

マスバランスモデルの概要と工業材料への適用における課題*

鈴木 太一^{**,***}, 醍醐 市朗^{***}

Summary of Mass Balance Model and Its Challenges in Application to Industrial Materials*

Taichi Suzuki^{**,***} and Ichiro Daigo^{***}

1. はじめに

近年、材料や製品に対して、使用済み製品から回収した原料、バイオマス原料、持続可能な管理がなされた原料を使用するなど、ライフサイクル思考に基づく環境特性を主張した製品が求められている。これらの原料の、投入段階から部品・製品の組み立てまで通じた環境特性にかかる情報の流通には、CoC (Chain of custody, 一連の管理) が用いられる¹⁾。ここでのCoCとは、対象となる製品とサプライチェーンの各ステップにおいて、入出力および関連情報を上流から下流まで転送・監視・制御する仕組みを指す。CoCでは、対象の製品や主張の内容に応じて5つのモデル、具体的にはidentity preserved model (IPモデル), segregated model (SGモデル), controlled blending model (CBモデル), mass balance model (MBモデル), book and claim model (B&Cモデル)の中から適切なモデルを選定し、適用することができる²⁾。

CoCの歴史は古く、過去から様々なものを対象に適用されてきた³⁾。CoCを用いた主な認証とその対象をFig. 1に示す。CoCモデルは当初、農作物を主な対象に適用されてきた。その興りは、1972年に設立されたInternational Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM)⁴⁾による管理・認証モデルであると言える。これは、有機農法による農作物とそれ以外を厳密に区別することを目的としており、現在のCoCモデルの中でIPとSGモデルを実装している。その後、環境意識の高まりとともに有機農法だけでなく持続可能な農作物にも注目が集まり始め、1987年に設

立されたRainforest Alliance⁵⁾がMBモデルを実装した上で持続可能な農作物に対する認証を開始している。この理由は、明記されておらず不明であるが、Rainforest Allianceによる認証の対象と内容が多岐にわたり、IPやSGモデルのみでは対象を網羅できなかったためと考えられる。なお、国内ではMBモデルを「マスバランス方式」とする表記が主に流通している⁶⁾。ただし、本稿ではISO 22095の表記に基づきマスバランスモデルまたはMBモデルと呼称する。2004年に設立されたRoundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO)⁷⁾は、持続可能な管理の元に生産されたパーム油の流通拡大のために、B&Cモデルを実装した認証を導入している。B&Cモデルを実装することで「実際の製品には持続可能なパーム油が含まれないかもしれないが、持続可能なパーム油自体は地球上のどこかで確実に生産された」と主張でき、生産プロセスの追跡にかかるコストを削減しつつ、持続可能なパーム油の需給を成り立たせるとされている⁸⁾。適用されるモデルは対象ごとに異なれど、農作物では半世紀以上にわたって広くCoCモデルが用いられており、CoCの礎を築いたと言える。農作物の他に、木材では過剰な森林伐採を防止し適切に管理された木材を認証するために、1993年からForest Stewardship Council (FSC)⁹⁾による認証が、1997年からProgramme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC)¹⁰⁾による認証が、それぞれ導入されている。なお、これらの認証では現在のIP, SG, MBに相当するモデルが適用されている。

工業材料では、化学製品に対する認証で、他に先駆けてCoCモデルが導入されている。2007年に

* 本稿の主要部分は、日本LCA学会誌, 20 (2024), 2-10に掲載

The main part of this paper has been published in Journal of Life Cycle Assessment, Japan, 20 (2024), 2-10.

** (株) UACJ マーケティング・技術本部 R&Dセンター 第二開発部

Development Department II, Research & Development Center, Marketing & Technology Division, UACJ Corporation

*** 東京大学

The University of Tokyo

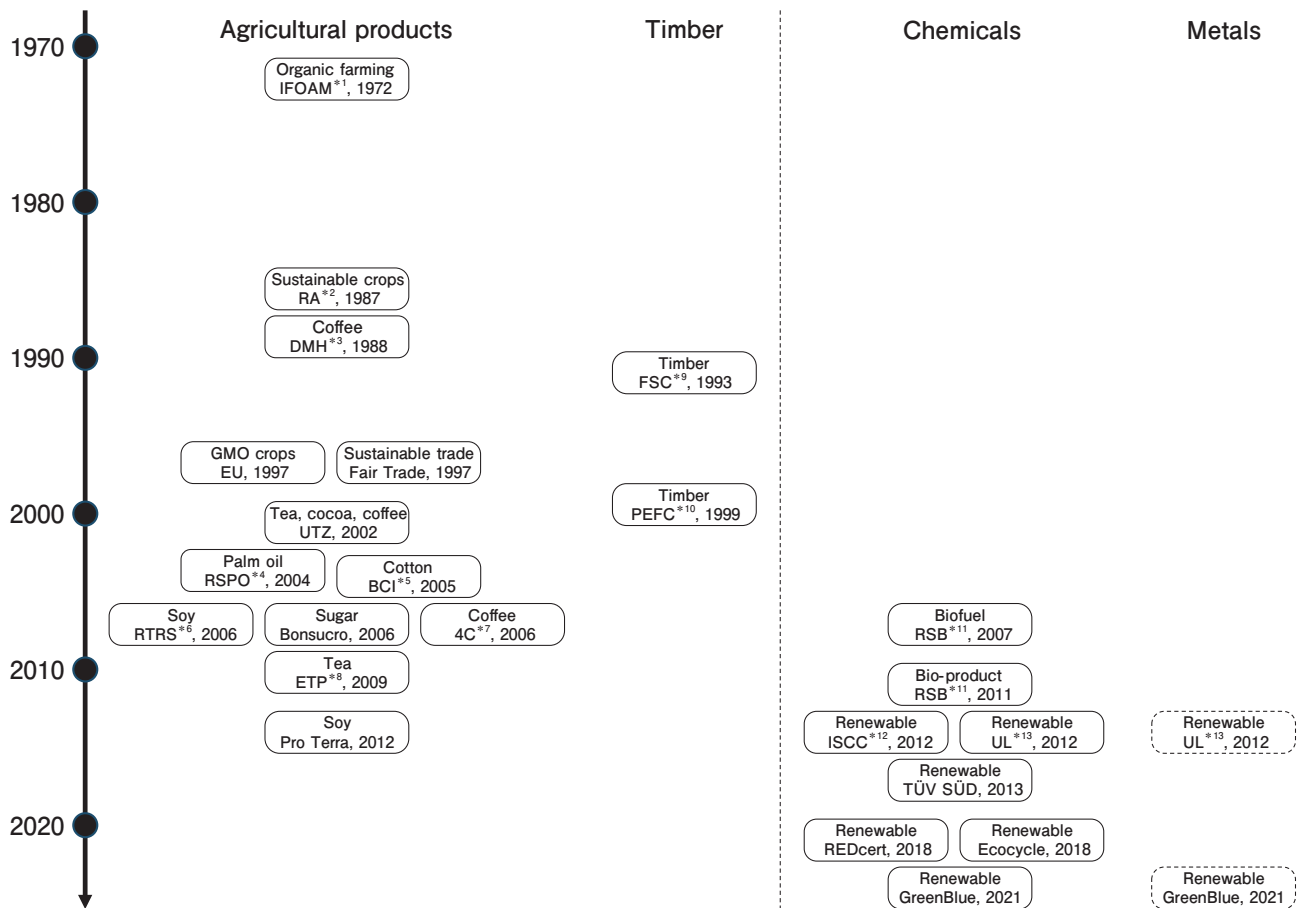


Fig. 1 Examples of certification using Chain of Custody (CoC) models.

- * 1 IFOAM; International Federation of Organic Agriculture Movements, * 2 RA; Rainforest Alliance,
- * 3 DMH; Dutch Max Havelaar, * 4 RSPO; Roundtable on Sustainable Palm Oil, * 5 BCI; Better Cotton Initiative,
- * 6 RTRS; Round Table on Responsible Soy Association, * 7 4C; 4C Association, * 8 ETP; Ethical Tea Partnership,
- * 9 FSC; Forest Stewardship Council, * 10 PEFC; Programme for the Endorsement of Forest Certification,
- * 11 RSB; Roundtable on Sustainable Biomaterials, * 12 ISCC; International Sustainability and Carbon Certification,
- * 13 UL; Underwriters Laboratories.

Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB) がバイオ燃料を対象とした持続可能性の認証を開始した。ここではIP, SG, MBモデルが実装されている。その後、2011年にRSBの認証対象がバイオ原料を含む製品に拡大され、バイオマスプラスチックにも適用が広がった¹¹⁾。加えて2013年にはバイオ原料のみでなくリサイクル原料、つまり再生原料を配合したプラスチック製品を対象に、ドイツの化学製品メーカーBASFと監査会社TÜV SÜDがマスバランスモデルを用いた認証スキームを構築し、運用を始めた¹²⁾。ここでは、既存の設備を活用しつつ再生原料の利用を促進することを目的に、マスバランスモデルが適用されている。この頃から、化学製品ではマスバランスやB&Cモデルをその対象に含むISCC PLUS, REDcert²⁾等の様々な認証が確立され、各種製品へのマスバランスモデルの適用が進んでいる。具体的な事例を挙げると、バイオマス由来と石油由来の原料(ナフサ)を混合して製造される製品に対してマスバランスモデルを適用し、特定の製品にバイオマス

原料相当分を割り当てている^{13), 14)}。また、使用済みのポリマーやプラスチック製品からケミカルリサイクルでモノマー化した原料を利用し、再生原料含有率を主張する際に、マスバランスモデルが適用されている^{15), 16)}。直近では、金属材料でもマスバランスモデルの適用例が見られる。例えば鉄鋼材料においては、製造プロセスの変革・改善等でGHG排出量を削減した高炉鋼を対象に、特定の鉄鋼製品のGHG排出量を主張する際にマスバランスモデルが適用されている¹⁷⁾⁻²¹⁾。アルミニウム材料では、地金やスクラップといった原料の配合比率の割り当てにマスバランスモデルを適用する事例が見られる²²⁾。また銅材料では、同様に特定の電気銅製品への割り当てに際してマスバランスモデルが適用される²³⁾。なお、金属材料のみをマスバランスモデルの適用対象とした統一的な認証スキームは存在しないが、化学製品で用いられる認証の一部は適用の対象を限定しておらず、金属材料に適用することも可能である^{24), 25)}。ただし、上記で挙げた金属材料の例では、

いずれも各製造事業者が割り当ての計算方法や運用方法について第三者機関の認証を取得した上で個別に主張を行っている。

このように、農作物あるいはその加工品を対象に発展してきたCoCモデルであるが、近年では工業材料を対象とした適用が広まりを見せている。加えて、工業材料の環境主張（製品、部品又は包装の環境側面を示す説明）には、CoCモデルの内マスバランスモデルが取り入れられている。マスバランスモデルを端的に表現すると「あるプロセスへの対象となる物質の入出力の収支が釣り合っていること」を担保するモデルであり、例えば「特性Aの原料と特性Bの原料を混合して製造する製品群の内、特定の製品に特性Aを割り当てる」と主張できる。ただし、多くの工業材料ではマスバランスモデルの統一的な定義および認証スキームが確立されていないことを踏まえ、本稿ではマスバランスモデルについて現状と課題をまとめ、その工業材料への適用可能性について論じる。

2. CoCモデルの中のマスバランスモデル

マスバランスモデルは、CoCモデルの一つとして取り扱われ、ISO 22095に他の4つのモデルとともに詳細が定められている。ISO 22095自体の詳細については、後述する。ISO 22095では、CoCモデルで転送・監視・制御する対象を、製品や材料またはその製造プロセスに「固有の特性 (specified characteristic)」として規定している。ここでは、ISO 22095の記載内容を基に各モデルを説明する。各CoCモデルは、入力 (input) を構成する原料の種類や、システムやプロセスを通じた物質的な存在 (physical presence) により下記の5つに分類される。

Identity preserved model (IPモデル) は、入力およびその起源が単一で、対象となる固有の特性がサプライチェーンの上流から下流まで保存されるモデルである。日本語では「単一管理モデル」とも表現できる。CoCの中では最も厳格なモデルであり、固有の特性を有する入力は異なる起源や異なる固有の特性を有する入力と物理的に区別して管理され、これらを混合することは許容されない。

Segregated model (SGモデル) は、固有の特性が最初の入力から最後の出力まで一貫して保存されるモデルである。「分別管理モデル」とも呼称できる。同じ固有の特性であれば、起源が異なる複数の入力を混合して用いることができる。固有の特性を有さない入力とは物理的に区別して管理され、これらを混合すること

は許容されない。

Controlled blending model (CBモデル) は、固有の特性を有する入力と有さない入力とが特定の方法に則って混合されるモデルである。ここでは、出力中の固有の特性を有する入力の比率が、入力が混合される際の比率に従って決定され、その比率は全ての出力において常に同一となる。このため、CBモデルはISO 22095において“single percentage model”とも称されており、日本語では「単一混合比モデル」と表現できる。

Mass balance model (MBモデルまたはマスバランスモデル) は、固有の特性を有する入力と有さない入力とが混合され、この点ではCBモデルと同一である。ただし、マスバランスモデルでは、異なる種類の原料が最初に混合されたプロセスにおける固有の特性を有する入力の混合比率が、平均値として個々の出力中の固有の特性を有する入力の比率と一致さえすれば良い。典型的には、個々の出力における固有の特性の比率が異なり、この点がMBモデルとCBモデルとの差異である。言い換えると、固有の特性を有する入力と有さない入力のそれぞれの総量が、最初に混合された時点と出力の時点とで一致していれば良い。この観点で、物質収支モデルと表記される場合もある²⁶⁾。

Book and claim model (B&Cモデル) は、主張を行う製品や材料の売買に際してその主張と同一の固有の特性を有する製品や材料が製造されていたことの担保を目的としている。このモデルは無形物 (intangible materials or products) が対象で、対象の市場全体が制御されている場合に最適なモデルとされる。B&Cモデルは、固有の特性に関する台帳上の記録や情報の流れと、製品や材料の実際の (物的な) 流れがサプライチェーン全体を通して一致しない場合に適用される代替的なCoCモデルである。日本語では、台帳方式とも表記される²⁷⁾。このモデルでは、固有の特性を有する製品や材料が製造されると固有の特性に関するサプライチェーン上の情報が現物から切り離され、製品や材料が市場に投入されるとクレジットが発行される。現物とクレジットは別個に取引することができる。このため、固有の特性を有する入力がサプライチェーンを通じて含まれない製品や材料に対してクレジットを付与し、固有の特性を有すると主張することができる。逆も然りで、実際には固有の特性を有する入力を含む製品や材料が、市場では固有の特性を有さないとして取り扱われることが起こり得る。なお、ISO 22095では再生可能エネルギー電力証書のような無形物をB&Cモデルの対象として記載しているが、1章にて先述した認証や後述する文献²⁸⁾⁻³⁰⁾では、有形物もB&Cモデルの対象に含めている。

3. マスバランスモデルの適用とその課題

3.1 マスバランスモデルの定義の違い

ISO 22095によってCoCモデルに関する統一的な考え方や語句が示されたが、ここに至るまでに、各種の規格および業界団体により様々な考え方やモデルが示されている。CoCモデルの一つとしてマスバランスモデルの詳細を記述した文献のうち、代表的なものを**Table 1**に示す。なお、学術論文としては既存のCoCモデルやマスバランスモデルを紹介あるいは言及したものは散見されるが^{3), 31), 32)}、モデル自体の定義や手法論を取り上げて議論したものは認められない。Table 1に挙げた文献のうち、ISEAL Allianceによる文書およびISO 22095は、CoCモデルの適用対象を特に定めていない汎用的なものである。ISEAL Allianceは各種の認証団体から構成され、関連する規格や認証をより良いものにするを目的として活動している組織である。ISEAL Allianceでは、製品に付与できる持続可能性の主張に関する手引きを2015年に発行しており³³⁾、その参考文献としてCoCモデルの詳細を記述した文書

を2016年に公開した²⁸⁾。ただし、これはあくまで既存の定義をまとめたのみで、ISEAL Allianceとしてマスバランスを含むCoCモデルを新しく定義した訳ではない。本文書の発行時期は、CoCモデルの適用が農作物から各種の工業材料へと広がり始めたタイミングであり、本文書は適用対象を特定せずにCoCモデルを汎用的に記述した最初の文書であると言える。ISO 22095は、表題である“Chain of custody — General terminology and models”が示すようにCoCの一般的な用語とモデルを規定したものである。2016年にオランダの提案によりCoCの規格作成が開始され、2020年にISO 22095として発行された。ISO 22095は適用対象を定めずにCoCモデルを定義した最初の規格であると言え、規格作成開始のタイミングを鑑みると、ISEAL Allianceによる文書と同じくCoCモデルの適用拡大がその背景に存在すると考えられる。ただし、その内容はCoCの用語とモデルの定義にとどまる。現在、マスバランスおよびB&Cモデルを対象としたより詳細な規格の開発が進められている。

CoCのうちでマスバランスにモデルの対象を絞り、加えて適用対象も限定したものとしては、Ellen

Table 1 Comparison of mass balance model in documents and standards

Title	Chain of Custody Models and Definitions	Enabling a Circular Economy for Chemicals with the Mass Balance Approach	ISO 22095: 2020 (E), Chain of custody — General terminology and models	Circular Economy of Polymers: Topics in Recycling Technologies
Publisher	ISEAL Alliance	Ellen MacArthur Foundation, Circular Economy 100	International Organization for Standardization	American Chemical Society
Published year	2016	2019	2020	2021
Product	Not specified	Chemicals	Not specified	Polymer
Target of CoC	Certified product	Recycled material	Specific characteristic	Recycled material
Name of model	Mass balance	Mass balance approach	Mass balance model	Mass balance accounting approach
Definition of mass balance model	The volume of certified product entering the operation is controlled and an equivalent volume of product leaving the operations can be sold as certified.	It involves balancing volume reconciliation to ensure the exact account of volumes of in- and out-of-scope source is maintained along the supply chain, provided that the volume or the ratio of sustainable material integrated is reflected in the product produced and sold to customers.	A chain of custody model in which materials or products with specified characteristics are mixed with materials or products without some or all of these characteristics, resulting in a claim on a part of the output, proportional to the input.	The quantity of recycled content allocated to products matches the quantity of waste plastic fed into the front end of a chemical recycling plant, while accounting for manufacturing efficiencies and yields.
Applied to	Certified product	Recycled content	Specified characteristic	Recycled content
System	Batch-level, site-level, group-level.	An integrated chemical production system, with physically interconnected production plants at the same location, or plants at different locations which are temporally and physically interconnected by dedicated transportation systems.	Continuous processes, a single site, multiple inputs between multiple sites.	Within a single integrated site.
Time period	Less than 1 year	1 year	Not specified	Not described

MacArthur Foundation (EMF) およびCE100による白書と、American Chemical Society (ACS) が発行した書籍の章が挙げられる。EMFは、循環経済への移行推進のために自身が立ち上げたCE100と連名で、CE100内の共同プロジェクトの成果として2019年に白書を発行した²⁹⁾。この白書は化学製品、特にプラスチック製品を対象に使用済み製品をケミカルリサイクルで再び原料として利用し、再生原料含有率の主張にマスバランスモデルを適用することでプラスチック製品のリサイクルを促進し、循環経済に移行できるとするものである。なお、白書内のマスバランスを含むCoCモデルの定義は、前述したISEAL Allianceの文書における定義をそのまま用いている。これは、白書の発行時点で化学製品に適用可能なCoCモデルの参照先が、ISEAL Allianceによる文書しか存在しなかったことを示唆している。ACSは、2020年にポリマー製品における循環経済について議論するシンポジウム (ACS Symposium on Circular Economy of Polymers) を開催し、その講演内容および議論の一部をACS Symposium Seriesとして2021年に書籍として発行した³⁰⁾。本書籍中に“Mass Balance Accounting Approach”と題した章が収録されており、EMFの白書と同様に「ポリマー製品に対してケミカルリサイクルでモノマー化した原料を利用し、再生原料含有率の主張にマスバランスモデルを適用することが望ましい」とするものである。なお、本書籍の発行はISO 22095発効の翌年であり、書籍中のCoCモデルの定義はISO 22095に準じている。EMFによる白書およびACSによる書籍発行の背景には、化学製品におけるマスバランスモデルの適用拡大があると考えられ、業界としてマスバランスモデルのより一層の浸透を図るためのものと言える。

これらの文献は、マスバランスモデルを取り上げる際に良く参照される代表的なものである。ただし、Table 1に示すようにマスバランスモデルの定義そのものや語句の使い方には差が見られる。最も大きな違いとしては、ISO 22095ではCBモデルとマスバランスモデルを別のモデルとして扱っている一方、ISEAL AllianceやEMFでは、CBモデルをマスバランスモデルに含めている点が挙げられる。このように、準拠する文献や規格によってマスバランスモデルの対象や表現方法が異なる点に注意が必要である。特に、工業材料全般を対象にした場合、CoCモデルの考え方や語句は未だ統一されていないものの、汎用的に定義されたCoCモデルとしてはISO 22095を参照することが望ましい。

3.2 マスバランスモデルの適用形態

ISO 22095では、マスバランスモデルの実装上の適用形態としてrolling average percentage method (平均値法) とcredit method (クレジット法) の二つが示されている。平均値法は、入力に含まれる固有の特性の比率が変動し得る場合を想定したもので、対象となる製品や材料に対して主張の期間を定め、対象期間内の出力について固有の特性の比率を平均値で示すことができる。つまり、個々の入力に含まれる固有の特性の比率と、出力が主張する固有の特性の比率が一致しないことが許容される。クレジット法は、2種類以上の異なる原料を入力として用いる場合に適用できる。出力として記録された総量は、入力量に等しくなければならない。ただし、入力量や出力量をクレジットに変換する際には、供給地ごとに区別される材料や製品に対して定められる変換係数 (conversion factor) を乗じなければならない。この考え方は、銀行口座に例えて説明できる。まず、主張の対象となる材料や製品に対して個別にクレジット口座を設定し、主張の期間を定める。対象期間内の入力に含まれる固有の特性の量が、クレジット口座への預け入れ額に相当する。また、対象期間内の出力が主張する固有の特性の量が、クレジット口座からの引き出し額に相当する。入力と出力で単位や材料または製品の種類が異なる場合、入力または出力に変換係数を乗じてこれを統一する。入力側に統一する場合には出力側に、出力側に統一する場合には入力側に変換係数を乗じる。ISO 22095では、単位の変換の例として木材を挙げている。例えば入力量が体積 (m³) で、出力量が重量 (ton) でそれぞれ管理されている場合、入力量に変換係数を乗じて重量に換算した上で、入力に含まれる固有の特性の量および出力が主張する固有の特性の量をクレジットとして取り扱う。なお、対象期間内の引き出し可能額の上限は同一期間の預け入れの総額であり、差し引きがマイナスにならないようにする。また、クレジット残高は一定の期間経過後に消滅する。クレジット法においても、入力に含まれる固有の特性の比率と、個々の出力が主張する固有の特性の比率が一致しないことが許容される。

3.3 工業材料への適用における課題

様々な工業材料への適用が進むマスバランスモデルであるが、環境主張に適用する際の課題がいくつか存在する。まず、ここまで見てきたようにマスバランスモデルでは、主張の内容と実態として対象に含まれる固有の特性との間に乖離が生じる場合がある。こうした主張はステークホルダーからの信頼性に欠ける恐れ

があり、いかなる場合でもマスバランスモデルを適用できるとすることは望ましくない。例えば、化学製品ではマスバランスモデル適用の根拠として、適用が認められなければ環境負荷が不必要に増加する懸念が指摘されており、その回避のためにマスバランスモデルを適用するとしている³⁰⁾。ただし、この指摘はマスバランスモデルの適用を前提としたものであり、適用のための要求事項を定める議論は認められない。また、マスバランスモデルが恒久的に適用されることに対する懸念もある。EMFでは、循環経済に移行するための仕組みとしてマスバランスモデルを取り扱っており²⁹⁾、過渡期という限定的な期間においてのみマスバランスモデルを適用することを示唆している。このように、現状では、どのような場合に何を根拠としていつまでマスバランスモデルを適用できるのか、逆にどのような場合には適用するべきでないのか、という点の議論が断片的である。まずは、マスバランスモデルの適用要件や期間についての議論を尽くし、明確に定めることが必要である。

マスバランスモデルはその解釈として、固有の特性を有する原料を任意に割り当てることを主張できる。このように自由度が高い主張を無制限に許容することは誇大な主張の蔓延を招きかねず、マスバランスモデルの適用に際して主張の内容には一定の制限を設けるべきとの議論がある³⁴⁾。他に、バイオプラスチックのように何らかの手法で分析的に原料の比率を特定できる場合には、分析結果に基づいた主張を製品に表記するべきとされている³⁵⁾。これらは誇大な主張を回避しようとする議論ではあるものの、主張の自由度を過度に制限する可能性がある。マスバランスモデルを適用する場合、主張の自由度を合理的な範囲に納めるべく、今後の議論が待たれる。

国内では、マスバランスモデルを適用したバイオマス割当プラスチックの導入に向けた議論が進められている⁶⁾。その中で指摘されているように、バイオマス割当プラスチックはライフサイクルでの温室効果ガス排出の取扱いに関する考え方が十分に整理されておらず、その環境負荷低減効果について共通認識を得るには至っていない。また、マスバランスモデルのように固有の特性を有する原料を割り当てるという考え方が、比例配分を原則とするライフサイクルアセスメントの考え方と整合しない点も指摘されている。マスバランスモデルを適用する際には、主張やその効果の定量評価の方法についても議論を尽くす必要があると言えよう。

先述したように、プラスチックに代表される化学製品では、マスバランスモデルを備えた認証スキームが

複数存在する一方、金属材料を始め多くの工業材料では、主張の方法が個別の製造事業者の裁量に委ねられている。特に環境主張に関しては、グリーンウォッシュとの誹りを回避すべく、各材料に対して統一的な認証スキームや評価手法を用意し、これに則った主張を行うことが望ましい。

マスバランスモデルでは、時間的および空間的なシステム境界を定め、システムへの入力と出力を特定した上で、入力に含まれる固有の特性を配分し、個々の出力が主張する固有の特性の比率を定めることができる。一般に、工業材料では複数の原材料を用いて対象の材料を製造する。マスバランスモデルを適用すると、入力となる複数の異なる原料が有する共通の固有の特性を何らかの手法で定量化し、集計した上で配分する必要がある。例えば、EMFでは異なる種類の再生原料を用いる場合、原料の計上単位を“chemical value”に換算して揃え、固有の特性の投入量と割り当ての総量の乖離を回避する仕組みを提案している²⁹⁾。また、ISO 22095では、クレジット法としてマスバランスモデルにおける固有の特性の定量化および配分の手法が導入されている。ただし、あくまで規格として汎用的な考え方が示されているのみである。また、システム境界の設定方法によりシステムへの入出力が変化するが、ISO 22095ではマスバランスモデルの適用対象となるシステム境界について明記されていない。対象となる個別の材料や製品に応じて適切にシステム境界を設定し、システムに応じた固有の特性の定量化および配分手法を開発することが必要である。

B&Cモデルは、固有の特性を出力に対して配分できる点はマスバランスモデルと共通しているが、固有の特性が製品の物質的な流れから切り離されてクレジットとして取引される点が大きく異なる。しかしながら、この両者のモデルの区別には曖昧な点も多い。例えばISO 22095では、B&Cモデルを適用した主張の例として再生可能エネルギーで発電したグリーン電力を挙げている。消費者がグリーン電力として証書付きで購入した電力に対し、送電事業者は同量の電力を再生可能エネルギーで発電するか、異なる発電事業者からクレジットとして購入する。例えばアメリカでは1997年からGreen-e Energyとして³⁶⁾、日本国内では2001年からグリーン電力証書として³⁷⁾、それぞれ運用されている。ただし消費者が実際に使用する電力は送電グリッドから供給されており、火力発電所由来の電力と区別することができない。ISO 22095では、このように無形物が対象で、クレジット取引の市場や仕組みが整備されている場合はB&Cモデルの適用が望ましいとしてい

る。他方、Alexanderら³⁰⁾は上記と同様の内容を説明した上で、グリーン電力の取り扱いをマスバランスモデルの例として挙げている。グリーン電力がB&Cモデルで取り扱われる場合もあると注釈があるものの、同じ対象に複数のモデルを当てはめる解釈が存在しており、マスバランスモデルとB&Cモデルの区別が曖昧であることを示す例と言えよう。また、適用対象の工場や設備間にパイプラインや流通網等の物理的な接続が存在する場合にのみ、それらの工場や設備も含めてマスバランスモデルを適用でき、存在しない場合にはB&Cモデルを適用すべきとする指摘がある²⁹⁾。両モデルをどのように区別し使い分けていくか、議論が必要である。

4. おわりに

本稿では、工業材料の環境主張に対して適用が進むマスバランスモデルを取り上げ、その歴史とCoCモデルとしての定義、工業材料における使われ方とその課題を説明した。マスバランスモデルに則った環境主張は、過渡期においては資源循環の促進や環境負荷の低減に貢献できる一方、工業材料への適用を考えた場合には、特に手法論において十分な検討がなされているとは言い難い状況である。プラスチック製品以外の工業材料への適用を念頭に、マスバランスモデルの適用要件と適格性、適用可能な期間を定め、固有の特性の配分手法およびB&Cモデルとの区別を明確化した統一的なマスバランスモデルの手法論の確立が望まれる。

参考文献

- 1) United Nations Global Compact, BSR: A Guide to Teaceability-A Practical Approach to Advance Sustainability in Global Supply Chains. United Nations Global Compact (2014), 45.
- 2) ISO (2020), ISO 22095: 2020 (E), Chain of custody — General terminology and models.
- 3) Mol, A., Oosterveer, P.: Sustainability, 7 (2015), 12258-12278.
- 4) International Federation of Organic Agriculture Movements (n.d.), Our History & Organic 3.0, About Us, 入手先<<https://www.ifoam.bio/about-us/our-history-organic-30>> (参照2023-08-04).
- 5) Rainforest Alliance (n.d.), About, 入手先<<https://www.rainforest-alliance.org/about/>> (参照2023-08-04).
- 6) 環境省, マスバランス方式に関する検討, 政策 (2023), 入手先<https://www.env.go.jp/recycle/plastic/related_information/workshop/workshop_00001.html> (参照2023-08-07).
- 7) Roundtable on Sustainable Palm Oil (n.d.), Who we are, 入手先<<https://rspo.org/who-we-are/>> (参照2023-8-4).
- 8) Proforest, Developing a mechanism for palm oil traceability from plantation to end user, (2005), 14.
- 9) Forest Stewardship Council (n.d.), About us, What We Do, 入手先<<https://fsc.org/en/about-us>> (参照2023-08-04).
- 10) Programme for the Endorsement of Forest Certification (n.d.), What we do, 入手先<<https://www.pefc.org/what-we-do>> (参照2023-08-04).
- 11) Roundtable on Sustainable Biomaterials: RSB Standard for Certification of Bio-Products, (2015), 11.
- 12) TÜV SÜD Industrie Service: Mass balance for the traceability of renewable raw materials, (2017), 32.
- 13) BASF (n.d.), HySorb® biomass balanced, Global Hygiene, 入手先<<https://personal-care-hygiene.basf.com/global/en/hygiene/products/hysorb-biomass-balanced.html>> (参照2023-08-04).
- 14) 三井化学株式会社: マスバランス方式によるバイオマスPP「Prasus®」が、アッシュコンセプトの+d「Peace Gun」(輪ゴムの玩具)に採用, ニュースリリース (2022), 入手先<https://jp.mitsuichemicals.com/jp/release/2022/2022_1208/index.htm> (参照2023-07-21).
- 15) グンゼ株式会社: マスバランス方式のリサイクルハイブリッド収縮フィルム「HCT3」の上市について, TOP 一覧ページ, 石油化学原料使用量削減に関する具体的な活動 (2022), 入手先<<https://www.gunze.co.jp/plastic/detail/230>> (参照2023-07-24).
- 16) Eastman: Mass balance and the circular economy, Sustainability, (n.d.), 入手先<<https://www.eastman.com/Company/Circular-Economy/Solutions/Pages/Mass-Balance.aspx>> (参照2023-08-04).
- 17) 日本製鉄株式会社: NSCarbolex®, 製品情報トップ, (n.d.), 入手先<<https://www.nipponsteel.com/product/nscarbolex/>> (参照2023-07-21).
- 18) JFEスチール株式会社: グリーン鋼材「JGreeX™」の供給開始について, ニュースリリース (2023), 入手先<<https://www.jfe-steel.co.jp/release/2023/05/230508-2.html>> (参照2023-07-21).
- 19) 株式会社神戸製鋼所: 国内初 低CO₂高炉鋼材「Kobenable Steel」の商品化について, プレスリリース (2022), 入手先<https://www.kobelco.co.jp/releases/1210184_15541.html> (参照2023-07-21).
- 20) POSCO: POSCO creates coexistence value with customers with green future materials, POSCO Newsroom (2022), 入手先<<https://newsroom.posco.com/en/posco-creates-coexistence-value-with-customers-with-green-future-materials/>> (参照2023-08-04).
- 21) Tata steel: Zeremis® Carbon Lite - low carbon emission steel, About us (n.d.), 入手先<<https://www.tatasteelleurope.com/about-us/sites-and-facilities/service-centres/finland-naantali/zeremis-carbon-lite>> (参照2023-08-04).
- 22) 株式会社UACJ: グリーン原料を用いたアルミ板材「UACJ SMART マスバランス」の提供を開始, リリース・お知らせ (2023), 入手先<<https://www.uacj.co.jp/release/20230418.htm>> (参照2023-07-24).
- 23) 住友金属鉱山株式会社: 決算・戦略説明会, 株主総会・IR イベント (2023), 入手先<https://www.smm.co.jp/ir/event/roadshow/pdf/2022/230517_setsumeikai.pdf> (参照2023-07-24).
- 24) Underwriters Laboratories: UL2809, Environmental Claim Validation Procedure (ECVP) for Recycled Content, (2020), 22.
- 25) GreenBlue: The Recycled Material Standard Framework, (2021), 25.
- 26) 三井物産プラスチック株式会社: 「マスバランス方式」バイオマスプラスチックとは?, 業界を知る (2022), 入手先<

<https://www.mitsui-plastics.com/plas-mirai/trend/trend006/> > (参照2023-08-07).

- 27) 環境省：グリーン購入の調達者の手引き，総合環境政策 (2021)，入手先 <https://www.env.go.jp/policy/hozen/green/g-law/tebiki/r3_tyoutatusya.pdf> (参照2023-08-07)。
- 28) ISEAL Alliance：Chain of Custody Models and Definitions, (2016), 24.
- 29) Ellen MacArthur Foundation and Circular Economy 100: Enabling a Circular Economy for Chemicals with the Mass Balance Approach, (2019), 35.
- 30) Alexander, H., Keever, T., Pierce, C.J. : "Mass Balance Accounting Approach", ACS Symposium Series, Collias, D.I., James, M.L., Layman, J.M., American Chemical Society, Washington, DC, (2021), 171-184.
- 31) Wingate, K.G., McFarlane, P.N.: International Forestry Review, **7** (2005), 342-347.
- 32) Pechstein, J., Bullerdiek, N., Kaltschmitt, M.: Energy Policy, **136** (2020), 111014.
- 33) ISEAL Alliance, Sustainability Claims Good Practice Guide: Sustainability Standards Systems' Guide to Developing and Managing Environmental, Social and/or Economic Claims, (2015), 64.
- 34) Tabrizi, S., Crépy, M., Rateau, F.: Determining recycled content with the 'mass balance approach' -10

recommendations for development of methods and standards, Zero Waste Europe, (2021), 10.

- 35) Schyns, Z.O.G., Bennett, T.M., Shaver, M.P.: ACS Sustainable Chem. Eng., **10** (2022), 12659-12669.
- 36) Green-e: About Green-e, About (n.d.), 入手先 <<https://www.green-e.org/about>> (参照2023-07-19)。
- 37) 日本自然エネルギー株式会社：グリーン電力証書トップ (n.d.)，入手先 <<http://www.natural-e.co.jp/green/index.html>> (参照2023-07-19)。



鈴木 太一 (Taichi Suzuki)

(株)UACJ マーケティング・技術本部
R&D センター 第二開発部
東京大学



醍醐 市朗 (Ichiro Daigo)

東京大学