

循環する製品・材料の残存価値評価

Residual Value Assessment for Circular Products and Materials (RVACPM)

循環型バリューチェーンにおける価値情報のセマンティクス相互運用性

2026年3月31日

日立-産総研サーキュラーエコノミー連携研究ラボ

要旨

本ディスカッションペーパーは、循環経済において循環する製品、部品および材料（循環資源）の残存価値をどのように評価し、その情報をデジタル基盤上でどのように共有すべきかを整理した上で、標準化の方向性を提示するものである。現在、欧州のデジタルプロダクトパスポート（DPP）や日本の化学物質・資源循環情報プラットフォーム（CMP）など、製品ライフサイクル情報を共有する基盤の整備が進められている。しかし、これらが対象としているのは主として製品識別情報、材料情報、含有化学物質情報、規制適合情報などであり、循環する製品や材料の残存価値に関する情報は十分に扱われていない。これら DPP や CMP のような情報共有・連携の実装基盤を、ここではデジタル基盤と呼び、その上で共有される残存価値に関する情報の意味関係の構造および表現体系を支える枠組みを情報基盤と呼ぶ。

本稿では、この残存価値に関する情報の流れを価値情報フロー（Value Information Flow）と捉え、循環経済を理解するためには、この価値情報フローを中心とする循環型バリューチェーンの視点が必要であることを示す。さらに、日本のプラスチック循環市場を例にした検証を通じて、用途情報の断絶とライフサイクル情報の断絶という二つの情報断絶が、循環資源の残存価値が市場で十分に認識されない「価値の空洞化（Value Vacuum）」を生じさせる要因となっていることを示す。以上の問題意識に基づき、本稿は、「価値の空洞化」を解消すべく、残存価値に関する情報（残存価値情報）の構造を整理し、意味の枠組みを表すセマンティクスの相互運用性（以下、セマンティクス相互運用性）を支える標準化の方向性として、循環する製品・材料の品質の安定化を実現するための残存価値評価（Residual Value Assessment for Circular Products and Materials (RVACPM)）を産業横断型の水平規格として提案する。

第1章 循環経済における残存価値と価値情報フロー

循環経済では、製品や材料は単一のライフサイクルで廃棄されるのではなく、再使用（Reuse）、修理（Repair）、再製造（Remanufacturing）、リサイクル（Recycling）などの工程を通じて複数のライフサイクルを循環する。このような循環構造では、循環する製品・部品・材料が次の用途において利用可能であるか否かを判断する必要がある。その判断には、製造時の仕様情報だけでなく、使用履歴、修理履歴、検査結果、再生工程などの情報が必要となる。本稿では、このような循環の工程において生じる価値を残存価値（Residual Value）と呼び、それを「循環する製品・部品・材料が次の需要側の用途に応える際の価値」と定義する。

このような循環構造を理解するためには、製品や材料の流通を説明する枠組みを整理する必要がある。従来、製品や材料の流通はサプライチェーン（Supply Chain）という概念によって説明されてきた[1][2]。サプライチェーンとは、原材料の調達から製造、流通、販売に至るまでの供給の連鎖を指す概念であり、主として製品や材料の物理的移動を中心に捉える

枠組みである。この枠組みにおいて共有される情報には、製品識別情報、材料情報、含有化学物質情報、規制適合情報、サプライチェーン上の履歴等に関する情報などがある。本稿では、このようなサプライチェーン上で共有される情報の流れを情報フローと定義する。

一方、ポーター (Porter, 1985) が提唱したバリューチェーン[3]では、企業活動を価値創造の連鎖として捉え、企業内部の活動が価値を創出し、その価値が供給者や顧客の活動と連結してバリューシステムを形成するとしている。このバリューチェーンの考え方を静脈に適用した場合、製品・部品・材料の品質のばらつきが動脈に比べて大きいことから、動静脈を合わせた循環型バリューチェーンに参加する主体は、循環する製品・部品・材料が次の需要側の用途において、どの程度利用可能であるのか、またどの程度の残存価値を持つのかという情報を必要とする。その情報には、性能特性等に加えて、販売以降の使用履歴、修理履歴、再生履歴、検査結果などのライフサイクル情報が含まれる。本稿では、このような残存価値を判断するための情報の流れを価値情報フローと定義する。循環経済においては、サプライチェーンの情報フローに加え、循環型バリューチェーンの価値情報フローが必要である。

近年、このような製品のライフサイクル情報を共有するためのデジタル基盤の整備が進められている。例えば、欧州ではエコデザイン規則(ESPR)[4]に基づいてデジタルプロダクトパスポートが導入され、製品のライフサイクル全体にわたる情報の共有が制度化されつつある。また日本においても、次世代製品含有化学物質・資源循環情報プラットフォーム(CMP)[5]など、製品のライフサイクル情報を共有するデジタル基盤の検討が進められている。しかし、これらの制度やデジタル基盤の対象は主にサプライチェーン上の情報フローであり、循環経済における市場において重要となる価値情報フローは十分に扱われていない。その結果、供給側と需要側の間で循環資源の利用条件や品質情報が十分に共有されない場合、需要側では循環資源の残存価値を正確に判断することが困難となる。また、供給側では、需要側のニーズを十分に把握できないため、生産計画の効率化や品質の安定化が難しくなり、その結果として、高品質で安定的な再生材の供給が阻害される可能性がある。これは、循環市場の創出・発展を阻害する要因となり得る。

第2章 循環市場における情報断絶と「価値の空洞化」

一例として、日本のプラスチック循環市場を対象とした調査の結果、循環市場においては供給側と需要側の間に二つの情報断絶が存在することが確認された。

第一の断絶は、需要側が必要とする用途条件が供給側に十分に共有されていないという“用途情報の断絶”である。循環資源を利用する需要側は、用途に応じた性能条件（用途条件）を満たす材料を必要とする。例えば、再生プラスチック材料を利用する場合、強度、耐熱性、成形特性、含有化学物質などの性能条件を満たしているか否かが重要となる。しかし、これらの用途条件に関する情報が供給側と十分に共有されない場合、供給側は需要側の用途条件を十分に理解できず、需要に適合する循環資源を計画的に供給することが難しくなる。

第二の断絶は、循環する製品や部品の段階で保持される製造由来の情報および循環過程で形成される履歴・状態の情報が、材料として循環する段階で十分に引き継がれないことにより生じる“ライフサイクル情報の断絶”である。ここでいう製造由来の情報には、製品仕様、部品構成、材料情報、含有化学物質情報等が含まれる。また、履歴・状態の情報には、使用履歴、修理履歴、再生履歴、回収履歴、市中在庫の情報、利用可能時期、利用可能な状態等が含まれる。循環する製品や部品には、製造段階で付与された製造由来情報に加え、使用、修理、再生、回収の過程で形成される履歴・状態の情報が存在する。しかし、製品が解体され材料として再利用される段階では、これらの情報が十分に引き継がれない場合が

多い。その結果、材料として循環する段階では、その材料がどのような構成・特性を有していたのか、どのような環境で使用されてきたのか、またいつ・どのような状態で利用可能であるのかといった情報が失われる。

この二つの情報断絶は、循環市場における情報の非対称性[6]を生み出す。供給側が保有する履歴情報や品質情報が需要側に十分に共有されない場合、需要側は循環資源の残存価値を正確に判断できない。その結果、需要側は循環資源の利用に対して慎重になり、新品の材料や製品を選択する傾向が生じる。このような状況では、循環資源が本来持っている価値が市場において十分に認識されない。本稿では、このような状況を「価値の空洞化 (Value Vacuum)」と定義する。「価値の空洞化」は、循環市場の創出・発展を阻害する要因となる。

以上の分析から、この問題に対応するためには、まず需要側の用途情報を再生材の生産者や使用済み製品の回収者と共有する仕組みを標準化することが有効であると考えられる。また、供給側は、その用途情報に応じた循環資源の残存価値を、需要側が判断可能な情報形式で表現する必要があるため、これについても標準化が必要になる。これにより、供給側と需要側の取引の促進が期待できる。

第3章 残存価値評価標準 RVACPM の提案

第2章で定義した「価値の空洞化」に対応するためには、循環資源の残存価値を用途情報に照らして評価するための情報構造を定義し、その情報をデジタル基盤上で共有可能な標準が必要である。この課題に対応する標準として、残存価値評価 (Residual Value Assessment for Circular Products and Materials : RVACPM) を提案する。

ここでいう用途情報とは、産業別、企業別等に規定される製品・部品・材料の使用目的、すなわち用途と、それに対応する要求性能および品質条件等に関する情報である。残存価値は、こうした用途情報に照らして評価される。

RVACPM は、循環する製品、部品および材料の残存価値を評価し、その結果と評価の根拠を関係主体の間で共有するための標準である。RVACPM の目的は、循環資源の残存価値を支える情報を体系的に整理し、それを標準化された情報構造として表現することにある。そのため、本稿では、残存価値を支える情報構造を次のように整理する。

RVACPM では、品質情報および信頼情報を循環資源の残存価値情報の中心とする。本稿では、ライフサイクル情報を残存価値情報を構成する概念の一つと位置づけ、その具体的要素をライフサイクル関連の要素情報として整理する。さらに、品質情報および信頼情報は、使用、修理、再生、回収、利用条件といった履歴に応じて変化するため、ライフサイクル関連の要素情報を、それらを支える履歴要素情報として位置づける。

ここで、品質情報とは循環資源の価値を多面的に示す多次元の価値情報であり、少なくとも経済価値情報、環境価値情報、社会価値情報によって構成される。経済価値情報とは、循環する製品、部品および材料が次の用途においてどの程度機能し得るかを示す情報であり、主として企業間 (B2B) における価値判断を支える情報である。これには、材料特性、性能特性、品質安定性、加工性および供給安定性などが含まれる。

環境価値情報とは、循環資源の利用が資源循環や環境負荷低減にどの程度寄与するかを示す情報である。具体的には、資源循環性、低炭素性、環境負荷の削減効果などが含まれる。

社会価値情報とは、循環経済における社会的側面を支える情報である。本稿では、その中核を社会的持続可能性の情報として整理する。社会的持続可能性の情報とは、循環経済においても求められる人権、労働安全、公正性、利用者保護等の社会的側面を示す情報を指す。一方、営業秘密に抵触しない範囲での循環資源の所在、利用可能時期、利用可能状態な

ど、循環市場における需要と供給の接続可能性を高める社会的利用可能性の情報については、重要な論点であるが、本稿では将来の検討課題として位置づける。

これらの品質情報に加え、循環資源の残存価値を評価するためには、信頼情報が必要となる。信頼情報は、遵法情報と第三者認証/自己適合宣言情報により構成され、第三者認証/自己適合宣言情報には検査結果、認証情報、測定方法などが含まれる。これらの情報を組み合わせることにより、循環資源の残存価値を客観的に評価することが可能となる。

以上の議論を踏まえ、ISO 704:2022 [7]における概念・用語・定義の体系化の考え方を参照しつつ、各ライフサイクルに共通する残存価値情報の構造、要素情報および評価結果の関係を整理し、図1に示す。

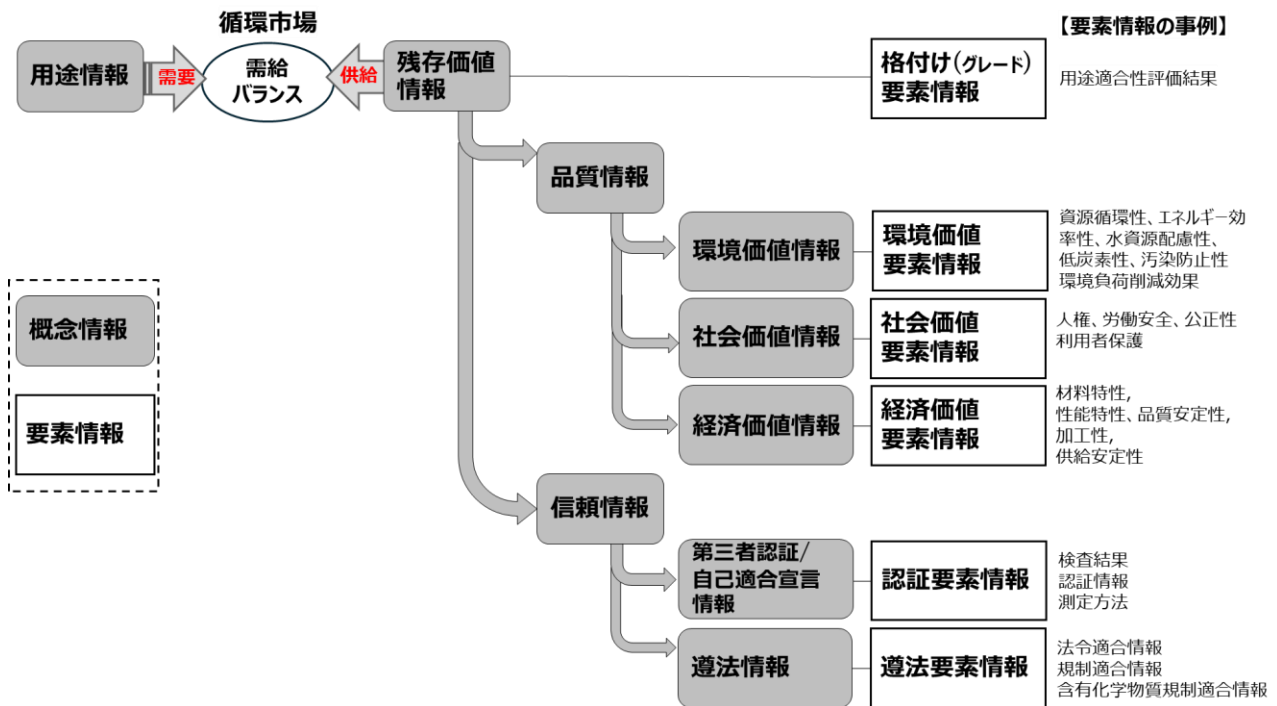


図1 用途情報の見える化に対応した残存価値の情報構造

この情報構造のうち、需要側の判断に直接関わるのが格付け(グレード)要素情報である。RVACPMでは、残存価値情報の構成要素の一つとして、用途適合性評価の結果に基づく格付け要素情報を位置づける。残存価値グレード(Residual Value Grade)は、用途適合性評価の結果を用いて、循環資源の残存価値の評価結果を利用者に理解可能な形で表現する情報モデルである。

需要側は、残存価値グレードに基づいて循環資源の利用可否を判断する。このような格付けの表現は、利用者にとって理解しやすいだけでなく、循環資源の価値を過度に誇張しない形で示すことにも資する。一方で、循環経済が完全なデジタル基盤へ移行する前の段階においても、運用可能であることが必要である。そのためRVACPMは高度なデジタル技術の

活用を前提としつつも、段階的な導入にも対応可能な評価のあり方を検討する。

ただし、このような格付けを循環型バリューチェーン上で共有するためには、異なる主体の間でも価値情報が同じ意味として理解される必要がある。そのため、意味の枠組みを表すセマンティクス相互運用性[8]が不可欠である。RVACPMでは、図1に示した「経済・環境・社会」を軸とする多次元的な情報項目とその階層構造のように、意味関係の構造を明確に定義する。このような意味構造の定義は、特定の製品分野に限定されるものではない。プラスチック、金属、電子機器など、多様な製品分野において同様の評価が必要となるため、RVACPMは、特定分野の個別規格ではなく、複数の製品分野に適用可能な産業横断型の枠組みとして設計される必要がある。この意味で、RVACPMは個別製品規格の上位で機能する水平規格[9]として位置づけられることが求められる。

今後、RVACPMの標準化に向けては、例えば、次のような項目を検討する必要がある。

1. 異なる循環経済制度や廃棄物規制の下で形成された循環製品・循環材料の国際流通を支え、貿易障壁を低減するための標準化フレームワーク
2. 循環市場の実態に即して用途適合性の評価結果を表現する格付け指針
3. 用途情報との意味論的接続、セマンティクス相互運用性、ならびにDPP対応を可能にする残存価値情報のデータモデル
4. 社会的利用可能性の情報の整理（営業秘密に抵触しない範囲で、循環資源の所在、利用可能時期、利用可能状態等をどのように記述・共有し、循環市場における需要と供給の接続可能性を高めるか否かの検討）

以上のような検討を踏まえると、RVACPMは価値の定義、格付け手法、残存価値情報のデータモデル、セマンティクス相互運用性、デジタル実装を一体として設計する国際標準の枠組みとして位置づけられる。

さらに、このような標準化の意義は、「価値の空洞化」を縮減し、循環製品および材料の残存価値を市場で認識可能にする情報基盤を整備する点にある。具体的には、従来は製品プロセス側に留まりやすかった新製品由来の情報を、循環製品の市中在庫の情報と結びつけながら、ライフサイクルをまたいで材料プロセス側へ連続的に連携できるようにすることである。このRVACPMにより支えられた動静脈情報連携は、製品の組立産業および素材産業に対して、品質を保証可能な再生材の安定供給を支える基盤となり得る。

結論

本稿で述べた残存価値評価標準が実装されることにより、循環経済の市場において循環資源の価値を透明に示すことが可能となる。その結果、循環資源の利用に関する品質の安定化が実現され、循環資源の取引が促進されることが期待される。また、需要側が必要とする用途条件を供給側と共有することが可能となるため、循環経済の市場は、需要主導型の市場から、需要情報連携型の計画的な市場へと発展する可能性がある。

さらに、このような残存価値情報の体系的な共有は、近年の国際的な規制環境の変化にも対応する基盤となる。例えば、欧州連合指令CSRD[10]は、企業に対して環境、社会、ガバナンスに関する情報開示を義務化し、サプライチェーンおよびバリューチェーン全体にわたる影響の説明を求めている。また、欧州連合規則CBAM[11]をはじめとする欧州の環境規制は、製品や材料の環境影響や資源循環性を、信頼できるデータに基づいて説明する能力を企業に要求しつつある。このような規制の下では、循環する製品や材料の環境価値や社会価値を含む多次元の価値を体系的に評価し、共有できる情報基

盤の整備が不可欠となる。

以上のように、RVACPM は、循環型バリューチェーンにおける価値情報フローを成立させるための情報基盤として機能することが期待される。また、循環型バリューチェーン上の主体間において、残存価値情報を標準化された形で共有することにより、循環資源の残存価値を市場において適切に認識し、比較し、利用することが可能となる。本稿は、このような標準化による残存価値の情報基盤の構築が、循環経済の実現に向けた重要な要素であるとともに、今後強化される国際的なサステナビリティ規制への対応を支える基盤となり得ることを示したものである。

参考文献 (References)

[1] Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management* (5th ed.). Pearson Education Limited.

[Logistics and Supply Chain Management](#)

(Accessed: 12 March 2026)

[2] Mentzer, J. T. et al. (2001). “Defining Supply Chain Management.” *Journal of Business Logistics*, Vol.22, No.2, pp.1–25.

<https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>

(Accessed: 12 March 2026)

[3] Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.

https://books.google.com/books/about/Competitive_Advantage.html?id=o1y1AAAAIAAJ

(Accessed: 12 March 2026)

[4] European Parliament and Council (2024), Regulation (EU) 2024/1781 — Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR).

<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1781/2024-06-28/eng>

(Accessed: 12 March 2026)

[5] 化学物質審議会・産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員(2026), CMP の開発状況並びに RMP 構想について

https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/chemicals/pdf/003_08_00.pdf

(Accessed: 12 March 2026)

[6] Akerlof, G. A. (1970). “The Market for ‘Lemons’: Quality Uncertainty and the Market Mechanism.” *Quarterly Journal of Economics*, 84(3), pp.488–500.

<https://doi.org/10.2307/1879431>

(Accessed: 12 March 2026)

[7] International Organization for Standardization (ISO) (2022) : ISO 704:2022 — Terminology work — Principles and methods.

<https://www.iso.org/standard/79077.html>

(Accessed: 12 March 2026)

[8] European Commission (2017). European Interoperability Framework (EIF).

https://ec.europa.eu/isa2/sites/default/files/eif_brochure_final.pdf

(Accessed: 12 March 2026)

[9] International Electrotechnical Commission (IEC) (2019). IEC Guide 108:2019 — Application of horizontal standards.

<https://webstore.iec.ch/en/publication/65418>

(Accessed: 12 March 2026)

[10] European Parliament and Council (2022). Directive (EU) 2022/2464 — Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD).

<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2464/oj/eng>

(Accessed: 12 March 2026)

[11] European Parliament and Council (2023). Regulation (EU) 2023/956 — Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM).

<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/956/oj/eng>

(Accessed: 12 March 2026)