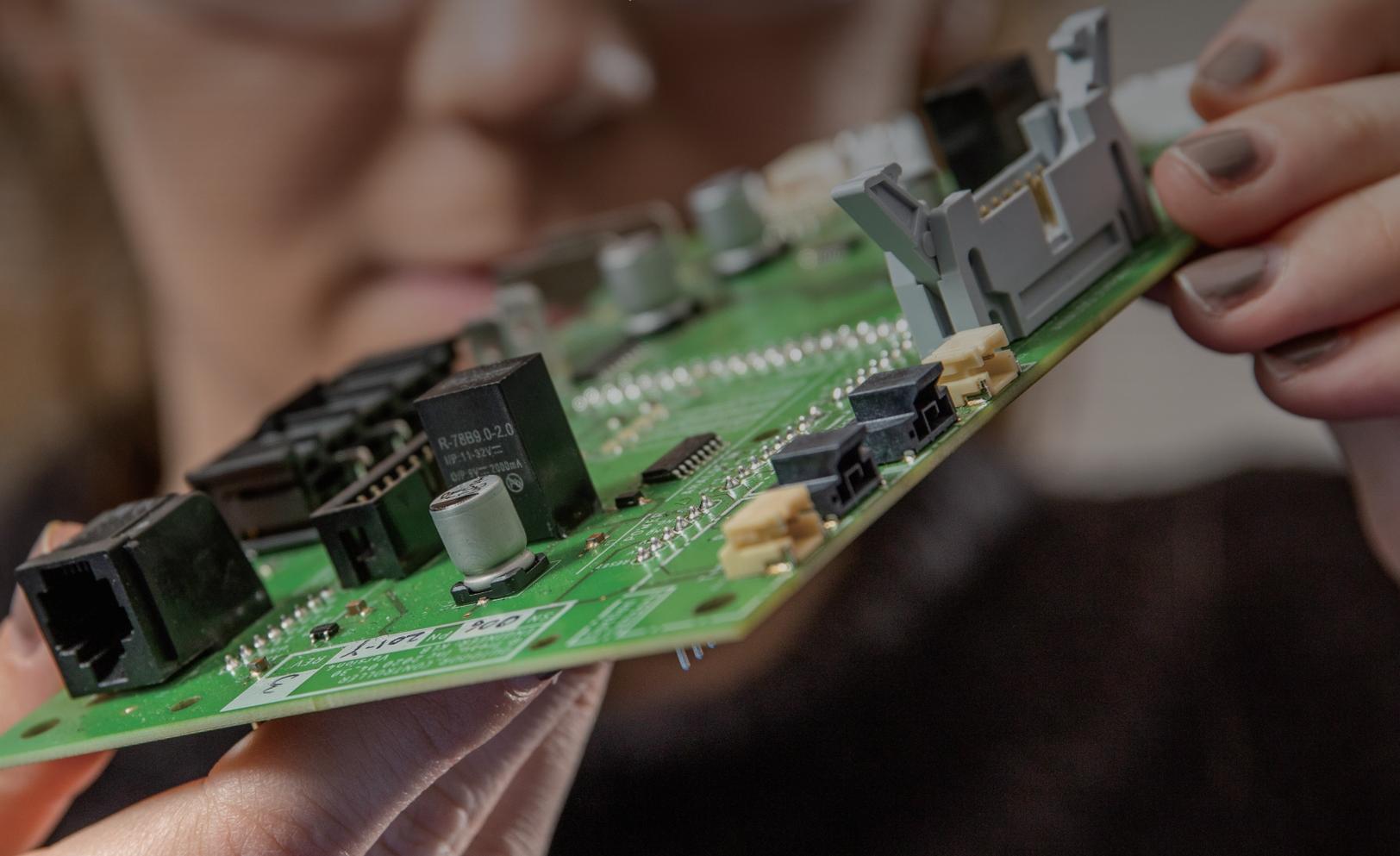


設計・製造業で 持続可能な成果を 推進するために

持続可能性がもたらす
新たなビジネスチャンス



はじめに

設計・製造業で 持続可能な成果を推進するために

人類は、毎年 1,000 億トンの資源を消費しています。その 90% が、地中から抽出して加工したバージン マテリアル(新品素材)です。この資源のうち、永続的に使用されるのはわずか 30% で、リサイクルされるのは 8.6% に過ぎません。残りは廃棄、使い捨てされるか、燃料として焼却されます。¹

製造業者は社会の需要に応じて、これほど大量の資源を処理しているのです。2050 年までに、地球上の人口は 100 億人に達する見込みです。² そうなれば当然、建物、電話、テレビ、自動車といったあらゆるものに対する需要が増え、建設・製造に必要なエネルギーや資源も増加します。結果的に、世界の温室効果ガス排出量の約 19% は製造業から排出され³、さらに 2050 年には人口増加に対応するために、少なくとも現在の 2 倍のエネルギー⁴ と資源⁵ が必要になります。

このように、需要の急速な増加に伴い、それに関連する温室効果ガス(GHG)排出量の削減に向けたプレッシャーが、非常に高まっています。世界各国の政府は、大気中に排出される GHG と同量を除去する「ネットゼロ政策」を導入しています。

中国、米国、EU などの最大排出国を含む 70 カ国以上(合計排出量は全世界の約 76% に相当)、そして 1,200 社以上の企業が、科学に基づいたネットゼロ目標を掲げました。さらに、2050年までに温室効果ガス排出量実質ゼロを目指す国際的キャンペーン「Race To Zero」(ゼロへのレース)には、1,000 以上の都市や 1,000 以上の教育機関、400 以上の金融機関が参加し、2030 年までに世界の排出量を半減させるために、厳格かつ迅速な措置を取ることを約束しました。⁶

この動きに、多くの企業も対応しています。国連の報告によると、CEO の 99% は、持続可能性はビジネスでの成功に重要だと考えています⁷。また製造業界では、既に実質的な進捗が表れています。自動車業界では、英国における Jaguar Land Rover 社の製造工場が、カーボンニュートラルの国際標準を満たしている事が認められています。そして他の欧州の自動車メーカーも、今後 10 年間で同様の地位を獲得することを目指しています。韓国の自動車メーカーである Hyundai Motor 社は、2045 年までに世界中の製品および事業運営におけるカーボンニュートラルを達成すると宣言しました。⁸ インドネシアでは現在、電気自動車およびバッテリー業界が海外投資の中心となっていて、2020 年には 70% を占めています。⁹ しかしそれでも人々は、こうした取り組みをさらに強化することを期待しています。アメリカ人の 10 人中 7 人は、大規模な事業者や法人による気候変動対策は、まったく十分でないとして述べています。¹⁰

現在、ほとんどの大企業が、国連の掲げる「持続可能な開発目標」(SDGs)に対応するためのビジネス戦略を策定し、クロスチェックを行っています。そして二酸化炭素排出量の削減が、そこでの中心的な目標となっています。SDGs から派生した環境・社会・ガバナンス(ESG)の取り組みについては依然として懐疑的な見方もありますが、コンサルタント会社の Roland Berger は次のように述べています。¹¹「…二酸化炭素排出にかかるコストは今後さらに上昇します。何もアクションを起こさない企業の製品やサービスに対する需要は減っていくでしょう。そして**利益率が低下し、今の利益の最大 50 パーセントがリスクにさらされることになるでしょう**」

本レポートでは、エネルギーと材料の消費量の削減、健康への有害な影響の低減、社会のレジリエンスの強化に重点を置きつつ、製品設計・製造における持続可能性を推進するためのさまざまな方法を検討します。また、イノベーションや変化が既に起きている事例をご紹介します。製品設計者および製造業者は、データやインサイトを活用することで、十分な情報に基づいた確実な意思決定を行い、設計・製造プロセスを最適化し、持続可能な成果を達成することができます。

企業は、設計・製造プロセス全体にわたる持続可能性にフォーカスして取り組むことで、さまざまな成果を実現できます。エネルギーや材料のコスト削減、製品設計・製造時間の短縮、予測可能性の向上、好感的の高いブランドイメージの獲得、市場における差別化、カスタマーロイヤリティの向上、耐久性に優れたレジリエントな製品の実現などの成果です。「持続可能性」は単にコストがかかる取り組みではなく、チャンスでもあると、オートデスクは確信しています。

Srinath Jonalagadda

Autodesk D&M インダストリー ストラテジー
バイス プレジデント



製品の持続可能性は、その製品が、世の中に存在する他の製品よりはるかに優れているとお客様に認められるところから始まります。”

Aravind Mani 氏
River Engineering 社 CEO



カーボンフットプリントを最小限に抑えることは、すべての企業にとって重要です。2015 年以降、同じ条件における二酸化炭素排出量は低減しましたが、まだまだ改善の余地があることは明らかです。その出発点として、2030 年までに二酸化炭素排出原単位を(2019 年のスコープ 1 とスコープ 2 の排出量を基準として) 50% 削減するという目標を立てました。”

Steve Robins 氏
IMI Critical Engineering 社
欧州海軍・原子力事業部長

取り組みの目標



この世界的な取り組みに参加しましょう。世界の大手企業の上位 2,000 社のうち 21% は、すでにネット ゼロのポリシーを掲げています。残り 79% の企業はまだネット ゼロに取り組んでいません。さらにこの上位 2,000 社以外の企業では、ネット ゼロに取り組んでいない企業の割合はもっと高くなるでしょう。では、貴社はどうですか？

政府の規制に従う形でも、自主規制でも構いません。製造業界が二酸化炭素排出量の削減に大きく貢献できれば、世界的な変革のきっかけとなるでしょう。そのための最初の一步は、持続可能性を実現するための道筋を定義することから始まります。持続可能性に向けた貴社の戦略を、世界をリードする先駆者的な企業と比較して評価できるベンチマークツールを、オートデスクは提供しています。このツールによって得られるインサイトを活用して、既存のポリシーを審査し、ビジネス モデルのイノベーションを評価し、関連する重要業績評価指標 (KPI) を設定できます。

1. <https://www.circle-economy.com/resources/circularity-gap-report-2020>
2. <https://www.un.org/en/desa/world-population-projected-reach-98-billion-2050-and-112-billion-2100>
3. <https://www.iea.org/>
4. Ari Kahan 氏「エネルギー情報局 (EIA) は、アジアの成長に伴い、2050 年までに世界のエネルギー使用量が約 50% 増加すると予測している」2019 年 9 月 24 日 <https://www.eia.gov/>
5. Julian M. Allwood, Michael F. Ashby a, Timothy G. Gutowski b, Ernst Worrell, 「Material Efficiency: A White Paper」, 2011 年 1 月、<https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:recore:v:55:y:2011:i:3:p:362-381>
6. <https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition>
7. <https://d306pr3pise04h.cloudfront.net/docs/publications%2F2019->

8. <https://hyundai.com.sg/global-stories/hyundai-motor-presents-carbon-neutral-commitment-at-iaa-mobility-2021-309/>
9. <https://www.aseantoday.com/2021/03/southeast-asia-ramps-up-electric-vehicle-industry-with-help-from-tesla-and-vingroup/>
10. <https://www.pewresearch.org/science/2021/05/26/gen-z-millennials-stand-out-for-climate-change-activism-social-media-engagement-with-issue/>
11. <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Climate-action-A-new-competitiveness-paradigm.html>

目次

- 5 第1章
リニア エコノミーからサーキュラー エコノミーへの移行
- 10 第2章
エネルギーと材料の使用量の削減
- 15 第3章
健康と回復力の向上
- 18 第4章
変化のチャンス

第1章

リニア エコノミーから サーキュラー エコノミーへの移行

多くの製造業者は、持続可能性のさまざまな課題に対応し、目標を達成するために、スマートで効率的な設計・製造アプローチを導入しています。そして材料効率を高め、循環型のビジネスモデルを促進し、エネルギー使用量を削減し、サプライチェーンの責任を強化しています。

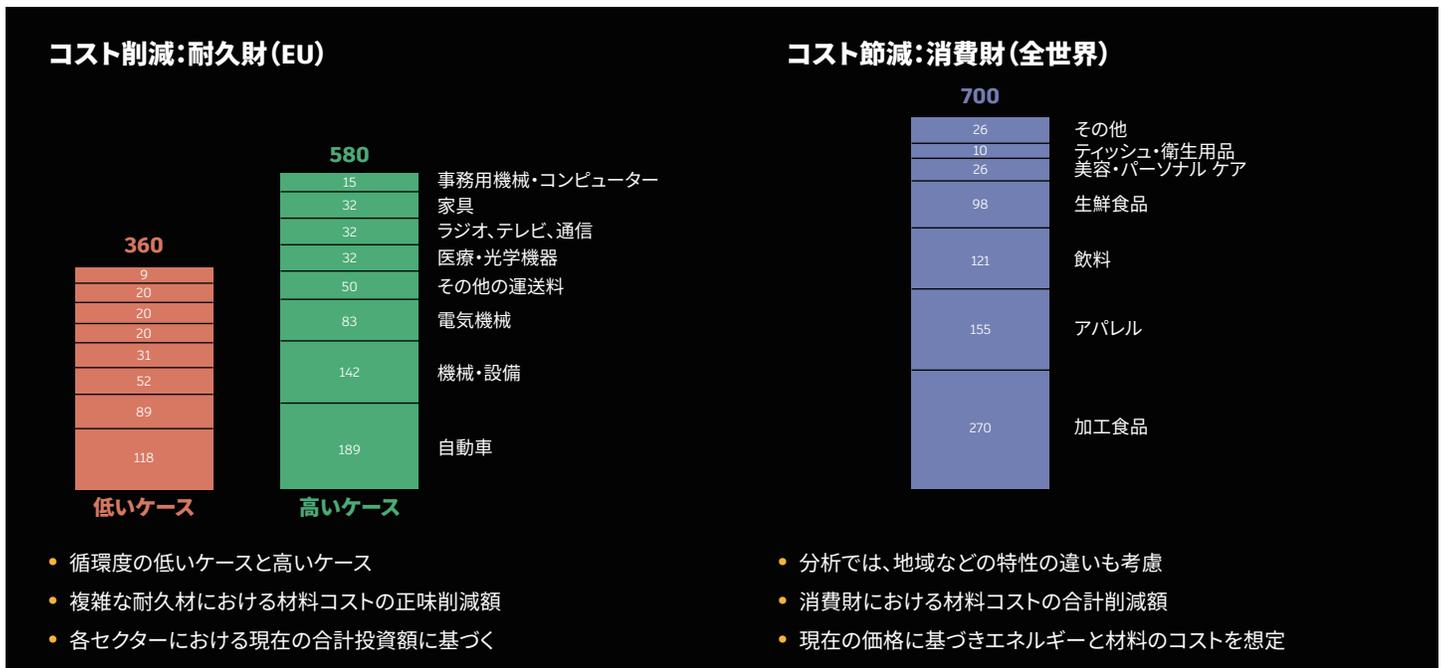
これは相互排他的なアプローチではありません。サーキュラー（循環型）モデルは、ネットゼロという大きな目標の達成に向けた取り組みのひとつとして今、台頭しています。現代社会の消費モデルは、資源の抽出から処理、消費、廃棄までのリニア エコノミー（直線型経済）に基づいています。この使い捨て経済の大原則に疑問を呈するのが、「サーキュラリティ」（循環性）という考え方です。サーキュラー モデルでは、「Reduce・Reuse・Recycle」（削減・再利用・リサイクル）の3つの頭文字をとった「3R」をキーワードに、廃棄物を削減し、資源を循環させることを目指します。そしてさらに、「Remediation・Restoration・Regeneration」（浄化・修復・再生）の頭文字をとった2つ目の「3R」をキーワードに、自然の再生を目指します。

サーキュラー エコノミーの主な提唱者であるエレン・マッカーサー財団¹²は、経済全体がサーキュラリティへと移行することで、欧州における GHG 排出量を 2030 年までに半減できる可能性があるとし、世界各国の政府はこのサーキュラー モデルのアプローチの調査や義務付けを始めています。中国は最近、国内のサーキュラー エコノミーを発展させるために、資源効率の向上、イノベーションの促進、気候への取り組みを目指す複数年計画を新たに発表しました。¹³ 欧州では、EU が「Circular Economy Action Plan」（サーキュラー エコノミーアクションプラン）¹⁴ を発表し、オランダ政府は 2030 年までに 50%、2050 年までに 100% の循環型経済を実現する目標を策定しました。

ビジネス的な観点においても、サーキュラリティを支持するに値する非常に強固な商業的基盤が存在します。コンサルタント会社の Roland Berger 社が行った調査によると、サーキュラー エコノミーに移行することで、2025 年までに世界中の材料コストを 1 兆米ドル以上削減できる可能性があるといえます。¹⁵

リニア エコノミーからサーキュラー エコノミーへの移行によって 1 兆ドルのコスト削減が可能

リニア エコノミーと比較した材料コスト削減額の推定 (10 億米ドル単位)



出典: 世界経済フォーラム、エレン・マッカーサー財団、Roland Berger



私たちは、すべてのデバイスを個々に取り出して修理、交換できる Fairphone と似た原則に基づいたスマートメーターを開発しました。これならスマートメーターに何か問題が起きても、製品全体を廃棄する必要はありません。私たちは少しずつ、この取り組みをサプライチェーン全体に拡大していきます。”

Pallas Agterberg 氏
Alliander 社 ストラテジー・イノベーション ディレクター

規制による変革の推進

世界各国が「欧州グリーンディール」¹⁶、「シンガポールグリーンプラン」¹⁷などのさまざまな取り組みや資金提供の手法を取り入れるとともに、新たな規制も導入しています。

中国は、「中国製造2025」(Made in China 2025) 産業計画の一環として「グリーン製造イニシアティブ」を掲げ、現在の高いエネルギー消費量と汚染度を低減することを目指しています。2015年における環境汚染の70%は中国の産業から生じたものでした。¹⁸これをきっかけに政府は2017年、この問題に対処するために、先進的なハイテク産業を中心に、産業地域周辺の広範囲にわたってスモッグを削減する取り組みを実施しました。その間、問題の程度を評価したり、是正措置を講じるために、最大40%の工場が閉鎖されました。¹⁹

2021年、北京では、「第14次5カ年計画」における「サーキュラーエコノミーの実現に向けた開発計画」の一環として中国のサーキュラーエコノミー開発を優先的に実施しました。同国のサーキュラーエコノミーを発展させるための新たな複数年計画には、資源の利用率や製品ライフサイクルを最大限に高めるという目標が含まれます。また、資源効率の向上、イノベーションの促進、気候変動対策などの目標も含まれています。取り組みの内容には、リサイクル、再製造、環境に優しい製品設計、再生可能資源などが含まれます。²⁰

欧州では、EUが「サーキュラーエコノミー行動計画」の一環として、法的な枠組みを導入しています。さらに、新たに製品の修復可能性と耐久性に焦点を当てた「エコデザイン指令」および「エコデザイン作業計画」では、対策を実施することで4,600万トン以上に相当する二酸化炭素の削減が見込まれています。²¹

欧州では、2021年にフランスで「サーキュラーエコノミーのための廃棄物対策法」が施行されました。2025年までにすべてのプラスチックをリサイクルすることや、段階的に使い捨てプラスチックの廃止を進めて2040年までに完全に廃止すること、製品の修理しやすさを示す「修理可能性指標」を推進すること、製品の廃棄についての責任を製造者が負うことを目標としています。

同様にアメリカでは、「修理する権利」に関する法律を含む、サプライチェーンとアメリカの製造に関連した大統領令をホワイトハウスが発行しています。²²



調達ニーズやユーザーの期待、法律などとともに、持続可能性の目標やグリーンディールは重要な推進要因となっています。”

Katrin Discher 氏
TRILUX 社 サステナビリティ部長

製造業のサービス化

「製造業のサービス化」とは、顧客にサポート サービスを提供することで利益率を拡大することにフォーカスした取り組みです。これにより、製品効率を最大限に高めるとともに、製品を常に最適な状態に維持することが可能になります。このサービス重視への方向変換は、ある意味、競争が激化する一方で利益は減少している現状への対応策です。また、サーキュラー エコノミーの価値観にも沿っています。製造業者は製品の耐久性と効率を高め、再利用とリサイクルを含む製品のライフサイクル全体を重視することが推奨されます。

もともとこの概念は、企業間のビジネス環境から生まれ、発展しました。例えば Rolls-Royce 社は、航空機エンジンではなく、「トータルケア」サービスを通じて「飛行時間」を販売しています。Airbus 社と Boeing 社もまた、同様のサービスを提供しています。Philips 社は、ホテルやオフィス向けのサブスクリプション サービスとして照明を販売しています。Michelin 社は、航空・軍事関係の顧客や、多くの大型車両を有する企業・組織にタイヤをレンタルしています。その他の例として、移動した土砂のトン数に基づいて販売される機械式地中掘削機や、稼動時間に基づいて販売されるエレベーターなどがあります。

コンシューマー製品については、製品をサブスクリプションで販売するモデルが生まれ、Grover や Boulanger などのブランドの小型家電を日常的に利用できるようになりました。このコンセプトは今後さらに拡大していくでしょう。例えば、カーペットの顧客が月額料金を支払い、適切な補修が保証されたフローリングをリースできるような仕組みがあれば、高品質な製品の製造業者に対する需要が高まるでしょう。

「製造業のサービス化」モデルは、製造そのものから、メンテナンス・修理への移行をもたらします。そこで成功を収めるためには、慎重な管理とともに、従来の製造方法とは異なるスキルが必要となります。またこの移行によって、顧客にさらに高い価値を提供し、長期的なパートナー関係を構築し、利益を増やすチャンスももたらされます。サービス化は大きなビジネスチャンスであるとともに、持続可能な成果の面でも良い影響をもたらします。



ジェネレーティブ デザインはいかに持続可能性に貢献するか

製品が環境に与える影響全体のうち 80% 以上が、製品の設計段階で決まります。²⁴

その理由の 1 つは、エンジニアや設計者には、実現可能な設計・製造オプションをすべて検討する時間もリソースもないことです。こうした制約によって、以前の設計案を徐々に改善していくしかなくなる結果、設計の構成要素が過度に複雑になってしまいます。

ジェネレーティブ デザインとは、想像力の限界も、過去の設計履歴という制約もなく、設計とエンジニアリングをどこまでも強化できる新しいテクノロジーです。設計者やエンジニアは、ジェネレーティブ デザイン ソフトウェアに設計目標、性能、空間要件、材料、製造方法、コストの制約などのパラメーターを入力し、設計検討プロセスを実行します。

するとジェネレーティブ デザインはあっという間に数百パターンもの設計案を生成します。設計者やエンジニアはそれらを比較検討し、最適な設計案を導き出します。従来なら 1 つか 2 つの設計案を作成・評価するのにかけた時間よりもずっと短い時間で、このプロセスを完了できるのです。ジェネレーティブ デザインを使用すると、特定の設計上の制約に合わせて、製造可能なソリューションを大量に生成し、設計チームに提示することができます。作業がスピーディーになるとともに、人間の力では思いもよらないような意外な設計案が生まれるという利点もあります。

ジェネレーティブ デザインには、莫大な可能性が潜んでいます。米国では General Motors 社がこのテクノロジーを活用して、シート ブラケットのコンポーネント数を 8 から 1 へと削減するとともに、40% の軽量化と 20% の強化を実現しました。²⁵



取り組み の目標



貴社では、サーキュラリティを活用して、コストや生産時間を削減したり、より持続可能な製品を実現したりしていますか？

「サーキュラリティ」は、単なるリサイクルとよく誤解されていますが、実際はもっと包括的なコンセプトです。サーキュラリティ モデルでは、最初からバージン マテリアルの需要を減らすことを考慮して設計します。また、将来的な再利用の可能性や製品ライフサイクルを考慮してすべてのコンポーネントを製造します。

要するに、サーキュラリティとは、修理、再利用、リサイクルできるように製品を設計することです。つまり、標準化された交換可能なパーツで簡単に修理でき、適応型再利用（アダプティブ リユース）も可能で、廃棄された製品のパーツを別の製品に利用できる製品を作る、ということです。そしてライフサイクルの終了後は、簡単にリサイクルできます。

サーキュラリティとは、「意識」であり「姿勢」です。製品の設計を始める前に、一步下がって、設計全体を評価しましょう。製品をどのような方法で製造するかを慎重に検討し、設計の下流工程への影響を理解することで、より持続可能な製品を開発できます。

つまりリニア エコノミーからサーキュラー エコノミーへの移行とは、製品、コンポーネント、材料を経済圏で循環させ続けるために、耐久性や修理・再利用・リサイクル可能性を念頭に置いて設計することを意味します。企業は、エンドユーザーに使用されるまでの製品のさまざまなフェーズ（ハードウェア、梱包、廃棄など）を常に考慮する必要があります。ここで重要なのは、従来のライフサイクルを超えて長期的な製品価値を生み出す方法です。

例えば Yuma Labs 社は、リサイクルのペットボトルや海に捨てられていた網から持続可能なサングラスを作りました。さらに顧客は簡単な手続きで使用済みのサングラスを店に返却することができます。古いサングラスは再びリサイクルされ、新しいサングラスに生まれ変わります。²³

12. <https://ellenmacarthurfoundation.org/regions/europe>

13. <https://www.china-briefing.com/news/chinas-circular-economy-understanding-the-new-five-year-plan/>

14. https://ec.europa.eu/environment/pdf/circular-economy/new_circular_economy_action_plan.pdf

15. https://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf

16. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

17. <https://www.greenplan.gov.sg/>

18. <https://www.senecaesg.com/insights/brief-overview-of-chinas-green-manufacturing-initiative/>

19. <https://www.worldgovernmentsummit.org/observer/articles/2017/detail/china-has-shut-down-up-to-40-of-its-factories-in-an-unprecedented-stand-against-pollution>

20. <https://www.china-briefing.com/news/chinas-circular-economy-understanding-the-new-five-year-plan/>

21. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_19_5889

22. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/07/09/executive-order-on-promoting-competition-in-the-american-economy/>

23. <https://redshift.autodesk.com/sustainable-sunglasses/>

24. https://joint-research-center.ec.europa.eu/scientific-activities-z/sustainable-product-policy_en

25. <https://www.autodesk.com/customer-stories/general-motors-generative-design>

第2章

エネルギーと材料の使用量の削減

材料の使用量は、製造における主な環境影響因子です。Roland Berger 社のデータによると、産業界が廃棄物の材料から同じ製品を作れば、1兆ドルのコストを削減できるチャンスがあるといえます。

(例えば軽量化や積層造形などによって)材料の使用量や廃棄物を削減すること、また、環境への影響が小さい持続可能な材料(リサイクル素材や再生可能素材など)を使用することは、多くのプロダクト エンジニアや製造業者にとって重要な目標です。航空宇宙メーカーの Airbus 社は、2050 年までに GHG 排出量を半減させることを目標とした全社的な取り組みの一環として、Airbus A320 の開発にジェネレーティブ デザイン(「**ジェネレーティブ デザインはいかに持続可能性に貢献するか**」を参照)と 3D プリント(後出の「**積層造形(3D プリント)で材料の使用量を削減し、製品効率を高める**」を参照)を活用し、従来よりも 45% 軽量化しつつ非常に強力な炭素繊維のパーティションを実現しました。²⁶

また、製品のアップグレードや修理、再利用、解体、リサイクルといった将来的な可能性を考慮した設計を行うことで、製品設計のサーキュラリティを高め、材料を削減することができます。BMW iVision Circular は、100% リサイクル素材から製造可能なオプションを備えた BMW 社のコンセプトカーです。例えば、金属製のボディはペイントではなくブラシ仕上げになっており、化学物質は使用されておらず、リサイクルしやすくなっています。²⁷ また、サーキュラリティを高めるその他の方法として、サービス化への移行も挙げられます(前出の「**製造業のサービス化**」を参照)。

“

政府は今後、遊戯場の産業で使用される材料について、持続可能性指標を取り入れた入札ガイドラインを推進するようになるでしょう。製品の素材や耐用年数、リサイクル性について、より細かく調査されるようになるはずです。”

Barry Leahey MBE 氏
Playdale 社 CEO 兼マネージング・ディレクター

画像提供: Airbus

GHG 総排出量の「スコープ」カテゴリー

製造業者によるエネルギー消費量には、製品の使用時に消費されるエネルギーだけでなく、製品の製造時に消費されるエネルギーも含まれます。そこで製造業者は、製品性能を高めるだけでなく、工場や生産機械、サプライチェーンのパフォーマンスを高めてエネルギー消費量を最適化し、廃棄物を削減することに取り組んでいます。

エネルギー使用のさまざまな分野、つまり GHG 排出量を削減できる可能性がある分野は、「スコープ」と呼ばれます。この用語は、2001 年の「温室効果ガス (GHG) プロトコル」で初めて使用されました。²⁸

「スコープ 1」には、ボイラーや自動車を稼働させるなど、事業から直接排出された GHG が含まれます。「スコープ 2」には、建物の冷暖房用に購入されたエネルギーなど、企業が間接的に責任を負う GHG 排出量が含まれます。「スコープ 3」には、バリューチェーンで双方向に生じる GHG の総排出量が含まれます。例えば、サプライヤーから購入した製品に関する GHG 排出量と、顧客が最終製品を使用する際に発生する GHG 排出量が含まれます。

また、回避された排出量を対象とする「スコープ 4」も新たに登場しました。これは、製品のライフサイクルやバリューチェーン以外で、製品の使用による排出量を定量化しようと試みる複雑な領域です。GHG 排出量を大幅に回避できた製品の例として、低温洗浄対応の洗剤が挙げられます。この製品では、製造時にエネルギーを消費するものの、ユーザーが使用する際の GHG 排出量は削減されます。



持続可能性を促進するためには、自社だけでなく、サプライチェーン全体で力を合わせて取り組む必要があります。”

菅原 晃 氏
貝印株式会社 サステナビリティ推進部 次長



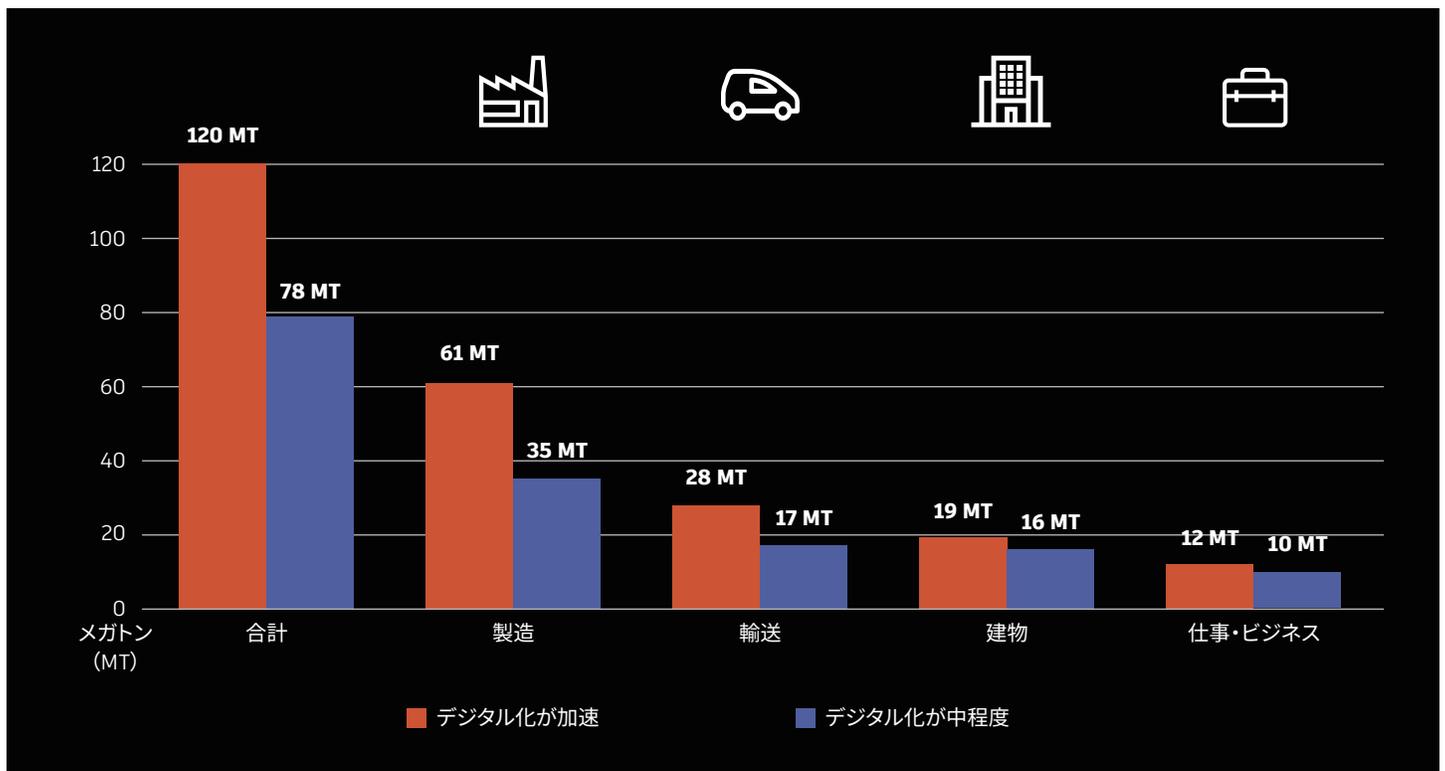
画像提供:GANAS MFG

デジタル化は、GHG 排出量の削減を追求するうえで、エネルギーと材料の使用量を削減するための重要な戦略です。コンサルタント会社の Accenture 社が実施した調査によると²⁹、製造業のデジタル化は、ドイツの 2030 年に向けた二酸化炭素排出量削減目標の達成に最も貢献する可能性が高く、潜在的に削減可能と特定された 120 メガトンのうち 50% 以上を占めると結論付けています。

GANAS MFG 社は、米国デトロイトを拠点に、製品用および住宅用のカスタム製の木工製品やオーダーメイド家具を専門に取り扱っているベンチャー企業です。3D モデリングを使用することで、シート材の想定廃棄量を 25% からわずか 5% まで削減できました。³⁰

最も大きな可能性が潜在する「製造業のデジタル化」

2030 年に削減可能な二酸化炭素換算の合計量 (CO_{2E})



出典: Accenture 社が実施した Bitkom 社の調査「Climate effects of digitization」



「デジタル製品パスポート」は 製造業のサーキュラリティを どのように加速させるか

製品や原材料の再利用を増やしたい製造業者が直面する課題の1つは、可視性の欠如です。現在のところ、どの製品にどの素材が使われているかを完全に把握または特定するのはきわめて困難です。しかし、そのような状況も変化しようとしています。2021年12月、欧州委員会は「デジタル製品パスポート」の導入計画を発表しました。デジタル製品パスポートには、欧州市場に流通する製品の組成情報が含まれます。³¹

パスポートは、サプライチェーン全体のユーザーと消費者に対してさまざまな情報を提供します。サーキュラリティを実現するために製品や材料を正しく購入・使用・廃棄する方法や、再利用・リサイクルを最大限に活用する方法などが提供されます。この取り組みは、「Sustainable Product Initiative」(持続可能な製品へのイニシアチブ)の一環です。³²

製品パスポートのコンセプトは、実際のところ、EUが推進する前から存在しました。例えば、Maersk Line社は貿易・輸送ソリューションを提供していますが、そこではコンテナ船の体積の約98%に使用される、安価な鋼材の安定供給を確保することが非常に重要です。

しかし、従来の解体プロセスではさまざまな材料の種類とグレードを特定することは不可能だったため、混合リサイクル鋼では原材料の品質、特性、価値が失われていました。7つのグレードを混合した鋼材は、低グレード、低価格の材料になります。

Maersk社は、設計フェーズで質の高いリサイクルを実現するためにはどのような方法で船を準備すればよいかを模索し、その実現に向けて、ライフサイクル全体にわたる包括的なパスポートの作成を進めています。その目標は、使用する材料をより詳細に管理し、最終的に古い船から新しい船を作れるようにすることです。パスポートが完成すれば、船1隻あたり6万トンの鋼材を含む材料をより効果的に分類・処理し、本来の特性を保持し、再販時に高値で取引することが可能になります。³³

取り組み の目標



貴社の工場では、持続可能な成果を完全に最適化するための計画を策定していますか？

ますます複雑化し、加速し続ける変化に対処するために、既に多くの企業が製品の設計、開発、エンジニアリング手法を導入しています。ライフサイクルの観点から自社について検討した上で、アジャイルな開発方法、コンカレント エンジニアリング、システム エンジニアリングなどの手法を導入しています。その一方で、工場、特にブラウンフィールドの現場では、未だに従来の手法で設計・建設が行われているばかりでなく、運用やメンテナンス時のデータ管理も、地域、専門分野などのカテゴリー別に細分化され、サイロ化されています。

製品設計やエンジニアリング分野では、製造業の運用における統合、コラボレーションが進められています。統合工場モデリングとは、デジタル工場計画と BIM を組み合わせた環境で、生産施設や機器をすべてデジタル表現するプロセスで、導入が拡大しつつあります。製造業者はこの手法を活用して、新時代に応じた工場施設を計画することができます。

計画した内容は、デジタル表現で可視化できます。建物自体や構造、機械、電気設備、配管に関する情報のほか、レイアウト設計から生産ライン、組立、仕上げ、その後の工程に至るまで、工場のあらゆる要素を含む生産設備を可視化することができます。あらゆる関係者が必要な情報にアクセスできるため、スマートかつ持続可能な意思決定を行い、ビジネス成果の向上につながる施設を実現できます。

既に数多くの製造業者が、真に統合されたデジタル ファクトリーを作成するメリットを実感しています。1つのモデルを共有しながら、専門分野の枠を超えてコラボレーションできるアプローチによって、設計段階でエラーを特定、解決できるようになり、材料の無駄やコストを削減できます。デジタル環境で干渉箇所を検出し、市場投入までの時間を短縮し、工場設計や材料の使用量、生産スループットを最適化し、さらにエネルギー パフォーマンスを最大限に高めることができるなど、数多くのビジネスメリットがもたらされます。

Porsche 社は、同社初の電動スポーツカー「Taycan」を製造するために、デジタル工場計画のテクノロジーを活用し、自動運転の搬送システムによって柔軟性を最大限に高めたスマートな施設を建設しました。この工場は二酸化炭素のバランス シートだけでなく、「ゼロ インパクト」を実現しています。施設全体の資源の消費、廃棄、移動などを含む、包括的な環境アプローチとなっています。また、工場はグリーンルーフや、太陽光発電システムも備えています。再生可能資源から電気エネルギーを生成し、工場内に設置されたバイオガスによるコジェネレーション(熱電併給)で熱と追加電力を供給します。

工場についてのあらゆる詳細情報は、工場の基礎工事が始まるよりはるか前に Porsche 社が作成した統合計画モデルに含まれています。画面上で承認されなかったゴミ箱やロボットは、工場には存在しません。このモデルでは、設計者、プランナー、サプライヤーなどの全関係者が共通の言語でコミュニケーションをとります。例えば、サプライヤーはデバイスの取り扱い方などの設計を提供しますが、これは必ず、請負業者が使用するモデル内の建物と 100% 一致する必要があります。³⁴

26. <https://www.autodesk.co.jp/customer-stories/airbus>

27. <https://www.bmw.co.uk/en/topics/discover/concept-cars/bmw-i-vision-circular-highlights.html>

28. <https://ghgprotocol.org/>

29. <https://www.bitkom.org/climate-protection>

30. <https://www.autodesk.com/customer-stories/ganas-mfg>

31. <https://www.eceee.org/all-news/news/news-2021/eu-plans-digital-product-passport-to-boost-circular-economy/>

32. https://ireland.representation.ec.europa.eu/news-and-events/news/new-proposals-make-sustainable-products-norm-and-boost-europes-resource-independence-2022-03-30_en

33. <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/using-product-passports-to-improve-the-recovery-and-reuse-of-shipping-steel>

34. <https://redshift.autodesk.co.jp/digital-factory-planning/>

第3章

健康と回復力の向上

設計者がサーキュラリティを考慮に入れることで、その他にもさまざまなメリットが表れます。特に、健康と回復力にもたらされるメリットは顕著です。

気候変動が緊急の課題となった今、石炭を燃やすことを止める必要があることは明らかです。しかし、特に中国における石炭発電所は、スケーラブルな方法が他に現れない限り、おそらく今後数十年は稼働し続けるでしょう。

香港に拠点を置くグリーンテクノロジー企業の Vecor 社は、石炭の燃焼に伴う健康への影響を軽減するために、石炭発電所の灰を高品質なタイルにリサイクルしています。石炭の燃焼時に生じる微粉状のフライアッシュ（飛散灰）は、石炭廃棄物の半分以上を占め、その 99% が発電所の排気筒でろ過されています。ろ過された灰を埋立地に転用すると、ヒ素、水銀、リチウムなどの有害物質が地下水に浸透する可能性があります。これをリサイクル処理することで安全に使用できるようになります。そしてこの灰から、コンクリートや壁板などの製品の原料として不可欠な材料となったばかりでなく、バージョン マテリアルよりも強力な材料が生まれました。

フライアッシュ タイルは現在、中国山東省ツォーポーの Vecor 社の最初の工場で作られています。この地域には 40 基を超える石炭発電所があります。こうしたサーキュラー エコノミーの実践によって、空気や地下水を保護しながら、資源の消費量を削減できます。³⁵

“

デジタル テクノロジーによって、産業プロセスは大幅に改善します。危険な監視タスクにはドローンを使用するなど、デジタル テクノロジーは既に安全面にも大きなメリットをもたらしていることがわかります。また、AI テクノロジーは排気に応用できるかもしれません。カメラのインテリジェントな機能で現在の排気状況をキャプチャ、解析、予測できます。”

Annie Heaton 氏

ArcelorMittal 社 サステナビリティ
エンゲージメント・ディスクロージャー責任者



画像提供: Vecor

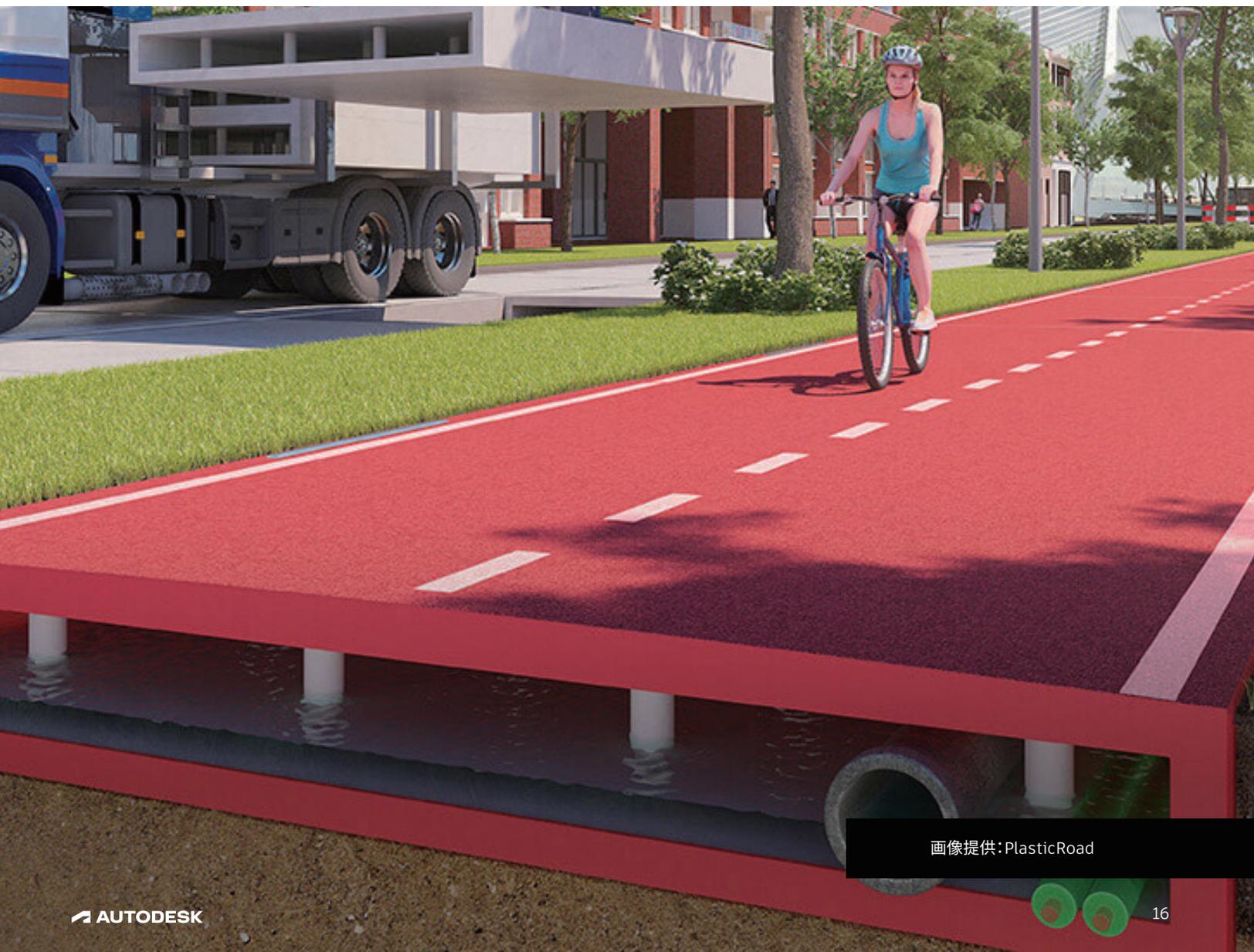
オランダを拠点とするある企業も、サーキュラリティを通じて回復力を強化することに成功しました。リサイクルプラスチックから路面製品を開発したのです。これによって海面上昇という深刻な課題に対処することもできます。

オランダは当然、海面水位を常に懸念しています。国土の約半分は海拔 1メートル未満で、3分の1近くは海拔より低い位置にあるからです。昨今は地球温暖化によって、急速に海面上昇が進んでおり、国内のインフラ設備に大きな負荷がかかっています。

オランダのスタートアップ企業である PlasticRoad 社は、リサイクルプラスチックを原料とした道路の製造を通じて、プラスチック汚染と気候変動という2つの問題に同時に取り組んでいます。プラスチック素材は洪水を緩和し、維持が容易で、最大7回リサイクルできます。また、従来の方法よりも4倍軽量化され、建設時間も70%短縮します。さらに、従来の道路に比べて3倍長持ちし、二酸化炭素排出量が72%削減されます。

その上、従来の道路に必要な重い基礎や集中的な掘削作業、環境に悪影響を及ぼすコンクリートスラブや何層ものアスファルト、排水システムが、この道路には必要ありません。レゴのように道路を組み立てることができ、数回カチッと結合すれば、すべてが組み上がります。

パイロットプロジェクトとして、オランダの2都市、ズウォレとヒートホールンで100フィートのサイクリング道路が建設された際に、この道路のメリットが明らかになりました。各車線には、プラスチック容器218,000個分に相当する1,000キログラムのリサイクルプラスチックが含まれています。³⁶



画像提供: PlasticRoad

積層造形(3Dプリント)で 材料の使用量を削減し、製品効率を高める

積層造形には、さまざまな用途に活用できる多大な可能性が潜んでいます。3D プリントなら、切削造形のように未使用のまま廃棄される材料が出ることもなく、材料の使用量を削減できます。さらに、新鮮で、効率的で、もっと持続可能な製品の生産が実現します。

インドでは、電気自動車(EV)の生産が、期待されていたスピードで進んでいません。これは大気汚染が深刻なインドにとって、問題です。世界における大気汚染のワースト30位に入る都市のうち21都市はインドです。そこで政府は、米国、欧州、中国に後れをとっているEVの生産に取り組むことを決定しました。そして2030年までにEVが新車販売の30%を占めるようになることを目標に掲げました。

バンガロールを拠点とする Greendzine 社は、業界の他社よりも短時間で低速電気自動車を製造するために、モジュール式的设计を採用し、従来のガソリンスクーターの形状を踏襲した電動二輪車とは一線を画した電動モペット「Quark U」をリリースしました。³⁷

同社は「積極的に失敗し、そこから学ぶ」をモットーに、同一の基本プラットフォームからモジュール式であらゆるものを設計しました。そしてパーツやアセンブリのプロトタイプを3Dプリントでスピーディーに作成しました。それが失敗したとしても、時間や知的財産をそれほど浪費することはありません。こうしたあらゆる試みの結果、製品開発戦略が短期間で完成しました。Greendzine 社はこの戦略を「90日間で製品化するためのコンセプト」と呼び、現在の経済状況においては不可欠だと話します。

35. <https://redshift.autodesk.co.jp/ash-recycling/>

36. <https://redshift.autodesk.co.jp/plastic-roads/>

37. <https://redshift.autodesk.co.jp/low-speed-electric-vehicle/>



画像提供: Greendmine

取り組み の目標



回復力を高め、健康にメリットをもたらす新製品を設計・製造するには、思考の枠を超えた新しいアイデアとアプローチが必要です。

そして、例えば軽量で使いやすい製品を作り、製品に必要な耐久性やレジリエンスを満たす材料を選択し、テストすることも必要となります。

製造業者は、設計ソフトウェアを導入することで、そうした手法を実践し、モジュール化された機能を構築できます。Greendzine 社の経験で実証されたとおり、モジュール化の手法では新たな形状の検証や却下をすばやく行えるため、製造業者はすぐに、モデルから初期のプロトタイプを3Dプリントで作成する作業へと進めることができます。そして製造業者は新製品の物理的形狀をすばやく決定し、軽量化、低排出量、高耐久性、リサイクル性・再利用性といったプロジェクト要件に適合するかどうかを確認できます。

変化のチャンス

製造業者は、GHG 削減を義務付ける規制と、変化を求める顧客の両方に直面する中で、運営方法を変革する方法を探し求めています。そして「サーキュラリティ」は、コスト削減、効率や利益の向上に役立つとともに、社会や顧客にとって必要な持続可能性を実現するビジネスモデルとして広まりつつあります。

ここで重要なのは、そのコンセプトを正しく理解することです。国連の国際資源パネルは、「材料の使用について変更しない」および「バーজন マテリアルの資源の使用を削減するために、包括的な新政策を導入する」という2つのシナリオを仮定して、資源効率の高い材料へと経済を移行した場合の影響を推定評価しました。³⁸

従来どおりのビジネスのシナリオでは、2060年までの世界の資源採掘量は倍増して年間約1,900億トンとなり、二酸化炭素排出量も倍増して年間約700億トンに達します。一方、サーキュラーエコノミーのシナリオでは、2060年までの世界の資源採掘量はやはり増加するものの、1,430億トンに抑えられます。また、世界の二酸化炭素排出量は大幅に減少し、50億トンを下回る程になります。

本レポートは、サーキュラーエコノミーが実現すれば、人々の生活水準を高め続けることは可能だという結論に至りました。つまり、物理的な資源をたくさん消費しなくても、繁栄することは可能なのです。

持続可能性の実現に向けて世界が変革を進める中で、世界経済における主な資源消費者の1つである製造業は、重要な役割を担っています。持続可能な成果を推進するためには、製造業も変革していく必要があります。ここで進化に成功した企業には大きなメリットがもたらされるでしょう。この変革の機会をうまく捉えた企業は、持続可能な製品やサービスの新たな市場を開拓できます。その市場価値は推定3,380億ドルにのぼります。³⁹ このレポートで紹介したデジタルツールや革新的なテクノロジーは、将来の繁栄に向けて製造業者が持続可能性の実現に取り組み、目標を達成する上で欠かせないものとなるでしょう。



多くの企業は一般的に、持続可能性の取り組みが短期的に収益を向上させることはほぼないと考えています。しかし私たち SK ecoplant は、持続可能性を向上させるためのさまざまな取り組みが会社の収益につながると確信しています。当社では、エネルギーの回収と蒸気の供給を改善し、埋立地を減らし、定期メンテナンスの間隔を延長することで、営業利益を増やすことができました。”

Jae Yeon Cho 氏

SK ecoplant 社 デジタルトランスフォーメーションバイスプレジデント

38. https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/unep_252_global_resource_outlook_2019_web.pdf

39. 「Global Climate Change Analysis 2018」(CDP 2019年) <https://www.cdp.net/en/research/global-reports/global-climate-change-report-2018>