

Title	「モノなくしのためのモノづくり」とは何か：サーキュラーエコノミーにおけるモノづくりに関する一考察
Author(s)	村松, 竜弥; 妹尾, 堅一郎
Citation	年次学術大会講演要旨集, 38: 1062-1067
Issue Date	2023-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19112
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

「モノなくしのためのモノづくり」とは何か ～サーキュラーエコノミーにおけるモノづくりに関する一考察～

○村松竜弥, 妹尾堅一郎 (産学連携推進機構)

ryuya-muramatsu@nposangaku.org

キーワード：サーキュラーエコノミー、モノなくし、モノづくり、使い続け、長寿命化

1. はじめに

サーキュラーエコノミー（循環経済：以下CE）の下では、どのような「モノづくり」をすれば良いだろうか。通常、「3R」の「リデュース」とは、例えばPETボトルを薄くするように一製品当たりの資源使用量の削減と理解される。だが大きな省資源は、実は「モノなくし・モノへらし」ではないか。例えばスマートフォンは、電話から文具まで多くのモノが担っていた機能を集約し、モノの品目数自体の削減を導いた。同時にクラウド化は、データセンターにおける製品の精密高度化を促進する。さらに、資源生産性の観点からはモノの「使い続け」が推奨される。

本論では、これらの事例群の意味を整理し、CEに貢献する「モノなくしのためのモノづくり」の役割や機能と問題・課題等を考察する。

2. 「モノなくし・モノへらし」とは

2.1. 日本における3R政策

日本における3R政策は、2000年に環境省が所管となり、廃棄物処理とリサイクルの推進をするために制定された「循環型社会形成推進基本法」を基盤にして展開されている¹。この政策は、持続可能な社会の実現を目指し、廃棄物の発生量を削減し、資源の循環的利用と適正処分を推進することを主要な目標としている。3Rとは、「リデュース（発生抑制）」、「リユース（再利用）」、「リサイクル（再生利用）」を指し、3Rを通じて廃棄物削減と資源循環を実現しようとする取り組みである。その中で、リデュースは、3Rにおいて最優先されるべきとされ、さまざまな取り組みが行われている。環境省のガイド²、経済産業省の政策³、環境省の3Rイニシアティブ⁴、3R推進協議会⁵における3Rの説明等（図表1）を見ると、廃棄物の発生量を減らすために、資源の利用効率を高めることを重視していることが分かる。また、製品の設計段階から環境への配慮を行い、原材料の使用量を減らす、耐久性を向上させるなどの工夫をするよう促している。さらに消費者へも、節約生活や使い捨てを避ける姿勢醸成の啓発が推奨されている。

図表1 各団体の3Rの定義

ただし、我々が注目したのは、いずれの定義も基本的に3Rが廃棄物処理と環境保全対策観点から語られており、特に廃棄物の発生を抑制することを大目標としているという、環境汚染対策観点が非常に強いことである。必ずしもビジネス・産業の観点からの検討では言いにくい。

	リデュース（発生抑制）	リユース（再利用）	リサイクル（再生利用）
環境省	資源の消費、ごみの発生をもとから減らす	繰り返し使うことで、ごみを減らす	資源として再び利用することで、ごみを減らす
経済産業省（3R政策）	省資源化や長寿命化といった取り組みを通じて製品の製造、流通、使用などに係る資源利用効率を高め、廃棄物とならざるを得ない形で資源の利用を極力少なくする	一旦使用された製品を回収し、必要に応じ適切な処置を施しつつ製品として再利用をする。または、再利用可能な部品を利用する	一旦使用された製品や製品の製造に伴い発生した副産物を回収し、原材料としての利用または焼却熱のエネルギーとしての利用する
3Rイニシアティブ	発生する廃棄物の量を減らすために、物を大切に使う	そのままの形状で再度使用する	形状を変えて再度使用する
3R推進協議会	製品をつくる時に使う資源の量を少なくすることや廃棄物の発生を少なくすること	使用済製品やその部品等を繰り返し使用すること	廃棄物等を原材料やエネルギー源として有効利用すること

2.2. 従来のリデュース

リデュースは「廃棄物の減少」を狙いとしている。もちろん、それ自体は極めて重要である。特に近年では、マイクロプラスチックによる海洋汚染など、プラスチックのワンユース・使い捨てが大きな社会問題となり、プラスチックの使用量削減の機運が高まりつつある。例えば、PETボトルの軽量化では、キリンホールディングス(株)が、飲料水用2リットルPETボトルの重量（1本あたり）を、2003年の63gから2019年には28.3gまで軽量化し、年間約107トンのPET樹脂の使用削減を達成した⁶。

政府もプラスチック削減を推進しており、2022年に「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が施行された⁷。この法律では、従来ごみとされていたモノを再生可能資源に替えることを意

味する Renewable（リニューアブル）を 3R に加え、プラスチック製品のライフサイクル全体における持続可能な措置が定められた。この法律では、プラスチック使用製品の設計から廃棄までの各段階で必要な取り組みが規定され、ワンウェイプラスチック（ワンユース）の使用削減、石油由来プラスチック代替品の開発と利用促進によって、プラスチック廃棄物の排出を減少させるとしている。

実際の企業等の対応としては、基本的には、一製品あたりのプラスチック使用量を減らすことが主眼となっており、それをもって廃棄物の発生量を減少させようとしていることを特徴としている。

2.3. リデュース再考

共著者である妹尾は、従来の廃棄量削減の観点に加えて、ビジネスと資源生産性の観点からリデュースを再考することが必要であることを強調した議論を行っている^{8, 9, 10}。

従来のリデュースとは、「ゴミの発生抑制」のための省資源と省廃棄物のこととしか捉えていないことがほとんどである。例えば、先述の PET ボトル軽量化などの「既存製品の省資源化」がそれである。

しかし、ビジネスや資源生産性の観点からは、そもそも「最低限必要な新品しかつくりたくない」という「省生産」や「従来の品種・品目」を駆逐する製品の開発が主たる意味になるのではないかと。

循環経済が、従来のリニアエコノミーにおける「大量生産・大量消費・大量廃棄」からの転換であれば、「買い換え、買い増し／買い足し、買い揃え」ではなく、「使い続け、使い直し、使い切り」の CE の観点で考えなければいけない。その本質は「資源生産性」である。それを高める、つまり資源消費を減らすのに一番効果的な方法は「モノなくし・モノへらし」である。これは既存製品の軽量化だけではなく、そもそも「品種・品目」を少なくすることであり、また、サービス、シェアリング、サブスクリプション等を駆使した「使い続け」の促進によって「品数」自体を削減することである。

代表例はスマートフォン（以下、スマホ）だ。2008 年、Apple 社の iPhone、2009 年には Android スマホが登場した。スマホは、様々なアプリを活用することで、従来は多様な機器を揃えることでまかっていた多くの機能を 1 台で果たすことができるようになった。

電話の音声通話機能からメールの送受信、テレビ番組からネット配信番組まで、さらに写真や動画撮影や音楽再生までもスマホ 1 台で済むとそれらに関連する製品は減少することになる。

例えば、スマホの国内出荷台数は、2010 年の 475 万台から 2022 年には 3193 万台に増加し、現在の普及率は 9 割を超える。逆に、固定電話の契約件数は、2009 年の 4334 万件から 2020 年の 1716 万件まで減少している¹¹。一般公衆電話は、ユニバーサルサービス制度が開始された 2002 年度末では、NTT 東日本・西日本合計で約 58 万台が設置されていたが、2022 年度末時点では約 14 万台まで減った¹²。薄型テレビの国内出荷台数は、2010 年の 2519 万台から 2022 年の 486 万台へと激減した¹³。デジタルカメラの出荷台数は、2010 年の 12146 万台が 2022 年には 801 万台まで縮小した¹⁴。音楽再生用携帯オーディオプレーヤーの販売台数は、2010 年の約 624 万台から 2022 年の約 60 万台まで減少した¹⁵。

これらを合わせると、スマホは他製品をなくしたことで使用資源量を約 26 万トンも減少させたと推計できる（図表 2）。つまり、スマホはアプリを通じて多くの機能を果たせることを通じて資源消費の削減に寄与しているのだ。すなわち、個別の専用機が別々にあることよりも、汎用機を作りアプリで専用用途的に使用することによって現存品種をなくす「モノなくし・モノへらし」は資源消費を抑制し、資源効率性を高めているのである。

図表 2 使用資源の減少量

製品	重量	台数の増減	使用資源重量
スマートフォン	200g	2718万台	5436トン
固定電話	600g	▲2618万台	▲15708トン
電話ボックス	14kg	▲44万台	▲6160トン
薄型テレビ	10kg	▲2032万台	▲203270トン
デジタルカメラ	400g	▲11345万台	▲45381トン
携帯音楽プレーヤー	70g	▲564万台	▲395トン
合計		▲13801万台	▲265478トン

出典：総務省、電子情報技術産業協会、カメラ映像機器工業会、BCN 総研の情報をもとに筆者作成

ただし、スマホが多く機能を担うためには、クラウドへアクセスできることが不可欠だ。つまり、クラウドサービスの背後には、クラウド側のデータセンターの機器等の高度精密なモノが必要になる。この点を忘れてはならない。すなわち、資源効率性を高めるための「モノなくし・モノへらし」のためには、それを可能ならしめる「モノづくり」に支えられる側面もあるのである。

3. 「モノなくし・モノへらし」の方法群

3.1. モノなくし・モノへらしのための 7 つの代表的手法¹⁶

共著者である妹尾はさらに、「ビジネス観点から見れば、CE への転換は資源消費を必要最低限にとどめるための方策だとする。そのために「モノ資源とエネルギー資源を、情報資源の活用でより効果

的効率的に、ただしスローに循環させること」が基本となると論じている¹⁷。その本質は前述のとおり資源生産性であり、ビジネスの基本は「買い換え」から「使い続け」への移行である。そして資源消費を最少化する「モノなくし・モノへらし」のために7つの方法を提案している。

第1は、「集約的汎用化」である。前述のスマホがこれにあたる。

第2は、「デジタル化・クラウドサービス化」である。例えば、音楽や映像等をデジタルコンテンツ化とネット配信にすることで、従来のオーディオビジュアル用の家電やディスクが不要になった。

第3は、「本体と消耗部分・付属品部分の分離と共通化」である。例えば、シャープペンシルでは、ホルダー（本体）と替え芯（消耗品）を分離し、消耗部分だけの交換で済むようにした。カメラ（本体）は様々なシーンに応じてレンズ（付属品）を交換することで、カメラ全体を買い揃える必要がない。また、消耗部分や付属品と本体とのインターフェースを仕様共通化（標準化）すれば、異なるメーカーの製品を組み合わせて使えるようになり、一層の省資源化につながる。

第4は、「超耐久製品化」である。リチウム電池（二次電池）は再充電することで、長期に使い続けが可能だ。また、近年では自己治癒性の高いコンクリート¹⁸や自己修復型のエラストマー¹⁹が開発され、構造物の長寿命化に寄与することが期待されている。

第5は、「メンテナンスとリペアのサービス化」である。メーカーは売りっ放しではなく、長期に使い続けられるように修理・修繕・補修サービスや、リフィル（消費材充填）とリプレース（部品交換）の提供が欠かせなくなる。メーカーは「使い切り」された製品の回収により「再生素材用の資源」を確保できるだろう。

第6は、「モノづくり治し・直し、つくり替え・変え」という「新モノづくり」である²⁰。これは初期不良品の再整備（リファービッシュ）や中古品などの修理・調整や故障した製品の作り変えにより、モノの使い続けを促進する方法である。パソコンやスマホなどでは、中古品や新古品等の再整備品を販売することにより、新品生産に使用する素材を削減していると言えよう。

第7は、「ビジネス自体のサービス化」である。例えば、自動車は「モノ売り」から、MaaS（乗り物のサービス化）による「モノ使わせ」に転換させることだ。モノの使用価値を高めるためのサービスや、多くの人が同じモノを利用するシェアリング、製品の所有を定期的な使用に転換するサブスクリプションなどによって使い続けを促進させ、モノの品数自体を減らすことができる。

3.2. モジュール化によるモノなくし・モノへらし

ここで生産財の事例に焦点を合わせて「モノなくし・モノへらし」に寄与する手法を検討する。

まずモジュール化がある。製品をいくつかの機能や構成に分割し、インターフェースを標準化して全体を機能的な集合体（システム）として再定義する。モジュール化実現のためには、設計から見直すことが必要となる。自動車メーカーでは、従来、構成部品の相互調整を通じて製品ごとに最適設計していたが、現在はクルマを構成する各部位をモジュールとして再定義し、それらを最適に組み合わせることで製品全体にするという考え方に移行している。これは、市場の多様化やコスト削減の対応策として、複数の製品の製造に共通して使用できる製造設備を開発・導入する取り組みでもある。

フォルクスワーゲングループ（以下、VW）は、2012年、新たな車両開発コンセプトである「MQB」（Modularen Querbaukastenの略、英語ではModular Transverse Matrix）を導入した²¹。MQBでは、パワートレインやサスペンション、ステアリングシステムなど、様々な機能が集まる前輪からアクセルペダルまでの前部構造をモジュール化した。これにより、前部構造の部品の種類を約半分に削減し、同一ラインで車両の長さや幅が異なる車種を組み立てることを可能にした。ウォルフスブルグ（ドイツ）にあるVWの工場では、2019年に新型「Golf」の生産において、既存設備の約80%を引き続き使用することができたという。つまり、VWは、車両のモジュール化により、部品の品種や品目をなくし、製造設備の数を減らしている「モノなくし・モノへらし」を進めたと捉えることができる。

3.3. 一体成形化によるモノなくし・モノへらし

次に、一体成形を行うダイカストがある。ダイカストは、熔融金属を精密な金型に圧入することで、高精度で鋳肌の優れた鋳物を大量に生産する鋳造方法だ。複雑な形状の製品を1工程で量産できるので、ダイカストは製品を効率的に大量生産する方法として広く使われてきた。自動車部品、機械部品、装飾品などで用いられている。

トヨタ自動車(株)（以下、トヨタ）は、大型の鋳造設備で複数のアルミ部材を1部品として成形する新生産技術「ギガキャスト」を導入した²²。従来は、車両のボディを製造する際、鉄板をプレス成形し、多くの部品を溶接やねじ止めして製造していたが、ギガキャストでは、鋳型にアルミを流し込むだけでボディ製造ができるため、部材や部品の種類の減少や、部品の加工や組み立て設備を削減で

きる。車両の後輪部分の試作では、従来 86 の板金部品を 33 工程かけて生産していたところを 1 部品・1 工程に集約できたという。つまり、トヨタは、ギガキャストにより、部材や部品の品種・品目をなくし、製造工程数を減らす「モノなくし・モノへらし」と捉えることができる。

3.4. DX化によるモノなくし・モノへらし

さらにDX（デジタルトランスフォーメーション）の活用がある。

例えば、(株)小松製作所（以下、コマツ）の建設機械サービス「KOMTRAX」は、デジタル化により建設機械の稼働状況を遠隔監視し、適切なタイミングでメンテナンスを行う²³。KOMTRAXの活用で、建設機械の故障を未然に防ぎ、製品寿命を延伸できる。また、消耗品の交換時期がわかるため、機械の長期停止を防ぐことができる。さらに、2015年から始めたスマートストラクチャーでは、建設機械にとどまらず、測量から検査までの建設生産プロセス全体をデジタル化し、それらの情報を基に、現場の最適化を図っている。これにより、大規模工事の効率化および短期化を実現している。そのためには、すべての機械をデジタル空間につなぐ必要がある。コマツでは、メーカー問わず全ての建設機械に「後付けマシンガイドランス（レトロフィットキット）」を取り付け、旧型機械もデジタル化して使い続けられるようにしている。これにより車両台数の削減をしている²⁴。つまりコマツは、DX化によって現状の建設機械を使い続け・使い切ることを通じて、資源消費量を削減させる「モノなくし・モノへらし」を進めていると捉えることができる。

3.5. 長寿命化によるモノなくし・モノへらし

加えて、メンテナンスとリペアのサービス化による長寿命化というアプローチが挙げられる。これは製品のメンテナンスを適宜行うと共に、使用中に生じる摩耗や損傷の修理や部分交換することで、製品の使い続けを可能にしている。それにより、新品の製造に必要な資源やエネルギーを削減できる。具体的な例としてリトレッドタイヤが挙げられよう。摩耗したタイヤを台タイヤ（本体）とトレッドゴム（消耗品）に分離して、レッドゴムのみを取り換える。これにより、タイヤ全体を交換する必要がなくなり、かつタイヤの新品製造に必要な原材料のゴムの使用量を削減することができる²⁵。

(株)ブリヂストン（以下、ブリヂストン）では、運送事業者向けに、新品タイヤやリトレッドタイヤといった製品と、タイヤに関連するメンテナンスというサービスを組み合わせ、「トータルパッケージプラン（TPP）」としてサブスクリプション商品として提供している²⁶。これには、タイヤの空気圧と温度を遠隔モニタリングするサービスもデジタルソリューションツールと称して含む。タイヤの状態を常にモニターできれば、最適なタイミングでリトレッド行う事ができるのだ。また、使用後はタイヤを回収し再資源化に使用できる。これによってCEの循環構造が生まれる。つまり、ブリヂストンはTPPにより「使い続け」を支援し、さらに新たなバージン素材の使用を最小限にする「モノなくし・モノへらし」を行っているのだ。そしてタイヤの回収、再資源化による廃棄物をなくしていると捉えることができる。

3.6. 製品寿命の延伸によるモノなくし・モノへらし

近年、メーカーによる再整備品の取り組みが増えている。再整備品とは、初期不良で製造会社に返品された商品（いわゆるB級品やわけあり品）を、メーカー自身などが点検・修理して出荷する製品（リファービッシュ品）だ。初期不良箇所の修理や部品交換がなされ、新品同様の品質検査を通過した製品のみが再出荷・販売される。これにより、まだ使用できる製品や部品を廃棄することなく活用できる。これは新品生産の品数を減らし、使用資源の削減に繋がるのである。

他方、メーカーの保証期間が終了した製品の修理を行う、新たな取り組みもなされている。

京西テクノス(株)（以下、京西テクノス）では、メーカーからの修理業務受託サービスや、メーカーサポートの終了した修理を行うKLES（Kyosai Life Extension Service）というサービスを行っている。KLESは、京西テクノスが有する故障箇所を特定する能力と修理部品の調達力をあわせた修理ノウハウによって、「Repair（修理）」、「Preventive Maintenance（予防保全）」、「Re-design（基板や装置の再設計）」を行い、機器を延命する、としている。対象機器は、電圧計、オシロスコープ、半導体関連機器などの電子計測器や、シーケンサー、PC、制御機器などの産業用電子機器であり、これまでの修理実績は累計25,000台を超えるという。依頼を受けて見積を提出した機器の修理については99%完遂の実績を持つ²⁷。このようなサービスを行うには、様々な機器の情報や、独自の修理ノウハウが必要だ。同社では、高技能人材と、修理実績のデータベースを活用して、多様な機器の修理に対応している。つまり、京西テクノスは、従来は廃棄されてしまっていた機器を延命（使い続け）し、新たな製品の導入を伸ばすことで、「モノなくし・モノへらし」に寄与していると捉えることができる。

4. CEに寄与するモノづくりを検討する

4.1. 「モノなくし・モノへらし」の手法類

前章で見てきたように、生産財においても、様々な方法によって「モノなくし・モノへらし」がなされつつある。ここでは「モノなくし・モノへらし」の本質に関して考察する。

「モジュール化」では、製品レイヤーにおいて、製品全体を機能ごとに分割し、各部品の共通化を進ませることができる。それにより特定車種に固有な部品をなくすことが可能となった。これは、製品レベルでの「本体と消耗部分・付属品部分の分離と共通化」であると捉えることができるだろう。

また、クルマを構成する各部位をモジュール化したことで、部品レベルでは「集約的汎用化」が可能になる。重要なことは、製品全体を総合的にデザインし、モジュール化された部品群の中で基幹部品をどこに配置するかを検討し、部品の共通化と部品同士のインターフェースを標準化することである。それによって、部品の品種・品目をなくし、全体として部品点数を減らしうるだろう。さらに、部品の品種・品目をなくすことは、その部品の製造設備をなくし、製造工程を減らすことに繋がる。

「一体成形化」では、製造プロセスにおいて、特定の部品群をまとめて一つの均一な形状として製造する。全体を構成する各部品を個別に製造・組み立てる必要がないため、これまで必要としていた部品の種類と製造設備の工程のほとんどを削減できる。これはある意味、レイヤーを超えたモジュール化であると言えよう。ただし一体成形では、従来は部品が交換可能だったのに、それが難しくなるという点があることは指摘しておきたい。故障部分の修理や交換ができないとなると、「使い続け」のためには、一体成型を丸ごと取り替えざるをえない。これは資源消費に無駄が生じる。

また、部品統合に使用される素材は、リサイクル性の高い素材であることが求められる。例えば、アルミニウムは高いリサイクル性を持つ素材であり、再生プロセスにおいても効率的に再利用できる。ただし、リサイクルするエネルギー量が多くなるというトレードオフが生じる。

これらを踏まえると、一体成形による「モノなくし・モノへらし」は、製品設計とリサイクル性の高い素材の使用、そしてリサイクルエネルギーの消費等、複数の論点から検討することが重要となる。

「DX化」では、従来のモノづくり・モノ売りのビジネスから、「ビジネス自体のサービス化」への移行が中心になるだろう。サービス化によって、製品がより長く活用され、新たな製品の販売数を抑制することが可能となる。モノの効果的、効率的な使用を促進することで、製品の使用数の削減とモノ資源消費の削減をすることになるだろう。

「長寿命化」では、「丈夫で長持ち」なモノづくりが求められる。長期間の使用を前提とする製品では、製品自体の耐久性に加え、修理修繕やメンテナンスが欠かせない。修理修繕（リペア）、部品交換（リプレース）、充填（リフィル）等を行い易いような製品、すなわち「本体と消耗部分・付属品部分の分離と共通化」設計を行う必要がある。製品全体の中で、修理修繕部分や消耗部分を分離し部品交換や充填を行うことが肝要だからである。これらによって、製品全体の「使い続け」という長期使用を実現し、新品を作らないことで使用資源を削減させることができる。さらに、「ビジネス自体のサービス化」することで、製品を「使い切り」した後はそれを回収・再資源化できるようになる。それは、新たなバージン素材の使用をなくすことができることを意味するのだ。

「製品寿命の延伸」では、予防保守や修理によって製品寿命を延伸し、新品購入による新たなバージン素材の使用を最小限にする。これは、従来のモノづくりとは「バージン材・新型・新品」をつくることだ、という思い込みを脱却することに繋がる。いわば「新モノづくり」の方法である。

今後は、故障した際に新たな製品を購入するのではなく、既存の構造や機器を新しい技術や部品で改良、あるいは更新（レトロフィット）する仕組みが重要になる。そのためには、修理を迅速におこなえるように、修理修繕や交換更新等のノウハウの蓄積と顧客で使われている機器の稼働データの蓄積等が必須であり、その解析技術等も基本となる。DX化、AIの活用等々を駆使する場面であろう。

以上を整理すると、「モノなくし・モノへらし」のためには、多様な「合わせ技」を駆使することが必要なことが分かる。

4.2. 考察：モノなくし・モノへらしに寄与するモノづくり

CEに向けて、「モノなくし・モノへらし」のために、どのような「モノづくり」が求められるのか。主に3つのポイントが重要であると考えられる。

①製品設計の段階から、部品・部材をモジュール化したうえで標準化し、製品を分解・再組立てがしやすい構造にすること。これにより、修理しやすくし、交換部分は最小限になる。

②製品が使用状況に関する情報をリアルタイムで把握できるようにすること。DXにより製品稼働

のリアルタイムモニタリングを行い、適切なタイミングでメンテナンスすることにより、製品の稼働率を向上させ、使い続けを促進できる。

③再生産に必要な部品・部材や素材の調達は、基本的に現存製品から行うこと。使用済み製品からリユース・リサイクル可能な部品や素材を収集して活用できれば、新たな資源消費を抑える、循環的な資源利用を可能にする。(この背後の世界観は、資源生産性は、絶対的な総量規制の中で行うべきという側面と、相対的に最小資源で最大価値を生み出すべきという側面の、両方によっている。)

これら3点は、合わせ技によって、より効果的な「モノなくし・モノへらし」を可能にするだろう。

そして、その示唆することは2点ある。第一は、今後、製造業は単なる「バージン材・新型・新品」による「モノづくり・モノ売り」を脱却することが促されるということである。第二は、「モノなくしのためのモノづくり」は今後のモノづくりにおけるイノベーションターゲットとなるだろう。ただし2点とも、単に新技術開発だけでなく、社会実装のための他社との協力・協調が不可欠である。

5. むすび

本論では、「モノなくし・モノへらし」ならびに「モノなくしのためのモノづくり」を考察してきた。CEの本質を「資源生産性」ととらえ、ビジネスを「買い換え」から「使い続け」へ転換が基本だとして、「リデュース」をビジネス観点から捉え直すと「廃棄物削減」というよりむしろ「使用資源削減」であろう。そうだとすれば、品種・品目と品数を「へらし・なくす」ことが最も効果的効率的な方法である。また、それは今後のイノベーションターゲットを示唆するものである。

参考文献等 (Web サイトについては最終アクセス日:2023年9月20日)

- 1 循環型社会形成推進基本法 (<https://www.env.go.jp/recycle/circul/kihonho/law.html>)
- 2 環境省【特集】3R徹底宣言! (<https://www.env.go.jp/guide/info/ecojin/feature1/20221116.html>)
- 3 3R推進協議会「3Rとは」(<https://www.3r-suishinkyogikai.jp/intro/3rs/>)
- 4 経済産業省「3R政策」(https://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/admin_info/law/02/)
- 5 3Rイニシアティブ「The 3R Initiative」(<https://www.env.go.jp/recycle/3r/en/outline.html>)
- 6 キリンホールディングス株式会社「容器包装の取り組み」(https://www.kirinholdings.com/jp/impact/env/3_3a/)
- 7 環境省「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」(<https://plastic-circulation.env.go.jp/>)
- 8 妹尾堅一郎「新潮流のBusiness 航海術」(第59回)、月刊『時局』、2022年03月号、時局社、2022年。
- 9 妹尾堅一郎「新潮流のBusiness 航海術」(第63回)、月刊『時局』、2022年07月号、時局社、2022年。
- 10 妹尾堅一郎「新潮流のBusiness 航海術」(第74回)、月刊『時局』、2023年06月号、時局社、2023年。
- 11 総務省(令和3年版)情報通信白書「電気通信サービスの提供状況・利用状況」(<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/html/nd242210.html>)
- 12 総務省 情報通信 (ICT 政策)「公衆電話を巡る現状」(https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/universalservice/02kiban03_04000791.html)
- 13 電子情報技術産業協会「民生用電子機器国内出荷統計」(<https://www.jeita.or.jp/japanese/stat/shipment/>)
- 14 カメラ映像機器工業会「デジタルカメラ統計」(<https://www.cipa.jp/j/stats/dc.html>)
- 15 BCN 総研「BCN ランキング」(https://www.bcnretail.com/market/detail/20160526_10838.html)
- 16 妹尾堅一郎『「使い続け」で資源消費最小限』『日刊工業新聞 オピニオン講壇』2023年2月6日、日刊工業新聞社
- 17 妹尾堅一郎「新潮流のBusiness 航海術」(第67回)、月刊『時局』、2022年10月号、時局社、2023年。
- 18 「バクテリアが何度でもひび割れを修復、自己治癒コンクリート」、日経 xTECH/日経アーキテクチャ、2018.07.09 (<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00355/062700003/>)
- 19 旭化成「アスファルト改質」(<https://www.akelastomer.com/applications/asphaltmodification/>)
- 20 妹尾堅一郎『「使い続け」で資源消費最小限』『日刊工業新聞 オピニオン講壇』2022年07月04日、日刊工業新聞社
- 21 フォルクスワーゲン「Media Information (2022年6月27日)」(https://www.volkswagen.co.jp/idhub/content/dam/onehub_pkw/importers/jp/pc/volkswagen/news/2022/info_220627_1_web.pdf)
- 22 トヨタタイムズ「テクニカル・ワークショップ 2023」(https://toyotatimes.jp/report/technical_workshop_2023/)
- 23 コマツ産機株式会社「KOMTRAX」(<https://sanki.komatsu/komtrax/>)
- 24 株式会社小松製作所「Komatsu future」(https://www.komatsu.jp/ja-/media/home/ir/library/annual/ja/2021/kr21j_05.pdf)
- 25 更生タイヤ全国協議会「環境にやさしいリトレッドタイヤ」(<https://www.retread.jp/environmental-contribution/>)
- 26 株式会社ブリヂストン「タイヤソリューション」(https://tire.bridgestone.co.jp/tb/truck_bus/solution/)
- 27 高橋佑介、妹尾堅一郎、伊澤久美、宮本聡治「京西テクノス(株)の電子機器修理・校正サービス事業～アフターサービスのビジネスモデルに関する一考察～」研究イノベーション学会(2020)