

21世紀政策研究所 研究プロジェクト

サーキュラーエコノミー

— 新しい成長のために



21世紀政策研究所

THE 21ST CENTURY PUBLIC POLICY INSTITUTE

目 次

研究委員一覧	iii
はじめに ― 本報告書の趣旨と概要..... 梅田 靖	1
第1章 グローバル潮流の変化と CE への転換の必要性.....	5
(1) グローバル経済からの転換とサーキュラーエコノミー型ビジネス 赤穂 啓子	5
(2) サーキュラーエコノミーとデジタルトランスフォーメーション 岩野 和生	10
(3) 欧州 CE 先進企業の戦略..... 喜多川和典 フィリップス、ミシュラン、Bundle、enevo、マッドジーンズ	18
(4) ビジネスモデルの発展	23
第2章 進化する欧州 CE 政策	33
(1) 産業戦略としての CE	33
(2) 最新の欧州政策―DX 視点での分析..... 岩野 和生	35
第3章 欧州先進企業の CE×DX×成長戦略.....	39
(1) ドイツ独自の CE 規格策定について..... 喜多川和典	39
(2) BASF―ドイツの化学メーカーによる戦略..... 岩野 和生	45
(3) Catena-X―自動車業界におけるプラットフォーム..... 廣瀬 弥生	48
(4) ルノーのモビリティ専用のサーキュラーエコノミー工場「Re-FACTORY」 喜多川和典	50
第4章 日本国内における CE 取り組みへの動き	53
(1) 政策や企業の取り組みからみえる日本的 CE の捉え方..... 梅田 靖	53

（２）日本企業の最新事例紹介	赤穂 啓子	56
① CLOMA—CE ビジネス実現へ産業界が終結		56
② KOBE PLASTIC NEXT—市民参加で地域のコミュニティを再生		61
③ 石坂産業—廃棄物処理業から資源循環企業へ		65
④ 立花テキスタイル—尾道発のサーキュラーエコノミー		69
 第５章 新しい成長に向けて		73
（１）産業共生	岩野 和生	73
（２）東南アジアを視野に日本版環境ビジョンを示す必要性	廣瀬 弥生	77
（３）MMI（マスターマテリアルインテグレーター）構想	岩野 和生	82
（４）人材育成について	廣瀬 弥生	88
（５）機能のエコシステム	喜多川和典	90
 おわりに — 次のステップに向けて	梅田 靖	95

*本報告書は、21 世紀政策研究所の研究成果であり、経団連の見解を示すものではない。

研究委員一覧

研究主幹

梅 田 靖 東京大学大学院工学系研究科人工物工学研究センター教授

委員（五十音順）

赤 穂 啓 子 経済ジャーナリスト
岩 野 和 生 元三菱ケミカルホールディングス
チーフデジタルオフィサー
喜多川 和 典 日本生産性本部エコ・マネジメントセンター長
廣 瀬 弥 生 東洋大学情報連携学部教授

21 世紀政策研究所

吉 村 隆 事務局長
千 葉 裕 子 主任研究員
青 野 耕 太 主任研究員

（2024 年 3 月時点）

はじめに ― 本報告書の趣旨と概要

東京大学大学院工学系研究科人工物工学研究センター教授

梅田 靖

EU のサーキュラー・エコノミー（CE）政策は、直接的には、2015 年の CE 政策パッケージから始まったが、それ以前から連綿とした流れがあることは押さえておきたい。CE 以前には、「資源効率」という言葉が多用されていたし、1990 年代には、WEEE（廃電気電子製品）指令、ELV（廃自動車）指令が施行され、「統合製品政策（Integrated Product Policy）」という概念も議論された。これらの歴史的蓄積の上に、2010 年代にエレンマッカーサー財団が CE という形で概念整理を行い、今日の隆盛を見たと理解すべきであろう。CE 以前と CE 以後の違いを大幅に簡約化して言えば、CE が環境政策であるだけでなく経済政策、成長戦略であること、EU のデジタル強化戦略と強く結びついていることの 2 点である。

CE 政策の柱は 2 つに要約できる。1 つは、例えば海洋プラスチック問題への対応として、プラスチックのリサイクルなどの資源循環を社会に定着させる流れである。もう 1 つは、脱大量生産・大量販売・大量廃棄ビジネスに向けた流れである。CE の基本的なキャッチフレーズが「資源を作って、使って、捨てるリニアエコノミーから資源を循環的に利用するサーキュラー・エコノミーへ」と言っているように、CE には、市場競争の座標軸を変え、ものづくり／価値提供のやりかたを変えようという思考方法が根幹にある。だからこそ、循環方法として、材料リサイクルよりも、長寿命化／長期使用、メンテナンス、アップグレードといったものが重視されるのであり、シェアリング、サブスク、製品サービスシステム、PaaS（Product as a Service）といったビジネスモデルが議論される。こういった考え方は、2000 年代にブームになった、サービス工学、サービス・サイエンスの影響に見ることができる。なおかつこれが、大量生産・大量販売が必ずしも得意ではないヨーロッパの産業競争力強化に結びつくのである。そしてこの 2 つの柱をデジタルがコア技術として支えているという構図である。

この 2 つの柱とデジタルが、様々に組み合わせられて EU の政策になっている。例えば、バッテリー規則において、新品のバッテリーを製造するためには Co、Ni、Li のリサイクル材を使用しなければならないという規定はまさに 1 つ目の柱の強力な施策であり、バッ

テリーパスポートはデジタル、そしてその情報を活用して、長寿命化、メンテナンス、リユースやリパーパスなどによりバッテリーを有効活用するビジネスを振興しようというのが2つ目の柱である。この意味で、我が国においては3R (Reduce、Reuse、Recycle) の考え方が行き渡っているがゆえに産業界においてもCEの施策としてリサイクルを推進するという動きが多いが、必ずしもそれだけがCEではない。リサイクルは、資源を有効に活用するという意味ではCEの必要条件に近い。しかし、CEの本質は、ビジネスモデルの展開やデジタルの活用によって競争力を高めることである。本報告書は、リサイクルよりもむしろこれらの視点を中心に論じている。

CEに期待される効果としては、資源枯渇対策、海洋プラスチック問題対応などの側面ももちろんあるが、ものの生産量、流通量、排気量を減らすことによるカーボンニュートラルとのWin-Win関係の構築がEUにおいて強調される点であり、さらには、コロナ禍、ウクライナ危機などによる半導体に代表されるサプライチェーン途絶問題への対応として経済安全保障問題の文脈でも重視されるようになっており(第1章(1)参照)、この面は、EUのみならず我が国を含め、CEの考え方が広がるきっかけとなった。例えば、我が国においても2023年3月に経済産業省が「成長指向型の資源自律経済戦略」を発表した。これは、CE戦略そのものであり、その目的が「資源自律経済」にあることを示している。

この経産省の戦略が示すように経済成長であったり、人々のWell-beingや豊かさ、企業競争力向上などを追求する人間活動を抑制することは難しいと考えられる。むしろそれをプラネタリー・バウンダリーに代表される地球の有限性の範囲内に収めることが「持続可能性」の意味ではないだろうか。従来から、経済成長やWell-beingの向上と、温暖化ガス排出量、廃棄物量などを切り離す「デカップリング」という考え方が広く普及しているが、例えば、GDP/温暖化ガス排出量と考えた時にこの比率を拡大しようというのが従来の「相対的」デカップリングであり、現在求められているのは、拡大してかつ、分母の絶対量をプラネタリー・バウンダリーの範囲内に収める絶対的デカップリングである。この意味で、絶対的デカップリングの資源面に注目すればCEであるし、温暖化、自然資本に注目すればそれぞれカーボンニュートラル、ネーチャーポジティブということになる。すなわち、根は同じであり、CEを単独で捉えてはいけない。逆に言えば、デカップリングに貢献する手段は、何でも有効と言え、その1つの表れが「有効な」リサイクルということになる。また、リサイクルをやればCEということではない。恐らく、脱大量生産・大量販売ビジネスがブルーオーシャンであり、EUはこのブルーオーシャンを法的強制力を使いな

がら作り出そうとしている。

本節の最後に、EU 以外の各国の動向を簡単にまとめておく。米国は連邦政府レベルは活発ではないが、Apple、マイクロソフトなどグローバル企業が持続可能性に対して積極的であることの一環として CE も積極的に展開している。また、テスラに代表されるようにデジタルを活用したものづくりなどのイノベーションも依然として活発なことも CE と無関係な動きではない。また、EU では CE の一環として捉えられる「修理権」（例えば、Apple のスマートフォンが簡単に修理できないようになっていることはけしからんという考え方）が、州レベルでは法制化されていること、グリーン公共調達認証制度である EPEAT はかなり先進的であることも注意が必要である。本研究会の委員のうち数名は、ISO における CE のルール作りに関与しているがその状況を見る限り、ブラジルには CE の法制度が既に整備されているなど、中進国、途上国においても CE という考え方は新鮮かつ魅力的に映るようであり、実装がどこまで進むかは予断を許さないものの、CE の概念は世界的に広がりつつある。特に、中南米やアフリカには国を超えて CE を普及させる団体や活動があり、我が国も東南アジアでリーダーシップを発揮する必要性は極めて高いと考えられる。さらに、中国の最新動向は不明であるものの、資源循環を産業競争力強化の一環として捉える考え方は広く受け入れられており、CE に向けた法整備も着々と進めつつあるという認識である。我が国においては、2020 年前後から産業界で CE という言葉が急速に興味を持たれるようになった。これらの動きを受けて、経団連においては 2023 年 2 月に「サーキュラー・エコノミーの実現に向けた提言」を公表し、先に述べたように経産省は 2023 年 3 月に「成長指向型の資源自律経済戦略」を発表した。詳細については第 4 章で述べる。

以上のように、国内外の動向は CE に向けて急速に動いており、我が国の産業界においても CE に取り組む、より具体的には CE 型のビジネスを開始、拡大することが喫緊の課題である。その理由は、世界における競争の座標軸が変わりつつあり、CE がその一端を端的に表しているからである。ビジネス面への CE の示唆は、デジタルを基盤技術とした脱大量生産・大量販売・大量廃棄であり、そこに資源循環が付いてくるということである。高品質なもの（ハードウェア）だけをできるだけ低価格で作るという古典的なものづくりの発想では中国を始めとした新興国に勝てないのは明かである。また、CE は EU が強力に推進しているが、前述の ISO TC323 に代表されるようにグローバルスタンダード化しつつある。例えば、自動車の製造にリサイクルプラスチックの一定割合の使用の義務づけ

が EU で検討されているが（第 1 の柱）、これが実施された場合、欧州向けとそれ以外の地域向けに自動車の設計と生産を切り分けることは困難であると言われており、EU 基準に合わせざるを得ない。さらに言えば、地球にプラネタリー・バウンダリーがある以上、長期的にはいつかは大量生産・大量廃棄から脱却し、絶対的デカップリングを実現せざるを得ない。このような状況において、プロアクティブに動いて先行者利益を狙ってゆくのが欧米の企業であり、できるだけ現状維持して遅く対応しようとするのが日本企業に見えてしまう。この論点は**第 5 章（2）**でも詳しく論じるが、この体質を変えることが何より重要なのではないだろうか。

今後プロアクティブに動くとして、その際の進むべき方向性は本報告書を通して様々に示唆されているが、簡単に要約すれば、ハードウェア製品の売り切りではなく、製品のバリューチェーン全体を活用した価値提供を考えなければならない。それは、デジタルをフルに活用したサービサイズに繋がってくる。さらに言えば、**CE×DX** だけでは不十分であり、その上に、プラットフォーム戦略が必要になってくる。**第 1 章（4）**で議論されているがここは日本企業が不得意な分野かもしれない。**第 1 章（2）**で議論されているように、ここまでの仕組みを実現することは恐らく 1 社ではできないし、やる必要がない。恐らく、デジタルをベースにした、複数企業間での価値共創による機能のエコシステムといったものに行くはずである。その時に、全体の設計者、指揮者として「循環プロバイダー」の役割が重要になる。

第1章 グローバル潮流の変化と CE への転換の必要性

(1) グローバル経済からの転換とサーキュラーエコノミー型ビジネス

経済ジャーナリスト

赤穂 啓子

① 経済安全保障と CE

サーキュラーエコノミー (CE) と真剣に向き合う企業が増えている。その背景には、資源の枯渇やカーボンニュートラルへの対応という従来の課題に加え、経済安全保障の観点が急浮上している。新型コロナウイルス感染症のパンデミックやロシアによるウクライナ侵攻をきっかけに、世界のサプライチェーンは分断の危機に直面した。米中摩擦の激化を筆頭に覇権主義国と民主主義国の対立も先鋭化している。資源や材料を世界から自由に調達できるグローバル経済の時代から、確保が困難な状況が明日にも起こりうる時代へと変化を余儀なくされている。企業にとって CE は中長期の課題ではなく、目の前に現れた避けられないテーマと認識された。経営の中核に CE を掲げる企業が増加し、CE に取り組むことが投資家から評価される重要項目になりつつある。日本の産業界は、始動は緩慢だが動き出せば着実に歩みを進める特性がある。今こそ、産業全体で CE 型経営へと転換をはかるべき時だ。

② CE 型ビジネス二つのアプローチ

CE 型ビジネスは大きく二つのアプローチがある。一つは、資源を循環させることでバージン材の投入を極力低減させるという考え方。製品の長寿命化や修理のしやすさの追求、使用済み製品のリサイクルを徹底させるというものだ。もう一つは、所有からシェアリングへのビジネスモデルの転換だ。所有を前提とした売り切り型のビジネスモデルは供給過多を生みやすい。それが大量生産・大量廃棄を招く要因ともなっている。シェアリングはプラットフォームやメーカーなどが、商品を適切に管理しながら、消費者に利用してもらう。売り切り型より当初の収益は少ないが、利用を通じて消費者との接点を増やすことで、新たな収益機会を作り出し、収集したさまざまなデータを有効活用することで、新製品開発に結び付けるといった活用策が考えられる。日本では CE の中でも、プラスチックなどのリサイクルが注目されることが多いが、CE 型ビジネスはもっと大きな概念でとら

えていくべきものである。EU が掲げる CE 政策は長寿命や修理しやすさが重視され、リサイクルは最終手段と下位に位置づけられている。日本企業も CE に取り組むうえで、リサイクルだけでなく、視座をより高く持ちながら自社の経営に取り込んでいく発想が必要になっている。

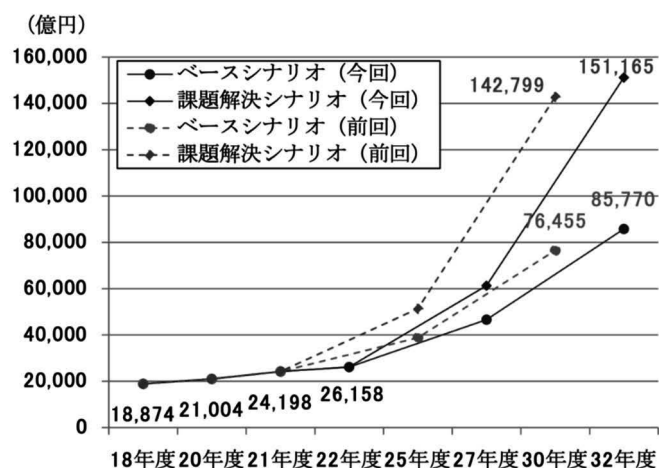
③ CE 型ビジネスの台頭

日本においてもさまざまな業種で CE への取り組みが進みつつある。特に流通業界や消費財メーカーなど、消費者との接点が多い企業で顕著だ。ヤマダ電機は中古家電の販売を拡大させている。消費者から回収した家電を自社工場で修理し、リユース家電として販売する。新製品と同様に 1 年、2 年などの保証を独自につけているのが特徴だ。個人間の商品売買のプラットフォーム「メルカリ」。メルカリが取り扱う流通額は約 1 兆円規模にまで拡大している。これらはリユース商品に価値を見出す消費者が増加していることの表れと言えるだろう。

サブスク型ビジネスは、自動車市場でゆっくりではあるが着実に拡大している。トヨタ自動車の「KINTO」など自動車メーカーが手掛けるもののほか、ENEOS や SOMPO ホールディングスなど他

業種からの参入も目立つ。各社で共通しているのは、月額定額制で車両代金、各種税金、

図表 1-1-1：シェアリングエコノミー協会の市場予測



図表 1-1-2：LUUP のポート



赤穂撮：虎ノ門 2 丁目タワー

登録諸費用、自賠責保険、任意保険、メンテナンスなど、所有型なら毎年発生する費用が含まれていることだ。1 台の自動車を複数の会員が共同で利用するカーシェアリングも、利用者数が 300 万人を超え成長している。このほか、ファッション衣料を月額定額で提供するエアークローゼットの会員数は 100 万人を超えた。電動キックボードのシェアリングサービスを提供する LUUP は利用拠点(ポート数)が 4,400 か所を超えるなど、都市部を中心に定着し

つつある。また、フードロスへの意識の高まりや冷凍技術の進化を背景に、冷凍食品を専門に扱うスーパーや専門店、宅配サービスも急増している。サブスクやシェアリングビジネスは、大企業だけでなく、スタートアップ企業が手掛けるものが多い。消費者の嗜好の変化に応じて、サービス内容を柔軟に変更する臨機応変さが求められており、意思決定が速いスタートアップ企業に適したビジネスとして、さまざまなサービスが登場している。

④ 資源循環の課題

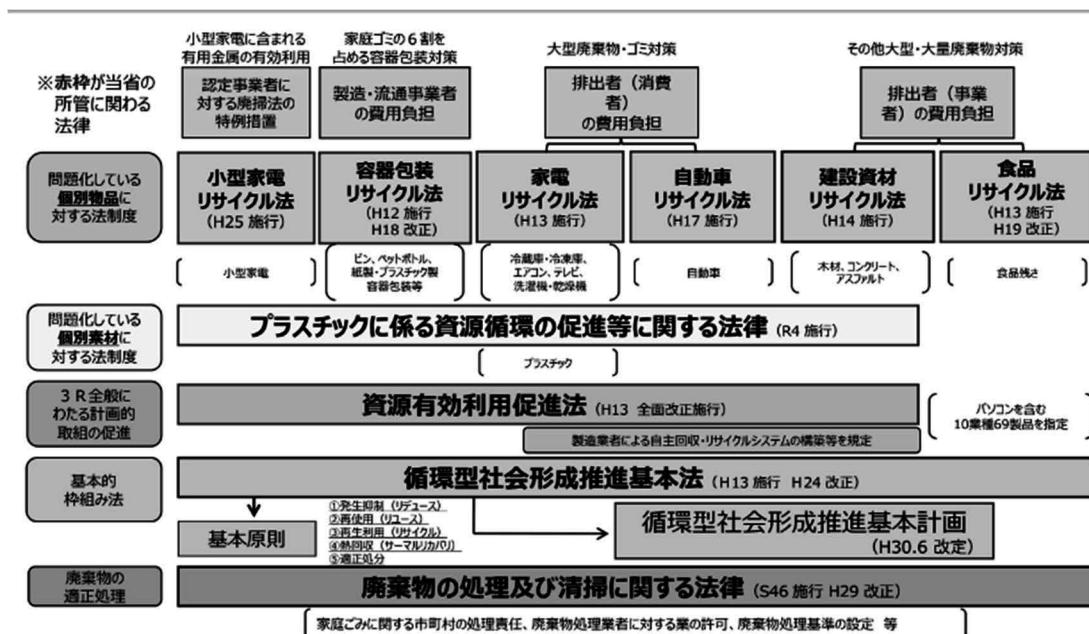
資源循環を目指したリサイクルへの取り組みも加速している。花王やライオン、味の素、サントリーホールディングス、セブン&アイ・ホールディングスなど約 500 社の企業が参加する「クリーン・オーシャン・マテリアル・アライアンス (Japan Clean Ocean Material Alliance 略称：CLOMA)」が発足し、海洋プラスチックごみ問題の解決やプラスチックの循環利用に向けた課題解決や啓発活動を行っている。原料メーカーから容器メーカー、消費材メーカー、自治体、リサイクラー各社が参画しており、「2050 年までにプラスチック製品の 100%リサイクルを目指す」を掲げて活動している。(CLOMA の活動については、第 4 章で詳述する) また、ユニクロや H&M などの衣料販売店、百貨店などで、使用済みの服を引き取るサービスが始まっているほか、幅広い中古品を扱う買い取り専門店も増加している。消費者が使用済みとなったモノを廃棄ではなく、有効利用できる資源とみる意識が高まっていると言える。

ただ、資源循環を社会に根付かせるためには、まだまだやらなければならないことは多い。EU はエコデザイン指令で、製品に一定割合で再生品の利用を義務付ける見込み。もし日本で同様の制度を導入するなら、現在回収されている量では圧倒的に少ない。さらに、回収された製品から再利用可能な部品を取り出したり、素材に戻して再生利用したりするには、品質に関する基準を設ける必要がある。追加コストも発生する。誰がどのようにルールづくりをするのか。さらに再生品利用を進めることに価値があることを消費者に理解してもらい、社会全体で受け入れていく気運づくりにも取り組まねばならない。

循環経済をめぐる法制度にも踏み込む必要がある。廃棄物処理法と自動車リサイクル法、家電リサイクル法など製品ごとに分かれている現行の法制度では限界がある。そもそも現在の法制度は、成り立ちが不法投棄問題や埋め立て処分場の枯渇といった課題からスタートしている。そのため、回収したモノを熱回収するサーマルリサイクルが多くを占めており、真の意味での資源循環とはなっていない。現行法制度を循環経済、資源循環の視

点から組み立て直すことも検討していくべきだろう。

図表 1-1-3：CE をめぐる現行の法制度（経済産業省作成）



⑤ 政府の対応

2023 年 6 月に閣議決定された政府の「経済財政運営と改革の基本方針 2023」（骨太の方針）において、「環境制約・資源制約の克服や経済安全保障の強化、経済成長、産業競争力の強化に向け、産官学連携のパートナーシップを活用しつつ、サーキュラーエコノミーの実現に取り組む。また、動静脈連携による資源循環を加速し、中長期的にレジリエントな資源循環市場の創出を支援する制度を導入する」と、CE に取り組む具体的な方向性が盛り込まれた。

日本が議長国を務めた G7（主要 7 か国）気候エネルギー・環境大臣会合でも、日本の提案で重要鉱物の回収・リサイクルについて関係国で連携して取り組むことで合意した。また、民間企業の CE 型ビジネスを促進させることを目的に CEREP（循環経済および資源効率性の原則）を策定した。サプライチェーンの見える化やトレーサビリティの確保についても合意した。

これまでカーボンニュートラル実現の一つの手段として語られることが多かった CE について、位置づけを格上げさせるとともに、経済安全保障の観点を盛り込んだことが注目される。

2023 年 12 月に、産官学が連携して日本のサーキュラーエコノミーを推進する組織として「サーキュラーパートナーズ」が発足した。CE 実現は個社ごとの取り組みだけでは困難で、ライフサイクル全体で連携していくことが求められる。CE に関心を寄せる企業・団体や自治体、大学がそれぞれの知見を持ち寄り、日本型の CE モデルを形成することを目指す。立ち上げ段階には、企業・団体 248 社・団体、自治体 13、大学・研究機関 16 機関と経済産業省・環境省が会員として名を連ねた。今後、日本の CE に関する方向性を示すビジョンや、2030 年、2050 年を見据えたロードマップを策定する。立ち上げイベントで岸田文雄首相は「新しい地産地消として、世界に発信できる経済モデルとなりうる可能性を秘めている」と期待感を表明した。

サーキュラーパートナーズの発足は、日本が本気で CE 型社会の形成に取り組むことを内外に周知させるという点で意義は大きい。ただ、問題は何を目指し、そのために何に取り組むのかというビジョンと具体策だ。

政府は CE 関連の市場規模について、2020 年に 50 兆円であるのを 2030 年に 80 兆円、2050 年に 120 兆円に拡大させる方針を掲げている。CE は大きな成長産業となりうる。しかし、EU のみならず中国でも政府主導で CE 型ビジネスへの移行が進んでいる。取り組みが遅れば、世界市場から締め出され、高騰する資源・原材料の調達を強いられる事態も想定される。成長どころか既存の市場を失うリスクに直面していることを踏まえ、日本の CE 政策を加速、深化させていかなければならない。

(2) サーキュラーエコノミーとデジタルトランスフォーメーション

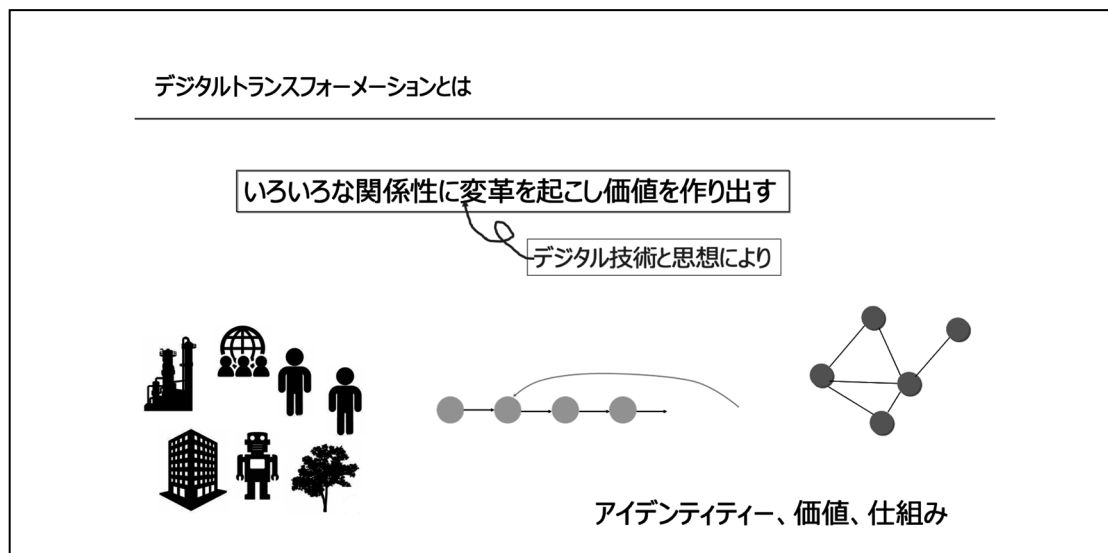
元三菱ケミカルホールディングス チーフデジタルオフィサー

岩野 和生

① デジタルトランスフォーメーションとは

デジタルトランスフォーメーションとは、図表 1-2-1 にあるように、「いろいろな関係性にデジタル技術と思想により変革を起こし価値を作り出すこと」と定義される。ここでいろいろな関係性とは、サプライチェーンやプラットフォームに代表される企業同士の関係、企業と個人の関係、企業と国の関係、個人同士の関係、個人と機械の関係、機械同士の関係などさまざまなレベルで考えることができる。この半世紀の半導体、コンピューター、アルゴリズムの進歩によって、上に述べたようなさまざまな関係について把握し、影響を及ぼすことができるようになったのでこのようにいろいろな関係性を捉え新しい価値創造に着目できるようになった要因だろう（[DX 1-2]）。

図表 1-2-1：デジタルトランスフォーメーションの定義



出所：筆者作成

この関係性の把握と新しい関係性の創造というところがビジネスモデルに影響を与えているのである。関係性といえばサプライチェーンは、企業にとってその最たるものである。サプライチェーンで大事なことは、サプライチェーンの川下の企業や顧客の情報を川上の企業にいかに取り込むかである。たとえば飛行機のエンジンでは、エンジンがどのよ

うに実際に使われているか、どのような不具合が起きそうになっているかの状況をリアルタイムにフィードバックすることによって、デザインに影響を与えたり予防メンテナンスをやったりしている。それができることでビジネスモデルまでが変わってきた。つまり、品質を安定させ保証することができ、ハードウェアの売り切りのビジネスから、従量課金モデルのようなサービスビジネスに変換できる可能性が出てきたのである。たとえば、飛行機エンジンの使用について、飛行時間が 1,000 マイルごとに、xx 万円を課金するというような従量課金型モデルも可能になったのである。これは、一定の品質を定期的に提供できるという保証があってできることである。

このように関係性の把握がデジタルの発展とともに変わってきている。ありとあらゆるものがその存在と活動に伴いデータを生み出している。それらのデータをタイムリーに把握し解析することによって、従来の境界を超えて新しい関係や価値の把握や創造ができるようになってきた。そして、実際にその関係性に影響を与えることもできるようになってきた。つまり新しいビジネスや社会での関係をつくることができるのである。これによりものづくりの発想がかなり変わってきた。つまり、モノ売りからサービスにビジネス形態を変えることができたのである。もし、こういう仕組みをつくることができれば、機械、家電、電子製品などの加工・組み立て製造業で起きたモノからサービスへというビジネスモデルの変革を、鉄・石油、化学、医薬品、食品などの製造業においても、同じように期待できるだろう。そうすると今度は、一方向のサプライチェーンから、重層的な関係性が重要になり、一種のエコシステムの形成に向かうだろう。このように新しいエコシステム、ビジネス上の関係性をつくり上げること、それが次の課題である。

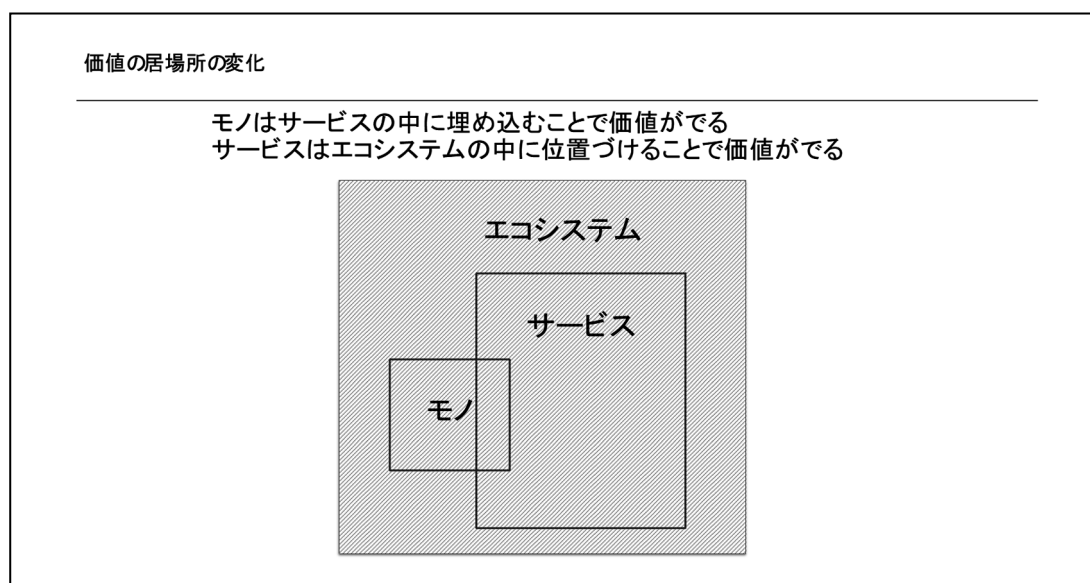
このような視点から見れば、サーキュラーエコノミーが必然的に一つの企業だけでなく複数の企業、産業を巻き込むものになっていくことは、DX の観点からも多くの影響が考えられるだろう。新しいビジネスモデルはどうなるのか。モノの経済からサービス、そしてエコシステムの経済の中でどのような形を目指すのか？ここに新しい社会の形としての「機能のエコシステム」が登場するだろう。多様なエンティティからのデータをどのように集め解析し、知見をえるのか？その意味でのデータプラットフォームと解析の問題、データに対する価値、所有権の問題。また全体的なアーキテクチャをどのようにするのか？必ずしも信頼できるとは限らないエンティティの関係の中でどのように一つの共通価値や目標（ビジョン）を形成し、それらを達成するのか？またつくられた価値からの収益をどのように分散するのか？そのためのトレーサビリティをどうするのか？また何よりどのよ

うな社会的価値を目指し、それを社会活動、企業活動として認められたものにするのか？またそれらの活動に必須な社会的な負荷をどのように分散し、全体で支えていくのか？そして、そのための経済的な仕組みをどのように形成するのか？さらに言えば、AI 的なデータの解析とベストエフォート的な価値の達成だけでは、安定的な社会活動に繋げることはできない。そのために現象のモデル化と最適化が重要になってくる。テクノロジーの説明と信頼の問題も大事になってくるだろう。このように、サーキュラーエコノミーは DX の根本的な課題と深く関わっているのである。

② 機能のエコシステム

これからのものづくりをどう考えるか？まず考えなくてはいけないのは、図表 1-2-2 のような価値の居場所の変化である ([REL 1-5])。モノ自身だけでは大きなビジネス的価値につながらなくなってきたのである。モノがサービスに組み込まれて初めて大きな価値が出る。サービスの形を取ることでモノの売り切りとそのメンテナンスからサービス形態の絶え間ない進化、変化する顧客価値への柔軟な対応、サブスクリプション、従量課金モデルへの対応、顧客の価値の理解とサービス仕様におけるデータの取得などへのビジネスの発展が見込まれる。

図表 1-2-2：モノからサービス、そしてエコシステムへ

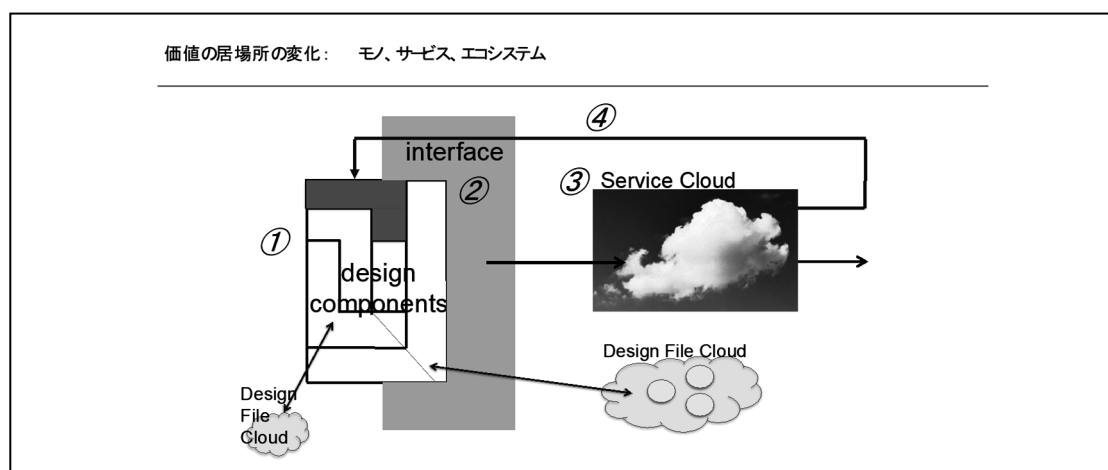


出所：筆者作成

関係性といえはサプライチェーンまたサービスは機能を提供しているわけで、機能をレゴ化して組み上げ可能にしてさらに大きな価値を生み出すことが大変大事になってくる。言い換えると、モノをサービスや機能に上げて、「機能のエコシステム」を創り出すのが、最終的にやっていくことだと考えている。モノとサービスを合わせて機能を提供する場合、大事なことは、それには物理的なモノが入っているということである。物理的なモノがなく、サイバーのコンポーネントだけでサービスを提供する場合は、スケーラビリティを確保でき品質を容易に一定にできる。しかし、物理的なモノがくっついていると、そうはいかない。物理的なモノをどのように機能化、レゴ化するのか、そしてクラウドのようにそれを呼び出し可能にするのか、エコシステムを動的に柔軟に形成するかなどが、今からの課題だと考えている。わかりやすい例でいえば、Uber では、運転者のスケーラビリティは、普通の免許を持った人が登録すれば簡単に Uber の運転手になれることで担保しているとも言える。しかもリソースとしての車はその運転手が持ち込むのである。また品質に関しては完全ではないが、運転手と顧客の双方のレーティングで達成しようとしている¹。このような仕組みを物理的なモノとサイバーのモノが一体化したコンポーネント（CPS コンポーネントと呼んでもいいかもしれない）のスケーラビリティと質の担保のために創出することが肝要になる。機能のエコシステムの実現によってサーキュラーエコノミーに適した社会システム、プラットフォームを実現できると考える。

モノ、サービス、エコシステムの関係性を捉えると図表 1-2-3 のようになるだろう。

図表 1-2-3：価値の居場所の変化



出所：筆者作成

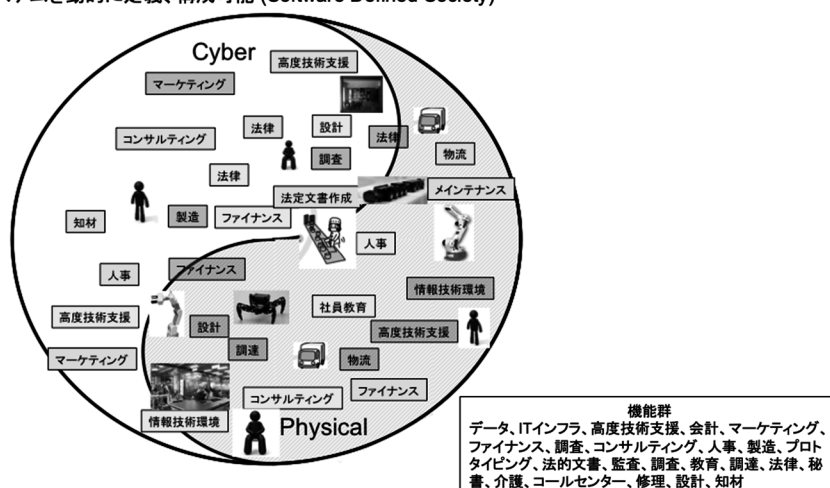
¹ Uber の登場（2009）から 15 年近く経って、単なるレーティングシステムだけでは、Uber などのライドシェアの窃盗、暴行、性的暴行、自動車事故などのリスクは、解決できず、ライドシェアそのもののへの疑問にも通じてきている。

モノは複数のデザインコンポーネントからなり、その一部はデザインファイルクラウドからとってこられる。コンポーネントを組み合わせて一つの形を実現する。次に②のインターフェースを介してサービスクラウドに連携する。インターフェースによってさまざまな機能を付与することができる。サービスクラウドではアプリケーションの形で機能を提供できる。一見単純な構造だがここにはさまざまな課題がある。まず、コンポーネント化されたデザインと統合化においてコンポーネント間の情報のやりとりのプロトコル、コンポーネントの粒度、コンポーネントの時定数、切り分け、最終的な統合化されたモノの性能の保証。トラブル時の問題の切り分けなどである。インターフェースのところでは、ソフトウェアによる機能化、NFR（Non Functional Requirement、非機能要件）、多様化、クラウドサービス化などを考慮しなければならない。インターフェースとサービスクラウドの間では、ここが切り離されないようなロックインの仕組みと、サービスがサービスを呼ぶ構造、さらにサービスクラウドでは、新しいビジネスモデル（運用と設計の一体化、従量課金モデル）構築のための製品へのフィードバックなどが必要になる。全体的に言えば、製品・サービス保証、責任、セキュリティ、価値の還元の仕組みなどが必要になるだろう。

図表 1-2-4：社会的機能

機能のエコシステム

サイバーと社会の機能群がサービスとして呼び出し可能
機能のエコシステムを動的に定義、構成可能 (Software Defined Society)



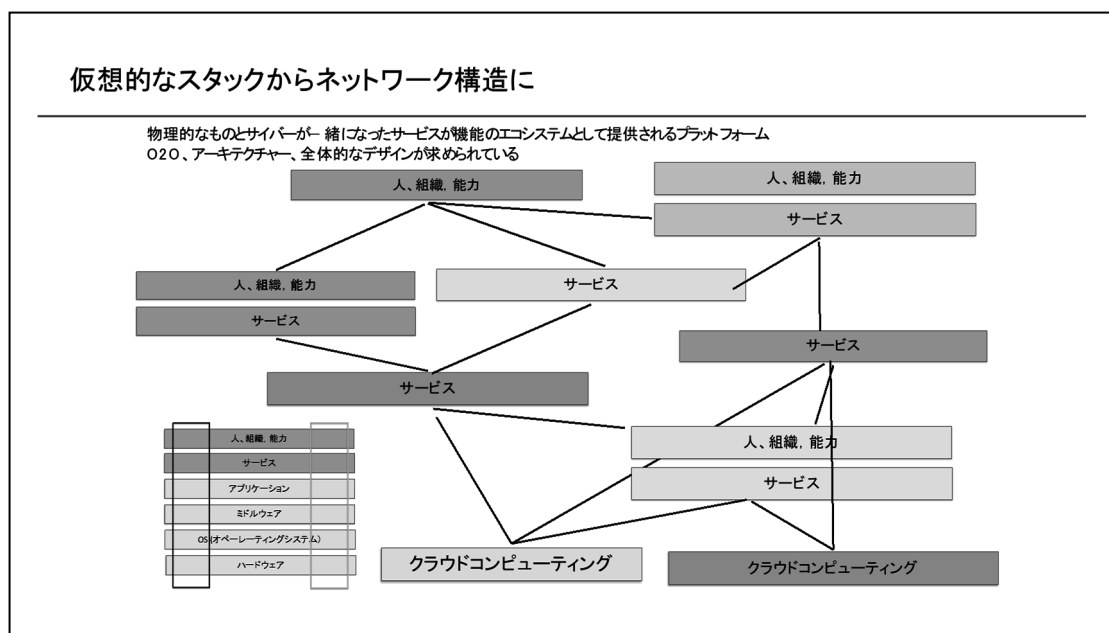
出所： <http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2015/XR/CRDS-FY2015-XR-05.pdf>

社会的機能を考えると図表 1-2-4 のように日頃の社会生活で受けているさまざまなサービスが将来の機能のエコシステムの中の機能コンポーネントとして考えられる。たとえば図表 1-2-4 にあるように、IT インフラ、高度技術支援、会計、マーケティング、ファイナンス、調査、コンサルティング、人事、製造、プロトタイピング、法的文書、監査、調査、教育、調達、法律、データ収集、データ解析、物流などである。

この時の考慮点として以下のものが考えられるだろう。

1. 社会やビジネスのプロセスを機能として実装するサービスプラットフォームとしては、機能の標準化、最適化、データ、知の蓄積と運用、安全な社会システムの実現が重要である。
2. 国と民間の関係として、民間のサービス群が自律的に付加形成される基盤形成、ルール、データやプロトコルの標準化、制度（データ流通、価値の再配分）、セキュリティ、機能の品質保証、ブートストラップ基盤、PoC（Proof of Concept）、特区、研究開発基盤、産学連携基盤などが考えられなければならない。
3. 効用としては、大幅な社会コストの低減、新しい産業、サービスの創成、デジタル未装備層（地方、自治体、中小企業、個人）の変革と高度機能化、将来の富としてのデータの蓄積などが考えられるだろう。

図表 1-2-5：機能のエコシステムの形成



出所：筆者作成

このような機能のエコシステムの形成にあたっては、図表 1-2-5 のようにさまざまな企業、自治体、個人、機械がそれらの全能力のうちの必要とされる機能だけを部分的に動的に提供していくようなサービスプラットフォームが形成されていくだろう。この時に大事になるのが、これらを形成するモジュール化、アーキテクチャ、仮想化、プラットフォームだろう。これらのモジュール化や仮想化というのを物理的な層からビジネスまで広げることによって、社会の機能のエコシステムが実現できると考える。そこでは、個人、会社の一部、機械、人間などが離合集散して価値をつくり出せる世界である。モノをサービスや機能に上げて、「機能のエコシステム」を創り出すのが、最終的にやっていくことだと考えている。前述したように、物理的なモノがくっついている場合に、どのように機能化、レゴ化するのか、そしてクラウドのようにそれを呼び出し可能にし、スケーラビリティと品質を担保するのか、エコシステムを動的に柔軟に形成するかなどが、今からの課題だと考えている。さらに、望まれるサービス結果が提供されないときの、動的な補償、保険、あるいは、代替機能の提供の仕組みなどの確立が大事になるだろう。また、普通の人や企業は状況に応じた最適な機能の組み合わせなどは、できないので、それらをまとめ上げて提供したり仲介したり、助言するような新しいサービスなどの提供も重要になってくるだろう。

参考文献

- [DX 1] [変革者インタビュー vol.2] 「2025 年の崖」を飛び越える、“真のデジタル変革”に必要な技術と思想の融合、
<https://www.ibm.com/blogs/smarter-business/business/mitsubishi-chemical-dx/>
- [DX 2] 三菱ケミカル HD の CDO が語る、DX の本質、<https://dhbr.diamond.jp/articles/-/5758>
- [REL 1] Cyber Society and Human being – Reality 2.0 and our coming future, Science Agora keynote session, November 13, 2015,
http://www.jst.go.jp/csc/scienceagora/program/session/fb_506/
- [REL 2] REALITY 2.0 Summit, September 27 – 28, 2015, CRDS, JST
- [REL 3] Expectation of Societal Innovation by ICT – REALITY 2.0, November, 2015, CRDS, JST, CRDS-FY2015-XR-05
- [REL 4] 情報科学技術がもたらす社会変革への展望—REALITY 2.0 の世界のもたらす革新—、CRDS-FY2015-XR-05, 2015, <http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2015/XR/CRDS-FY2015-XR-05.pdf>

[REL 5] CRDS シンポジウム、ICT がもたらす新たな社会、REALITY2.0 「ICT による社会変革への提言」、https://www.jst.go.jp/crds/sympo/20160226/pdf/20160226_02.pdf

(3) 欧州 CE 先進企業の戦略

日本生産性本部エコ・マネジメントセンター長

喜多川和典

欧州の CE に関わる先進的な取り組みをしているいくつかの企業を以下に紹介する。

フィリップス

オランダのエレクトロニクス企業であるフィリップスは、2020 年までにカーボンニュートラルとなる目標を設定し、サービスとしての製品や製品の改修プログラムなどの複数の CE 型ビジネスモデルを実施している。その代表的な例を以下に示す。

① 民間向けフィリップスの明かりサービス

同社は、照明技術が、白熱球や蛍光灯から LED 化するなか、「サービスとしての照明」事業 (lighting as a service) に力を入れている。

寿命の長い LED は、切替え時にこそ多くの需要があるが、長期的に製品の販売個数と売上は減少していく。そこで、照明事業を売切り型からサービス型へと転換を図っているのである。しかし、単純なサービス化だけでは、売切り製品との価格競争に巻き込まれ、客離れが始まれば事業は立ち行かなくなるであろう。

大手小売店や自治体にターゲットを絞り、メーカーならではの多様な付加価値を与えることで、ロイヤリティを獲得し、持続的に安定した収益を確保できる B to B 型のビジネスモデルを構築しようとしている。

小売店向けサービスでは、外気温や気候に応じ、光度や照度をコントロールすることで顧客を店内に引き入れたり、店内での快適さを増す効果を高めるほか、陳列商品を引き立たせる照明技術を組み込むなどして、売切りビジネスとの明確な差別化を実現させている。

図表 1-3-1：フィリップスの照明サービス



生鮮品売り場などで省エネ化しつつ、
商品の見栄えを高める照明技術を提供
出所：フィリップスウェブサイト (URL
<http://www.lighting.philips.co.jp/home>

② 公共機関向けフィリップスの明かりサービス

米国のワシントン DC は、フィリップスとの「光をサービスとして提供するビジネス」に関する契約を締結し、2014 年 3 月から 10 年契約で、フィリップスは 25 の駐車場にある 1 万 3,000 以上ある照明器具を LED に交換し、それらの管理・コントロールを行うサービスを実施しており、省エネ効果では、68%の電力を節約した。

この事例では、IoT とビッグデータの応用、サービス化の要素が含まれる。

駐車場に設置されたセンサーが IoT とつながり、セキュリティ、照明器具の状態、日照時間、駐車場の明るさ、駐車場使用車両の有無、LED の稼働時間、温度等の諸条件に関するデータを収集し、時々々の条件に応じて照明のオン／オフおよび明るさをコントロールする。さらに稼働時間や環境条件の情報から照明および器具の寿命を予測し、予防保守や素早いリペアにつなげる。

寿命の長い LED 等の製品は、製品販売では、売上減につながるが、サービスに転換することによって利益率向上を実現するビジネスモデルに転換できる事例のひとつである。

③ 医療機器のリファビッシュビジネス

同社はまた、医療機器（X 線、心臓血管プロシジャー、MRI 画像処理、超音波等）のリファビッシュビジネスを 20 年前から実施している。この事業は同社売上の約 10%を占める。

リファビッシュ工場は欧米 3 か所に設置されており、医療機器を下取りし、施設でリファビッシュを行う。

機器を洗浄・解体し、合格部品で再組立し、プログラムのアップグレード等をして、メーカー保証を付けて再販・再リースを行っている。この事業を通して、同社は、医療予算を下げ、医療サービスを向上させる貢献に取り組んでいる。

さらに事業を拡大するため、製品設計を根本から見直し、製品残余価値の引き上げにも挑戦中である。

ミシュラン

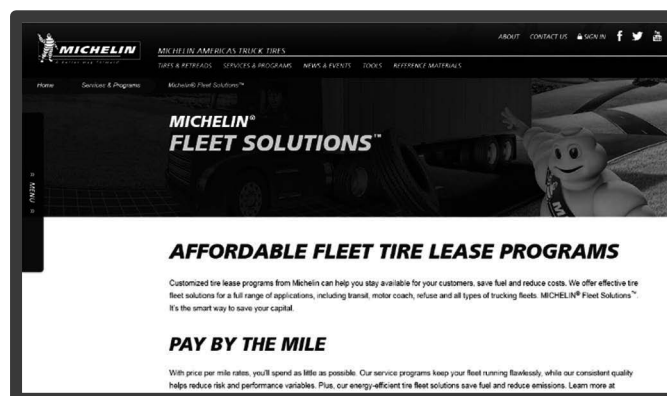
フランスのタイヤ製造大手ミシュランは、運送会社向けに走行距離に基づきタイヤのリース料金を請求する Pay by The Mile と名付けるタイヤをサービスとして提供するビジネスを実施している。

GPS 情報を利用して走行距離を測定し課金するシステムは、大型トラック中心に 400 万台以上が利用使用済みである。

タイヤは 100%回収し、レトレッド処理によるリユースまたは材料や燃料としてのリサイクルが実施される。

ほぼ 100%の再利用を実現、タイヤのパンク修理、状態管理なども含めたサービス長寿命、レトレッド耐久性、パンクしにくいタイヤは同社の利益に直結する。

図表 1-3-2 : ミシュランの Pay by The Mile を紹介するウェブサイト



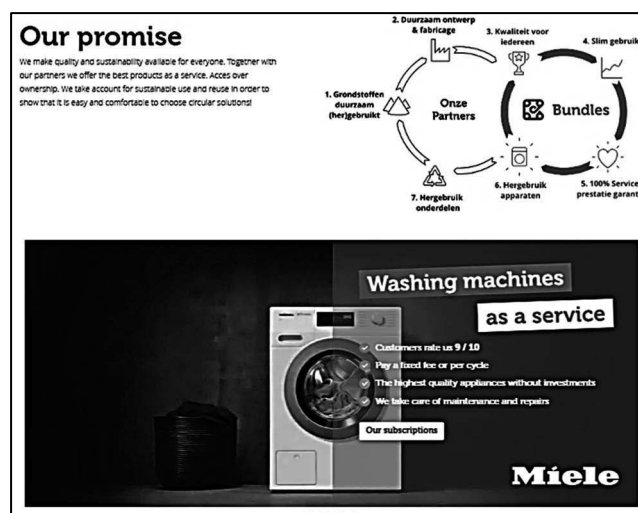
Bundle

オランダの Bundle は、洗濯（乾燥）機、食器洗い機、コーヒーマーカー（レギュラーコーヒー付）における PaaS 型サービスを提供する企業である。

製品はネット管理されており、ユーザーは使用回数に基づく使用料を支払う。

同社のサービスは、①無料設置、②使用料のみの支払い、③機能利用の永久保証、が特徴である。

図表 1-3-3 : Bundle 社のウェブサイト



enevo

各ゴミ箱内に取り付けられた超音波センサーが、各ゴミ箱やリサイクルボックス内の堆積率データを、携帯電話のデータネットワークを通じてサーバーに送信する。それらのデータをシステムが解析して、最も効率的な収集ルートを示す。それらの収集ルートは PC のみならず、スマホやタブレットでもリアルタイムでチェック可能である。

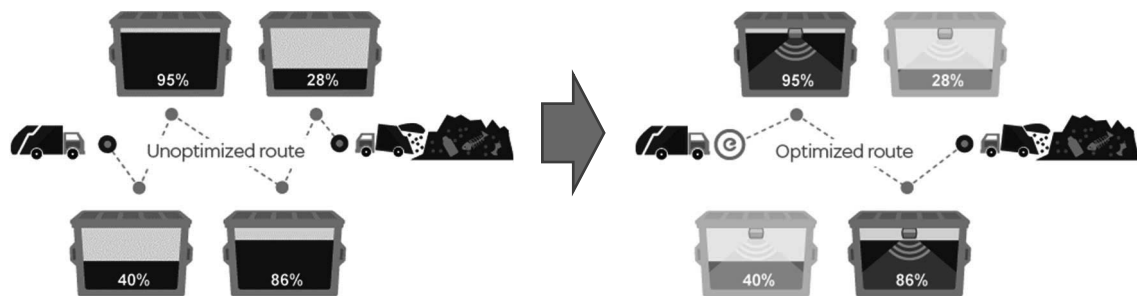
指示する収集ルートは、定時的・定期的に同一でなく、毎回、異なる最適な収集ルートが示されるが、収集効率は大幅に改善される。

オランダのアムステルダムは、2016 年 9 月から、enevo のシステムを導入した。

導入前は、毎日、廃棄物収集車が市内にある約 7,000 か所のゴミ箱を巡回してごみを収集していた。

導入後、1 日当たりのゴミ箱の平均堆積率は、約 30%であることが分かった。そこで、一定の堆積率に達したゴミ箱のみ収集することにより、1 日の収集箇所を約 3 分の 1 に減らすことに成功した。これによる、年間のごみ収集予算の削減額は、約 700 万ユーロ（約 10 億円）に達したと推定される。

図表 1-3-4 : enevo のシステムによる廃棄物収集の効率化



マッドジーンズ

オランダのジーンズ会社であるマッドジーンズは、顧客がジーンズをリースし、リース終了時にリサイクルのために返却できる循環型ビジネスモデルを構築した。

ジーンズを購入する代わりにリースで利用できる。リース期間中は修繕サービスを無料で受けられる。

1 年後、返却、買取、更新を決める。80%の顧客が継続とのこと。回収されたジーンズは破砕され、再びジーンズなどのコットン製品に戻る。新しい Mud ジーンズには 40%の

リサイクルコットンが利用されている。オーガニックコットンが値上がりしているため、コストメリットもある。

(4) ビジネスモデルの発展

東洋大学情報連携学部教授

廣瀬 弥生

前回報告書¹に記載した 2020 年以降においても、欧州のグローバル企業は CE を DX 戦略と融合した上で様々な戦略展開を実施している。しかし欧州の動向だけを注視し、日本企業も CE と DX を融合した形の取り組みだけを進めるべきであるかという点については注意が必要である。日本では、DX を始めとしたデジタル技術を活用した変革を進めることが競争優位性に直結すると認識される傾向にあるが、海外では DX 戦略と CE を融合するだけではビジネス戦略として不十分であるという認識の下、それを活用して積極的なプラットフォーム戦略が展開されている。別の言い方をすれば、欧州グローバル企業にとって CE や DX への取り組みは、デジタルプラットフォーム戦略を有利に展開するための“手段”であると捉えることができる。さらに欧州においては、EU のグローバル企業がプラットフォーム戦略で主導権を取れるように、政府と企業がそれぞれの役割を果たしている点にも着目すべきである。

以下にビジネスモデル構築にあたり、日本企業が今後の戦略展開において重視すべき点について挙げる。

① 政府主導型のオープンプラットフォームだけではビジネスモデル構築には不十分である

現在 EU を始めとして世界的に様々なデジタルプラットフォームが構築されつつあるが、政府等が中心となりどの企業でも参加可能であるデータプラットフォームと、あるグローバルベンダーが中心となって構築されるデータプラットフォームとは目的が異なるため、これから参加する企業は見極めが重要である。例えば欧州委員会等の中立機関が主導し業界横断でオープンに構築するプラットフォームは、欧州域内の産業発展を目的に構築されているのに対し、欧州のグローバルベンダーが構築しているデジタルプラットフォームは、当該企業の競争優位性の獲得を目的に構築されているものである。

欧州では政府主導により、CE に基づく要件を採り入れた様々なデジタルプラット

¹ 経団連 21 世紀政策研究所報告書「欧州 CE 政策が目指すもの～Circular Economy がビジネスを変える～」(2019 年 3 月)

フォームが構築されている。政府主導のプラットフォームの代表例としては、Gaia-X や Digital Product Passport 等が挙げられる。Gaia-X はドイツやフランス政府が中心となつて 2019 年に立ち上げたプロジェクトであり、特に製造業等の欧州データ基盤において蓄積・分析・活用されるデジタルデータを管理するにあたり、業界標準確立を目指すクラウドプラットフォームである。発端は、2018 年に米国で成立した Cloud 法により、米国事業者が運用するサーバーに格納されたデータは米国以外に設置されていても、米国政府の要求により内容を開示する義務を負うことになったことで、米国のクラウドサービスを利用する欧州企業の機密情報に米国政府がアクセスする可能性が出てきたことに欧州政府が危機感を抱いたことであると言われている。

ビジネス面においては、米国のメガクラウド事業者に欧州域内の大きなビジネスチャンスを奪われてしまうというリスクへのアクションと捉えることができる。GAFAM を始めとする米国のメガクラウド事業者は EU を含む世界中の顧客が生み出す膨大なデータを蓄積し、これらに AI 等のデジタル技術を用いて解析を行うことで、さらに大きなビジネスを実施する機会を狙っている。特に製造業で競争優位性を有する企業の多いドイツやフランス政府は、EU 域内企業のデータが米国のクラウド事業者に活用されることにより、製造技術やオペレーションの根幹に関わる部分に関するデータが解析されてノウハウが奪われるリスクを懸念したとみることができる。

プロジェクト立ち上げ当初は、参加企業として、ボッシュ、SAP、ドイツテレコム、ドイツ銀行、シーメンス等、ドイツにおける代表的な企業が名を連ねていた。その後同プロジェクトでは、2021 年 2 月に Gaia-X European Association for Data and Cloud AISBL という運営組織が設立され、現在は各国の大企業、中小企業、研究機関等も参加しており、350 以上の企業や団体が参加している。その中でも、後述する自動車業界における Catena-X は、近年の EV や自動運転車といった新たな市場が急成長していることを背景に注目されている。

現在欧州委員会を中心に議論されている Digital Product Passport は、欧州政府による静脈産業へのデータプラットフォーム構築支援とみることができる。Digital Product Passport は、欧州委員会によって提唱された CE に関連する製品情報の透明性と循環性を促進するためのデータ基盤である。製品情報は、原材料の抽出から製造、解体の仕方やリサイクル・リペアの仕方まで、製品ライフサイクルに関する全てのデータについて、業界の垣根を越えて共有する構想が持たれている。現在、製品 (product)、電池 (battery)、

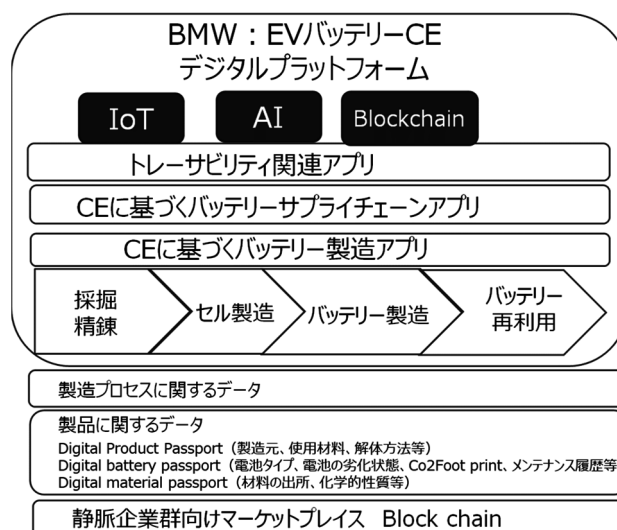
材料（material）に関するデジタルパスポートの必要性が指摘されており、各製品の製造業者や原産地のみならず、製品劣化状態やカーボンフットプリント等に関する情報等、製品のバリューチェーンやライフサイクルに関するデータをブロックチェーンにより記録することが議論されている。中でも、Digital Battery Passport に関する議論が進んでおり、主な電池材料の個々のリサイクル目標を定義し、静脈企業を中心に共有する等、EV バッテリーにおける CE を促進する役割となることが期待されている。既に、デジタルパスポートについては、フィリップスやシーメンスを始め欧州各国の企業が、データの中味についての議論を進めており、各国に先駆けてパスポートデータについても国際標準の主導権を握ることが期待できる。パスポートデータの蓄積により、静脈産業においても多くの企業が部品回収から再資化に至るまでの効率的なバリューチェーン構築が可能となり、EU 内の静脈産業企業は、これらのデータを活用することにより、使用済みバッテリー再利用等を始めとする新たに競争優位性の高いビジネスを構築することが可能となる。

上記で述べたものは、世界のどのような企業や組織も参加可能となるオープンなデータ交換のためのプラットフォームである。しかし企業にとって、これらのオープンなプラットフォームに参加することだけでは、競争優位性を有するビジネスモデルの確立を意味する訳ではない。GAIA-X や Catena-X に積極的に参加しているシーメンスや BMW は自社のビジネスモデルを展開するために関連会社を巻き込んだ自社独自のクローズなデータプラットフォームを構築している。例えばシーメンスは、Industrie 4.0 構想をベースにバリューチェーンの様々なフェーズにおいて CE 方針に基づくデジタルパスポート情報を採り入れ、AI やデジタルツイン等のデジタル技術を活用してバリューチェーン全体を変革する DX 構想について議論を進めている。

BMW グループは、EV バッテリーに関するバリューチェーンを中心にしたデジタルプラットフォーム戦略を展開している。図表 1-4-1 は、BMW 社を中心に構築している電気自動車搭載バッテリーに関するデジタルプラットフォーム戦略を示している。近年注目されているバッテリー産業については 2017 年に Global Battery Alliance が発足される等、持続可能なバリューチェーン構築の必要性が世界的に提唱されており、欧州においても動きが盛んである。2018 年、同グループはベルギー金属企業 Umicore 社とスウェーデンのリチウムイオン電池製造企業 Northvolt 社と共同で、EV バッテリーの持続可能なバリューチェーン確立に向けたコンソーシアムの発足を発表した。BMW グループは同コンソーシアム発足により、EV バッテリーのバリューチェーン全体を CE に基づいたものに変革す

るビジョンを描いており、2019 年より材料メーカーやその他のサプライヤーに参加を呼びかけ、製造バリューチェーン全般が効率化できるデジタルプラットフォーム構築を進めている。同グループが構築したブロックチェーンを使用したトレーサビリティシステムは現在部品レベルまでの追跡にとどまっているが、今後は鉱山、精錬所までさか上って追跡するシステム構築を示唆している。リチウムイオン電池には多くの金属が使用されており、同製品が欧州で多く持続的に製造されるようになれば、鉱山採掘から金属製造工程のみならず EV 全般に関する幅広い業種のバリューチェーンプロセスについて、詳細な情報を公開するトレーサビリティシステムの構築が本格化する可能性がある。

図表 1-4-1 : BMW グループの EV バッテリープラットフォーム戦略



Berger et al. (2022), Circular Economy Initiative Deutschland (2021),
BMW社 Press releaseを基に作成。

このように、欧州企業では原材料企業から最終製品製造企業に至るまで関連企業が提携し、CE における要求事項も考慮した製品製造工程におけるデジタルバリューチェーンを構築している。それらの情報を関係企業が参画するデジタルプラットフォームに蓄積することにより、より競争優位性の高い製品・サービスを提供することができる。

シーメンスやBMW グループにおけるデジタルプラットフォームは企業や業界の垣根を超えた取り組みであるが、これらの動きは、プラットフォームを主導している企業が競争優位性を獲得するために展開している動きであり、Digital Product Passport 等に見られる欧州委員会や政府主導のデータプラットフォームとは異なる。日本ではDATA-EX や EV 向けバッテリーに関する業界横断エコシステムに見られるように、企業や業界の垣根を超

えたデータ流通基盤を構築する動きが見られ、欧米に後れを取らないためのプロジェクトが立ち上げられている。しかし、企業独自のプラットフォームについては、あまり積極的な展開が見られていない。

② 国際標準化戦略を意識すべきである

シーメンスや BMW 等のグローバル企業がプラットフォームを構築する背景には、データを蓄積し AI 等の先端デジタル技術を活用して製造業における主導権を握るために、国際標準化戦略が不可欠であると考えているからと捉えることができる。

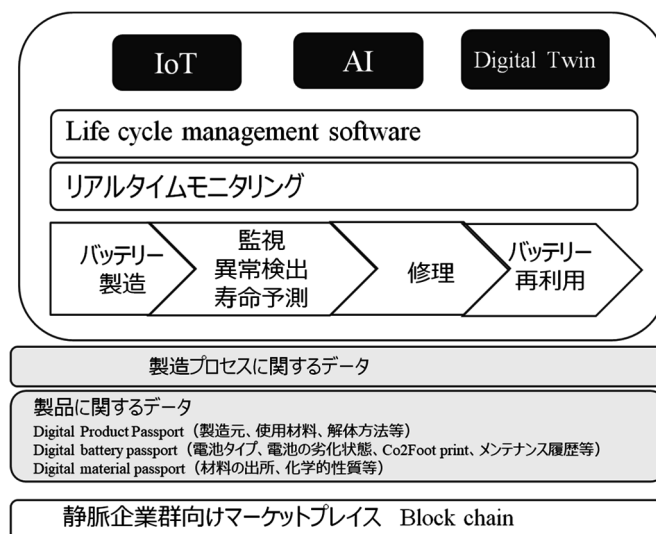
欧州を始め海外企業は、自社で構築したプラットフォームを国際標準化させて主導権を取ることを常に意識して、戦略を進めているとみることができる。2013 年にドイツ政府、企業を中心に Industrie 4.0 プラットフォームが設立されて以降、日本を始め各国の製造企業において、サプライヤー企業等と提携して AI やデジタルツインを活用した製造バリューチェーンを構築する動きが見られる。欧州企業は、そこに CE による要求事項を採り入れることにより他国と差別化し、そのバリューチェーンプロセス自体を国際標準化することを狙っているとみることができる。

例えば、先に見た BMW グループの一連の動きは、EV バッテリー製造にあたり、CE を反映した持続可能なバリューチェーンを自社のデジタルプラットフォーム上に展開し、同バリューチェーンに関するアプリケーションやプロセス自体を国際標準化していく可能性を示唆していると言える。2022 年 9 月、中国のバッテリーメーカー CATL と BMW グループは、2025 年から発売する BMW の EV の新シリーズに搭載する円筒型バッテリーセルの供給で複数年契約を結んだと発表した。この契約で両社は、循環型バッテリーバリューチェーン（circular battery value chain）を構築することを明らかにしている。BMW グループが主導権を握るデジタルプラットフォーム上に、米国や日本の自動車メーカーより先に持続可能なバリューチェーンを構築し、参加企業をさらに拡大することができれば、国際標準となる期待が持てる。

図表 1-4-2 は、Bosch 社における EV バッテリーメンテナンスを軸にしたデジタルプラットフォームを示している。Bosch 社は、EV バッテリーについてデジタル技術を活用したモニタリングや保守・メンテナンスサービスを実施しており、製造プロセスの標準化とは異なるプラットフォーム戦略を展開している。またシーメンスにおいても、デジタルプラットフォーム上で展開される設備保守予兆 IoT ビジネスを強化している。同社は、欧州の中

でも早期にデジタルプラットフォーム戦略を始めた企業である。同社は製品のエコデザインや環境保護に対して既に 40 年以上もの間取り組んでおり、CE にとどまらず広範囲にわたり環境に関する取り組みを国際的にリードする存在といえる。欧州企業は IoT メンテナンスという DX アプリケーションを突破口に、国際標準化されたデジタルプラットフォーム戦略を展開し、ビジネスの主導権を握ろうとしていると考えられる。

図表 1-4-2 : Bosch : EV バッテリークラウドプラットフォーム



Berger et al. (2022), Circular Economy Initiative Deutschland (2021),
Bosch 社 Press release を基に作成。

前回報告書においてシーメンスを実例に説明したように、これらのプラットフォーム企業は、自社のバリューチェーンや DX アプリを国際標準化することに加え、関連するデータ蓄積による収益化も目指している。例えば、設備保全 IoT ソリューションで関連データをプラットフォーム上に蓄積すると、リペア（機器の修復）、レトロフィット（古い機械を改造して新しい技術を組み込む）、リファービッシュ（古い機器を整備して新品に準ずる製品にする）等の静脈産業におけるビジネスの拡大も期待できる。設備保全 IoT 事業が順調に進むとデジタルプラットフォーム上には顧客の設備関連データも蓄積される。これらのデータは静脈産業のマーケティング等にも活用することができ、米国企業よりもかなりの競争優位性を獲得することが可能となる。シーメンスを始めとする欧州のいくつかのグローバルメーカーは、設備保全から静脈ビジネスまでトータルに展開しており、CE とデジタル戦略を融合してマーケットを開拓することでプラットフォーム戦略を有利に展開することを目論んでいる。

グローバル企業にとって、プラットフォーム戦略は、次世代の価値を生み出すための非常に重要な戦略であるといえることができる。

③ マーケットで主導権を取ることを意識すべきである

プラットフォーム戦略において主導権を獲得するためには、テクノロジーにおける主導権の他に、マーケット面における主導権を取る事が不可欠である。現在の日本政府・企業の取り組みは、CE や DX について、AI やブロックチェーン等のデジタル技術を使った取り組みを実施したケースが増えている。また業界プラットフォームについても、欧州の動きに対して日本企業が乗り遅れないように技術的に対応することが中心になっていると見られる。例えば、NTT グループが中心となり、欧州サイドからの GAIA-X への準拠を求められることを見越して、欧州の GAIA-X と国内製造現場との接続を容易にする機能開発を実施しているケースは代表的な取り組みといえる。

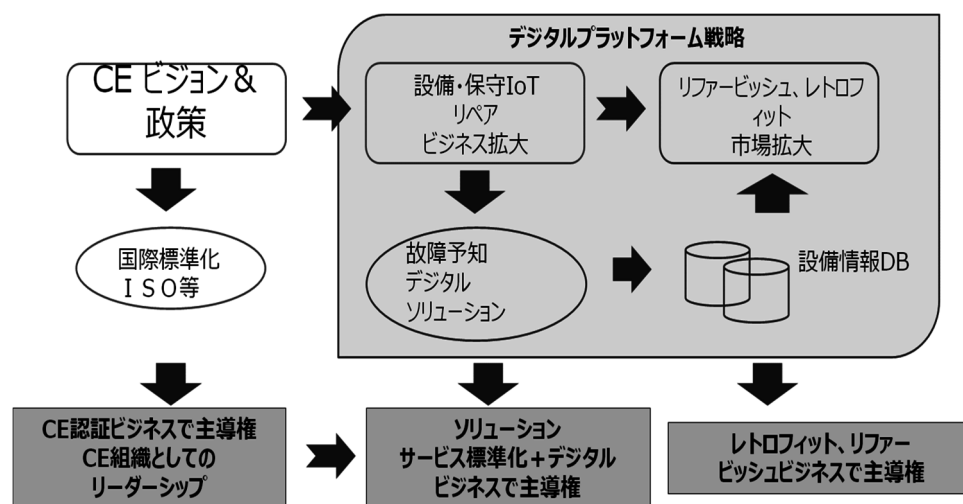
しかし、いくら CE に対応した製品を製造しても、買い手が受け入れなければ市場に普及しない。欧州委員会は、例えば IoT 保守メンテナンスサービスに見られるように、CE を考慮した製品やサービスが世界に先駆けて EU 域内市場で立ち上がるように政策を打ち出している。産業機器業界のプラットフォームにおいては、IoT を活用した保守・メンテナンス関連の DX アプリケーションがキラーアプリケーションとなると期待されている。同アプリケーションについては、当初は米国の産業機器メーカーが自社のプラットフォームをデファクトスタンダード（事実上の国際標準）とするべくユーザーを増やす取り組みを世界的に展開していた。しかし多くのユーザーは古い機器をメンテナンスしながら使うよりも、ある一定期間が過ぎたら買い換える従来のやり方に慣れてしまっているため、必ずしも同 IoT サービスを好むとは限らない。また産業機器の営業担当者も、ハードからサービスへと販売方法を変えることに積極的になるとは限らず、同アプリケーションを軸としたサービスはなかなか普及しにくい状況にある。すなわち、ユーザー企業も社内の従業員も、DX アプリケーション活用のために従来のオペレーションを止めて新たなやり方を採用入れることに後ろ向きなのである。

このような状況の中、2020 年 3 月、欧州委員会は CE に関する行動計画を公表した。ここでは消費者が製品を「修理する権利」を認め、今後は電子機器を製造する企業に、修理や再利用をしやすくする設計を義務付けており、1 つの製品をより長期間使えるようにする取り組みが進んでいくことが予想される。さらに欧州委員会が 2022 年に発表した循環

型経済に関する政策パッケージでは、「消費者の権利指令」について、事業者に対して製品の耐久性と修理可能性に関する消費者への情報提供を義務付けている。つまり欧州委員会が製品の長寿命化を消費者サイドにも推奨することにより、IoT メンテナンスアプリケーションに対するニーズが欧州市場において米国や中国、日本よりも早く立ち上がり、欧州マーケットにおける普及が早まることが期待できる。

欧州企業が、メンテナンスアプリケーションを自社のプラットフォーム上で展開していることは、前回報告書にて述べた通りである（図表 1-4-3）。欧州企業は機器の長寿命化の必要性を訴える CE を追い風に、IoT メンテナンスサービスを他国の企業よりも先に多く展開することを目論んでいるとみることができる。実際にユーザーの意識も変化することにより同アプリケーションが普及すれば、バンドルしている欧州企業のデジタルプラットフォームも、他の競合企業よりも先に普及し、産業機器業界において国際標準的なプラットフォームになることが期待でき、プラットフォーム戦略を有利に進めることが期待できるのである。

図表 1-4-3 : CE * DX プラットフォーム戦略



プラットフォーム戦略はこれまで、意思決定が早くスピーディに戦略を展開できる米国企業の方が有利であると言われてきた。米国では、先端技術をどこの国よりも先に採り入れる Early user が多いため、市場が早く立ち上がる可能性が高い。一方で欧州や日本のユーザーは、米国に比べて保守的で、新たなソリューションを直ぐに導入するとは限らない傾向にある。しかし産業機器業界においては、ユーザーの「買い換えからサービス利用

による長寿命化」への意識が変わりにくい状況が続いている。欧州企業は CE 政策を活用してユーザーの意識変化を進め、デジタルプラットフォーム戦略を有利に進めようとする動きが見える。欧州市場で IoT 保守メンテナンスサービスが拡大し多くのユーザーを獲得すると、欧州企業の方が米国企業よりも先に業界プラットフォーム戦略の主導権を握る可能性があり、米国企業への差別化要因となりえる。

④ 川上、川中産業界の企業は、データプラットフォーム企業に自社よりも速く正確にニーズを把握されるリスクを考慮すべきである

BMW やフォルクスワーゲン、シーメンスに見られるように、最終製品を製造するグローバル企業は、原材料や部品を製造する企業を取り込んで自社を中心とするバリューチェーンを構築し、その情報を同社の構築するデジタルプラットフォームに蓄積していく動きが強まっている。すなわちこれは、最終製品の製造企業がデジタルバリューチェーンの主導権を握り、関係企業のデータを自社が主導するプラットフォームに蓄積していく可能性を示している。また最終製品企業は、静脈産業においてもデジタルを活用した製品の保守メンテナンスサービス等において顧客企業との関係性を深める必要があるため、顧客ニーズに関するデータを蓄積しやすい傾向にある。これらの企業は、製品売り切りではなく、製品のライフサイクル全体に対して CE を考慮し、そこにデジタルを活用したソリューションを提供している。その結果、原材料や素材を生産する川上産業企業や、製品部品を製造する川中産業企業は、よりエンドユーザーに近い最終製品製造企業に主導権を取られやすくなっている。

日本は、スマートフォン等を始めとするハイテク機器の部品製造において、競争優位性が高い企業が多い。近年の製造業はスマイルカーブに見られるように、組み立てよりも素材・デバイス・部品で儲かると言われていた。しかしバリューチェーン全体に対して DX を進めることにより、より顧客視点が重要となり、顧客に最も近い最終製品製造企業が主導権を取ることで競争優位性が高まる傾向は否めない。日本の部品製造のような川上・川中企業は、最終製品製造企業のようにユーザーに近い企業に主導権を取られる可能性について留意すべきである。特に欧州企業は、CE に関する取り組みを差別化要因と考えているため、今後はこれらの企業に納入する場合には同社の CE に関する方針に左右されることになるであろう。日本の部品製造企業は、従来の技術力中心の差別化戦略から、バリューチェーン全体を見据えてエンドユーザーに向けて価値を提供する DX と CE を融合した戦

略に舵を切るべきである。

⑤ 最後に

本節では、EU における CE を活用したデジタルプラットフォーム戦略の状況について述べた。現在多くのメガベンダーが AI に大規模投資をしていることに見られるように、デジタルプラットフォームは、AI やデジタルツイン等の先端デジタル技術を活用することにより、大きなビジネスになることが期待されている。欧州では、CE を活用してこのビジネス機会をさらに大きくするためにプラットフォーム戦略に取り組んでいる。本節における議論に基づき、欧州における政府と企業の役割をまとめたものを図表 1-4-4 に示す。グローバルプラットフォーム戦略について、主に欧州委員会及び政府は EU 域内における大きな方向性を示すと共にそれに向けた支援を実施し、企業サイドがそれらを活用して自社の戦略を進めているとみることができる。

フットワークが軽い企業が多い米国と異なり、政府の役割も重視する欧州の政府戦略は、日本にとっても参考となりうる。しかし、日本で進める際には、欧州の CE を「勉強してそのままコピー（真似）」すれば成功するとは限らない。日本企業が競争優位性を獲得するには、日本独自の問題意識から生み出された環境ビジョンを示し、日本企業なりの強みを意識した戦略を考えるべきである。詳細は、第 5 章（２）「東南アジアを視野に日本版環境ビジョンを示す必要性」、及び（４）「人材育成について」にて述べる。

図表 1-4-4：欧州 CE 戦略における政府の役割と企業の活用

	欧州委員会及び各国政府	企業
CEビジョン、行動計画	EU域内の“強み”を活かしたビジョンや行動計画の発信	EUの強みであるCE（環境への問題意識）をDX戦略に融合させることにより、米国企業によるDXとの差別化を明確化
デジタルプラットフォーム	GAIA-X、デジタルパスポート等を通じて、動脈、静脈双方の産業が共有できるデジタルプラットフォーム構築を支援 米国メガプラットフォームとの違いを明確化	大企業は政府のプラットフォームを主導 DXやCEを軸に自社のデジタルプラットフォーム戦略を展開しビジネスモデルを構築 中小企業や静脈産業は、政府主導のプラットフォームを活用して事業化が可能に
製造	今後成長が期待されるビジネスに対してCEを考慮したバリューチェーン構築を支援	CEを考慮したデジタルバリューチェーンを構築し、国際標準化戦略展開を目論む
マーケット	消費者に「修理する権利」を保証・強化する等によりマーケットの立ち上げを支援	CEを活用して、マーケットニーズを掘り起こし、米国のグローバル企業と差別化

第2章 進化する欧州 CE 政策

(1) 産業戦略としての CE

日本生産性本部エコ・マネジメントセンター長

喜多川和典

※資源制約と成長のデカップリング、欧州に有利なルール（資源・環境戦略）形成、DX との連動による成長戦略としての CE 等

欧州委員会は、CE 第2次行動計画とほぼ同時期の2020年3月10日「欧州新産業戦略」（Commission Communication: A New Industrial Strategy for Europe）を発表した。そこでは、CE の実施を中心に環境と経済の融合を計るグリーンディール政策に加え、欧州デジタル戦略を掛け合わせて実施することで、両分野におけるグローバルリーダーの地位を獲得する目標を表明した。換言すると、グリーンディール（CE および気候中立性）とデジタルを「ツイントランジション」として欧州の産業戦略の核と位置づけたのである。

この産業戦略において、CE はグリーントランジションにおける2本の柱の1本であり、もう1本の柱は気候中立である。

同戦略では、「ツイントランジションは前例がないほど幅広く、また深い深度で大規模・高速に行われなければならない、その実現の可否は、起業家の精神と行動力にかかっている」とする。そして、この移行を推進するため、EU は関係する様々な障壁を取り除き、必要な情報を提供し、投資家・金融からの融資が円滑に回るための様々な財務支援を行うとの考えに基づき、ツイントランジションに沿った資金調達を円滑に進めるための施策も合わせて講じている。

そこでは、Horizon Europe、Innovation Fund、Invest EU 等の EU の助成金制度、各種の構造投資ファンドはもとより、欧州の金融機関および大手企業の投資が、この方向に向かって、将来における EU の産業競争力を高めるための資金支援策となる様々な施策が打ち出された。

その代表的な例が、2020年7月12日に発効された「持続可能な投資の促進のための枠組みに関する EU 規則」（Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate

sustainable investment, and amending Regulation (EU) 2019/2088)、通称、「タクソノミー規則」である。この規則の目的は、「経済活動が、環境的に持続可能かどうかを判断する基準を確立させ、円滑な持続可能な投資を促進させる」ことであり、民間の投資ファンド・金融機関に加え、従業員 500 人以上の企業にもサステナブルファイナンス（タクソノミー規則との整合性）に関わる非財務情報の算定結果・情報の開示を義務づける規定がなされた。

同規則には、6 つの環境目標（①気候変動の緩和、②気候変動への適応、③水および海洋資源の保全、④CE への移行、⑤公害防止、⑥生物多様性とエコシステム）が定められ、そのうちのひとつ以上に実質的に貢献し、なおかつ他の目標に「重大な害を与えない」（DNSH : do no significant harm）事業に優先投資とする方向性が求められる。

EU ではこのように、EU の社会経済を CE への移行を推進するため、資源循環を促す各種制度の策定と実施に留まらず、資金の流れを変えるために金融財務に関わる制度の見直しにも積極的に取り組んでいる。

また、ツイントランジションでは、特に中小企業の活力と成長力に期待できるとして、大きな変革に迅速に対応し得るのはすでに成功している企業よりも中小企業が有利であるとして、同戦略を進める上で、国際競争力のある中小企業の育成が重要な機軸となるとしている。

(2) 最新の欧州政策－DX 視点での分析

元三菱ケミカルホールディングス チーフデジタルオフィサー

岩野 和生

欧州における CE 政策は、グリーンディール政策が中心となり、次のようないくつかのディレクティブが動いている。2020 年に制定されたニュー・サーキュラー・エコノミー・アクション・プラン [CE 1] では、製品の寿命延長、リサイクルプロセスの改善、再生可能エネルギーの導入などを通じて、循環型経済の促進に取り組んでいる。この中で以下のディレクティブに沿って CE が推進されている。

1. 廃棄物フレームワーク・ディレクティブ (Waste Framework Directive) : 廃棄物の分類、管理、処理に関する基準を統一。リサイクルや再利用を促進し、埋立地への廃棄を減少。
2. 包装廃棄物ディレクティブ (Packaging and Packaging Waste Directive) : 包装のリサイクル目標を設定し、再生可能エネルギーの利用を奨励。環境に対する包装の影響を低減するための要件を設定。
3. 一次エネルギー効率向上ディレクティブ (Energy Efficiency Directive) : 製品やプロセスのエネルギー効率向上を図り、循環型経済への移行を支援。再生可能エネルギーの利用を奨励。
4. プラスチック廃棄物ディレクティブ (Single-Use Plastics Directive) : シングルユースプラスチック製品の使用を制限。プラスチックのリサイクルと回収の目標を設定。
5. エコデザイン・ディレクティブ (Ecodesign Directive) : 製品の寿命延長や修理可能性の向上を促進。製品のエネルギー効率向上やリサイクル可能性の向上を目指す。
6. 廃棄物電気および電子機器ディレクティブ (Waste Electrical and Electronic Equipment Directive - WEEE Directive) : 電子機器の廃棄物に対するリサイクル目標を設定。有害物質の削減や再利用の促進。

サーキュラーエコノミーは、サプライチェーンをまたがったリソースの管理、最適仕様に基づいている。そのため必然的に異なる企業、自治体、産業を越えたデータのやり取りや最適化に基づいた価値の創造、そして、負荷の分散が必要になってくる。これらは、ま

さにデジタルトランスフォーメーションと言えるものであり、プラットフォームにおけるエコシステムの実現が求められている。

サーキュラーエコノミー戦略とデジタルトランスフォーメーションは、相互に影響し合う重要な要素となっており、前節でも述べた EU のツイントランジション戦略は、理にかなったものである。デジタル変革が進む中で、企業はサーキュラーエコノミーにおける効率向上や環境への影響低減を達成するためにデジタル技術を以下のように活用している。

1. センサー技術や IoT などのデジタル技術の活用による効率の向上や資源の無駄を削減。
2. デジタルプラットフォームの活用によるリサイクルの促進：デジタルプラットフォームやブロックチェーン技術を用いて、製品のライフサイクル全体を追跡し、リサイクル可能な素材の効果的な回収や再利用を実現。これにより、リサイクルプロセスを効率的かつ透明にしている。
3. デジタルデザインとエコデザインの統合：3D デザインやシミュレーション、AI を用いて、製品のエコデザインを推進し、デジタル技術により製品の寿命を延ばし、修理可能性や再利用性を向上させる取り組みが行われている。
4. デジタルプラットフォームによる共有経済の促進：デジタルプラットフォームを活用して製品やサービスの共有経済を進め、消費の過剰を抑制し、製品の長寿命化を促進している。
5. デジタル技術を活用したリサイクル工程の最適化：ロボティクスや AI を利用して、廃棄物の分別やリサイクル工程を自動化し、品質の向上と効率の向上を達成している。

本質的には、モノの提供から機能価値を提供する仕組みに移っていったといえよう。そのために「機能のエコシステム」とそれらの機能をサービスの形でやり取りできるプラットフォームという観点が DX 的には重要になってくる。これは、一企業や一自治体のなかで追求されるレベルから、一つの業種における企業グループのサプライチェーンから、産業間をまたがる産業共生の範囲まで広がっていくものである。これらをあとの章で触れていくことにしよう。

さらに数理最適化の観点から捉えたサーキュラーエコノミーの観点としては、EU が提唱している Modelling, Simulation & Optimization in a Data rich Environment [MSO] の観点が重要であろう。この whitepaper の中でも議論されているが、サプライチェーンなどでの関係性をモデル化し、目的に応じた最適解や近似解を高速に求めていくことがま

すます武器になっていくだろう。ここに混合整数計画法 (MILP, Mixed Integer Linear Programming) ソルバーの 1990-2014 における進歩が 56 億倍になったことが報告されている。つまり、一旦事象の問題をモデル化できれば非常に高速に解くことができるのである。これが、国や多国間での産業共生や CE サプライチェーンでの最適化の動きにつながってきている [MLP 1、MLP 2]。さらに、従来、実行可能解や近似解を一度求めれば満足せざるを得なかった大規模最適化の問題が、what if タイプのシミュレーションに用いることができ、経営課題、政策の検討にも使われる可能性を持ってきたのである。

参考文献

- [CE 1] Circular Economy Action Plan, https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en
- [MSO] Modelling, Simulation & Optimization in a Data rich Environment
A window of opportunity to boost innovations in Europe, <https://www.eu-maths-in.eu/wp-content/uploads/2018/05/MSO-vision.pdf>
- [MLP 1] Sustainable Supply Chain Design using Two-stage Stochastic Modeling under Demand Uncertainty, Vahab Vahdat, Amir T. Namin, Rana Azghandi, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Washington DC, USA, September 27-29, 2018.
- [MLP 2] Municipal waste management and electrical energy generation from solid waste: a mathematical programming approach, Jaber Valizadeh, Peyman Mozafari, Ashkan Hafezalkotob, May 2021, Journal of Modelling in Management.

第3章 欧州先進企業の CE×DX×成長戦略

(1) ドイツ独自の CE 規格策定について

日本生産性本部エコ・マネジメントセンター長

喜多川和典

先述したように、2020年3月に発表された「欧州新産業戦略」では、サーキュラーエコノミーの実施を中心に環境と経済の融合を計り、欧州デジタル戦略を掛け合わせることで、環境とデジタルの両分野におけるグローバルリーダーの地位を獲得する野心が表明された。即ち、エコロジー（CE）とデジタルを「ツイントランジション」として欧州の産業戦略の核と位置付けたのである。

しかしながら、デジタル戦略と CE との連携は必ずしも有機的には結び付けられて整理されていなかった。

そうしたなか、ドイツが 2021 年秋に公表した CE ロードマップ（Circular Economy Roadmap for Germany）においては、DX（デジタルトランスフォーメーション）と CE の統合化されたビジネスモデルへの革新がより明確に示されたと見ることができる。

他方、国際規格の領域では、フランスの提案に基づき設置された ISO TC 323 によって、CE に関する国際規格の策定が進められているが、これまでのところ、CE とデジタルの融合は特段重視されていない。どちらかと言えば、従来型の 3R をベースに CE の基本原則を設定し、それに基づいて、廃棄物のリサイクルおよび、製品・資源の循環利用をこれまで以上に高めるビジネスモデルへの転換を促す規格の考え方が、ベースとなって議論が進められてきたものと思える。

このちがいについて、筆者の見解を述べるとすれば、フランスが国際規格を提案した背後には、ヴェオリアやスエズといったグローバルクラスの廃棄物管理業がある。それらの産業は国際規格を利用して、廃棄物管理のインフラストラクチャーが未整備な途上国を含む、世界の廃棄物管理市場への進出および市場占有率の拡大を視野にいれている可能性がある。

他方、ドイツの主力産業は製造業であるが、それらは米国の GAFA に代表される世界規模のデジタルプラットフォーマーの躍進に少なからず影響を受けており、その地位と存続に危機感を抱いている。そのような背景もあって、これまで推進してきたデジタル化政策

である Industry 4.0 にグリーントランジションの CE 政策を融合させた産業政策の強化に乗り出そうとしているためではないか。

なお、日本はドイツと似た産業構造を有しており、フランスのように世界規模の廃棄物管理業（あるいは環境インフラサービス業）を有しておらず、その意味でもドイツの CE ロードマップは、我が国の今後における CE 戦略の進め方に絡め、大いに興味がもたれるところである。

ドイツの CE ロードマップは、ドイツ連邦教育省（BMBF）の予算で 2019 年に発足した「CE イニシアチブ・ドイツ」（CEID）が、これまで運営してきた様々なワーキンググループによる調査・討論の結果を統合したポジションペーパーとしてまとめられた報告書である。

同書によれば、このロードマップは「生きた」ドキュメントとして考える必要があるとしており、今後のドイツにおける CE の国内規格策定の重要なマイルストーンと位置付けられる文書であるものと考えられよう。

また、本ロードマップに示された要点は、産業界、学界、市民社会の多くの利害関係者によって策定・サポートされており、2030 年の CE の統合ビジョンの開発、および具体的な政策提言が含まれているとしている。

同文書は、デジタルと CE を融合させるプロセスについて、おもに次の 3 ステップを示している。

- ① ワンウェイビジネスモデルをサービス化された機能提供型のデジタルビジネスモデルへと転換をさせる。
- ② デジタルビジネスモデルへの転換を成功させる。
- ③ デジタルビジネスモデルへの転換がうまくいったビジネスモデルに CE を融合させる。

例えば、「資源生産性の高いデータ駆動型 CE ビジネスモデルを開発するには Industry 4.0（デジタル化）の成功モデルをベースに構築する必要がある」といった記述がみられる。

しかし、ここで留意すべきは、ドイツにおいてもすべての製品品目がこのようなデジタルプラットフォーム（XaaS）に移行できるとは考えていないものと思われる点である。売切り型ビジネスの枠組みに相変わらず残る製品では、これまで通り使用済み段階を迎えた製品を、従来型の拡大生産者責任制度や自治体による廃棄物管理制度のもと、適正処理またはリサイクルによる資源管理が継続されるものと考えられる。また、そうした従来の 3R

式の枠組みでなされるリサイクルの効率化・高度化はあえて新規の CE 戦略の枠組みに含まれないとしても、継続した取り組みはこれまで通り続けられるものとする。

ドイツの同文書は、デジタル化に成功したビジネスモデルに CE に適用させるツールとして、「CE レバー」と呼ばれる新たな概念を示した。

ここでいうところの CE レバーとは、プラットフォーム上で働く製品のエコデザイン、リユース・リファビッシュ・リマニュファクチャリング・ライフサイクル長期化などを行うことであり、所謂 RRRDr (Repair-Remanufacturing-Refurbish-Direct reuse) に当たる価値の再生産をオペレーションすることに加え、製品のさらなる長寿命化、あるいはプラットフォームで使われる各種の設備・製品・部品の RRRDr をよりしやすくする製品設計・仕様への変更を含む概念として示されている。

また、CE レバーがもたらすメリットは、ビジネスモデル運営に関わる（限界）コストの最小化、資源消費量の削減、CO₂ の排出量削減などであり、それらが達成されたことによってもたらされる経済と環境に最適化されたデジタルビジネスモデルへの調整等がある。

DX をベースにしたビジネスモデルが成功すれば、ビジネスの取引対象は、「モノ」から「情報・コネクティビティ」へと移っていき、それ自体だけでも、脱工業化・脱物質化（サービス化）が促進される。これにより、CE を推進する側面から、DX に対して、おもに以下の期待がなされる。

① Big データの自動収集

GPS や製品パフォーマンスの自動センシング等を利用して行う IoT によってデータの収集を自動化できる。

② ビジネス全体の統合制御

収集された Big データを、AI を通じ自動分析し、ビジネスに関わる制御について、必要な対応・意思決定をリアルタイム、または予測的に実施できる。

③ CE レバーとの適合性

これまで製品・資源の循環利用に関して不足していたデータを、自動的に収集・分析し、的確な意思決定を迅速に行うことを可能にすることで、従来なしえなかった「バリューサイクル」型の生産～サービスの循環ループを円滑に機能できるようになり、ビジネスモデル内における物質的な自足率の高い「循環的な価値創造」を実現できる。

CE 目的のための DX の場合、事業者にとって追加コストの負担をもたらす可能性があるが、「デジタル化にすでに成功したビジネスモデル」の場合、CE が効率的に機能する

(センシング、使用履歴管理等の情報環境についての) 基礎が形成されている場合が多く、そこに付加的に追加する CE レバーに関しては、その開発や運用に関わる追加コスト以上の経済面および環境面のメリットを効率よくもたらす可能性がある。

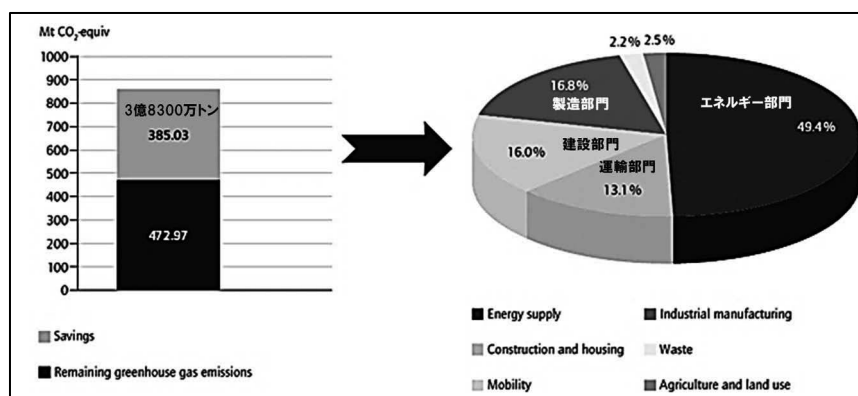
以上に述べたことを踏まえ、筆者は、これからのドイツの資源循環政策は従来型リサイクル政策と DX×CE の革新型ビジネスモデルの開発推進の 2 層構造となるのではないかと推察する。

これまでのリニア型ビジネスがすべて XaaS 式のデジタルプラットフォームへと移っていけるかと考えると、移行できない製品がこれからも多数残るものと思える。また、その移行が早いもの、遅いものがあるであろう。

ただし、ドイツでは 2000 年代初頭から、Industry 4.0 に基づく、産業のデジタル化を推進する産業政策が進められてきた背景がある。したがって、DX に基づく、モノづくり産業の移行・革新は今後とも可能な限り広範囲にわたり、様々な政策手法をもって、誘導および圧力がしっかりと掛けられていくものと推察される。

その証左のひとつとして示されているのが、デジタル化されたビジネスモデルによる CE レバーの使用によって得られる CO₂ 排出量削減効果の次の試算である。

図表 3-1-1：ドイツにおける CE による CO₂ 排出量の削減効果と産業別削減量シェア



出所：Circular Economy Roadmap for Germany

ここでは、CE レバーによって削減が期待できる CO₂ 排出量を、2030 年において 2018 年と比較し、およそ 3 億 8,300 万トンに及ぶとし、その削減範囲は、広範囲の産業に及ぶとしている。

一番削減量が多いのは、エネルギー産業であり 49.4%、次に多いのが、製造業の 16.8%

であり、他に建設部門 16%、運輸部門 13%など、CE レバーの効果は広範な産業分野に CO₂削減をもたらすとしている。

さらに、このような CE レバーを使わなければ、EU およびドイツが目指す、2050 年の気候中立の目標は達成不可能であるといった記述も認められる。

以上に述べたように、ドイツの CE ロードマップは概ね Industry 4.0（デジタル化）をベースに描かれている。さらに言えば、CE 型ビジネスモデルに転換させるべきビジネスモデルとは、「Industry 4.0 をベースに成功したビジネスモデルであることが条件」といった記述がある。

ビジネスモデルのデジタル化を成功させることが、CE の効果的な実施のためのベースを造り、そこに CE レバーを搭載するというのがドイツの「CE 型ビジネスモデル」の基本的な戦略であって、CE そのものが目的化したビジネス、またはリニア型ビジネスに CE を加えてリサイクルの高度化等を目指すビジネスモデルは、少なくともドイツの見据える CE 戦略の重点範囲に含まれないかのように見える。そこに、ドイツの思い切った割り切りと同時に選択と集中が見て取れる。

それはまた、売切り型リニアビジネスに 3R の高度化や CE のコンセプトを足し算・掛け算したところで、リニア型ビジネスのままであるという考えも多少なりともあるかと察するが、それよりもむしろ、製造大国のドイツの産業戦略の立場から、そこに次世代のグローバルビジネスレースの主要ゾーンはないとする見方がなされ、より効率のよい戦略的ロードマップを描いて邁進しなければ、次世代ビジネスでドイツが出遅れるとの危機感があるものと思う。

それはまた、能力の高い製造業を有するドイツの立場・存在価値を守るための、ある意味、逆転の発想に立った思い切った戦略と見ることもできるのではないだろうか。

したがって、現在、リニアなビジネスを、CE 型ビジネスモデルへと転換させたいのであれば、まずは DX により、デジタル型ビジネスモデル（＝つながりビジネス、サービス化されたビジネス、機能提供型ビジネスなど）へと転換させ、その成功が確認された段階で、CE を統合させてデジタルと CE を融合させたビジネスモデルを確立させるという、いかにもドイツらしい論理的なシステム思考に基づく探求がなされたものと思う。

その段階で CE は、「CE レバー」としてデジタルビジネスに実装され、資源消費量の削減、CO₂排出量の削減、そして、それらを通じて（限界）コストの最小化をもたらすことで、「成功したデジタルプラットフォームビジネス」をさらに競争優位へと導くツールとし

て機能することが期待される。

つまり、これからのビジネス分野における国際競争の土俵では、そのようなビジネスコンセプトにおける完成度が競争のコアとなるであろうから、そのターゲットに向けて注力せよとのメッセージを発しているかのようである。

換言すると、デジタル型ビジネスモデルに CE を適用させることで、ビジネスの競争力が向上することが期待できる。他方、ビジネス本体がデジタル化されていないビジネスに CE 目的で仕込むデジタルツールは、ビジネスの競争力促進やデジタルコストを上回る価値の生産に寄与する保証はない。たとえ、それがリサイクルの高度化を実現するとしても、ビジネス本体のデジタル化が完了していなければ、CE 目的のデジタルツールの適用は効率よく機能することなく、追加のデジタルコストを上回る付加価値の生産がなされなければ、市場での競争力はむしろ低下する恐れさえある。

ドイツが発表した CE のロードマップを機に、今後、同国がどのように進んでいくか注視し、我が国における今後の CE の進め方についてのヒントを探っていくことは十分意味があるものとする。

【参考文献】

Circular Economy Roadmap for Germany March 2019 - May 2021 (英語版)

<https://www.acatech.de/publikation/circular-economy-roadmap-fuer-deutschland/download-pdf?lang=en>

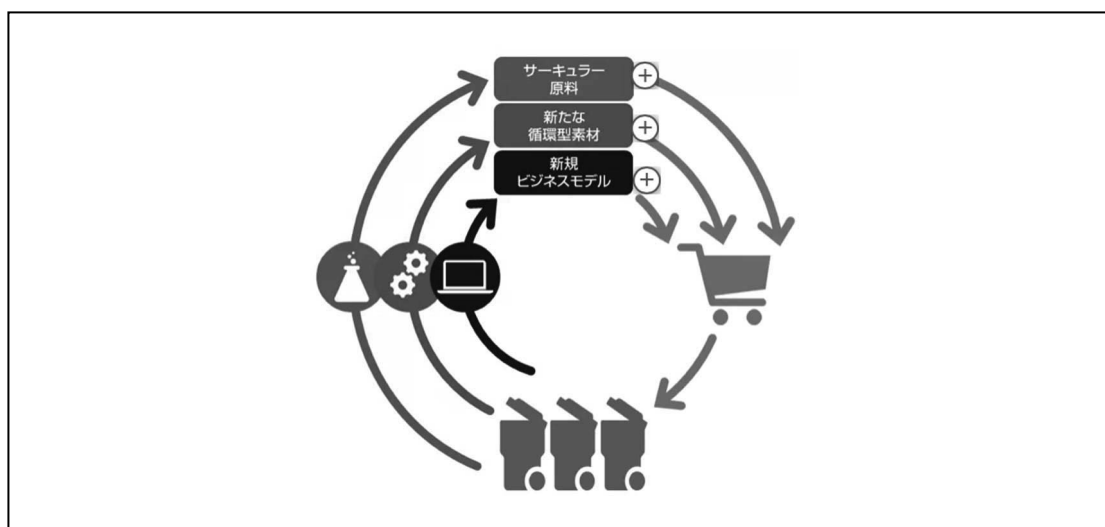
(2) BASF

元三菱ケミカルホールディングス チーフデジタルオフィサー

岩野 和生

BASF は、ドイツに本社のある世界有数の化学メーカーである。BASF はビジネス形態を積極的にサーキュラーエコノミー主体に持っていこうとしている。2030 年までにサーキュラーエコノミーに向けたソリューションが生み出す売上高を 170 億ユーロ（約 2 兆 4,000 億円）に倍増させることや 2025 年までにサーキュラーエコノミーによるフィードストック（供給原料）を 25 万メトリックトンにすることを目標としている（[BASF 2・3]）。そのために、図表 3-2-1 にあるように、3 つの活動分野に注力している。それらは、「循環型原料（サーキュラー原料）」「新たな循環型素材」「新規ビジネスモデル」である。さらに 2025 年に、化石原料を年間 25 万トンのリサイクルおよび廃棄物ベースの原材料に置き換えることを目指している。

図表 3-2-1 : BASF のサーキュラーエコノミーの活動分野



出所 : <https://www.basf.com/jp/ja/who-we-are/sustainability/we-drive-sustainable-solutions/circular-economy.html>

ヨーロッパでは、現在、廃プラスチックの 70%が埋められたり、焼却され、再利用されていない。この比率を下げるのが喫緊の課題である。一つはメカニカルリサイクルである。これは廃プラスチックを破碎・熔融して再利用するものだが、繰り返しによって材料としての品質を保てなくなる。そのためそれらの質の安定のためにさまざまな添加剤を開

発している。しかし、これを補完するために BASF は 2018 年からケミカルリサイクリング（ChemCycling）プロジェクトを始めている。これは、プラスチック廃棄物を、熱化学プロセスや加水分解または加溶媒分解を用いて、熱分解油またはモノマーなどの二次原料に変換し、再生された原料として新しいプラスチックの製造に利用するものである。

BASF は 2019 年、ノルウェーの混合プラスチック廃棄物の熱分解および熱分解油の精製を専門とする新興企業である Quantafuel 社（クアンタフューエル）に投資をした。さらに、2020 年には、廃タイヤの熱分解油を New Energy から年間最大 4,000t 購入する契約を締結した。New Energy はタイヤの熱分解技術として環境への二次汚染のない独自技術を持つ廃タイヤのサーキュラーエコノミーをリードする企業である。調達した廃プラスチックや廃タイヤの熱分解油は生産拠点に投入され、一定量が化石資源由来の原料の代わりに割り当てられる。このようにして BASF はフィードストックをサーキュラー由来のものにする活動を強力に推進している。

図表 3-2-2 : BASF のケミカルリサイクルの事例 : ChemCycling®による循環

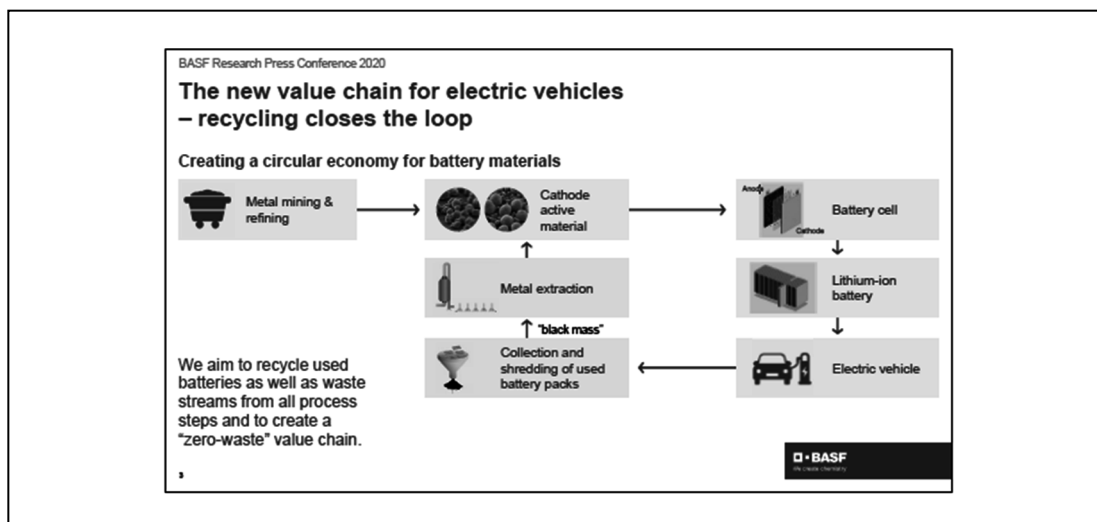


出所 : <https://www.basf.com/jp/ja/who-we-are/sustainability/management-and-instruments/circular-economy/mass-balance-approach/chemcycling.html>

さらに、もう一つの重要な活動が、電気自動車用のバッテリーのリサイクルである。BASF の発表によると 2030 年までに 160 万メトリックトンのバッテリーパックが製品のライフサイクル終了になる。しかし、そのバッテリーには貴重なレアメタルが残っており、使用済みのリチウムイオン電池、およびセルメーカーや電池材料メーカーのオフスペック

材料から、リチウム、ニッケル、コバルト、マンガンを効果的に回収するための運用方法を開発し、その技術を最適化することを目指している（[BASF 1][BASF 4]）。

図表 3-2-3 : BASF のバッテリーリサイクル



出所 : Battery recycling: Closing the loop in e-mobility, Dr. Kerstin Schierle-Arndt, BASF Research Press Conference on December 10, 2020. [BASF 4]

2030 年には 160 キロトン回収する目標である。正極材の製造における最先端のプロセス技術により、正極材のカーボンフットプリントを業界標準に比べて合計最大 60% まで削減することを目指している。

参考文献

[BASF 1] BASF、ドイツ シュヴァルツハイデに電池リサイクルの試作工場を新設、
https://www.basf.com/jp/ja/media/news-releases/jp/2021/07/prototype_plant.html

[BASF 2] BASF でのサーキュラー・エコノミー（循環型経済）
<https://www.basf.com/jp/ja/who-we-are/sustainability/we-drive-sustainable-solutions/circular-economy.html>

[BASF 3] Circular Economy at BASF, <https://www.basf.com/global/en/who-we-are/sustainability/we-drive-sustainable-solutions/circular-economy.html>

[BASF 4] Battery recycling: Closing the loop in e-mobility, Dr. Kerstin Schierle-Arndt, BASF Research Press Conference on December 10, 2020.

(3) Catena-X

東洋大学情報連携学部教授

廣瀬 弥生

第1章(4)プラットフォーム戦略で述べたように、欧州では政府主導により、CEに基づく要件を採り入れた様々なデジタルプラットフォームが構築されている。Catena-Xは前章で取り上げた Gaia-X の自動車業界におけるデジタルプラットフォームである。Catena-X は、近年の EV や自動運転車といった新たな市場が急成長していることを背景に注目されている。

Catena-X は 2021 年 3 月にドイツ経済省 (Federal Ministry for Economic Affairs, BMWi) とドイツ自動車産業協会 (German Association of the Automotive Industry, VDA) によって設立された。当時は新型コロナウイルスを発端に、部品物流網や世界的な半導体危機問題等、自動車業界のサプライチェーンを見直し全体最適を目指す必要性に関して議論されていた。それらの問題を解決するために、データの透明性、参画へのオープン性や中立性を確保した実装指向の信頼できるデータ交換ネットワークを指向して Catena-X が設立され、BMW AG、ドイツテレコム AG、ロバートボッシュ GmbH、SAP SE、シーメンス AG、ZF フリードリヒスハーフェン AG 等、ドイツの代表的な企業が創設企業として名を連ねた。また Mercedes-Benz AG、Volkswagen、Ford、Denso、Magna、Valeo、IBM、google、Azure、AWS、BASF SE 等も参加しており、自動車メーカーとサプライヤー、素材メーカー、ディーラーのみならず、アプリケーション、プラットフォーム企業等の IT ベンダーも参加している。自動車のバリューチェーンに参画する全ての企業が平等に参加でき、素早く拡張できるエコシステムを形成するためのドイツ自動車産業における基盤データプラットフォームと位置付けられている。

Catena-X では、参加企業が取得・共有すべき情報項目や粒度、フォーマット等に関するルールが議論されている。具体的には、素材や部品のトレーサビリティ情報、環境負荷情報、生産量や需要、工場の余剰生産力といった情報やデータ交換の仕組みを標準化し、共有するルールづくりをサプライチェーン全体で設定することで、企業間の取引に関する効率性を高めてドイツの自動車産業の競争力を強化することを指向している。

設立当初から、IT 投資が遅れがちな中小企業向けのソリューションを備えたオープンなプラットフォーム構築を想定しており、中小企業は大規模な IT 投資の必要なく、同ブ

プラットフォームに参加することが可能である。それにより、自動車のグローバルバリューチェーン全体におけるデータ共有化と運用、共同利用が可能となる。したがって Catena-X の目的は、自動車業界のバリューチェーン全体で、情報とデータ共有のための統一したグローバル標準を作成することにある。

中小企業が参加可能となることにより、同プラットフォームは、CE の観点からも貢献が期待されている。例えばプラットフォーム上でサプライチェーンの上流（原材料・素材）、下流（最終製品）、最終製品が回収され原材料・素材として再生するプロセスまで全てのフェーズにおいて、資源や物質のトレーサビリティが可能となるため、バリューチェーン全体における CO₂ 排出量を把握し、CO₂ 排出量を決定することも可能となることが期待されている。

Catena-X は、自動車業界のサプライチェーンにおける全てのフェーズに関係している企業、組織が協力してデータを開示することで、地球環境問題を解決する CE 社会の実現を目指している。

(4) ルノーのモビリティ専用のサーキュラーエコノミー工場「Re-FACTORY」

日本生産性本部エコ・マネジメントセンター長

喜多川和典

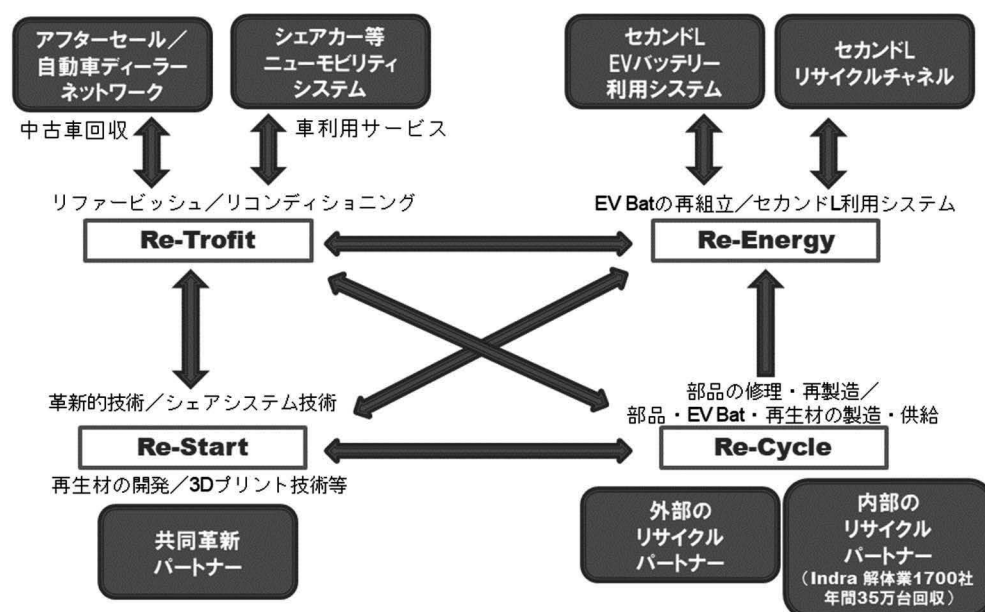
フランスの自動車メーカー ルノーの発表によれば、サーキュラーエコノミー型の新世代工場を建設する。最初の新世代工場となるのは、パリから約 45km 離れた場所にある Flins (フラン) 工場である。

新工場の名称を「Re-Factory」と名付け、同工場は 2024 年に新車の製造を終了する予定である。同工場では、次の 4 事業部門 (pole) を中心に、これまでの事業を一新させるとしている。

4 事業部門とは、「Re-Energy」「Re-Cycle」「Re-Trofit」「Re-Start」であり、そのうちの「Re-Energy」部門が、EV 用リチウムイオン電池のセカンドライフとリサイクルを含む、ライフサイクル全体を最適化し、二次利用の用途開発を行う。たとえば、定置型エネルギー貯蔵のための利用ノウハウ、新エネルギーの技術開発、完全に使用済みとなった EV バッテリーのリサイクル技術の開発などである。

これら事業部門は相互補完的な循環型バリューチェーンにより、付加価値を生産する仕組みがデザインされており、その構造を示したのが次図である。

図表 3-4-1：Re-Factory の 4 事業部が織り成すサーキュラーな組織横断的バリューサイクル



(ルノー社公表の資料を参照し、日本生産性本部 喜多川が作成)

同社が公表している資料によれば、2021 年から 2030 年までの 10 年間、年間総容量 200 MWh を超えるセカンドライフバッテリーの販売を予定している。このように、ファーストライフが終わった EV バッテリーの用途について、再生可能エネルギー用の固定式蓄電システムに提供する事業が予定されている。この事業は、たとえば、一般家庭、オフィスビル、充電ステーション、または工場などの生産施設での利用や、太陽光発電または風力発電の電力の需給を統合・調整する蓄電システムの提供を行う。

したがって、フラン工場の Re-Energy 部門の目標は、EV バッテリーと再生可能エネルギーおよび新エネルギーのエコシステムを産業規模に発展させ、エネルギー転換の主要な事業者としての地位を確立することであるという。同社は、スペインのセビリアにある同社スペイン工場についても、フラン工場に次ぐ、2 番目の Re-Factory への転換計画を実行する意思を表明しており、同工場における Re-Factory の実働は、2024 年を目途としている。

同社によれば、早い段階から EV バッテリーの修理に関する技術開発に取り組んできており、そうした技術を基に、EV バッテリーを修理する工程を開発し、それらをすでに多くの国のバッテリー修理センターに移転している。

フラン工場の Re-Energy 部門は、今後、これに関する事業能力を拡大させ、2030 年までに年間 2 万件の EV バッテリーの修理能力を開発することを目指す。

このセカンドライフの EV バッテリーを使用した蓄電システムのプロジェクトでは、20 MWh 容量の定置型蓄電システムの開発と運用を目指して、関連施設の建設計画を進めているという。

このプロジェクトの実施には、ルノーのほか、The Mobility House、三井物産、Demeter が関わっており、新しい共同プロジェクト会社を設立したとしている。

同社によれば、独自の再アセンブリ技術により、この定置蓄電システムは、70 MWh の電力を瞬間的に放電または蓄電できる。この高出力と高容量のソリューションを組み合わせることで、主要なグリッドの要求に対し効率的な対応が可能となる。

このような事業を進めることに関して、Re-Energy 部門の課題には次があるとしている。

- EV バッテリー回収システムの強化
- セカンドライフのバッテリーの解体・再組立・利用に関わるスキルの向上
- パートナーと共同でセカンドライフバッテリーをリユースする（帆船・ボート等の）モバイラストレージシステムの開発・製造技術等

同社によれば、これまでのところ、廃バッテリーの 99%をリペアし、バッテリーの状態によってクルマにリユースしたり、そのほかはクルマ以外の用途に再販売している。残り 1%だけがリサイクルされる。おもな EV バッテリーのセカンドライフには下記がある。

- EV 用充電器（ソーラー発電用）
- V2H（家庭への電力融通、英国の PowerVolt と連携）
- V2B（ビル内でのエネルギーマネジメント）
- V2Industries（工場用蓄電池として利用）
- V2G（グリッド内での蓄電池として活用）
- 冷蔵冷凍車の電源
- ファンボート
- ハイブリッドのコンテナ船（後述を参照）

セカンドライフバッテリーの利用先には、Neoline 社と共同開発する計画の帆船型のハイブリッドのコンテナ船がある。この帆船では、ディーゼルエンジンと帆によって風力で得たエネルギーを搭載された多数（EV バッテリー60～70 パック分）のセカンドライフバッテリーに蓄電し、風力と電気モーターによる推進力を備える。

従来の貨物船と比較して CO₂ 排出量を 90%削減し、478 台の乗用車を運搬できる。同社における自動車の運搬をモーダルシフトし、CO₂フットプリントを大幅に削減できるものとして期待されている。

【参考文献】

Renault Group RE-FACTORY: THE FLINS SITE ENTERS THE CIRCLE OF THE CIRCULAR ECONOMY, 25 November 2020:

<https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/re-factory-the-flins-site-enters-the-circle-of-the-circular-economy/>

第4章 日本国内における CE 取り組みへの動き

(1) 政策や企業の取り組みからみえる日本的 CE の捉え方

東京大学大学院工学系研究科人工物工学研究センター教授

梅田 靖

第1章(1)で述べたように、我が国においてもさまざまな業種で CE への取り組みが進みつつある。特に流通業界や消費財メーカーなど、消費者との接点が多い企業で顕著である。もう1つの傾向は、スタートアップ企業による消費者へのサービス提供ビジネスも盛んである。例えば、大量に廃棄されるビニール傘の消費を減らすために駅などで自動で傘を貸し出す「アイカサ」、顧客1人1人に合わせて洋服をコーディネートして貸し出す「airCloset」などが挙げられる。

CE という言葉は、2020 年前後から我が国の産業界において急速に興味を持たれるようになった。当初はほぼリサイクルと同義語と捉えられていたが、現状においては競争力としての CE という認識も広がりつつある。これらの動きを受けて、経団連においては 2023 年 2 月に「サーキュラー・エコノミーの実現に向けた提言」を公表した。また、2023 年 3 月に公表された経済産業省の「成長指向型の資源自律経済戦略」は、我が国が資源枯渇に陥らず資源を自律的に成長するためには CE が必須であるという考え方である。ここでは CE をかなり深いレベルで理解しており、CE×デジタルでカーボンニュートラルと一体で進めることにより、サステナビリティ、経済成長、Well-being の同時実現をはかり、日本が世界に先駆けて新しい成長を実現し、CE のグローバルリーダーとして世界を牽引するとしている。以上のようにこの戦略は大変野心的であり、高く目標を掲げたと言って良いであろう。一方で、この戦略を具体的にどのように実現するかという点は今後の課題とされており、産業構造審議会資源循環経済小委員会において制度的な検討を行うと同時に、産官学民から構成される「CE パートナリシップ」を立ち上げ、産官学民が連携して戦略を具現化しながら、CE を推進しようとしている。また、内閣府の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）においても 2023 年度から「サーキュラーエコノミーシステムの構築」と題するプロジェクトが始まり、プラスチックの循環を中心に技術開発と社会実装を進めている。

現在の我が国の産業界の特徴的な動きとして、はじめにで挙げた 2 つの柱と対応して、2 つ挙げられる。1 つは、脱大量生産・大量販売・大量廃棄を見据えた CE 型ビジネスを模索する動きである。企業の上層部が CE への取り組みを指示したものの、現場は何をして良いか分からないという声をよく聞くが、現状維持を基本戦略としてきた我が国の大企業にとっては難しい課題を突きつけられている。その点、スタートアップ企業の方が小回りが利くため、さまざまな CE 型ビジネスを立ち上げて、成功事例も多く出てきている。大企業であるがメルカリも CE 型ビジネスの一種であり、その黎明期ではスタートアップであったと認識している。この課題の解決策として大型の産学連携プロジェクトが立ち上がっている。例えば、日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボ、東京大学におけるダイキン CE 社会連携講座「理想の空気を持続するサーキュラーエコノミービジネスモデル連携研究ユニット」、三菱電機社会連携講座「持続可能な循環経済型未来社会デザイン講座」などが挙げられる。こういった産学連携プロジェクトでは、CE 型ビジネスに向けたビジョンを描いた上で、技術の棚卸し、技術開発を行っており、今後の成果が期待できる。

もう 1 つの動きはリサイクルに向けた動きである。EU のバッテリー規則では、新品の電池を製造する際に Co、Li、Ni の一定の割合はリサイクル材を使用すること義務づけている。また、EU の廃自動車規則案においても、新車製造のためのプラスチックのうち一定割合をリサイクル材由来にする、そのうち 1/4 は廃自動車由来とすることが盛り込まれている。EU のエコデザイン規則（ESPR）案においても、家電品、OA 機器、パソコンなどに同様のリサイクルプラスチック使用規定が入るのではないかとされている。このような状況になると、新品を製造するためには一定量のリサイクル材が必要となるため、リサイクル材確保に動脈産業、静脈産業ともに動き始めている。ただし、上記の法規制が全て実施された場合、製品の国内生産に必要なリサイクル材の絶対量が不足しているという大きな問題がある。

後者の課題に近い所で、より具体的には一般廃棄物の問題、家庭から出るプラスチックゴミの問題への対応を含めて、「地域」として CE に取り組む例が増えてきている。例えば、愛知県蒲郡市は「サーキュラーシティ蒲郡」というキャッチフレーズの下で、交通、教育、ものづくり、食、保健、消費、観光を組み合わせる CE を実現する政策を推進している。京都府亀岡市でもさまざまな CE 施策を実施している。

2 つの課題のうち後者のリサイクルの課題は、目標値が明確に設定されそうなこともあ

り、企業が動きやすい特徴がある。これまでの 3R の考え方との整合性が高く、我が国の製造業が得意な技術が活かしやすい。また、製造側がリサイクル工程を含むバリューチェーンの見える化が進むこと、動脈、静脈のきめ細かな連携を進めないと製造に使えるリサイクル材が出てこないことが明らかになり、バリューチェーン全体での品質管理が進むなどの期待される効果は確かにある。しかし、このリサイクルの課題解決は飽くまで CE 社会構築に向けた中間目標であり、リサイクルが推進されれば CE が完成される訳ではないことは十分に注意すべきことである。CE の目的は、大量生産・大量廃棄に頼らないものづくり、ひいては絶対的デカップリングの実現であり、そこに向けた体質強化である。これにはかつて言われた「モノからコトへ」と似て異なる考え方が必要となる。まず、ものづくりからサービス業への転換は言うておらず、ものは一定量作り続けることが必要である。その上で、ものそのものではなく、ものが発揮するユーザ価値に重きを置き、それを最大化するようなものとサービスの組み合わせの提供（製品・サービスシステム）が求められ、その実現技術としてデジタルを最大限活用しなければならない。視点はもの売りではなく、バリューチェーン全体での価値の循環である。これまで我が国の製造業が強みとしてきた、技術、品質管理、生産、きめ細かなサービスなどを捨てるのではなく、その強みをますます磨く必要がある。欧州企業の事例を見ても、実は、CE はゼロから全く新しいビジネスを始めろという話ではない。むしろ、上記のような強みを活用して、従来の事業の再定義や見方の変更で済むことが多い。

その上で、これまではこういった強みを高品質なハードウェアとしての製品という形でパッケージ化して顧客に提供してきたのに対し、ハードウェアの販売という形態を取らない価値提供の姿を探らなければいけないのである。第 1 章でも述べたがこれを実現するためには、複数企業間での価値共創による機能のエコシステムの構築が有効である。

本章では、以上に述べたことの先駆けとなる国内の活動を紹介する。まず、複数企業間での連携の事例として、CLOMA、KOBE Plastic Next の取り組みを紹介する。次に、リサイクラーが単に再生資源を提供するだけでない資源循環産業化の好事例として石坂産業を紹介する。最後に、地域をキーワードに CE 型ビジネスを実践している立花テキスタイル研究所を紹介する。

（２）日本企業の最新事例紹介

経済ジャーナリスト

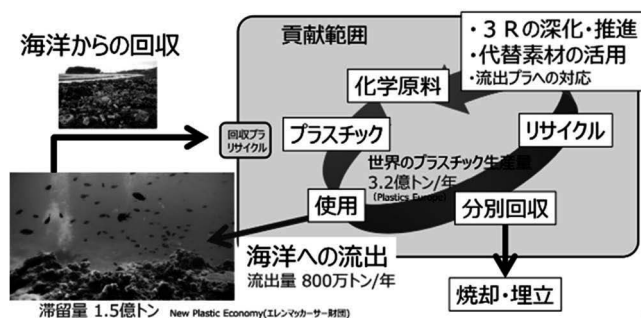
赤穂 啓子

① CLOMA

CE ビジネス実現へ産業界が集結

海洋プラスチックごみ問題の解決を目的とした民間企業による組織「クリーン・オーシャン・マテリアル・アライアンス（CLOMA）」は、2019年1月に159社で発足した。4年後の現在、会員数は500社を超え、日本のサーキュラーエコノミー（CE）を推進するうえで、不可欠な存在となりつつある。「2050年までにプラスチック製品の100%リサイクルを目指す」という目標を達成し、同時に新たなビジネスを創出するためには、今までにはない多様な企業が連携し、技術開発やビジネスモデルを生み出していく必要がある。CLOMAはそのための重要な役割を担っている。

図表 4-2-1-1：CLOMA 貢献するフィールド



出所：CLOMA 提供

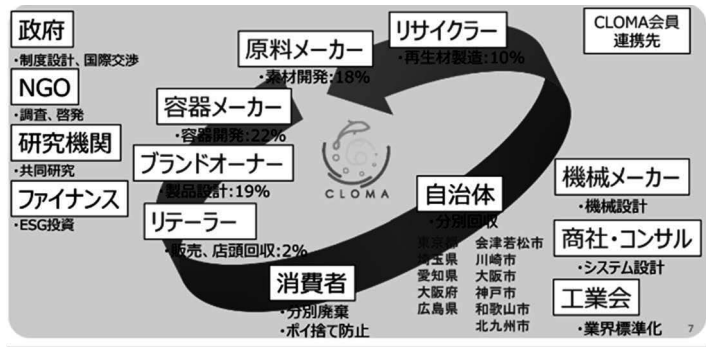
CLOMA が発足するきっかけは、2018年にウミガメの鼻にプラスチックのストローが突き刺さった映像が流布したなどで、海洋プラスチック汚染問題が世界的に指摘されるようになったことから。折しも2019年はG20大阪サミットが開催される年であり、議長国の日本としても何らかの方針を打ち出す必要があった。経済産業省から産業界に「企業としてこの問題をどう考えるのか」という問いかけがあり、それに答えるものとしてCLOMAが発足した。

●500社超が参加

設立時からリサイクル、化学、製紙、成型加工、食品、飲料、トイレタリー、流通とプラスチックに関する上流から下流までの主要企業159社・団体が参加した。会長には花王の澤田道隆社長（当時）が就任した。欧州などではもっと早い段階からプラスチックごみ問題が政策課題として採り上げられていることを知っていた企業も多く、いずれは日本でもこの課題に向き合わなければならないことは認識されていた。CLOMAはまさにそうし

たタイミングで発足したからこそ、当初からさまざまな業種の企業の参加が実現したと言える。現在会員数は500社を超えた。プラスチック問題でこれだけの異業種が集まる組織は、海外でも例がないものだ。

図表 4-2-1-2 : CLOMA サプライチェーンと連携での取り組み



出所：CLOMA 提供

設立時に表明したのは、「日本発のソリューション＝ジャパンモデルを世界に発信していく」というもの。欧州が主導する考え方ではないやり方で、アジアなど諸外国を巻き込み、新たなビジネスを創り出そうという意欲が込められていた。

●2050 年にプラ製品リサイクル率 100%達成

2020 年には活動の方向性を示したアクションプランを策定した。2030 年に容器包装リサイクル率 60%達成、2050 年にプラ製品リサイクル率 100%達成を掲げた。ここで言うリサイクルは、マテリアルリサイクルとケミカルリサイクルで、焼却して熱回収するサーマルリサイクルは含めていない。日本は現時点ではサーマルリサイクルをリサイクルの一つとして国のリサイクル率を算出しているが、欧州はサーマルリサイクルをリサイクルとは認めていない。CLOMA は政府の考え方から一歩先を行く方針を掲げ、企業に採るべき方策を示したと言える。

図表 4-2-1-2 : CLOMA アクションプラン全体像

	2030	2050
世界	SDG14：海の豊かさを守ろう	大阪ブルー・オーシャン・ビジョン 海洋プラスチックごみの追加汚染をゼロに
日本 プラスチック資源循環戦略	2025 リユース・リサイクル可能なデザイン 2030ワンウェイプラスチック累積25%排出抑制 容器包装の60%リユース・リサイクル 再生利用を倍増 バイオマスプラ約200万トン導入 2035使用済プラ100%有効利用	
CLOMAアクションプラン	容器包装リサイクル60% *	プラ製品リサイクル100% **
プラスチック使用量削減	バージンプラスチック25%排出抑制	
マテリアルリサイクル率の向上	PET：回収100%、リサイクル最大化 その他プラスチック：リサイクル60%	
ケミサ技術の向上・社会実装	バイオマスプラ200万トン導入に貢献	
生分解性プラの開発・利用	プラスチック代替素材10万トン導入	最大活用 プラ代替素材100万トン導入
紙・セルロース素材の開発・利用		

*リサイクル：マテリアルリサイクル＋ケミカルリサイクル、**プラ製品：容器包装、カトラリー、漁具等から¹⁰

出所：CLOMA 提供

CLOMA 事務局の柳田康一氏は「これだけたくさんの企業が集まる中で活動を進めるには、目標を掲げなければ始まらない。将来にわたって焼却処理を前提とした技術開発をするのはナンセンス。少しでも先をみた研究開発、活動をするを考えようという思いだった」と言う。

●企業マッチングで新たな取り組み

これまで CLOMA での交流をきっかけに多くのビジネスマッチングが実施に移された。例えば、凸版印刷のフィルム製造技術と GSI クレオスの生分解性樹脂技術を持ち寄ることで生分解性プラのレジ袋を発売したものや、カネカの海洋生分解性ポリマーをセブン&アイホールディングスがセブンカフェでのストローとして採用、積水化学がゴミを分別することなくエタノールに変換し、住友化学がゴミエタノールからポリオレフィンを製造する技術を開発、共同印刷とニッポンが紙仕様の食品パッケージを共同開発するなど、アライアンスは多くの成果を生み出している。

「異業種が連携することでイノベーションが加速している。同時にライバル関係にある同業者間でも、『こんな再利用しづらい容器を各社がばらばらに作っていたのだ』ということを知る機会にもなっている」（柳田氏）と連携から生まれる気付きや相乗効果に期待している。会員数の拡大で CLOMA の役割はプラリサイクルだけでなく、日本の CE 政策について、産業界から意見を発信する役割も担うようになっている。

●自治体を巻き込む

ただ、プラ製品の 100%再資源化には、たくさんの課題が立ちはだかる。CLOMA はアクションプランの検討ポイントとして、容器包装設計の革新やマテリアルリサイクルの高度化、ケミカルリサイクルの最大活用、代替素材の開発といった技術開発の促進とともに、分別回収の高度化や消費者の行動変容をあげた。

技術開発は日本企業が得意とするところだが、分別回収や消費者の意識改革を同時に進めていかなければ、企業の大きな投資が生かされないおそれもある。中でも家庭から排出されるゴミの回収を担う自治体の意識改革は急務だ。

日本の家庭ゴミの回収は自治体ごとにさまざま。プラごみと生ゴミを分別回収するところがあれば、一括回収するところもある。それらは自治体が運営する焼却炉の性能が前提となっている。現時点では自治体にとって焼却処理が最もコスト的に見合ったものであり、

リサイクルに不可欠な分別回収を実施するだけのコスト増をまかなえる財政状況にはないという判断だ。

CLOMA は東京都や愛知県、大阪府、会津若松市、川崎市、神戸市、北九州市など一部の自治体と分別回収に関する取り組みを進めている。「これらの自治体とは、目指すべき未来像はこれで、そのために今から何をすべきかという方向性は一致している。もちろんさまざまな自治体があり、自治体ごとに多様な考え方があることは否定しないが、神戸市のように自治体も高い志を持たないといけないと考えるところもでてきている」(柳田氏)という。

消費者への働きかけも不可欠だ。当面再生材料を使った製品はコストアップが避けられない。分別回収に積極的に参画したり、再生品を使うことに価値を見いだしたりする消費者がいてこそ、成り立つ仕組みだ。CLOMA の中でも若手によるグループはさまざまな場面で、消費者に直接訴えかける取り組みを進めている。

●日本型 CE モデル創出へ

ジャパンモデルを創出するという当初の目的達成は道半ばの状況にある。欧州は 30 カ国もの国々を束ねていくために、欧州委員会が指令というかたちで、規制的手法で政策を進める手法を採っている。米国は GAFA やウォールマート、ユニリーバといった世界的企業が動き出すことで、自ずと米国内だけでなく世界を動かす力を持っている。アップルはすでにすべての製品と容器包装に 100%再生可能なリサイクル材を使用することを表明している。

では日本はどうしていけばいいのか。柳田氏は「ハイブリッド型でやっていくしかない。日本は価値観の近い国民性や同調圧力や協調性があり、細やかなところに気が付くし、本質はまじめな国民性だ。数字や目標があると頑張るという特性もある。それらをうまく合わせ込むことで、ジャパンモデルを形成していけばいい」と言う。

世界がプラスチックを資源と捉え、再生材利用へと動き出す時代が到来すれば、新たな資源獲得競争が始まることになる。すでにペットボトルは、再生需要が急増し、高値で取引されるようになっている。

物質的な豊かさよりも、心の幸福が求められる時代に、企業がコストだけで経営判断をしていては時代に取り残されていく。高い視座が重要であり、明日の未来のためにこういう投資をするという意見表明が企業価値を高め、投資家を呼び込むことにもつながっていく。

CLOMA が取り組む、プラスチックの再生は、素材から最終製品の流通まで多くの企業
が関わるだけに、困難な課題は多い。しかし、それを乗り越えることができれば、その手
法は、家電や自動車、アパレルなど、幅広い分野へと展開させていくことにもつながる。

② KOBE PLASTIC NEXT

市民参加で地域のコミュニティを再生

プラスチックの再生利用を実現させるには、地域住民の協力が欠かせない。どうすれば使用済みのプラスチック容器をきれいな状態で回収し、再生へと循環させることができるのか。神戸市で市と企業、住民によるユニークな取り組み「KOBE



KOBE PLASTIC NEXT の HP から

PLASTIC NEXT」が始まった。この取り組みは、資源循環という側面だけでなく、地域住民同士の関係性の希薄化に伴う孤独・孤立問題の解決にも寄与している。

KOBE PLASTIC NEXT の取り組みは大きく三つに分かれている。一つは洗剤やシャンプーなどの使用済みの詰めかえパックを分別回収し、再び再利用する水平リサイクルを目指すというもの。二つ目はコミュニティ型の資源回収ステーションの設置・運営。三つ目は使用済みのペットボトルを新しいボトルに再生するボトル to ボトルリサイクル。いずれも地域住民の参加を前提にした取り組みだ。今回は詰めかえパックリサイクルと資源回収ステーションの取り組みを紹介する。

●詰めかえパック水平リサイクル

シャンプーや洗剤などは、最初は容器入りを購入するが、それ以降は詰めかえパックを購入して、容器に移し替えて使うスタイルが主流となっている。詰めかえパックは、プラスチック容器そのものを減らす効果はあるものの、さまざまな特性をもつ多層構造のフィルム素材と内部に洗剤などが付着しているため、再生は困難で大半が焼却処分されている。プラスチックのリサイクルの中でも非常にやっかいな存在と認識されている。

この詰めかえパックを回収してもう一度フィルム製品に再生する取り組みが神戸で始まった。花王、ライオン、ユニリーバ、小林製薬等の日用品メーカー12社、コープこうべ、ダイエー等の小売り4社、アマタホールディングス、大栄環境グループ等のリサイクラー2社が参画し、2021年10月にスタートした。

市内75店舗に回収ボックスを設置、住民に使用済みの詰めかえパックを極力自宅で洗ったものを持ってきてもらうよう呼びかけた。回収した詰めかえパックは花王がフィルムと

して再生する。

開始から1年経過した時点での回収量は約1トン。目標は年間5トン回収なので、まだまだ少ない。そこで認知拡大をはかるために、SNSを活用したり、地域住民とともに清掃活動を行うイベントを開催したりするなど、さまざまな取り組みを続けている。

参加企業は頻繁に集まって、事業を実施する中で気付いたことを意見交換している。これまでに、「そもそも内部が洗にくいデザインになっている」「こういう洗い方をしてくださいといった呼びかけが必要」「多層構造のフィルムは再生が難しい」など、多くの意見が出された。

図表 4-2-2-1：ウエルシア神戸魚崎北町店に設置した回収BOX



KOBE PLASTIC NEXT の HP から

●地域住民の交流拠点に 資源回収ステーション

KOBE PLASTIC NEXT のもう一つの事業である資源回収ステーションは、アマタが運営に深く関わっている。アマタの資源回収への取り組みは2018年に遡る。東日本大震災で津波被害を受けた宮城県南三陸町で、最初の資源回収拠点の実証を行った。アマタでは互助共助コミュニティ型資源回収ステーションの開発を行っており、MEGURU STATION®と呼んでいる。MEGURU STATION®は人が常駐して資源回収の手伝いをするほか、休憩スペースや物販なども行うものとした。最初に地元住民への説明会を実施した時は、地元自治体も果たしてどれぐらいの人が協力してくれるかと半信半疑だったが、当初協力を呼びかけた100世帯が、2カ月後には口コミで400世帯が参加する大きな取り組みへと発展した。

MEGURU STATION®で回収されたプラスチックは中がきれいに洗われており、家庭ゴミ回収で出されるプラスチックと比べてはるかに良質だった。当時自ら南三陸に住み込んでプロジェクトに参画したアマタの佐藤博之副会長は「環境イベントという拒否反応を示す方もいるが、資源出しという日常生活に密着した行動だから、誰でも気負わずに参加してもらえた。『あそこに行ったら誰かに会える』と言う方もいた。震災以降地域のコミュニティがばらばらになる中で、地域の交流拠点としての役割を果たせた」と成果を実感している。

こうした結果を踏まえて神戸市での資源回収ステーション運営が2021年11月から始まった。最初に拠点を開設した長田区のふたば学舎は旧双葉小学校跡に地域の交流や震災教育を目的に神戸市が開設したもの。資源回収ステーションはその中の一画に設けられている。

分別回収コーナーは、品目別に細かく回収ボックスが設置されている。例えばトレイの

白色はここ、色つきはここなど、分かりやすく掲示がされている。担当者も常駐しており、分からないものはどうすれば良いかも相談に乗ってくれる。集まったトレイはきれいに洗われた良品ばかりだ。住民はそれぞれ持参した使用済みの資源をボックスに置くと、さっぱりとした気分で帰って行く。アミタは南三陸での取り組みから、回収されるプラスチック製品などはきれいな状態であろうという仮説は立てていたが、実際に神戸での運用でもそれは実証された。異物の付着が少なければ、それだけ再生に要するコストは低減できる。

図表 4-2-2-3：地域住民が気軽に
プラ製品を持ち寄る



赤穂撮

地域住民が自ら運営する仕組みにすることが当初からの目的だったので、予定どおりに進んでいる。高齢者が困っていたら、子どもが手助けをしてあげたり、子どもが遊んでいる姿を高齢者が見守ったりするなど、世代を超えた交流が実現できている」と言う。

ここで回収された資源は、エフピコや川上産業などの参画企業が回収し再資源化される。同様の回収拠点は中央区にも設置されているが、神戸市は全9つの区に拡大させていく計画だ。神戸市として使用済みプラスチックの回収を強化したいという方針があるのに

図表 4-2-2-2：ふたば学舎に開設した
回収ステーション



赤穂撮

資源回収ステーションには、回収コーナーだけでなく、子どもの遊び場やくつろげるベンチ、住民から持ち寄られた服や食器などを無償で提供するコーナーなどもあり、中には毎日楽しみに通ってくる高齢者もいるという。アミタで同事業を担当する根来宏行氏は「立ち上げ当初はアミタが中心となって運営していたが、今は地域の方が運営するスタイルに移行している。地

加え、地域コミュニティの場として、市民がくつろぎ、楽しみながら、気軽に立ち寄れる場の創出を目指している。

アミタの佐藤副会長も「サーキュラーエコノミーの観点だけで物事を解決しようと言うのは無理がある。もっと暮らしや地域全体を持続可能なものにしていく観点で、みんなが自然にできるような仕組みが必要」と指摘する。

神戸での取り組みを全国に展開するにはどうしていけばいいか。今では多くの企業や自治体が KOBE PLASTIC NEXT の取り組みに興味関心を寄せており、視察者も多い。他の地域の事情も加味しながら、官民連携を推進する旗振り役が必要となる。

アミタは 2030 年に MEGURU STATION®を全国 5 万カ所に設置するという目標を立てている。アミタが呼びかけて異業種 44 社が参加して資源循環を推進する「ジャパン・サーキュラーエコノミー・パートナーシップ (J-CEP)」も発足させており、これらの活動組織も活用して、早期に実現させていく考えだ。

資源回収の考え方は国によってもさまざま。環境先進国と言われるドイツでは、あらゆる種類のゴミを一括で回収し、処理場で機械による分別を行っている。日本が分別回収を実行していけるかどうかは、KOBE PLASTIC NEXT を始め、全国で進みつつある資源回収ステーションの成果にかかっている。今後の事業の成果を見守りたい。

③ 石坂産業

廃棄物処理業から資源循環企業へ

ビルや住宅を解体した時に発生する建設系廃棄物は、世界で発生する廃棄物の相当部分を占めると言われている。特に建設系混合廃棄物の中には金属、コンクリート、木くず、繊維くずなど、さまざまな素材が混在している。かつて使用されていた材料の中にはアスベストのように、厳格な処理が義務付けられているものもある。再利用やリサイクルのしづらさでは群を抜いている。そんなやっかいな建設系廃棄物を受け入れ、98%の減量化・再資源化率を達成しているのが石坂産業（埼玉県三芳町）だ。同社がこれまで歩んだ道の見れば、どんなに困難な状況であっても、経営者や社員が強い思いで取り組めば、取引先の意識を変え、ひいては地域社会や産業界全体にも大きな影響力を及ぼすことができることを示している。

●産廃銀座に里山を再生

同社が立地する埼玉県三芳町は、かつて“産廃銀座”と言われ雑木林への不法投棄が横行する地域だった。同社は地域に愛される企業になると決めた時から、周辺の雑木林に不法投棄されたごみを回収し、手入れして里山に再生させることに取り組んだ。今ではその里山は、生物多様性の認証制度である JHEP 認証で国内最高ランクの「AAA」を取得するまでに生き返った。同社は工場周辺で管理する広大な里山を保全し、「三富今昔村」という名称で公開している。週末になれば、たくさんの家族連れが訪れ、里山を探検したりレストランで自社の有機栽培農園でとれた野菜を使ったランチに舌鼓を打ったりと一日楽しめるエリアとなっている。

図表 4-2-3-1：国内有数の生物多様性を誇る里山



赤穂撮

●再生型事業への大転換

テレビ報道をきっかけに後に、所沢ダイオキシン騒動と呼ばれる風評被害が広がり、産業廃棄物の焼却処理を行う同社は、いわれのない批判にさらされたことになった。「石坂は出ていけ」と住民運動が起こされた。創業者である父から事業を受け継いだ石坂典子社長は、「苦難の中で事業を継続させるには、地域に受け入れられる事業へと転換させ、それをすべて公開して理解を得るしかない」と考えた。

父の代に巨額の投資で設置した最新鋭のダイオキシン対策焼却炉を廃炉し、建設現場から運ばれる廃棄物を徹底して分別し資源へと生まれ変わらせる再資源化事業に舵を切った。新設した工場は周囲を壁と屋根で覆い、粉塵が周辺に飛散しないものにした。密閉空間内での作業を前提に、建設機械メーカーと共同で電動駆動のパワーショベルを開発、排ガスが出ない重機に切り替えた。

コンクリート再資源化プラントでは、がれき類を選別・破碎し、再生砕石や再生砂を生産する。これらは道路工事の路盤材や埋め戻し材として再利用されている。木材も選別・破碎処理されて、段ボールや建材の原料や、バイオマスの燃料、家畜の寝床になる敷料などに、金属類もアルミニウムやステンレスなどの素材ごとに分けて有価物として売却される。同社が開発した分別分級プラントは、独自ノウハウが盛り込まれ、高精度の分別を実現している。手選別作業を行うラインには、手作業に加えてロボットも使われている。また、NEC・インテルと組んでローカル 5G と AI を活用したスマートプラントの実証事業

図表 4-2-3-3：建機の電動化で作業環境を改善



赤穂撮

図表 4-2-3-2：石坂典子社長



赤穂撮

に取り組み、重機の稼働状況や処理量をリアルタイムで把握したり、AI が画像解析から人が危険区域に入ることを検知したり、遠隔操作の実現可能性についても検証している。先進技術を率先して取り入れ、3K（きつい、汚い、危険）と言われてきた廃棄物処理の現場の作業環境を改善、安心安全を確保し、さらに生産性も向上させている。

●取引先も積極的に分別

同社に建設系廃棄物をトラックで持ち込むゼネコンや解体事業者への働きかけでも、独自の考え方を導入した。トラックが同社の敷地に入ると、「製品」「廃コン」「チップ」などと進むルートが分かれて表示されている。トラックは荷積みの段階で、廃材を分別して持ってきてください、と呼び掛けている。通常廃材の引き取り費用は重量で決まることが多い。同社の場合、きれいに分別して持ち込まれた廃材には処理費用を安く設定し、分別がされていない混合廃棄物は高い費用になるといった価格差を設けている。石坂社長が当初この方針を取引先に示した時には、大変な反発があったが、1社1社説明をつくして理解を求めた。一方で、引き受けた廃棄物は適正処理をして、マニフェストと連携したトレーサビリティを保証した。建設業界においては、廃棄物を最終段階まで適正管理することが求められている。同社は時代を先取りすることで、顧客に「石坂産業は同業他社より処理価格は少し高いが、安心して任せられる」という信頼を獲得していった。結果として、価格競争が横行する廃棄物処理業界の中で、独自の路線を歩むことができている。

図表 4-2-3-4：廃材ごとにトラックのルートを示す



赤穂撮

●100%再生利用に立ちはだかる壁

建設系廃棄物の減量化・再資源化率 98%という業界で驚異的な実績を打ち立てた同社。目指すのは、減量化・再資源化率 100%の達成だ。ただ、そこには大きな壁が立ちはだかることを認識している。わずか 2%ではあるが、同社の努力だけでは実現は容易ではない。解体される住宅やビルは、今から少なくとも 40～50 年前に建設されたものだ。近年の建築物は耐久性や耐火性などの機能を付加するために、さまざまな素材が使われ複雑な構造になっていることが多い。今後、廃棄が急増すると予測されている太陽光パネルにも再生利用が困難な素材が使われている。このままでは、40～50 年先の資源循環は今よりも困難を抱えることは間違いない。

●Zero Waste Design

では、どうしていくべきなのか。石坂知子専務は「ゼネコン、ハウスメーカー等と連携し、設計段階から廃棄される時のことを考えたモノづくりに取り組む必要がある」と指摘する。現行でこうした取り組みを行っているゼネコンやハウスメーカーはいない。同社は3年前から Zero Waste Design をビジョンにかかげて、粘りづよく訴えかけを続けている。

●持続可能な循環経済へ

もう一つの大きな課題は、再生材の価格の低さだ。有償取引はできているものの、「バージン材と比べれば価格は安い。品質的には遜色ないものでもだ」（石坂専務）と嘆く。国土の少ない日本で、木材や山砂・川砂が今後も使いたい放題に使える未来は訪れないことは、多くの人が認識している。輸入材価格も高騰が続いている。であるなら、再生材を正当な価値で評価し、価値に見合った価格設定をしていかなければ、再生材市場そのもの

図表 4-2-3-5：徹底した分別で素材に再生



赤穂撮

の成長も止まってしまう。建設業界の将来を考えると、再生材の積極的な利用と適切な価格設定は避けて通れない課題だ。

また石坂専務は現行の法制度についても改正や規制緩和が必要だと考えている。建設業界の資源循環にかかわる法制度には、廃棄物処理法や建設リサイクル法などがある。ただ「現行の法律は廃棄物の適正処理のみであり、循環の概念が入っていない。また、資源化をは

かるために AI や IoT を搭載した先進機器を導入したくても、容易には許認可が下りない」と現行制度の矛盾を指摘する。

同社の先進技術を随所に取り込んだ再生工場や、里山保全の取り組みは、高い評価を得て、国内のみならず、50 か国以上から視察が相次ぐ状況となっている。かつて同社に「出ていけ」と活動していた人が、同社の考え方や実践する姿勢を見続けたことで、数年後には「うちの子どもをおたくで働かせてもらいたい」と言ってきたという。

取り組みを、「いいことをやっていますね」だけで終わらせていては、持続可能な未来は到来しない。同社はこれからも取引先、地域、国などあらゆるステークホルダーに向けて循環経済の必要性和実現に情報発信を続けるだけでなく、共創・協働模索していく。

④ 立花テキスタイル研究所

尾道発のサーキュラーエコノミー

立花テキスタイル研究所は、広島県尾道市の向島で帆布などを縫製してカバンや衣料などを製造販売している。同社の新里カオリ社長は、埼玉県出身で向島に移住し向島でモノづくりに取り組む。地域の工場から排出される鉄粉などの廃材や草木を原料にした染料を用い、味わいのあるテキスタイル製品に仕上げている。さらに綿花栽培を奨励して全量を買取る地域の農業を巻き込んだ取り組みや端切れなどとの物々交換など、同社の活動は地域の産業にも影響を及ぼしている。地域でサーキュラーエコノミー型事業に取り組む好事例だ。

図表 4-2-4-1：新里カオリ社長



赤穂撮

●一人の活動が地域に波及

向島は尾道水道と呼ばれる幅 300m ほどの海峡で尾道の南対岸にある。しまなみ海道の出発点として観光ルートの一角を形成しているほか、漁業やみかん栽培がさかん。また、複数の造船所のドックもあり造船を中心とした工業系の企業も多数立地している。

新里氏は武蔵野美術大学大学院造形研究科テキスタイルコースに在学中に向島を訪れ、他者を迎え入れる島民の懐の深さや、穏やかな島の風景に魅入られ、東京から向島に

図表 4-2-4-2：島で 1 軒になった帆布工場



赤穂撮

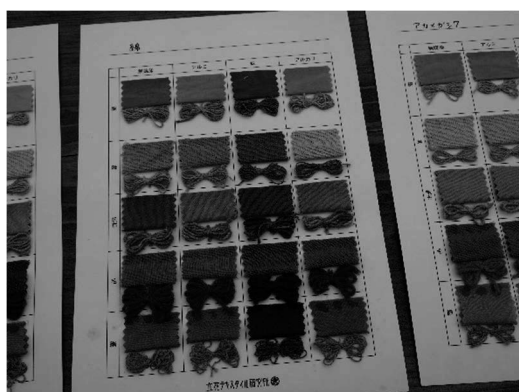
通うようになった。そこで地元の人から、向島でたった 1 軒残っている織工場で作る帆布を使って、カバンを作りたいという相談を受ける。当初はデザインや広報として協力していたが、数年後に向島への移住を決意した。

2008 年に完全移住した新里氏は、地元にとくさんある植物を染め物として利用することを考えていた。地元の農家に協力してもらい、桃、リンゴ、ぶどうなどの伐採した枝

を提供してもらった。「ススキも金色の染め色になりますよ」と言うと、農家の人は驚きながらも、面白がって集めて持ってきてくれた」という。持ってきてもらった草木は有償で買い取り、農家の収入増にも役立てた。

経済産業省の補助金を得たことで、尾道やその周辺からたくさんの草木を集めることができ、どういう色が出るかをひたすら研究した。そして、草木の種類ごと、綿や麻などの

図表 4-2-4-3：染め色を示した色見本



赤穂撮

素材ごとに染め方を体系的に示した色見本を作り上げた。当初からテキスタイル作品ではなく、産業として取り組もうとしていたので、取引先にもこういう色になりますということをしっかり示せるようにしたいとの考えからだった。同時に造船所から鉄鋼の加工時に大量に発生する鉄粉を染料とすることにも取り組んだ。鉄粉はある事業所から毎月2トンもの量が発生し、それまでは埋めるか産業廃棄物としてお金を支

払って処理していたやっかいなものだった。それが、染料の色どめに使うと、鉄やアルミなどの金属ごとに出る色が異なり、味わいのある仕上がりになった。

●地元企業の意識変える

新里氏がこうした廃材を利用した染め物に取り組むことは、地元でも少しずつ知られるようになってきた。地元の中小企業家同友会にも加盟し、青年部で活動する中で、どういう企業でどういう廃棄物が出るのかを調べたこともある。「その企業にとってはゴミでも、別の企業にとっては貴重な資源になることもある」と粘り強く訴え続けた。今では草木や鉄粉のほか、家具メーカーから出た木っ端や、牡蠣の殻なども染料として使っている。赤色を求めてオニヒトデに行き着き、焼却してくれるところを探したが、ダイオキシン問題の後で適当な焼却炉がなかった。そこで、焼却炉メーカーの協力を得て、オニヒトデ用の焼却炉を作ることから取り組むなど、徹底して地元の不要と思われていた資源を活用することにこだわった。

2013年に向島の立花地区から名前をとり、「立花テキスタイル研究所」として株式会社化し新里氏が代表取締役役に就任した。「最初のお客さんは、石見銀山生活文化研究所代表取締役所長の松場登美さん。趣旨に賛同してOEMで大量発注してくれた」（新里氏）。また、

大手芸能プロダクションのアミューズが、株主に贈るための鉄粉染めのポーチを1万6,000個受注したこともあった。「大量受注をこなすのは大変だったが、地元の何十人もの人に仕事を回すことができた」（同）と地域経済にも貢献する役割を果たすようになった。

●綿花栽培で農家に新たな収益

新里氏の活動はさらに地域産業の変革にも拡がっている。現在力を入れているのが、原料となる綿の栽培。素材から地元産にしていきたいという思いからだ。綿は荒れ地にも育つ強い作物で、農家にとっては肥料が少なく済む。軽くて管理も容易だ。柑橘類栽培などの従来の農産品よりも収入は増える。新里氏は地元農家を説得して、「収穫した綿は全量当社で買い取ります」と栽培を促している。ただ、高齢化が進んだ農家にとって綿花の手摘みでの収穫作業は負担が大きい。そこで、新里氏は綿花栽培をワークショップとして、島外の人に収穫体験をしてもらいイベントとして打ち出した。参加費もいただきながら、農家の人手不足対策にも貢献する仕組みだ。また、綿の種を希望者に郵送し、自宅で栽培した綿を持ってきてくれたら、自社製品と交換するといった取り組みも進めている。すでに400世帯が協力しているという。いずれは全量国産の綿で作った帆布による製品づくりを目指している。

また、柿渋の生産でも地域に変革をもたらした。柿渋は染める過程で水が不要で紫外線で色止めをするだけでいいという優れた特性がある。新里氏は「世界で一番エコな材料」と言い、何とか地元で柿渋を作ってくれる農家はないかと探していた。柿渋は防虫、防水効果があるものとして、かつては多くの柿農家で作られていたが、今は衰退し尾道でも作っている農家はなかった。柿農家そのものも高齢化が進んでいた。そんな中、尾道市北部の御調町（みつぎちょう）にある「尾道柿園」が手をあげてくれた。尾道柿園は大阪から早期退職して尾道の実家に戻った宗康司さんが先祖代々の柿農園を受け継ぎ、干し柿以外新たに柿渋液や柿酢などを商品開発。康司さん亡き今は、妻の八重子さんが事業を営んでいる。康司さんは2年かけて柿渋を作り、商品化できるようパッケージまで考えて新里氏のところに持ってきた。その柿渋は立花

図表 4-2-4-4：尾道柿園の柿渋商品



赤穂撮

テキスタイル研究所の元で染料として使われているだけでなく、米国の大手アパレルメーカーが直接買い付けに来るほど、知る人ぞ知る人気商品になっているという。

●地域経済の好循環導く

新里氏は立花テキスタイル研究所を設立する前から、芸術・美術大学の学生を尾道に招き、地元のテキスタイル素材などを使って作品を創作し、現地で展示会を開催するという取り組みを続けてきた。美大の学生は作品の展示会開催にたくさんお金をかけているが、見に来るのは関係者だけということも多い。「島での創作は、地元の人が無償で提供する施設などを使っており、いつの間にか子

図表 4-2-4-5：若者に新たな気づきを与えている



赤穂撮

どもたちが手伝いに来たり、夜は地元の人たちと酒を酌み交わすなど、都会では得られない体験ができる」(同)と学生の創作活動にも影響を及ぼしている。中には島での生活や同社の考え方に共感し、同社に入社したり、向島に移住したりする人もでてきている。

新里氏の活動は、地方の島でのものだが、地域や企業をも巻き込んで大きなうねりとなりつつある。誰かにとってゴミと思うものが誰かにとっては資源になるという発想は、日本の中で忘れられかけていたものだ。活動は地元で新たな産業を創出し雇用を生み出すなど、地域経済にも好循環をもたらしている。

第5章 新しい成長に向けて

(1) 産業共生

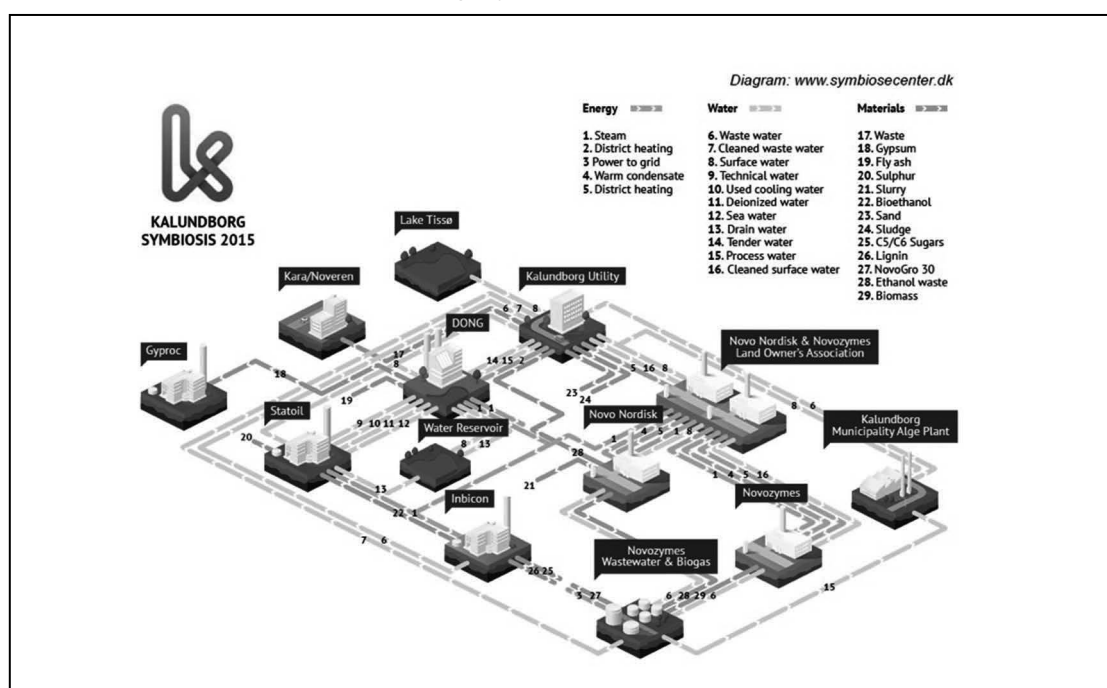
元三菱ケミカルホールディングス チーフデジタルオフィサー

岩野 和生

産業共生（Industrial Symbiosis：インダストリアル・シンビオシス）とは、一つの産業の廃棄物や副産物が、別の産業の原料として使われる仕組みである。その意味で産業間を越えた関係性の中でサーキュラーエコノミーを追求する形である（[IS 4]）。ヨーロッパでは、かなりの実践例が知られている。その代表的なものを紹介しよう。

その一つが、デンマークのカルンボーという都市での「Kalundborg Symbiosis」と呼ばれる取組だ（[IS 1-2]）。この都市では 1961 年にノルウェーの石油・ガス会社が、地元の湖の地表水を利用し、地下水を節約したことから始まった。1970 年代には、この会社が地元の石膏製造会社に余剰ガスの供給をはじめた。

図 5-1-1：Kalundborg Symbiosis のさまざまな資源の循環

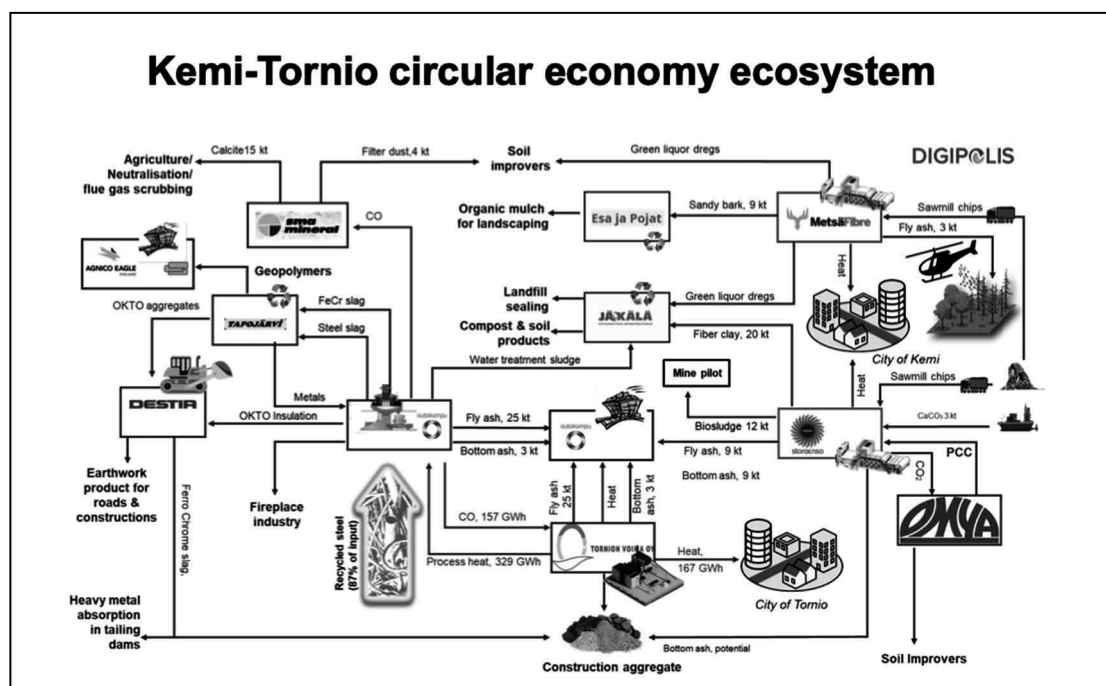


出所：<https://nordregio.org/nordregio-magazine/issues/industrial-symbiosis/industrial-symbiosis-in-kalundborg/>

このようにして、現在では、14 のパートナー（産業セクターや 3 つの公共セクター）が

熱、水、蒸気、産業素材など 25 の異なるものを循環させている。その結果として、毎年、2,400 万ユーロのコスト節約、1,400 万ユーロの社会経済コストの節約、586,000 トンの CO₂ 排出の削減、400 万立方メートルの水の節約、100GWh のエネルギー節約、87,000 トンの原料節約が図られ、この共同体の CO₂ 排出の 80%が削減されているという。1981 年まではこの「Symbiosis」という言葉は使われていなかったが、60 年にわたる活動をもとに今では「Kalundborg Symbiosis」と呼ばれ、参考にされている。ここの特徴は、政府や自治体の主導ではなく、民間の会社が自分たちの経営の観点からこのような「共同体」の形を作ってきたことである。信頼、機密性、オープン性、公平性、協業と矛盾しがちな課題を解決していくことが重要であった。下記は、Kalundborg Symbiosis での企業や自治体の関係性を示している。2010 年以降は visitor center も開き、企業間の新たな共生関係の開発、教育訓練、ブランディングや投資の促進、大学との協力などを推進し、産業共生の展開に努めている。

図表 5-1-2 : Kemi-Tornio での産業共生の例



出所 : <https://pomorskie.eu/wp-content/uploads/2020/07/95bd5817-43e9-442b-b024-9550debd0aa7.pdf>

他にもさまざまな産業共生の活動が報告されている。フィンランドの極北ラップランドでの Kemi-Tornio での活動は図表 5-1-2 に示されている ([IS 3])。

Marian Ruth Chertow は、12 個の Industry Symbiosis プロジェクトを精査し、これ

らに対する考察を行い、次のツールや問題点を特定している ([IS 9])。

(1) マッチング：さまざまな企業・公共セグメントの入出力をどのように結ぶかについてのデータベースなどのツール。FaST (Facility Synergy Tool)、DIET (Designing Industry Ecosystem Tool)、REaLiTy (Regulatory, Economic, and Logistics Tool) などが紹介されている。FaST は産業毎の典型的な入出力の性質を網羅したデータベースである。DIET はいろいろな機関を統合するシナリオ解析を線形計画法を用いて提供している。このようなマッチングは、産業共生にとって重要な機能であり、共生関係の動的な発展において大事な役割を果たす。南アフリカケープタウンでの最初の産業共生プロジェクト Western Cape Industrial Symbiosis Program (WISP) では、NPO の WISP が参加企業間の未使用や残余資源（材料、エネルギー、水、アセット、物流、専門性など）の結びつきを作り出している ([IS 7])。また、これらの役割をスタートアップ企業や大企業がなっている場合もある。

(2) Stakeholder Processes：必ずしも各参加者の利害が明らかでない場合の複数間のステークホルダーの調整が難しい。プロジェクトによっては、諮問委員会を設置したり、特定の契約を追求する際の行動制約を決めたり、いろいろな工夫がなされている。上記の Kalundborg Symbiosis の成功の鍵としては「利害関係者間の心理的、地理的近さ」が寄与したともいわれている。

他にも (3) 資源の割振りなども重要であり、資源の追跡システムやシミュレーションなども用いられている。(4) 資源／水／エネルギーの流れで関係性を決めるのかビジネス的要求が先にくるのか。(5) 新しい、あるいは既存の操作によるのかなども重要である。

このように産業共生を実装していくのに色々なツールや困難が伴う ([IS 8-9])。とくに、スタートアップ企業にとっては、リスク、ファイナンス、資産の移動性、他でのより高い資金回収の可能性などが困難をもたらす。また大量の安定的な資源の流れがなければ、安定的なビジネスに持っていくことは難しくなる。これらの多面的な要因を考えると開始にあたっての公共セクターの強力な政治的なサポート、ビジネスの面から見た安定性と発展性、またそれらをサポートする法的根拠、仲裁者、社会的要請などの後押しなどが必要であらう。

参考文献

[IS 1] Industrial symbiosis in Kalundborg, <https://nordregio.org/nordregio-magazine/>

issues/industrial-symbiosis/industrial-symbiosis-in-kalundborg/

- [IS 2] Kalundborg Symbiosis, Surplus from circular production, https://www.dropbox.com/s/sc45iiodsh7hisi/Kalundborg_Symbiose_two-pager_14_partners_.pdf?dl=0
- [IS 3] Arctic Industry and Circular Economy Cluster - Smart Specialisation in Practise, <https://pomorskie.eu/wp-content/uploads/2020/07/95bd5817-43e9-442b-b024-9550debd0aa7.pdf>
- [IS 4] EU Industrial Symbiosis, https://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2018/05/Industrial_Symbiosis.pdf
- [IS 5] The potential of industrial symbiosis as a key driver of green growth in Nordic regions, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:875756/FULLTEXT01.pdf>
- [IS 6] Industrial symbiosis: A tool for the Green Deal, <https://projects2014-2020.interregeurope.eu/symbi/news/news-article/12265/industrial-symbiosis-a-tool-for-the-green-deal/>
- [IS 7] Cape Town – Africa’s-first-industrial-symbiosis-programme_Case_Study.pdf, <https://emf.thirdlight.com/link/y7ux8ghqu8wh-ygnwig/@/#id=0>
- [IS 8] https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejer/77/6/77_II_235/_pdf/-char/ja
- [IS 9] Industrial symbiosis: Literature and taxonomy, https://www.researchgate.net/publication/249558396_Industrial_symbiosis_Literature_and_taxonomy

(2) 東南アジアを視野に日本版環境ビジョンを示す必要性

東洋大学情報連携学部教授

廣瀬 弥生

1章(4)にて、日本のグローバル企業は CE や DX を活用したデジタルプラットフォーム戦略面で大きく出遅れていることについて述べた。欧州企業は、製品製造段階のみならず製品を販売した後のライフサイクル全体を考慮した DX を推進している。具体的には廃棄物削減、製品の長寿命化やリユースを促進するために製品データをデジタルプラットフォーム上に蓄積し、AI 技術やデータ活用により、製品製造業のみならず静脈産業の競争優位性を確立するための効率的なバリューチェーンも構築しつつある。

欧州における CE の取り組みは、欧州企業が DX に基づくプラットフォーム戦略を進めていく上で、重要な差別化要因となっていくであろう。EU は CE に関する取り決めを着々と進めているが、それらを製造と再利用の 2 つのバリューチェーンに組み込むことにより、米国や中国企業との差別化を図っているとみることができる。

日本が出遅れている理由の 1 つとして、日本企業は EU に比べて、CE に関する仕組み、更には CE や DX 等に基づくビジネスモデルを導入しにくい環境にあることが挙げられる。図表 5-2-1 は、CE や DX を活用したビジネス戦略の導入のし易さについて日本と EU を比較したものである。以下に、両者の特徴について比較していく。

図表 5-2-1：日本・欧州 CE・DX 戦略促進要因比較

	欧州	日本
“変革”に向いているマネジメント体制	YES ビジョン・ゴール設定型 静脈産業も充実	NO オペレーション管理型 静脈産業は未成熟
CEシステム・マインドが既に構築されている	YES ゴミを資源とする考え方が既に根付いており、循環を前提にした仕組みに必要なステークホルダーが動きやすい	NO ゴミは燃やすもの。その仕組みを循環前提に変えるよりも、技術で廃棄物を“処理”する発想が強い
国の後押し	欧州企業の循環システムの先行的な導入を促進し、欧州のCEマーケットを創出	日本政府の後押しは CE への取り組み増が多く、マーケットを作る発想ではない

① 変革しやすい欧州企業と変革しにくい日本企業

CE や DX を導入するには、従来のビジネスモデルやプロセス、管理職や従業員のマインドセット等様々な要因について、ゼロベースで再考し変革する必要がある。一般的にどのような地域においても大きな組織では変革を起こすことは難しい。しかし、欧米の企業は企業経営において、常に目的やゴール設定を意識しているため、日本企業よりも変革しやすい。例えばある戦略を考える際にも、「その戦略を展開することによってどのようなゴールへ近づくのか」といった点について定義される。DX や CE を導入するような変革を実施する際にも、CE を実現することが“目的”ではなく、CE の実現がゴール達成のための“手段”と捉えられる。すなわち欧州企業は、ゴール設定を明確化することが前提であるため、ゴールに向けた変革を比較的受け入れやすい組織といえる。CE はこれまでの企業の方角性を変え、新たなビジネスモデルを生み出すための「手段」となりうるのである。

一方で日本企業においては、戦後の高度成長の名残もあり、新たな取り組みの目的を明確にすることよりも、先進的な欧米企業に追いつくための取り組みの実施が目的であることが多かった。そのため企業の方角性を変えるような目的を明確にすることなく、欧米の手法を採り入れるケースが多い。追いつくお手本があった多くの日本企業では、新たな方角性を考えることよりも、工場オペレーションを安全に管理する、時間通りに運行させる、顧客から間違えて料金を徴収しすぎない、事故や想定外の天候不順等が起きた際にも早急に復旧させる等、既に決められたオペレーションを効率的に運営することにもっとも注力してきたと言える。そのような企業においては、CE の実現を試みる際にも従来通りに、目的を明確にすることなく実施しようとしているケースが多い。日本企業は事業の目的を明確にするよりもこれまでのオペレーションをミスなく遂行することが前提であるため、オペレーションを変える必要のある変革を実現することは非常に難しい。

② 環境問題に関する意識や仕組みが根付いている欧州

欧州においては、小学校の頃から環境問題について議論をさせる機会を設ける等、以前より市民の多くが環境問題について身近に考える機会が多いのに対し、日本の教育機関における環境教育は欧州に比べて歴史が浅い。日ごろから環境問題に接する機会が多い欧州市民にとって、“ごみ”を“資源”と捉える考え方は日本人よりも理解しやすいと考えられる。また欧州では、リサイクルのみならずレトロフィット等のサービスが実施されている等、静脈産業が既に育成されているのに対し、日本では静脈産業の規模は未だ小さい。

欧州市場のニーズを構成する市民の多くが環境問題を考えている上、既に静脈産業の規模が大きい欧州において、CE 関連のビジネスを実施することはそれほど違和感があることではないと考えられる。一方で、市民の多くが環境問題に触れる機会が少なく、静脈産業も未成熟で基本的には“ごみ”を焼却する習慣が根付いている日本において、CE を活用してビジネスを実施することはなかなか難しいと言える。

③ 政府のサポートが大きい欧州

本報告書においても多くの章で再三に渡り述べられているように、2015 年にサーキュラーエコノミー政策パッケージが発表され、EU 各国や企業、市民がとるべき 54 の行動計画が設定されて以降、欧州委員会、および欧州各国政府は CE を普及させるために様々な施策を展開している。それは単に CE を EU 域内に普及させることなく、CE の普及により域内雇用を増加させ、産業競争力を強化させるための施策である。例えば前回報告書¹にて述べたように、欧州委員会は消費者の「修理する権利」を認め製品の長寿命性を提唱しているが、これは欧州市場において機器の保守メンテナンスに関する DX アプリケーションの普及を促す効果がある。欧州委員会は、米国内で普及が遅れた同アプリケーションに関するマーケットが立ち上がることで、域内企業がビジネス戦略上で優位性を獲得できるように支援したとみることができる。一方、日本政府が CE 関連施策を通じて、国内企業の競争優位性を獲得できるように支援をしたケースは見当たらない。

以上の点を考慮すると、欧州委員会および欧州企業は、「変革がしやすい」「環境に対する問題意識が強い」「静脈産業が発展している」等の自分たちの強みを基に CE 政策、および CE 戦略を展開しているとみることができる。一方で、日本企業が「変革をしにくい」「環境に対する問題意識が強いとは言えない」「静脈産業は未発達である」といった弱みを克服することなく、CE を導入しようと試みても CE 戦略において競争優位性を確立することは困難であると言える。

2022 年 9 月デンマーク標準財団が、SDGs と連携するための戦略的かつ体系的なアプローチを可能にするマネジメントシステム規格の必要性を唱え国連 SDGs マネジメントシステムを提案した。参加国にはフランス、ドイツ、イタリア、オランダ等の EU 諸国に加え、中国やインドも名を連ねている。ISO14000 等の環境分野 ISO と異なり、同規格は非

¹ 経団連 21 世紀政策研究所報告書「欧州 CE 政策が目指すもの～Circular Economy がビジネスを変える～」(2019 年 3 月)

常に広範囲に渡り、マネジメントの仕方を規定する可能性がある。

もし同システムが成立すると、この分野においても日本企業は「自社の弱みの対応」に時間とコストをかけざるを得なくなる。日本の SDGs ランキングは 19 位であるのに対し、デンマークは最上位である。また日本企業は、欧米に比較してマネジメントシステムの導入への親和性が高くないため、「対応するために」「勉強」する時間とコストが膨大にかかる。具体的には Vision を設定し、PDCA を回す等の必要があるが、これらは必ずしも多くの日本企業の慣習になく、根付いていない企業が多いため、関連ステークホルダーや供給企業全体をまとめることができず苦戦する可能性が高い。

「日本型経営」と言われるように、マネジメントは企業の差別化要因となりえるものである。SDGs 分野関連の広範囲に渡り日本企業の良さを削って他国の提案に合わせてしまつては、競争上不利になりえる。日本の強みを活かした戦略の創出が必要である。

④ 東南アジアを視野に入れた戦略

現在、欧米中における多くのグローバル企業がデジタルプラットフォーム戦略を展開しているが、未だ全ての地域においてプラットフォームが普及している訳ではない。これは日本企業にも戦略展開の機会は残されていることを意味している。マーケット成長率が鈍く、米欧中に比べて規模の小さい日本がプラットフォーム戦略を展開するには、市場成長率の高い地域との連携が必要となる。例えば、ASEAN 地域を考慮に入れることを提案したい。

ASEAN は、人口約 6 億 3,300 万人で、日本の 5.4 倍の規模であり、EU (4 億 4,700 万人) NAFTA (約 5 億 40 万人) を上回る (いずれも世界銀行データより)。外務省資料によると、2021 年の日本の ASEAN 地域への直接投資は 32.5 兆円で、米国、EU に次ぐ規模である。アジア開発銀行によると、2023 年の ASEAN 地域の経済成長率は約 4.7%、2024 年は約 5%、ベトナム (6.8%)、フィリピン (6.2%)、カンボジア (6.0%) の 3 カ国で 6%を超えると予測されており、市場の著しい成長が期待されている。

図表 5-2-2 は、図表 5-2-1 の日本と欧州に ASEAN 地域を加えた比較表である。ASEAN 地域には未だマネジメント体制も柔軟性があり、更には CE に関する社会的な仕組みも未整備である。2023 年は日本と ASEAN 友好協力 50 周年を迎える。歴史的に親和性が高い日本企業との連携が期待される。

図表 5-2-2 : 日本・欧州・ASEAN 地域 CE・DX 戦略促進要因比較

	欧州	日本	ASEAN
“変革”に向いて いるマネジメント 体制	YES ビジョン・ゴール設定型 静脈産業も充実	NO オペレーション管理型 静脈産業は未成熟	マネジメント自体が弱い 為、比較的柔軟に対応 出来るのでは無いかな？
CEシステム・マイ ンドが既に構築 されている	YES ゴミを資源とする考え方が既に根付いており、循環を前提にした仕組みに必要なステークホルダーが動きやすい	NO ゴミは燃やすもの。その仕組みを循環前提に変えるよりも、技術で廃棄物を“処理”する発想が強い	NO 仕組みが十分に存在しないため、日本企業は開拓しやすい（静脈産業も未成熟）
国の後押し	欧州企業の循環システムの先行的な導入を促進し、欧州のCEマーケットを創出	日本政府の後押しはCEへの取り組み増が多く、マーケットを作る発想ではない	各国政府による規制は無い

(3) MMI (マスターマテリアルインテグレーター) 構想

元三菱ケミカルホールディングス チーフデジタルオフィサー

岩野 和生

昨今、化学業界においてもサーキュラーエコノミー、廃プラスチック問題、CO₂問題、ケミカルリサイクル問題など多くの問題が議論されている。ここで、SDGs をにらんだ統一の見解を考えようとした試みの一つを紹介する。ここでは、固定されたサプライチェーンという考えにしばられない関係性や社会的負荷、価値の再配分について考慮している。

サーキュラーエコノミー、マテリアルリサイクルの状況は、スマートシティにおける状況と酷似している。スマートシティでは、**System of Systems** とも呼ばれるようにさまざまな社会インフラが多層に絡み合い、それぞれのステークホルダーが関与している。そのため都市の総合的価値を実現するためにそれらのステークホルダーの目的、利害などの調整しなければならない。さまざまな社会システム（水道、道路、電力、ビル、ネットワークなど）の統合に向けて社会の総合的価値実現を図るインテグレーターとして、インフラシステムの調整に **Master System Integrator** という役割が現れた。これと同じようにマテリアルに関して、**Master System Integrator** の社会、物質版として、マテリアル（物質）に関する社会における総体的システムの調整や制度設計を行い、さまざまなステークホルダーの調整をになう **Master Material Integrator** (マスターマテリアルインテグレーター) を考えたい。そして社会の目指すところの調整、社会の相対的価値の実現をになうのである。

具体的に言えば、

- 物質循環の相対的管理、総量管理
- 物質の生産、消費、廃棄、再利用にまつわる社会的負荷の関係者への分配および産み出された価値の再分配に関するルール作りとメッセージ
- 物質の総体循環に関する理論的モデルづくり
- 上記のためのインフラ、プラットフォームの実現
- コンソーシアム形成
- サーキュラーエコノミー、プラスチック問題、CO₂問題を含む上位概念
- ブランディング

- ステークホルダー：パブリックセクター、企業、社会、市民、アカデミアなどの意識合わせと利害調整
- 国や地域の政策提言と実現
- ビジョン、ロードマップ、マイルストーンの策定、合意形成、実行

MMI はこれらの遂行をになっている。このような社会システムの設計には次のような仕組みを考える必要がある。

- a. 全体をサービスプラットフォームとする。エンティティ間の関係がサービスの形で提供されること。
- b. さまざまな物質の流れが表現できること。
- c. 各エンティティとその関係が表現でき、それらの流れをシミュレーションしたり最適化できること。
- d. 必ずしも信頼できるエンティティ同士の関係ではないが、お互いに決めたことを保証したり裏切ることができないこと。
- e. 各エンティティとそれらの関係からのデータが常時蓄えられるデータプラットフォームであること。
- f. 物質と情報の流れのトレーサビリティが担保されていること。
- g. データに関してプライバシーとセキュリティが担保される仕組みであること。
- h. 参加者のサービスに対する自主的な選択が、全体的な総合的価値の実現につながっていること。
- i. 得られた価値や必要な負荷の再配分がうまくいくような全体のモデルができていること。

上記の a. に対しては、前述の機能のエコシステムが基本となるだろう（[REL 1-5]）。このとき、状況に応じて、現実の関係性をそのエコシステムから取り出すことが大事になる。そのために、図表 5-3-1 のような「実体定義レンズ」のような仕組みが必要になるだろう。ここでは、エンティティ間の関係をソフトウェア定義（software defined）された「実体定義レンズ」として表している。

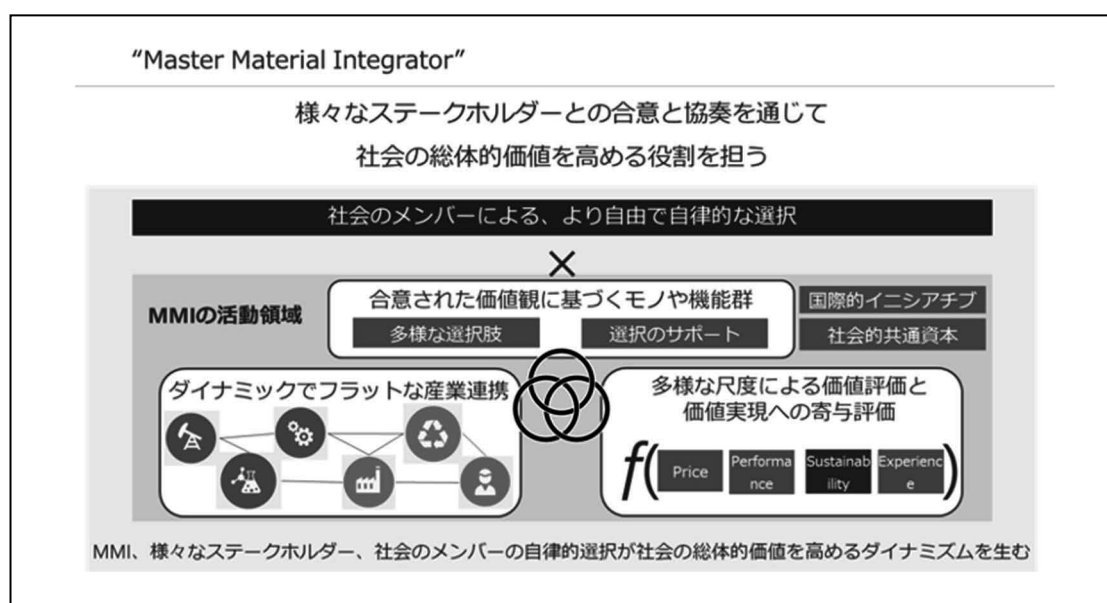
次に、b. から f. については、IoT アーキテクチャやデータプラットフォームの設計によるだろう。とくに d. に関してはブロックチェーンが有効である。また、サービスの受け手と提供を考えるとときには、スマートシティなどで採用された MQSL などの Pub/Sub モデルが適用できるだろう（[PS 1]）。基本的なサービスモデルを考えるとときに大事になるのが将

このように考えると一つの MMI の形が図表 5-3-3 のようなものになると考えられる。構成メンバーによる自主的な選択を通して、社会の総合的価値を実現していくのである。このとき図中にある価値実現への寄与評価 f というものは、

f (price、performace、sustainability、experience)

などのように料金だけでなく、その選択がもたらす社会的価値（たとえば CO₂ 削減など）のシミュレーション結果をオプションとしてサービス提示の時に示すのである。当然ながらこのシミュレーターの f をどのように設計し、どのように発展させていくかが鍵となる。ここで MMI の合意に基づいた管理者がこれをになっていくのである。このとき、各エンティティの選択によって今後の行動が“より賢く”なるように設計することが重要だろう。このときに考えられるものが、各エンティティに与えられる評価が選択された結果の f の合計として実体化されると行動パターンが変わっていくのかもしれない。

図 5-3-3 : MMI の概念図



出所：筆者、三菱ケミカルホールディングス CDO オフィス作成。

このとき以下のようなさまざまな課題を考慮しなければならない。

- サプライチェーンを考えたとき、負荷の分散をどのようなメカニズムで行うのか？
- 負荷の分散に対する合意をどのように形成するのか？
- 価値の再配分の仕組みをどのように行うのか？
- 公共財、私的財をどのように分けるのか？

- この仕組みを社会的基盤にするときに、どのように持っていけばいいのか？
- サービスの形で価値を提供する際に、サービスの受け手が自律的に選択肢を選択することが、長期的には自動的に社会的価値をあげていくことにつながる持続的なメカニズムはあるのか？
- サービスの提供の際のオプションの提示の仕方、影響価値計算関数 f の決め方
- 影響価値計算関数 f を決めるだけで自律的なサービスの受け手の選択が社会を自律的に良くしていくメカニズムはあるのか？
- もし自律的に行えないとしたときの、制度、法律などなにが必要なのか？
- 機能（物理的なものとサイバーの統合からなる）のエコシステムをどのように安定的に形成するのか？その時の社会的コモンズはなにか？
- MMI の明確なビジョン、ロードマップ、役割、運営形態は？
- MMI アーキテクチャは？
- 全物質価値シミュレーターは？

このように MMI という形で、世の中の物質の循環というものをサービスの形で捉え、総合的価値実現に向けたプラットフォームというものが考えられるだろう。この実現には、先に述べた産業共生の形でも一つのコンビナートでも、一つのスマートシティでの小さな実現から始めることも可能であるとする。

参考文献

- [REL 1] Cyber Society and Human being – Reality 2.0 and our coming future, Science Agora keynote session, November 13, 2015, http://www.jst.go.jp/csc/scienceagora/program/session/fb_506/
- [REL 2] REALITY 2.0 Summit, September 27 – 28, 2015, CRDS, JST.
- [REL 3] Expectation of Societal Innovation by ICT – REALITY 2.0, November, 2015, CRDS, JST, CRDS-FY2015-XR-05.
- [REL 4] 情報科学技術がもたらす社会変革への展望—REALITY 2.0 の世界のもたらす革新—, CRDS-FY2015-XR-05, 2015, <http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2015/XR/CRDS-FY2015-XR-05.pdf>
- [REL 5] CRDS シンポジウム、ICT がもたらす新たな社会、REALITY2.0 「ICT による社会変革への提言」、https://www.jst.go.jp/crds/sympo/20160226/pdf/20160226_02.pdf

[PS 1] Pub/Sub を使用したイベント ドリブン アーキテクチャ、
<https://cloud.google.com/solutions/event-driven-architecture-pubsub?hl=ja>

（４）人材育成について

東洋大学情報連携学部教授

廣瀬 弥生

1章（４）プラットフォーム戦略において議論したように、欧州企業は CE に関する欧州における公的な要求事項を提案し、それらの製品やサービスへの組み込みを義務付けることで、米国や中国のプラットフォーム戦略との差別化を図っていると見る事が出来る。一方、多くの日本企業では活発なプラットフォーム展開は未だ見られない。その理由として、日本企業サイドにプラットフォームリーダーとしての要素が備わっていないことが挙げられる。

プラットフォームリーダーになるために必要な 3 つの要素を挙げる。1 つ目は、ビジョンの発信と共有に努めることである。現在世界には、様々な業界においてグローバル企業によるクラウドプラットフォームが乱立している状況といえる。各業界でこの中から、もっとも多くマーケットで使われるデジタルアプリケーションを生み出しているプラットフォームが生き残っていく。生き残るためには、競合する他の企業によるプラットフォームよりも、多くのユーザーや関連企業、アプリケーション開発者を巻き込んでいく必要がある。それには、参加を促したいステークホルダーに対し自社のプラットフォームに関するビジョンを明確に発信し、共有を図ることが不可欠である。

2 つ目は、テクノロジーとマーケット双方の掘り起こしである。日本では CE についても DX についても、AI の開発等テクノロジーに関するサポートは見られるが、1 章で議論したように EU のようなマーケットの掘り起こしに関する取り組みは見られない。3 点目はステークホルダー間の利害調整である。1 章（４）のバリューチェーンプラットフォームに関する説明で述べたように、プラットフォームに参画する企業は、広範囲な業界から参加している。例えば BMW グループの EV バッテリープラットフォームにおいては、採掘企業から EV 部品メーカー等様々である。広範囲に渡る業界における企業が積極的に参加するには、プラットフォーマーの利害調整が必要となる。

日本企業が自国の強みを基にしたビジョンを創出し、世界に先駆けてマーケットを創出するために、ビジョンの必要性を国際的に発信するには、自分の力で考えてビジョンを発信し、グローバルルールを提案し、コミュニケーションを取れる人材育成が必須である。

5 章（２）で議論したように欧州では、政府が CE に関する規制やルールに関する枠組み

を整備し、企業が CE や DX を軸に CE 関連のアプリケーションや CE を考慮したバリューチェーンを展開し、それらを普及させ国際標準化するために積極的な展開を実施している。一方前回報告書¹において述べたように日本企業の CE への展開の仕方は、欧州発 CE の中味を「勉強」し、EU に求められる CE に関する要求に「対応する」ことが中心になっており、日本発 CE の方向性を明確に示すビジョンはあいまいである。また EV や AI 等に代表される今後の成長が期待される事業については、技術力強化に対する取り組みは聞かれるものの、技術や CE 施策を用いてビジネス戦略を強化し、事業の方向性やビジョンを明確に示す取り組みは聞かれない。厳しいグローバル競争に生き残るために、従来の「人から言われたことを受け身で勉強する」だけのやり方を見直し、「自分で考えてビジョンを明確に発信する力」を持つ人材育成が待たれている。

¹ 経団連 21 世紀政策研究所報告書「欧州 CE 政策が目指すもの～Circular Economy がビジネスを変える～」(2019 年 3 月)

（５）機能のエコシステム

日本生産性本部エコ・マネージメントセンター長

喜多川和典

CEは資源消費に依存しない経済へ移行する取り組みである。これは言い換えれば、「資源・もの」をメディアにして商品の付加価値をユーザーに届けるビジネスから、製品の機能・価値を「サービス」という形でメディアにしてユーザーに届けるビジネスへと移行することでなされる可能性がある。

このような経済を機能的経済と呼ぶ学派がある。機能的経済とは、機能の使用を最適化し、物質的な富の管理を最適化する経済として捉えることができる。つまり、機能的経済の目的は、物質的資源とエネルギーをできるだけ消費せず、ものを可能な限り長い時間、可能な限り使用価値を最大化して生産・提供することを目指す経済と言い換えることができるであろう。したがって、機能的経済は、富と物質の流れを生み出す手段を、生産と販売に焦点を当てている現在の経済より、サービス化と非物質化を志向し、それによって持続可能な経済へと向かう可能性がある。

上記のように書くと、機能的経済とCEはなにが違うのかと思われるが、機能的経済は、現時点においては、恐らくCEが包含するツールのひとつと考えてよいものと思う。CEは人と資源の関係を見直し、それをより持続可能な関係へと発展させる取り組みのすべてを含むと考えられるため、機能ベースの価値交換を行う経済・エコシステムだけがそれを導く解ではないからだ。他方、機能的経済の主たる価値交換の対象は、有形の資源・ものではなく、無形の機能・価値である可能性がある。このことについては、後述でより詳しく述べることにする。

それでは、本項のタイトルにある「機能のエコシステム」を機能的経済との関係からどのように理解するかであるが、筆者の見解をベースに述べるとすれば、地球の生命の営みを成り立たせている、生物多様性などの相互依存システム、あるいは人類に限って言えば、人間らしいライフスタイルを支えてる自然の収容力などは、地球上のエネルギーと物質の流れのシステムの上に成り立っている。そして、特定の人工物を除き、これらの物質循環はほぼ完全に閉じている。すなわち、自然のエコシステムにおける物質循環には、始まりも終わりもない完全なループ状の構造となっている。これは例えば、地球上の水の循環を想像すると一番わかりやすいのではないか。地球規模で考えれば、水の循環に終わりも始

まりもない無限のサイクルで永続する。そして、この水による生命維持の恩恵を、地球上のあらゆる生物が自己の占有ではなく享受している。

機能のエコシステム、あるいは機能的経済におけるエコシステムの構築とは、このような自然のエコシステムを範として目指そうとする志向から現れた概念であると思うのである。そしてそのような経済構造を構築することは人間の社会・経済を持続可能性へと導く可能性を秘めている。

他方、自然のエコシステムの完成度を考えれば、人間社会の資源・ものの循環はいまだ非常に不完全なものであり、日本は、一般廃棄物の収集・処理だけで年間およそ 2 兆円の税金を投じているのである。そしてこの一部は確実に日本の経済指標である GDP にプラスの貢献をしているのである。そう考えると、廃棄物を削減することは日本の経済に悪影響を及ぼす可能性がある。つまり、機能のエコシステムを構築することは、廃棄物の発生量を減らすことで日本の経済に悪い影響を及ぼす可能性がある。

機能のエコシステム、機能的経済への移行はこのような国民経済の会計手法も見直す必要が出てくるものと思える。例えば、廃棄物の収集・処理の支出を、製品の維持、修理、再製造、アップグレードなどに転換することを経済活動の会計面におけるプラスとして評価される財務面での制度改革などを検討すべきかもしれない。

機能のエコシステムの構築と発展は、廃棄物のリサイクルとは対照的に、より高い資源効率を実現させる資源の流れの量と速度を減らす効果がある。つまり、物質的な循環ループを閉じるだけでなく、製品と材料の責任および経済コストのループも合せて閉じる効果がある。

これまでの生産・販売による線形経済では、より高い資源効率の実現は、販売とともに終わる経済活動の場合、経済活動の有効性と反することが頻繁に起こる。つまり製品を販売したあとの製品に対する責任および経済コストのループは閉じられていないのである。それらの責任の履行は、従来型経済における経済活動の目標に反しているようにさえ見える場合がある。産業は効率的に生産し、消費者は迅速に消費し、公共は効率的に処分するのが経済を順調に回す極意であった。

機能的経済では、製品の責任ループが閉じられるのと同調して、資源・もののループも閉じる可能性があると期待されているのである。

機能的経済の戦略（売切らず製品を所有し管理し続ける）は、経済活動の構造的な変化を促し、リサイクルよりも再製造やアップグレードなど、製品の使用を持続させ、できる

だけ付加価値の高い状態で長く使用し続けるための技術革新を推進する可能性がある。ここでは、資源・製品を生き返らすのではなく、機能を生き返らせることに焦点を当てた経済行動が重視されると言える。

卑近な例をあげれば、日本のタクシー車両の使用済みにいたる走行距離は概ね 50 万 km あり、多いものだと 100 万 km にも及ぶとされる。またタクシー会社の多くが自社内に自動車整備部門を抱えており、こうした車両の長期にわたるメンテナンスを行っている。もちろん、100 万 km にも及ぶ走行を終えた車両の中身は、新車時とかなりの部分で入れ替わっているが、そうまでして車両を維持することが、乗客を運ぶサービスを提供するビジネスにおいては、コストを抑えて市場での競争を有利にするのに有効な策であるのだ。

換言すれば、製品の機能提供を最適化する機能のエコシステムは、資源効率の最大化を実現する可能性があり、製品を長期にわたり使い続けることで、使用単位・サービス単位あたりの資源投入量と経済コスト（サービスコスト）を最小化へと導く可能性がある。さらに言えば、機能に焦点を当てた回復の方が、ものあるいは、既存品を新品に置き換える回復・更新より資源および経済コストの効率を最適化する可能性がある。

このような経済の変容をより多くの製品に拡大させることは、実質的な経済構造の変化が起こらなければならないため、決して容易ではない。しかしながら、だからこそ、このような新しい機能のエコシステムと機能的経済のより早期の採用と実施は、それを敢えて行い成功した企業にはかなり長期的な利点をもたらす可能性があると言えるであろう。

より高い資源効率を実現させる戦略には、商品をより長期に使い続ける、非物質化されたサービスに基づく経済活動、革新的なデジタルソリューションなどを組み合わせて実現される。このようなビジネスの革新が簡単なものでないし、単なる技術的な課題だけで説明できない。ビジネスの構造改革への腰の重さからも来るものである。その転換を加速するのは、企業単独の努力だけでは難しい面もある。公共政策のレベルでもこの転換が滞りなく行われるように、様々な制度改革やインセンティブを複合的に配置して進むようにすることが肝要である。

世界を見わたせば、世界の人口のわずか 20%が、世界の資源消費量の 80%を占めている。先進国の商品市場は飽和しており、商品在庫は巨大な資源の貯蔵庫となっている。規模の経済性を追求することによって、一製品あたりの製造コストを削減したり、生産の集中化を高めたりする伝統的な経済対策では、もはや持続可能性の問題を解決できないことが明らかになりつつある。

また、近年のデジタル技術の進歩は、新製品を開発する速度より速く進むことが多い。従来式の線形経済では、これらの新しい技術を、ユーザーの利点として届けるには、既に売った製品を新しい製品に置き換える(買い替えさせる)ことでしかできない場合が多かった。

しかし、現代のデジタルと通信の技術によって、既販の製品を置き換えるよりもより迅速にその付加価値をユーザーのもとに届けることを実現できるようになりつつある。機能的経済および機能のエコシステムはこれらを実現させるインフラを提供する可能性がある。

そこでユーザー（消費者）は、シェア、リース、サブスクリプションにより提供された機能を自分が製品を所有しているかのように取り扱い、機能（使用）重視のサービス経済によって提供される新しい柔軟的な機能と価値を享受できるようになる可能性を実現する準備が整いつつあるように見える。

安売りと競合他社の存在によって経済成長の限界と戦って苦しむのではなく、持続可能な社会に向けた変化を積極的に始めることで、他社に先駆けた有利なスタートを切ることがこれからの生き残りにおいて有利となる時代が到来したと認識すべきではないだろうか。

機能的経済へのシフトは、製品を再製造する地域分散型の小さな工場、顧客満足を実現するサービスを提供する運営施設の配備、デジタル技術によるアップグレードと製品の適時回収などが今よりも重要な施策となるであろう。実際、欧州などの地球環境の危機意識の推移を長年にわたり見てきた筆者からすれば、環境対応の圧力はそれほどの域に達しているように見える。

このような経済は、より少ない資源を消費し、より高い資源効率を実現し、製品の生産は、より高度でより熟練した労働力を必要とし、地域分散化された小さな事業ユニットによって構成される特徴を有する可能性がある。有形の輸送は大幅に減少し、スペアパーツの代わりにアプリケーションや電子データなどの非物質的な商品の伝送がますます重視されることになるであろう。

これらによって、資源・ものに束縛される仕事は減少し、より多くの職業で在宅勤務の実現可能性は高まるであろう。労働者も企業間を転職するより、自分の「職」がその時々雇用ニーズに応じて自動的に移動するような形態へと変わるかもしれない。すなわち、個人が自宅の同じ机で仕事をしながら、一日の間に異なる主職、副職の複数の職をこなす

ような働き方も出現するのではないだろうか。

機能のエコシステムと機能的経済は、上述したように、資源効率の向上だけでなく、経済・社会の隅々にまで影響を及ぼし、大きな構造変化をもたらすであろう。このムーブメントに乗り遅れたと気づいた時には、多くの果実がすでにもぎ取られているに違いない。

官民挙げてこの大転換に適切に舵を切って対応していくことが求められている。

おわりに ― 次のステップに向けて

東京大学大学院工学系研究科人工物工学研究センター教授

梅田 靖

本報告書全体を通じたメッセージは、CE が単なるリサイクルの高度化だけでなく、大量生産・大量廃棄に頼らないものづくり、ひいては絶対的デカップリングの実現であり、そこに向けた体質強化である。その意味で、今後の我が国の産業界の競争力強化の指針としてさらに深掘りが必要な課題である。その意味では、**第5章（5）**で述べられているように、「循環経済」と呼ぶよりも「機能的経済」と呼んだ方が適切なのかもしれない。循環が目的ではなく、デカップリングであり、それと競争力強化の同時達成が目標となるからである。

本報告書の考え方は、ものは一定量作り続けることを前提とした上で、ものそのものではなく、ものが発揮するユーザ価値に重きを置き、それを最大化するようなものとサービスの組み合わせを提供する（製品・サービスシステム）、その実現技術としてデジタルを最大限活用しなければならない。視点はもの売りではなく、バリューチェーン全体での価値の循環である。

前回の本研究会の報告書¹の発行（2019年）以降、大企業を中心として、国内におけるCEの理解は深まった。ただし、**第5章（4）**で述べているように、欧州発CEの中味を「勉強」し、EUに求められるCEに関する要求に「対応する」ことが中心になっており、日本発CEの方向性を明確に示すビジョンは曖昧である。この指摘は重要である。

ビジョンを具体化するためには実践面、理論面の両面で深化させる必要があるが、特に実践面では、大企業よりもスタートアップ企業に期待し、様々なトライアルを重ねて成功事例、失敗事例を積み重ねながら日本発の姿を探っていくことが現実的なのではないかと。失敗を回避する大企業の体質が大きな障害になっている。

本報告書の1つの提案は、CE型ビジネスを展開するためには、1社単独でなく、デジタルをベースにした、複数企業間での価値共創エコシステムといった姿を目指すべきではないかということである。その具体的な姿はまだ明らかになっていないが、**第5章**で述べた

¹ 経団連 21 世紀政策研究所報告書「欧州 CE 政策が目指すもの～Circular Economy がビジネスを変える～」(2019 年 3 月)

Industrial Symbiosis、MMI 構想が参考になる。その中に、前回の報告書で述べた「循環プロバイダー」、もしくは、エコシステムクリエイター、**第5章（4）**でその育成方法まで議論している「プラットフォームリーダー」といった職能の出現がカギとなると考えられる。アナログレベルで、地域レベルで仲間作りがうまいのは我が国の1つの特徴だと考えられる。これがデジタルを駆使した CE の世界でもうまくできるようにすることが1つのカギとなる。

さらに重要だと思われる視点を3つ述べる。1つは、デジタル化の進展である。EU におけるバッテリーパスポートとそれに関連する情報プラットフォーム（例えば、Catena-X）の実装が進みつつあることに対応して（ここでも対応なのであるが）、我が国でも CE を推進するための情報プラットフォーム開発が進んでいる。例えば、**第4章（1）**で述べた内閣府 SIP「サーキュラーエコノミーシステムの構築」プロジェクトにおいてプラスチックに注目した情報流通プラットフォームを開発中であるし、経産省と情報処理推進機構（IPA）が推進するウラノスエコシステムとそれを活用したバッテリーパスポートに対応したシステム開発が進んでいる。こういった情報プラットフォームが具体化すれば、もう一段、CE 型ビジネスの姿がはっきりするのではないか。

2 点目は国際関係の問題である。**はじめに**で触れたように、中南米やアフリカには国を超えて CE を普及させる団体や活動があり、欧州がかなり支援している。欧州主導で同様のことが東南アジアで行われる危険性は高く、関連した動きは既に行われていると言っても良い。これは危険な兆候であり、我が国が東南アジアでリーダーシップを発揮する必要性は極めて高い。今後の国際情勢を見たときに、このような連携を基礎に友好的な CE のネットワーク化が進むのか、もしくは、経済安全保障をきっかけにしたブロック経済化が進むのか。後者の危険性が高いように思われる。

3 点目は標準化の問題である。複数企業間での価値共創エコシステムを構築するにしても、CE 型情報プラットフォームを活用するにしても、標準化が必須である。情報プラットフォームにおいて接続可能性を担保するインターフェイスやプロトコルの標準化といった技術的な話から、企業間での契約の取り決め方についての標準化や情報提供内容の規格といったビジネスレベルの標準化まで多岐にわたる。**第1章（4）**で述べたように、我が国はこの標準化に負け続けている。そもそも大企業が有為な人材を標準化に回していない。企業人自らが危機感を持ってボランティアベースで集まってくださっている側面が強い。ここに力を入れないと EU に永遠に追従し続けることになってしまう。

サーキュラーエコノミー —新しい成長のために

21 世紀政策研究所 研究プロジェクト
(研究主幹：梅田 靖)

2024 年 3 月

一般社団法人 日本経済団体連合会 21 世紀政策研究所

〒100-8188 東京都千代田区大手町 1-3-2

TEL : 03-6741-0901

FAX : 03-6741-0902

ホームページ : <http://www.21ppi.org/>

