

Take on Tomorrow 新たな未来への考察

エネルギー・ユーティリティ・資源産業で
導入が進むサーキュラリティ



日本語翻訳版発刊 にあたり

2020年10月、菅政権は「2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことを宣言し、2021年1月には環境省と経済産業省が「サーキュラー・エコノミーに係るサステナブル・ファイナンス促進のための開示・対話ガイダンス」を公表するなど、日本企業においても資源の採取、生産、利用、廃棄という従来のリニアエコノミー（直線型経済）からサーキュラーエコノミー（循環型経済）へ移行する動きが加速しています。

本レポートでは、電力・ガス、石油、化学、資源・鉱業、鉄鋼・非鉄金属業界の日本企業がどのようにサーキュラーエコノミーに対応すべきか、欧州・米国を中心とした海外企業の先進的な取り組みを通して考察します。

まず、サーキュラリティ（循環型モデル）の3つの原則とそれに対応する10の戦略を概説します。これらの戦略は生産・流通・消費の各段階における資源の流れを踏まえ、再生資源の利用を最大化し、バリューチェーン全体からの価値の流出を最小化することを目指します。

次に、サーキュラーエコノミーへの移行に向けたさまざまな業界別の具体的な事例を紹介します。電力業界においてグループが持つ先進的なエネルギー関連サービスを1つにまとめ、循環型サービスを提供する事業を開始した電力会社や、化石燃料の採掘・使用を中心としたリニア型のオペレーションモデルで成り立っている石油・ガス業界において循環型の要素を取り入れ、再生可能エネルギーへのシフトやCO₂の回収・貯留を推進する企業などを示します。また、脱炭素化への貢献が期待される「水素」を電力、運輸、化学、鉄鋼といった業界横断的に協働して活用を目指す取り組みなど、サプライチェーン上のパートナーシップについても取り上げています。

最後に、持続可能な未来を目指す経営者がサーキュラリティを取り入れる際に指針とすべき6つのステップを示します。これらは多くの成功事例をもとにして作成されており、日本企業にとっても新たな価値創出源の発見に貢献するものと考えています。

本レポートが、日本企業の皆さまがビジネスモデルを変革し、サステナビリティ経営やサーキュラーエコノミーへ転換していく一助となれば幸いです。

片山 紀生

PwC Japanグループ エネルギー事業部 リーダー
PwCコンサルティング合同会社 パートナー
エネルギー・資源・鉱業事業部 リーダー

目次

はじめに	4
明日の課題に、今、取り組む	6
• 普及が進む再生可能エネルギー	8
• リサイクル推進とレジリエンス強化	10
• 資源の廃棄から再利用へ	12
• サーキュラリティの実現	13
• 付加価値を生むサプライチェーン上のパートナーシップ	16
• ビジネスモデルの再考	19
サーキュラートランスフォーメーション (循環型モデルへの転換) に乗り出すために	21



はじめに

新型コロナウイルス感染症のパンデミックは、社会変革につながるさまざまなトレンドを加速させた。例えばリモートワーク、自動化、デジタル化などである。コロナ禍は、ものごとを直線的に考え、推測するのは危険だという教訓を私たちに強烈に突き付けた。過去と同じことが未来にも起きるという前提はもう通用しない。パンデミックは人類に自らの脆弱性を再認識させ、慣例重視の考え方を破壊した。

パンデミックが拡大する以前から、世界では気候変動などさまざまなリスクが懸念されており、それまで当然のこととされていたリニア型経済やリニア型ビジネスモデルの存続が危うくなっていた。その結果、価値の関係性を考慮するよりも、「採取・生産・利用・廃棄」を前提とした量の確保を基本とするリニア型戦略が疑問視されるようになった。多くの企業や政府が一方通行のアプローチを続けることをやめ、素材や資源を再利用、回収、転用、リサイクルするサーキュラリティ（循環型モデル）に転換し始めた。

本レポートでは、エネルギー・ユーティリティ・資源（EU&R）セクターの企業を分析し、各社がサーキュラーエコノミー（循環型経済）の原則の視点を通して現在の課題に取り組むことによって、どんな利益が得られるかを検討した。もちろん、これらセクターに属する全ての企業が完全なサーキュラリティ（循環型モデル）の事業を目指せるわけではない。しかし、サーキュラリティという考え方をコア戦略に取り入れることによって、効率向上や価値創出に役立つ強力な新しい視点や手段を生み出すことができる。デジタル投資から利益を上げるのに必ずしも完全デジタル化を必要としないのと同様に、循環型思考や循環型投資から利益を得るために、完全なサーキュラリティの事業を目標にする必要はない。

サーキュラリティへの移行は、野心的な取り組みである。小さな、しかし意味のあるステップを積み上げていかなければならないが、その報酬は大きい。サーキュラリティへの機運が高まるに従い、多様な要素が相互依存的に絡み合った複雑な仕組みへの対応が必要になるし、再生可能エネルギーやエネルギー貯留技術の活用が進めば、リサイクルや廃棄物処理の新しい課題が発生することもある。しかし、そうした問題の解決を目指して社内の業務構造を改革することは、企業にとって、そして世界にとって、大きな利益となるはずである。



ここに注目

リセットボタンを押すために

コロナ禍が起きる前に、PwCは5つの喫緊なグローバル課題を提示した。世界の多くの人の生活や働き方を根本から変える「非対称性」「破壊的な変化」「人口動態」「分断」「信頼」の5課題である（それぞれの英語の頭文字を取ってADAPTフレームワークと呼ぶ）¹。この5つの課題は、企業の戦略的改革や調整を構想する際の主要な視点である。

ADAPTを提示した時点ですでに明らかだったのは、これらの課題から生じる圧力によって世界が2025年までに全く異なる姿になり、企業が生き残るためには改革が必要だということである。その後パンデミックにより、改革の必要性はさらに緊急性を増した。今、循環性を考えることで、多くのADAPTに代表される課題の解決につながる「リセットボタン」の押し方が見えてくる。

破壊的な変化：持続可能なビジネスモデルを開発してサーキュラリティへの移行を進めることが、気候変動や資源の逼迫がもたらす破壊的な脅威への対策となる。

非対称性と分断：世界では国や地域社会が分断しつつあるが、サーキュラリティによって相互依存性と相互利益の存在が明確になる。

信頼：諸機関への社会の信頼が低下する中で、サーキュラリティへの移行は、より透明性の高いサプライチェーンを開発する機会、環境や社会に対する責任ある事業活動を実証する機会となる。



¹ PwC 「ADAPT：今日の世界が直面する5つの喫緊な課題とその影響」、2020年 <https://www.pwc.com/jp/ja/issues/adapt.html>

明日の課題に、 今、取り組む

サーキュラーエコノミーとは何か？ PwCが2019年に公表したレポート「循環型経済への道」²によると、サーキュラーエコノミーとは、現在の「採取・生産・利用・廃棄」というリニア型経済モデルを離れ、もっと効率的で持続可能性の高い経済モデルに移行することである。原料やエネルギーの消費と経済活動を切り離し、廃棄物を最小限に減らし、あるいは完全にゼロにして、資源（炭素も資源のひとつである）を再利用することによって、クローズドループを構築する。これが、サーキュラリティの考え方である。具体的には、使用する資源の効率を高める、再生資源を優先的に使う、製品の寿命を最大化する、従来は廃棄物として処理していたものを回収し、別の目的に転用するといった手法を取り入れる。

サーキュラリティは多くの点で、現在の複合的な危機がもたらす課題に対処することができる。例えば、業務の合理化、地域密着型のサプライチェーン構築、レジリエンスの確立といった課題に対し、サーキュラリティを基本的指針として取り組むことによって、付加価値が高く競争力にも優れた新しいビジネスモデルを生み出すことが可能である。また、深刻さを増す気候変動関連の問題にも有効で、将来の危機によるリスクも低減される。そして何より重要なこととして、サーキュラーエコノミーへの移行によって、企業は今すぐ過去の「当たり前」を捨てて未来志向の組織に変わるのである。

エネルギー・ユーティリティ・資源（EU&R）セクターには、本格的な循環型ビジネスモデルの開発によって大きな利益を獲得できる企業がある一方、石油やガスといった採取産業のように旧来のリニア型モデルで成り立っている企業の場合は、現時点ではサーキュラリティの要素を一部に限定して取り入れることが適切だろう。とはいえ全体としては、企業は、サーキュラリティの原則を指針とすることにより、答えを模索し、新たな価値創出源を発見する効率的な手段が得られるだろう。

² PwC 『循環型経済への道』 2019年 <https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/thoughtleadership/2020/assets/pdf/circular-business-models-are-very-well-possible.pdf>



ここに注目

サーキュラリティの原則と戦略

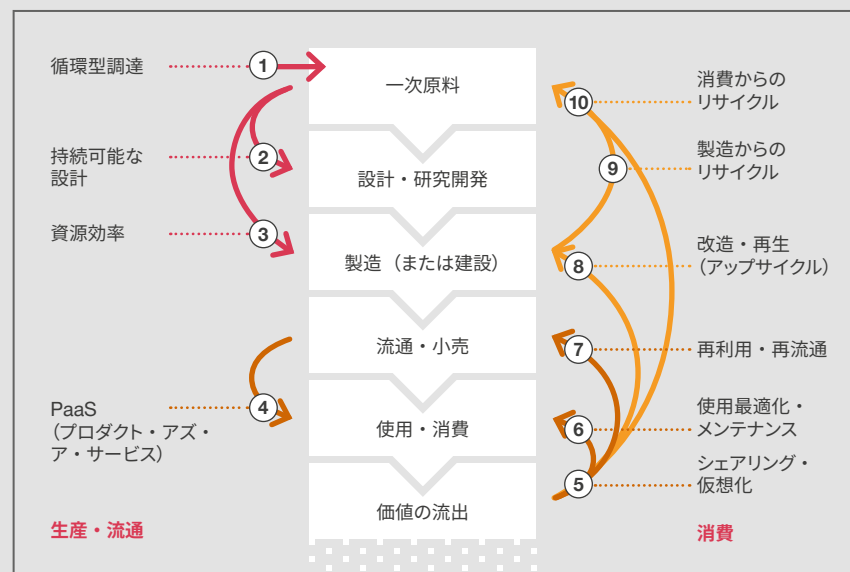
3つの原則と…

再生資源の優先的使用

製品利用の最大化

副産物や廃棄物の回収

…それに対応する10の戦略



サーキュラリティは、3つの大原則と、それぞれの原則から導かれる10の戦略を中心に考えることができる。左の図は、生産・流通と消費の両方の段階を通して、途切れることのない資源の流れを示したものである。

- 生産・流通段階に関連するのは①～④の4つの戦略である。これらの戦略は、再生資源の利用を最大化し、バリューチェーン全体からの価値の流出を最小化することを目指している。
- 消費段階に関連するのは、⑤～⑩の6つの戦略である。これらは、シェアリング、再利用、修理、再生、リサイクルといった方法で製品や素材を循環させて利用を最大化し、価値の流出を少なくする戦略である。
- 製品の重要な副産物を回収して製品利用していない場合、製品のライフサイクルが終了した時点で価値流出が発生するが、サーキュラーエコノミーでは、使用後の製品や素材の廃棄に伴う価値流出を起こさない。

普及が進む

再生可能エネルギー

サーキュラリティによって、コスト削減と価値創出の両方につながる機会を戦略的かつ効率的に見つけ出すことが可能になる。エネルギー・ユーティリティ・資源（EU&R）セクターのエコシステムでは多くの場合、再生可能エネルギー利用への切り替えがその第一歩となる。技術の進化に伴い、炭素排出量ゼロ電力の普及が急速に進んでいる。

再生可能エネルギーへの切り替えはサーキュラリティの主要な要素のひとつであり、多くの企業がコスト削減、持続可能性の向上、長期的な戦略的価値の実現を目指して切り替えに取り組んでいる。地域によっては、さまざまな要因によって再生可能エネルギーの普及が進み、一部地域では経済性は、ほとんど阻害要因（発電業者、エンドユーザーの両方で）とならなくなってきている。

再生可能エネルギーの普及を目指す企業の例は、幅広い地域やセクターに見られる。

- 鉱業大手のFortescueとRio Tintoは、従来、操業用の電源を主として天然ガスやディーゼルに依存してきたが、先日、西オーストラリア州の鉄鉱石鉱山への電力供給を目的として、太陽光発電とバッテリー技術に多額の投資をすると発表した。Fortescueは既存の太陽光発電容量を既存の60メガワット（MW）に加えて、さらに150MW増強し、ピルバラ地区の大規模な電力貯蔵施設を併用することで、最終的に電力の固定需要の25～30%を太陽光発電で確保できることになる³。
- 同じくピルバラ地区では、Rio Tintoがクーダイデリでの事業の一環として、34MWの太陽光発電所とリチウムイオン蓄電施設を整備している。太陽光発電のピーク時には、クーダイデリ事業の全ての電力需要を賄う計画である⁴。Rio Tintoは、2050年までに事業活動からの炭素排出量を実質ゼロにする

ことを目指しており、5年計画で定めた気候変動対策目標達成に向けて10億米ドルを投資しているが、今回の投資もその一部である。

- グローバルに資源事業を展開するBHPは、2050年に温室効果ガス排出量を実質ゼロにするという目標を達成するため、再生可能エネルギーの電力購買契約（PPA）を締結した。これによって2020年代半ばには、チリにある同社のエスコンディダ銅鉱山とスペイン銅鉱山で使用する電力の100%を再生可能エネルギーに移行できる⁵。
- 同様に、Shellは2019年にオランダのムールデイクにある化学工場エリアに27MWの太陽光発電プラントを開設した⁶。また米国では、Johnson Mattheyの精製・化学プラント（ニュージャージー州ウエストデプトフォード）が電力の17%を近隣の太陽光発電所から調達している⁷。

3 Fortescue, *June 2020 Quarterly Production Report* analyst call, 30 July 2020: [https://www.fmgl.com.au/docs/default-source/announcements/investor-and-analyst-call-transcript-\(june-2020-quarterly-production-report\).pdf?sfvrsn=299b584_8](https://www.fmgl.com.au/docs/default-source/announcements/investor-and-analyst-call-transcript-(june-2020-quarterly-production-report).pdf?sfvrsn=299b584_8).

4 Rio Tinto, news release, 16 Feb. 2020: <https://www.riotinto.com/news/releases/2020/Rio-Tinto-to-build-first-solar-plant-in-Western-Australia-to-power-iron-ore-mine>.

5 BHP, *Climate Change Report 2020*, Feb. 2020: <https://www.bhp.com/investor-centre/climate-change-2020>.

6 Shell, news release, 14 Mar. 2019: <https://www.shell.com/business-customers/chemicals/media-releases/2019-media-releases/shell-moerdijk-solar-farm.html>.

7 Johnson Matthey, *Annual Report and Accounts*, 2018: <https://matthey.com/en/investors/report-archive/annual-report-2018>.



ここに注目

太陽光発電とバッテリーの技術： 原料を節約し、カーボンフットプリントを減らす

再生可能エネルギーを活用しても、リサイクルの改善に力を入れなければ、かえって大量の素材を消費することになる。太陽光パネルやバッテリーの技術は、機会だけでなく課題も伴うのである。国際再生可能エネルギー機関（IRENA）が2016年に行った試算では、同年末までに世界中で約25万メートルトンの太陽光パネルが廃棄されたとされる。2050年代には、年間のパネル廃棄量は550万～600万トンとなり、新設されるパネルの量（670万トン）とほぼ同程度になる可能性がある。

IRENAの分析によると、太陽光パネルの完全な循環ループを完成させるには、数多くの技術的な障壁を克服しなければならない。しかし、原材料はすでに、質量の65～70%を処理・リサイクルできる状況にある。太陽光パネルの原材料回収によって、2030年までに、4億5,000万米ドルに相当する価値創出の機会が生まれる可能性がある⁸。

バッテリー技術の利用拡大は、再生可能エネルギーの貯留と運輸業界の脱炭素化の中核をなす戦略だが、バッテリーの製造には大きなカーボンフットプリントが伴う。しかし、例えば完全電気自動車（EV）についていえば、その製造過程から排出されるCO₂の量は内燃エンジン車よりも大きいものの、使用中の直接・間接のCO₂排出量が少ないため、ライフサイクル全体の平均で見ると、カーボンフットプリントは小さい。

バッテリーについても、他の多くの製品や技術と同様に、グローバルなバッテリーチェーンのサーキュラリティをエンドマーケットに至る全体的な流れの中でとらえ、運輸セクターと発電セクターを含めた分野横断的なメリットについて評価する必要がある。

世界経済フォーラム（WEF）とGlobal Battery Alliance（GBA）も、複数のセクターを合わせて評価することの重要性を強調している⁹。しかし同時に、世界的なバリューチェーンに関しては、それ以外にも幅広い懸念があるとされている。例えば、バッテリーの製造に必要な原料の採取には、危険な労働条件、児童労働、貧困といった社会的・環境的懸念がかかわっている。そのためWEFとGBAは、材料の転用やリサイクルだけでなく、バリューチェーン全体における人権侵害の解消や安全な労働条件の確保も含めたサーキュラリティを構想している。

AudiとUmicoreも、戦略的コラボレーションによる研究を通じて、上記ビジョンの実現を目指している。両社が完全な循環ループの構築を目指して共同で開始したパイロット事業では、Audiの完全電気自動車SUV、e-tronの高電圧バッテリーからコバルトとニッケルを90%以上回収し、新しいバッテリーに使用できることが実証された¹⁰。

8 The International Renewable Energy Agency and the International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme, *End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels*, 2016: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_IEAPVPS_End-of-Life_Solar_PV_Panels_2016.pdf.

9 Global Battery Alliance and World Economic Forum, *A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030*, 19 Sept. 2019: <https://www.weforum.org/reports/a-vision-for-a-sustainable-battery-value-chain-in-2030>.

10 AudiおよびUmicore, 2019年12月17日付ニュースリリース <https://www.umicore.com/en/newsroom/news/battery-recycling-audi-and-umicore-start-closed-loop-for-cobalt-and-nickel/>



リサイクル推進と

レジリエンス強化

企業のバリューチェーンにサーキュラリティの原則を導入するとき、化石燃料発電の代替は、手段のひとつにすぎない。完全なサーキュラリティとは、全ての素材が永続的に循環する仕組みなので、限りある資源の消費と経済活動は切り離される。しかし、鉱業などの採取産業の場合、事業活動を完全なクローズドループにすることは不可能である。それでも、エンドマーケットで資源の再利用サイクルを構築するために、できることは、金属と石油化学を代表にまだ多くある。

アルミニウム、鉄鋼、銅は、ほぼ100%リサイクル可能である。アルミニウムの場合、リサイクル品を原料とした製造に必要なエネルギーは、一次金属を製造するときのわずか5%でしかない。また米国では、鉄鋼生産の約3分の2が国内から大量のスクラップ鉄の供給による。これに対して、EUでは56%である¹¹。スクラップの使用量が世界一多いのは中国で、その量はさらに増え続けているが、それでも国内の鉄鋼生産全体に占める割合は米国や欧州よりも低い。

ミニミルと呼ばれる電炉メーカーは、電気アーク炉を使ってスクラップの溶解、精錬、合金化を行う。従来の製鋼方式よりも小規模かつ低コストで、鉄鉱石やコークスの供給も受けない。スクラップを原料とする製鋼は一次金属の生産よりも低コストであることが多いので、主な制約条件はスクラップの確保である。現在、スクラップの回収率は世界全体で約85%、最終用途で見ると、低いものは構造補強材の50%から高いものは産業機器の97%まで幅がある¹²。スクラップの収集、回収、分別、選別、リサイクルの割合については、かなり改善の余地があることは明白だ。

リサイクルの推進は、レジリエンス強化の機会にもなる。現地調達が増え、サプライチェーンの距離が短くなるからだ。コロナ危機以降、レジリエンス強化の優先順位は上がっている。2017年に米国内でリサイクルされたスクラップの輸出だけで、直輸入される鉄鋼の36%を代替できる水準だった。その結果、国内調達が可能になり、米国の貿易赤字が55億米ドル減少した。

小規模なマイクロミルでは、再生可能エネルギーによる製鋼を導入し、さらなるコスト削減と循環性向上につなげている。2020年夏、Nucorは2億5,000万米ドルをかけてミズーリ州セデーリアにマイクロミルをオープンした。地元の電力会社Energysと75MWの電力購入契約を結び、米国の製鋼プラントでは初めて、風力発電による操業を実現した。またコロラド州では、Evrazが運営するリサイクルスチールのプラントが、Xcel EnergyおよびBPが株式の半数を所有する太陽光発電デベロッパーとのパートナーシップのもと、石炭から太陽光への使用するエネルギーの転換を図っている。

¹¹ Eurofer, *Circular economy*, 27 Mar. 2020: <https://www.eurofer.eu/issues/environment/circular-economy>.

¹² International Energy Agency, *Iron and Steel*, June 2020: <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel>.

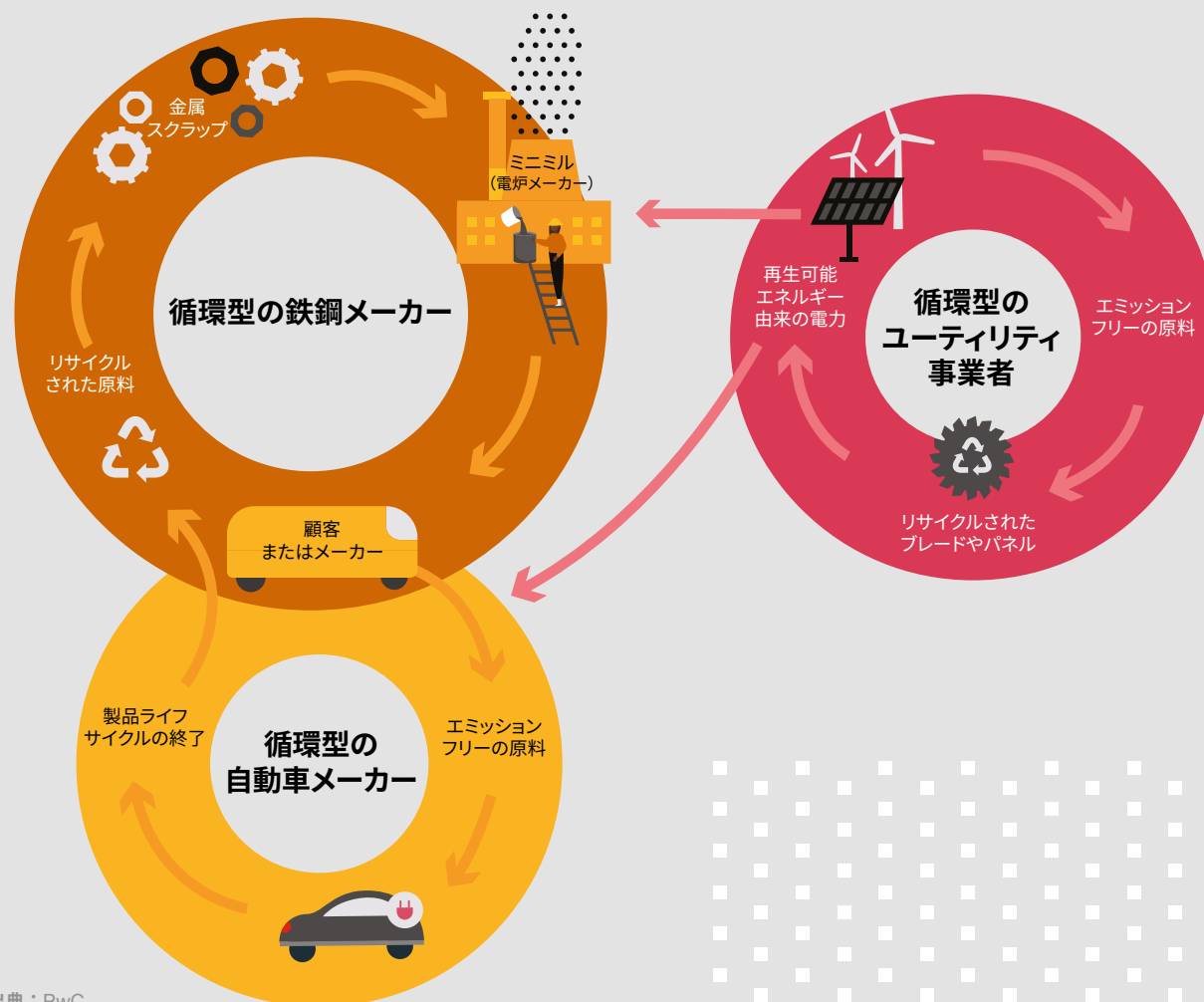


ここに注目

金属産業は、今も化石燃料への依存度が高い。世界の鉄鋼業のエネルギー需要は、4分の3が石炭に依存している¹³。また、製造過程からも大量の温室効果ガスやその他の排気ガスが放出される。そうした中、排出ゼロの製造を目指してイノベーションへの取り組みが数多く進行中である。スウェーデンの鉄鋼メーカーSSAB、鉄鉱石採掘のLKAB、エネルギー企業Vattenfallが共同で実施するHybritイニシアティブも、そのひとつだ。Hybritはコークス炭に代わって、化石燃料由来ではない電力や水素を使って製鋼を行う技術で、実質的なカーボンフットプリントがゼロとなり、実現すれば、世界初の化石燃料を使わない製鋼技術となる。SSABによると、2026年にはこの技術を使った初めてのカーボンフリー製品を市場に出す計画だという。またSSABは、米国でスクラップを原料に使っている同社の電気アーク炉の電力を、2022年までに全て再生可能エネルギー電力に切り替える予定である¹⁴。ドイツでは、鉄鋼メーカーのSalzgitterが風力を活用し、さらにエネルギーミックスに水素を加える「SALCOS (Salzgitter low CO₂ steelmaking)」という取り組みを始めている¹⁵。

サーキュラリティのエコシステム

鉄鋼メーカー、ユーティリティ事業者、自動車メーカーが力を合わせることによって、循環型の供給関係を構築することができる。



出典：PwC

13 International Energy Agency, *Iron and Steel*, June 2020: <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel>.

14 SSAB, news release, 14 Nov. 2019: <https://www.ssab.us/news/2019/11/ssab-to-be-first-to-market-with-fossilfree-steel>.

15 Radtke, Katrin, "SALCOS Project: A Steel Giant Wants to Become Greener," *Windfair*, 19 May 2020: <https://w3.windfair.net/wind-energy/news/34553-salcos-steel-production-hydrogen-green-wind-farm-integrated-system-fraunhofer-research-salzgitter-ag-germany-project-vestas-turbine>.

資源の廃棄から

再利用へ

あらゆる企業が、資源の使い方を新たな視点で見直してビジネスモデルのリスクを減らそうとしている。そうした中で、資源の使い方へ配慮し、可能な限り全てのポイントで、資源を再利用価値のある資産として扱うサーキュラリティの考え方は、戦略選択に役立つ有益な視点をもたらしてくれる。

化学セクターは、使い捨てプラスチックなどの問題やリサイクルに対する一般社会や政府の関心の高まりを受けて、すでに対応を始めている。2019年1月には、25社以上の企業が参画して廃棄プラスチックを無くす国際アライアンス（Alliance to End Plastic Waste）という非営利団体を結成した¹⁶。コロナ禍の直前に実施した調査では、今後12カ月の間に優先して取り組み、投資を行う課題として化学企業のCEOが最上位に挙げたのが、持続可能性とサーキュラーエコノミーだった。調査対象企業の58%が、この分野に注力すると答えている¹⁷。

BASFは以前から、効率的な資源利用を通じてサーキュラリティの原則を事業活動に取り入れ、付加価値を高める「フェアブント」という理念を定め、実践してきた。このアプローチでは、プロセスから発生した副産物を別のプロセスの原材料として使用することによって原材料やエネルギーを節約し、温室効果ガス排出量を最低限に抑え、物流コストを減らし、シナジー効果を実現する。BASFによると、グローバルで年間10億ユーロを超えるコスト削減が達成でき¹⁸、その約半分が、排水、蒸気、電気のコスト節約によるものだという¹⁹。

2019年、Shellは廃プラスチックから作った液体材料を使ったハイエンドの化学品製造に成功したと発表した。この技術は熱分解と呼ばれ、この成功によって、2025年までに世界各地の同社工場で年間100万トンの廃プラスチックを活用することを目指した目標の達成に大きく近づいた。Shellはこの技術の利用を拡大して実用化・収益化できる水準まで量を増やそうと、廃プラス

チックの回収や転換を行う企業と協力し、アジア、欧州、北米の化学工場への展開を図っている²⁰。

オランダのFuenix EcogyグループはDowとパートナーシップを組み、オランダにあるDowの製造施設に向けて新しいポリマーを生産するための原料を供給することが決まった。Dowは、EU域内で販売する製品の原料として2025年までに10万トン以上のリサイクルプラスチックを使うと明言しているが、今回の契約はその達成にも貢献する。

こうした取り組みは、サーキュラリティを目指す他の多くの取り組みと同様、廃棄エコシステムにサーキュラリティ導入のインセンティブがあるかどうかにか左右される部分がある。したがって、負の外部性（例えば廃棄物汚染など）のコストを価格付けて市場システムや税制に統合するような規制が必要ではないかと思われる。

16 設立に参加した企業は以下の通り。BASF, Berry Global, Braskem, Chevron Phillips Chemical Co. LLC, Clariant, Covestro, Dow, DSM, ExxonMobil, Formosa Plastics Corp. USA, Henkel, LyondellBasell, 三菱ケミカルホールディングス、三井化学、Nova Chemicals, OxyChem, PolyOne, Procter & Gamble, Reliance Industries, SABIC, Sasol, Suez, Shell, SCG Chemicals, 住友化学, Total, Veolia, Versalis (Eni)。

17 PwC, *Chemicals trends 2020: Winning strategies for an era of sustainable value chains*, 2020: <https://www.pwc.com/gx/en/ceo-agenda/ceosurvey/2020/trends/chemicals.html>。

18 BASFウェブサイト、「Who we are」、2020年10月アクセス <https://www.basf.com/us/en/who-we-are/strategy/verbund/production-verbund.html>。

19 BASFウェブサイト、「BASF Verbund」、2020年10月アクセス <https://www.basf.com/global/en/investors/calendar-and-publications/factbook/basf-group/verbund.html>。

20 Shell, 2019年11月21日付ニュースリリース <https://apnews.com/press-release/pr-prnewswire/ccf24d88c21572f5d1d3d55af68e32b6>。



サーキュラリティの

実現

サーキュラリティや持続可能性向上への機運は、規制というプッシュ要因と新しい市場というプル要因が重なった場合に最も高まると考えられる。条件が整うに従い、企業は循環性や持続可能性を実現することによる成長機会を見いだすようになるだろう。ユーティリティ事業者は、製造現場に再生可能エネルギーを供給する主役として存在感を増しているし、化学企業は、他セクターのエネルギー効率化や温室効果ガス削減に重大な役割を果たし、エネルギーチェーンの下流で持続可能性向上に貢献している。

例えばエネルギーセクターでは、太陽光発電には化学製品が使われている。風力発電でも、サーモプラスチック製の軽くて長いブレードを風車に使用することによって、風力の安定的・効率的な活用が期待できる。

運輸セクターでは、軽量プラスチックの使用が、車両の燃費向上や電気自動車の開発のカギになると思われる。乗用車の平均重量は現在1,380kgだが、国際交通フォーラム（International

Transport Forum）の研究によると、これを2050年までに1,000kgまで軽量化できれば、乗用車からの二酸化炭素排出量を40%削減できる見込みだ²¹。自動車の軽量化に向けては、多くの企業が素材の開発に積極的に取り組んでおり、DuPontもそのうちの1社である（同社は、サーキュラーエコノミーに向けて100以上のプロジェクトを実施中である）。DuPontでは、運輸部門や先進ポリマー部門が窓口となって自動車業界と連携し、部品を金属製から高機能ポリマー素材のものへ、転換を進めている。

一方、化学セクターにとって大きな課題となりそうなのが、脱炭素である。国際エネルギー機関が行った分析では、石油化学セクターは、これから速いスピードで最大の石油消費セクターになるだろうと指摘されている。2030年には石油需要の伸びの3分の1超を同セクターが占め、2050年にはほぼ半分に迫ると考えられる。これは、陸運、海運、航空の各セクターの増加分を上回る²²。

化学産業で消費される石油は大半が原料として使われるため、炭素はプラスチックなどの最終製品の中に閉じ込められる。その炭素が放出されるのは、製品が焼却または分解されたときである。そうしたことも理由のひとつになって、化学企業のCEOは再生原料あるいは環境影響の少ないグリーン原料や、廃棄・リサイクル戦略への関心を高めている。

21 International Transport Forum, *Lightening Up: How Less Heavy Vehicles Can Help Cut CO₂ Emissions*, 2017: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/less-heavy-vehicles-cut-co2-emissions.pdf>.

22 The Organisation for Economic Co-operation and Development and the International Energy Agency, *The Future of Petrochemicals*, 2018: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-petrochemicals>.

その一例として、BASFはアニュアルレポートの中で、再生原料から作られた原材料の割合を公表している²³。さらに、本業の成長と温室効果ガス排出を切り離すことも明言した。すなわち、2030年までの期間、排出量を2018年の水準のまま維持しながら、市場の成長率を上回ることを目指す²⁴。また、ブラジルのバイオポリマーメーカーBraskemは、サトウキビを原料に環境負荷の少ないプラスチックを製造している。100%リサイクル可能なこのプラスチックは、世界中で顧客を増やしている²⁵。

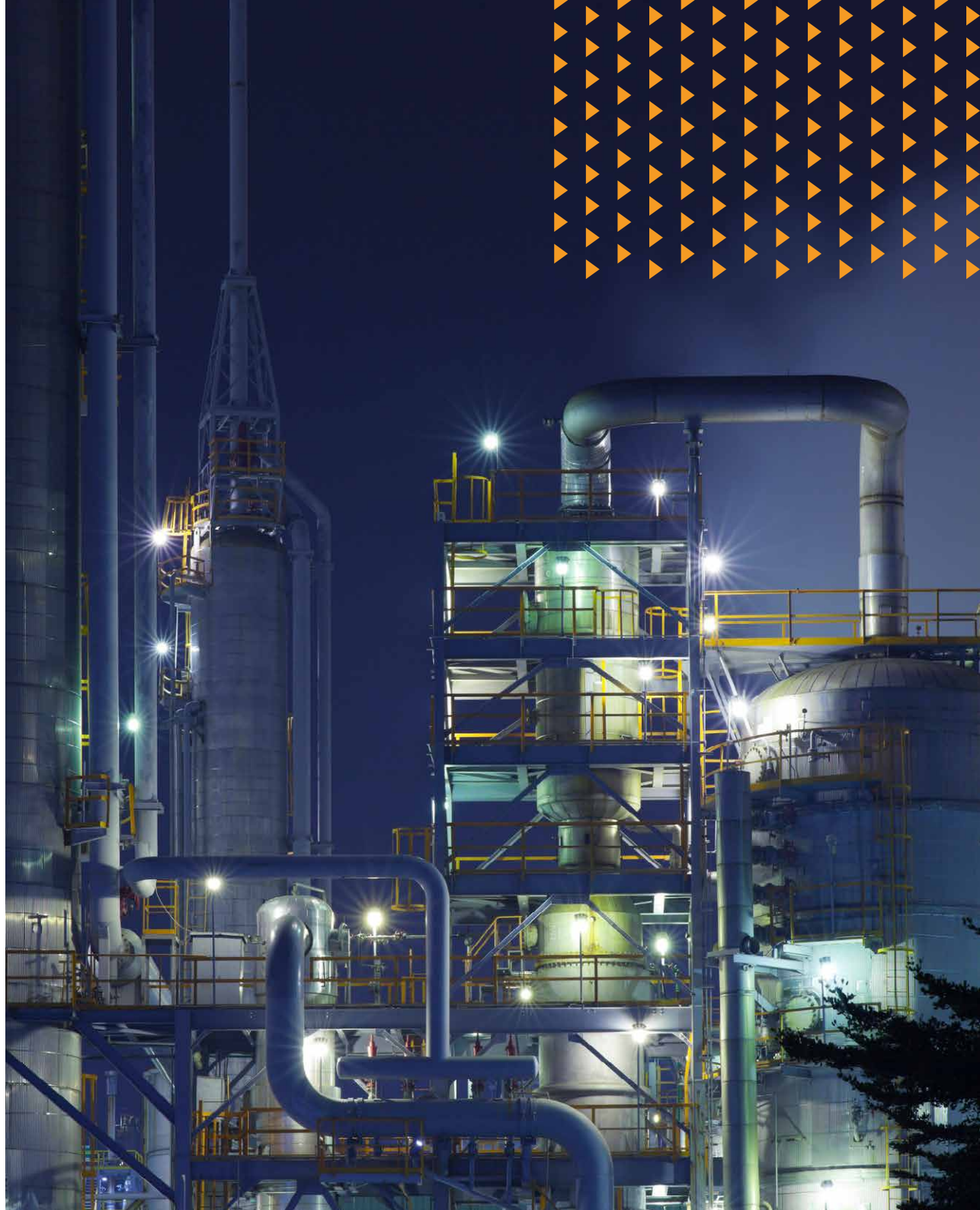
食品、土地、水、エネルギーをめぐる資源獲得競争の激化に伴い、バイオプラスチックへの注目が高まっている。コンシューマーブランドのグローバル大手（レゴ、コカ・コーラ、フォード、マクドナルドなど）が集まり、さまざまなステークホルダーが参加してバイオプラスチックに関する知見向上を目指すBioplastic Feedstock Alliance (BFA) を結成した。BFAは「近年、テクノロジーや農業生産技術が向上しているため、素材を新たに製造する場合も、化石燃料由来の炭素を植物由来の再生可能な炭素に置き換える未来を描くことが可能になっている」としている²⁶。そうした循環性の高い、未来の「バイオエコノミー」では、農業や森林由来資源の投入が増えるため、社会や環境に悪影響を及ぼす問題が発生しないよう、意思決定の際は入念な配慮をし、責任ある調達をしなければならない。

23 BASF, *Economic, environmental and social performance*, 2019.

24 BASF, 2018年11月20日付ニュースリリース <https://www.basf.com/global/en/media/news-releases/2018/11/p-18-374.html>

25 Braskem, 2020年5月26日付ニュースリリース <https://www.braskem.com.br/europe/news-detail/braskems-bioplastic-recognized-at-un-event-as-one-of-brazils-most-transformational-cases-in-sustainable-development>

26 Bioplastic Feedstock Alliance, 2020: <https://bioplasticfeedstockalliance.org/who-we-are>.





ここに注目

化石燃料：リニア型のオペレーションモデルにサーキュラリティを取り入れる

当たり前のことだが、化石燃料の採掘と使用を中心としたモデルで業務を行う産業は、元来リニア型である。しかしそうした企業でも、業務の一部にサーキュラリティの要素を取り入れることは可能で、実際すでに、化石燃料使用の影響を減らすための先進技術の活用が始まっている。

例えば、掘削が終わった後の沖合油田の資産活用に向けて、さまざまな取り組みが行われている。北海だけでも最終的に約475基の油田施設、1万kmのパイプライン、15の陸上基地、5,000カ所の坑井のデコミッションングが必要になるが、ノルウェー企業のDNOは、油田のプラットフォームを転用して洋上風力発電事業に役立てる方法を模索している²⁷。地中海ではイタリアのエネルギー企業Eniが、デコミッションング後の油田プラットフォームを転用して再生可能エネルギー用アイランドとして活用できるようにするため、2つの用途を持つ波力タービンを開発中である²⁸。

Maersk Drillingは、INEOS Oil & Gas DenmarkとWintershall Deaが新たに設立したCO₂貯留コンソーシアムに参加している。このコンソーシアムは、操業を終えた海底油田やガス田を活用してCO₂を恒久的に貯留しようとするもので、2030年まで毎年約350万トンの貯留を目標にしている²⁹。Maersk Drillingは掘削によるカーボンニュートラル、さらにはカーボンネガティブ（CO₂排出量をマイナス）にする仕組みの開発を目指しているが、今回の参加はその計画の一環で、その他にClean Energy Systemsが行うカーボンネガティブ技術の開発への投資なども行っている³⁰。米国のOccidental Petroleumは、工場や発電所から出る温室効果ガスを大気中に放出せずに回収する方法を試験中である。回収したガスは、古い油田に注入して残った石油を押し出すという方法で、石油回収率の向上に使われる。ガスはそのまま地中にとどまり、自然環境には放出されない。

Occidentalは、Allam Cycleという新技術の実証に取り組むNet Powerへの投資も行っている。Allam Cycleは低炭素発電を可能にする技術で、燃料の天然ガスを空気ではなく純粋酸素で燃やすことで、CO₂を出さずに電力を生み出すことができる。また、ガス火力発電所から排出され、健康に影響を及ぼす大気汚染物質の代表である窒素酸化物の発生も防げる。Net Powerは2018年から小規模な施設で実証実験を開始しており、2022年をめどに商業規模の本格的な工場を建設したいとしている³¹。カリフォルニア州に拠点を置くClean Energy Systemsも、酸素燃料の仕様によりゼロエミッションを達成する技術を開発中である。同社によると、この技術の活用により、従来型の発電設備を比較、同量の燃料から得られる発電量が20%増加するとのことである³²。



27 Thomas, Allister, "Updated: Potential first for UK in plans to reuse offshore platforms for wind farms," *Energy Voice*, 27 Aug. 2019: <https://www.energyvoice.com/oilandgas/north-sea/206114/dno-in-talks-to-reuse-uk-north-sea-platforms-to-support-wind-farms>.

28 Ibbetson, Connor, "Engineers convert old oil rigs into wave energy sites," *New Civil Engineer*, 3 Apr. 2019: <https://www.newcivilengineer.com/latest/engineers-convert-old-oil-rigs-into-wave-energy-sites-03-04-2019>.

29 Staff, "Consortium aiming to re-purpose Danish North Sea fields for CO₂ storage," *Offshore*, 17 June 2020: <https://www.offshore-mag.com/home/article/14178029/consortium-aiming-to-repurpose-danish-north-sea-fields-for-carbon-dioxide-storage>.

30 Staff, "Maersk Drilling pursuing net-negative emissions technology," *Offshore*, 29 July 2020: <https://www.offshore-mag.com/drilling-completion/article/14180573/maersk-drilling-pursuing-netnegative-carbon-dioxide-emissions-technology>.

31 Net Power ウェブサイト、2020年10月アクセス: <https://netpower.com>. Patel, Sonal, "300-MW Natural Gas Allam Cycle Power Plant Targeted for 2022," *Power magazine*, 27 Nov. 2019: <https://www.powermag.com/300-mw-natural-gas-allam-cycle-power-plant-targeted-for-2022>.

32 Clean Energy Systemsウェブサイト、「Zero Emissions Power Generation」、2020年10月アクセス <https://www.cleanenergysystems.com/zero-emissions-power-generation>.

付加価値を生む

サプライチェーン上のパートナーシップ

大半の企業が、回収や再利用を目的とせず、供給のみを目的としたリニア型のサプライチェーンを構築している。しかしリニア型サプライチェーンが取りこぼしているのは、回収と再利用だけではない。シナジー効果や関係性の構築・増強もまた課題となっている。それとは反対に循環型サプライチェーンでは、バリューチェーンを通じてフィードバック提供やコラボレーション関係の強化、サステナブルな成長機会をお互いに研究し合うなど、新たな価値を生み出せる。顧客、サプライヤー、同業他社や他業種の企業をコラボレーションのパートナーと位置付けることで、ターゲット市場を転換させる革新的なアプローチの開発が可能になるのだ。例えば、従来のリニア型モデルでは調達はコストセンターと見なされるが、サーキュラリティの場合、サプライヤーはその場限りの取引相手ではなく、ともに価値を高めるパートナーだと考える。すなわち循環型アプローチでは調達は物の取引ではなく、商品はサービスに形を変え、リース、再利用、売り戻し、共有が可能になる。

化学セクターにおけるパートナーシップ

化学セクターでは、企業の利益が販売量に左右されないケミカルリースという新しい手法が定着している。この手法では、利益は化学品に関連した提供サービスによって発生する。そのため、化学品の使用は化学企業にとって売上ではなくコスト要因になる。化学企業と顧客は、資源効率の高い革新的なソリューションを共同開発したり、利益を公正に分配したりすることによって、メリットを得る。

化学業界のパートナーシップの成功例のひとつが、OpelとPPG Industriesの長期サービス契約である。Opelに塗料、コーティング剤、特殊素材を提供するPPGは、大規模な専門家チームをポーランドのOpel工場に送り込み、塗装工程の管理や、Opelの二次下請けとなる約50社の塗料サプライヤーの関係対応に当たっている。その結果、排水汚泥が重量にして30%減少し、排水の塩化物濃度が70%低下した。車両塗装についても、初回検査の合格率が50%から95%に向上し、正確さがほぼ倍増し、現在、塗装工程で使用される資源は30%少なくなっている³³。

水素領域でのパートナーシップ

エネルギー・ユーティリティ・資源（EU&R）セクターでも、サーキュラーエコノミーを目指して業界横断的なコラボレーションが生まれているが、その中で最も注目の事例は水素を中心とした取り組みだろう。特に、有害な汚染物質や温室効果ガスを直接排出しないクリーンな燃料としての水素である。しかし、産業用水素の需要は現在、ほぼ全てを化石燃料に依存しているため、結果としてCO₂の大きな排出源になっている。将来の水素燃料社会というビジョンは、グリーン水素（再生可能エネルギーなど低炭素エネルギー源によって製造された水素）またはブルー水素（天然ガスからCCUSを経て製造された水素）を基盤として構想されている。

水素の活用によって運輸、熱源、化学、鉄鋼など幅広いセクターの脱炭素化ソリューションが実現するため、複数セクターを組み合わせたサーキュラーエコノミーにおいて、水素は極めて重要な役割を果たすことになるだろう。水素は太陽光発電や風力発電で生まれた余剰電力を使って生産で、再生可能エネルギー電力の貯留のためのソリューションとしても非常に有望である。

コストも下がっている。Bloomberg New Energy Financeによると、再生可能エネルギー由来の水素製造コストは、世界の大半の地域で2050年までに1kg当たり0.7~1.6米ドルになる可能性がある。これは天然ガスの価格1MMBTU当たり6~12米ドルに相当する。そのため、現在のブラジル、中国、インド、ドイツ、スカンジナビアの天然ガス価格（エネルギー等価換算）に対しても競争力があり、天然ガスまたは石炭を原料に炭素回収・貯留技術を使って製造した水素よりも安い³⁴。

当該領域における成功には、セクターを横断した効果的なコラボレーションと政策によるサポートがカギになるだろう。EUは、水素エコシステムへの投資をポストコロナの経済復興計画の中心に位置付けている。2025年から2030年の間にEUの総合的なエネルギーシステムの不可欠な要素として水素を取り入れ、再生可能水素のために40ギガワット（GW）以上の電解槽能力を確保。EU域内で最大1,000万トンの再生可能エネルギー由来の水素を製造することを目指している。2030年以降は、脱炭素化が難しいセクターに対しても、再生可能エネルギー由来の水素を広く大規模に展開していく予定である³⁵。オーストラリアでは、国の科学研究機関であるCSIROがFortescue Metalsグループとパートナーシップを組み、水素技術に2,000万豪ドルを出資すると発表した³⁶。

グリーン水素を目的とした電力会社と化学企業のコラボレーションも、すでに始まっている。Nouryon、Gasunieに加え、4社が参加したコンソーシアムがEUの支援のもと、オランダに20MWの電解槽設置を進めている。運用が始まれば、この規模では欧州初となる³⁷。

世界最大のグリーン水素プロジェクトとして、米国企業のAir Products、サウジアラビアの電力・水企業Acwa Power、サウジアラビアの野心的な「未来都市」プロジェクトのNeomが参加する、50億米ドル規模の水素製造施設がサウジアラビアで開発中である。施設では日産650トンのグリーンアンモニアを製造する予定で、Air Productsが独占的に引き取って世界各地の需要地に輸送・分解し、グリーン水素を取り出して運輸業界向けに供給する³⁸。

セクターを横断するパートナーシップ

セクター横断的なパートナーシップの事例は他にもある。thyssenkruppのCarbon2Chemは、多様な工業部門を持つ企業グループであり鉄鋼メーカーである同社が、鉄鋼の製造過程で排出されるCO₂などの排ガスを活用してメタノールやアンモニアといった高価値の素材を製造する取り組みである。thyssenkruppはすでに高炉炉頂ガスの約60%を発電に利用しているが、このCarbon2Chemプロジェクトで残りのガスについても活用法を探る。thyssenkruppは他社とともにすでに6,000万ユーロを投資しており、CO₂をアンモニアやメタノールなどの素材として再利用するというサーキュラーエコノミーを目指して、セクターの垣根を越えた取り組みになっている。

ユーティリティ事業者のE.ONも、このCarbon2Chemプロジェクトに協力している。thyssenkruppの水素技術と自社の送電網を仮想発電所とリンクさせることによって、クリーンな電力の確保を支援している³⁹。E.ONの仮想発電所はPower-to-Xと呼ばれるシステムを採用しており、再生可能電力の余剰があるとき



にthyssenkruppの水素製造プロセスに供給される。すなわち、送電網の需要が高くなると水素製造を停止して、水素の電気分解に使っていた電力を一般の需要家に供給し、反対に、供給力を上回る電力が送電網に流れてきた場合は水素製造を増やすという仕組みである。

34 BloombergNEF, *Hydrogen Economy Outlook*, 30 Mar. 2020: <https://data.bloomberglp.com/professional/sites/24/BNEF-Hydrogen-Economy-Outlook-Key-Messages-30-Mar-2020.pdf>.

35 European Commission, *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe*, 8 July 2020: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf.

36 Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2018年11月22日付ニュースリリース <https://www.csiro.au/en/News/News-releases/2018/hydrogen-partnership-to-benefit-rd-jobs-exports>

37 NouryonおよびGasunie他、2020年1月22日付ニュースリリース <https://www.nouryon.com/news-and-events/news-overview/2020/nouryon-led-consortium-wins-eu-backing-for-pioneering-green-hydrogen-project>

38 Air Products, 2020年7月7日付ニュースリリース <https://www.airproducts.com/news-center/2020/07/0707-air-products-agreement-for-green-ammonia-production-facility-for-export-to-hydrogen-market>

39 E.ON, 2020年6月30日付ニュースリリース <https://www.eon.com/en/ueber-uns/presse/press-releases/2020/2020-06-30-e-on-and-thyssenkrupp-bring-hydrogen-production-on-the-electricity-market.html>



ここに注目

脆弱性とリスク認識が高まる世界におけるサーキュラリティ

サーキュラリティを重視することは、近年ますます重要なことだと受け止められるようになった。公害や廃棄物問題への対応として重要だというだけでなく、気候変動を抑制するためにも不可欠である。パリ協定では、地球の気温上昇を産業革命前の水準からプラス1.5°C未満に抑えるという目標が示されたが、官民協働グループのPlatform for Accelerating the Circular Economy (PACE) によると、サーキュラーエコノミーなくして、この目標は達成できないという⁴⁰。PACEの試算ではサーキュラリティは世界経済のわずか9%にすぎず、「サーキュラリティギャップ」と呼ぶものが存在するという。PACEはこのギャップを解消するため、公的機関と民間による取り組みを推進している。

EUは環境政策と経済政策の中心に循環性を位置付け、2020年にサーキュラーエコノミー行動計画（Circular Economy Action Plan）を開始した。この計画の公表に当たり、欧州グリーンディール（European Green Deal）担当のExecutive Vice PresidentであるFrans Timmermans氏は「現状、再生資源や再生素材が経済に戻される割合はわずか12%で、経済の大部分がリニア型である。多くの製品が簡単に壊れてしまい、再利用も、修理も、リサイクルもできないし、使い捨ての製品も多い。事業者と消費者の双方が取り組むべき膨大な領域が存在している」と語った。

2018年、EUは中国と協定を結び、サーキュラーエコノミーにおける協力をどのように進められるかについて、さらに理解を深めることになった。中国はサーキュラーエコノミーを国策に採用し、その手始めとして2008年にサーキュラーエコノミー促進法を制定した。同法は2018年に改正され、最新の五カ年計画では、国策と重要な経済政策の両方の観点から、サーキュラーエコノミーの重要性を確認した。

こうした数々の動きは、各国政府が単独で、あるいは多国間で協力しながらサーキュラリティを推進してきた取り組みを土台として起きてきたものである。OECDは2001年以降、生産者に使用済み製品の処理や廃棄に責任を持たせることを目的として拡大生産者責任（EPR）という施策を掲げている。生産者は金銭を支払うか、あるいは実際に製品を回収、処理、廃棄することを求められる。こうした方法は、生産時点にさかのぼって廃棄物削減に取り組むインセンティブとなる。現在では、EPRに電気用品や電子機器などの新しい品目や廃棄フローも含む方向へ、トレンドが向かっている。

40 Circle Economy, *The Circularity Gap 2019*, 2019: <https://www.circle-economy.com/resources/the-circularity-gap-report-2019>. この報告書は、Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE) の一環として発行されたものである。PACEはサーキュラーエコノミーを大規模かつ迅速に実現することを目的として、官民のコラボレーションや事業の加速を推進するメカニズムである。Royal Philips、地球環境ファシリテーター、国連環境計画のトップが議長を務め、50を超える主導的機関が集まって連携している。主催は世界経済フォーラム。



ビジネスモデルの

再考

既存のビジネスモデルにサーキュラリティの原則を取り入れることによって、企業は大きなメリットを生み出すことができる。コスト削減やリソース最適化に加え、新しい製品・サービスのアイデアや他のステークホルダーとの関係を通じた付加価値の創出も可能になる。しかし、それ以上の大きな変化を遂げる企業も多い。ビジネスモデルを見直して転換し、バリューチェーンの中で新しいポジションを獲得して、レジリエンスや競争力を高めることもできるのだ。

従来から炭化水素に強く依存してきた事業を行ってきた企業は、サーキュラリティの原則を足掛かりとして、脱炭素に向けて大きな戦略の転換を図っている。オーストリア最大手の国際的エネルギー企業OMVは、石油・ガス専業から下流の石油化学製品のトップ企業に転身しようとしている。石油をエネルギー製品とと絶えるのではなく、これからは産業用および消費者用化学製品提供のための原料として活用していくが増えていくだろう。OMVはウィーン郊外のシュヴェヒャト製油所にあるReOilのパイロットプラントで、使用済みの工業用プラスチックを熱分解して合成原油にリサイクルする方法を開発中である。使用済みプラスチックを廃棄せず、新しいプラスチックの原料や輸送用のエネルギーとして活用することが目的である。

他の多くの事例と同様に、これは完璧なサーキュラリティを目指そうという話ではない。リニア型のビジネスモデルから、たった一度の改革でクローズドループの循環型ビジネスモデルに移行できる企業はまれである。多くの場合、何度も改革を繰り返しながらリニア型と並行するかたちでサーキュラリティを増やしたり、リニア型を徐々に循環型に入れ替えたりすることで、サーキュラリティを構築していく。

石油・ガスセクターでも、こうしたプロセスが始まっている。企業各社は化石燃料依存を脱して再生可能エネルギーに転換し、電力やeモビリティのバリューチェーンの中で新たなポジションを獲得しようとしている。例えばShellとBPの2社は、遅くとも2050年までに、温室効果月排出量実質ゼロのエネルギー企業になることを目指すと発表した。排出量をゼロにする取り組みには循環性の強化も含まれていると思われるが、とはいえ完全なサーキュラリティに移行することを示しているとは考えにくい。鉱業など一部の業種は、本質的にリニア型産業であると見られるのが常だが、そうした業種でも、企業各社は事業のフットプリントについて、循環型エンドマーケットの実現に全面的に、あるいは一部でも貢献できる資源を増やす方向に動いていこう。例えば、バッテリー用の銅の生産などがその例である。

脱炭素化、分散化、デジタル化といったメガトレンドは、強い力で電力業界に前例のない迅速な進化を迫っている。そして今、電力会社は、サーキュラーエコノミーを動かす主要な基盤のひとつである再生可能エネルギー供給の中心にいる。Xcel、Energys、E.ONなど世界の多くの電力会社は、サーキュラリティというジグソーパズルを完成させるための大切なピースを推進し、彼らの顧客企業や各国が目指す100%炭素フリーや100%再生可能エネルギーといった目標の達成を支えている。

しかし中には、さらに幅広いサーキュラリティ戦略を実現する機会を見いだした電力会社もある。EnelグループはEnel Xを設立し、グループが持つ先進的なエネルギー関連サービスを1つの事業ラインに集約し、明確なサーキュラリティのサービスを提供する事業を開始した。Enel Xは、顧客の循環型経済戦略の実行を支援するハブとして自社を位置付けて、サステナブルな原料、製品寿命の伸長、プラットフォームの共有、PaaS（プロダクト・アズ・ア・サービス）、使用済み製品管理という5つを事業の柱として注力している。この5つは、サーキュラーエコノミーのビジネスモデルを構築する際に極めて有望な基盤となるものである。

コロナ禍を受けて、どの企業もビジネスモデルを見直すだろう。いち早くサーキュラリティの採用に乗り出せば、自社を中心にサーキュラリティを構築する機会を獲得できる。さらに、いずれ導入される規制や一般社会からの圧力に対して受け身になるのではなく、先回りして対応を計画することも可能になる。

政策による後押しも、力強さを増している。その最たるものがEUのサーキュラーエコノミー行動計画である。この計画では製品の持続可能性を義務付ける法令を制定することを目指しており、その一環として、エネルギー関連製品を対象としたエコデザイン指令 (Ecodesign Directive) についても、サーキュラリティに貢献できるよう、エネルギー以外にも対象を拡大し、できる限り多数の製品を含めることとした。この他にも世界各地で、サーキュラリティを目指す取り組みが多数実施されている。PwCが2019年に公表したサーキュラリティに関するレポートによると、EU以外の国でも19件の取り組みが進行中だった⁴¹。

サーキュラーエコノミー行動計画に先立ち、EUは2018年に使い捨てプラスチックに関するEU指令を採択した。欧州の海や海岸で最も多く見つかった使い捨てプラスチック製品10品目を規制あるいは禁止するものである。2018年現在、エクアドル、インド、ルワンダ、中国を含めた50以上の国がプラスチック汚染を減らすために行動している⁴²。

41 PwC『循環型経済への道』, 2019 <https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/thoughtleadership/2020/assets/pdf/circular-business-models-are-very-well-possible.pdf>

42 United Nations Environment Programme, *Single-use plastics: A roadmap for sustainability*, 2018: <https://www.unenvironment.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability>.



ここに注目

コラボレーションしながら転換を図る

大手石油会社が大手エネルギー会社への転身を図るにせよ、あるいは、さまざまな業種のさまざまな企業が水素経済から得られる将来の利益を計画するにせよ、持続可能性の高いビジネスモデルやサーキュラリティの増加は、企業による多くの重要な戦略的意思決定の上に成り立つだろう。

化石燃料を基盤とした旧来のモデルで事業を行っている企業は、ポートフォリオの管理と、炭化水素からクリーンな新エネルギーへの段階的移行について、重大な決断に直面することになる。水素経済に向けて技術も選択しなければならないし、セクターをまたいだバリューチェーンをどう構築するか、またセクター横断のどの領域の機会に注力するかも決めなければならない。

そしてどの企業も直面するのが、誰とコラボレーションするか、どんな投資が最大のリターンを生むかという決断である。

最大の価値が創出できるのはどこか、そしてその方法は何かという点だけでなく、新しいバリューチェーンの中で、利害が一致する（ときには利害が対立する）どの相手とコラボレーションするかも見極めなくてはならない。

循環型のバリューチェーンは、統合的かつ双方向的なエコシステムでなければならない。そこに利益を共有するコミュニティがあることを認識してコラボレーションできるようなシステムを設計することが必要であり、参加者はその推進に資するような文化やスキルを醸成する必要があるだろう。そのコミュニティには政府や規制当局も含まれる。また、目標、基準、優遇措置、報告の方法などの決まりごとを策定する最良の方法も入念に検討しなければならない。その新しいエコシステムがいかにイノベーションを促していけるか、またイノベーション実現のためにいかに迅速に規制を進化させていけるかが、重要な課題となる。



サーキュラー トランスフォーメーション (循環型モデルへの転換) に乗り出すために

サーキュラリティを構築する上で、エネルギー・ユーティリティ・資源 (EU&R) セクターの企業は大きな役割を果たすことができるだろう。サーキュラリティへの転換を加速させるテクノロジーの発展は、その多くがEU&Rセクターのオペレーション領域内で起きている。素材の組成、効率改善、電化、水素製造、生物化学と合成化学、炭素の回収と活用などに関するイノベーションは全て、EU&Rセクターにかかわりが深い。

世界の今後を考えると、コロナ禍を経験し、気候変動への懸念が深刻化する中で、リニア型の古い経済モデルはますます避けられるようになるだろう。本レポートで紹介した事例にも明らかのように、新しい世界はすでに姿を現しつつある。経営者がサーキュラリティを取り入れようとするときに、指針となる6つのステップを示した。これらは、最近の多くの成功例のもとになっており、持続可能性の高い未来に向けた機運を醸成したい企業の役に立つはずである。

企業がとるべき6つのステップ

- 1** **サーキュラリティを取り入れる機会を特定する。**現在の事業による環境影響や事業の方向性がどこに向かっているかを考える。自社の業務内容の他、サプライヤー、顧客、ステークホルダーなど社外のコミュニティについても詳しく調べ、サーキュラリティを取り入れる機会について評価する。
- 2** **戦略とビジョンを明確にする。**サーキュラリティの目標を設定し、その達成に必要な戦略を策定する。目標達成のために取り組み加わる人に広く周知し、理解させる。
- 3** **サーキュラートランスフォーメーションへの転換の道筋を計画する。**このステップは、企業によって簡単に済む場合もあれば、ビジネスモデル全体の転換を伴う大きな作業になる場合もある。いずれにしても、サーキュラリティへの転換を可能にする自社の能力を具体的に把握することが必要である。
- 4** **サーキュラリティのためのコラボレーションとフレームワークを構築する。**効果的な循環型エコシステムを作り上げるために、必要な連携関係を構築する。エコシステムは十分に機能している市場の中で、しっかりとしたフレームワークのもとに築くことが必要である。また、明確なルール、専用のインフラ、物流ネットワークの整備も必要である。
- 5** **進捗を測定、評価、連携する。**十分な管理・報告プロセスを通じて進捗をモニターする。また、そのプロセスを活用して戦略の精緻化を行う。
- 6** **競合、顧客、規制当局が動く前に動く。**後追いになって他者の動きに合わせるのではなく、自らの方法でサーキュラートランスフォーメーションを進めていくことが望ましい。

PwCグローバルネットワーク

主なお問い合わせ先

Jeroen van Hoof

Global Leader, Energy, Utilities & Resources
PwC Netherlands
+31 88 7921328
jeroen.van.hoof@pwc.com

Niloufar Molavi

Global and US Oil & Gas Leader
PwC United States
+1 713 356 6002
niloufar.molavi@pwc.com

Nils Naujok

Global Chemicals Leader
PwC Strategy & Germany
+49 30 88705855
nils.naujok@pwc.com

Jock O'Callaghan

Global Mining & Metals Leader
PwC Australia
+61 3 8603 6137
jock.ocallaghan@pwc.com

Gavin Sanderson

Global Energy, Utilities & Resources
Advisory Leader
PwC UK
+44 7740 157147
gavin.sanderson@pwc.com

Dr. Peter Gassmann

Managing Director, Strategy & Europe,
and PwC's Global ESG Leader
Partner, PwC Germany
+49 69 97167470
peter.gassmann@strategyand.de.pwc.com

Olesya Hatop

Global Energy, Utilities & Resources
Clients & Markets Industry Executive
PwC Germany
+49 211 9814602
olesya.hatop@pwc.com

各地域のお問い合わせ先

Asia-Pacific

Australia

Guy Chandler
+61 7 3257 5796
guy.chandler@pwc.com

China

Lisa B. Wang
+86 106533 2729
binhong.wang@cn.pwc.com

India

Sambitosh Mohapatra
+91 1243306008
sambitosh.mohapatra@pwc.com

Indonesia

Sacha Winzenried
+62 215212901
sacha.winzenried@id.pwc.com

Japan

Norio Katayama
+81 90 5408 1882
norio.katayama@pwc.com

South Korea

Wonseok Yoo
+82 27094718
won-seok.yoo@pwc.com

Europe

Austria

Michael Sponring
+43 1501882935
michael.sponring@pwc.com

Belgium

Marc Daelman
+32 27107159
marc.daelman@pwc.com

Denmark

Claus Dalager
+45 89 32 57 72
claus.dalager@pwc.com

Finland

Kimmo Vilske
+358 407320850
kimmo.vilske@pwc.com

France

Pascale Jean
+33 156571159
pascale.jean@pwc.com

Germany

Folker Trepte
+49 89 5790 5530
folker.trepte@pwc.com

Greece

Evangelos Markopoulos

+30 6942431298

vangellis.markopoulos@pwc.com

Hungary

Ádám Osztovits

+36 14619585

adam.osztovits@pwc.com

Ireland

Kim McClenaghan

+353 7920 6912

kim.a.mcclenaghan@pwc.com

Israel

Eitan Glazer

+972 3 795 4664

eitan.glazer@il.pwc.com

Italy

Alessandro Grandinetti

+39 348 2505073

alessandro.grandinetti@pwc.com

Netherlands

Viviana Kooistra-Voorwald

+31 88 7923353

viviana.voorwald@pwc.com

Dr. Jens Dinkel

Sustainability

+31 6 3987 5134

jens.d.dinkel@pwc.com

Norway

Ole Martinsen

+47 952 61 162

ole.martinsen@pwc.com

Poland

Dorota Debinska-Pokorska

+48 502184883

dorota.debinska-pokorska@pwc.com

Portugal

Joao Ramos

+351 213599296

joao.ramos@pt.pwc.com

Russia

Tatiana Sirotinskaya

+7 4959676318

tatiana.sirotinskaya@ru.pwc.com

Spain

Carlos Fernandez Landa

+34 639 136076

carlos.fernandez.landa@pwc.com

Sweden

Eva Carlsvi

+46 10 212 67 45

eva.carlsvi@pwc.com

Switzerland

Marc Schmidli

+41 58 79221 564

marc.schmidli@ch.pwc.com

Turkey

Murat Colakoglu

+90 2123266434

murat.colakoglu@pwc.com

United Kingdom

Drew Stevenson

+44 7710 002801

drew.stevenson@pwc.com

Middle East and Africa

Middle East

Neil O'Keeffe

+971 56 676 3097

neil.okeeffe@pwc.com

Francophone Africa

Emmanuel Le Bras

+221 77 464 08 77

emmanuel.lebras@pwc.com

The Americas

Argentina/Latin America

Ezequiel Mirazon

+54 48506000

ezequiel.mirazon@ar.pwc.com

Brazil

Ronaldo Valino

+55 21 3232 6139

ronaldo.valino@pwc.com

Canada

Helen Bremner

+1 972 965 1078

bremner.helen@pwc.com

Mexico

Eduardo Reyes Bravo

+52 55 5263 8962

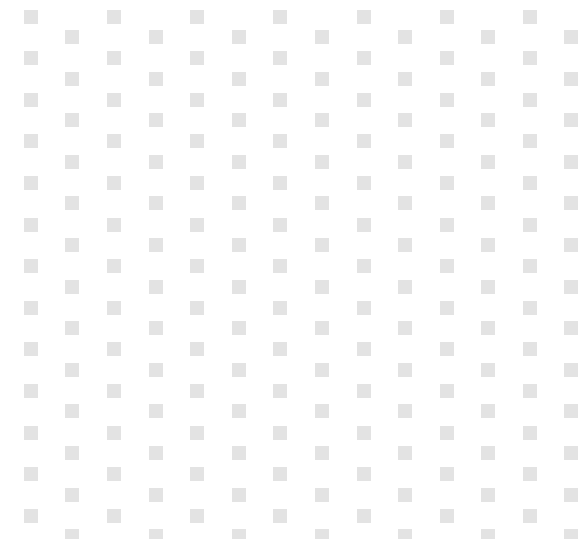
eduardo.reyes.bravo@pwc.com

United States

Michael A. Herman

+1 312 298 4462

michael.a.herman@pwc.com



日本のお問い合わせ先

PwC Japanグループ

www.pwc.com/jp/ja/contact.html



PwCコンサルティング合同会社

片山 紀生

PwC Japanグループ エネルギー事業部 リーダー
PwCコンサルティング合同会社 パートナー
エネルギー・資源・鉱業事業部 リーダー

村尾 康次

シニアマネージャー
PwCコンサルティング合同会社
エネルギー・資源・鉱業事業部

内藤 陽

シニアマネージャー
PwCコンサルティング合同会社
エネルギー・資源・鉱業事業部

枝元 美紀

シニアマネージャー
PwCコンサルティング合同会社
エネルギー・資源・鉱業事業部

www.pwc.com/jp

PwC Japanグループは、日本におけるPwCグローバルネットワークのメンバーファームおよびそれらの関連会社（PwCあらた有限責任監査法人、PwC京都監査法人、PwCコンサルティング合同会社、PwCアドバイザリー合同会社、PwC税理士法人、PwC弁護士法人を含む）の総称です。各法人は独立した別法人として事業を行っています。

複雑化・多様化する企業の経営課題に対し、PwC Japanグループでは、監査およびアシュアランス、コンサルティング、ディールアドバイザリー、税務、そして法務における卓越した専門性を結集し、それらを有機的に協働させる体制を整えています。また、公認会計士、税理士、弁護士、その他専門スタッフ約9,000人を擁するプロフェッショナル・サービス・ネットワークとして、クライアントニーズに的確に対応したサービスの提供に努めています。

PwCは、社会における信頼を構築し、重要な課題を解決することをPurpose（存在意義）としています。私たちは、世界155カ国に及ぶグローバルネットワークに284,000人以上のスタッフを擁し、高品質な監査、税務、アドバイザリーサービスを提供しています。詳細は www.pwc.com をご覧ください。

本報告書は、PwCメンバーファームが2021年11月に発行した『Taking on tomorrow The rise of circularity in energy, utilities and resources』を翻訳し、日本企業への示唆を追加したものです。翻訳には正確を期しておりますが、英語版と解釈の相違がある場合は、英語版に依拠してください。

電子版はこちらからダウンロードできます。 www.pwc.com/jp/ja/knowledge/thoughtleadership.html

オリジナル（英語版）はこちらからダウンロードできます。 www.pwc.com/gx/en/industries/energy-utilities-resources/future-energy/energy-circularity.html

日本語版発刊年月：2021年8月 管理番号：I202104-01

©2021 PwC. All rights reserved.

PwC refers to the PwC network and/or one or more of its member firms, each of which is a separate legal entity. Please see www.pwc.com/structure for further details.

This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.