

平成 27 年度 環境経済の政策研究

資源循環に係る環境効率に関する調査・検討
研究報告書

平成 28 年 3 月

立命館大学

地球環境戦略研究機関

東京大学

東京農工大学

リサイクル適性の表示：印刷用の紙へリサイクルできます。

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Aランク〕のみを用いて作製しています。

目次

I 研究計画・成果の概要等	1
1. 研究の背景と目的	2
2. 3年間の研究計画及び実施方法	2
3. 3年間の研究実施体制	4
4. 本研究で目指す成果	4
5. 研究成果による環境政策への貢献	5
II 平成27年度の研究計画および進捗状況と成果	7
1. 平成27年度の研究計画	8
2. 平成27年度の進捗状況および成果(概要)	8
3. 对外発表等の実施状況	14
4. 英文サマリー	14
5. 平成27年度の進捗状況および成果(詳細)	18
5.1 既存の環境効率指標の事例収集と分析	18
5.1.1 マクロ(国レベル)	18
5.1.2 ミクロ(企業レベル・製品レベル)	29
5.2 物質1単位あたりの環境負荷・環境影響の試算	32
5.2.1 試算のシステム境界	32
5.2.2 対象資源・物質の選定	34
(1) はじめに	34
(2) 化石資源・物質	35
(3) 非金属鉱物資源・物質	40
(4) 金属鉱物資源・物質	44
(5) 生物資源・物質	46
(6) まとめと課題	56
5.2.3 対象資源・物質1単位あたりの環境影響の試算	56
(1) はじめに	56
(2) 化石資源・物質	56
(3) 非金属鉱物資源・物質	62
(4) 金属鉱物資源・物質	67
(5) 生物資源・物質	70
(6) まとめと課題	75
5.3 日本の物質利用データの整備	75
(1) はじめに	75
(2) 化石資源・物質	75

(3) 非金属鉱物資源・物質.....	77
(4) 金属鉱物資源・物質.....	79
(5) 生物資源・物質.....	79
(6) まとめと課題.....	85
III 今後の研究方針.....	87
IV 添付資料.....	89
参考文献.....	90

I 研究計画・成果の概要等

1. 研究の背景と目的

第四次環境基本計画では、「環境と社会経済の関係を端的に表す指標」として「環境効率性を示す指標」や「資源生産性を示す指標」が挙げられている。前者については、当面「二酸化炭素排出量÷GDP」を用いることとしているが、生産量ベースでの指標や他の環境負荷(大気環境、化学物質など)の環境効率性についての検討が課題となっている。また、後者についても、少量だが有害な物質の影響や希少金属の価値が過小評価されるなどの課題が指摘されている。一方、「資源生産性」を重要な指標の1つとして採用している第三次循環型社会形成推進基本計画では、今後の検討課題等の一つとして、環境負荷と財・サービスの付加価値の間の効率性を測る環境効率指標を挙げている。

これに関して欧州では、「資源生産性(resource productivity: €/kg)」と「環境効率率(eco-efficiency: €/impact)」の両者を「資源1単位あたりの環境影響(resource specific impact: impact/kg)」で関連づけて検討する方向にあるが、そうした手法の開発は未だ諸に着いたばかりである。数少ない既存研究においても、資源のライフサイクルのどの段階で物質を定義するか(ダブルカウントをどう回避するか)、各物質へ環境負荷をどのように配分するか、製品使用時の環境負荷をどう考えるか等の課題があり、さらなる検討が必要な状況にある。

以上のようなことから、本研究では、「物質1単位あたりの環境影響(resource specific impact: impact/kg)」を試算し、日本の「環境効率率(eco-efficiency: yen/impact)」を時系列で推計するとともに、その変化の要因分析を行うことを目的とする。具体的には、

- (1) 既存の環境効率指標の事例収集と分析：既存の環境効率指標についてマクロ(国レベル)からミクロ(企業レベル・製品レベル)に至る事例を収集し、その定義・計算手法に着目した整理・分析を行う。
- (2) 物質1単位あたりの環境負荷・環境影響の試算：対象物質の選定と対象物質ごとのシステム境界の設定を行い、ライフサイクルアセスメント(LCA)を援用して、物質1単位あたりの環境負荷・環境影響を試算する。
- (3) 日本の環境効率の時系列推計：上記(2)を用いて日本の物質利用に伴う総環境負荷・環境影響を推計するとともに、これを関連するマクロな統計と比較・検証し、日本の環境効率を時系列で推計する。
- (4) 日本の環境効率の推移の要因分析：推計した環境効率の時系列変化がどのような要因(財・サービスの環境効率の変化、最終需要構造の変化、輸入性向の変化等とそれらに影響を与えた政策)に基づくものであったかを分析する。

2. 3年間の研究計画及び実施方法

本研究の構成は図 I.2(1)に示すとおりであり、これを表 I.2(1)に示す工程で実施していく。

(1) 既存の環境効率指標の事例収集と分析

既存の環境効率指標についてマクロ(国レベル)からミクロ(企業レベル・製品レベル)に至る事例を収集し、整理・分析を行う。マクロ(国レベル)については欧州での研究事例を対象に、特にシステム境界の設定に着目した整理・分析、ミクロ(企業レベル・製品レベル)については企業の環境報告書や学術論文を対象に事例を収集し、その定義・計算方法に着目した整理・分析を行う。

(2) 物質1単位あたりの環境負荷・環境影響の試算

対象物質の選定と対象物質ごとのシステム境界の設定

資源のライフサイクルのできるかぎり上流側で対象とする資源・物質を選定する。また、各資源・物質が他のどのような資源・物質と結びつき、どのような製品になるのかについて把握し、ダブルカウントを回避するようなシステム境

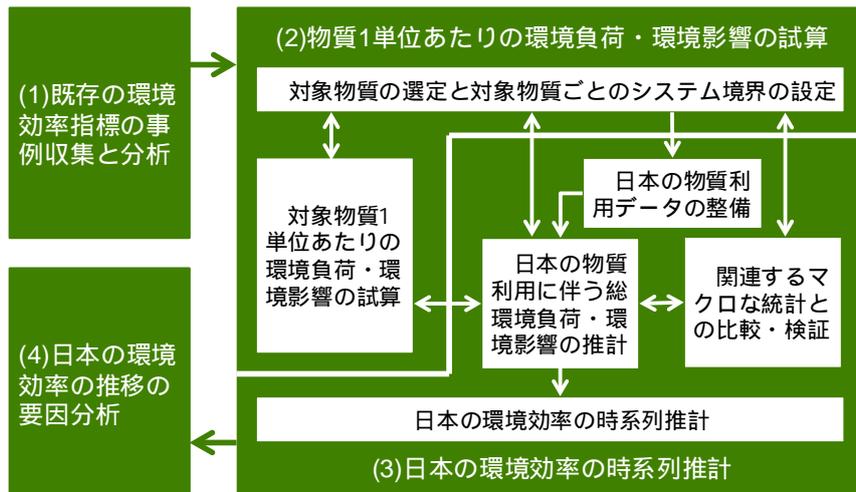


図 I.2(1) 本研究の構成

表 I.2(1) 本研究の工程表

	2015年度	2016年度	2017年度
(1)	更新	更新	更新
(2)	見直し	見直し	見直し
(3)	見直し・更新	見直し・更新	見直し・更新
(4)			

界・配分方法を設定する。

対象物質 1 単位あたりの環境負荷・環境影響の試算

をもとに、対象物質 1 単位あたりのライフサイクル環境負荷・環境影響を試算する。各物質からの製品の加工段階・使用段階・廃棄段階については簡易な仮定を設定し、ライフサイクルアセスメント(LCA)のソフトウェアである MiLCA(産業環境管理協会、2014)を用いた試算を行う。このとき、で検討したダブルカウントを回避するため、随時調整を行っていく。各種環境負荷・環境影響の重み付けについては、日本版被害算定型影響評価手法(LIME: Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling)を使用する。物質ごとの試算結果について、支配的な環境影響領域の違い等について比較分析を行う。

(3) 日本の環境効率の時系列推計

日本の物質利用データの整備

で選定した対象物質について、国内の生産量・消費量等に関わるデータを時系列で整備する。

日本の物質利用に伴う総環境負荷・環境影響の推計

および をもとに、日本の物質利用に伴う総環境負荷・環境影響を推計する。なお、で算出する係数は、対象物質 1 単位のライフサイクルでの環境負荷・環境影響であるため、消費された物質が輸入されたものであれば、それ以前に発生すると考えられる環境負荷・環境影響を含み、また、消費された物質が中間製品や最終製品として輸出されるも

のであれば、その先で発生すると考えられる環境負荷・環境影響を含んだ係数となっている点に留意する必要がある。可能な範囲で国内外での発生を区別した推計を行う。

関連するマクロな統計との比較・検証

において推計された総環境負荷・環境影響が、国全体としての統計とどの程度整合するかを検証する。大きな不整合がある場合、対象資源・物質の抜け落ち、ダブルカウントやカウントの漏れ、また、MiLCA のインベントリデータベースにおける不整合等の原因について探索し、改善策を検討する。は往復運動であり、全体の整合が取れるように補正を行っていく。

日本の環境効率の時系列推計

をもとに、日本の環境効率の時系列で推計し、その推移を示す。また、(1)どの物質の環境影響が大きいのか、(2)どの環境影響領域が大きいのか、(3)各物質の環境影響についてどの環境影響領域の比率が大きいのか、(4)各環境影響領域においてどの物質による影響の比率が大きいのか、等について検討し、物質管理の視点から見た環境対策の対象を分析する。また、資源生産性指標から得られる視点との違いについて考察する。

(4) 日本の環境効率の推移の要因分析

の推移の要因を、各財・サービスの環境効率の変化、最終需要構造の変化、輸入性向の変化に分け、これらのどの要因によって環境効率が推移してきたかを分析する。また、財・サービスの環境効率の推移について考察する。

3. 3年間の研究実施体制

以上を、表 I3(1)に示す体制で実施する。資源を大きく 4 分類(土石系資源、化石系資源、金属系資源、生物系資源)し、各研究分担者がそれぞれの資源分類に含まれる物質を担当して研究を進めていく。上記は往復運動であり、各資源間の整合が取れるように研究分担者間で調整を行っていく。

表 I3(1) 本研究の実施体制(: 責任担当者、 : 担当者)

	橋本	粟生木	村上	加用
(1) 既存の環境効率指標の事例収集と分析				
(2) 物質1単位あたりの環境負荷・環境影響の試算				
対象物質の選定と対象物質ごとのシステム境界の設定	土石資源	化石資源	金属資源	生物資源
対象物質1単位あたりの環境負荷・環境影響の試算				
(3) 日本の環境効率の時系列推計				
日本の物質利用データの整備				
日本の物質利用に伴う総環境負荷・環境影響の推計	土石資源	化石資源	金属資源	生物資源
関連するマクロな統計との比較・検証				
日本の環境効率の時系列推計				
(4) 日本の環境効率の推移の要因分析				

4. 本研究で目指す成果

「1. 研究の背景と目的」で示した研究目的に対応して、以下の成果が見込まれる。

- (1) 既存の環境効率指標の事例集が提供される。国レベルの環境効率の計測だけでなく、企業や製品の環境効率の計測に役立つものである。
- (2) 物質 1 単位あたりの環境影響の係数リストが提供される。本研究では、係数リストを日本の過去の環境効率の推計に利用するが、将来の推計にも用いることができる。同様に、企業や製品の環境効率の推計にも役立てられると考えられる。
- (3) 日本の環境効率の時系列推計値とその資源内訳、および推移の要因分析結果、また、財・サービスの環境効率の推移の推計値が提供される。これに基づき今後の施策の展開について検討することができる。

5. 研究成果による環境政策への貢献

本研究は「1. 研究の背景と目的」に記したような行政ニーズに対応したものであり、次期環境基本計画(2017 年春頃策定)、次期循環型社会形成推進基本計画(2018 年春頃策定)における環境効率の指標検討に貢献するものである。環境効率の試算は 2017 年度に予定しており、次期環境基本計画の策定には間に合わないが、その後のモニタリング指標として活用が可能となるように適時情報提供をしていく。

II 平成 27 年度の研究計画および進捗状況と成果

1. 平成 27 年度の研究計画

表 I2(1)に示したように、平成 27 年度は「(1)既存の環境効率指標の事例収集と分析」を実施するとともに、「(2)物質 1 単位あたりの環境負荷・環境影響の試算」を行った。また、来年度の「(3)日本の環境効率の時系列推計」に向けて「(3)日本の物質利用データの整備」を行った。なお、本年度における(2)の結果は暫定的なものであり、対象資源・物質や環境影響の試算結果は翌年度以降調整されることを前提としている。

2. 平成 27 年度の進捗状況および成果(概要)

(1)既存の環境効率指標の事例収集と分析

既存の環境効率指標についてマクロ(国レベル)からミクロ(企業レベル・製品レベル)に至る事例を収集し、整理・分析を行った。マクロ(国レベル)については欧州での研究事例を対象に、特にシステム境界の設定に着目した整理・分析、ミクロ(企業レベル・製品レベル)については企業の環境報告書や学術論文を対象に事例を収集し、その定義・計算方法に着目した整理・分析を行った。

マクロ(国レベル)

van del Voet et al.(2003、2004)及び EC(2012)の 2 事例について分析を行った。いずれも使用量の小さい物質が大きな環境影響を持つ場合や、使用量の大きい物質が小さな環境影響しか持たないという事実を踏まえて、物質の環境問題への寄与度を測り、政府の脱物質化政策のための知的基盤を提供することを目的としたものである。

van del Voet et al.(2003)では、システム境界について以下の 3 つのオプションが示されている。

- Regional system(地域システム)：一国家を対象としたもので、国内で発生する環境影響を対象とし、当該国家外で発生する環境影響は対象外とする。
- Consumption-based system(消費ベースシステム)：国内で消費された物質により発生する環境影響を対象とし、対象物質についてはライフサイクル全体の環境影響が考慮される。
- Production-based system(生産ベースシステム)：国内で製造された物質により発生する環境影響を対象とし、対象物質についてはライフサイクル全体の環境影響が考慮される。

van del Voet et al.(2003)では、Consumption-based system(消費ベースシステム)を採用して各物質の環境影響の推計が行われているが、ダブルカウントの問題や製品使用時の環境影響の考慮の問題等が指摘されている。

EC(2012)では、van del Voet et al.(2003、2004)の課題を踏まえ、ライフサイクルを大きく 3 つの段階に分け、それぞれ異なる方法を適用して以下の 3 つの指標が開発されている。

- Resource indicators
- Basket-of-products indicators
- Waste management indicators

Resource indicators で用いられたアプローチは van del Voet et al.(2003、2004)の方法と似ており、上流側の資源・物質に着目してライフサイクルアセスメントを行い、消費量の情報を反映させて総環境影響を求めている。Basket-of-products indicators は、市民が消費する製品やサービスに着目してライフサイクルアセスメントを行い、消費量の情報を反映させて、総環境影響を求めるものである。Waste management indicators は、廃棄物処理の段階に着目して環境影響とライフサイクルによる便益を算定し、統合評価を行うものである。

EC(2012)では、資源・物質のライフサイクルの 3 段階に着目してそれぞれ指標を作成しているが、本研究ではあくま

でそれらを統合するアプローチを希求し、van der Voet et al.(2003)が示す3つのオプションに対応した推計を行うこととする。

ミクロ(企業レベル・製品レベル)

ミクロレベルの事例については、環境報告書プラザ(<https://www.ecosearch.jp/>)における環境効率指標に関する公開情報も参照しつつ、国内企業を中心に、各企業の環境報告書やホームページを精査し、2015年12月時点の環境効率指標の評価実施状況を調査した。

その結果、分子については、基本的に売上高やそれに関連する指標を用いているという共通性がみられたが、分母については、大きく3種類の方法が存在した。

- 単一の環境負荷
- 複数の環境負荷を既存の重み付け手法で統合
- 複数の環境負荷を企業独自の重み付け手法で統合

分母を単一の環境負荷としている企業は、複数の環境効率指標を持つことが多い。つまり、分子をCO₂で除したもの、SO_xで除したもの、廃棄物発生量で除したものなど複数の指標を算出している。この方法を採用している企業のうちほとんどが、CO₂、SO_x、NO_x、そして廃棄物量(特に産業廃棄物)を分母としている。これら4つの項目に水使用量や燃料使用量が続く。また、分母において、複数の環境負荷を統合している企業が採用している統合化手法としては、JEPIX、LIME、ELP法、企業独自の重み付け係数を活用した方法などがあった。

本研究では、既存の重み付け手法として一般的になりつつあるLIMEを用いた統合化を行うこととした。

(2)物質1単位あたりの環境負荷・環境影響の試算

対象物質の選定とシステム境界の設定

既存研究(van der Voet et al., 2003)が対象としている資源・物質とMiLCAで試算が行える資源・物質を照合するとともに、各資源・物質の生産量・消費量等のデータの入手可能性について調査し、資源のライフサイクルのできるかぎり上流側で対象とする資源・物質を選定した。資源・物質の選定に用いた整理表のイメージを表II.2(1)に、選定結果の概要を表II.2(2)に示す。

表II.2(1)に示すように、まず、既存研究の対象資源・物質とMiLCAにおいて環境影響が算定可能な資源・物質を照合し対応づけた。次に、MiLCAにおいて環境影響が算定可能な資源・物質については、MiLCAの9桁コードや算定単位、当該資源・物質に関わる統計データの有無と統計の単位を整理した。以上の情報とダブルカウントの可能性などをもとに、本研究の対象物質・資源を選定した。表II.2(2)に示すように、結果として、既存研究(van der Voet et al., 2003)では、建設用以外の非金属鉱物を除いて47の資源・物質を対象としていたが、これらに関連してMiLCAにおいて算定可能な資源・物質数は396にのぼり、本研究ではそのうち120の資源・物質を選定した。なお、建設用以外の非金属鉱物資源・物質については、来年度引き続き検討を行っていく。

表 II.2(1) 対象資源・物質の選定に用いた整理表のイメージ

既存研究の対象資源・物質	MiLCAにおける算定可能資源・物質	MiLCA 9桁コード	MiLCAの単位				統計データ有無				統計の単位				本研究の対象資源・物質	
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積		円
PE (high density)	ポリエチレン	173516000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	高密度ポリエチレン	173516000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	直鎖上低密度ポリエチレン	173516100	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PE (low density)	低密度ポリエチレン	173516102	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PP	ポリプロピレン(PP)	173518000	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PCT (0% rec.)	ポリエチレンテレフタレート(PET)	173526000	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	PET樹脂(ボトル用)	195112102	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PS	ポリスチレン(PS)	173517000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	メタクリロニトリルスチレン樹脂	173517100	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ポリスチレン、一般用	173517102	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ポリスチレン、耐衝撃性	173517103	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ポリスチレン、難燃性	173517104	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	発泡ポリスチレン(EPS)ビーズ	173517105	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ABS樹脂	173517106	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ABS樹脂、難燃性	173517107	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PVC	ポリ塩化ビニル	173521000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PC	ポリカーボネート	173532000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ポリカーボネート、ホスゲン法	173532200	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PUR	ポリカーボネート、非ホスゲン法	173532200	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ポリウレタン	194200100	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ポリウレタン(硬質ウレタンボード)	194111100	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ポリウレタン(軟質)	194111100	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ポリウレタン(発泡)	194111100	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ポリアセタール	173531000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	フェノール樹脂	173511000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ユリア樹脂	173512000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	メラミン樹脂	173513000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ポリビニルアルコール	173523000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	不飽和ポリエステル樹脂	173514000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	アルキド樹脂	173515000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ポリアミド系樹脂	173524000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	メタクリル樹脂	173522000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
メタクリル樹脂、4,4'-メチレンジアニリン副生	173522000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
フッ素樹脂	173525000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
エポキシ樹脂	173527000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
ポリ酢酸ビニル(PVAc)	173528000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
ポリ酢酸ビニルエマルジョン	173528000	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

表 II.2(2) 対象資源・物質の選定結果

	既存研究における対象資源・物質数	MiLCA において算定可能な資源・物質数	本研究における対象資源・物質数
化石	9	89	37
非金属鉱物(建設用)	12	105	22
非金属鉱物(建設用以外)	(46)	来年度に検討	
金属鉱物	19	24	15
生物	5	306	46
合計	47(+46)	396	120

括弧内は非金属鉱物(建設用以外)の資源・物質数である。

また、システム境界について基礎的な考察を行った。LCA を用いた資源・物質の上流側の環境影響の推計を 3ヶ国の例で考えると、図 II.2(1)に示すシステムが対象となる。すなわち、輸入される原材料の環境影響は対象国の環境影響、輸出される国内資源の環境影響は対象国の環境影響の外となり、概念的には消費ベースでの環境影響となる。既存研究(van del Voet et al., 2003, 2004)においても、基本的にこのシステム境界を採用しており、本研究においても、その第 1 ステップとしてこのシステム境界を用いることとした。

なお、この上流側の計算を一国のシステム境界に合わせようとする、輸入分の環境影響は考慮せず、輸出分の環境影響は別途需要として考慮することが必要となるが、これは各プロセスの原材料の輸入財比率と各財の需要が分かれば計算可能である。逆に、下流側については、輸出分は対象システムから除外し、輸入分を考慮することが必要となる。

この分析には十分な投入産出表が必要となることから、その検討を来年度にかけて行っていく。

また、対象資源・物質をそのライフサイクルの中間的な場所で選定する場合、選定したある資源・物質が、別途選定した資源・物質の原材料となることがある。図 II.2(2)の例では、対象資源・物質 B および C が対象資源・物質 A の原材料となっているが、この場合、対象資源・物質 B および C の環境影響は対象資源・物質 A の環境影響に内包されており、図中の 3 つの対象資源・物質の環境影響を単純に足し算すると、環境影響のダブルカウントが生じる。次年度以降に行う環境影響の算定では、こうした点にも留意する必要がある。

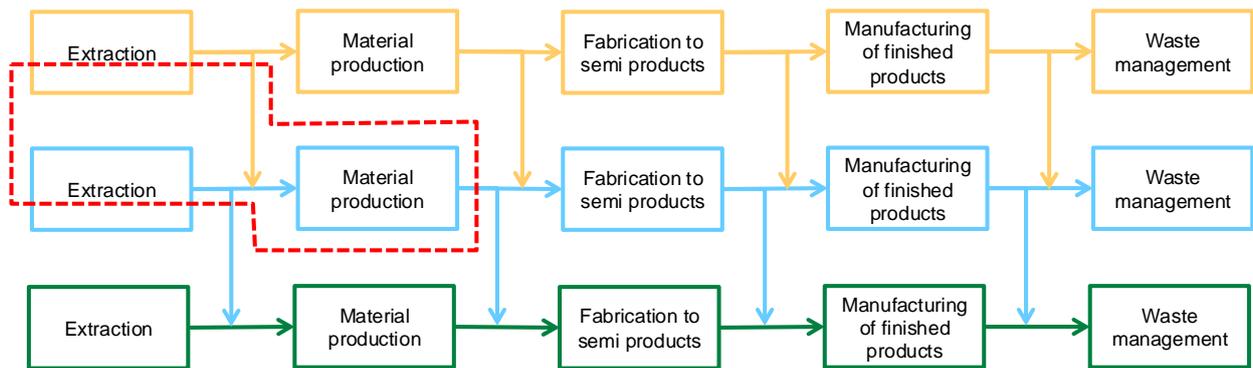


図 II.2(1) 環境影響推計のシステム境界

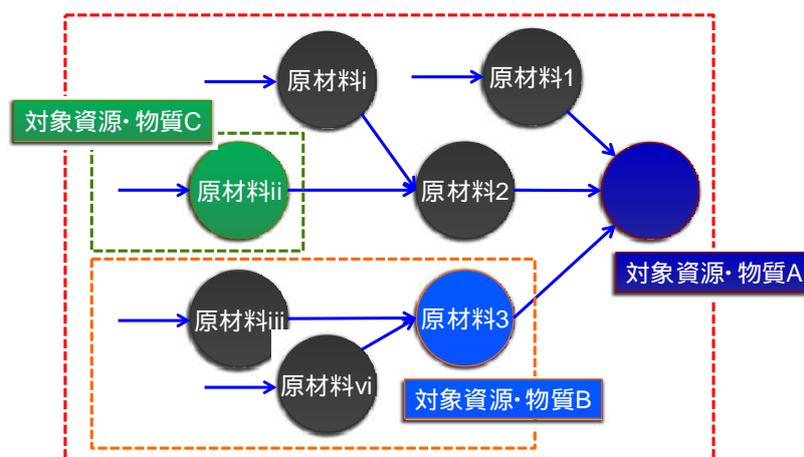


図 II.2(2) 環境影響のダブルカウント

対象資源・物質 1 単位あたりの環境負荷・環境影響の試算

において選定した資源・物質について、MiLCA により 1 単位あたりの環境影響を試算した。合わせて、選定した資源・物質間のダブルカウントの可能性を事例的に検討した。具体的には、特定の資源・物質について MiLCA における計算の上流側に最大 2 段階まで遡った投入フロー図を作成し、別の対象資源・物質が投入されているかどうかを確認した。

資源・物質 1 単位あたりの環境影響の試算例として、建設用の非金属鉱物資源・物質の結果を図 II.2(3)、図 II.2(4)に示す。それぞれ単位が異なるため直接比較はできないが、重量単位の資源・物質の中では、「セメント」(100kg あたり)や「その他の非金属鉱物」(1ton あたり)の環境影響が大きい(図 II.2(3))。また、環境影響の内訳を見ると、全体的に地球温暖化、資源消費、廃棄物、都市域大気汚染の影響が大きくなっており、「セメント」や「その他の非金属鉱物」については、他と比較して廃棄物の影響が小さくなっている(図 II.2(4))。

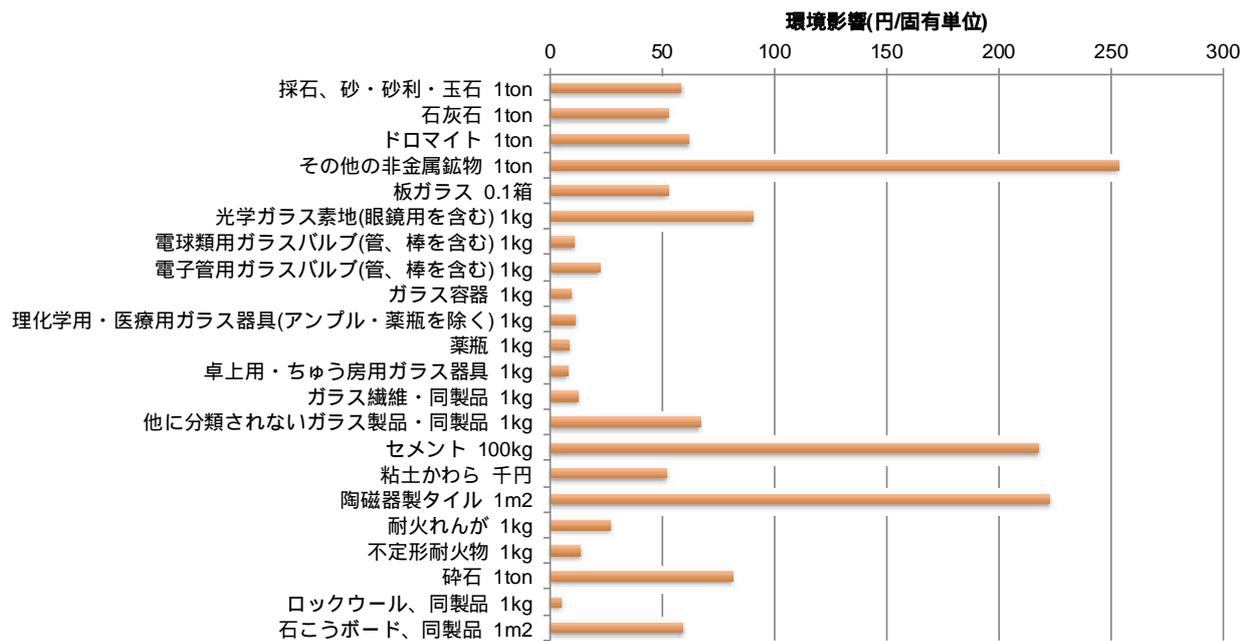


図 II.2(3) 対象資源・物質 1 単位あたりの環境影響(非金属鉱物資源・物質)

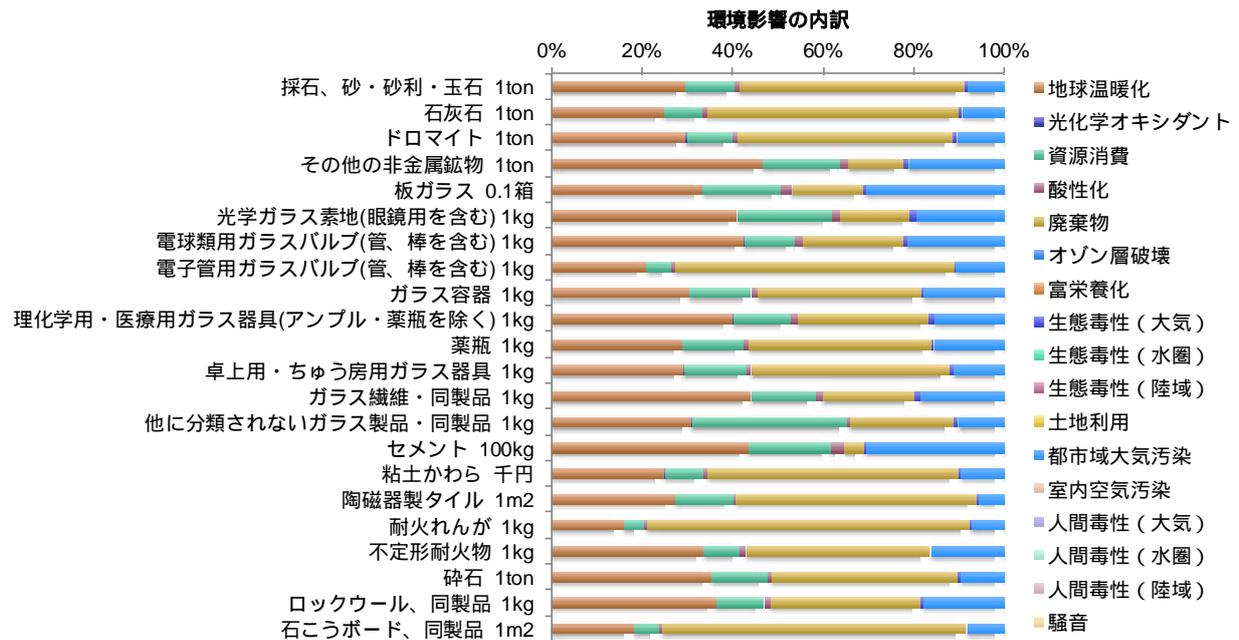


図 II.2(4) 対象資源・物質 1 単位あたりの環境影響の内訳(非金属鉱物資源・物質)

ダブルカウントの可能性に関する検討については、「アルミニウム再生地金」の例を図 II.2(5)に示す。「アルミニウム再生地金」の製造においては、「アルミニウム一次地金」「アルミニウム再生地金」「金属マンガ」が直接投入されており、本研究内でダブルカウントが生じていることから、来年度実施する総環境影響の計算においてはこれらを控除する必要がある。

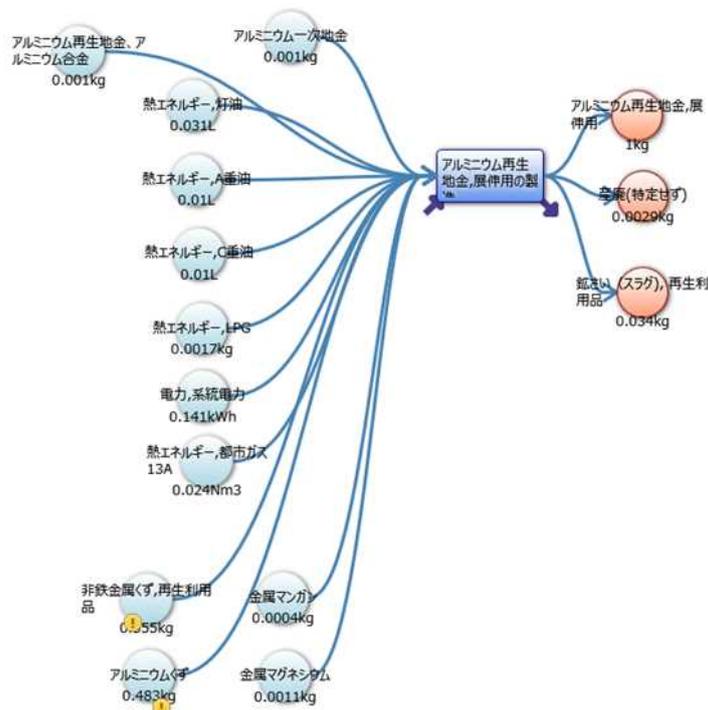


図 II.2(5) アルミニウム再生地金の投入フロー

(3)日本の環境効率の時系列推計

日本の物質利用データの整備

で選定した対象資源・物質について、生産量、出荷量、貿易量等が掲載されている統計データソース、データの利用可能期間等を整理するとともに、2010年のデータを整備した。データ整備の例として、生物資源・物質のうち木材製品の結果を図 II.2(6)に示す。生物資源・物質に関する統計データソースは、作物統計、野菜生産出荷統計、果樹生産出荷統計、花木等生産状況調査、特用林産物基礎資料、畜産統計、畜産物流通統計、牛乳乳製品統計、と畜場統計調査、漁業・養殖業生産統計年報、木材需給報告書、木材需給と木材工業の現況、紙・パルプ統計年報等多岐にわたる。これらの統計は時系列で利用可能である。また、2010年の木材製品のデータを見ると(図 II.2(6))、「一般製材品」「木材チップ」「合板」等の輸入比率が高いことが分かる。輸入比率は、上述のダブルカウントを考慮する際に重要な要素となる。

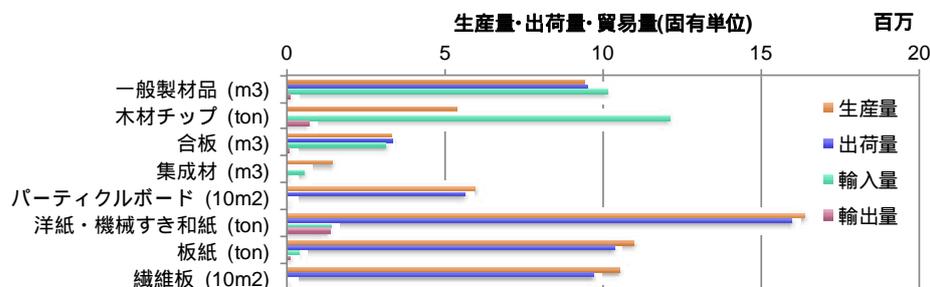


図 II.2(6) 対象物質・資源に関する統計データ(2010)(生物資源・物質のうち木材製品関係)

(4)まとめ

平成 27 年度は「(1)既存の環境効率指標の事例収集と分析」を実施するとともに、「(2)物質 1 単位あたりの環境負荷・環境影響の試算」を行った。また、来年度の「(3)日本の環境効率の時系列推計」に向けて「(3) 日本の物質利用データの整備」を行った。来年度はこれらの成果をもとに「(3)日本の環境効率の時系列推計」を行いながら、全体の整合がとれるように本年度の推計を補正していく。また、その成果をもとに、(a)どの物質の環境影響が大きいのか、(b)どの環境影響領域が大きいのか、(c)各環境影響領域においてどの物質による影響の比率が大きいのか、等について検討し、物質管理の視点から見た環境対策の対象について分析を行っていく。また、資源生産性指標から得られる視点との違いについて考察する。

3. 対外発表等の実施状況

(1) 打ち合わせ

<環境省との打ち合わせ>

- ・ 第 1 回 2015 年 7 月 15 日(水)10:00 ~ 12:00 場所：環境省
- ・ 第 2 回 2016 年 2 月 3 日(水)14:00 ~ 16:00 場所：環境省

<研究者間の打ち合わせ>

- ・ 第 1 回 2015 年 8 月 25 日(火)10:00 ~ 12:00 場所：キャンパスプラザ京都 6F 立命館教室
- ・ 第 2 回 2015 年 9 月 15 日(火)10:00 ~ 12:00 場所：立命館東京キャンパス
- ・ 第 3 回 2015 年 11 月 16 日(水)10:00 ~ 12:00 場所：立命館東京キャンパス
- ・ 第 4 回 2015 年 12 月 16 日(水)15:00 ~ 18:00 場所：立命館東京キャンパス

(2) 論文発表

<口頭発表>

- ・ 田中大介、粟生木千佳、Sebastien M.R. Dente、橋本征二：資源・物質利用の環境影響～建設用非金属鉱物を対象として、第 11 回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集、pp.244-245、2016
- ・ 野木茜、村上進亮、粟生木千佳、橋本征二：提供するサービスにもとづくリン資源利用の環境効率、第 11 回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集、pp.10-11、2016
- ・ Sébastien M.R. Dente、加用千裕、粟生木千佳、橋本征二：資源・物質利用の環境影響～バイオマスを対象として、第 11 回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集、pp.86-87、2016
- ・ 肖瀚、橋本征二：日本の木材利用効率の推計、第 11 回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集、pp.398-399、2016

4. 英文サマリー

Japan's Fourth Basic Environment Plan includes indicators of eco-efficiency and resource productivity as direct indicators that describe the relation between the environment and social economy. Whereas the quotient of carbon dioxide emissions divided by GDP is used as the indicator of eco-efficiency for now, an indicator based on production activity and the eco-efficiency of other environmental burdens (atmospheric environment, chemical substances, etc.) must also be considered. As for the indicator of resource productivity, issues such

as the underestimated impacts of substances that are hazardous even in small amounts and undervalued use of rare metals have been pointed out. The Third Fundamental Plan for Establishing a Sound Material-Cycle Society, which employs resource productivity as an important indicator, points to eco-efficiency as an indicator reflecting the efficiency between the environmental load and the value added to goods and services as an issue to be examined in future studies. In connection with this, Europe have begun to examine resource productivity (€/kg) and eco-efficiency (€/impact) by linking them using resource-specific impact (impact/kg). Development of such a technique, however, is only beginning.

This study, therefore, calculates the environmental impact per unit of material (resource specific impact: impact/kg), using Japanese data, to estimate the eco-efficiency (yen/impact) of Japan in a time series and analyzes the factors that have changed the Japan's eco-efficiency. More specifically, the study consists of: (1) Case collection and analysis of existing eco-efficiency indicators: (2) Calculation of environmental load and environmental impact per unit of material: (3) Time-series estimation of Japan's eco-efficiency: (4) Analysis of factors that have changed Japan's eco-efficiency. During fiscal year 2015, we conducted (1) and (2). We also collected data related to material use in Japan for (3) which will be conducted in the following year.

(1) Case collection and analysis of existing eco-efficiency indicators

At the macro level (national level), we analyzed cases by particularly emphasizing the settings of their system boundaries. Van der Voet et al. (2003) presented the three options for system boundaries (regional system, consumption-based system, and production-based system). In reality, they employed the consumption-based system (which measures the environmental impact generated from materials consumed within a nation while considering the environmental impact of the entire lifecycle of the materials concerned) to estimate the environmental impact of each material, in which problems such as double counting and environmental impact during product use were pointed out. For this study, we decided to perform the estimation corresponding to the three options presented by van der Voet et al. (2003).

As for cases of the micro level (company and product level), we examined the environmental reports and websites of predominantly Japanese companies to investigate the progress of assessment using eco-efficiency indicators as of December 2015. Consequently, whereas the numerators indicated the common use of sales and related indicators, the denominators were broadly divided into methods of three types (a single value of environmental load, an integration of multiple environmental loads using an existing weighting method, and an integration of multiple environmental loads using the company's original method). We decided that this study conducts the integration based on the LIME method, which is becoming a standard as a weighting method in Japan.

(2) Calculation of environmental load and environmental impact per unit of material

A. Selection of materials to be analyzed and setting of system boundaries

We verified the resources and materials analyzed in the existing study (van der Voet et al., 2003) against the resources and materials available for calculation in the MiLCA software, examined the availability of production and consumption data for each resource and material, and selected target resources and materials that are as upstream as possible in the resource lifecycles. Results show that, although the existing study (van der Voet et al., 2003) targeted 47 resources and materials except the nonmetallic minerals other than those used for construction, the number of resources and materials related to these 47 that are calculable with the life-cycle assessment software MiLCA was 396, of which 120 resources and materials were selected for this study. We will continue the study into the next fiscal year to investigate the nonmetallic mineral resources and materials other than those used for construction.

We also performed a basic examination of system boundary. In the estimation of the upstream environmental impact of resources and materials using LCA, the environmental impacts of imported raw materials are included in, but that of exported domestic resources are excluded from, the environmental impact of the resources and materials in the estimation. Conceptually, therefore, it is consumption-based environmental impact. Existing studies (van der Voet et al., 2003, 2004) basically used this system boundary. We

decided to use it also as the first step in this study. If resources and materials for the analysis are selected at a middle point in their lifecycles, certain selected resources and materials might become raw materials of other resources and materials that have been selected. In such a case, simple addition of the environmental impacts of these resources and materials results in double counting of their environmental impacts. This double counting must be avoided in the calculation of environmental impacts in the following years.

B. Calculation of environmental load and environmental impact per unit of resource/material analyzed

The environmental impact per unit of resources and materials selected in paragraph A above was calculated using MiLCA. Additionally, the possibility of double counting among the resources and materials selected was examined for each case. More specifically, we created an input flow diagram showing up to two retroactive stages upstream of the MiLCA calculation of specific resources and materials and investigated whether other resources and materials in the analysis were inputted.

(3) Time-series estimation of Japan's eco-efficiency

C. Collection of data on material use in Japan

We have collected sources of statistical data such as the amounts of production, shipment, and trade, and the period of data availability, as well as data for year 2010 for the resources and materials selected for analysis in paragraph A above.

日本の第四次環境基本計画では、「環境と社会経済の関係を端的に表す指標」として「環境効率性を示す指標」や「資源生産性を示す指標」が挙げられている。前者については、当面「二酸化炭素排出量÷GDP」を用いることとしているが、生産量ベースでの指標や他の環境負荷(大気環境、化学物質など)の環境効率性についての検討が課題となっている。また、後者についても、少量だが有害な物質の影響や希少金属の価値が過小評価されるなどの課題が指摘されている。一方、「資源生産性」を重要な指標の1つとして採用している第三次循環型社会形成推進基本計画では、今後の検討課題等の一つとして、環境負荷と財・サービスの付加価値の間の効率性を測る環境効率指標を挙げている。これに関して欧州では、「資源生産性(resource productivity: €/kg)」と「環境効率(eco-efficiency: €/impact)」の両者を「資源1単位あたりの環境影響(resource specific impact: impact/kg)」で関連づけて検討する方向にあるが、そうした手法の開発は未だ諸に着いたばかりである。

このようなことから本研究では、日本のデータを用いて「物質1単位あたりの環境影響(resource specific impact: impact/kg)」を試算し、日本の「環境効率(eco-efficiency: yen/impact)」を時系列で推計するとともに、その変化の要因分析を行うことを目的とする。具体的には、本研究を以下の4つ、(1)既存の環境効率指標の事例収集と分析、(2)物質1単位あたりの環境負荷・環境影響の試算、(3)日本の環境効率の時系列推計、(4)日本の環境効率の推移の要因分析、で構成する。平成27年度は(1)と(2)を実施するとともに、来年度実施する(3)に向けて日本の物質利用データの整備を行った。

(1)既存の環境効率指標の事例収集と分析

マクロ(国レベル)については、特にシステム境界の設定に着目した整理・分析を行った。van del Voet et al.(2003)ではシステム境界について3つのオプション(Regional system、Consumption-based system、Production-based system)が示され、実際には、Consumption-based system(国内で消費された物質により発生する環境影響を対象とし、対象物質についてはライフサイクル全体の環境影響を考慮)を採用して各物質の環境影響が推計されているが、ダブルカウントの問題や製品使用時の環境影響の問題等が指摘されていた。本研究では、van del Voet et al.(2003)が示す3つのオプションに対応した推計を行うこととした。

ミクロ(企業レベル・製品レベル)の事例については、国内企業を中心に、各企業の環境報告書やホームページを精査し、2015年12月時点の環境効率指標による評価実施状況を調査した。その結果、分子については、基本的に売上高やそれに関連する指標を用いているという共通性がみられたが、分母については、大きく3種類の方法(単一の環境負荷、複数の環境負荷を既存の重み付け手法で統合、複数の環境負荷を企業独自の重み付け手法で統合)が存在した。本研究

では、既存の重み付け手法として一般的になりつつある LIME を用いた統合化を行うこととした。

(2)物質 1 単位あたりの環境負荷・環境影響の試算

対象物質の選定とシステム境界の設定

既存研究(van der Voet et al., 2003)が対象としている資源・物質と MiLCA で試算が行える資源・物質を照合するとともに、各資源・物質の生産量・消費量等のデータの入手可能性について調査し、資源のライフサイクルのできるかぎり上流側で対象とする資源・物質を選定した。結果として、既存研究(van der Voet et al., 2003)では、建設用以外の非金属鉱物を除いて 47 の資源・物質を対象としていたが、これらに関連して MiLCA において算定可能な資源・物質数は 396 にのぼり、本研究ではそのうち 120 の資源・物質を選定した。なお、建設用以外の非金属鉱物資源・物質については、来年度引き続き検討を行っていく。

また、システム境界について基礎的な考察を行った。LCA を用いた資源・物質の上流側の環境影響の推計においては、輸入される原材料の環境影響は当該資源・物質の環境影響、輸出される国内資源の環境影響は当該資源・物質の環境影響の外となり、概念的には消費ベースでの環境影響となる。既存研究(van der Voet et al., 2003, 2004)においても、基本的にこのシステム境界を採用しており、本研究においても、その第 1 ステップとしてこのシステム境界を用いることとした。

また、対象資源・物質をそのライフサイクルの中間的な場所で選定する場合、選定したある資源・物質が、別途選定した資源・物質の原材料となることがある。この場合、これらの対象資源・物質の環境影響を単純に足し算すると、環境影響のダブルカウントが生じる。次年度以降に行う環境影響の算定では、こうした点にも留意する必要がある。

対象資源・物質 1 単位あたりの環境負荷・環境影響の試算

において選定した資源・物質について、MiLCA により 1 単位あたりの環境影響を試算した。合わせて、選定した資源・物質間のダブルカウントの可能性を事例的に検討した。具体的には、特定の資源・物質について MiLCA における計算の上流側に最大 2 段階まで遡った投入フロー図を作成し、別の対象資源・物質が投入されているかどうかを確認した。

(3)日本の環境効率の時系列推計

日本の物質利用データの整備

で選定した対象資源・物質について、生産量、出荷量、貿易量等が掲載されている統計データソース、データの利用可能期間等を整理するとともに、2010 年のデータを整備した。

5. 平成 27 年度の進捗状況および成果(詳細)

5.1 既存の環境効率指標の事例収集と分析

5.1.1 マクロ(国レベル)

(1) van del Voet et al.(2003、2004)

本事例の背景等

van del Voet et al.(2003、2004)は、使用量の小さい物質が大きな環境影響を持つ場合や、使用量の大きい物質が小さな環境影響しか持たないという事実を踏まえて、物質の環境問題への寄与度を測り、政府の脱物質化政策のための知的基盤を提供をすることを目的として、環境効率指標の開発を実施している。

開発にあたり、環境影響を測るライフサイクルアプローチは、一般に機能単位(functional unit)を対象としていることから、一概に「物質」に適用できない可能性があること、また、たとえば、ある物質 A の生産に伴う環境影響がある別の物質 B の生産によって発生する場合、物質 A による環境影響が、物質 B の環境影響に含まれる可能性があるというダブルカウントのリスクがあることなどが課題として認識されている。

それら課題をふまえた上で、以下の図 II.5.1.1(1)に示す方法論が採用された。

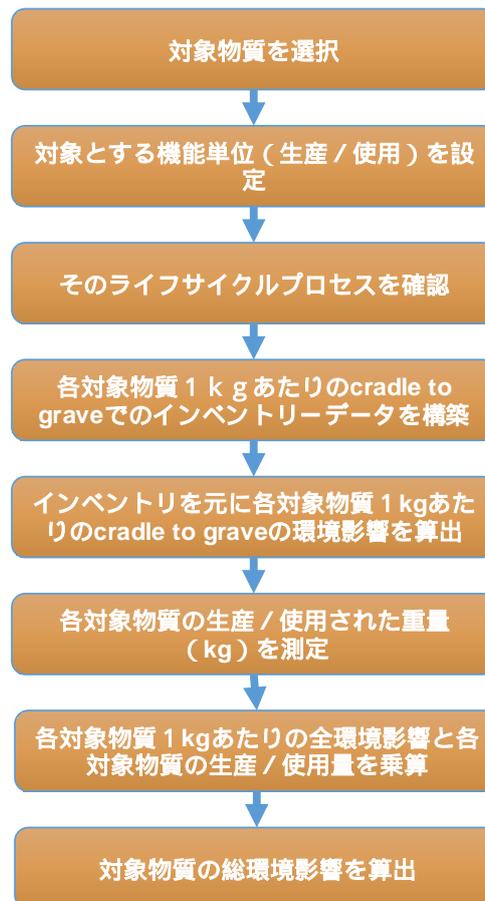


図 II.5.1.1(1) van del Voet et al.(2003、2004)による対象物質の総環境影響の推計方法

van del Voet et al.(2003、2004)を元に作成

単位重量あたりの環境影響の算出

単位重量あたりの環境影響の算出には、ETH database が用いられている。これが採用された理由としては、産業、エネルギー、廃棄物など各種プロセスが網羅されていること、多数の物質の情報が含まれていることがあげられる(ただし、ほぼ cradle to gate プロセスのみ)。

算出対象とする機能単位(functional unit)については、ベースを物質の生産とし、物質の使用や廃棄物段階(リサイクル・焼却・埋立)については、大まかな想定を行って研究者自身がデータベースへ追加している。また、使用中の排出を3つのタイプに分類し(使用中に全排出されるもの(塗料や溶剤など)、使用中に排出がないもの(家具・家電)、使用に伴う腐食/一部排出があるもの(建造物の鉛シートやタイヤ等))、対象物質を含む製品のエネルギー使用については考慮しないこととしている。

考慮する環境影響分野および環境影響の統合化

考慮する環境影響分野は、気候変動、オゾン層破壊、酸性化、富栄養化、光化学オゾン形成、非生物資源枯渇、人への毒性、水域環境への毒性、地上環境への毒性、土地使用である。統合化に伴う重み付けについては、その時々 of 科学的見解や政策、注目度などによって変動するものとして、等分による重み付け(equal weighting)がなされている。

対象物質の使用/生産量の把握

対象物質の使用/生産量などの把握については、基本的に1国の輸出入量および生産量などの統計および Eurostat における物質フロー勘定のデータを元を実施されている。データが不足しているものについては、国内統計、FAO や USGS などのデータも補完的に使用している。一部、輸出入量統計に大きな変動がある物質については、既存研究の推計などで補足し、消費量について把握できないものについては、輸入+製造-輸出=消費量との想定において算出がなされている。

対象物質の選択

対象物質の選択にあたり、元素(例えば、アルミニウム)、化合物(例えば、ポリ塩化ビニル樹脂)、複合材料(例えば、カーボンケブラー)、もしくは粗い資源カテゴリー(プラスチック)など、何を「物質」とすべきかという課題を踏まえ(例えば、ポリエチレンといった homogenous materials を対象とするという RIVM(オランダ政府)の期待もあったが、数が膨大であるため物質のグループ化(化石燃料、木材、水、プラスチック、建設物質、金属など)を行うことから開始し、可能な範囲でグループの詳細化が行われた。また、物質の製造量/使用量、流出入量を把握するための Eurostat における統計の利用可能性および ETH database でのプロセスの算出可能性を踏まえて、物質の選択が進められた。その結果、同研究では表 II.5.1.1(1)に示す物質が選択されている。

なお、化石燃料については、暖房や交通による使用は対象とせず、対象物質の製造に伴う化石燃料使用は、対象物質のライフサイクルチェーンに含め、考慮することとしている。

システム境界の設定

システム境界については、以下の3つのオプションが示されている。なお、物質ごとの総環境影響の算出については、データの信用性・ETH データベースの適用範囲の限界等から、消費ベースシステムに基づいた評価がなされている。

- Regional system(地域システム) (図 II.5.1.1(2))：一国家を対象としたもので、国家内で発生する環境影響を対象とし、当該国家外で発生する環境影響は対象外とする。
- Consumption-based system(消費ベースシステム) (図 II.5.1.1(3))：国家内で消費された物質により発生する環境影響を対象とし、対象物質についてはライフサイクル全体の環境影響が考慮される。
- Production-based system(生産ベースシステム) (図 II.5.1.1(4))：国家内で製造された物質により発生する環境影響を対象とし、対象物質についてはライフサイクル全体の環境影響が考慮される。

表 II.5.1.1(1) 既存研究(van del Voet et al., 2003)における対象物質

物質グループ	選択物質
1. Metal	
1.1 Bulk Metals	aluminium 0% rec., aluminium 100% rec., raw iron, cast iron, steel (light alloyed), steel (not alloyed), steel (high alloyed), electro steel, blow steel
1.2 Heavy Metal	lead soft, lead hard, chromium, copper, zinc
1.3 Others	manganese, nickel, palladium, platinum, rhodium
2. Minerals and Chemicals	
2.1 Industrial minerals and chemicals	NaCl, chlorine, NaOH, HNO ₃ , H ₃ PO ₄ , HF, H ₂ SO ₄ , NH ₃ , Al ₂ O ₃ , FeSO ₄ , sulphur, hydrogen, soda, formaldehyde, phenol, propylene glycol, HCl, ethylene, ethylene oxide, CaO, Ca(OH) ₂ , paraxylene, styrene, vinylchloride, barite, bentonite, zeolite, refrigerants, organic chemicals, anorganic chemicals
2.2 Consumer minerals and chemicals	ignored
2.3 Agricultural minerals and chemicals	phosphate rock, K – salts, kieserite, NH ₃ NO ₃ , K ₂ SO ₄ , (NH ₄) ₂ SO ₄ , Ca(NO ₃) ₂ , K(NO ₃) ₂ , CaNO ₃ NH ₃ (CAN), urea, urea - NH ₃ NO ₃ (UAN), superphosphate, tripelsuperphosphate, PK – fertilizer, ammonium phosphates, NPK - fertiliser (2 vars), pesticides (Dutch profile)
2.4 Other minerals	ignored
3. Building materials	
3.1 Surface minerals	gypsum, gypsum (raw stone), sand (for construction), gravel (for concrete), clay and loam, limestone, dolomite
3.2 Finished materials	ceramic, concrete, cement, rockwool,
4. Plastics	
4.1 Plastics	PE (high density), PE (low density), PP, PET (0% rec.), PS, PVC, PC, rubber, PUR
5. Biomass	
5.1 Agricultural crops	agricultural crops and grass
5.2 Forest biomass	wood (massive), wood (board)
5.3 Animal agricultural products	animal products
5.4 Fish and game	ignored
6. Others	water (decarbonated), water (demineralised), paper, board, glass (coated), glass (not coated)

を示したグループにある物質はETH database では環境影響が算出できなかったため、別のデータを使用したとある。

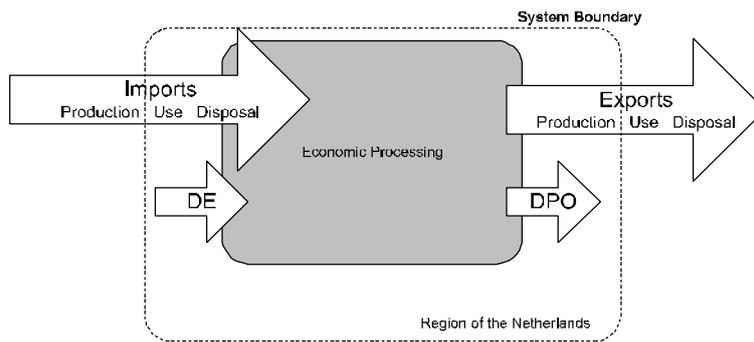


図 II.5.1.1(2) Regional system(van del Voet et al., 2003)

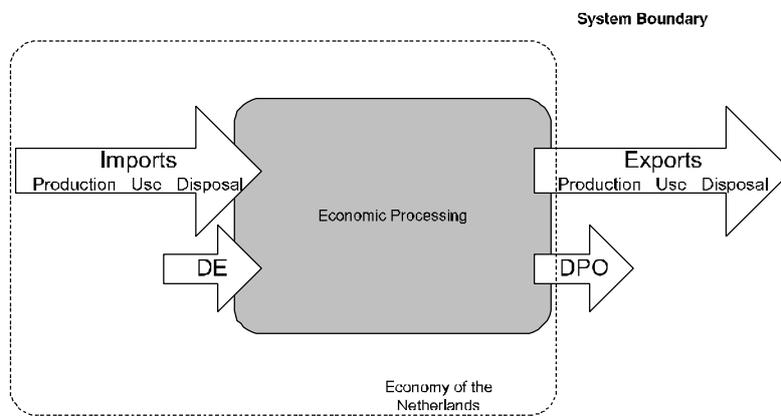


図 II.5.1.1(3) Consumption-based system(van del Voet et al., 2003)

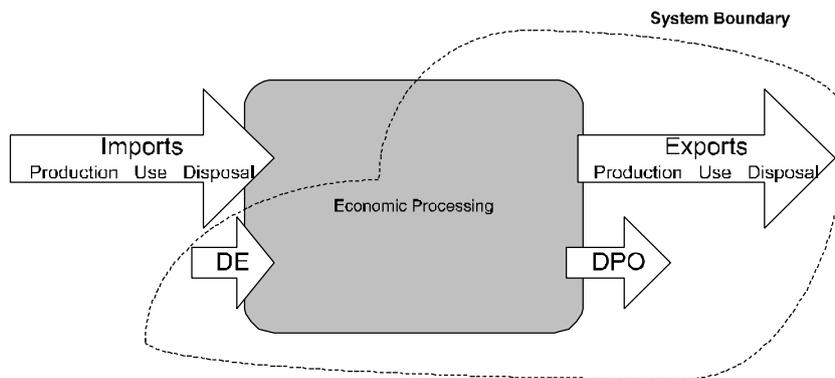


図 II.5.1.1(4) Production-based system(van del Voet et al., 2003)

本既存研究における結果と課題

van del Voet et al.(2003)における物質別環境影響の算出結果(上位 20 物質)消費ベースに基づく算出を図 II.5.1.1(5)に示す。対象物質中のうち、環境影響が特に高いものとしては、Crop and grass, Iron and steel, animal products などがあげられた。この結果をうけて、van del Voet et al.(2003)は、「物質は大きく環境影響に寄与している」「各物質の各環境問題への寄与度はそれぞれに異なる」「環境影響の多くは製造段階で発生するが、例外も存在する」「希少金属の単位あたり環境影響は大きい、生産量が小さいため、全体としてはその影響は小さい」「物質そのものよりは、製造段階のエネルギー

ギーや補助原料が環境影響のスコアに寄与している可能性が高く、物質使用のみならずプロセスにも目を向けるべき」「高い環境影響を示したものは、単位あたり影響もフロー量も大きい」「高い環境影響を示したものには、農業由来のもの、鉄、アルミ、コンクリートセメント、いくつかのプラスチックなどがあり、政策対象になるべき」などの見解を示している。

ただし、本研究の限界としては、各種データ不足と不確実性(特に消費量データの不足や、生産量データの不確実性)、ETH database における環境負荷の配分方法の明確化、リサイクルにおける環境影響データの改善があるとしている。このほか、対象物質の環境影響を見るにあたり、物質生産時のエネルギー使用による環境影響が大きな影響を与えている場合も少なくないことから、対象物質のライフサイクルプロセスの再検証が必要だとしている。加えて、システム境界の再検証(特に境界付近で生じている現象の精査)、影響発生時点(時系列)の検証、統合化における重み付けの検証などが必要だとしている。

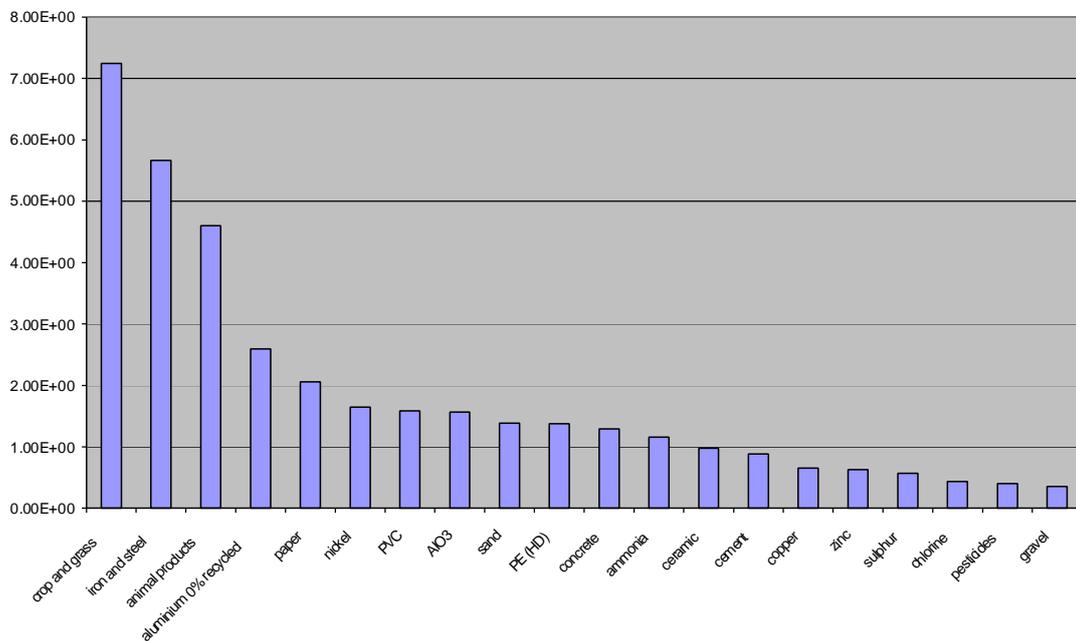


図 II.5.1.1(5) 物質別環境影響の算出結果(上位 20 物質)(消費ベースに基づく算出)(van del Voet et al., 2003)

(2) EC (2012)

European Commission (EC)の Joint Research Center (JRC)によって実施された Life cycle indicators for resources, products and waste というプロジェクトで指標の開発が進められた。これは、Resource efficient Europe (2011)や Sustainable Consumption and Production Action Plan (2008)を受けて、その政策評価に資することを目的に開発されたものである。サプライチェーンのライフサイクル観点や、欧州内の活動のみならず、欧州の需要に関連する欧州外の環境影響と資源消費も含めた観点で開発が進められた。

van del Voet et al.(2003、2004)が実施した方法も踏まえて、物質グループごとの環境影響を捉えようとした指標であるが、物質の環境影響が発生する時点や事象の発生場所が異なること、ライフサイクルインベントリの利用可能性などから時系列によるデータの算出が難しいという課題を踏まえ、van del Voet et al.(2003、2004)とは異なるアプローチを用いている。ライフサイクル全体を一度に統合的に捉えようとするのではなく、同プロジェクトでは、ライフサイクルを大きく3つの段階に分け、それぞれ異なる方法を適用して以下の3つの指標を開発している。

- Resource indicators
- Basket-of-products indicators
- Waste management indicators

以下、各指標に関する概要を示す。

Resource indicators

2008年にECより発表された政策 Thematic strategy on the sustainable use of natural resources の考え方を反映したものであるが、EU内での消費に伴う物質消費量のみならずその環境影響および貿易品に関する環境影響を捉えようとした指標である。用いたアプローチは van del Voet et al.(2003、2004)の方法と似ており、対象とした物質やその貿易品等の環境影響について、ライフサイクルアセスメントを行い、消費量の情報を反映させて総環境影響を求めている。

環境影響の算出対象は、各種資源(原材料)と環境への排出(表 II.5.1.1(2))および(EU内での消費/生産される)環境影響の大きい重要な貿易品(表 II.5.1.1(3)、表 II.5.1.1(4))である。システム境界は、消費ベースのシステム境界を採用している(図 II.5.1.1(5))。貿易品については、cradle to gate および EU内外への輸送が考慮される。対象とした資源や製品などのうち、廃棄物・リサイクル・リユースを目的としたものについては、統計の利用可能性や廃棄・リサイクル・リユース等が達成される時点・場所を勘案して算出するとしている。

図 II.5.1.1(2) EC(2012)における環境影響の算出対象(資源(原材料)と環境への排出)(Resource indicators)

Natural resources*, grouped		Individual contributors accounted (examples)	Unit	Environmental Impact Category	Area of Protection (a)**
Raw materials	Minerals, biomass, water ^{1,2}	Iron in ore extracted, gold in ore extracted, different types of water abstraction or consumption ¹⁴ , ...	kg/a, m ³ /a	Resource depletion, generic environmental pressures by mineral extraction and water consumption	R, E
	Fossil energy	Crude oil extracted, lignite extracted, uranium in ore extracted, ...	MJ/a	Resource depletion, generic environmental pressure by primary energy use	E ; R
Space	Land occupation and transformation	Intensive farming, natural forest, ... Land use change	m ² /a (occupation) and m ² /a (transformation)	Land use and land use change	E ; R
Environmental media	Soil (sink)	Cadmium (Cd) emission to soil, soil erosion, ...	kg/a	Human toxicity; ecotoxicity; resource depletion	H ; E ; R
	Air (sink)	CO ₂ emission to air, mercury emission to air, ...	kg/a, kBq/a for radioactive emissions	Climate change; ozone depletion; summer smog; acidification; eutrophication; human toxicity; ecotoxicity; radiation	H ; E
	Water (sink)	Nitrate emission to water, ...	kg/a, m ³ /a for water abstraction, kBq/a for radioactive emissions	Eutrophication; Human toxicity; ecotoxicity; Radiation	H ; E
Flow resources	Renewable energy (wind, geothermal, water, solar)	Wind energy extracted in wind power plants; geothermal energy extracted; dam water energy extracted, running water energy extracted, tidal energy extracted; solar energy extracted in solar power stations	MJ/a	Resource depletion	R

C EC(2012)

表 II.5.1.1(3) EC(2012)における環境影響の算出対象(輸入品)(Resource indicators)

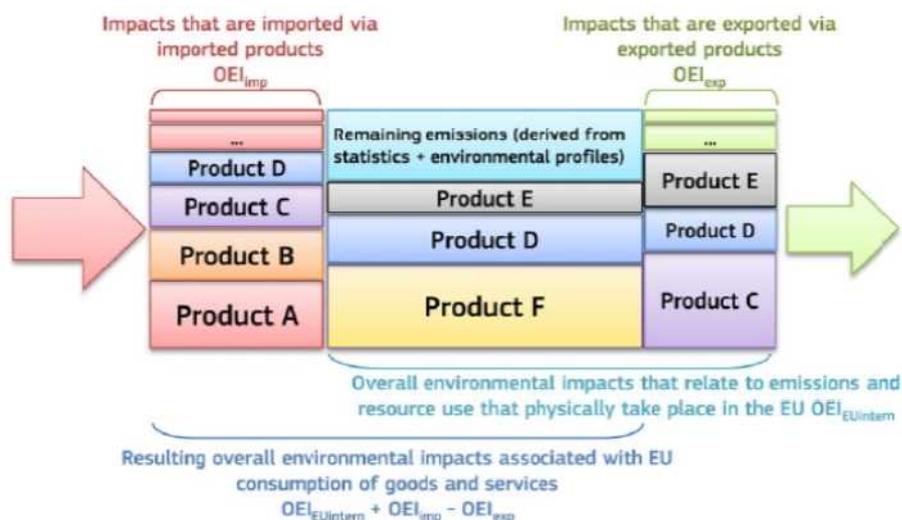
#	Code (HS2)	Product group	Representative product	Code CN8	1 st country of origin	2 nd country of origin	3 rd country of origin
1	27	Mineral fuels	crude oil	27090090	RU	NO	SA
2	72&73	Iron & Steel	non alloyed steel slabs or coils	72071210	RU	UA	MX
3	76	Aluminium	unwrought aluminium	76011000	RU	MZ	NO
4	61/62/63/52	Textiles/Cotton	t-shirts (cotton)	61091000	BD	TR	CN
5	87	Road vehicles	passenger car	87032319	JP	KR	TR
6	39	Plastics	polyethylene bags	39232100	CN	MY	TH
7	84a	Machinery	air conditioning	84158190	CN	TH	JP
	84b	Machinery	computer/laptop	84713000	CN	TW	n.a.
8	85	Electrical machinery	video recording or reproducing apparatus	85219000	CN	ID	TR
9	26	Ores	iron ore	26011100	BR	AU	MR
10	28	Inorganic chemicals	aluminium oxide	28182000	JM	SR	BA
11	31	Fertilizers	urea	31021010	RU	EG	HR
12	29	Organic Chemicals	methanol	29051100	CL	RU	LY
13	17	Sugar	cane sugar	17011110	BR	MU	FJ
14	23	Residues and waste from the food industry	soya oil cake	23040000	AR	BR	n.a.
15	02	Meat	bovine meat boneless	02013000	BR	AR	UY

C EC(2012)

表 II.5.1.1(4) EC(2012)における環境影響の算出対象(輸出品)(Resource indicators)

#	Code (HS2)	Product group	Representative product	CN8
1	72&73	Iron and steel	hot rolled non-alloyed steel	72085120
2	27	Mineral fuels	crude oil	27090090
3	87	Road vehicles	passenger cars	87032319
4	39	Plastics	polypropylene	39021000
5	84a	Machinery	self-propelled excavators	84295210
	84b	Machinery	data processing machines	84714990 (from 2006 84714900)
6	76	Aluminium	alloyed aluminium sheets	76061291
7	47&48	Pulp and paper	paper and paperboard	48101990
8	85	Electrical machinery	electric motor parts	85030099
9	31	Fertilizers	NPK fertilizer	31052010
10	17	Sugar	white sugar	17019910
11	4	Diary	milk and cream in solid forms	04021019
12	2	Meat	frozen boneless swine meat	02032955
13	28	Inorganic chemicals	aluminium oxide	28182000
14	29	Organic chemicals	caprolactam	29337100
15	25	Minerals	portland cement	25232900

C EC(2012)



© EC(2012)

図 II.5.1.1(5) EC(2012)におけるシステム境界

ライフサイクルインベントリーには、European Reference Life Cycle Database (ELCD)(EC, 2010a)を用いつつ、ILCD Data networkにより補完を行い、統合化では、ILCD handbook(EC, 2010b)に示された方法を反映させたとある。なお、統合すると書いてあるものの、本報告書では環境影響領域別の結果のみが示されている。

Basket of products indicators

EU市民が消費する物質や製品のグループ別の環境影響を捉えるための指標である。消費(需要)の視点での指標として、各国のLCAデータと家計最終消費支出統計が使用されている。政府支出は含めず、あくまでEU市民の最終消費が対象とされ、輸出品は除外されている。また、輸入品については、各製品の主要輸入国のデータを活用している。

算出の手順としては、まず需要カテゴリーとして、製品部門を同定し(例：道路交通)、その後、その部門における代表製品を選定(例：自家用車)、その代表製品に関する環境影響を算出し(例：自家用車の環境影響)、それらに基づき製品部門の環境影響を算出する(例：道路交通部門の環境影響)という手順をとっている。

なお、製品(部門)選択の基準として、家計最終消費支出データが利用可能か、EuP指令製品群に上げられている製品か(高い環境影響削減効果があるか)、その産業セクターの環境影響に関する研究が実施されているか、LCIデータが利用可能かという4つをあげている。これらに基づき、対象製品を選定した結果、EU内の全環境影響の70%程度に匹敵する主要製品を網羅したとしている。なお、ダブルカウントを避けるため最終製品のみ対象としている。ただし、家電の使用による影響は、ダブルカウントの可能性があるため住居(Shelter/housing)での環境影響からは差し引かれる。

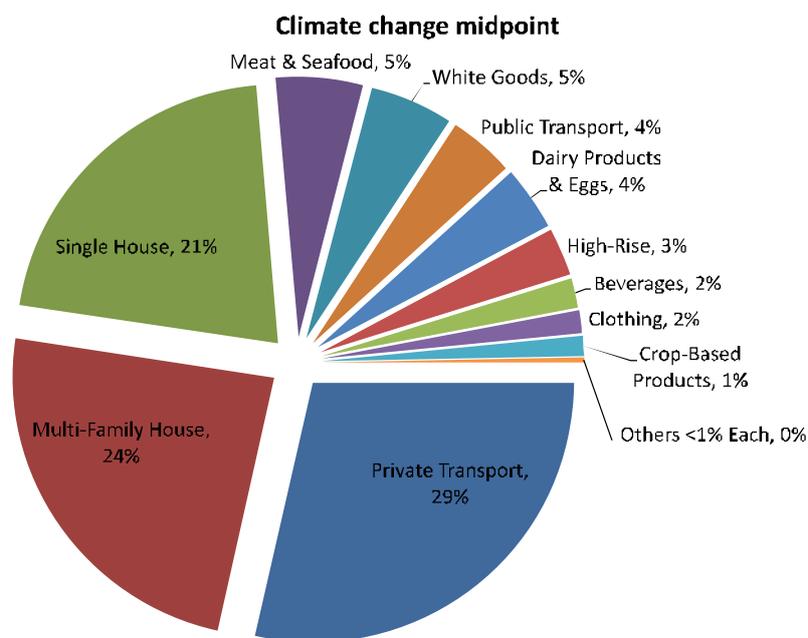
環境影響の算出は、基本的には、cradle to graveアプローチですすめるが、食品については、cradle to point of salesアプローチを取っている。また、長寿命製品の生産時・使用後処理の環境影響は、生産年・処理年に帰属させず、寿命年数で分割し、使用後の環境影響では、各種オプション(焼却、エネルギー回収、埋立、再生)が考慮されている。また、LCAデータにはELCDデータベース(EC, 2010a)を用い、製品の生産・消費量などの統計データにはEurostat、FAO等を用いている。

図 II.5.1.1(6)に、結果の事例として、気候変動に関する製品部門別環境影響を示す。

表 II.5.1.1(5) EC(2012)における環境影響の算出対象(Basket of products indicators)

Demand category	Product group	Product sub- group (products)
Nutrition	Meat and seafood	beef, pork, poultry
	Dairy products and eggs	milk, butter, cheese
	Crop based products	sugar, vegetable oils & fats
	Vegetables	potatoes
	Fruits including tomatoes	apples, oranges
	(Non)alcoholic beverages	coffee
Shelter/private housing	Single-, two-family and terrace houses	single house
	Multi-family houses	multi-family house
	High-rise buildings	high-rise building
Consumer goods	Clothing	shoes, cotton shirt
	White goods	washing machine, fridge, dish washer
	Consumer electronics	laptop
Mobility	Private transport	middle class car
	Public transport	travel by train, bus and plane
Service	Bars & restaurants	(omitted from this study)
	Leisure activities	(omitted from this study)
	Education	(omitted from this study)
	Tourism	(omitted from this study)

© EC(2012)



© EC(2012)

図 II.5.1.1(6) 気候変動分野における製品部門別環境影響(EC、2012)

Waste management indicators

EUにおける廃棄物群別の環境影響とリサイクルによる便益の統合指標である。対象とする廃棄物群は、廃棄物規制対象の廃棄物群のうち、廃棄物統計およびLCAデータが利用可能なもの、リサイクル可能性およびその便益が大きいと想定されるものが選択されている。また、各種廃棄物に関する管理オプション、リサイクルによる環境便益を算出するためのライフサイクルインベントリーの作成には、ECLD database(EC、2010a)を用いている。廃棄物 1(w1)の環境影響(EI)は、下記の式に基づいて算出される。

$$EI_{w1} = EI(t_1, w1) * Aw1 * st_1 + Bap * Aap(t_1, w1) + \dots + EI(t_x, w1) * Aw1 * st_x + Bap * Aap(t_x, w1)$$

ここで、EI(t,w): Environmental Impact per unit of specific waste treated, t: treatment technology (collection, transport, storage, quality and treatment), w: waste, A: Amount, s: share of waste into specific treatment technology, B: Benefit, ap: avoided product

システム境界については、単純に廃棄物群の環境影響を検討する場合と、リサイクルによる便益(クレジット)を検討する場合で分けて考えられている。なお、クレジットは以下の式に基づいて算出される。

$$C = y * (LCI_{pri} - LCI_{sec})$$

ここで、C: Credit for recycled scrap/waste, y: recycling process yield, LCI_{pri}: Virtual impacts of primary production of material that will be substituted, LCI_{sec}: Impacts of recycling/recovery of the scrap/waste resulting in a secondary good with the same inherent properties as the primary material

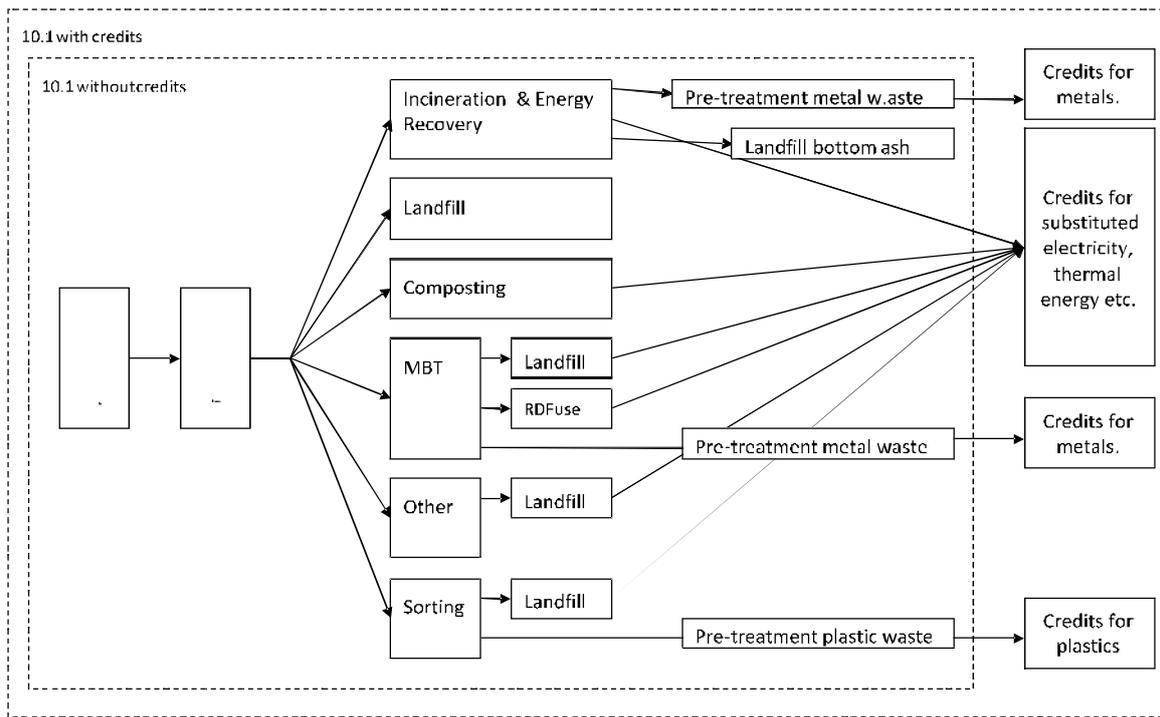
このほか、廃棄物の貿易や、二次資源・再生資源を作り出す処理プロセスと焼却などの廃棄物処理プロセスとの間のダブルカウントや、各種データソースから廃棄物量などの推計を行う際のデータマッチングの必要性などに課題があるとしている。

最終的には、クレジットも含めすべて標準化(Normalised)される。これらに基づいて算出した結果の例を図 II.5.1.1(8)に示す。リサイクルによるクレジットを考慮すると、金属廃棄物が最も環境便益が高い結果となっている。

表 II.5.1.1(6) EC(2012)における環境影響の算出対象(Waste management indicator)

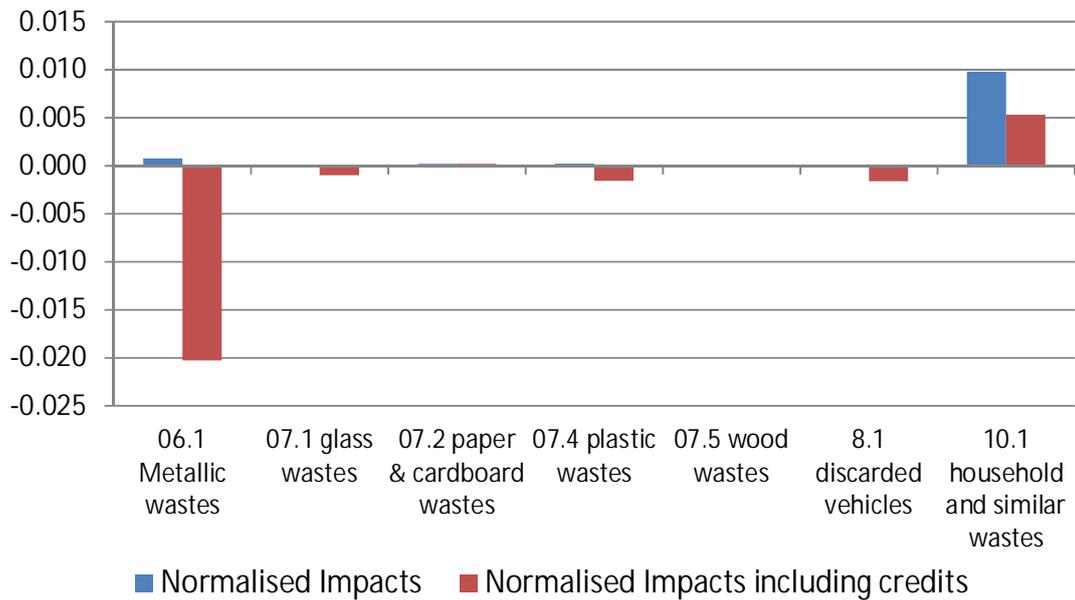
#	EWC-Stat Code	Waste stream	Share of total generated waste by mass	
			Non-hazardous	hazardous
1	06	Metallic wastes	3.4%	0.3%
2	07.1	Glass wastes	0.6%	0.1%
3	07.2	Paper & cardboard wastes	2.3%	0%
4	07.4	Plastic wastes	0.5%	0%
5	07.5	Wood wastes	3.1%	3.9%
6	08.1	Discarded vehicles	0.2%	9.1%
7	08.2	Discarded electrical and electronic equipment & bulky household equipment (WEEE)	0.1%	1.7%
8	09.3 ⁴¹	Animal faeces, urine and manure	1.0%	0%
9	09 (excl. 9.11 & 9.3)	Animal and vegetal wastes	3.8%	0%
10	10.1	Household and similar wastes	7.4%	0%
11	12.1 - 12.3 & 12.5	Mineral wastes (excluding combustion wastes, contaminated soils and polluted dredging)	65.4%	15.8%
12	12.4	Combustion wastes	5.3%	14.1%
Total coverage			93.1%	45.0%

C EC(2012)



© EC(2012)

図 II.5.1.1(7) システム境界の例(家庭系廃棄物)(EC、2012)



© EC(2012)

図 II.5.1.1(8) 廃棄物群別総環境影響算出結果(EU-27 対象)(EC、2012)

5.1.2 ミクロ(企業レベル・製品レベル)

ミクロレベルの事例については、環境報告書プラザ(<https://www.ecosearch.jp/>)における環境効率指標に関する公開情報も参照しつつ、国内企業を中心に、各企業の環境報告書やホームページを精査し、2015年12月時点の環境効率指標の評価実施状況を調査した。

その結果、分子については、基本的に売上高やそれに関連する指標を用いているという共通性がみられたが、分母については、大きく3種類の方法(CO₂などの単一の環境負荷、複数の環境負荷を既存の重み付け手法で統合、複数の環境負荷を企業独自の重み付け手法で統合)が存在した。

分母を単一の環境負荷としている企業は、複数の環境効率指標を持つことが多い。つまり、分子をCO₂で除したものの、SO_xで除したものの、廃棄物発生量で除したものなど複数の指標を算出している。この方法を採用している企業のうちほとんどが、CO₂、SO_x、NO_x、そして廃棄物量(特に産業廃棄物)を分母としている。これら4つの項目に水使用量や、燃料使用量が続く。

また、分母において、複数の環境負荷を統合している企業が採用している統合手法としては、JEPIX、LIME、ELP法、企業独自の重み付け係数を活用した方法などがあつた。

表II.5.1.2(1)にその概要を示し、表II.5.1.2(2)には、各企業の環境効率指標の詳細を示す。本研究では、既存の重み付け手法として一般的になりつつあるLIMEを用いた統合化を行うこととした。

表II.5.1.2(1) 企業レベルの環境効率指標の分類

分母：単一の環境負荷 (単一指標、複数指標)	分母：複数の環境負荷を既存の重み付け 手法で統合	分母：複数の環境負荷を企業独自の重み 付け手法で統合
指標として、 CO ₂ 排出量 SO _x 排出量 NO _x 排出量 廃棄物排出量 水使用量 燃料使用量 など	統合手法として、 JEPIX LIME ELP法 など	アステラス：(評価年度負荷量/基準年度負荷量)×7項目に対するウエイト ソニー：資源指標=(事業所廃棄物最終廃棄量+製品資源投入量)-(循環材使用量+製品再資源化量)
九州電力、中国電力、古河機械金属、NTT 東日本、トヨタ自動車、住友ゴム工業	三洋化成工業、四国電力、電源開発、東 北電力、大阪ガス、アステラス製薬、ラ イオン、東芝	

表 II.5.1.2(2) 各企業の環境効率指標詳細

企業名	名称	算出式	分子	分母	
				対象とする環境影響	統合化手法
三洋化成工業株式会社	環境効率	環境負荷総量/付加価値 (他企業とは逆の分母と分子)	環境負荷総量	付加価値	JEPIX 利用
四国電力株式会社	環境効率	販売電力量/環境影響	販売電力(他電力への送電などを含む)	環境影響(CO ₂ , SO _x , NO _x の各排出量)	各排出量に係数(早稲田大学永田研究室開発)を乗じて統合した環境負荷排出量)
電源開発株式会社	環境効率指標	販売電力量/環境負荷 (1990 年度を 100 とした)	販売電力量	環境負荷 ・石炭 ・CO ₂ ・SO _x ・NO _x ・石炭灰	JEPIX 利用
					LIME 利用
東北電力株式会社	環境効率	販売電力(もしくは売上高)/環境負荷量(統合化)	販売電力量(もしくは売上高)	環境負荷量(燃料消費、廃棄物、CO ₂ ・SO _x ・NO _x の排出)	ELP 法(早稲田大学永田研究室で開発された手法)
大阪ガス株式会社	環境負荷抑制効率	ガス販売量あたりの 7 種類の環境負荷の発生量・数値を金額換算し、事業活動による環境負荷を定量的に把握できるようにした値	ガス販売量	・CO ₂ 発生量 ・CH ₄ 発生量 ・掘削土最終処分量 ・一般廃棄物最終処分量 ・産業廃棄物最終処分量 ・NO _x 排出量 ・COD 排出量 ・トルエン・キシレン排出量 ・水	LIME2 利用
アステラス製薬株式会社	生物多様性指数	評価年度連続売上高/(評価年度負荷量/基準年度負荷量)	評価年度連続売上高	・NO _x 排出量 ・SO _x 排出量 ・BOD 排出量 ・水使用量 ・生物起源の原材料 ・廃棄物最終処分量 ・温室効果ガス排出量	それぞれウェイトをかけて足し合わせる。

表 II.5.1.2(2) 各企業の環境効率指標詳細 続き

企業名	名称	算出式	分子	分母	
				対象とする環境影響	統合化手法
ライオン株式会社	環境効率	事業活動の成果(売上高)/環境影響(環境負荷金額)	売上高	環境負荷金額 ・ 大気への排出量(CO ₂ 、NO _x 、SO _x 、PRTR対象化学物質) ・ 水域への排出量(排水量、COD、PRTR対象化学物質) ・ 廃棄物(最終処分量、PRTR対象化学物質) ・ 容器包装排出量	LIME2 利用
株式会社東芝	(製品の)環境効率	製品・サービスの価値/環境影響	QFDを活用した価値評価 QFD：顧客要求の分析→顧客要求と設計仕様との関係を見える化→スペック比較→統合化	Easy-LCA(大気排出量、水域排出量、資源消費、その他のLCAデータ)	LIME 利用
関西電力株式会社	環境効率性	販売電力統合指標 (1990年度を100とした場合)	販売電力量	・ CO ₂ 排出量 ・ SO _x 排出量 ・ NO _x 排出量 ・ 産業廃棄物最終処分量 ・ 石油消費量 ・ 石炭消費量 ・ LNG消費量	LIME2
		販売電力CO ₂ 排出量 (1990年度を100とした場合)	販売電力量	CO ₂ 排出量(CO ₂ クレジット等反映後の排出量)	
コクヨ株式会社	エコ効率指標	売上高/環境負荷量	売上高	・ CO ₂ 排出量 ・ 廃棄物の最終処分量 ・ PRTR法対象化学物質の使用量 ・ 水の使用量	統合せずにそれぞれの環境効率を見ている。
	環境影響ポイント	環境負荷量×エコファクター	環境影響ポイント	環境負荷量	JEPIX 利用
九州電力株式会社	環境効率性	製品・サービス価値[販売電力量(kWh)]/環境負荷量(トン)	販売電力量(kWh)	環境負荷量(トン) ・ CO ₂ 排出量 ・ SO _x 排出量 ・ NO _x 排出量 ・ 産業廃棄物排出量	統合せずにそれぞれの環境効率を見ている。

表 II.5.1.2(2) 各企業の環境効率指標詳細 続き

企業名	名称	算出式	分子	分母	
				対象とする環境影響	統合化手法
中国電力株式会社	環境経営効率	経常利益/環境負荷量	経常利益	環境負荷量 ・ CO ₂ 排出量 ・ 産業廃棄物処分量指標	統合せずにそれぞれの環境効率を見ている。
古河機械金属株式会社	環境効率性指標	売上高/環境負荷総量	売上高	・ CO ₂ 排出量 ・ 水資源使用量 ・ 廃棄物等総排出量	統合せずにそれぞれの環境効率を見ている。
東日本電信電話株式会社(NIT 東日本)	環境効率性	売上高/環境負荷発生量	売上高	環境負荷発生量 ・ 電力購入量 ・ 紙使用量 ・ 廃棄物最終処分量	統合せずにそれぞれの環境効率を見ている。
トヨタ自動車株式会社	環境効率	売上高/環境負荷	売上高	環境負荷 ・ CO ₂ 排出量 ・ 廃棄物発生量	統合せずにそれぞれの環境効率を見ている。
住友ゴム工業株式会社	環境効率	売上高/環境負荷の基準年を 100 としたときの指数	売上高	・ CO ₂ 排出量 ・ 排水量 ・ 埋立廃棄物量 ・ 有機溶剤排出量	統合せずにそれぞれの環境効率を見ている。
ソニー株式会社	環境効率	売上高/環境負荷(環境指標)	売上高	温室効果ガス指標 = 事業所温室効果ガス総排出量 + 製品使用時 CO ₂ 排出量 + 物流 CO ₂ 排出量 - 温室効果ガス排出削減貢献量(再生可能エネルギーによる CO ₂ 削減貢献量)	
				資源指標 = 事業所廃棄物最終廃棄量 + 製品資源投入量 - (循環材使用量 + 製品再資源化量)	

5.2 物質 1 単位あたりの環境負荷・環境影響の試算

5.2.1 試算のシステム境界

一国の環境効率を推計するにあたっては、上述した Regional system(図 II.5.1.1(2))を用いることが基本であり、これを 3ヶ国の例で考えると図 II.5.2.1(1)に示すシステム境界となる。一国の環境影響のみを考えるのであればそれほど難しいことではないが、本研究では一国の環境影響を各資源・物質に割り当てるような作業を行うことから、議論はやや複雑になる。

LCA を用いて資源・物質の上流側の環境影響を推計すると、図 II.5.2.1(2)に示すシステムが対象となる。すなわち、輸入される原材料の環境影響は対象国の環境影響、輸出される国内資源の環境影響は対象国の環境影響の外となり、概念

的には上述した消費ベースでの環境影響(図 II.5.1.1(3))となる。既存研究(van del Vbet et al., 2003, 2004)においても、基本的にこのシステム境界を採用しており、本研究においても、その第1ステップとしてこのシステム境界を用いることとした。

なお、この上流側の計算を一国のシステム境界に合わせようとする、輸入分の環境影響は考慮せず、輸出分の環境影響は別途需要として考慮することが必要となるが(図 II.5.2.1(3))、これは各プロセスの原材料の輸入財比率と各財の需要が分かれば計算可能である。逆に、下流側については、輸出分は対象システムから除外し、輸入分を考慮することが必要となる(図 II.5.2.1(4))。この分析には十分な投入産出表が必要となることから、その検討を来年度にかけて行っていくが、本年度は図 II.5.2.1(2)に示すシステムで環境影響の試算を行う。

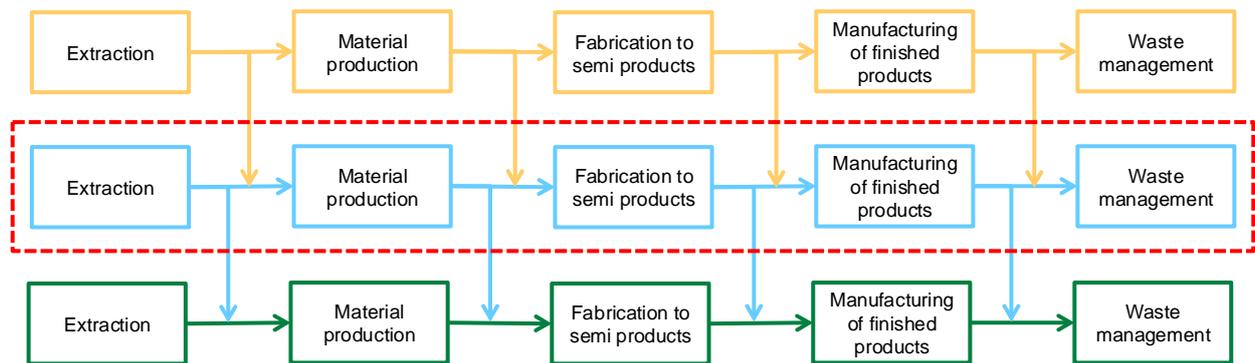


図 II.5.2.1(1) 環境影響推計のシステム境界 1

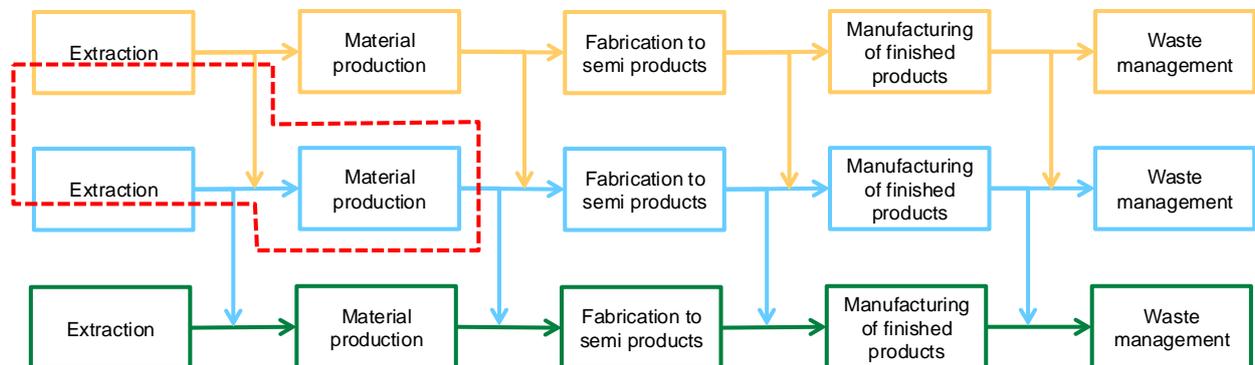


図 II.5.2.1(2) 環境影響推計のシステム境界 2

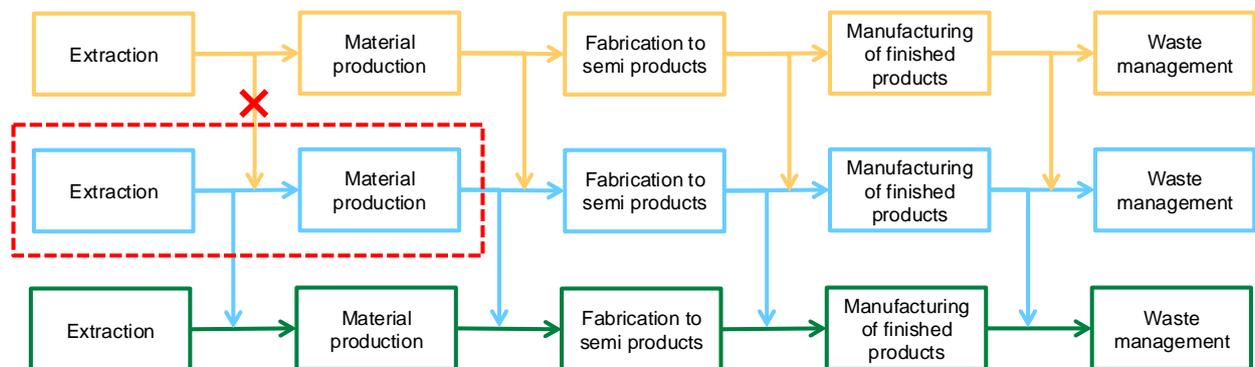


図 II.5.2.1(3) 環境影響推計のシステム境界 3

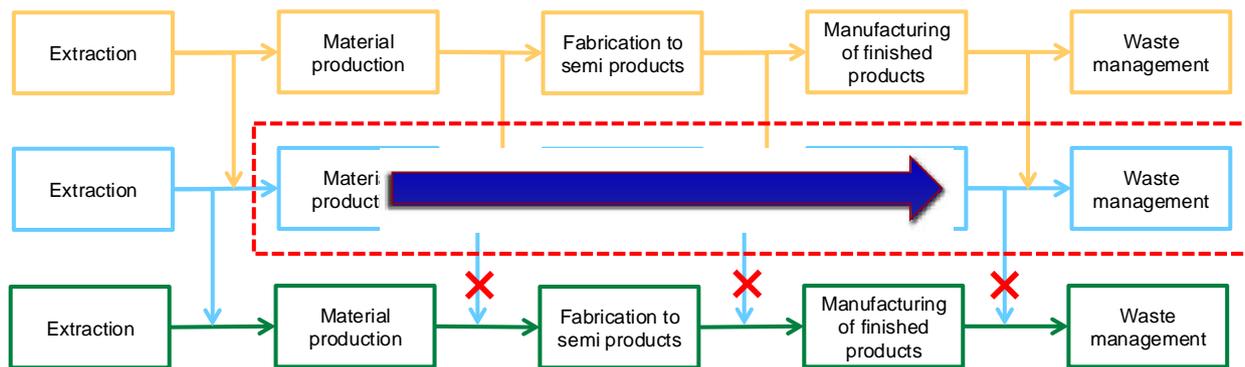


図 II.5.2.1(4) 環境影響推計のシステム境界 4

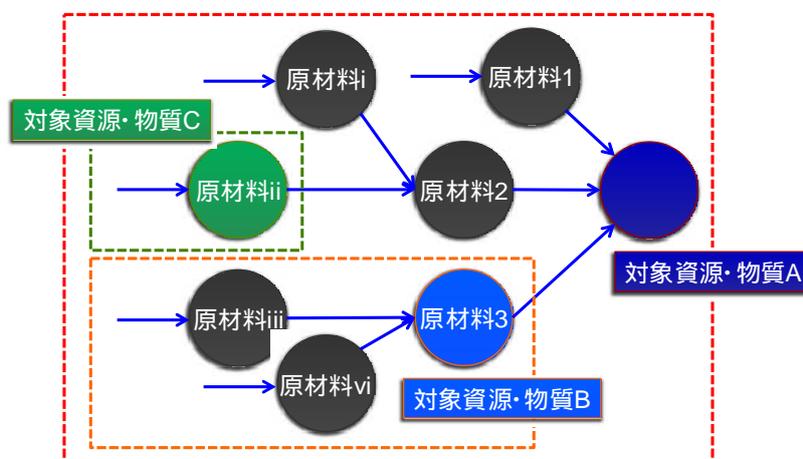


図 II.5.2.1(5) 環境影響のダブルカウント

また、対象資源・物質をそのライフサイクルの中間的な場所で選定する場合、選定したある資源・物質が、別途選定した資源・物質の原材料となることがある。図 II.5.2.1(5)の例では、対象資源・物質 B および C が対象資源・物質 A の原材料となっているが、この場合、対象資源・物質 B および C の環境影響は対象資源・物質 A の環境影響に内包されており、図中の 3 つの対象資源・物質の環境影響を単純に足し算すると、環境影響のダブルカウントが生じる。次年度以降に行う環境影響の算定では、こうした点にも留意する必要がある。

5.2.2 対象資源・物質の選定

(1) はじめに

本研究では MiLCA(産業環境管理協会、2014)を用いて環境影響の試算を行うため、既存研究(van der Voet et al、2003)が対象としている資源・物質と MiLCA で試算が行える資源・物質を照合するとともに、生産量・消費量等のデータの入手可能性について調査し、対象資源・物質を選定した。なお、選定したある資源・物質が、別途選定した資源・物質の原材料となることができるだけないよう、資源のライフサイクルのできるかぎり上流側で対象とする資源・物質を選定することとした。

以下の表では、これらの情報を整理している。はじめに、既存研究の対象資源・物質と MiLCA において環境影響が算定可能な資源・物質を照合し対応づけた。次に、MiLCA において環境影響が算定可能な資源・物質については、MiLCA

の9桁コードや算定単位、当該資源・物質に関わる統計データの有無と統計の単位を整理した。以上の情報とダブルカウントの可能性などをもとに、本研究の対象物質・資源を選定した。

(2) 化石資源・物質

化石資源・物質については、表 II.5.2.2(1)に示す物質・資源を対象とすることとした。既存研究(van del Voet et al., 2003)で対象としている資源・物質は、プラスチックのうち「ポリエチレン(PE)(高密度)」「ポリエチレン(PE)(低密度)」「ポリプロピレン(PP)」「ポリエチレンテレフタレート(PET)」「ポリスチレン(PS)」「ポリ塩化ビニル(PVC)」「ポリカーボネイト(PC)」「ポリウレタン(PUR)」および「合成ゴム」となっている。

これを踏まえ、まずはプラスチック・合成ゴムを念頭において、資源・物質の選定を進めた。選定に当たり、化石資源、石油化学製品の製造フロー(石油化学工業協会、2015a)やプラスチックのライフサイクルフロー(石油化学工業協会、2015b; 工業調査会、1995)を参考に、ダブルカウントができるだけ起こらないように対象となる物質・資源を選定した。例えば、「エチレン」は「ポリエチレン」や「ポリ塩化ビニル」の原材料となるため、「エチレン」と「ポリ塩化ビニル」を同時に選定することはあまり適当ではないということである。このようなことから、基礎製品ではなく、誘導品の段階/断面において資源・物質を選定した。

また、これらのプラスチック・合成ゴムに加え、様々な資源・物質の生産・加工・使用・廃棄の各段階で使用されるエネルギーとして利用される資源・物質「ガソリン」「灯油」「軽油」「A 重油」「B 重油」「C 重油」等も対象として選定した。既存研究(van del Voet et al., 2003)ではこれらを対象としていないが、日本全体の環境効率を推計する上では重要な資源・物質であるため選定したものである。なお、これらの資源・物質は様々な資源・物質の原材料となることから、ダブルカウントを排除する必要がある。

表 II.5.2.2(1) 対象資源・物質の選定(化石資源・物質)

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位				統計データ有無				統計の単位				本研究の対象資源・物質		
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積		円	他
	石油精製製品			○		○											
	プロパン、PO副生	181100101	○	△			△	△	△	△	○						
	プロパン、キュメン副生	181100102	○	△			△	△	△	△	○						
	ヘビーエンド、HDPE副生	181100103	○														
	重質油、P-メチルスチレン副生	181100105	○														
	重質油、プロピレンテトラマー副生	181100106	○														
	オフガス			△													
	ガソリン																
	ガソリン	181111000	○	○			○	○	△	△	△	○					○
	ガソリン分、ピッチ系炭素繊維副生	181111102	○														
	ナフサ																
	ナフサ	181112000	○	○			○	○				○					○
	ナフサ(旧データ)		○	○													
	ジェット燃料油	181113000	○	○			○	○	△	△	△	○					○
	灯油																
	灯油	181114000	○	○			○	○	○	○	△	○					○
	灯油(旧データ)		○	○													
	軽油																
	軽油	181115000	○	○			○	○	△	○	△	○					○
	軽油(旧データ)		○	○													
	A重油	181116000	○	○			○	○	△	△	○	○					○
	重油、スチレンモノマー副生	181116103	○				△	△	△	△	○						
	A重油(旧データ)			○													
	B重油	181117000	○	○			△	△	△	△	○						○
	C重油	181118000	○	○			△	△	△	△	○						○
	潤滑油(グリース含む)																
	潤滑油(グリース含む)	181121000	○	○			○	○	○	○	△	○					○
	エンジンオイル	181121200		○													
	パラフィン	181122000	○				○	○	△	△	○						○
	アスファルト	181123000	○				○	○	○	○	○						○
	液化石油ガス																
	液化石油ガス	181124000	○				○	○	△	△	○						○
	LPG、プロピレンテトラマー副生	181124101	○				○	○	△	△	○						
	液化石油ガス(旧データ)	該当なし	○														
	精製・混合用原料油	該当なし															
	精製・混合用原料油	該当なし		○			○	○				○					△
	軽質油、プロピレンテトラマー副生	181125100	○						△	△							

表 II.5.2.2(1) 対象資源・物質の選定(化石資源・物質)続き

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位					統計データ有無				統計の単位					本研究の対象資源・物質		
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積	円	他			
	石油ガス																		
	石油ガス	181126000		○		○		○	○	○	○	○	○						○
	オフガス、デレードコーキング副生	181126101	○			○													
	潤滑油・グリース(石油精製業によらない)																		
	潤滑油(石油精製業によらない)	182100000	○	○		○				○	○	△	○						○
	グリース(石油精製業によらない)	182200000	○			○				○	○								
	グリース		○							○	○								
	コークス																		
	コークス・同副生品	183100000	○			○													
	コークス	183111000	○			○		○	○	○	○	○							○
	コークス、鉄鋼用	183111101	○			○		○	○			○							
	コークス炉ガス	183112000		○															
	粗製コールタール	183113000	○			○													
	ピッチコークス	183114000	○			○				○	○	○							
	練炭・豆炭	189100000	○			○				○	○	○							
	その他																		
	回収硫黄	189911000	○			○		○	○			○							
	その他の石油製品・石炭製品(回収おおうを除く)の製造	189919000	○			○		○	○			○	○						
	オイルコークス、ディレードコーキング	189919100	○			○		○	○	○	○	○							○
	アントラセン油、デレードコーキング副生	189919101	○																
	燃料ガス、TDI副生	189919102	○																
	燃料ガス、カプロラクタム副生	189919104	○																
	燃料油、シクロヘキサノール副生	189919109	○																
	燃料油、2,6-ジエチルフェノール副生	189919107	○																
	ポリエチレン	173516000	○					○	○	○	○	○				○			○
PE (high density)	高密度ポリエチレン	173516000	○					○	○	○	○	○							
	直鎖上低密度ポリエチレン	173516101	○					△	△										
PE (low density)	低密度ポリエチレン	173516102	○					○	○	○	○								
PP	ポリプロピレン(PP)	173518000	○			○		○	○	○	○	○				○			○
PET (0% rec.)	ポリエチレンテレフタレート(PET)	173526000	○			○		○	○	○	○	○				○			○
	PET樹脂(ボトル用)	195112102	○					○	○			○							
PS	ポリスチレン(PS)	173517000	○					○	○	○	○	○				○			○
	アクリロニトリルスチレン樹脂	173517100	○					○	○			○							
	ポリスチレン、一般用	173517102	○																
	ポリスチレン、耐衝撃性	173517103	○																
	ポリスチレン、難燃性	173517104	○																
	発泡ポリスチレン(EPS)ビーズ	173517105	○																

表 II.5.2.2(1) 対象資源・物質の選定(化石資源・物質)続き

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位					統計データ有無				統計の単位					本研究の対象資源・物質		
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積	円	他			
PVC	ABS樹脂	173517106	○					○	○			○							
	ABS樹脂、難燃性	173517107	○																
PC	ポリ塩化ビニル	173521000	○					○	○	○	○	○			○			○	
	ポリカーボネート	173532000	○					○	○	○	○	○			○			○	
PUR	ポリカーボネート、ホスゲン法	173532200	○																
	ポリカーボネート、非ホスゲン法	173532201	○																
	ポリウレタン	該当なし	○					○	○	○	○	○			○			○	
	ポリウレタン(硬質ウレタンボード)	194200100	○			○		○	○			○							
	ポリウレタン(軟質)	194111100	○			○		○	○			○							
	ポリウレタン(発泡)	194111101	○			○													
	ポリアセタール	173531000	○					○	○	○	○	○			○			○	
	フェノール樹脂	173511000	○					○	○	○	○	○			○			○	
	ユリア樹脂	173512000	○					○	○	○	○	○			○			○	
	メラミン樹脂	173513000	○					○	○	○	○	○			○			○	
	ポリビニルアルコール	173523000	○					○	○	○	○	○			○			○	
	不飽和ポリエステル樹脂	173514000	○					○	○			○			○			○	
	アルキド樹脂	173515000	○					○	○	○	○	○			○			○	
	ポリアミド系樹脂	173524000	○					○	○	○	○	○			○			○	
	メタクリル樹脂	173522000	○					○	○			○			○			○	
	メタクリル樹脂,4,4'-メチレンジアニリン副生	該当なし	○																
フッ素樹脂	173525000	○					○	○			○			○			○		
エポキシ樹脂	173527000	○					○	○	○	○	○			○			○		
ポリ酢酸ビニル(PCAc)	173528000	○							○	○	○								
ポリ酢酸ビニルエマルジョン	該当なし	○																	
その他プラスチック	該当なし	○																	
イソブチルエーテルメラミン樹脂	173539100	○																	
n-ブチルエーテルメラミン樹脂	173539101	○																	
MBS樹脂	173539102	○								△	△								
ヘキセンポリマー	173539104	○																	
ポリイミド	173539105	○																	
ポリブチレンテレフタレート	173539106	○					○	○			○			○			○		
ポリ1-ブテン	173539107	○																	
ポリメチルペンテン	173539108	○																	
塩化ビニリデン樹脂	173539109	○								△	△								
変性ポリフェニレンエーテル樹脂(m-PPE)	173539113	○																	

表 II.5.2.2(1) 対象資源・物質の選定(化石資源・物質)続き

既存研究の対象資源・物質	MiLCAにおける算定可能資源・物質	MiLCA 9桁コード	MiLCAの単位					統計データ有無				統計の単位					本研究の対象資源・物質	
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積	円	他		
rubber	ポリジメチルシロキサン シリコーンゴム、コンパウンド 合成ゴム(合成ラテックス含む)	173539200	○															
		173539201	○															
		173611000	○					○	○	○	○	○				○		○

(3) 非金属鉱物資源・物質

非金属鉱物資源・物質については、大きく建設用とそれ以外用に分けられるが、2015年度については建設用を対象に検討を行い、表 II.5.2.2(2)に示す物質・資源を対象とすることとした。既存研究(van der Voet et al., 2003)で対象としている資源・物質は、「石膏」「砂」「砂利・碎石」「粘土」「石灰石」「陶磁器」「コンクリート」「セメント」「ロックウール」「ガラス」となっている。ここで、「砂」「砂利・碎石」「セメント」は「コンクリート」の原材料であることから、既存研究における環境影響の計算では、大きなダブルカウントが生じているものと考えられる。一方、コンクリート製品として、多くのプレキャストコンクリート製品が存在するが、全てを網羅することが難しいことから、本研究では「セメント」のみを対象として選定した。また、既存研究の対象資源・物質と異なるものとして、「れんが」や「かわら」を選定した。「ガラス」についてはMLCAにおいて多くの製品が該当するが、これらの相互関係にも配慮しつつ、一通りのガラス製品を選定した。

なお、建設用以外の非金属鉱物資源・物質については、来年度検討を行う。

表 II.5.2.2(2) 対象資源・物質の選定(非金属鉱物資源・物質)

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位				統計データ有無				統計の単位					本研究の対象資源・物質		
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積	円		他	
gypsum	石こう(石膏)製品	229600000			○	○												
	焼石こう	229611000	○			○												
	石こうボード、同製品	229612000			○	○		○	○	○			○					○
	石こうボード	229612200	○		○													
	石こうプラスタ製品	229613000	○			○			○	○								
	その他の石こう製品	229619000	○			○												
gypsum (raw stone)	その他の非金属鉱物	054129000	○			○	○	○	○	○								○
sand (for construction)	採石、砂・砂利・玉石	054111000	○			○	○	○	○	○								○
	けい砂	054113000	○			○		○	○	○								○
gravel (for concrete)	砕石	228200000	○			○	○											○
	けい石	054112000	○			○		○	○	○								○
clay and loam	耐火粘土		○			○			○	○								
	その他の建設用粘土製品	223919000				○			○	○								
	耐火れんが	225100000	○			○	○	○										○
	粘土質耐火れんが	225111000	○			○	○	○										
	その他の耐火れんが	225119000	○			○	○	○										
	けい石れんが	225119200	○			○												
	不定形耐火物	225211000	○			○												○
	耐火モルタル	225211000	○			○		○	○	○								
	キャストブル耐火物	225212000	○			○	○	○										
	その他の不定形耐火物	225219000	○			○	○	○										
	その他の耐火物	225900000	○			○			○	○								○
	人造耐火材	225911000	○			○			○	○								
	マグネシアクリンカ、海水原料	225911200	○			○												
	マグネシアクリンカ、マグネサイト原料	225911201	○			○												
	その他の耐火物(人造耐火物を除く)	225919000	○			○			○	○								
limestone, dolomite	粘土かわら	223100000				○												○
	いぶしかわら	223111000				○			○									○
	うわ薬かわら、塩焼かわら	223112000				○			○									○
ceramic	石灰石	054114000	○			○	○	○	○	○								○
	ドロマイト	054115000	○			○	○	○	○	○								○
ceramic	陶磁器製タイル	224600000			○	○		○	○									○
	モザイクタイル	224611000			○	○		○	○									○
	内装タイル	224612000			○	○		○	○									○
	その他のタイル	224619000			○	○		○	○									○

表 II.5.2.2(2) 対象資源・物質の選定(非金属鉱物資源・物質)続き

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位					統計データ有無				統計の単位					本研究の対象資源・物質		
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積	円	他			
concrete	生コンクリート	222211000		○		○													
	コンクリート製品	222300000	○			○													
	鉄筋コンクリート製品	222300200	○																
	遠心力鉄筋コンクリート(ヒューム管)	222311000	○			○		○	○				○						
	遠心力鉄筋コンクリート(ポール)	222312000	○			○		○	○				○						
	遠心力鉄筋コンクリート(パイプ)	222313000	○			○		○	○				○						
	PCパイプ	222313200																	
	普通コンクリート管	222314000	○			○													
	空洞コンクリートブロック	222315000				○		個	○	○									個
	建築用コンクリートブロック	222315200	○																
	土木用コンクリートブロック	222316000	○			○			○	○	○	○	○						
	道路用コンクリート製品	222317000	○			○			○	○			○						
	プレストレストコンクリート製品	222318000	○			○			○	○			○						
	コンクリート製枕木	222318200						本											
	その他のコンクリート製品	222319000				○					○	○							
	コンクリート成形パネル	222319200		○		○			○	○			○						
	コンクリート軽量成形パネル	222319201		○		○													
	テラゾー製品	222321000			○	○													
	コンクリート系プレハブ住宅	222322000				○													
	cement	セメントクリンカ	222112000	○			○		○	○	○	○	○	○					
セメント		222100000	○			○		○	○	○	○	○	○						○
ポルトランドセメント		222111000	○			○		○	○	○	○	○	○						
ポルトランドセメント<JCA>		222111200	○			○		○	○	○	○	○	○						
その他の水硬性セメント		222119000	○			○				○	○								
高炉セメント,B種		222119200	○			○		○	○			○							
フライアッシュセメント,B種		222119201	○			○													
他に分類されないセメント製品		222900000																	
厚形スレート		222921000			○	○					○	○							
波型セメントスレート		222921200	○		○	○													
平板フレキシブルセメントスレート		222921201	○		○	○													
木材セメント製品(バルブセメント板、木片セメント板も含む)		222922000				○		枚	○	○	○	○							枚
気泡コンクリート製品		222923000		○		○			○	○			○						
ALCパネル		222923200	○	○															
その他の他に分類されないセメント製品	222929000				○			○	○	○	○	○							
モルタル	222929200		○		○														
rockwool	ロックウール、同製品	229411000	○			○			○	○	○	○	○						○
	アスファルト舗装混合材、タール舗装混合材(アスファルトブロック)	184111000				○			○	○	○	○							

表 II.5.2.2(2) 対象資源・物質の選定(非金属鉱物資源・物質)続き

既存研究の対象資源・物質	MiLCAにおける算定可能資源・物質	MiLCA 9桁コード	MiLCAの単位					統計データ有無				統計の単位					本研究の対象資源・物質
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積	円	他	
glass (coated) glass (not coated) }	板ガラス	221100000	○		○	○	箱	○	○						○	箱	○
	普通板ガラス	221111000	○		○	○	箱	○	○								
	変り板ガラス	221112000	○		○	○	箱	○	○								
	磨き板ガラス	221113000	○		○	○	箱	○	○								
	板ガラス加工品	221200000			○	○		○	○				○	○			
	合わせガラス	221211000			○	○		○	○								
	強化ガラス	221212000			○	○		○	○								
	その他の板ガラス	221219000			○	○		○	○								
	鏡	221221000			○	○		○	○								
	ガラス製加工素材	221300000	○			○		○	○					○			
	光学ガラス素地(眼鏡用を含む)	221311000	○			○		○	○				○				○
	電球類用ガラスバルブ(管、棒を含む)	221312000	○			○		○	○				○				○
	電子管用ガラスバルブ(管、棒を含む)	221313000	○			○		○	○				○				○
	ガラス管・棒・球(電気用を除く)	221314000	○			○		○	○				○				○
	その他のガラス製加工素材	221319000	○			○		○	○				○				○
	ガラス容器	221400000	○			○		○	○				○				○
	ガラス製飲料用容器	221411000	○			○		○	○				○				○
	ガラス製食料用・調味料用容器	221412000	○			○		○	○				○				○
	その他のガラス製容器	221419000	○			○		○	○				○				○
	理化学用・医療用ガラス器具	221500000	○			○		○	○				○				○
	理化学用・医療用ガラス器具(アンプル・薬瓶を除く)	221511000	○			○		○	○				○				○
	アンプル	221512000	○			○		○	○				○				○
	薬瓶	221513000	○			○		○	○				○				○
	卓上用・ちゅう房用ガラス器具	221600000	○			○		○	○				○				○
	卓上用ガラス器具	221611000	○			○		○	○				○				○
	ガラス製台所用品・食卓用品	221612000	○			○		○	○				○				○
	ガラス繊維・同製品	221700000	○			○		○	○				○				○
	ガラス短繊維、同製品	221711000	○			○		○	○				○				○
	ガラス長繊維、同製品	221712000	○			○		○	○				○				○
	光ファイバ(素線)	221713000	○			○		○	○				○				○
	他に分類されないガラス製品・同製品	221900000	○			○		○	○				○				○
	魔法瓶用ガラス製中瓶	221911000	○			○		○	○				○				○
	照明用・信号用ガラス製品	221912000	○			○		○	○				○				○
	その他の他に分類されないガラス製品、同製品	221919000	○			○		○	○				○				○

(4) 金属鉱物資源・物質

金属鉱物資源・物質については、表 II.5.2.2(3)に示す物質・資源を対象とすることとした。既存研究(van del Voet et al、2003)で対象としている資源・物質は、「アルミニウム」「鉄」「鉛」「クロム」「銅」「亜鉛」「マンガン」「ニッケル」「パラジウム」「プラチナ」「ロジウム」となっている。鉄に関しては、日本の統計等で通常用いられる分類と異なる分類がなされており、本研究では「普通鋼」「特殊鋼」「鋳鉄鋳物」の3つを選定した。また、「パラジウム」「ロジウム」はMiLCAにおいて計算が行えないことから対象外とし、「金」「銀」「錫」を加えた。

表 II.5.2.2(3) 対象資源・物質の選定(金属鉱物資源・物質)

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位					統計データ有無				統計の単位					本研究の対象資源・物質	
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積	円	他		
aluminium 0% rec.	アルミニウム一次地金	241313000	○					○		○	○	○						○
aluminium 100% rec.	アルミニウム再生地金,展伸用	242311200	○					○		○	○	○						○
raw iron	普通鋼(最終鋼材)	232100000	○					○				○						○
cast iron																		
steel (light alloyed)	特殊鋼(最終鋼材)	233100000	○					○				○						○
steel (not alloyed)	ステンレス																	
steel (high alloyed)																		
electro steel																		
blow steel	鉄鉄鑄物(鑄鉄管、可鍛鑄鉄を除く)	235100000																○
lead soft	電気鉛	241911102	○					○				○						○
lead hard																		
	鉛再生地金(活字合金を含む)	242111000	○					○				○						○
chromium	金属クロム	241929220																
copper	電気銅	241112000	○					○				○						○
zinc	亜鉛地金	241211000	○					○				○						○
	蒸留亜鉛	241211101																
	精留亜鉛	241211102																
	電気亜鉛	241211103																
manganese	金属マンガン	241929221	○									○						○
nickel	金属ニッケル	241929240	○					○				○						○
palladium								○				○						○
platinum	白金,スポンジ	241929315	○					○				○						○
rhodium								○				○						○
	金地金(銅副製品)	241612000	○					○				○						○
	銀地金	241913000	○					○				○						○
	電気錫	241929235	○					○				○						○
	金属リチウム	241929200																
	電気コバルト,MCLE法	241929248																
	金属タンゲステン,焼結品	241929239																
	金属アンチモン	241929236																
	金属チタン,スポンジ	241929219																

(5) 生物資源・物質

生物資源・物質については、表 II.5.2.2(4)に示す物質・資源を対象とすることとした。既存研究(van del Voet et al., 2003)で対象としている資源・物質は、「農作物」「飼料」「木材」「ボード」「紙」「動物製品」等のおおざっぱな分類となっている。本研究では MILCA で計算可能な品目を整理しながら、これらを細かく再分類して選定した。MILCA では海産物が細かく分類されていたため、この選定数が多くなっている。また、家畜製品の生産に必要となる「飼料」についてはダブルカウントが生じている点に留意する必要がある。

表 II.5.2.2(4) 対象資源・物質の選定(生物資源・物質)

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位					統計データ有無				統計の単位					本研究の対象資源・物質
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積	円	他	
agricultural crops & grass	穀物	011000000	○			○		○		○	○	○					Import and export only
	玄米	011100000	○			○		○		○	○	○					○
	玄米	011111000	○			○		○		○	○	○					○
	麦類	011200000	○			○		○		○	○	○					○
	小麦	011211000	○			○		○		○	○	○					○
	小麦の生産, 農林61号	011211201	○			○		○		○	○	○					○
	裸麦	011212000	○			○		○		○	○	○					○
	六条大麦	011213000	○			○		○		○	○	○					○
	ビール麦	011214000	○			○		○		○	○	○					○
	その他の麦類	011219000	○			○		○		○	○	○					○
	豆類	011300000	○			○		○		○	○	○					○
	大豆	011311000	○			○		○		○	○	○					○
	小豆	011312000	○			○		○		○	○	○					○
	らっかせい	011313000	○			○		○		○	○	○					○
	いんげん	011314000	○			○		○		○	○	○					○
	その他の豆類	011319000	○			○		○		○	○	○					○
	雑穀	011400000	○			○		○		○	○	○					○
	とうもろこし	011411000	○			○		○		○	○	○					○
	その他の雑穀	011419000	○			○		○		○	○	○					○
	いも類	011500000	○			○		○		○	○	○					○
	かんしょ	011511000	○			○		○		○	○	○					○
	ばれいしょ	011512000	○			○		○		○	○	○					○
	その他のいも類	011519000	○			○		○		○	○	○					○
	野菜	012000000	○			○				○	○	○					○
	果菜類	012100000	○			○				○	○	○					○
	きゅうり	012111000	○			○				○	○	○					○
	きゅうりの生産, 露地栽培	012111201	○			○				○	○	○					○
	きゅうりの生産, 施設栽培	012111202	○			○				○	○	○					○
	すいか	012112000	○			○				○	○	○					○
	すいかの生産, 露地栽培	012112201	○			○				○	○	○					○
	すいかの生産, 施設栽培	012112202	○			○				○	○	○					○
	トマト	012113000	○			○				○	○	○					○
	大玉トマトの生産, 露地栽培	012113201	○			○				○	○	○					○
大玉トマトの生産, 施設栽培	012113202	○			○				○	○	○					○	
ミニトマトの生産, 露地栽培	012113203	○			○				○	○	○					○	
ミニトマトの生産, 施設栽培	012113204	○			○				○	○	○					○	

表 II.5.2.2(4) 対象資源・物質の選定(生物資源・物質) 続き

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位				統計データ有無				統計の単位				本研究の対象資源・物質			
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積		円	他	
	果実	01400000	○															○
	仁果果実	01410000	○															
	りんご	014111000	○															
	日本なし	014112000	○															
	びわ	014113000	○															
	その他の仁果果実	014119000	○															
	かんきつ類果実	01420000	○															
	みかん	014211000	○															
	いよかん	014212000	○															
	なつみかん	014213000	○															
	はっさく	014214000	○															
	ネーブルオレンジ	014215000	○															
	その他のかんきつ類果実	014219000	○															
	核果果実	01430000	○															
	もも	014311000	○															
	すもも	014312000	○															
	うめ	014313000	○															
	おうとう(さくらんぼ)	014314000	○															
	その他の核果果実	014319000	○															
	熱帯産果実	01440000	○															
	キウイフルーツ	014411000	○															
	パインアップル	014412000	○															
	その他の熱帯産果実	014419000	○															
	その他の果実	01490000	○															
	かき(果実)	014911000	○															
	くり	014912000	○															
	ぶどう	014913000	○															
	他に分類されないその他の果実	014919000	○						○									
	飼料作物	01500000	○															
	飼料作物	01510000	○															
	飼料作物	015111000	○															
	花き・花木類	01600000	○															
	切花の生産, 露地栽培と施設栽培の混合	01610000	○															
	切花の生産, 露地栽培と施設栽培の混合	016111000	○															
	切花の生産, 露地栽培	016111201	○															本
	切花の生産, 施設栽培	016111202	○															本
	その他の花き, 花木類, 露地栽培と施設栽培の混合	01690000	○															
	その他の花き, 花木類, 露地栽培と施設栽培の混合	016911000	○															

表 II.5.2.2(4) 対象資源・物質の選定(生物資源・物質) 続き

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位				統計データ有無				統計の単位				本研究の対象資源・物質		
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積		円	他
wood (massive)	その他の耕種作物	017000000	○					○		○	○	○					○
	その他の食用耕種作物	017100000	○					○		○	○	○					
	てんさい	017111000	○					○		○	○	○					
	さとうきび	017112000	○					○		○	○	○					
	さとうきびの生産, (独)農畜産業振興機構	017112201	○														
	飲料用作物(茶)	017113000	○					○		○	○	○					
	なたね	017114000	○					○		○	○	○					
	他に分類されないその他の食用耕種作物	017119000	○					○		○	○	○					
	油やし果房(Fresh Fruit Bunch・FFB)の生産, THA	017119205	○														
	その他の非食用耕種作物	017200000	○					○		○	○	○					
	綿花の生産, 配分前	017200A01	○														
	綿花の生産	017211000	○					○		○	○	○					
	綿実の生産	017212000	○					○		○	○	○					
	他に分類されないその他の非食用耕種作物	017219000	○					○		○	○	○					
	他に分類されないその他の非食用耕種作物(天然ゴ	017219202	○					○				○					
	天然ゴムの生産, ラテックス, HA	017219203	○														
	天然ゴムの生産, ラテックス, LA	017219204	○														
	生ゴムの生産, ラテックス	017219205	○														
	生ゴムの生産, カブラム	017219206	○														
	苧麻の生産, 中国	017219207	○														
	丸太原木	021100000	○	○				○		○	○		○		○		
	すぎ	021111000		○				○					○		○		
	ひのき	021112000		○				○					○		○		
	あかまつ・くろまつ	021113000		○				○					○		○		
	からまつ	021114000		○				○					○		○		
	特用林産物・含狩猟業	022211000															
	熱エネルギー、木炭	022211201	○														
	製材																
	一般製材品	131100000		○				○	○	○	○		○		○		○
	ひき割類	131112000		○				○	○	○	○		○		○		
	ひき角類	131113000		○				○	○	○	○		○		○		
板類	131111000		○				○	○	○	○		○		○			
その他の製材製品	131119000		○				○	○	○	○		○		○			
他に分類されない特殊製材品	131900000		○				○		○	○		○		○			
その他の特殊製材品(経木・同製品を除く)	131919000		○				○		○	○		○		○			

表 II.5.2.2(4) 対象資源・物質の選定(生物資源・物質) 続き

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位					統計データ有無				統計の単位					本研究の対象資源・物質
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積	円	他	
wood (board)	集成材																
	集成材	132311000		○		○			○			○	○		○		○
	単板																
	単板(ベニア板)	131211000		○		○					○	○		○	○		
	合板																
	合板	132200000		○		○			○	○		○	○		○	○	○
	普通合板	132211000		○		○			○	○		○	○		○	○	○
	特殊合板	132212000		○		○			○	○		○	○		○	○	○
	梱包材																
	箱材、荷造用仕組材	131114000		○		○											
	削片板																
	パーティクルボード	132511000		○	○	○			○	○		○		○	○		○
	繊維板																
	繊維板	159200000				○	○		○	○				○	○		○
	硬質繊維板	159211000				○	○		○	○				○	○		○
	その他の繊維板	159219000				○	○		○	○				○	○		○
	中質繊維板(MDF)	159219200				○	○		○	○					○		○
木材チップ																	
木材チップ	131411000		○	○		○		○		○	○	○	○		○		○
薬品処理木材																	
薬品処理木材	139100000			○		○											
木材セメント																	
木材セメント製品(パルプセメント板・木片セメント板を含む)	222922000					○	枚	○	○							枚	
paper	パルプ																
	パルプ	151100000		○		○		○	○	○	○	○					
	溶解パルプ	151111000		○		○											
	クラフトパルプ	151112000		○		○		○	○			○	○				
	その他のパルプ	151119000		○		○		○	○			○	○				
	古紙パルプ	151119100		○				○		○	○	○					
	紙																
	洋紙・機械すき和紙	152100000		○		○		○	○	○	○	○					○
	板紙																
	板紙	152200000		○		○		○	○	○	○	○					○

表 II.5.2.2(4) 対象資源・物質の選定(生物資源・物質) 続き

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位				統計データ有無				統計の単位				本研究の対象資源・物質			
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積		円	他	
animal products	動物製品	018000000				○			○	○	○							
	酪農品	018100000	○			○			○	○	○							○
	生乳	018111000	○			○			○	○	○							
	生乳の生産, 低投入型酪農	018111201	○			○												
	生乳の生産, 飼育生産協業型酪農	018111202	○			○												
	その他の酪農生産物	018119000	○			○			○	○	○							
	鶏卵	018200000	○			○			○	○	○							○
	鶏卵	018211000	○			○			○	○	○							
	肉用畜産物	018300000	○			○			○	○	○							
	肉用牛	018311000	○			○			○	○	○							○
	豚	018312000	○			○			○	○	○							○
	肉鶏	018313000	○			○			○	○	○							○
	その他の畜産物	018900000	○			○			○	○	○							
	その他の畜産物, 食用、毛皮用	018911000	○			○			○	○	○							
	羊毛の生産, スカードウール, 豪州	018911201	○			○												
	まぐろ類	031100000	○			○			○	○	○							○
	くろまぐろ	031111000	○			○			○	○	○							
	みなみまぐろ	031112000	○			○			○	○	○							
	びんなが	031113000	○			○			○	○	○							
	めばち	031114000	○			○			○	○	○							
	きはだ	031115000	○			○			○	○	○							
	その他のまぐろ類	031119000	○			○			○	○	○							
	かじき類	031200000	○			○			○	○	○							○
	まかじき	031211000	○			○			○	○	○							
	めかじき	031212000	○			○			○	○	○							
	くろかじき類	031213000	○			○			○	○	○							
	その他のかじき類	031219000	○			○			○	○	○							
	かつお類	031300000	○			○			○	○	○							○
	かつお	031311000	○			○			○	○	○							
	そうだがつお類	031312000	○			○			○	○	○							
	さけ類、ます類	031400000	○			○			○	○	○							○
	ぎんざけ	031411000	○			○			○	○	○							
	べにざけ, しろざけ, ますのすけ	031412000	○			○			○	○	○							
	からふとます	031413000	○			○			○	○	○							
	さくらます	031414000	○			○			○	○	○							
	ひめます	031415000	○			○			○	○	○							
	にじます	031416000	○			○			○	○	○							
いわな	031417000	○			○			○	○	○								
その他のさけ類・ます類	031419000	○			○			○	○	○								

表 II.5.2.2(4) 対象資源・物質の選定(生物資源・物質) 続き

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位					統計データ有無				統計の単位					本研究の対象資源・物質
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積	円	他	
	いわし類	031500000	○			○		○		○	○	○					○
	まいわし	031511000	○			○		○				○					○
	うるめいわし	031512000	○			○		○				○					○
	かたくちいわし	031513000	○			○		○				○					○
	しらす	031514000	○			○		○				○					○
	あじ類	031600000	○			○		○		○	○	○					○
	まあじ	031611000	○			○		○				○					○
	しまあじ	031612000	○			○		○				○					○
	むろあじ類	031613000	○			○		○				○					○
	たら類	031710000	○			○		○		○	○	○					○
	まだら	031711000	○			○		○		○	○	○					○
	すけとうだら	031712000	○			○		○		○	○	○					○
	たい類	031800000	○			○		○		○	○	○					○
	まだい	031811000	○			○		○				○					○
	ちだい、きだい	031812000	○			○		○				○					○
	くろだい、へだい	031813000	○			○		○				○					○
	その他の魚類	031900000	○			○		○		○	○	○					○
	さば類	031911000	○			○		○		○	○	○					○
	ぶり類	031912000	○			○		○		○	○	○					○
	さんま	031913000	○			○		○		○	○	○					○
	ほっけ	031914000	○			○		○				○					○
	いかなご類	031915000	○			○		○				○					○
	かれい類	031916000	○			○		○				○					○
	ひらめ	031917000	○			○		○				○					○
	さめ類	031918000	○			○		○				○					○
	さわら類	031921000	○			○		○				○					○
	たちうお	031922000	○			○		○				○					○
	とびうお類	031923000	○			○		○				○					○
	ふぐ類	031924000	○			○		○				○					○
	しいら類	031925000	○			○		○				○					○
	すずき類	031926000	○			○		○				○					○
	はたはた	031927000	○			○		○				○					○
	えそ類	031928000	○			○		○				○					○
	このしろ	031931000	○			○		○				○					○
	えい類	031932000	○			○		○				○					○
	あなご類	031933000	○			○		○				○					○

表 II.5.2.2(4) 対象資源・物質の選定(生物資源・物質) 続き

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位				統計データ有無				統計の単位				本研究の対象資源・物質		
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積		円	他
	いぼだい	031934000	○				○					○					
	あまだい類	031935000	○				○					○					
	にべ類、ぐち類	031936000	○				○					○					
	にぎす類	031937000	○				○					○					
	いさき	031938000	○				○					○					
	ぼら類	031941000	○				○					○					
	にしん	031942000	○				○					○					
	はも	031943000	○				○					○					
	きちじ	031944000	○				○					○					
	めぬけ類	031945000	○				○					○					
	うなぎ	031946000	○				○					○					
	あゆ	031947000	○				○					○					
	こい	031948000	○				○					○					
	ふな	031951000	○				○					○					
	わかさぎ	031952000	○				○					○					
	他に分類されないその他の魚類	031959000	○				○					○					
	貝類	032100000	○				○			○	○	○					○
	ほたてがい	032111000	○				○			○	○	○					
	かき類(貝)	032112000	○				○			○	○	○					
	あさり類	032113000	○				○			○	○	○					
	しじみ	032114000	○				○			○	○	○					
	さざえ	032115000	○				○			○	○	○					
	はまぐり類	032116000	○				○			○	○	○					
	あわび類	032117000	○				○			○	○	○					
	うばがい(ほっき)	032118000	○				○			○	○	○					
	さるぼう(もがい)	032121000	○				○			○	○	○					
	その他の貝類	032129000	○				○			○	○	○					
	海藻類	033100000	○				○			○	○	○					○
	のり類	033111000	○				○			○	○	○					
	こんぶ類	033112000	○				○			○	○	○					
	わかめ類	033113000	○				○			○	○	○					
	もずく類	033114000	○				○			○	○	○					
	ひじき	033115000	○				○			○	○	○					
	てんぐさ類	033116000	○				○			○	○	○					
	その他の海藻類	033119000	○				○			○	○	○					

表 II.5.2.2(4) 対象資源・物質の選定(生物資源・物質) 続き

既存研究の対象資源・物質	MILCAにおける算定可能資源・物質	MILCA 9桁コード	MILCAの単位					統計データ有無				統計の単位					本研究の対象資源・物質
			重量	体積	面積	円	他	生産	出荷	輸入	輸出	重量	体積	面積	円	他	
	えび類	034100000	○			○		○		○	○	○					○
	くるまえび	034111000	○			○		○				○					
	いせえび	034112000	○			○		○				○					
	その他のえび類	034119000	○			○		○				○					
	かに類	034200000	○			○		○		○	○	○					○
	べにずわいがに	034211000	○			○		○				○					
	ずわいがに	034212000	○			○		○				○					
	がざみ類	034213000	○			○		○				○					
	たらばがに	034214000	○			○		○				○					
	その他のかに類	034219000	○			○		○				○					
	いか類	035100000	○			○		○		○	○	○					○
	するめいか	035111000	○			○		○				○					
	あかいか	035112000	○			○		○				○					
	こういか類	035113000	○			○		○				○					
	その他のいか類	035119000	○			○		○				○					
	たこ類	035200000	○			○		○		○	○	○					○
	たこ類	035211000	○			○		○		○	○	○					
	おきあみ類	039100000	○			○		○		○	○	○					○
	おきあみ類	039111000	○			○		○		○	○	○					
	ほや類	039200000	○			○		○		○	○	○					○
	ほや類	039211000	○			○		○		○	○	○					
	うに類	039300000	○			○		○		○	○	○					○
	うに類	039311000	○			○		○		○	○	○					
	なまこ類	039400000	○			○		○		○	○	○					○
	なまこ類	039411000	○			○		○		○	○	○					
	海産ほ乳類	039500000	○			○		○		○	○	○					○
	海産ほ乳類	039511000	○			○		○		○	○	○					
	真珠	039600000	○			○		○		○	○	○					○
	真珠	039611000	○			○		○		○	○	○					
	他に分類されないその他の水産動物類	039900000	○			○		○		○	○	○					○
	他に分類されないその他の水産動物類	039911000	○			○		○		○	○	○					
water (decarbonated)																	
water (demineralised)																	

(6) まとめと課題

2015年度については、既存研究(van der Voet et al., 2003)が対象としている資源・物質とMiLCAで試算が行える資源・物質を照合するとともに、各資源・物質の生産量・消費量等のデータの入手可能性について調査し、資源のライフサイクルのできるかぎり上流側で対象とする資源・物質を選定し、上記のリストを作成した。その概要をまとめたものが表II.5.2.2(5)である。既存研究(van der Voet et al., 2003)では、建設用以外の非金属鉱物を除いて47の資源・物質を対象とされていたが、これらに関連してMiLCAにおいて算定可能な資源・物質数は396にのぼり、本研究ではそのうち120の資源・物質を選定したことになる。

選定した資源・物質の中には、ある資源・物質が別の資源・物質の原材料となっている場合がある。これらの重複について、次節で事例を示しながら検討する。また、建設用以外の非金属鉱物資源・物質については、来年度引き続き検討を行っていく。

表II.5.2.2(5) 対象資源・物質の選定結果

	既存研究における対象資源・物質数	MiLCAにおいて算定可能な資源・物質数	本研究における対象資源・物質数
化石	9	89	37
非金属鉱物(建設用)	12	105	22
非金属鉱物(建設用以外)	(46)	来年度に検討	
金属鉱物	19	24	15
生物	5	306	46
合計	47(+46)	396	120

括弧内は非金属鉱物(建設用以外)の資源・物質数である。

5.2.3 対象資源・物質1単位あたりの環境影響の試算

(1) はじめに

5.2.2において選定した資源・物質について、MiLCAにより1単位あたりの環境影響を試算した。合わせて、選定した資源・物質間のダブルカウントの可能性を事例的に検討した。具体的には、特定の資源・物質についてMiLCAにおける計算の上流側に最大2段階まで遡った投入フロー図を作成し、別の対象資源・物質が投入されているかどうかを確認した。

(2) 化石資源・物質

対象化石資源・物質1単位あたりの環境影響を試算した結果を図II.5.2.3(1)、環境影響の内訳を図II.5.2.3(2)に示す。重量で比較できるプラスチックについて見ると図II.5.2.3(1)、プラスチック間でもその環境影響には大きな差があり、「フッ素樹脂」(1kgあたり)の環境影響が大きいことが分かる。また、環境影響の内訳を見ると図II.5.2.3(2)、全体的に地球温暖化、資源消費、廃棄物、都市域大気汚染の影響が大きくなっており、上流の石油製品「ガソリン」「ナフサ」「ジェット燃料」「灯油」「軽油」「重油」等では資源消費の比率が高くなっている。

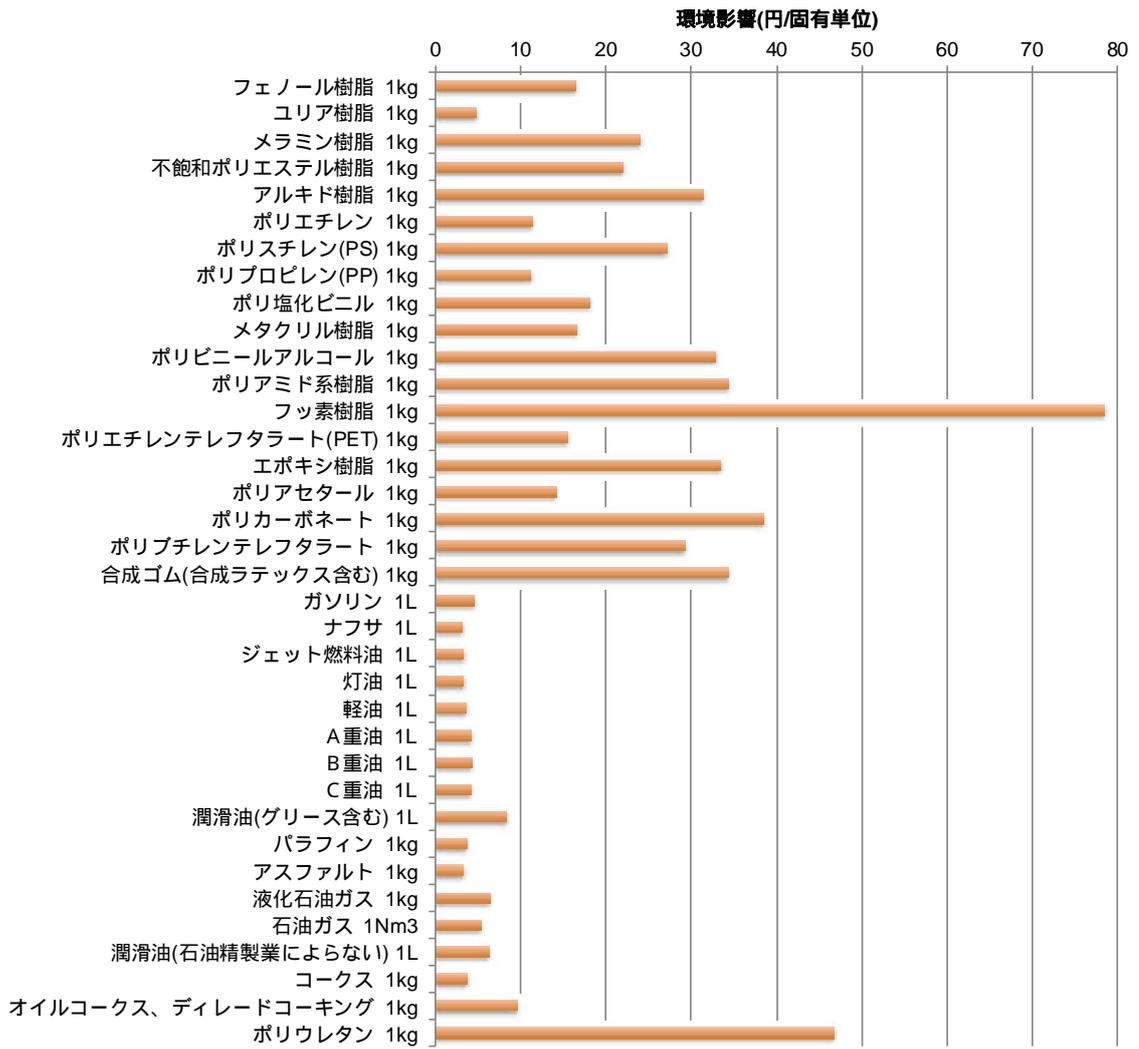


図 II.5.2.3(1) 対象資源・物質 1 単位あたりの環境影響(化石資源・物質)

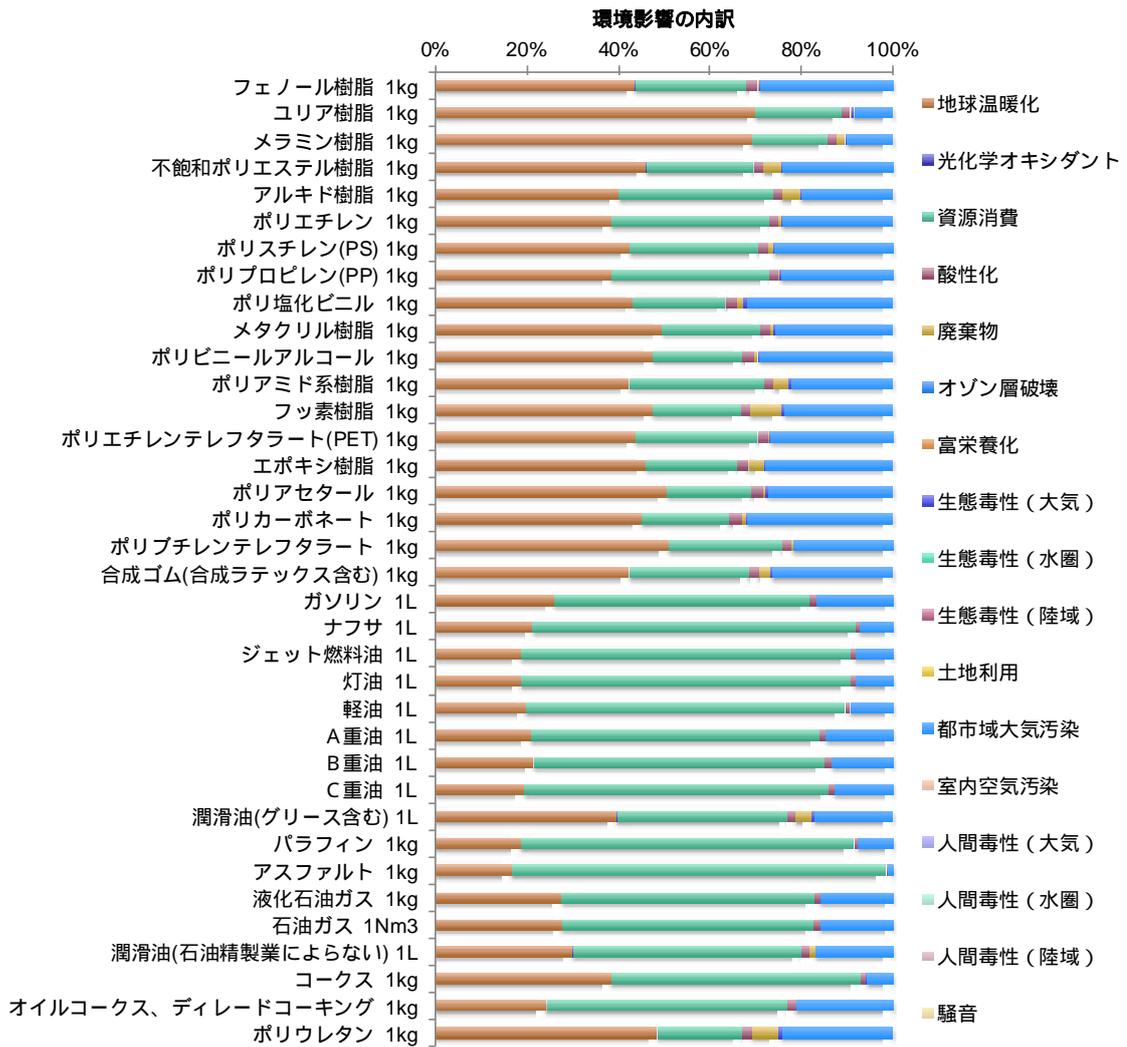


図 II.5.2.3(2) 対象資源・物質 1 単位あたりの環境影響の内訳(化石資源・物質)

化石資源・物質のうち「ポリエチレン(PE)」、「ポリプロピレン(PP)」、「ポリ塩化ビニル(PVC)」を事例として、MiLCA における計算の上流側にて最大 2 段階まで遡った投入フローを図 II.5.2.3(3)、図 II.5.2.3(4)、図 II.5.2.3(5)に示す。「ポリエチレン(PE)」の製造(図 II.5.2.3(3))においては、「包装用軟質プラスチックフィルム」が投入されているが、この製造には「ポリ塩化ビニル(PVC)」、「ポリエチレン(PE)」、「ポリスチレン(PS)」、「ポリプロピレン(PP)」、「ABS 樹脂」、「その他プラスチック」の投入が必要であり、これが本研究内でダブルカウントとなる。また、「ポリプロピレン(PP)」の製造(図 II.5.2.3(4))においても「包装用軟質プラスチックフィルム」が投入されており、ダブルカウントとなることが分かる。さらに、「塩化ビニル樹脂(PVC)」の製造(図 II.5.2.3(5))においては、「塩酸」や「水酸化ナトリウム」が直接的に投入されている。これらの資源・物質は、建設用以外の非金属鉱物資源・物質に分類され、本年度は検討の対象から外れているが、ダブルカウントになるものと考えられる。総環境影響の計算においてはこれらを控除する必要がある。ただし、プラスチック製造に必要なナフサや燃料を除いては、大きなダブルカウントないものと考えられる。

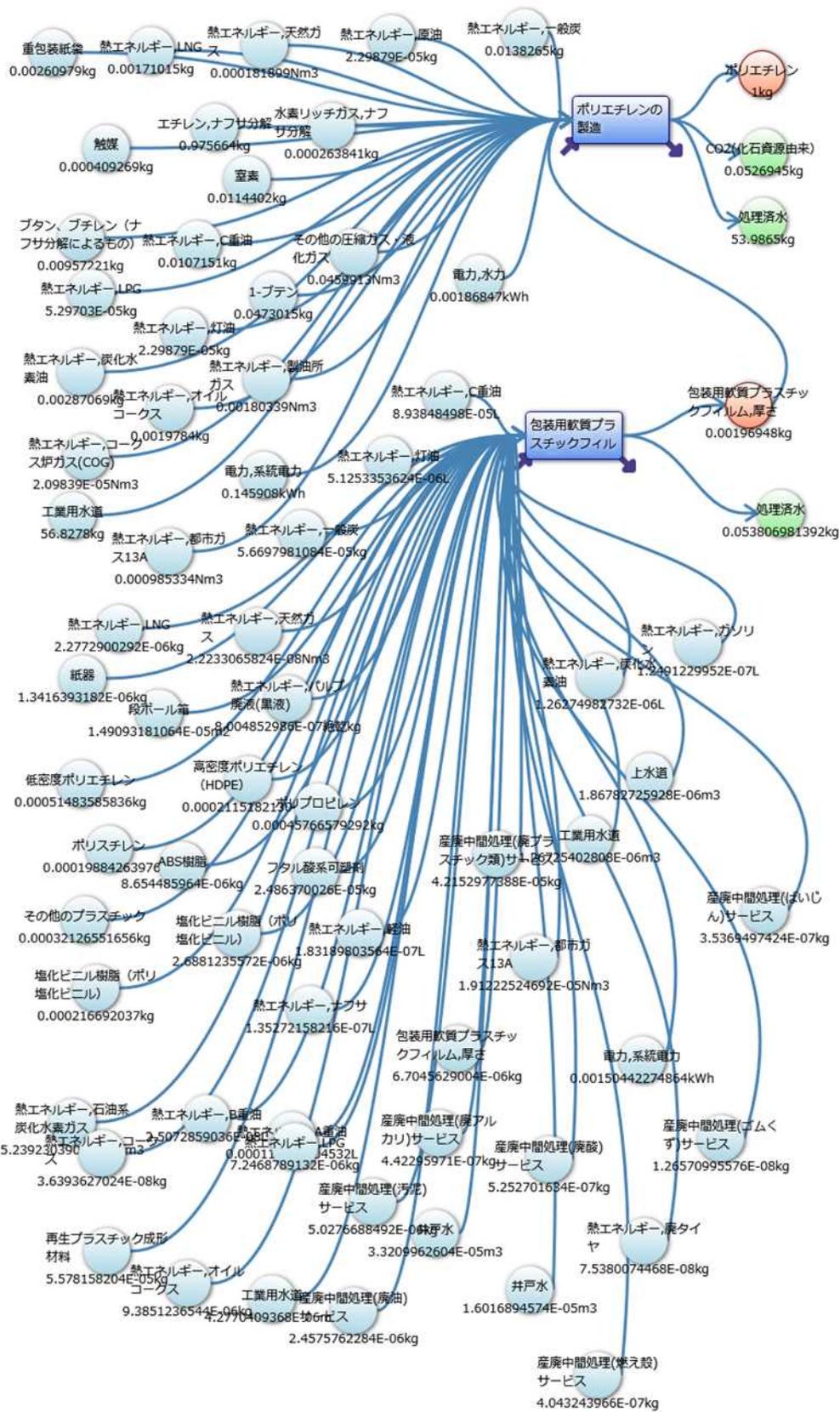


図 II.5.2.3(3) ポリエチレンの投入フロー