

サーキュラーエコノミー変革のための 社会基盤DX



科野宏典



樹 世中

CONTENTS

- I 動き始めたサーキュラーエコノミー
- II サークュラーエコノミー実現がもたらすインパクト
- III サークュラーエコノミー実現に向けて解決すべき重要課題
- IV サークュラーエコノミー実現を推進するための社会基盤DX
- V 目指すべき日本型サーキュラーエコノミーとアプローチ

要約

- 1 サークュラーエコノミー（CE）は、従来の「大量生産・大量消費・大量廃棄」のリニアエコノミーに代わる持続可能な経済システムとして注目されているが、産業政策としての意味合いも濃く、将来的に企業・産業の競争戦略に大きく影響する可能性がある。
- 2 CEへの変革においては、製品のエコデザインだけでなく、ビジネスモデルのエコデザインが必要不可欠である。CEビジネスモデルによって期待される事業機会やリスクを見据えつつ、持続可能な事業づくりを目指す必要がある。
- 3 ビジネスモデルのエコデザイン化では、製品ライフサイクル全体のシステムを再設計し、資源効率と付加価値（収益）を最適化することを目指す。そのため、動脈産業（製造・販売）および静脈産業（解体・破碎・選別）の変革とともに、システムをつなぐ社会基盤（プラットフォーム）を構築しなければならない。
- 4 CEの社会基盤として、バリューチェーンの各事業プロセスを構成するプレーヤー間のデータ連携とともに、製品・サービスや企業経営のCE評価手法や標準規格化、CEビジネスモデルを促進させるファイナンス・スキームなど、CEへの転換を支援する仕組み・ツールが求められる。これらの社会基盤を構築する上で、デジタル技術を活用したデジタルトランスフォーメーション（DX）が期待される。
- 5 日本としては、GAFANAなどのプラットフォームへの対抗、CE政策を通じて競争力強化を狙うEU戦略への対応という観点からも、CEビジネスモデルへの転換を重視すべきである。日本の強みである製造業が主導し、静脈企業と連携しながらCEビジネスモデルを模索しなければならない時期にきている。

I 動き始めた サーキュラーエコノミー

1 国内外で注目されるCEコンセプト

サーキュラーエコノミー（Circular Economy：以下、CE）は、従来の「大量生産・大量消費・大量廃棄」のリニアエコノミー（線形経済）に代わり、製品や資源を可能な限り長く保全あるいは活用しつつ、廃棄物を最小化した持続可能な経済社会システムのことを意味する（図1）。

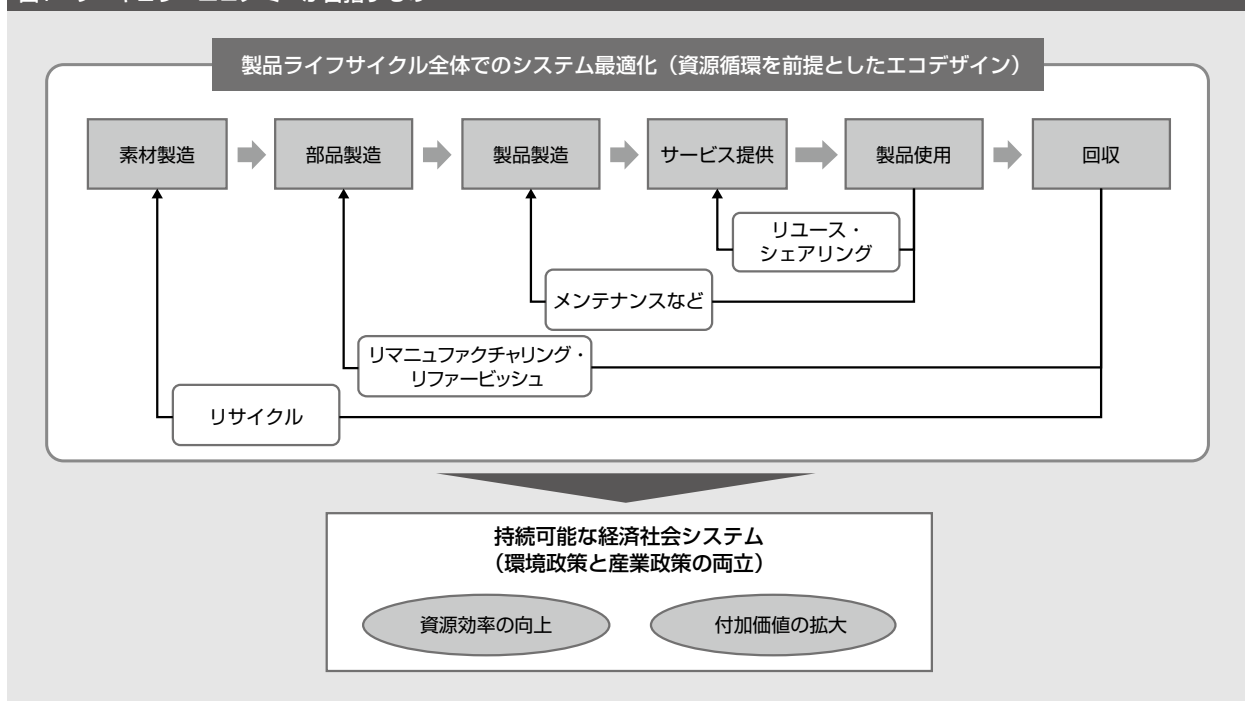
欧州連合（EU）は、政策方針としてCEコンセプトを2015年に打ち出し、新EU委員会によって17年に策定された欧州グリーン・ディール政策においても、重要政策の一つとして位置付けている。20年にはアクションプランが発表され、持続可能な製品づくりを推進するための取り組み強化にかかわる方針が示

された。

以前から資源効率を政策方針として掲げていたものの、リニアエコノミーからの転換を意識しており、特に産業政策としての意味合いが強い。再生材やリユースなどの目標設定、製品ライフサイクルでの環境情報開示などが議論されており、EUの産業競争力を高めるルールづくりという狙いがある。産業界においても、CEの規格づくりを推進したり、13年にCEの推進を目的として設立されたプラットフォームCE100（Circular Economy 100）では、100社を超える企業や行政、NGO、大学などが参加し、連携強化や情報共有、実証・検討などを行っている。

一方、日本では、リニアエコノミー下での経済発展に伴って顕在化してきた廃棄物処分場の逼迫を契機に、1990年代から循環型社会に向けた3R政策（リデュース、リユース、リ

図1 サーキュラーエコノミーが目指すもの



サイクル)が進められてきた。「循環経済ビジョン」が発表された99年の時点で、製品ライフサイクルでの環境負荷の削減やエコデザインなどの方向性が、既に循環経済の課題として示されていた。2020年5月には、近年のシェアリングやサブスクリプションといった資源効率と事業収益性を両立させる新しいビジネスモデルの広がりも踏まえ、新たな循環経済政策として「循環経済ビジョン 2020」が策定されている。

CEというコンセプトは、単に資源効率を高める社会システムではなく、経済活動と環境保全を両立できる持続可能な社会システムを目指したものである。産業政策や環境政策、消費行動、ビジネスモデル、情報インフラなど、さまざまな社会・経済側面で変化・革新が進み始めた今、CEへの動きを加速させる絶好のタイミングにきている。

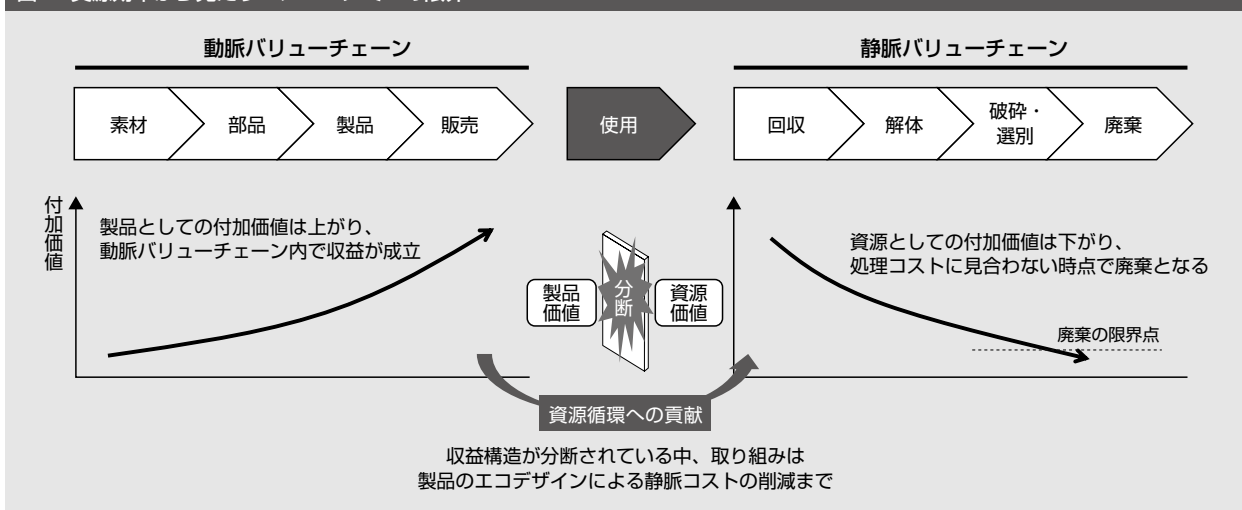
2 限界に近づきつつある リニアエコノミー

第二次世界大戦後の高度経済成長期以降、

技術開発とともにさまざまな製品が生まれ出し、生活水準や利便性が向上する中で大量の製品が生産され、普及してきた。その後、大量廃棄が社会問題となって、3R政策によって資源効率の向上や廃棄物処分量の削減といった大きな成果を上げてきたものの、資源効率の観点からはリニアエコノミーの限界が近づいている。

リニアエコノミーの限界にかかわる根本的な要因の一つとして、大量生産・大量販売によって収益が成立するビジネスモデルがある。経済協力開発機構(OECD)が提唱してきた「拡大生産者責任」の下、製品の使用時や廃棄時などの環境負荷を減らすためのエコデザインや、リサイクルなどの取り組みが進んできたものの、それらは販売後のバリューチェーンを取り込んで資源効率の最大化を目指すビジネスモデルとはいえない。製造・販売までを「動脈」、使用後のリサイクルや廃棄処分などを「静脈」として捉えた場合、資源循環の観点では動脈と静脈のバリューチェーンが分断されている(図2)。

図2 資源効率から見たリニアエコノミーの限界



このため、動脈と静脈を連携させて資源効率を最適化するための解決方策として、製品ライフサイクルにわたるバリューチェーンをつないで持続可能な社会を目指す「サーキュラーエコノミー（CE）」が期待されている。経済面では、資源消費の抑制によるコスト削減とともに、回収資源や遊休資産などの活用による利益や雇用の創出などの効果がある。エレン・マッカーサー財団（以下、EMF）の試算によると、CEへの転換によって、欧州では2030年までに最大2.1兆米ドルの年間利益を生み出し、中国では40年までに約10兆米ドル（中国のGDP予測の16%）を節約すると予測されており、相当の経済的なインパクトが見込まれている。

3 CE実現を促進させる社会動向

今、CEへの動きが加速化しつつある背景として、急速に発達するデジタル技術を活用したビジネスモデルの登場や消費行動の変化とともに、もう一つの重要な環境課題である気候変動対策としての認識の高まりが挙げられる。

ハード・ソフトの両面で発達・普及するデジタル技術は、大きく社会システムやビジネスモデル、消費行動を変革するポテンシャルを持っている。センサー・ネットワーク技術が動脈や静脈の情報をつなぎ、ブロックチェーン・暗号技術などによる高いセキュリティの下、ビッグデータ解析やAIなどを活用して新たな製品・サービスやビジネスモデルを生み出しやすい環境にある。

政府においては、スマートシティや Society 5.0といった、デジタル技術を活用した社会システムの構築を目指した動きがある

一方、産業界ではデジタルトランスフォーメーション（DX）によるビジネス革新が活発化している。また「モノ消費」から「コト消費」への消費行動も変わりつつあり、デジタル技術の発達がサブスクリプションやシェアリングなどのビジネスモデルの普及を後押ししている。

気候変動対策では、化石資源のエネルギー消費に伴う二酸化炭素の排出削減と気候変動の安定化を目標に、省エネルギー化とともに再生可能エネルギーへの転換が進められている。しかしながら、高い目標を達成するためには、エネルギー対策だけでなく、同時に製品対策を徹底しなければならない。素材・部品・製品の生産時にもエネルギーを投入していることから、使用済み製品の単なる廃棄は生産時のエネルギーを無駄にすることになる。このため、バイオマスなどの再生可能資源や使用済み製品からの回収資源を活用して資源効率を向上させるCEは、重要な気候変動対策の一つとしても位置付けられ、一層の政策強化が見込まれる。

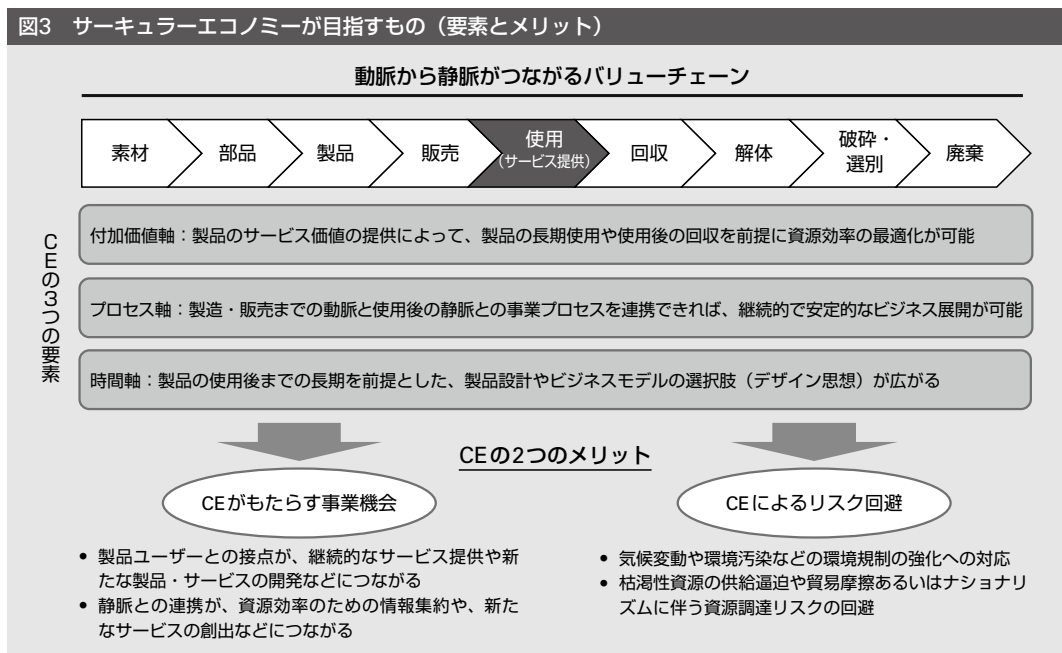
II サーキュラーエコノミー実現がもたらすインパクト

1 持続可能性につながるCEの要素

CEは、環境保全面における環境負荷の最小化、資源効率の最大化とともに、経済社会面での新たな産業創出や収益構造の転換を両立させながら、持続可能性を目指すものである。そのためには、製品のエコデザイン化だけでなく、ビジネスモデルのエコデザイン化が欠かせない。

CEにおけるビジネスモデルのエコデザイ

図3 サーキュラーエコノミーが目指すもの（要素とメリット）



ン化では、持続可能性の向上に貢献する主要素として、次の3点が考えられる（図3）。

①付加価値軸：製品の生産・販売による収益ではなく、便益（サービス）の提供による収益になれば、製品の長期使用や使用後の回収を前提に資源効率を最適化した事業プロセスが可能

②プロセス軸：製造・販売までで分断されずに、使用・廃棄後までの事業プロセスが連携できれば、継続的な関係に基づくビジネス展開が可能（ユーザーとのつながり、静脈とのつながり）

③時間軸：製造・販売までの短期ではなく、使用・廃棄後までの長期の事業期間になれば、長期を前提とした製品設計やビジネスモデルの選択肢が広がる

2 事業機会・リスクから見た CEのメリット

CEへの転換を通じて、事業機会およびリ

スク回避の両面において次のようなメリットが想定され、事業の持続可能性に貢献できると考えられる。

(1) CEがもたらす事業機会

製品ユーザーとは販売後の使用・廃棄にわたって接点（つながり）を持つことが可能となり、継続的なサービス提供や新たな製品・サービスの開発などにも対応できる機会が得られる。また静脈との連携（つながり）によって、資源効率に資する情報の集約や新たなサービスの創出などにも展開できる機会が想定される。

(2) CEによるリスク回避

気候変動、環境汚染、廃棄物処理などの環境規制が強化されており、最近では製品ライフサイクルやサプライチェーンでの環境対応も重視されつつある。また枯渇性資源の供給逼迫や、貿易摩擦あるいはナショナリズムに

伴う調達制約が高まってきている。製品ライフサイクル全体かつ長期間のビジネスを前提にした、ビジネスモデルのエコデザイン化は、事業制約となるリスクの回避に資するものと考えられる。

Ⅲ サーキュラーエコノミー実現に向けて解決すべき重要課題

CE実現に向けては、次に示すエコデザイン化の方向性と、その具現化のためのアプローチが重要な課題となる。

1 資源効率を高める製品のエコデザイン化

製品のエコデザイン化の必要性はこれまでも指摘されており、リニアエコノミーと同様に、次の3つが製品のエコデザイン化の方向性として挙げられる。

まず製品寿命の延長が最重要になる。できるだけ長期に使用できる製品づくりによって、使用期間当たりの資源消費量を削減することができる。長寿命化は製品数の減少をもたらすものの、CEでは、製品のサービス化によって収益モデルを変え、また継続的なサービス提供も可能となる。そのための手段としては、耐久性の強化や構造の冗長化、部品交換・修理の容易化、部品のモジュール化、さらにはモジュール交換による機能更新などがある。

次いで、第三者による「リユース」、別製品の部品・材料として利用する「リマニュファクチャリング」、中古品などを整備して新品に準じた状態に仕上げる「リファービッシュ」など、できるだけ素材に戻すことなく、

製品や部品として使用し続ける方法がある。用途としては限られるが、モーターや二次電池など、多様な製品に共通する高品質な部品などであれば、十分に利用できる可能性がある。CEにおける製品のサービス利用の普及を想定すれば、部品などの二次利用を前提とした製品設計や事業連携にも可能性が広がる。そのためには、製品や部品の使用履歴や性能評価などのデータ共有が重要となる。

最後に、素材に戻して再利用する「リサイクル」が挙げられる。しかしながら、使用済み製品を回収して素材に戻すには、相当のコストやエネルギーが必要となる。CEにおいては、リサイクルしやすい設計に加えて、低コストでの回収システム、さらには資源回収を前提とした再生素材の供給といったビジネスモデルを合わせつつ、収益性あるいは資源確保の観点から製品のエコデザイン化を考えていかなければならない。

2 全体最適のためのビジネスモデルのエコデザイン化

CEのビジネスモデル例としては、資源効率という観点から、廃棄物から資源を取り出して再生材や二次製品として活用するリサイクルなどは当然のこと、必要な分だけを受注生産する「オンデマンド」や、デジタルによるサービス提供（音楽配信など）を行う「脱物質化」なども取り上げられている。ここでは、消費行動の変化や情報技術の発展を背景に広がりつつある、シェアリングやサブスクリプションなどによる製品のサービス化について、3点から注目している。

まず製品の所有者がユーザーではなく、メーカーであることが想定され、素材や部品、

設計や性能までを熟知しているメーカーであれば、最適な製品設計を行うことができる。次に、製品の使用時に消費者や使用履歴といった情報を把握することも可能であり、使用履歴などの情報に基づいて適時にメンテナンスや修理・交換などを行えば使用期間を延ばすことにつながる。使用後においても、使用済み製品の所有者として回収や資源活用などの方法を決める立場にあることから、使用済み製品を二次資源として効率的に確保し、特に希少資源の資源調達リスクを軽減できる。

このように、製品のサービス化では貴重な資源（資産）を最大限に活用して投資効率を高めるためのエコデザインを考案し、実行しやすくなる。これまでのリニアエコノミーを変革するポテンシャルを有するCEビジネスモデルになると考えられる。

3 エコデザインを具現化する 3つのアプローチ

製品およびビジネスモデルのエコデザインを具現化してCEを実現していくためには、①動脈産業（製造・販売）の変革、②静脈産業（解体・破碎・選別）の変革、③製品ライフサイクルにわたる社会基盤（プラットフォーム）の構築、が必要である（図4）。

(1) 動脈産業（製造・販売）の変革

CE実現に向けては、製品およびビジネスモデルのエコデザイン化は避けられない根本的な課題である。しかしながら、リニアエコノミーという大量生産の下で生み出されてきた製品が現在の企業経営や事業収益を支えており、新たにCEビジネスモデルに転換していくことは容易ではない。一方で、消費行動

や情報技術などの大きな社会変化が進む中、ビジネスモデルを対応させていくタイミングにあることから、既存概念を取り払ってCEでの製品付加価値や事業収益などの捉え方を見つめ直し、動脈産業から変革を起こすといった意気込みが求められる。

(2) 静脈産業（解体・破碎・選別）の変革

CE実現のためには、静脈産業の役割が非常に重要になってくる。これまでは、資源活用できる部品や素材などを解体・破碎・選別といった基本技術によって取り出してきたが、資源効率の観点からは、処理品質を高めて付加価値のあるリサイクル原料を生み出すために、処理プロセスの高度化が必要になる。

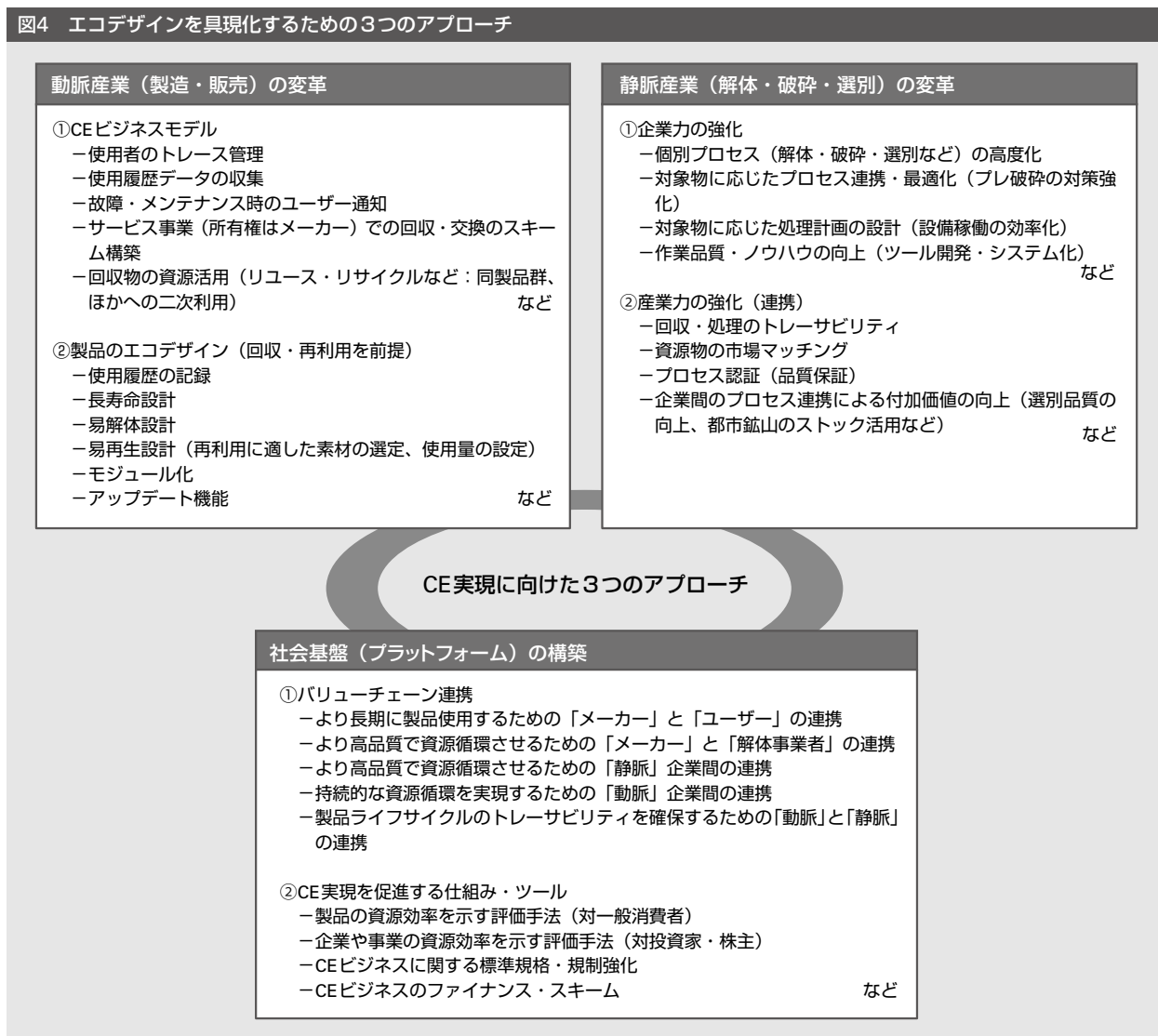
しかしながら、静脈産業は各地域に根付いた中小規模の事業者が大半で、処理プロセスや処理品質の体系化や標準化には至っておらず、動脈産業のような企業間連携やデジタル技術活用もあまり進んでいない。CEに対応していく準備が十分な状況にあるとはいえ、今後、デジタル技術をうまく活用しながら処理プロセスを高度化して、企業力強化と企業間連携の両面から変革に取り組む時期にきている。

(3) 社会基盤（プラットフォーム）の構築

CEに適応した製品ライフサイクル（ビジネスモデル）に転換していくためには、動脈産業および静脈産業それぞれの変革に加えて、製品ライフサイクルにおける動脈から静脈までをつなぐ社会基盤（プラットフォーム）を構築することが第3の重要課題となる。

製品設計とビジネスモデルのエコデザイン

図4 エコデザインを具現化するための3つのアプローチ



は一体的なシステムであり、動脈産業あるいは静脈産業における個々のプレイヤーが単独でシステムを組み立てることは困難である。バリューチェーンの各プレイヤーが連携してCEビジネスモデルの全体システムを統合化していくことが、CEの実現に近づくための重要なポイントとなる。

4 低付加価値製品にとっての課題

CE実現に向けて、自動車や家電などの耐

久消費財は、貴金属などの枯渇性資源を使った高付加価値の製品であり、製品の使用時にはデータ連携しやすいものであることから、ビジネスモデルのエコデザイン化は比較的イメージしやすい。しかしながら、EUのCE政策において容器包装や衣類、建設・建築などが重要製品として取り上げられているように、他製品のCEも考えていかなければならない。ここでは、低付加価値製品として一般消費者が使う生活用品や衣類、家具などを想

定し、CE実現に向けた課題を整理する。

高付加価値製品との相違点として、資源（素材）としての価値が低いこと、市町村によるごみ収集があることの2つがCE実現の障害になる。耐久消費財ではない生活用品には、資源価値が高い金属はあまり使われず、プラスチックやガラス、木材などが主な素材となる。再び資源として活用しようとしても回収・選別などのコストがかかることから、リサイクルなどでの事業収益を確保することは困難である。一方で、一般消費者はごみを市町村の収集に排出できるため、リサイクルなどのために使用済み製品を集めることは容易ではない。

これらの障害に対して、CEビジネスモデルを構築するためには、次に示す課題を解決する必要がある。

(1) 再生可能資源および再生素材の活用

資源価値の低い素材の資源循環は経済的に困難であることを踏まえると、枯渇性資源ではなく、資源循環される再生可能資源を活用することが解決策として挙げられる。次に、資源価値が低いためにごみとして収集・処理せざるを得ないことを想定すると、他製品からのリサイクル原料の受入先として再生素材をカスケード活用（低品質な素材として）できれば、資源効率の向上につながる。特に、他人での再使用や素材としての再利用が困難な使い捨て製品にとって重要なエコデザインである。

(2) ビジネスモデルのサービス化

低付加価値製品にとっても、ビジネスモデルのエコデザインとしてサブスクリプション

やシェアリングなどのサービス化がCE実現に役立つと考えられる。サービス化によって、顧客との継続的な関係を保つことができれば、使用済み製品を回収しやすくなり、低付加価値製品であっても、回収を前提にした素材や設計などの製品エコデザインを通じて、低コストでの資源循環を構築しやすくなる。加えて、事業をより安定的に継続することにもつながるものと期待される。

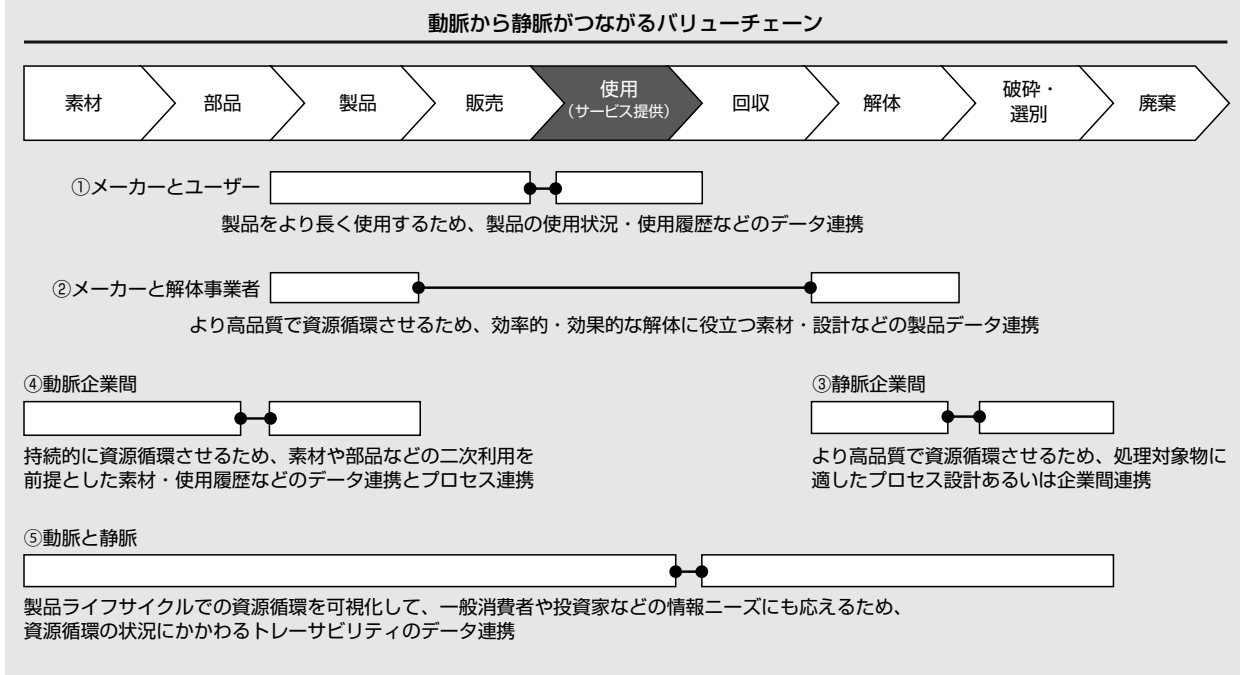
(3) 回収システムの低コスト化

資源循環では、使用済み製品の回収は必要不可欠なプロセスであるが、回収のためのコスト負担が障害である。資源価値の低い素材であれば、回収システムを低コスト化できなければ、資源循環は成立し得ない。効果的な有望策といえるものはないが、製品の入れ替え時の回収や、他社・他製品との共同回収、他製品のリサイクルルート（二次利用）への合流など、解決策を見いだす必要がある。P&Gジャパンやイオン、味の素、キヤノンなどの22社が参画表明している、化粧品や飲料などの容器を回収・再利用する事業Loop（米テラサイクル）は一つの参考例になる。

IV サーキュラーエコノミー実現を推進するための社会基盤DX

CEを実現するための社会基盤（プラットフォーム）については、DXという新たな発想の下、リニアエコノミーのビジネスモデルとは異なる方向性を見いだしていく必要がある。ここでは、バリューチェーン連携のあり方と、CE実現を促進する仕組み・ツールの観点から、DXによるCE社会基盤づくりの方

図5 CE社会基盤におけるバリューチェーン連携



向性を整理する。

1 CE実現に必要な バリューチェーン連携

CE実現のためのバリューチェーン連携のあり方について、プレイヤー間（事業プロセス間）の観点から5つの連携が重要になると考えられる（図5）。

(1) より長期に製品使用するための 「メーカー」と「ユーザー」の連携

製品をより長く使用するためには、製品の使用状況・使用履歴などにかかわるデータを記録・管理することが重要であり、それらのデータは修理・部品交換などのメンテナンスやリユースを適時・適切に行うための基礎的な情報となる。しかしながら、サービス型製品であっても、メーカーあるいはサービス提

供者が製品の使用データを管理することをユーザーが許容しないことも想定されるため、ユーザーの協力が得られる情報管理・サービス提供を考えていく必要がある。

既に製品開発では、サービス型製品でなくても、センサー技術やIoTなどによって製品の使用データを管理してビジネスに活用する取り組みは既に始まっている。CEにおいても、製品使用時のデータ管理の仕組みづくりは製品を通じてメーカーとユーザーが繋がる手段として重要な社会基盤となる。

(2) より高品質で資源循環させるための 「メーカー」と「解体事業者」の連携

最終的に使用済みとなった製品から、まだ使用可能な部品や、高価あるいは希少な部品・素材などを取り出す解体プロセスは、高い資源効率かつ低いコストで資源循環を行う

上で非常に重要な役割を持つ。しかしながら、解体プロセスでは手作業が多く、コスト負担が大きくなりやすいため、解体を行うにも限度がある。製品メーカーが有している、製品・部品などの設計や素材などのデータは、資源価値の高い部品などの特定や効率的な解体作業の検討に有益な情報となる。

たとえば、電気自動車やハイブリッド自動車などに使われる二次電池（リチウムイオン電池など）や高性能モーターは耐久性が強く、汎用的な使用も可能であることから、自動車の製品寿命が来ても部品として二次利用可能であることが想定される。二次利用の可能性を評価する上で、製品の使用時データは有益な情報であり、解体事業者にデータ連携できれば、二次利用の促進につながることを期待される。

製品メーカーにとっては秘匿性の高いデータであることから、CEでは、データのセキュリティを担保しながら、解体事業者と必要な情報を共有できる仕組みが新たな社会基盤として必要になる。

(3) より高品質で資源循環させるための

「静脈」企業間の連携

これまでの、解体プロセスにおいて、売却による収益が期待できる部品や処理時の危険性を持つ部品などを取り外した後は、残されたさまざまな残滓を破碎・選別することでリサイクル原料を回収してきた。CEでは、使用済み製品を再び素材・部品などの調達源とするためには、より高品質なリサイクル原料を目指す必要がある。

破碎前の解体時には、素材・品質や構造に応じた分類で取り外し、各分類に適した破

碎・選別することによって、解体から破碎・選別のプロセス全体を最適化することが重要な課題である。ただ、プロセス全体の最適化に取り組めるのは、解体から破碎・選別までの一貫したプロセスを持つ事業者に限られる。一貫したプロセスを持たない事業者の場合には、それぞれの事業者が持つプロセスや技術には処理対象物によって得意・不得意があることから、事業者間の連携の下、役割分担によってプロセスを最適化できる可能性はあると考えられる。

そのため、CEでは、解体から破碎・選別のプロセス全体を最適化するため、解体・破碎・選別のプロセス・技術や処理物などのデータを静脈の企業間で共有・連携する仕組みが社会基盤として必要になる。

(4) 持続的な資源循環を実現するための

「動脈」企業間の連携

回収したりサイクル原料の資源循環を完結させる上では、再生（精製）・加工メーカーと最終製品メーカーによる連携も重要になる。低品質な再生材としてカスケード利用することから脱却して、より高品質な材料として再生し、さらには再び同様製品の材料として循環させるため、製品メーカーは再生（精製）・加工メーカーと協力して、高度な資源循環の仕組みを構築する必要がある。

またリマニュファクチャリング、リファビッシュなど、部品などの二次利用による資源循環では、素材や設計などの情報共有や、性能や品質などの評価・保証などが事業化する上での課題になると想定される。製品メーカーと二次利用者の協力関係がなければ、リマニュファクチャリングなどの実現は非常に

難しいと考えられる。

一つのCEビジネスモデルとして完成させるためには、動脈内でも素材メーカー、部品メーカー、最終製品メーカー、二次利用者など、動脈の企業間において、業務プロセスを連携させる社会基盤が求められる。

(5) 製品ライフサイクルの

トレーサビリティを確保するための

「動脈」と「静脈」の連携

最終的には、製品ライフサイクル全体にわたって資源循環を円滑に機能させるために、動脈から静脈までの資源循環をデータとしてトレースし、必要に応じて情報共有・可視化することも重要である。特に、金属くずの精製リサイクルやプラスチックのケミカルリサイクルでは、再生材はバージン材との見分けがつかず、動脈企業における再生材の活用状況を見えにくくする可能性がある。静脈企業から供給されたリサイクル原料が、素材メーカーによって再生素材となり、再生材として加工されて再び製品に使用されたことを証明できれば、再生材の活用に取り組む動脈企業にとってもメリットとなる。

また資源循環や気候変動、生物多様性など、持続可能性にかかわる法規制強化やESG投資などの動きを踏まえると、今後、CEへの取り組み状況は企業の持続可能性にかかわるリスクになると認識され、気候変動と同様、投資判断材料である非財務情報の一つとして、資源循環の情報開示要請が高まることも想定される。

このためCEでは、製品のライフサイクルにかかわる動脈と静脈の連携を通じて資源循環のトレーサビリティを確保できる仕組み

(データの共有、可視化など)が、前述した(1)から(4)の連携とともに必要な社会基盤となる。

2 CE実現を促進する仕組み・ツール

CEビジネスモデルを普及させていく上では、その製品・サービスを提供される一般消費者や、CEビジネスモデルに取り組む企業や事業に出資する投資家・株主といったステイクホルダーに対して、資源効率にかかわる取り組み状況や到達レベルなどを、指標などによって可視化していくことが重要である。加えて、製品・サービスを提供する動脈や、資源循環のための機能を担う静脈にかかわるプレーヤーに対しては、CEビジネスモデルにかかわるルールや基準などを整備していくことがCE実現の加速化につながる(図6)。

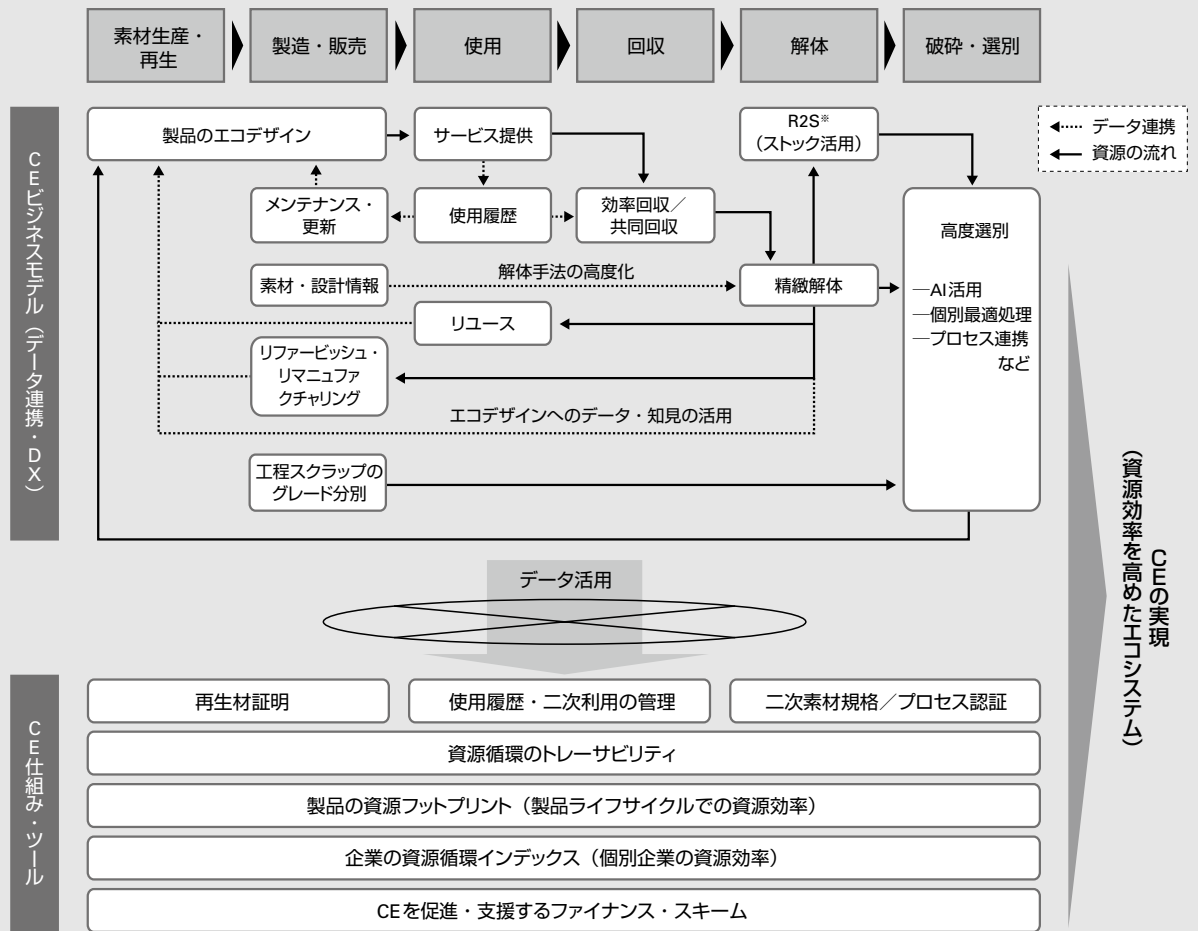
(1) 製品の資源効率を示す評価手法

(対一般消費者)

一般消費者にとっては、家庭生活での省エネルギー対策は、光熱費の削減という経済的メリットが定量データとして得られることから理解されやすいが、家庭生活での資源循環は経済的メリットが分かりにくい。このため、消費者の環境意識にアピールするため、製品の資源効率を示す評価指標が役立つものと考えられる。

製品ライフサイクルでの二酸化炭素の排出量を示すカーボン・フットプリントは、製品の環境データを示す先行事例であり、EUでは、製品・サービスの資源効率を示す評価指標に関する議論が始まっている。

図6 CEの全体イメージ（ビジネスモデルの構成要素と仕組み・ツール）



※ Reserve to Stock：回収した資源の付加価値を高めるため、回収量や市況などに応じて一時的にストックする

(2) 企業や事業の資源効率を示す 評価手法（対投資家・株主）

気候変動問題にかかわるリスクが顕在化しつつある中、投資家・株主の間では長期的な視点で持続可能性のある企業や事業を重視するESG投資の動きが活発化している。石炭火力発電など、投資対象外を示したネガティブリストが公表される一方、持続可能性のある投資対象にかかわる分野と判断基準を設定したタクソノミーを策定する取り組みが進められている。CEも対象分野の一つであり、既に欧

州復興開発銀行の「Green Transition Bonds」など、CEを資金用途対象として公表された事例もある。

タクソノミーの一分野として、CEにかかわる資源循環分野が取り上げられており、企業や事業の資源効率を評価する手法も検討されている。EMFが公開したツール「Circulytics」は、製品の資源循環を定量的に把握して管理するための支援ツールであり、賛同する企業の協力を得て開発された。

(3) CEビジネスに関する

標準規格・規制強化

今後、さまざまなCEビジネスモデルや資源循環の仕組みが模索される中、どのようなCEビジネスモデルが望ましいか、CEビジネスモデルの開発・普及のためにどのようなルールや基準が必要か、CEビジネスをどのようにマネジメント・評価していくべきかといったニーズが高まることが想定される。

既に2019年からCEの国際標準づくりが国際標準化機構（ISO/TC323）にて行われており、CEビジネスモデルやマネジメントシステムなどの規格が検討されている。またEUのCE政策では、再生材やリユースの拡大などの規制強化が議論されている。

いずれも各国の企業・産業にとって不利な要件となるリスクがあり、率先してCEビジネスモデルに取り組むことで、標準規格や規制強化に対処できるように準備する時期にきている。

(4) CEビジネスのファイナンス・スキーム

当然のことながら、CEビジネスモデルへの転換には相当の投資が必要であり、資金を呼び込むためのファイナンス・スキームの整備も求められる。

前述した評価指標や標準規格などは、投資対象として適切なCEビジネスモデルを選定するための重要な判断材料として期待される一方、CEビジネスモデルによっては不利な評価となるリスクが懸念される面もあるが、ファイナンス・スキームは、CEビジネスモデルの普及を支える仕組みとして必要不可欠であると考えられる。

既にCEを対象としたファイナンスの動き

もある。資産運用会社であるブラックロックは、EMFと連携して、CEへの転換を加速するためのファンドを2019年に組成し、ファイナンスによる支援に取り組んでいる。

3 CEビジネスモデルの 実現を支えるDX

CEビジネスモデルの社会基盤として、製品ライフサイクルおよびバリューチェーンでのデータ連携が必要不可欠である。しかしながら、新たなCEビジネスモデルでは、従来の事業プロセスや商流、さらには収益配分や産業構造までを変える可能性を持つ、大胆な変革が必要になることが想定される。

このため、ブロックチェーンや暗号化なども含め、高度なデジタル技術を活用したDXを実行することが、CEビジネスモデルの実現の成否をにぎると考えられる。

V 目指すべき日本型サーキュラー エコノミーとアプローチ

CEは持続可能な経済システムであり、非常に強い推進力や体制がなくては、これまでのリニアエコノミーからの転換は実現し得ない。動脈から静脈にわたるバリューチェーンの連携は、大きな困難や紆余曲折を伴う課題を克服していくため、動脈主導・静脈連携によるCEビジネスモデルの推進とともに、CE社会基盤としての法制度や仕組み、ルールづくりなどの政策支援、そして社会基盤DXを実現するためのプラットフォーマーやファイナンスの協力が必要不可欠である。

新しいCEビジネスモデルとそれを支える社会基盤は、短期的に立ち上げられるもので

はなく、個々の成功事例を積み上げながら、社会基盤として段階的に発展させていくというアプローチが重要になる。

1 動脈主導・静脈連携による CEビジネスモデル

製品ライフサイクルでの資源効率、持続可能性を高めるCEビジネスモデルでは、リニアエコノミーにおける各プレイヤーの役割だけではなく、産業構造や収益分配までを変える可能性を有する。最新の情報技術によるDXが、新たな製品・サービスを生み出し、より高い付加価値と資源効率を両立させるCEビジネスモデルに転換する大きな潜在力となり得る。また製品・サービス市場で競争力を高めてきたGAFAなどのプラットフォーマーへの対抗、CE政策を通じて競争力強化をねらうEU戦略への対応という観点からCEビジネスモデルを捉えてみることも重要である。

CEビジネスモデルへの転換に乗り遅れてしまうと、企業経営の持続可能性にかかわる重大なリスクとなる懸念もあり、日本としても、CEを目指した取り組みを強化し、日本型CEビジネスモデルを世界に提示していかなければならない。日本型のCEビジネスモデルは、CE政策の推進において静脈メジャーが積極的に関与する欧州とは異なり、優れた技術・ノウハウとともに資本力を持つ製造業が主導しながら、新たな技術・ビジネスモデルに高い関心を持つ静脈企業と連携する形を目指すことになると考えられる。既にCEビジネスモデルにつながる事業化に先行的に取り組む静脈企業も登場してきており、動脈企業がそれらの事業を積極的に活用する動きも増えてきている。

日本型CEビジネスモデルを目指しては、製品を熟知する製造業の主導と、使用済み製品の資源活用ノウハウを持つ静脈企業との連携によって、製品ライフサイクル全体で付加価値（収益）と資源効率を最適化することが、競争力や持続可能性の向上に貢献すると期待される。

2 動脈主導を実行するための アプローチ

CEビジネスモデルにおいて動脈が主導的な役割を担う必要がある一方、リニアエコノミーで作りに上げてきた従来のビジネスモデルでの収益構造や成功体験がある中、大きくCEビジネスモデルに舵を切るとは相当の困難を伴うことが見込まれる。またCEビジネスモデルの構築はすぐに実現できるものではなく、さまざまな紆余曲折を経ながら最適解を見いだすために時間がかかることも想定される。

このため、次の3つのアプローチを念頭において、CEビジネスモデルに取り組むべきであると考えられる。

(1) 実行できることからステップアップ

CEビジネスモデルでは、製品ライフサイクル全体のエコデザイン化を目指すとはいえ、当初の時点で最適解を見いだすことは容易ではなく、バリューチェーン上のすべてのプレイヤーを短期間で巻き込むことは現実的ではない。

このため、CEビジネスモデル仮説に対して、実行しやすいところから部分的、段階的に取り組み、次第にCEビジネスモデルとして拡張していくというアプローチも一つの選

択肢である。

(2) 新規のものから切り開く

事業収益が成立している既存ビジネスモデルをCEビジネスモデルに転換するためには、社内外の多くの関係者と調整しながらさまざまな障害を乗り越えなければならず、かなりの時間とリーダーシップ、調整力が必要となる。既存事業ではなく、白地から立ち上げていく新規事業であれば、CEビジネスモデルに取り組みやすい。

このため、新製品あるいは新サービスの事業案件、また未進出の国・地域での新規参入案件など、新規のものを対象にCEビジネスモデルを検討するというアプローチも必要になる。

(3) 外部パートナーの力を注入する

CEビジネスモデルを具現化していくためには、これまでのビジネスモデルにかかわる先入観を排除し、新たな価値観や発想を持つことが重要である。しかしながら、動脈主導とはいえ、大手メーカー自らが新たな価値観や発想からCEビジネスモデルを見いだすことは容易ではない。

そこで、外部の価値観や発想を取り込むため、先鋭的な知見や技術、事業を有する外部プレーヤーを巻き込むことが一つの解決策となり得る。CEビジネスモデルに取り組むス

タートアップや、高度な資源循環の開発に取り組む先進的な静脈企業などは、CEビジネスモデルを具現化するための重要なパートナーになり得る。

CEビジネスモデルは、製品ライフサイクル全体での資源効率の最適化を狙ったコンセプトであるが、以下3点を念頭に置きつつ、これまでの経営や政策を見直す時期にきていることを認識しなければならない。

- ①企業経営にとっての競争戦略（機会・リスク）に重大な影響を与え得る
- ②動脈と静脈の全体システムを再構築するものである
- ③高度な情報技術によるDXがCEビジネスモデルの実現を後押しする

著者

科野宏典（しなのひろのり）

野村総合研究所（NRI）社会システムコンサルティング部上席コンサルタント

専門は資源循環や気候変動などにかかわる環境政策、環境経営、環境ビジネスの戦略立案、実行支援など

樹 世中（いつきせいちゅう）

野村総合研究所（NRI）社会システムコンサルティング部主任コンサルタント

専門はサーキュラーエコノミー、資源・廃棄物政策など