品の故障シミュレーション	↓ 49%	スクラップコスト
		ブランドに依存しないAMR管理プラットフォーム	↑ 33%	AMRの生産性
ロシュ スイス、バーゼル	2030 年までに 20 種類の画期的な新薬を発売するという同社の目標の要となるバーゼル医薬品原薬工場では、化学合成された低分子化合物を含む幅広い治療薬を製造している。効率を高めるため、デジタルおよび AI ソリューションを導入し、収率のばらつきを 60% 削減、技術移転にかかる時間を半減、スコープ 1 および 2 の排出量を 31% 削減し、同社のグローバルネットワークにおける重要な役割を強化した。	製品健全性の予測モデリング（エンドツーエンド）	↑ 10%	バッチ当たりの収率
		AI主導の品質分析ポータル	↓ 40%	繰り返し発生する逸脱
		拡張オペレーターのための人間中心のノーコード・イノベーション・ハブ	↓ 39%	人為ミスに関連する逸脱
		インテリジェントなオーサリング：デジタルネイティブなレポート作成	↑ 27%	保健当局への報告書提出
		自律的なレシピ管理	↓ 50%	技術移転期間
フォックスコン・インダストリアル・インターネット ベトナム、バクザン	サプライチェーンのレジリエンス強化に向けたグローバルな事業拡大の中で、輸入材料への過度な依存や現地人材の育成機会といった初期の課題を克服。高度な計画や AI 主導の自動化など、40 以上の 4IR ユースケースを導入したことで、労働生産性を 190% 向上させ、99.5% の納期遵守率を達成し、製造コストを 45% 削減した。	AIによる注文予測とサプライチェーン計画	↑ 8.3p.p.	OTIF（On-time-in-full）配送
		柔軟かつ迅速なピッキングと配置のためのビジョン型慣性位置測位	↑ 113%	時間当たりユニット数
		360° AI ビジョンによるリアルタイムの現場コンプライアンス管理	↓ 88%	間接労働（コンプライアンス）
		ARを活用した多言語遠隔ガイダンス	↓ 80%	平均修理時間（MTTR）
		LLM による機械故障ログ分析と異常処理	↓ 90%	計画外ダウンタイム

工場	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト	
GEヘルスケア 中華人民共和国、北京	160 カ国に製品を提供するこの工場では、26 の生産ラインに 45 のデジタルソリューションを導入することで、複雑な製造と品質に関する要求に対応。欠陥検出に AI を導入し、ディープラーニングを行うことで、サイクルタイムを 66% 削減、スクラップを 66% 削減し、顧客からのクレームを 73% 削減した。	クラウドベースのリアルタイム生産スケジューリング	↑40%	オンタイム出荷（突発的な需要に対応）
		クローズドループ型自動現地試験ライン	↓66%	生産サイクルタイム
		ディープラーニングによるユニットの仕分けとシーケンシング	↓70%	試験サイクルタイム
		AIによるCT原材料の早期欠陥検出	↓66%	ユニット当たりのスクラップ
		AIベースのビジョンシステムによる検査	↓73%	顧客からのクレーム
ジュビラント・イングレビア・リミテッド インド、バルーチ	特殊化学製品のグローバルな既存製造拠点に 4IR テクノロジーを導入し、2,000 人以上の従業員にリスキリングを実施。AI、機械学習、IoT ベースのデジタルツイン、予測プラットフォームを活用した 30 以上の統合ユースケースを通じて、全体的なプロセスのばらつきを 60% 削減し、生産量をほぼ倍増させた。	MLを活用した原材料価格予測モデル	↓4.6%	材料コスト
		AI/MLによる収率の最適化	↑1.3%	収率
		高度な分析により原子炉の最適化を実現	↑2%	OEE（稼働率）
		高度な分析により蒸気消費量の最適化を実現	↓20%	スコープ1排出量
		重要機器の予測メンテナンス	↓85%	計画外メンテナンス時間
蒙牛乳業 中華人民共和国、寧夏	より新鮮で栄養価の高い乳製品の需要の高まりに応えるため、インテリジェントな意思決定からフレキシブルな自動化まで、30 以上の先進的な 4IR ユースケースを導入。牛乳の加工、パッケージング、検査をカバーするこうした取り組みにより、納品リードタイムが 55% 削減され、品質不良が 60% 減少し、運用コストが 32% 削減され、効率と製品品質の両方が大幅に向上した。	AIによる生乳供給の最適化	↑67%	生乳の回転率
		AIによるプロセス監視、最適化、制御	↓42%	生乳の廃棄
		ワンストップのスマートラボ	↓30%	試験のリードタイム
		e-SPCに基づくパッケージ数量の正確な制御	↓67%	パッケージ数量の変動
		ビッグデータモデルによるパッケージ完全性の監視	↓88%	パッケージ完全性検査の頻度
ハイセンス日立 中華人民共和国、青島	グローバル市場の需要に応えるために 40 以上の 4IR ユースケースを導入し、製品開発のスピードを 37% 向上させ、労働生産性を 49% 高め、製造コストを 35% 削減した。	統合シミュレーションによる製品開発の加速	↓37%	製品開発サイクル
		コンピュータービジョンによる高精度かつ柔軟な自動化	↑49%	スループット
		AIによる統合サプライチェーン計画	↓38%	予測エラー
		生成AIを活用した現場と業務のパフォーマンス管理	↓33%	設備による生産損失
		ゲーミフィケーションを活用したトレーニングとMR（複合現実）シミュレーションによるスキル開発	↓43%	トレーニングサイクル

工場	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト	
三門核電 中華人民共和国、台州	事故ゼロを掲げて AI やロボット工学を含む 40 以上の 4IR ケースを導入し、運転の安全性を向上させた。これらの取り組みにより、安全事故率は 0% に維持され、設備利用率は 1.5% 増加。また、主要なオーバーホール期間は 46% 短縮され、労働生産性は 18% 向上した。	AIによる原子力重要機器の信頼性管理	↓ 50%	トラブルシューティングの総時間
		原子炉出力の高度な分析と最適化	↓ 70.18%	フルパワーまでの時間
		AIロボットを活用した高リスク領域の検査	↓ 60%	検査時間
		単位操作リスクの高度な分析と管理	↑ 55%	通常運転中の安全システムテスト
		原子力発電所職員向けのディープシミュレーションによるトレーニング	↑ 1.46%	単位の平均容量係数
三一重能 中華人民共和国、韶山	大型風力タービンブレードの製造と輸送における様々な課題に直面する中で、AI やインテリジェントオートメーション（IA）を含む 29 の 4IR ユースケースを展開。その結果、欠陥が 20% 削減され、生産性が 33% 向上し、納期が 34% 短縮され、クリーンエネルギーに対するデジタルテクノロジーの変革のインパクトがもたらされた。	スマートなリアルタイム品質管理プラットフォーム	↓ 19.9%	単位面積当たりの品質欠陥
		UWBとAI分析に基づく作業員のタスク最適化	↑ 31.9%	労働生産性
		革新的な柔軟なブレード研磨	↓ 73.8%	研磨のリードタイム
		ブレード配送のためのデジタルコントロールタワー	↓ 28.6%	輸送中のブレード損傷率
		AI ベースのブレード運用障害予測と根本原因分析	↓ 50%	現場での故障率
シュナイダーエレクトリック メキシコ、モンテレー	複雑な製品に対する需要の高まりに応えるため、機械学習による予測や自律型ロボットなどのデジタル技術を統合。これらの強化策により、持続的な年間成長と欠陥の 20% 削減、水消費量の 30% 削減を実現した。	MLを活用したの予測とサプライヤー統合	↓ 49.6%	顧客のリードタイム
		資材運搬のための自動搬送車とドローン	↑ 115%	サイクルカウントの効率化
		検査と品質の堅牢性を実現するディープラーニングビジョンシステム	↓ 70%	手動検査の管理
		プロセス水管理のための接続施設	↓ 54%	水の消費量
		AIによる地域リスクの監視、分析、および警告システム	↓ 77%	盗難事件
シーメンス ドイツ、エアランゲン	中規模で多品種生産をリードする「グリーン・リーン・デジタル」戦略を展開。100 以上の AI アルゴリズムとデジタルツインの広範な活用により、柔軟性とモジュール性に優れた IT アーキテクチャを構築した。ここでは、労働生産性を 69% 向上させ、市場投入までの時間を 40% 短縮し、エネルギー使用量を 42% 削減した。	AIを活用したクローズドループ型電気試験	↓ 51%	偽陽性率
		グリーンフィールド半導体製造業務向けのE2E先進分析プラットフォーム	↑ 19%	19% 生産収率
		製品デジタルツインによる視覚検査/知覚ベースのロボティクス向けAIモデルのトレーニング	↓ 50%	現場での故障率
		AIによる自動化された出荷物流	↑ 5x	影響を受ける物流エリアにおける労働生産性
		スペアパーツのための3Dプリント・ネットワーク・プラットフォーム	↓ 80%	スペアパーツのリードタイム

工場	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト	
大原重工軌道交通設備有限公司（TZ） 中華人民共和国、太原	高速鉄道の厳しい安全基準と品質基準を満たすために、40 以上の 4IR ユースケースを実施し、AI と柔軟な自動化を活用。品質と生産性を向上させた。その結果、欠陥率は 33% 減少し、単位コストは 29% 減少し、スループットは 33% 増加した。	AI による材料組成の推奨	↓66%	不良率
		マルチモーダル AI によるリアルタイム鍛造品質予測と制御	↓41%	スクラップ率
		デジタルツインによる炉とビレットの温度制御	↓35%	温度差
		高速 CNC プログラミングとプロセスパラメーター設計	↓26%	サイクルタイム
		インテリジェントな予測メンテナンスおよび修理ソリューション	↓28%	機器の故障率
鄭州石炭採掘機械 中華人民共和国、鄭州	完全カスタマイズ可能な油圧サポートとより迅速な納品への需要に応えるため、IoT、機械学習、適応型オートメーションを含む 48 の 4IR ユースケースを導入した。このイノベーションにより、高い柔軟性と効率性を備えたスマート工場へと変貌を遂げ、リードタイムを 66% 削減し、労働者一人当たりの生産量を 205% 増加させ、不良率を 73% 削減した。	ニューラルネットワークにより、ワンクリックでカスタマイズされた製品選択が可能に	↓30%	研究開発要員（FTE）
		3D 点群登録により適応型開先切断が可能に	↓90%	不良率（開先切断）
		高度な分析を活用した大規模なロジスティクスの配送手配や業務実行	↓72%	仕掛品在庫コスト
		不規則な形状の大型部品の柔軟なローディングと溶接	↑30%	総合設備効率（OEE）
		プロセスレベルの自動原価計算に基づく損失の捕捉とクローズドループ構築	↓64%	生産トン当たり人件費

第13期

工場	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト	
アジレント・テクノロジー **中華人民共和国、上海**	ラボの生産性向上に対する顧客のニーズの高まりに応えるため、この工場では、1 台の機器でより多くのアプリケーションを実行するという 4IR テクノロジーを活用し、製品カスタマイズとリードタイムの課題を克服した。デジタルとエンジニアリングの専門知識を融合することで、この拠点では、カスタマイズされた費用対効果の高い AI ソリューションの社内開発に重点を置いた 50 のユースケースを導入。エンジニアリングのノウハウをデジタル化したことで、設計から生産までのサイクル全体にわたって適応性、精度、スピードが向上し、生産性が 56%、リードタイムが 31% 改善し、納品に対する顧客満足度は 96% を超えた。	AIによる高度なカスタマイズ設計支援	↓75%	カスタマイズ注文設計サイクル
		AIによる受注生産（MTO）の計画インテリジェンス	↓31%	受注から出荷までのリードタイム
		生成AIを活用したバーチャルエンジニアによる生産性の向上	↓68%	ラインチケットをクローズするまでの時間
		カスタマイズ製品向けの低コスト自動化ツールキット	↑56%	労働生産性
		AIによるヘリウムガス削減	↓82%	ヘリウムガス消費量

工場	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト	
北京首鋼冷延薄板 中華人民共和国、北京	高級自動車製造における品質基準の厳格化と SKU（在庫管理単位）の多様化という課題に対応するため、この工場では 67 の 4IR ユースケースを展開し、そのうち 61% で AI が活用された。これにより、エンドツーエンドのプロセス精度が向上し、顧客の品質に関する課題が解決され、品質と処理能力の主な制約が排除された。その結果、高級品の売上は 36% 増加し、顧客からの苦情は 55% 減少、製品の欠陥は 35% 減少、生産ラインの効率は 21.2% 向上した。	顧客向けスタンピング品質改善のためのナレッジグラフ対応AIエキスパートシステム	↑ 248%	顧客向けスタンピング部品の数
		MLを活用したプロセス設定最適化	↓ 35.1%	製品不良率
		AIニューラルネットワークによる亜鉛メッキ工程のリアルタイム・クローズドループ制御	↓ 46.4%	厚み不良率
		高度な分析に基づく生産ラインの効率改善	↑ 18.7%	総合設備効率（OEE）
		高度なアルゴリズムに基づくインテリジェントな生産計画およびスケジューリング	↑ 24.4%	生産ラインの稼働率
CEAT インド、 スリペルンブドゥール	グローバルな事業拡大をサポートするために、3 倍の SKU を管理し、より迅速な注文処理を実現する必要があった。また、新製品の発売を 2 倍のスピードで実施し、組み立て工程の生産性を向上させる必要があった。これを達成するために、CEAT は、ターンアラウンドタイムの短縮のためのオペレーションズリサーチモデル、予測制御のための高度な分析、ML ベースの設計など、30 以上のデジタルソリューションを導入した。これらのソリューションにより、労働生産性が 25% 向上し、出荷までの所要時間が 54% 短縮され、製品の立ち上げが 30% 加速し、スコープ 1 および 2 の排出量が 47% 削減された。	詳細分析により制御されたサイクルタイム（CT）最適化（バッチ混合用）	↓ 18%	サイクルタイム
		MLベースのダイ設計による立ち上げ時間の改善	↓ 78%	新製品の立ち上げ時間
		輸出コンテナ計画の最適化とTAT2削減のためのオペレーションズリサーチ（OR）モデル	↑ 288%	出荷処理能力
		分析主導のオペレーターのパフォーマンスモニタリングとスキル強化をVRトレーニングシステムにリンク	↑ 29%	労働生産性
		ビジョンシステム主導のゼロタッチ自動化システムによる出荷	↓ 57%	トラックのターンアラウンド時間
CITICダイカスタル モロッコ、 アムール・セフリア	「軽量化」のトレンドが自動車業界を再形成しつつあり、環境への影響を最小限に抑えながら高品質な自動車部品をめぐる熾烈な競争が繰り広げられている。これを受けて、同社は、高精度かつ柔軟な生産と材料の効率的な利用を実現するために、40 以上のデジタルユースケースを導入した。この工場では、鋳造と機械加工のための高度なアルゴリズム、AI で生成されたコンテンツ強化型の視覚検査システム、そして炉内の天然ガスの品質変動を管理するプロセス制御（これは現地の課題であった）を導入した。これにより、総合設備効率は 17% 向上し、労働生産性は 27% 増加、欠陥は 31.1% 削減、スコープ 1 および 2 の排出量は 53% 削減された。	インテリジェントな鋳造のためのマルチタスクMLアルゴリズム	↓ 19.6%	不良率
		製品重量の精密制御のための高度なセンサーとディープラーニングアルゴリズム	↓ 40.1%	重量精度 ± % 許容値
		複雑な部品に対応する AIGC 強化型産業用検査ロボット	↓ 98.1%	重大な欠陥の発生率
		知識グラフによる金型の予測メンテナンスにより、ライフサイクルのパフォーマンスが向上	↑ 5.7%	金型の OEE
		炭素削減のための可変エネルギー源を管理する、炉における高度なプロセス制御	↓ 37.1%	天然ガス消費量

工場	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト	
フォーシャン・ハイティエン・フレーバリング・アンド・フード（仏山市海天調味食品） 中華人民共和国、仏山	コスト優位性を維持し、安定した風味の醤油を生産するため、デジタルトランスフォーメーションを実施し、多様な製品に対する消費者需要の高まりに対応すると同時に、複雑化する注文を管理している。この工場では、業務を最適化するために 50 以上のデジタルユースケースを展開。そのほぼ半分が AI によって実現されている。SKU が 54% 増加し、小ロット注文が 64% 増加したにもかかわらず、これらの取り組みにより、原材料の無駄が 33.6% 削減され、製品の欠陥率が 39.1% 削減され、注文のリードタイムが 38.7% 短縮された。	MLを活用した原材料収率の最適化	↓ 23.2%	原材料の無駄
		スマートノーズによる醤油の香りにおける品質の改善	↓ 25.3%	センサー不良率
		近赤外分光法によるデジタル工程品質保証	↓ 95.9%	平均切り替え時間
		ニューラルネットワークに基づくクローズドループ調整による正確な充填	↓ 49.4%	容量偏差
		遺伝的アルゴリズムによるAPSによる多品種少量生産の実現	↓ 38.7%	注文のリードタイム
貴州タイヤ 中華人民共和国、貴陽	厳格な設計、検証、信頼性基準が求められる高負荷作業向けの高度にカスタマイズされた注文（全注文の 60% 以上）に対応するという課題に直面していた。そこで、製品設計を迅速化し、一貫した安定した出力を確保するために、製造のアジリティと生産性を向上させる 40 以上の 4IR ソリューションを導入。AI 対応設計、高度なデータ分析、柔軟な自動化などを含むこれらのソリューションにより、欠陥率を 57% 削減し、労働生産性を 68% 向上させ、在庫レベルを 34% 削減した。	AIによる性能シミュレーションと配合の推奨	↓ 66%	カスタマイズ製品設計サイクル
		ワンクリックの押出変更およびパラメーター調整	↑ 11%	総合設備効率（OEE）
		ビジョンベースのタイヤ用高解像度X線検査	↓ 99%	不良品検査漏れ
		LLMによるメンテナンスと品質管理のためのデジタルアシスタント	↓ 35%	不良率
		AIによる需要予測とS&OPの調整	↑ 33%	予測精度
アラムコ サウジアラビア、北ガワール	北ガワール油田複合体の歴史は、1938 年のサウジアラビアの石油生産開始に始まり、現在では 12,500km^2 に広がる資産を管理している。需要の高まりに対応し、運用コストと排出量を削減するために、同社は 4IR 戦略を開始した。同社は、高度な分析、AI によるデジタルツイン、専用の大規模言語モデル（LLM）を使用した生成 AI など 65 以上のソリューションを活用し、石油生産インテリジェンスのパイオニアとなると同時に、既存の資産の信頼性を高め、若い人材のスキルアップを図った。その結果、石油生産量は 8.44% 増加し、石油換算 1 バレル当たりのスコープ 1 および 2 の排出量は 8.21% 減少した。	拠点で処方的分析を行い、自律的な油井操作を行って石油生産量の最大化と人員の最適化を実施	↑ 8.44%	スループット
		MLベースの電力最適化を行い、複数の施設での生産をスケジュールするデジタルツイン統合プランナー	↓ 17.8%	エネルギー強度
		GHG排出量のネットゼロに向けた、MLベースのフレア防止モデルによるプロセス異常の最小化	↓ 35%	フレアの原因となるプロセス異常
		LLM機能を備えたAIベースの資産故障予測により、資産寿命を延長し、復旧を迅速化する	↑ 77%	総合設備効率（OEE）
		生成AI による施設オペレーター・コパイロットが操作者を支援し、採掘量を確保	↓ 75%	トレーニングコスト

工場	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト	
UMC 中国、台湾、台南	急速に変化するチップ市場で収益性を高めるため、より価値が高く、しかしプロセスの複雑な特殊半導体の生産に重点を置いている。同社最大の生産・研究開発拠点である台南工場では、アジャイル戦略を採用し、48 以上の 4IR ユースケースを展開。これには、設計キットの納期を 57% 短縮する機械学習モデルや、歩留まり率を 97% に引き上げる AI 欠陥分析システムなどがある。これにより、専門製品比率が 13% から 53% に上昇し、顧客エンゲージメントが向上し、粗利益率が 75% 増加した。	ML主導の製品設計キット作成	↓57.1%	専門設計キットの納品にかかる時間
		インテリジェンス統合フォトマスク製造プラットフォーム	↓52.7%	フォトマスクの製造リードタイム
		自動MLによる自動化サイクルタイム短縮	↓87%	ボトルネックツールにおける特殊製品のサイクルタイム
		インテリジェントな欠陥根本原因分析システム	↑23%	特殊製品の収率
		インテリジェンスに基づく輸送システム	↑47%	マン・マシン比
ヴァレオ・インテリア・コントロールズ 中華人民共和国、深セン	自律走行市場でのリーダーシップを維持し、製品の品質、柔軟な生産、最適なコストを確保するため、同社の深セン工場では、AIを活用したソリューションや生成 AI 対応のトラブルシューティング、完全自動の「無人」ワークショップなど、14 の先進アルゴリズムを含む 42 の第四次産業革命ユースケースを導入した。これらのイノベーションにより、完成品の不良率を 45.9% 削減、リードタイムを 34.5% 短縮、生産性を 60.2% 向上、単位エネルギー消費量を 27.1% 削減し、高品質かつコスト効率の高い生産が実現した。	AIによる品質自己管理を実現した無人工場	↓86.2%	不良率
		AIによるクローズドループ型AOXI（光学およびX線）品質保証	↓93.0%	出荷後の故障率
		多属性分析による切り替えの最適化	↑52.6%	リードタイム
		AIによる故障トラブルシューティング管理	↑9.2%	総合設備効率（OEE）
		AIによる冷却システムの動的最適化	↓26.1%	冷却装置のエネルギー消費量

エンドツーエンド（E2E）バリューチェーンのライトハウス

第12期

サプライチェーンとロジスティクス

工場	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト	
ハイアール 中華人民共和国、青島	世界的な需要増大に対応し、研究開発、配送、アフターサービスにおける遅延に対処するために、ビッグデータ、高度なアルゴリズム、生成型 AI を活用してバリューチェーン全体を最適化。グローバル市場に製品の 90% を供給するこの工場では、設計サイクル時間を 49% 削減し、注文の納品時間を 19% 短縮し、海外での故障率を 28% 低下させることができた。	性能予測モデルに基づく冷却システム設計の最適化	↓ 49%	冷却システム設計サイクル
		高度なアルゴリズムによる海外注文の動的スケジューリング	↓ 19%	海外注文の配送サイクル
		真空レベル予測モデルに基づく真空掃除の標準の自己調整	↑ 25%	製品や廃棄物の排出効率
		グローバルクラウドラボにおけるML活用型エキスパートシステム	↓ 75%	品質欠陥診断サイクル
		AI対応の海外エアコンの予測診断と修理アドバイス	↓ 33%	平均修理時間（MTTR）
シュナイダーエレクトリック 中華人民共和国、上海	グローバル受注が急増し、新エネルギー市場からの SKU が 4 倍に増加したため、自動化率を 20% 向上させ、ML 対応プロトタイピング、スマートプランニング、生成 AI 駆動型メンテナンスなどの先進技術を統合して対応。こうした取り組みにより、市場投入までの時間が 63% 短縮され、受注生産のリードタイムが 67% 削減。また、労働生産性が 82% 向上した。	ML対応のデジタル・プロトタイピング	↓ 67%	検証のリードタイム
		エンドツーエンド・サプライチェーンのインテリジェント・プランニングとスケジューリング	↑ 8%	2回目のオンタイム・デリバリー
		高度なアナリティクスによるサプライヤーの品質コネクティビティの強化	↓ 84%	不良率
		デジタルツインによるモジュール式自動生産ライン	↓ 64%	大量生産までのリードタイム
		生成AIを使用した強化型メンテナンス	↓ 33%	平均修理時間（MTTR）

第13期

サプライチェーンとロジスティクス

工場	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト	
アジレント・テクノロジー マレーシア、ペナン	需要の高まり、材料価格の変動、急速に拡大するポートフォリオ（2018 年以降、4 件の M&A と 2,500 点の新規 SKU など）に直面したこの工場は、多品種少量生産の製造プロセスを強化するためにデジタルトランスフォーメーションを採用した。サプライチェーンにおける AI、3D プリンティング、ゼロコード・ワークフローなど 40 以上のソリューションを導入した同工場では、生産性が 40% 向上し、製造コストが 32% 削減、納期リードタイムが 48% 短縮された。「Everyone-Can-Digital」イニシアチブにより、従業員の 88% がスキルアップし、4 年連続で「働きがいのある会社」に選出。離職率は業界平均の 9.4% に対して 3.5% まで減少した。	最適な適応型 ML 需要予測システム	↑ 49%	3カ月間の予測精度
		AI を活用した調達シミュレーションプラットフォーム	↓ 26%	材料コスト
		高度なアルゴリズムによる予測的在庫補充	↓ 55%	繰延収益
		AI ビジョンシステム搭載の積層造形（AM）生産システム	↓ 75%	3Dプリントによる製造リードタイム
		現場自動化のためのゼロコード・ワークフロー・マネージャー	↓ 26%	生産サイクルタイム
エミレーツ・グローバル・アルミニウム（EGA） アラブ首長国連邦、アル・タウィーラ	原材料費や輸送費の変動が激しい業界にあって、世界最大級のアルミニウム製錬所を運営する EGA は、コスト競争力、俊敏性、柔軟性をさらに高めるために第四次産業革命ソリューションを利用した変革に着手した。3 年間にわたって、この施設では 80 以上のユースケースを導入し、従業員の 20% 以上を再教育し、伝統的で労働集約的な産業に高度な AI を導入。ディープラーニングのコンピュータービジョンと LLM を使用して最前線の業務を最適化し、業務停止時間を 50%、非生産時間を 18% 削減し、設備全体の有効性を 12% 向上させた。	ディープラーニングによるビデオ監視で標準作業手順（SOP）の遵守を監視し、オペレーターにリアルタイムで警告を送信	↑ 90%	標準作業手順（SOP）の遵守
		オペレーターに根本原因を説明する、生成 AI を活用した AI 機器故障予測	↓ 22%	セル故障の平均修理時間（MTTR）
		ディープラーニングによる電極品質のオンライン検査	↑ 97p.p.	目視検査率
		入庫および出庫のワンクリック最適化	↓ 51%	留置料コスト
		生成 AI によるカテゴリー管理で交渉を促進	↑ 19%	公示市場価格に対する節約
ユニリーバ インド、ティンスキア	同工場はリソースが限られた遠隔地で事業を展開しているが、より短い生産サイクルとより幅広い製品ラインナップによる「即時配送型 e コマース」の急増に対応するため、50 以上のデジタルユースケースを導入。ML 主導のプランニング、AI による切り替え、グリーンデジタルツインにより、エンドツーエンドのサプライチェーンのアジリティを向上させた。これにより、計画の凍結期間を 14 日から 1 日に短縮し、独自の SKU を 3 倍に増やし、持続可能なパッケージングの試験時間を 84% 削減することができた。さらに、同工場は、訓練機関「インダストリアル・トレーニング・インスティテュート」やデジタル点字ラボを通じたデジタルスキルの育成によって、地域社会の発展を支援し、デジタルトランスフォーメーションと同時に社会的なインパクトをもたらしている。	AI を活用した迅速なワンクリック切り替えとプレミアムパックの安定化	↓ 85%	平均切り替え時間
		持続可能なパッケージ製品の発売を加速するグリーンデジタルツイン	↓ 84%	安定化試験期間
		労働生産性向上に向けた AI によるスマートな人員配置	↑ 3.9X	労働生産性
		生成 AI を活用した消費者中心の統計的プロセス管理	↑ 2.3X	市場シェア成長
		即時配送の e コマースを実現する、AI による統合計画エコシステム	↑ 35%	予測精度

工場	変革ストーリー	トップ5のユースケース	インパクト	
美的 中華人民共和国、重慶	42 の業界からのカスタマイズされた注文が 31% から 87% に急増したことを受け、機械学習、拡張現実、シミュレーションを活用した 79 のデジタル事例を展開した。これにより、「バッチサイズ 1」の受注生産モデルが可能になり、製品構成、インテリジェント設計、迅速な生産、適応型品質保証の最適化を実現した。これらの施策により、カスタム注文の 180% 増に対応しながら、構成リードタイムを 81%、設計リードタイムを 45%、アフターサービスの故障率を 31% 削減することができた。	マルチフィジックス・シミュレーションに基づくインテリジェントなワンクリック構成および見積もり	↓ 81%	設定リードタイム
		自己開発 PLM とヒューリスティック・アルゴリズムによるインテリジェントなカスタム部品設計	↑ 49%	設計の再利用率
		高度なスケジューリングと動的ディスパッチによる柔軟な加工	↑ 32%	総合設備効率（OEE）
		組み立て工程における AR と AI を活用したインテリジェントなオペレーターガイダンスとエラー防止	↓ 53%	新規オペレーターの資格取得期間
		ML を活用した圧力容器溶接における動的な最適化と先読み欠陥アラート	↓ 71%	不良率

持続可能性ライトハウス

第12期

以前に工場またはE2Eのライトハウスに認定

工場	変革ストーリー	トップ3のユースケース	インパクト	
フォックスコン・インダストリアル・インターネット 中華人民共和国、深セン	カーボンニュートラルという家電業界の公約を達成するために、AI、モノのインターネットその他の 4IR テクノロジーを活用し、リサイクルの最適化、二酸化炭素排出量の追跡、持続可能性のためのイノベーションを実現した。これにより、スコープ 3 の排出量を 42% 削減し、スコープ 1 および 2 の排出量を 24% 削減。また、リサイクル材料の含有率を 55~75% に増加させることができた。	バリューチェーンにおける金属くずのリサイクルと利用の改善	↓ 39%	スコープ3排出量
		プロセスモデリングと IoT を活用した二酸化炭素排出量の最適化	↓ 44%	二酸化炭素排出量
		AI 制御とサーキュラリティを活用したサステナブルな陽極酸化処理	↓ 72%	スコープ3排出量
美的 中華人民共和国、合肥	世界トップクラスの洗濯機メーカーであり、持続可能性のリーダーでもある同社は、排出量を削減し、エネルギー利用を最適化するために、24 の 4IR ユースケースを実施。この拠点では、スコープ 1 および 2 の排出量を 36.4%、スコープ 3 の排出量を 26.0% 削減した。太陽光発電でエネルギーの 31% を供給できるようになり、水の 40% がリサイクルされ、廃棄物が 22.1% 削減された。	高度な分析に基づくスマートエネルギーの予測、消費、動的バランス調整	↑ 19.0%	グリーンエネルギー利用率
		AI 対応の炭素ライフサイクルフットプリント分析とデジタルシミュレーションによるグリーン製品設計	↓ 24.3%	サイクルごとの電力消費量
		AI による物流ネットワークの強化とルート最適化による燃料削減	↓ 29.2%	燃料消費

工場	変革ストーリー	トップ3のユースケース	インパクト	
青島ビール 中華人民共和国、青島	工場におけるビールの醸造は、従来からエネルギー消費量と二酸化炭素排出量の多いものだった。そのため、高度なアルゴリズムと IoT を活用し、ビール生産におけるエネルギーと炭素強度の削減を目的とした 25 のユースケースを展開。単位エネルギー消費量を 25% 削減し、スコープ 1 および 2 の排出量を 57% 削減、スコープ 3 の排出量を 13% 削減した。	高度な分析により、蒸気の最適化する熱リサイクルを可能にした	↓ 100%	外部蒸気消費
		発酵生成物濃度のソフトウェアによる測定に基づく CO_2 リサイクル	↓ 43.2%	ビール1キロリットル当たりのCO_2購入量
		粒子群最適化に基づく最適な二酸化炭素添加量の充填パラメーター推奨	↓ 36.96%	二酸化炭素消費

第13期

以前に工場またはE2Eのライトハウスに認定

工場	変革ストーリー	トップ3のユースケース	インパクト	
シュナイダーエレクトリック 中華人民共和国、無錫	この電子機器製造センターは、2030 年の目標を 8 年も前倒しして、2022 年にスコープ 1 および 2 の排出量でネットゼロ化を達成。持続可能性獲得に向けた取り組みには、AI を活用したエコデザイン、サプライヤーとのクローズドループ型二酸化炭素追跡プラットフォーム、エネルギー効率の最適化、顧客とのサーキュラー・エコノミー・ソリューションの開発を目的とした機械学習モデルなどを含む。これにより、スコープ 1 および 2 の排出量を 90% 削減、スコープ 3 の排出量を 65% 削減、水使用量を 15% 削減することができた。	HVAC インテリジェントシステムによるエネルギーと水の効率化	↓ 35%	エネルギー消費量
		エンドツーエンドの循環性を盛り込んだ施策により、資源効率の向上と脱炭素化を促進	↓ 38%	必要な原材料
		AI によるデジタルシミュレーションで熱処理工程のエネルギーを効率化	↓ 25%	エネルギー消費量

グローバル・ライトハウス・ネットワークに新たに認定

工場	変革ストーリー	トップ3のユースケース	インパクト	
フェロビアル 英国、ロンドン	ロンドン、ヒースロー空港のキロ駐機場開発基礎工事は、過去 10 年間で同空港が実施する最大かつ最も複雑な土木プロジェクトである。持続可能性を優先させるため、2017 年より、ドローン、水素化処理植物油（HVO）、ハイブリッド掘削機、低炭素コンクリート、製造および組み立てのための設計、3 次元建築情報モデリングなど、様々な革新的な技術や手法がプロジェクトに導入された。これにより、スコープ 1 および 2 の排出量を 67%、スコープ 3 の排出量を 63% 削減することができた。	建設および解体廃棄物ゼロ化を達成	↑ 100%	材料回収率
		価値最大化設計	↓ 58%	製造容易性設計
		水のクローズドループ型リサイクル	↓ 71%	水道水の総使用量

工場	変革ストーリー	トップ3のユースケース	インパクト	
ノベリス 米国、オハイオ州 ウリックスビル	このリサイクル施設では、アルミニウムの再生利用率を 97% にまで高め、エネルギー集約型の一次生産への依存度を大幅に削減した。これは、高度なスクラップ分別、調達戦略、デジタルツールを通じて実現され、グリーンサークル認証を取得している。ボーキサイトの採掘と一次アルミニウム生産によるスコープ 3 排出量は、同社の二酸化炭素排出量の 85% を占める。アルミニウム 1 トン当たりの温室効果ガス排出量はわずか 1.1 トンであり、これは業界平均の 5.8 トンを大幅に下回っている。同社の北米での売上高の 25% を占める同工場は、2050 年までにカーボンニュートラルを実現するという目標を推進している。	強力な仕分け、分別手順により、サーキュラリティを最大化	↓ 47%	一次材料
		消費量	↓ 5%	
		柔軟な設備設計によりリサイクル材料の使用量を増大	↓ 53%	処理されたスクラップの総量
ニューコア 米国、ミズーリ州 セダリア	鉄鋼業界は、世界の二酸化炭素排出量の 7 ～ 8% を占めている。2020 年 1 月、同社は 2 億 5000 万ドルを投じてこの電気アーク炉工場を立ち上げ、ユーティリティ・エナジー社との間で 75 メガワットの電力購入契約を締結して、スコープ 2 排出量をゼロに削減した。さらに、廃熱を利用したスクラップ鋼材の予熱と革新的なマイクロミル技術により、スコープ 1 排出量をほぼ 60% 削減した。	廃熱回収によるスクラップ予熱によるスコープ 1 排出量の削減	↓ 65%	生産する鋼鉄1トン当たりの天然ガス
		電力購入契約（PPA）によるスコープ 2 排出量ゼロ	↓ 100%	生産された鋼鉄1トン当たりスコープ2排出量
		マイクロミル技術により再加熱を不要にした	↓ 90%	生産された鋼鉄1トン当たり天然ガス
シーメンス ドイツ、ファース	全社的目標を 4 年前倒しして、2026 年までにネットゼロを達成することを目指している。広範囲にわたるエネルギー計測と部門横断的な持続可能性チームを基盤として、製品の耐用年数延長のためのオンサイト修理センター、電力品質強化のための電磁フィルタリング、エンドツーエンドの製品カーボンフットプリント管理など、複数のソリューションを導入。これにより、全体的な処理能力が 145% 増加したにもかかわらず、絶対値で 12%、数量換算で 64% のエネルギー削減を実現した。	総体的エネルギー管理と最適化（建物および生産）	↓ 8%	エネルギー消費量
		電力品質調整（EP-X フィルター）によるエネルギー削減	↓ 3.8%	エネルギー消費量
		製品寿命延長サービス	↑ 58.4%	排出回避

協力者

主著者

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

Benjamin Schönfuß
Initiative and Community Lead, Global Lighthouse Network, Centre for Advanced Manufacturing and Supply Chains, World Economic Forum

協力著者

Global Lighthouse Network Project Team

Maximilian Foehse
Head of Factory Planning, Siemens; Project Fellow, Centre for Advanced Manufacturing and Supply Chains, World Economic Forum

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

Vügar Kerimoğlu
Head of New Generation Manufacturing Technologies, Beko Corporate; Project Fellow, Centre for Advanced Manufacturing and Supply Chains, World Economic Forum

Ruben Kloesgen
Innovation Manager, Schneider Electric; Project Fellow, Centre for Advanced Manufacturing and Supply Chains, World Economic Forum

Petra Monn
Global Head, International Operations, Siemens; Project Fellow, 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

McKinsey & Company

Enno de Boer
Senior Partner and Head, Global Operations Technology, McKinsey & Company, USA

Forest Hu
Partner, McKinsey & Company, Operations, China

Dinu de Kroon
Partner, McKinsey & Company, Operations, EMEA

Rahul Shahani
Partner, McKinsey & Company, Operations, North America

World Economic Forum

Kiva Allgood
Head, Centre for Advanced Manufacturing and Supply Chains

Federico Torti
Initiatives Lead, Centre for Advanced Manufacturing and Supply Chains

Memia Fendri
Content Curation and Operational Excellence Lead, Advanced Manufacturing and Supply Chains

Tony Wu
Partner Services Lead

謝辞

世界経済フォーラムは、本白書への協力に対し、次の方々に感謝いたします。

Paul Cumbo
PJC Editorial

Jean-Philippe Stanway
Designer

Jonathan Walter
Editor

参考文献

1 “Assetization” is a systematized approach to developing, managing and deploying reusable assets for scalable digital transformations across an organization.

2 World Economic Forum. (2023). *Global Lighthouse Network: Research Survey*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_Research_Survey_2023.pdf.

3 Ibid.

4 World Economic Forum. (2023). *Global Lighthouse Network: Research Survey*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_Research_Survey_2023.pdf.

5 GLN site visit report data, responses to optional survey (2024 Cohort).

6 Ibid.

7 Based on analysis of GLN Lighthouses (2018-2024).

8 World Economic Forum. (2023). *Global Lighthouse Network: Research Survey*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_Research_Survey_2023.pdf.

9 Based on GLN site visit report, November 2024.

10 World Economic Forum. (2023). *Global Lighthouse Network: Research Survey*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_Research_Survey_2023.pdf.

11 Based on GLN site visit report, September 2024.

12 World Economic Forum. (2023). *Global Lighthouse Network: Research Survey*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_Research_Survey_2023.pdf.

13 Based on GLN site visit reports, September and November 2024.

14 Forbes. (2024, July 23). *77% Of Employees Report AI Has Increased Workloads And Hampered Productivity, Study Finds*. https://www.forbes.com/sites/bryanrobinson/2024/07/23/employees-report-ai-increased-workload/.

15 Forbes. (2024, April 1). *AI For Manufacturers In 2024: Hype Vs. Reality*. https://www.forbes.com/sites/quickerbettertech/2024/04/01/ai-for-manufacturers-in-2024-hype-vs-reality/.

16 Reuters. (2024, July 10). *Manufacturers slow Gen AI rollout amid rising accuracy concerns, says study*. https://www.reuters.com/technology/artificial-intelligence/manufacturers-slow-gen-ai-rollout-rising-accuracy-concerns-says-study-2024-07-10/.

17 Akkio. (2024, May 2). *Cost of AI in 2024: Estimating Development & Deployment Expenses*. https://www.akkio.com/post/cost-of-ai.

18 Based on analysis of GLN site visit report data (2024 Cohort).

19 Definitions:

- Conversion costs: the combined costs of direct labour and manufacturing overhead incurred to transform raw materials into finished products.
- Cycle times: the total duration required to complete one full production process or operation from start to finish.
- Defect rates: the proportion of products or services that fail to meet quality standards or specifications, expressed as a percentage of the total output.

20 Based on analysis of GLN site visit report data (2024 Cohort).

21 Definition and reference:

- Digital twin: virtual model of a physical system used to simulate, analyse and optimize performance based on real-time data.
- McKinsey. (2024, January 10). *Digital twins: The next frontier of factory optimization*. https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/digital-twins-the-next-frontier-of-factory-optimization.

22 McKinsey & Company. (2020, October 1). *Tech debt: Reclaiming tech equity*. https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/tech-debt-reclaiming-tech-equity.

23 Standard operating procedures (SOPs) are detailed, documented instructions used to ensure consistency, quality and safety by standardizing the steps and processes for performing specific tasks.

24 Harvard Business Review. (2024, June). *AI Success Depends on Tackling “Process Debt”*. https://hbr.org/2024/06/ai-success-depends-on-tackling-process-debt.

25 Definition and reference:

- Total cost of ownership (TCO) includes the direct and indirect costs associated with purchasing, deploying, using and maintaining a product or system over its entire lifecycle. TCO aims to provide a complete picture of the true cost of an investment, considering not just the initial purchase price but also ongoing expenses such as maintenance, repairs, training, support and disposal costs.
- Ellram, L. M. (1995). *Total cost of ownership: An analysis approach for purchasing*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/235292888_Total_Cost_of_Ownership_An_Analysis_Approach_for_Purchasing.

26 Based on GLN site visit report, November 2024.

27 Based on analysis of GLN site visit report data (2020-2024 Cohorts).

28 Based on GLN site visit report, September 2024.

29 Definition and reference:

- Center of Excellence (CoE) is a dedicated entity that provides leadership, best practices, research, support and training for digital initiatives, aiming to drive innovation and ensure the successful implementation and adoption across the network.
- McKinsey & Company (2024, December 6). *From AI to Impact: Capabilities powering Lighthouses' 4IR adoption."* https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/from-ai-to-impact-capabilities-powering-lighthouses-4ir-adoption.

30 Based on GLN site visit report, November 2024.

31 Definition and reference:

- Artificial intelligence/machine learning operations (AI/ML Ops) refers to the practices, tools and frameworks used to manage the end-to-end lifecycle of machine learning models in production. It is an extension of DevOps principles tailored specifically for AI and ML workflows, aiming to bridge the gap between data science and IT operations to ensure that ML models are deployed, monitored and maintained effectively in production environments.
- Software Engineering Institute. (2020, January 21). *Introduction to MLOps: Bridging Machine Learning and Operations*. https://insights.sei.cmu.edu/blog/introduction-to-mlops-bridging-machine-learning-and-operations/.

32 Based on observations from Lighthouse site assessments and analysis of responses from research survey. Source: World Economic Forum. (2023). *Global Lighthouse Network: Research Survey.* https://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_Research_Survey_2023.pdf.

33 Based on GLN site visit report, November 2024.

34 World Economic Forum. (2023). *Global Lighthouse Network: Research Survey.* https://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_Research_Survey_2023.pdf.

35 See endnote #29.

36 Definitions:

- Manufacturing execution systems (MES): software that monitors and controls manufacturing processes, ensuring efficient production and compliance with quality standards.
- Prototyping: the process of creating an early model of a product to test and refine its design before full-scale production.
- Batch release: the approval process for ensuring that a manufactured batch meets quality and regulatory standards before it is distributed or sold.

37 Based on GLN site visit report, September 2024 and conversations with site leadership.

38 Harvard Business Review. (2024, March). *Amplifying Performance with an Asset-Centric Approach to Digital Transformation*. https://hbr.org/sponsored/2024/03/amplifying-performance-with-an-asset-centric-approach-to-digital-transformation.

39 Based on GLN site visit report, September 2024 and conversations with site leadership.

40 Forbes. (2024, April 22). *Manufacturing's Faster Horse Moment: Some Thoughts On Composable MES.* https://www.forbes.com/sites/natanlinder/2024/04/22/manufacturings-faster-horse-moment-some-thoughts-on-composable-mes/?sh=6f6390306c21.

41 Gartner. (2020, October 19). *Gartner Keynote: The Future of Business Is Composable.* https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-keynote-the-future-of-business-is-composable.

42 Based on analysis of GLN site visit report data (2024 Cohort) .

43 Based on GLN site visit reports, September 2024.

44 World Economic Forum. (2023). *Global Lighthouse Network: Research Survey.* https://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_Research_Survey_2023.pdf.

45 World Economic Forum. (2023). *Global Lighthouse Network: Research Survey.* https://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_Research_Survey_2023.pdf.

46 Based on GLN site visit report, November 2024.

47 Ibid.

48 Based on GLN site visit report, November 2024 and conversations with site leadership.

49 Based on GLN site visit report, September 2024.

50 CDP. (2020). *Changing the Chain*. https://www.cdp.net/en/research/global-reports/changing-the-chain.

51 Based on GLN site visit report, November 2024.

52 Based on GLN site visit reports, September and November 2024.

53 Based on GLN site visit report, November 2024.

54 World Economic Forum. (2023). *From Disruption to Opportunity: Strategies for Rewiring Global Value Chains.* https://www.weforum.org/publications/from-disruption-to-opportunity-strategies-for-rewiring-global-value-chains/.

55 World Economic Forum. (2023). *Global Lighthouse Network: Research Survey.* https://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_Research_Survey_2023.pdf.

56 Ibid.

57 Sources:

- World Economic Forum. (2023). *The "No-Excuse" Opportunities to Tackle Scope 3 Emissions in Manufacturing and Value Chains.* https://www.weforum.org/publications/the-no-excuse-opportunities-to-tackle-scope-3-emissions-in-manufacturing-and-value-chains/.
- CDP and Capgemini Invent. (2023). *From stroll to sprint: A race against time for corporate decarbonization.* https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/reports/documents/000/007/198/original/CDP_Capgemini_report_July_13_From_Stroll_to_Sprint_-_A_race_against_time_for_corporate_decarbonization.pdf?1689231333.
- CDP. (2024). *CDP Technical Note: Relevance of Scope 3 Categories by Sector.* https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/guidance_docs/pdfs/000/003/504/original/CDP-technical-note-scope-3-relevance-by-sector.pdf.

58 Ibid.

59 World Economic Forum. (2023). *The "No-Excuse" Opportunities to Tackle Scope 3 Emissions in Manufacturing and Value Chains*. https://www.weforum.org/publications/the-no-excuse-opportunities-to-tackle-scope-3-emissions-in-manufacturing-and-value-chains/.

60 Normative. (2024, March 18). *Upstream & downstream emissions, explained*. https://normative.io/insight/upstream-downstream-emissions/.

61 Based on GLN site visit reports, September 2024.

62 Based on GLN site visit reports, September 2024.

63 Based on GLN site visit report, November 2024.

64 Based on GLN site visit reports, September 2024.

65 World Economic Forum. (2021). *Net-Zero Challenge: The supply chain opportunity*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Net_Zero_Challenge_The_Supply_Chain_Opportunity_2021.pdf.

66 Based on GLN site visit reports, September 2024.

67 World Economic Forum. (2023). *Global Lighthouse Network: Research Survey.* https://www3.weforum.org/docs/WEF_GLN_Research_Survey_2023.pdf.

WORLD ECONOMIC FORUM

COMMITTED TO IMPROVING THE STATE OF THE WORLD

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、2025 年 1 月に世界経済フォーラムが発表した
Global Lighthouse Network: The Mindset Shifts Driving Impact and Scale in Digital Transformation 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