

平成 28 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 29 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

<b>I 研究計画・成果の概要等</b> .....	<b>1</b>
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
<b>II 平成28年度の研究計画および進捗状況と成果</b> .....	<b>7</b>
1. 平成28年度の研究計画 .....	8
2. 平成28年度の進捗状況および成果(概要) .....	8
3. 対外発表等の実施状況 .....	13
4. 平成28年度の進捗状況および成果(詳細) .....	15
4.1 既存の環境効率指標の事例収集と分析 .....	15
(1) GHG プロトコル SCOPE3 の考え方 .....	15
(2) 海外のミクロ(企業レベル・製品レベル)の事例 .....	19
4.2 物質1単位あたりの環境負荷・環境影響の試算 .....	22
(1) システム境界の設定と環境影響の配分方法 .....	22
(2) 対象物質の選定 .....	24
(3) 対象物質1単位あたりの環境影響の試算 .....	35
4.3 日本の物質利用データの整備 .....	47
4.4 日本の物質利用に伴う総環境負荷・環境影響の推計 .....	53
(1) 推計方法 .....	53
(2) 全対象物質の推計結果 .....	53
(3) 生物資源に関わる対象物質の推計結果 .....	56
(4) 化石資源に関わる対象物質の推計結果 .....	61
(5) 金属鉱物資源に関わる対象物質の推計結果 .....	66
(6) 非金属鉱物資源に関わる対象物質の推計結果 .....	69
4.5 関連するマクロな統計との比較・検証 .....	73
4.6 本年度の成果のまとめ .....	73
<b>III 今後の研究方針</b> .....	<b>75</b>
<b>IV 添付資料</b> .....	<b>77</b>
参考文献 .....	78



## 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(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(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1.2(1)に示すとおりであり、これを表1.2(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

#### ①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

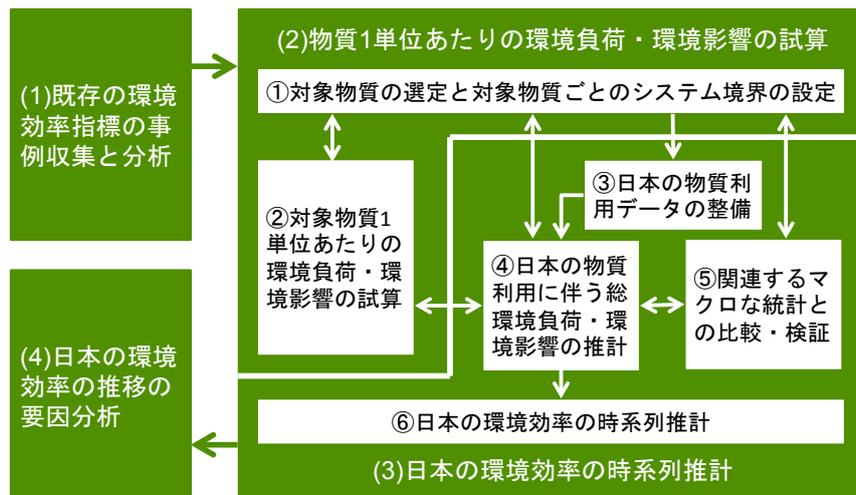


図1.2(1) 本研究の構成

表1.2(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) ①	見直し	見直し	見直し
②	見直し	見直し	見直し
(3) ③	見直し・更新	見直し・更新	見直し・更新
④	見直し・更新	見直し・更新	見直し・更新
⑤	見直し・更新	見直し・更新	見直し・更新
⑥	見直し・更新	見直し・更新	見直し・更新
(4)	見直し・更新	見直し・更新	見直し・更新

界・配分方法を設定する。

### ②対象物質1単位あたりの環境負荷・環境影響の試算

①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、①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

#### ③日本の物質利用データの整備

①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。

#### ④日本の物質利用に伴う総環境負荷・環境影響の推計

②および③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、②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。

### ⑤関連するマクロな統計との比較・検証

④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。①②③④⑤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。

### ⑥日本の環境効率の時系列推計

④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か、(2)どの環境影響領域が大きいか、(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

⑥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 I.3(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①②③④⑤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随時調整を行っていく。

表 I.3(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				
①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
②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				
③日本の物質利用データの整備	○	◎	○	○
④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
⑤関連するマクロな統計との比較・検証				
⑥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 28 年度の研究計画および進捗状況と成果

## 1. 平成 28 年度の研究計画

表 I2(1)に示したように、平成 28 年は必要に応じて「(1)既存の環境効率指標の事例収集と分析」の更新を行うとともに、「(3)日本の環境効率の推計」のうち、「③日本の物質利用データの整備」「④日本の物質利用に伴う総環境負荷・環境影響の推計」「⑤関連するマクロな統計との比較・検証」を中心に行い、必要に応じて昨年度行った「(2)物質 1 単位あたりの環境負荷・環境影響の試算」の見直しを行う。

## 2. 平成 28 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

本年度は、環境効率指標算定におけるシステム境界設定の参考とするため、全バリュー(サプライ)チェーンを通じた温室効果ガス排出の推計、いわゆる GHG プロトコルにおける Scope 3 の考え方についてレビューを行った。また、ミクロ(企業レベル・製品レベル)の事例については、昨年度国内企業を中心に分析を行ったため、本年度は海外企業について調査を行った。

#### ①GHG プロトコル Scope 3 の考え方

GHG プロトコル Scope 3 において、本研究の対象物質を生産するような企業の下流側となる最終製品生産プロセスや最終製品の使用プロセス、廃棄物処理プロセスにかかわるカテゴリの考え方や算出手法についてレビューを行った。特に、本研究でのシステム境界の範囲内と考えられる算定カテゴリ 4・5・9・10・11・12 について、今後の分析に関連すると考えられる算定範囲や算定対象などシステム境界および報告対象年(時間境界)に関わる内容を中心にその概要をまとめた。

算定範囲や算定対象、算定方法などを概観した結果、各カテゴリにおける検討範囲や必要となるデータ(例えば、輸送・配送にあたり収集すべきデータ、また、廃棄物処理・排水処理・リサイクル活動の対象範囲および収集すべきデータ、使用における標準シナリオの設定項目など)、加工プロセスにおける按分の必要性等、本研究にも適用可能な内容を整理することができた。

ただし、本研究が一国を対象としているのに対し、Scope 3 は一企業を対象としている。また、本研究では、いわゆる中間製品となる原材料レベルのものを対象物質としている。そのため、企業レベルで把握可能なデータと国レベルで把握可能なデータ(対象物質の関連統計)の種類や内容が異なることが大いに想定される。

例えば、輸送・配送の場合、おそらく、マクロレベルでのデータなどは入手が可能と判断されるが、対象物質ごとのデータなどは把握することが困難であると考えられ、対象物質ごとの環境影響を算出する場合にどのような想定を行うかが非常に重要となる。

また、使用においても、本研究では、対象物質によって製造される全ての最終製品について標準的シナリオを設定し、環境影響を算出する必要がある。対象となる最終製品の使用に伴う環境影響を、それぞれの対象物質にどのように割り付けるのかについても、今後更なる検討が必要となる。

算定範囲や方法のほか、ここでは、時間境界についての概要も整理した。Scope 3 では、あくまで、報告年度における報告企業の活動に関連する排出を必要に応じて過去に遡り、ないしは、将来の排出を推計して報告するとされていた。本研究においても、ある一年のみを対象として評価する場合は、そのアプローチも可能であるが、時系列評価を実施しようとした場合は、あくまでも環境影響が発生する年に算定する必要があると考えられる。

## ②海外のミクロ(企業レベル・製品レベル)の事例

海外企業の環境報告書や持続可能性報告書における環境効率(Eco-Efficiency)という用語の記載の有無を、インターネット検索を基本に調査した。その結果、本調査においては、環境効率を算出している企業として3社(BASF、Uniliver、Roche)の事例が得られた。ただし、3社にまたがる共通性などは特に確認できず、BASFはISOによる環境効率評価ガイドラインを参考とし、Uniliverでは異なる環境影響について個別に環境効率を算出、また、Rocheについては分母となる環境支出や環境影響ポイントをBAFU (Swiss Agency for the Environment)手法を用いて算出していることが特徴として見られた。また、日本企業の環境報告書等と比較して、厳密な算定手法が掲載されていない場合が多く環境影響の統合化手法は明らかではなかった。

加えて、複数の海外企業の環境報告書や持続可能性報告書を閲覧し、環境効率に近い取り組みの有無を調査した。しかし、環境効率(Eco-Efficiency)と記載があったとしても、環境負荷データの表示こととまっている企業や、特に環境効率に関する取組みはなく、環境負荷についてのデータは環境報告書や持続可能性報告書内でとりまとめているものの、売上高などを環境負荷で除すことにより環境効率を求めている企業はみられなかった。

なお、環境負荷データとしてあげられているもので共通して見られた項目は、温室効果ガス、エネルギー、廃棄物・リサイクル、水、オゾン層破壊物質などであった。

## (2)物質1単位あたりの環境負荷・環境影響の試算

### ①対象物質の選定とシステム境界の設定

一国の環境効率を推計するにあたっては、Regional system 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.2(1)に示すシステム境界となる。ただし、本研究では対象物質を選定し、その物質を中心に見ていくことから、上流側では対象物質の原材料となる非対象物の輸出分を考慮せず、下流側では対象物質が原材料となる非対象物の輸入分を考慮しないシステム境界となる(図 II.2(2))。こうした分析には十分な投入産出表が必要となる。本年度はIDEAver2を投入産出表の形にして輸出入を考慮し、図 II.2(2)に示すシステム境界で試算を行った。ただし、下流側についてはIDEAver2に登載されている財が網羅的ではないことから、過小推計となっている可能性がある。

さらに、本研究では対象物質をそのライフサイクルの中間的な場所で選定することになるが、選定したある物質が、別途選定した物質の原材料となることがある。図 II.2(3)では、例えば、対象物質1の原材料として対象物質2及び非対象物3、4が使われ、また、非対象物3の原材料として、対象物質1、2および非対象物4が使われている。このような場合、対象物質のそれぞれの環境影響を計算し合計してしまうと、環境影響が重複計上されてしまう。本研究では、上流側に遡って対象物質が原材料として登場した時点でそれより上流の環境影響は対象物質の環境影響に配分することとした。また、対象物質が原材料となる下流側の環境影響については、投入財間で対象物質に案分することとした。この場合、どのように案分するかが課題であるが、本研究では投入財の価格の比で案分することとした。図 II.2(3)では、例えば、非対象物3の原材料として、対象物質1、2および非対象物4が使われているが、この投入価格の比で非対象物3を生産するときの環境影響を配分した。さらに、原材料の非対象物4には対象物質1、2が使われているが、これも同様に案分した。

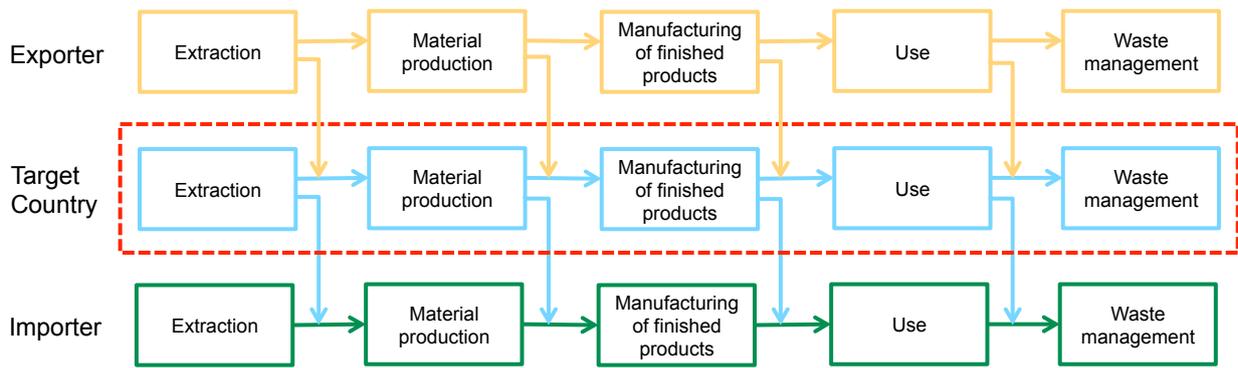


図 II.2(1) 環境影響推計のシステム境界 1

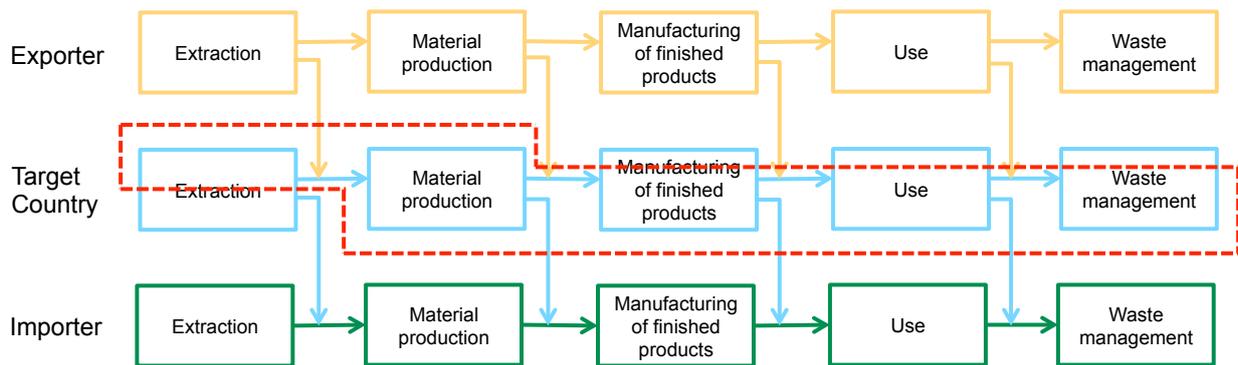


図 II.2(2) 環境影響推計のシステム境界 2

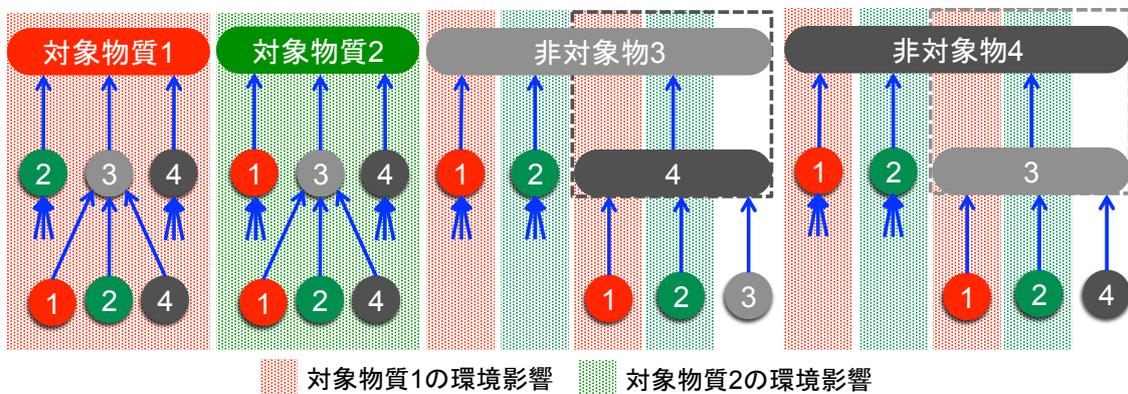


図 II.2(3) 対象物質への環境影響配分の考え方

また、対象物質の選定において、昨年度は論理性・網羅性という観点で課題があった。そこで本年度は対象物質の選定方法を見直し、また、昨年度対象外としていた建設用以外の非金属鉱物を加え、対象物質選定の論理性・網羅性を向上させた。本年度、対象物質選定の手順に産業連関表の部門を導入したのは、来年度環境効率の分母となる付加価値の推計と結びつけるためである。また、いくつかの手順は対象物質数をデータの収集が実施可能な200程度にするためのものであり、統計データの整備が進めば対象物質数を拡張することは可能である。結果、212の物質が選定され、昨年度に比べ対象物質の総数は大幅に増加したが、昨年度対象としていた一部の物質が対象から外れた。既存研究および昨年度との比較を表 II.2(1)に示す。

表 II.2(1) 対象物質の選定結果

	既存研究における対象物質数	本研究における対象物質数 (昨年度)	本研究における対象物質数 (本年度)
生物	5	46	79
化石	9	37	74
金属鉱物	19	15	15
非金属鉱物	58	22	44
合計	91	120	212

### ②対象物質 1 単位あたりの環境負荷・環境影響の試算

①において選定した物質について、IDEAver2 および LIME 特性化係数を用いて 1 単位あたりの環境影響を試算した。なお、本年度は、輸入された原材料の環境影響を除いて試算を行っている。

### (3)日本の環境効率の時系列推計

#### ③日本の物質利用データの整備

①で選定した対象物質について、1990-2010 年の生産量または出荷量のデータを整備した。昨年度は 2010 年のみのデータを整備したが、対象物質、対象年ともに拡大してデータを整備した。

#### ④日本の物質利用に伴う総環境負荷・環境影響の推計

②で試算した対象物質 1 単位あたりの環境影響と③で整備した統計データを用いて、①で検討した考え方にに基づき、日本の物質利用に伴う総環境負荷・環境影響を推計した。対象期間は 1990-2010 年である。

対象物質の利用に伴う環境影響の推計結果を図 II.2(4)、図 II.2(5)に示す。1990-2010 年における日本の物質利用に伴う総環境影響は、2008 年の経済危機の影響を受けて 2009 年に若干減少したが、全体的には、ほぼ横ばいで推移していると推計された。日本の天然資源等消費量はこの間約 4 割減少し、資源生産性も向上したが、環境影響の観点からは必ずしも減少の傾向が見られないことが示唆された。

最も大きな影響を示した資源の種類は化石資源であり、生物資源、金属鉱物資源、非金属鉱物資源の順となった(図 II.2(4))。化石資源の環境影響は、4 割～5 割を占め、その割合はやや増加傾向、生物資源利用の環境影響は減少傾向を示しているが、全体の約 3 割を占める結果となった。金属鉱物資源の環境影響は、1990 年代には全体の 1.5 割程度であったものの、2010 年には 2 割程度まで増加し、非金属鉱物資源は、全体として占める割合も絶対量についても減少傾向がみられた。

環境影響領域別で見ると(図 II.2(5))、全体として、地球温暖化が最も大きく(4 割程度)、次いで土地利用(約 2.5 割)、資源消費(1.5 割程度)となった。対象期間中の内訳については、大きな変化は見られなかった。

#### ⑤関連するマクロな統計との比較・検証

関連するマクロな統計として日本の温室効果ガス排出量(環境省、2012)を用い、本研究で推計された温室効果ガス排出量との比較を行った。本研究で推計された温室効果ガス排出量はいずれも日本の排出量を下回っており、本研究では対象外となる排出もあることを考慮すると妥当な推計結果であると考えられた。

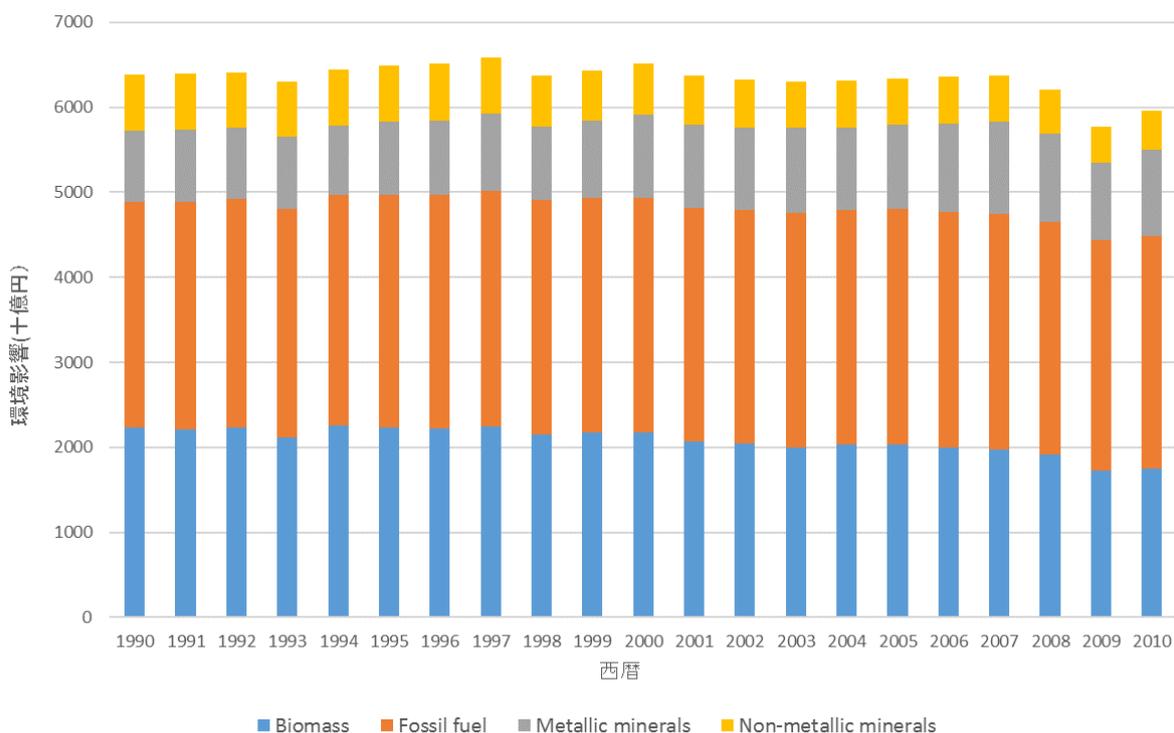


図 II.2(4) 日本の物質利用に伴う総環境影響の推移(資源別)

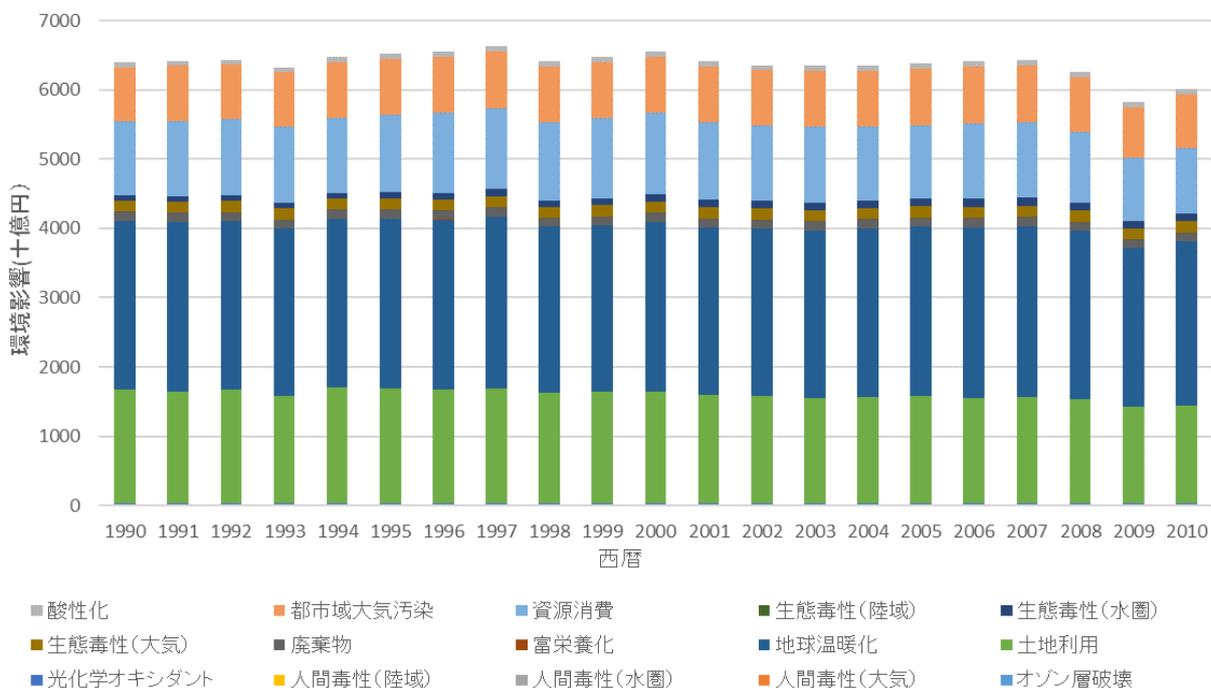


図 II.2(5) 日本の物質利用に伴う総環境影響の推移(影響領域別)

#### (4)本年度の成果のまとめ

本年度の主な成果は以下の通りである。

- ある対象物質が、別の対象物質の原材料となる場合の環境影響の配分方法、対象物質が使用される下流側で発生する環境影響の配分方法を提示した。
- 昨年度の手順を改めることで、対象物質選定の論理性・網羅性を向上させ、昨年度に比べ約2倍の対象物質について分析を行った。
- 日本の物質利用に伴う総環境影響は、1990-2010年の間、ほぼ横ばいで推移していると推計された。日本の天然資源等消費量はこの間約4割減少し、資源生産性も向上したが、環境影響の観点からは必ずしも減少の傾向が見られないことが示唆された。
- 最も大きな影響を示した資源の種類は化石資源であり、生物資源、金属鉱物資源、非金属鉱物資源の順となった。化石資源利用の環境影響は、およそ全体の半数を占め、微増傾向にあった。

これらの結果はさらなる検証を要するものの、天然資源等消費量の減少が環境影響の減少に寄与していない状況が示唆されたことは、今後の環境政策の対象を再考する必要性を示唆していると言える。

### 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 2016年10月26日(水)10:00~12:00 場所：環境省
- 第2回 2017年2月23日(木)10:00~12:00 場所：環境省

<研究者間の打ち合わせ>

- 第1回 2016年5月11日(水)13:00~15:00 場所：キャンパスプラザ京都 6F 立命館教室
- 第2回 2016年8月24日(水)10:00~12:00 場所：立命館東京キャンパス
- 第3回 2016年10月5日(水)15:00~17:00 場所：キャンパスプラザ京都 6F 立命館教室
- 第4回 2016年12月14日(水)15:30~17:30 場所：立命館東京キャンパス
- 第5回 2016年12月22日(木)10:00~16:00 場所：立命館東京キャンパス
- 第6回 2017年1月18日(水)10:00~15:00 場所：立命館東京キャンパス
- 第7回 2017年2月20日(月)13:00~16:00 場所：立命館東京キャンパス
- 第8回 2017年3月7日(火)13:00~14:00 場所：立命館東京キャンパス
- 第9回 2017年3月16日(木)13:00~16:00 場所：立命館東京キャンパス

#### (2) 論文発表

<学会発表>

- Aoki-Suzuki, C., D. Tanaka, S.M.R. Dente, and S. Hashimoto: Estimating environmental impacts of resources and materials use in Japan: a case of fossil resources, Proceedings of the Joint Socio-Economic Metabolism Conference and Asia-Pacific Conference of the International Society for Industrial Ecology, pp.37-38, 2016 (2016年9月28-30日、名古屋)
- Dente, S.M.R., C. Kayo, C. Aoki-Suzuki, and S. Hashimoto: Converting weight of resources into environmental impact: A case study of biomass, Proceedings of the Joint Socio-Economic Metabolism Conference and Asia-Pacific Conference of the

International Society for Industrial Ecology, p.45, 2016 (2016年9月28-30日、名古屋)

- Tanaka, D., C. Aoki-Suzuki, S.M.R. Dente, and S. Hashimoto: Environmental impact of resources and materials use: A case study of non-metallic minerals, Proceedings of the Joint Socio-Economic Metabolism Conference and Asia-Pacific Conference of the International Society for Industrial Ecology, p.91, 2016 (2016年9月28-30日、名古屋)
- Aoki-Suzuki, C., D. Tanaka, S.M.R. Dente, S. Murakami, C. Kayo, and S. Hashimoto: Developing methodology to evaluate decoupling economic growth from environmental impacts of resources and materials use in Japan – preliminary comparison, The 12th International Conference on EcoBalance Abstract Book, p.94, 2016 (2016年10月3-6日、京都)
- Dente, S.M.R., C. Kayo, C. Aoki-Suzuki, and S. Hashimoto: Environmental impacts of resources and materials use: A case study of biomass including time-series and decomposition analysis, The 12th International Conference on EcoBalance Abstract Book, p.94, 2016 (2016年10月3-6日、京都)
- Murakami, S. and S. Hashimoto: Reviewing LCA database for metallic materials production, The 12th International Conference on EcoBalance Abstract Book, p.95, 2016 (2016年10月3-6日、京都)
- 田中大介、粟生木千佳、S.M.R. Dente<sup>1</sup>、橋本征二：非金属鉱物を対象とした日本の環境効率の評価、第12回日本LCA学会研究発表会講演要旨集、pp.400-401、2017 (2017年3月1-3日、つくば)
- 野木茜、村上進亮、粟生木千佳、橋本征二：リンの施肥による増収効果に着目したリン資源の環境効率評価、第12回日本LCA学会研究発表会講演要旨集、pp.146-147、2017 (2017年3月1-3日、つくば)
- Dente, S.M.R., C. Kayo, C. Aoki-Suzuki, K. Tahara, S. Hashimoto: Towards measurement of eco-efficiency of Japan: Assessment of the environmental impacts of biomass products, 第12回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, pp.288-289, 2017 (2017年3月1-3日、つくば)

## 4. 平成 28 年度の進捗状況および成果(詳細)

### 4.1 既存の環境効率指標の事例収集と分析

本年度は、環境効率指標算定におけるシステム境界設定の参考とするため、全バリュー(サプライ)チェーンを通じた温室効果ガス排出の推計、いわゆる GHG プロトコルにおける Scope 3 の考え方についてレビューを行った。また、ミクロ(企業レベル・製品レベル)の事例については、昨年度国内企業を中心に分析を行ったため、本年度は海外企業について調査を行った。

#### (1) GHG プロトコル Scope 3 の考え方

一国における対象物質の環境効率を推計するにあたっては、当該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 Regional system (昨年度報告書図 II.4.1.1(2)参照)、3ヶ国の例で考えると図 II.4.1.1(1)に示すようなシステム境界を用いることが基本となる。つまり、対象物質の生産プロセスまでの環境影響だけでなく、最終製品生産プロセスや最終製品の使用プロセス、廃棄物処理プロセスにおける環境影響を、輸出入を考慮して各物質に割り当てるような作業を行う必要がある。しかし、昨年度においては、対象物質 1 単位当たりの環境影響について、その生産プロセスまでの環境影響のみ計算している状況である(図 II.4.1.1(2))。つまり、対象物質の生産以降のバリューチェーン全体まで評価範囲(システム境界)を拡大させていく必要がある。

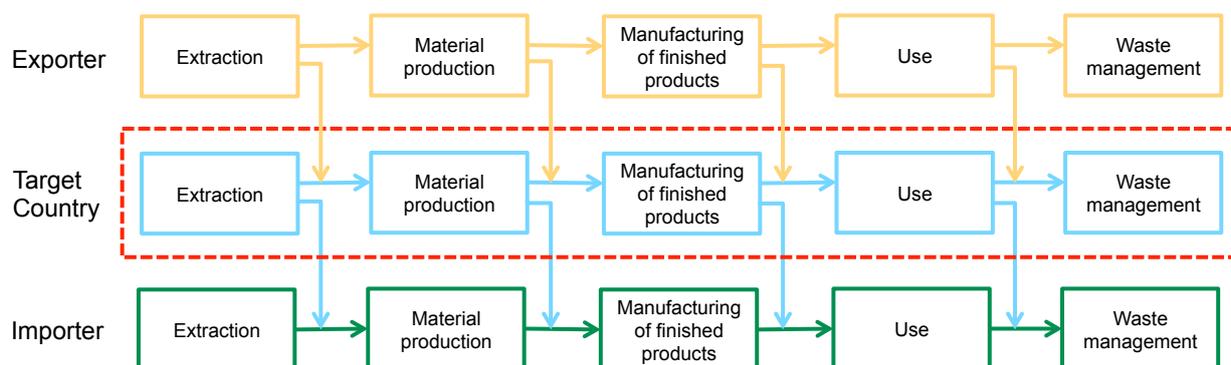


図 II.4.1.1(1) 環境影響推計のシステム境界 1

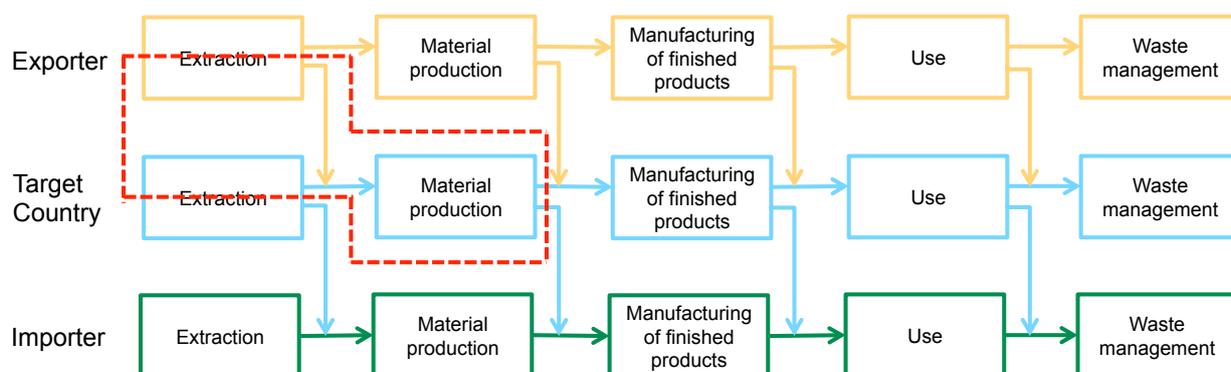


図 II.4.1.1(2) 環境影響推計のシステム境界 2

そこで、GHG プロトコル Scope 3 において、本研究の対象物質を生産するような企業の下流側となる最終製品生産プロセスや最終製品の使用プロセス、廃棄物処理プロセスにかかわるカテゴリの考え方や算出手法についてレビューを行った。なお、Scope 1(直接排出)および Scope 2(エネルギー起源の間接排出)は、すでに本研究の対象となっている。具体的には、WRI(世界資源研究所)およびWBCSD(持続可能な開発のための世界経済人会議)による、「Corporate Value Chain (Scope3) Accounting and Reporting Standard」(WRI and WBCSD、2011)を中心にレビューし、一部、環境省・経済産業省「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン(ver 2.2)」(環境省・経済産業省、2015)も参照した。

#### 分析の対象とする Scope 3 カテゴリ

Scope 3 の算定カテゴリとして、表 II.4.1.1(1)に示す 15 カテゴリが挙げられている。以下、本研究でのシステム境界の範囲内と考えられるカテゴリ 4・5・9・10・11・12 について、今後の分析に関連すると考えられる算定範囲や算定対象などシステム境界および報告対象年(時間境界)に関わる内容を中心にその概要をまとめた。

表 II.4.1.1(1) Scope 3 の算定カテゴリー一覧

カテゴリ	カテゴリ名	内容
カテゴリ 1	購入製品・サービス	原材料・部品、仕入商品・販売に係る資材等が製造されるまでの活動に伴う排出
カテゴリ 2	資本財	自社の資本財の建設・製造に伴う排出
カテゴリ 3	燃料・エネルギー関連活動	他者から調達している燃料の調達、電気や熱等の発電等に必要燃料の調達に伴う排出
カテゴリ 4	上流側の輸送・配送	① 報告対象年度に購入した製品・サービスのサプライヤーから自社への物流(輸送、荷役、保管)に伴う排出 ② 報告対象年度に購入した①以外の物流サービス(輸送、荷役、保管)に伴う排出(自社が費用負担している物流に伴う排出)
カテゴリ 5	事業による廃棄物	自社で発生した廃棄物の輸送、処理に伴う排出
カテゴリ 6	出張	従業員の出張に伴う排出
カテゴリ 7	雇用者通勤	従業員が事業所に通勤する際の移動に伴う排出
カテゴリ 8	上流側のリース資産	自社が賃借しているリース資産の操業に伴う排出(Scope 1、2 で算定する場合を除く)
カテゴリ 9	下流側の輸送・配送	自社が販売した製品の最終消費者までの物流に伴う排出(自社が費用負担していないものに限る)
カテゴリ 10	販売製品の加工	事業者による中間製品の加工に伴う排出
カテゴリ 11	販売製品の使用	使用者(消費者・事業者)による製品の使用に伴う排出
カテゴリ 12	販売製品の廃棄(寿命後)処理	使用者(消費者・事業者)による製品の廃棄時の処理に伴う排出
カテゴリ 13	下流側のリース資産	賃貸しているリース資産の運用に伴う排出
カテゴリ 14	フランチャイズ	フランチャイズ加盟者における排出
カテゴリ 15	投資	投資の運用に関連する排出

出典：WRI and WBCSD(2011)、環境省・経済産業省(2015)

## 算定範囲の設定および算定方法概要

### ① カテゴリ 4：上流側の輸送・配送

製品・サービスのサプライヤーから自社への物流(輸送、荷役、保管)に伴う排出、およびそれ以外の物流サービス(輸送、荷役、保管)に伴う排出(自社が費用負担している物流に伴う排出)を算出の対象としている(WRI and WBCSD、2011)。

算定方法は、燃料使用量、ないしは、輸送距離と燃費、輸送重量に基づく方法などがある(環境省・経済産業省、2015)。

### ② カテゴリ 5：事業による廃棄物

報告企業の管理下による活動により発生した廃棄物および排水の第3者による輸送、処理に伴う排出を対象としている(WRI and WBCSD、2011)。ここでは、報告年度に発生する廃棄物によって発生するすべての将来排出も含まれる。また、報告企業による輸送・処理は、Scope 1 および 2 に含まれる。なお、処理活動には、最終処分(埋め立て)、埋立地からのガス回収、リサイクルのための回復、焼却、コンポスト、廃棄物からのエネルギー回収、排水処理が含まれ、廃棄物の輸送も算定対象とすることは可能としている(WRI and WBCSD、2011)。

リサイクルによる排出は、以下のように取り扱うとされている。例えば、ある報告企業が、再生資源(リサイクル材)が含まれる物質を購入、または、再生資源となりうる製品を販売する場合、リサイクルプロセスからの排出を上流と下流の双方で勘定することはダブルカウントとなり、避ける必要がある。ダブルカウント回避のために、その企業は、再生資源が含まれる物質を購入した際には、カテゴリ 1 および 2 において上流側でのリサイクルプロセスからの排出を勘定し、また、カテゴリ 5 および 12 において、廃棄後のリサイクルに伴う排出を勘定する。しかし、リサイクルプロセスそのものからの排出は、すでに、カテゴリ 1・2 において再生資源の購入による排出として勘定されるため、勘定しない。なお、カテゴリ 5 や 12 においてマイナス値やリサイクルによって回避された排出も勘定しない(WRI and WBCSD、2011)。

算定方法には、処理・リサイクル量、ないしは、処理・リサイクル費用に基づく方法などがある(環境省・経済産業省、2015)。

### ③ カテゴリ 9：下流側の輸送・配送

報告企業が販売した製品の最終消費者までの物流に伴う排出(自社が費用負担・所有管理していないもの)を対象としている(WRI and WBCSD、2011)。なお、下流側の輸送・配送には、倉庫・配送センターでの販売製品の保管、小売施設での販売製品の保管、飛行機/鉄道/道路/海洋輸送が含まれる。消費者による小売店までの交通も含みうる。

算定方法には、燃料使用量、ないしは、輸送距離と燃費、輸送重量に基づく方法などがある(環境省・経済産業省、2015)。

### ④ カテゴリ 10：販売製品の加工

報告企業が販売した中間製品の第3者による加工に伴う排出を対象とする(第3者とされる企業にとって報告企業は Scope 1 や 2 となる)(WRI and WBCSD、2011)。なお、複数の中間製品が加工されている場合は、ここでの算定対象の中間製品の分の排出として、加工に伴う排出を按分する必要がある。ただし Scope 3 基準では、報告企業が販売した中間製品からできる最終製品を十分に把握できない場合は、算定対象から除外することも可能としている。

算定方法には、加工に伴う排出量、ないしは、加工に伴うエネルギー消費量、販売量に基づく方法などがある(環境省・経済産業省、2015)。

### ⑤ カテゴリ 11：販売製品の使用

使用者による販売製品の使用に伴う排出で、報告する年に販売した製品を対象としている(WRI and WBCSD、2011)。なお、直接使用による排出と間接使用による排出の2つの区分(下記参照)を対象とし、直接使用による排出は算定必須としている。間接使用による排出はその重要度に応じて算定に含めるかどうかを判断することとなっている。

- 直接使用による排出がある製品：使用段階でエネルギーを直接的に使用する製品(例：自動車、飛行機、エンジ

ン、モーター、家電製品、証明、データセンター、ソフトウェアなど)、燃料・原料(例：石油製品、天然ガス、石炭、石油など)、温室効果ガスそのもの・温室効果ガスを使用段階で排出する製品(例：二酸化炭素、メタン、フロン製品、冷蔵庫、エアコン、産業ガス、消火器、肥料など)

- 間接使用による排出がある製品：衣料(洗濯・乾燥にエネルギー使用)、食品(調理にエネルギー使用)、調理器具(調理にエネルギー使用)など

算定方法には、販売数量などをベースに、標準的な使用シナリオ(使用回数、1回当たりの燃料・電力消費量、使用時間、使用条件、使用年数などに基づく)を設定して推計する方法がある(環境省・経済産業省、2015)。

#### ⑥ カテゴリ 12：販売製品の廃棄(寿命後)処理

報告企業が報告年に販売した全ての製品の寿命後・廃棄時の処理に伴う排出を対象としている(WRI and WBCSD、2011)。処理に含まれる活動は、カテゴリ 5 に示した活動と同様である(廃棄物処理企業の Scope 1、2 にあたる)。

算定方法には、処理・リサイクル量、ないしは、処理・リサイクル費用に基づく方法などがある(環境省・経済産業省、2015)。

#### 時間境界の設定

時間境界については、報告年の報告企業の活動に係る排出量を把握することとしている(WRI and WBCSD、2011)。そのため、報告企業の活動からの直接的な排出量については、算定対象とした年の排出量となるが、サプライチェーンの上流や下流の排出量の排出時期は、報告企業の活動からの直接的な排出量で算定対象とした年とは異なる場合がある。

ここで、概要をまとめた上記カテゴリの場合、カテゴリ 4 に関しては報告年以前に算定対象の活動による排出が発生する場合が想定される。カテゴリ 5・9・10・11・12 については、報告年以降に算定対象の活動が発生する場合が想定される。このような場合、カテゴリ 4 など前年以前の活動が算定対象となる場合は、以前に排出した排出量を算定・報告することとなる。また、カテゴリ 5・9・10・11・12 など製品の使用や廃棄に関する排出については、将来の排出量を推計・報告することとなる(WRI and WBCSD、2011)。

#### 算定範囲からの除外

また、以下の条件にあてはまるものは、算定範囲から除外可能とされている(WRI and WBCSD、2011；環境省・経済産業省、2015)。

- ・該当する活動がないもの
- ・排出量が小さくサプライチェーン排出量全体に与える影響が小さいもの
- ・事業者が排出や排出削減に影響力を及ぼすことが難しいもの
- ・排出量の算定に必要なデータの収集等が困難なもの
- ・自ら設定した排出量算定の目的から見て不要なもの

#### GHG プロトコル Scope 3 と本研究の関連と課題

ここでは、本研究における現状の評価では反映されていない、対象物質の生産以降で発生する環境影響の把握の参考とするため、全バリュー(サプライ)チェーンを通じた温室効果ガス排出の推計、いわゆる GHG プロトコル Scope 3 の算定基準のうち、本研究でのシステム境界の範囲内と考えられるカテゴリ 4・5・9・10・11・12 について、今後の分析に関連すると考えられる算定範囲や算定対象などシステム境界および報告対象年(時間境界)にかかわる内容を中心に整理した。

算定範囲や算定対象、算定方法などを概観した結果、各カテゴリにおける検討範囲や必要となるデータ(例えば、輸

送・配送にあたり収集すべきデータ、また、廃棄物処理・排水処理・リサイクル活動の対象範囲および収集すべきデータ、使用における標準シナリオの設定項目など)、加工プロセスにおける按分の必要性等、本研究にも適用可能な内容を整理することができた。

ただし、本研究が一国を対象としているのに対し、Scope 3は一企業を対象としている。また、本研究では、いわゆる中間製品となる原材料レベルのものを対象物質としている。そのため、企業レベルで把握可能なデータと国レベルで把握可能なデータ(対象物質の関連統計)の種類や内容が異なることが大いに想定される。

例えば、輸送・配送の場合、おそらく、マクロレベルでのデータなどは入手が可能と判断されるが、対象物質ごとのデータなどは把握することが困難であると考えられ、対象物質ごとの環境影響を算出する場合にどのような想定を行うかが非常に重要となる。

また、使用においても、本研究では、対象物質によって製造される全ての最終製品について標準的シナリオを設定し、環境影響を算出する必要がある。対象となる最終製品の使用に伴う環境影響を、それぞれの対象物質にどのように割り付けるのかについても、今後更なる検討が必要となる。

算定範囲や方法のほか、ここでは、時間境界についての概要も整理した。Scope 3では、あくまで、報告年度における報告企業の活動に関連する排出を必要に応じて過去に遡り、ないしは、将来の排出を推計して報告するとされていた。本研究においても、ある一年のみを対象として評価する場合は、そのアプローチも可能であるが、時系列評価を実施しようとした場合は、あくまでも環境影響が発生する年に算定する必要があると考えられる。

## (2) 海外のミクロ(企業レベル・製品レベル)の事例

海外企業の環境報告書や持続可能性報告書における環境効率(Eco-Efficiency)という用語の記載の有無を、インターネット検索を基本に調査した。その結果、本調査においては、環境効率を算出している企業として3社(BASF、Uniliver、Roche)の事例が得られた。ただし、3社にまたがる共通性などは特に確認できず、BASFはISOによる環境効率評価ガイドラインを参考とし、Uniliverでは異なる環境影響について個別に環境効率を算出、また、Rocheについては分母となる環境支出や環境影響ポイントをBAFU (Swiss Agency for the Environment)手法を用いて算出していることが特徴として見られた。また、日本企業の環境報告書等と比較して、厳密な算定手法が掲載されていない場合が多く環境影響の統合化手法は明らかではなかった。表II.4.1.2(1)に環境効率を算出している企業の環境効率指標の概要を示す。

加えて、複数の海外企業の環境報告書や持続可能性報告書を閲覧し、環境効率に近い取り組みの有無を調査した(Kärcher, Vodafone, Shell, VolksWagen, Nokia, British American Tobacco, Intel, GE, SAP, Phillips, Novo Nordisk)。しかし、環境効率(Eco-Efficiency)と記載があったとしても、環境負荷データの表示にとどまっている企業や、特に環境効率に関する取り組みはなく、環境負荷についてのデータは環境報告書や持続可能性報告書内でとりまとめているものの、売上高などを環境負荷で除すことにより環境効率を求めている企業はみられなかった。

なお、環境負荷データとしてあげられているもので共通して見られた項目は、温室効果ガス、エネルギー、廃棄物・リサイクル、水、オゾン層破壊物質などであった。

表 II.4.1.2(1) 各企業の環境効率指標の概要

企業名	名称	算出式	分子	分母	備考
				対象とする環境影響	
BASF	Eco-Efficiency	不明 (備考参照)	不明	The environmental impact is assessed with a range of categories: - Raw materials consumption - Water consumption - Land use - Human toxicity potential - Eutrophication - Acidification - Ozone depletion - Photochemical ozone creation - Climate change	統合化手法不明 ISO 14045 Environmental management – Eco-efficiency assessment of product systems を参考
Unilever	Eco-efficiency	Each parameter required for a ton of production	Each parameter (Energy, CO <sub>2</sub> from energy, Total water, Total COD, Disposed waste)	Each parameter • Energy [GJ/ton] • CO <sub>2</sub> from energy [kg/ton] • Total water [m <sup>3</sup> /ton] • Total COD [kg/ton] • Disposed waste [kg/ton]	統合なし 261 の製造工場から収集したデータ
Roche	Eco-efficiency Rate (EER)	the ratio of sales to the product of environmental spending and environmental impact	Sales [million CHF]	Expenditure on environmental protection and environmental impact points according to the BAFU (Swiss Agency for the Environment) method This point covers the following factors: - Use of resources (energy [TJ], raw materials [t], water [t]) - Emission to the air [ton] (VOC, SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , halogenated hydrocarbons, particles) - Emission to the water [ton] (TOC, heavy metals, phosphorus, nitrogen) - Landfilled waste [ton] (inert waste, construction waste, reactor waste)	統合化手法不明

出典：各社 HP 内環境報告書または持続可能性報告書

参照情報：

- BASF: website “Eco-Efficiency Analysis”  
<https://www.basf.com/en/company/sustainability/management-and-instruments/quantifying-sustainability/eco-efficiency-analysis.html>
- Unilever: website “Eco-efficiency performance overview”  
<https://www.unilever.com/sustainable-living/the-sustainable-living-plan/reducing-environmental-impact/eco-efficiency-in-manufacturing/eco-efficiency-performance-overview/>
- Kärcher: Sustainable Report 2016 [https://s3.kaercher-media.com/asset/23125/1470646051/sustainability\\_report\\_2016.pdf](https://s3.kaercher-media.com/asset/23125/1470646051/sustainability_report_2016.pdf),

Website “eco!efficiency” <https://www.kaercher.com/uk/professional/eco-efficiency.html#ZMHYiXcQXHYgcfbo.97>

- Roche: website “Environmental footprint”  
[http://roche.nsp-reports.ch/10/ar/corporate\\_responsibility/safety\\_security\\_health\\_and\\_environmental\\_protection/environmental\\_footprint.htm](http://roche.nsp-reports.ch/10/ar/corporate_responsibility/safety_security_health_and_environmental_protection/environmental_footprint.htm), Detail [http://www.roche.com/dam/jcr:cbba1ea-cf4d-4e65-a415-622f410fb481/en/fact\\_sheet\\_eco\\_efficiency.pdf](http://www.roche.com/dam/jcr:cbba1ea-cf4d-4e65-a415-622f410fb481/en/fact_sheet_eco_efficiency.pdf)
- Vodafone: Sustainability Report 2014/15  
<http://www.vodafone.com/content/dam/sustainability/2015/pdf/vodafone-full-report-2015.pdf>, Website “Eco-efficiency”  
[http://www.vodafone.gr/portal/client/cms/viewCmsPage.action?pageld=11295&request\\_locale=en](http://www.vodafone.gr/portal/client/cms/viewCmsPage.action?pageld=11295&request_locale=en)
- Shell: Online Sustainability Report 2015 <http://www.shell.com/sustainability/sustainability-reporting-and-performance-data.html>
- VolksWagen: Sustainability Report 2014  
[http://www.volkswagenag.com/content/vwcorp/info\\_center/en/publications/2015/04/group-sustainability-report-2014.bin.html/binstorageitem/file/Volkswagen\\_Sustainability\\_Report\\_2014.pdf](http://www.volkswagenag.com/content/vwcorp/info_center/en/publications/2015/04/group-sustainability-report-2014.bin.html/binstorageitem/file/Volkswagen_Sustainability_Report_2014.pdf)
- Nokia: Nokia People & Planet Report 2015  
[http://company.nokia.com/sites/default/files/download/nokia\\_people\\_and\\_planet\\_report\\_2015.pdf](http://company.nokia.com/sites/default/files/download/nokia_people_and_planet_report_2015.pdf)
- British American Tobacco: Sustainability Summary Report 2015  
[http://www.bat.com/group/sites/uk\\_\\_9d9kcy.nsf/vwPagesWebLive/DO9DCL3P/\\$FILE/medMDA87Q5T.pdf?openelement](http://www.bat.com/group/sites/uk__9d9kcy.nsf/vwPagesWebLive/DO9DCL3P/$FILE/medMDA87Q5T.pdf?openelement),  
Corporate Behavior Sustainability Focus Report 2016,  
[http://www.bat.com/group/sites/UK\\_\\_9D9KCY.nsf/vwPagesWebLive/DO964UGU/\\$file/Corporate\\_Behaviour\\_Sustainability\\_Focus\\_Report\\_2016.pdf](http://www.bat.com/group/sites/UK__9D9KCY.nsf/vwPagesWebLive/DO964UGU/$file/Corporate_Behaviour_Sustainability_Focus_Report_2016.pdf)
- Intel: website “Intel and Environment” <http://www.intel.com/content/www/us/en/environment/intel-and-the-environment.html>,  
2015 Corporate Responsibility Report [http://csrreportbuilder.intel.com/PDFfiles/CSR-2015\\_Full-Report.pdf](http://csrreportbuilder.intel.com/PDFfiles/CSR-2015_Full-Report.pdf)
- Nestle: website “Environmental sustainability” <http://www.nestle.com/csv/environmental-sustainability>, website “KPI(key Performance Indicators) Summary” <http://www.nestle.com/csv/performance/kpi-summary>
- GE: website “GE sustainability” <http://www.gesustainability.com/>, GE 2015 Annual Report  
[http://dsg.files.app.content.prod.s3.amazonaws.com/gesustainability/wp-content/uploads/2014/05/12195908/GE\\_AR15.pdf](http://dsg.files.app.content.prod.s3.amazonaws.com/gesustainability/wp-content/uploads/2014/05/12195908/GE_AR15.pdf), GE  
2015 Sustainability Highlight ,  
[http://dsg.files.app.content.prod.s3.amazonaws.com/gesustainability/wp-content/uploads/2014/05/12195908/GE\\_Sustainability\\_Highlights\\_2015.pdf](http://dsg.files.app.content.prod.s3.amazonaws.com/gesustainability/wp-content/uploads/2014/05/12195908/GE_Sustainability_Highlights_2015.pdf)
- SAP: website “Sustainability and Corporate Social Responsibility (CSR)”,  
<http://go.sap.com/corporate/en/company/sustainability-csr.html>
- PHILIPS: website “Sustainability” <http://www.philips.com/a-w/about/sustainability.html>, Annual Report 2015  
[https://www.annualreport.philips.com/downloads/pdf/en/PhilipsFullAnnualReport2015\\_English.pdf](https://www.annualreport.philips.com/downloads/pdf/en/PhilipsFullAnnualReport2015_English.pdf)
- Novo Nordisk: Annual Report 2015  
<http://www.novonordisk.com/content/dam/Denmark/HQ/Commons/documents/Novo-Nordisk-Annual-Report-2015.PDF>,  
Website “Sustainability / Action / Environment & Climate”  
<http://www.novonordisk.com/sustainability/actions/Environment-Climate.html>

## 4.2 物質 1 単位あたりの環境負荷・環境影響の試算

### (1) システム境界の設定と環境影響の配分方法

一国の環境効率を推計するにあたっては、上述したように Regional system(昨年度報告書図 II.4.1.1(2)参照)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.4.2.1(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対象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 を用いてある物質の上流側の環境影響を推計すると、図 II.4.2.1(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 Consumption-based system での環境影響(昨年度報告書図 II.4.1.1(3)参照)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、昨年度はこのシステム境界を用いた推計を行った。

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り、また、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.4.2.1(1))。ただし、本研究では対象物質を選定し、その物質を中心に見ていくことから、上流側では対象物質の原材料となる非対象物の輸出分を考慮せず、下流側では対象物質が原材料となる非対象物の輸入分を考慮しないシステム境界となる

(図 II.4.2.1(3))。

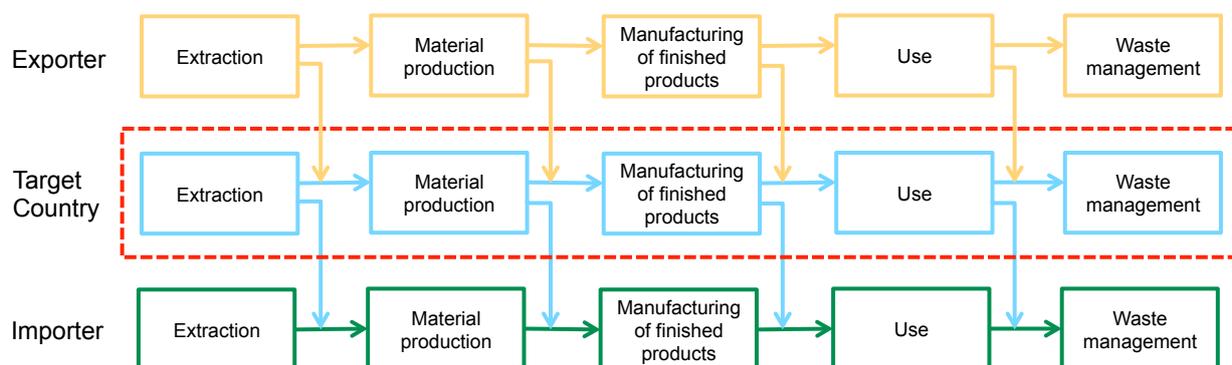


図 II.4.2.1(1) 環境影響推計のシステム境界 1

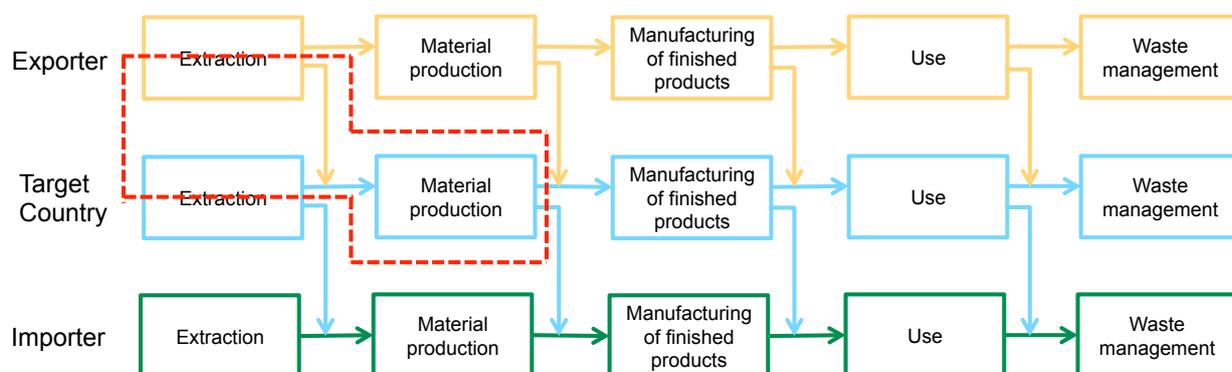


図 II.4.2.1(2) 環境影響推計のシステム境界 2

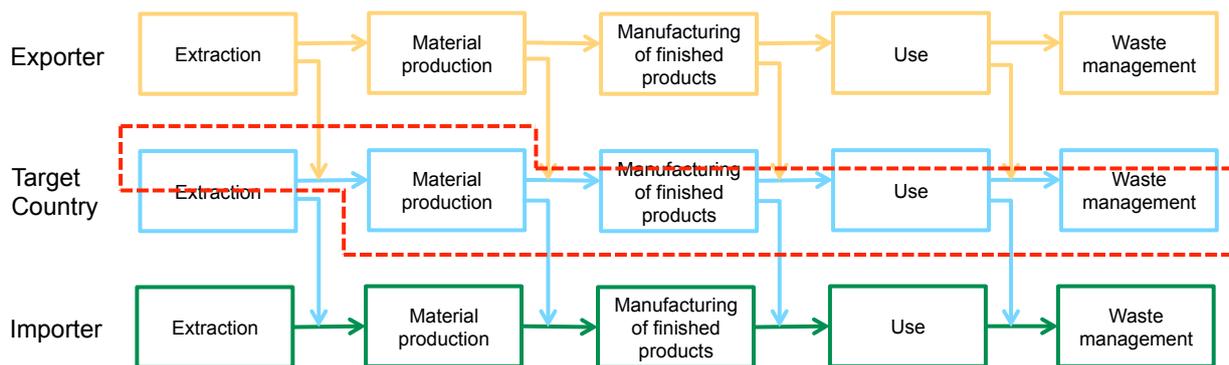


図 II.4.2.1(3) 環境影響推計のシステム境界 3

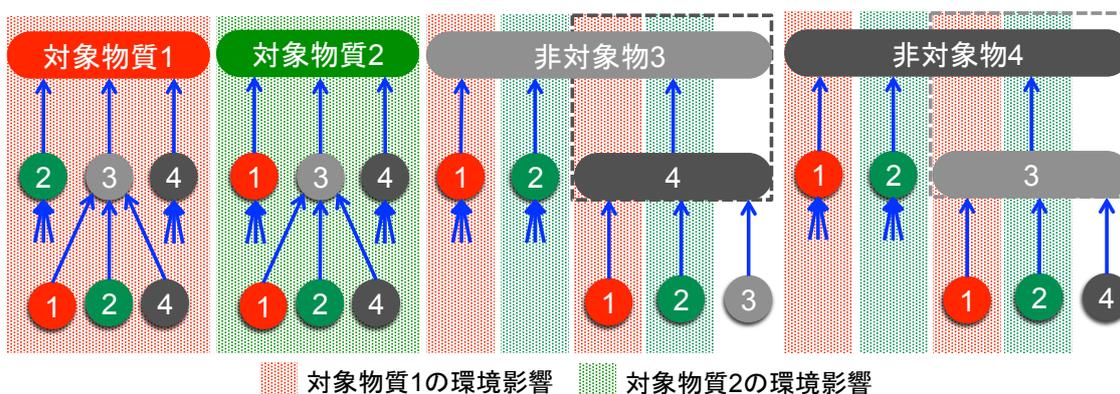


図 II.4.2.1(4) 対象物質への環境影響配分の考え方

いずれにせよ、こうした分析には十分な投入産出表が必要となる。昨年度は、MiLCA(産業環境管理協会、2016)に搭載されている IDEA(Inventory Database for Lifecycle Analysis)を用いて図 II.4.2.1(2)に示すシステム境界で試算を行ったが、本年度はIDEAver2を投入産出表の形にして輸出入を考慮し、図 II.4.2.1(3)に示すシステム境界で試算を行った。ただし、下流側についてはIDEAver2に記載されている財が網羅的ではないことから、過小推計となっている可能性がある。また、図 II.4.2.1(3)で対象外となっている部分について、来年度引き続き検討を行っていく。

さらに、本研究では対象物質をそのライフサイクルの中間的な場所で選定することになるが、選定したある物質が、別途選定した物質の原材料となることがある。図 II.4.2.1(4)では、例えば、対象物質 1 の原材料として対象物質 2 及び非対象物 3、4 が使われ、また、非対象物 3 の原材料として、対象物質 1、2 および非対象物 4 が使われている。このような場合、対象物質のそれぞれの環境影響を計算し合計してしまうと、環境影響が重複計上されてしまう。本研究では、上流側に遡って対象物質が原材料として登場した時点でそれより上流の環境影響は対象物質の環境影響に配分することとした。また、対象物質が原材料となる下流側の環境影響については、投入財間で対象物質に案分することとした。この場合、どのように案分するかは課題であるが、本研究では投入財の価格の比で案分することとした。図 II.4.2.1(4)では、例えば、非対象物 3 の原材料として、対象物質 1、2 および非対象物 4 が使われているが、この投入価格の比で非対象物 3 を生産するときの環境影響を配分した。さらに、原材料の非対象物 4 には対象物質 1、2 が使われているが、これも同様に案分した。

## (2) 対象物質の選定

昨年度は、既存研究(van der Voet et al., 2003)が対象としている物質と MiLCA(産業環境管理協会、2014)で試算が行える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、対象物質を選定した。また、選定したある物質が、別途選定した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物質を選定することとした。しかしながら、選定の論理性・網羅性という観点では課題があった。

このため、本年度は対象物質の選定方法を見直し、また、昨年度対象外としていた建設用以外の非金属鉱物に加え、対象物質選定の論理性・網羅性を向上させた。具体的には以下の手順で選定を行った。なお、本手順に産業連関表の部門を導入したのは、環境効率の分母となる付加価値の推計と結びつけるためである。手順 d、e は対象物質数をデータの収集が実施可能な 200 程度にするためのものであり、統計データの整備が進めば対象物質数を拡張することは可能である。

- a) 2011 年産業連関表において資源・物質関連部門を同定(84 部門)
- b) 上記の部門のうち、ある部門の財が 50%以上別の部門の投入財(原材料)となっている場合は、その資源・物質のライフサイクルを考慮し、上流側もしくは下流側のいずれかの部門を選定(64 部門)
- c) LCA データベース IDEAv2 における財・サービスのうち、上記の部門に対応する財を同定(412 財)
- d) 上記の財のうちその生産額が上位半分(206 財)と、それらの財を含む部門を選定(61 部門)
- e) 上記の選定部門における選定財の生産額の合計がその部門の生産額の半分に満たない場合は、半分以上となるように財を追加し、対象候補財を選定(212 財)
- f) 上記の対象候補財について、生産量等の統計データが利用可能な財を対象物質として決定(212 財)

これらのうち、手順 a～e の結果を表 II.4.2.2(1)～表 II.4.2.2(3)、手順 f の結果を表 II.4.2.2(4)～表 II.4.2.2(10)に示す。手順 f で対象から外れた物質はないが、表では既存研究(van der Voet et al., 2003)との対応関係を合わせて示している。既存研究で対象となっていなかった物質が対象になるとともに、特に非金属鉱物において本研究では対象外となった物質が多くあった。この状況をまとめたものが表 II.4.2.2(11)である。

生物資源に関わる物質について既存研究(van del Voet et al., 2003)と比較すると、agricultural crops & grass、animal products、wood (board)、paper 等が細分化されたことのほか、水産物が対象になること等によって、本研究の対象物質が拡大している。また、昨年度と比較すると、木材製品・紙製品の分類が細分化されたこと等により対象物質が拡大した。なお、手順 b において部門間の濃密な関係が見られたことから、手順 a で同定された部門のうち 9 部門を対象外としている(表 II.4.2.2(3)参照)。

化石資源に関わる物質について既存研究(van del Voet et al., 2003)と比較すると、エネルギーとして利用される石油製品(ガソリン、灯油、軽油、重油等)や様々な石油化学製品が対象になることによって、本研究の対象物質が拡大している。特に、既存研究(van del Voet et al., 2003)では、エネルギーとして利用される石油製品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物質であり、対象物質に含まれるべきものである。また、昨年度と比較すると、主要なプラスチック樹脂以外の様々な石油化学製品が対象になったこと等により、対象物質が大幅に拡大し 2 倍となった。

金属鉱物資源に関わる物質について既存研究(van del Voet et al., 2003)と比較すると、生産額の小さい金属が対象外となったこと、いくつかの金属について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いること、IDEAver2 で計算ができない対象物質が含まれていること等から、対象物質数としては本研究がやや少なくなっている。ただし、金、銀等、本研究で追加した物質もある。また、昨年度と比較すると金属の入れ替えがあるものの対象数としては同数となった。

表 II.4.2.2(1) 対象物質の選定(手順 a~e)

Step (a)		Identified sector		Step (b)		Step (c)	Step (d)		Step (e)
IO sector code	IO sector name		Type of material	Share of inputs to other sectors identified in step (a)	Selected sector	IDEA goods related to sector selected in step (b)	Upper half of IDEA goods in step (c) in terms of production value	Selected sector	Selected IDEA goods
011101	Rice	v	Biomass	5%	v	1	1	v	1
011102	Wheat, barley and the like	v	Biomass	31%	v	5	1	v	1
011201	Potatoes and sweet potatoes	v	Biomass	8%	v	3	2	v	2
011202	Pulses	v	Biomass	23%	v	5	1	v	1
011301	Vegetables	v	Biomass	0%	v	19	15	v	15
011401	Fruits	v	Biomass	0%	v	22	6	v	6
011501	Sugar crops	v	Biomass	2%	v	2	0	v	1
011502	Crops for beverages	v	Biomass	0%	v	1	1	v	1
011603	Flowers and plants	v	Biomass	0%	v	1	1	v	1
011609	Miscellaneous inedible crops	v	Biomass	1%	v	3	1	v	1
012101	Dairy cattle farming	v	Biomass	9%	v	2	2	v	2
012102	Beef cattle	v	Biomass	29%	v	1	1	v	1
012103	Hogs	v	Biomass	1%	v	1	1	v	1
012104	Hen eggs	v	Biomass	4%	v	1	1	v	1
012105	Chickens	v	Biomass	2%	v	1	1	v	1
012109	Miscellaneous livestock	v	Biomass	6%	v	1	1	v	1
015301	Special forest products (including hunting)	v	Biomass	2%	v	7	3	v	3
017101	Marine fishery	v	Biomass	3%	v	24	8	v	8
017102	Marine aquaculture	v	Biomass	5%	v	12	1	v	3
017202	Inland water fishery and aquaculture	v	Biomass	12%	v	2	1	v	1
161101	Timber	v	Biomass	14%	v	5	4	v	4
161102	Plywood, glued laminated timber	v	Biomass	31%	v	5	4	v	4
161909	Miscellaneous wooden products	v	Biomass	4%	v	24	5	v	5
163201	Paper	v	Biomass	6%	v	12	9	v	9
163202	Paperboard	v	Biomass	62%	v	9	5	v	5
062101	Coal mining, crude petroleum and natural gas	v	Fossil fuel	32%	v	5	2	v	2
202902	Compressed gas and liquefied gas	v	Fossil fuel	45%	v	6	5	v	5
204101	Aliphatic intermediates	v	Fossil fuel	58%	v	17	14	v	14
204102	Cyclic intermediates	v	Fossil fuel	50%	v	12	11	v	11
204201	Synthetic rubber	v	Fossil fuel	10%	v	1	1	v	1

表 II.4.2.2(2) 対象物質の選定(手順 a~e)

Step (a)		Step (b)		Step (c)	Step (d)		Step (e)		
IO sector code	IO sector name	Identified sector		Share of inputs to other sectors identified in step (a)	Selected sector	IDEA goods related to sector selected in step (b)	Upper half of IDEA goods in step (c) in terms of production value	Selected sector	Selected IDEA goods
		Type of material							
204901	Methane derivatives	v	Fossil fuel	35%	v	3	2	v	2
204902	Plasticizers	v	Fossil fuel	5%	v	2	1	v	1
204909	Miscellaneous industrial organic chemicals	v	Fossil fuel	27%	v	10	3	v	3
205101	Thermo-setting resins	v	Fossil fuel	5%	v	6	3	v	3
205102	Thermoplastics resins	v	Fossil fuel	4%	v	5	4	v	4
205103	High function resins	v	Fossil fuel	3%	v	3	3	v	3
205109	Miscellaneous synthetic resins	v	Fossil fuel	3%	v	5	5	v	5
206101	Rayon and acetate	v	Fossil fuel	2%	v	3	1	v	1
206102	Synthetic fibers	v	Fossil fuel	6%	v	7	5	v	5
211101	Petroleum refinery products (including greases)	v	Fossil fuel	17%	v	16	13	v	13
212102	Paving materials	v	Fossil fuel	0%	v	1	1	v	1
261103	Crude steel (converters)	v	Metallic minerals	1%	v	1	1	v	1
261104	Crude steel (electric furnaces)	v	Metallic minerals	1%	v	1	1	v	1
271101	Copper	v	Metallic minerals	2%	v	2	2	v	2
271102	Lead and zinc (including regenerated lead)	v	Metallic minerals	11%	v	5	4	v	4
271103	Aluminum (including regenerated aluminum)	v	Metallic minerals	13%	v	4	1	v	1
271109	Miscellaneous non-ferrous metals	v	Metallic minerals	6%	v	8	6	v	6
063101	Gravel and quarrying	v	Non-metallic minerals	40%	v	1	1	v	1
063102	Crushed stones	v	Non-metallic minerals	29%	v	1	1	v	1
202101	Industrial soda chemicals	v	Non-metallic minerals	58%	v	8	2	v	2
202901	Inorganic pigment	v	Non-metallic minerals	7%	v	6	3	v	3
251101	Sheet glass and safety glass	v	Non-metallic minerals	8%	v	7	5	v	5
251102	Glass fiber and glass fiber products, n.e.c.	v	Non-metallic minerals	5%	v	3	3	v	3
251109	Miscellaneous glass products	v	Non-metallic minerals	9%	v	16	4	v	4
252101	Cement	v	Non-metallic minerals	71%	v	3	3	v	3
253101	Pottery, china and earthenware	v	Non-metallic minerals	2%	v	16	6	v	7
259101	Clay refractories	v	Non-metallic minerals	10%	v	7	2	v	2
259109	Miscellaneous structural clay products	v	Non-metallic minerals	6%	v	9	2	v	2
259901	Carbon and graphite products	v	Non-metallic minerals	29%	v	7	4	v	4
259902	Abrasive	v	Non-metallic minerals	7%	v	6	1	v	2

表 II.4.2.2(3) 対象物質の選定(手順 a~e)

Step (a)				Step (b)		Step (c)	Step (d)		Step (e)
IO sector code	IO sector name	Identified sector		Share of inputs to other sectors identified in step (a)	Selected sector	IDEA goods related to sector selected in step (b)	Upper half of IDEA goods in step (c) in terms of production value	Selected sector	Selected IDEA goods
		Type of material							
259909	Miscellaneous ceramic, stone and clay products	v	Non-metallic minerals	28%	v	19	4	v	5
011509	Miscellaneous edible crops	v	Biomass	34%	v	4			
204103	Synthetic dyes and organic pigments	v	Fossil fuel	9%	v	4			
202903	Salt	v	Non-metallic minerals	10%	v	3			
011601	Feed and forage crops	v	Biomass	91%					
011602	Seeds and seedlings	v	Biomass	80%					
015201	Logs	v	Biomass	97%					
113101	Feeds	v	Biomass	81%					
113102	Organic fertilizers, n.e.c.	v	Biomass	69%					
161103	Wooden chips	v	Biomass	93%					
163101	Pulp	v	Biomass	96%					
163301	Corrugated cardboard	v	Biomass	23%					
163302	Coated paper and building (construction) paper	v	Biomass	7%					
201101	Chemical fertilizer	v	Biomass	86%					
203101	Petrochemical basic products	v	Fossil fuel	92%					
203102	Petrochemical aromatic products (except synthetic resin)	v	Fossil fuel	67%					
212101	Coal products	v	Fossil fuel	81%					
061101	Metallic ores	v	Metallic minerals	100%					
261101	Pig iron	v	Metallic minerals	96%					
261102	Ferro alloys	v	Metallic minerals	84%					
063909	Miscellaneous ores	v	Non-metallic minerals	86%					
202909	Miscellaneous industrial inorganic chemicals	v	Non-metallic minerals	27%					
252102	Ready mixed concrete	v	Non-metallic minerals	1%					
252103	Cement products	v	Non-metallic minerals	1%					

注)手順 a で対象外となった産業連関表の部門を除く。

表 II.4.2.2(4) 対象物質の選定(手順 f)

Target material in van del Voet et al.(2013)	Type of material	IDEA code	IDEA goods name	IDEA unit	Statistical data source	Prod. or ship.	Statistical unit
agricultural crops & grass	Biomass	01111000	brown rice	kg	全国統計表	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	01121000	wheat	kg	全国統計表	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	011319000	miscellaneous bean	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	01151000	sweet potato	kg	全国統計表	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	011512000	potato	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	01211000	cucumber, outdoor and facility mixture	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	012112000	watermelon, outdoor and facility mixture	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	012113000	tomato, outdoor and facility mixture	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	012114000	sweet pepper, outdoor and facility mixture	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	012116000	eggplant, outdoor and facility mixture	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	012117000	strawberry, facility	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	012118000	melon, facility	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	01221000	cabbage	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	012212000	spinach	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	012213000	lettuce	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	012215000	onion	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	012219000	miscellaneous vegetable leaves and stems	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	01231000	Japanese radish	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	012312000	carrot	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	012319000	miscellaneous root crop	kg	野菜生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	013100000	shiitake mushroom, cultivated	kg	全国統計表	Production	千万円
agricultural crops & grass	Biomass	013212000	shimeji mushroom, cultivated	kg	全国統計表	Production	千万円
agricultural crops & grass	Biomass	01411000	apple	kg	果樹生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	014112000	Japanese pear	kg	果樹生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	01421000	unshu mandarin	kg	果樹生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	01431000	peach	kg	果樹生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	01491000	Japanese persimmon	kg	果樹生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	014913000	grape	kg	果樹生産出荷統計	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	01611000	flower, outdoor and facility mixture	本	花き生産出荷統計	Shipment	千本
agricultural crops & grass	Biomass	01711000	sugar beet	kg	全国統計表	Production	ton
agricultural crops & grass	Biomass	017113000	beverage crop, tea	kg	作物統計	Production	kg
agricultural crops & grass	Biomass	017219000	miscellaneous non-food crop which are not elsewhere classified	kg	作物統計	Production	kg
animal products	Biomass	01811000	raw milk	kg	生乳生産量累年統計	Production	ton
animal products	Biomass	018119000	miscellaneous dairy product	kg		Production	kg
animal products	Biomass	01821000	hen egg	kg	鶏卵流通累年統計	Production	ton
animal products	Biomass	01831000	beef cattle	kg	枝肉生産量累年統計	Production	ton
animal products	Biomass	018312000	pig	kg	枝肉生産量累年統計	Production	ton
animal products	Biomass	018313000	broiler	kg	食鳥流通累年統計	Shipment	ton
animal products	Biomass	01891000	miscellaneous livestock, for food and for fur	円		Production	円
animal products	Biomass	02221000	special forest product, including hunting industry	円	全国統計表	Production	円
対象外	Biomass	03100000	tuna	kg	海面漁業魚種別漁獲量累年統計	Production	ton
対象外	Biomass	031300000	skipjack	kg	海面漁業魚種別漁獲量累年統計	Production	ton
対象外	Biomass	031400000	salmon and trout	kg	海面漁業魚種別漁獲量累年統計	Production	ton
対象外	Biomass	031500000	sardine	kg	海面漁業魚種別漁獲量累年統計	Production	ton
対象外	Biomass	031600000	horse mackerel	kg	海面漁業魚種別漁獲量累年統計	Production	ton

表 II.4.2.2(5) 対象物質の選定(手順 f)

Target material in van del Voet et al.(2013)	Type of material	IDEA code	IDEA goods name	IDEA unit	Statistical data source	Prod. or ship.	Statistical unit
対象外	Biomass	031800000	snapper	kg	海面漁業魚種別漁獲量累年統計	Production	ton
対象外	Biomass	031900000	miscellaneous fish	kg	海面漁業魚種別漁獲量累年統計	Production	ton
対象外	Biomass	032111000	Japanese scallop	kg	養殖魚種別収穫量累年統計	Production	ton
対象外	Biomass	032112000	oyster	kg	養殖魚種別収穫量累年統計	Production	ton
対象外	Biomass	033111000	nori seaweed	kg	養殖魚種別収穫量累年統計	Production	ton
対象外	Biomass	034100000	shrimp	kg	海面漁業魚種別漁獲量累年統計	Production	ton
対象外	Biomass	035100000	cuttlefish	kg	海面漁業魚種別漁獲量累年統計	Production	ton
wood (board)	Biomass	131111000	boards less than 7.5cm depth of minimum cross section, with more than 4 times width larger than depth	m3	木材需給報告書	Shipment	千m3
wood (massive)	Biomass	131112000	lumpers less than 7.5cm depth of minimum cross section, with less than 4 times width larger than depth	m3	木材需給報告書	Shipment	千m3
wood (massive)	Biomass	131113000	squares 7.5cm or more depth and width	m3	木材需給報告書	Shipment	千m3
wood (massive)	Biomass	131114000	lumber for boxes and packing	m3	木材需給報告書	Shipment	千m3
wood (board)	Biomass	131311000	floor boards	m3		Shipment	百万円
wood (board)	Biomass	132111000	millwork, except fittings	円		Shipment	百万円
wood (board)	Biomass	132211000	common plywood	m3	木材需給報告書	Production	千m3
wood (board)	Biomass	132212000	special plywood	m3	木材需給報告書	Production	千m3
wood (board)	Biomass	132311000	glued laminated timber	m3	木材需給と木材工業の現況	Production	千m3
wood (board)	Biomass	132411000	prefabricated wooden buildings and structural members for housing	m2		Shipment	百万円
wood (board)	Biomass	132511000	particle board	m2	生産動態統計年報	Production	千m2
wood (board)	Biomass	133311000	wooden boxes, except chipping boxes	円		Shipment	百万円
wood (board)	Biomass	139919000	miscellaneous wood, bamboo, rattan and willow products (including painted products)	円		Shipment	百万円
paper	Biomass	152111000	rolls of newsprint	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
paper	Biomass	152112000	non-painted printing paper	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
paper	Biomass	152113000	painted printing paper	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
paper	Biomass	152114000	special printing paper	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
paper	Biomass	152115000	information paper	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
paper	Biomass	152117000	unbleached wrapping paper	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
paper	Biomass	152118000	bleached wrapping paper	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
paper	Biomass	152121000	sanitary paper	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
paper	Biomass	152123000	miscellaneous paper	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
paper	Biomass	152211000	exterior liner board, for corrugated liner board	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
paper	Biomass	152213000	corrugating medium liner board, for corrugated liner board	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
paper	Biomass	152214000	manila paperboard	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
paper	Biomass	152215000	white paperboard	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
paper	Biomass	152219000	miscellaneous paperboard	kg	紙・印刷・プラスチック製品・ゴム製品統計年報	Production	ton
water (decarbonated)	Biomass						
water (demineralised)	Biomass						
対象外	Fossil fuel	052111000	crude oil	L	資源・エネルギー統計年報	Production	L
対象外	Fossil fuel	052112000	natural gas	Nm3	資源・エネルギー統計年報	Production	m3
対象外	Fossil fuel	172311000	oxygen gas (including liquefied oxygen)	Nm3	化学工業統計年報	Production	m3
hydrogen	Fossil fuel	172312000	hydrogen gas	Nm3	化学工業統計年報	Production	m3
対象外	Fossil fuel	172313000	dissolved acetylene	kg	化学工業統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	172315000	nitrogen	Nm3	化学工業統計年報	Production	m3
対象外	Fossil fuel	172319000	miscellaneous compressed gases and liquefied gases	Nm3	工業統計	Shipment	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173211000	synthetic butanol	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173212000	synthetic octanol	kg	化学工業統計年報	Production	ton

表 II.4.2.2(6) 対象物質の選定(手順 f)

Target material in van del Voet et al.(2013)	Type of material	IDEA code	IDEA goods name	IDEA unit	Statistical data source	Prod. or ship.	Statistical unit
organic chemicals	Fossil fuel	173213100	synthetic acetone	kg	化学工業統計年報	Production	ton
organic chemicals	Fossil fuel	173214000	acetic acid (including synthetic acetic acid)	kg	化学工業統計年報	Production	ton
ethylene	Fossil fuel						
ethylene oxide	Fossil fuel	173215000	ethylene oxide	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173216000	ethylene glycol	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173217000	propylene oxide	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173221000	polypropylene glycol	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173223000	ethylene dichloride	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173224000	vinyl chloride monomer	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173225000	acrylonitrile	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173226000	vinyl acetate monomer	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173231000	acetic anhydride	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173239000	miscellaneous aliphatic intermediates	kg	工業統計	Shipment	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173311000	ethyl alcohol, 95% conversion	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173411101	dimethyl terephthalate	kg	工業統計	Shipment	ton
organic chemicals	Fossil fuel	173411103	terephthalic acid	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173412000	styrene monomer	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173413000	tolylenediisocyanate (TDI)	kg	工業統計	Shipment	ton
organic chemicals	Fossil fuel	173414000	caprolactam	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173415000	cyclohexane	kg	化学工業統計年報	Production	ton
organic chemicals	Fossil fuel	173416000	synthetic carboic acid	kg	化学工業統計年報	Production	kg
organic chemicals	Fossil fuel	173417000	aniline	kg	化学工業統計年報	Production	ton
organic chemicals	Fossil fuel	173421000	diphenyl methen diisocyanate(MDI)	kg	化学工業統計年報	Production	ton
organic chemicals	Fossil fuel	173422000	nitrobenzene	kg	化学工業統計年報	Production	ton
organic chemicals	Fossil fuel	173429000	miscellaneous cyclic intermediates	kg	工業統計	Shipment	kg
styrene	Fossil fuel						
formaldehyd	Fossil fuel						
phenol	Fossil fuel						
propylene glycol	Fossil fuel						
paraxylene	Fossil fuel						
vinylchloride	Fossil fuel						
対象外	Fossil fuel	173511000	phenol resin	kg	化学工業統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	173514000	unsaturated polyester resin	kg	化学工業統計年報	Production	ton
PE (high density)	Fossil fuel	173516000	polyethylene	kg	化学工業統計年報	Production	ton
PE (low density)	Fossil fuel						
PS	Fossil fuel	173517000	polystyrene	kg	化学工業統計年報	Production	ton
PP	Fossil fuel	173518000	polypropylene	kg	化学工業統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	173521000	vinyl chloride resin	kg	化学工業統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	173522000	methacrylic resin	kg	化学工業統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	173523000	polyvinyl alcohol	kg	化学工業統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	173524000	polyamide resin	kg	化学工業統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	173525000	fluorocarbon resin	kg	化学工業統計年報	Production	ton
PET (0% rec.)	Fossil fuel	173526000	polyethylene terephthalate	kg	化学工業統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	173527000	epoxy resin	kg	化学工業統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	173531000	polyacetal	kg	化学工業統計年報	Production	ton

表 II.4.2.2(7) 対象物質の選定(手順 f)

Target material in van del Voet et al.(2013)	Type of material	IDEA code	IDEA goods name	IDEA unit	Statistical data source	Prod. or ship.	Statistical unit
PC	Fossil fuel	173532000	polycarbonate	kg	化学工業統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	173539000	miscellaneous plastic	kg	工業統計	Shipment	kg
PVCポリ塩化ビニル	Fossil fuel						
PURポリウレタン	Fossil fuel						
rubber	Fossil fuel	173611000	synthetic rubbers (including synthetic latex)	kg	化学工業統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	173912000	chloro-fluoro-methane and chloro-fluoro-ethane (chloro-fluoro-carbon)	kg	化学工業統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	173919000	miscellaneous methane derivatives	kg	工業統計	Shipment	百万円
対象外	Fossil fuel	173929000	miscellaneous coal-tar products	kg	工業統計	Shipment	kg
対象外	Fossil fuel	173939000	miscellaneous plasticizers	kg	工業統計	Shipment	百万円
対象外	Fossil fuel	173949000	miscellaneous organic chemistry industrial products which are not elsewhere classified	kg	工業統計	Shipment	百万円
対象外	Fossil fuel	174113000	cupra and acetate, long and short fibers	kg	工業統計	Shipment	ton
対象外	Fossil fuel	174211000	nylon long and short fibers	kg	繊維・生活用品統計	Production	ton
対象外	Fossil fuel	174212000	polyester long fiber	kg	繊維・生活用品統計	Production	ton
対象外	Fossil fuel	174213000	polyester short fiber	kg	繊維・生活用品統計	Production	ton
対象外	Fossil fuel	174214000	acrylic long and short fibers	kg	繊維・生活用品統計	Production	ton
対象外	Fossil fuel	174219000	miscellaneous synthetic fibers	円	工業統計	Shipment	ton
対象外	Fossil fuel	181111000	gasoline	L	資源・エネルギー統計年報	Production	kl
対象外	Fossil fuel	181112000	naphtha	L	資源・エネルギー統計年報	Production	kl
対象外	Fossil fuel	181113000	jet fuel oil	L	資源・エネルギー統計年報	Production	kl
対象外	Fossil fuel	181114000	kerosene	L	資源・エネルギー統計年報	Production	kl
対象外	Fossil fuel	181115000	light oil	L	資源・エネルギー統計年報	Production	kl
対象外	Fossil fuel	181116000	heavy fuel oil A	L	資源・エネルギー統計年報	Production	kl
対象外	Fossil fuel	181118000	heavy fuel oil C	L	資源・エネルギー統計年報	Production	kl
対象外	Fossil fuel	181121000	lubricating oil (including grease)	L	資源・エネルギー統計年報	Production	kl
対象外	Fossil fuel	181123000	asphalt	kg	資源・エネルギー統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	181124000	liquefied petroleum gas	kg	資源・エネルギー統計年報	Production	ton
対象外	Fossil fuel	181125000	hydrocarbon oil	L		Production	l
対象外	Fossil fuel	181126000	petroleum gas	Nm3	資源・エネルギー統計年報	Production	kl
対象外	Fossil fuel	182111000	lubricating oil (not depend on petroleum refinery)	L	工業統計	Shipment	kl
対象外	Fossil fuel	184111000	asphalt paving admixture and tar paving admixture (including asphalt block and tar block)	円	工業統計	Shipment	百万円
raw iron	Metallic minerals	231115201	crude steel, Linz-Donawitz converter process	kg	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報/資源統計年報	Production	ton
cast iron	Metallic minerals	231115202	crude steel, electric furnace converter process	kg	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報/資源統計年報	Production	ton
steel (light alloyed)	Metallic minerals						
steel (not alloyed)	Metallic minerals						
steel (high alloyed)	Metallic minerals						
electro steel	Metallic minerals						
blow steel	Metallic minerals						
対象外	Metallic minerals	241111000	blister copper	kg	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報/資源統計年報	Production	ton
copper	Metallic minerals	241112000	electrolytic copper, allocation standard is pure amount mass	kg	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報/資源統計年報	Production	ton
zinc	Metallic minerals	241211000	zinc ingot, allocation standard is market price	kg	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報/資源統計年報	Production	ton
lead soft	Metallic minerals	241911000	primary lead metal, allocation standard is market price	kg	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報/資源統計年報	Production	ton
lead hard	Metallic minerals						
対象外	Metallic minerals	241912000	gold, from ore	kg	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報/資源統計年報	Production	g
対象外	Metallic minerals	241913301	silver, electrolysis, allocation standard is pure amount mass	kg	鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報/資源統計年報	Production	kg
対象外	Metallic minerals	241929000	miscellaneous non-ferrous metals by primary smelting and refining	円	工業統計	Shipment	百万円

表 II.4.2.2(8) 対象物質の選定(手順 f)

Target material in van del Voet et al.(2013)	Type of material	IDEA code	IDEA goods name	IDEA unit	Statistical data source	Prod. or ship.	Statistical unit
aluminium 0% rec.	Metallic minerals						
chromium	Metallic minerals						
manganese	Metallic minerals						
nickel	Metallic minerals						
palladium	Metallic minerals						
platinum	Metallic minerals						
rhodium	Metallic minerals						
対象外	Metallic minerals	242112000	solder and antifriction alloys	円	工業統計	Shipment	百万円
対象外	Metallic minerals	242211000	regenerated zinc and zinc alloys	kg	工業統計	Shipment	ton
aluminium 100% rec.	Metallic minerals	242311000	regenerated aluminium and aluminium alloys	kg	工業統計	Shipment	ton
対象外	Metallic minerals	242911000	regenerated gold and gold alloys	kg	工業統計	Shipment	g
対象外	Metallic minerals	242913000	regenerated copper and copper alloys	kg	工業統計	Shipment	ton
対象外	Metallic minerals	242919000	miscellaneous regenerated non-ferrous secondary metals and non-ferrous alloys	円	工業統計	Shipment	百万円
sand (for construction)	Non-metallic minerals	054111000	quarried stone, sand, gravel and cobble-stone	kg	骨材需給表	Shipment	kg
NaOH	Non-metallic minerals	172111000	sodium hydroxide, 97%	kg	化学工業統計年報	Production	kg
対象外	Non-metallic minerals	172119000	miscellaneous soda industrial products	kg	工業統計	Shipment	円
対象外	Non-metallic minerals	172212000	titanium oxide	kg	化学工業統計年報	Production	kg
対象外	Non-metallic minerals	172215000	carbon black	kg	化学工業統計年報	Production	kg
対象外	Non-metallic minerals	172219000	miscellaneous inorganic pigments	kg	工業統計	Shipment	円
glass (coated) (not coated)	Non-metallic minerals	221111000	sheet glass	2mm換算箱	工業統計	Shipment	2mm換算箱
glass (coated) (not coated)	Non-metallic minerals	221113000	polished plate glass	2mm換算箱	窯業建材統計年報	Production	2mm換算箱
glass (coated) (not coated)	Non-metallic minerals	221211000	laminated glass	m2	窯業建材統計年報	Production	m2
glass (coated) (not coated)	Non-metallic minerals	221212000	reinforced glass	m2	窯業建材統計年報	Production	m2
glass (coated) (not coated)	Non-metallic minerals	221219000	miscellaneous flat glass	m2	窯業建材統計年報	Production	m2
glass (coated) (not coated)	Non-metallic minerals	221311000	optical glass materials (including ones for glasses)	kg	窯業建材統計年報	Production	kg
glass (coated) (not coated)	Non-metallic minerals	221319000	miscellaneous glass processing materials	円	工業統計	Shipment	円
glass (coated) (not coated)	Non-metallic minerals	221411000	glass containers for drinks	kg	窯業建材統計年報	Production	kg
glass (coated) (not coated)	Non-metallic minerals	221711000	glass fiber (tow) and its products	kg	窯業建材統計年報	Production	kg
glass (coated) (not coated)	Non-metallic minerals	221712000	glass fiber (line) and its products	kg	窯業建材統計年報	Production	kg
glass (coated) (not coated)	Non-metallic minerals	221713000	optical fiber strands	円	工業統計	Shipment	円
glass (coated) (not coated)	Non-metallic minerals	221919000	miscellaneous glass and its products which are not elsewhere classified	円	工業統計	Shipment	円
cement	Non-metallic minerals	222111000	portland cement	kg	窯業建材統計年報	Production	kg
対象外	Non-metallic minerals	222112000	cement clinker	kg	窯業建材統計年報	Production	kg
cement	Non-metallic minerals	222119000	miscellaneous hydraulic cement	kg	工業統計	Shipment	円
対象外	Non-metallic minerals	223112000	glazed and salt-grazed roofing tile	個	全陶連	Shipment	個
ceramic	Non-metallic minerals	224111000	sanitary pottery	円	工業統計	Shipment	円
ceramic	Non-metallic minerals	224211000	Japanese-style ceramic tableware	kg	窯業建材統計年報	Production	kg
ceramic	Non-metallic minerals	224411000	insulators and insulating tubes	kg	窯業建材統計年報	Production	kg
ceramic	Non-metallic minerals	224413000	fine ceramic IC boards and fine ceramic IC packages (sintered and unmachined)	個	窯業建材統計年報	Production	個
ceramic	Non-metallic minerals	224419000	miscellaneous pottery for electricity	円	工業統計	Shipment	円
ceramic	Non-metallic minerals	224511000	scientific and industrial ceramic products, except industrial fine ceramics	円	工業統計	Shipment	円
ceramic	Non-metallic minerals	224512000	scientific and industrial fine ceramics (sintered and unmachined)	円	工業統計	Shipment	円
対象外	Non-metallic minerals	225119000	miscellaneous fire bricks	kg	窯業建材統計年報	Production	kg
対象外	Non-metallic minerals	225219000	miscellaneous unshaped refractories	kg	窯業建材統計年報	Production	kg
対象外	Non-metallic minerals	226111000	artificial graphite electrodes	kg	窯業建材統計年報	Production	kg

表 II.4.2.2(9) 対象物質の選定(手順 f)

Target material in van del Voet et al.(2013)	Type of material	IDEA code	IDEA goods name	IDEA unit	Statistical data source	Prod. or ship.	Statistical unit
対象外	Non-metallic minerals	226211000	carbon fiber	kg	窯業建材統計年報	Production	kg
対象外	Non-metallic minerals	226913000	special carbon products	kg	窯業建材統計年報	Production	kg
対象外	Non-metallic minerals	226919000	miscellaneous carbon and graphite products which are not elsewhere classified	円	工業統計	Shipment	円
対象外	Non-metallic minerals	227111000	natural abrasive grains and artificial abrasives	円	工業統計	Shipment	円
対象外	Non-metallic minerals	227919000	miscellaneous abrasive products	円	工業統計	Shipment	円
gravel (for concrete)	Non-metallic minerals	228111000	crushed stones	円	骨材需給表	Production	kg
	Non-metallic minerals	228311000	cut-stones and stoneware products	円	工業統計	Shipment	円
	Non-metallic minerals	228511000	minerals and stones crushed or otherwise treated	円	工業統計	Shipment	円
	Non-metallic minerals	229411000	rock wool, slag wool and its products	kg	工業統計	Shipment	kg
gypsum	Non-metallic minerals	229612000	gypsum board and its products	m2	窯業建材統計年報	Production	m2
CaO	Non-metallic minerals	229711000	raw lime	kg	化学工業統計年報	Production	kg
gypsum (raw stone)	Non-metallic minerals	229919000	miscellaneous ceramic, stone and clay products which are not elsewhere classified	円	工業統計	Shipment	円
clay and loam	Non-metallic minerals						
concrete	Non-metallic minerals						
limestone, dolomite	Non-metallic minerals						
rockwool	Non-metallic minerals						
NaCl	Non-metallic minerals						
chlorine	Non-metallic minerals						
HNO3	Non-metallic minerals						
H3PO4	Non-metallic minerals						
HF	Non-metallic minerals						
H2SO4	Non-metallic minerals						
NH3	Non-metallic minerals						
Al2O3	Non-metallic minerals						
FeSO4	Non-metallic minerals						
sulphur	Non-metallic minerals						
HCl	Non-metallic minerals						
Ca(OH)2	Non-metallic minerals						
barite	Non-metallic minerals						
bentonite	Non-metallic minerals						
zeolite	Non-metallic minerals						
refrigerants	Non-metallic minerals						
anorganic chemicals	Non-metallic minerals						
phosphate rock	Non-metallic minerals						
K - salts	Non-metallic minerals						
kieserite	Non-metallic minerals						
NH3NO3	Non-metallic minerals						
K2SO4	Non-metallic minerals						
(NH4)2SO4	Non-metallic minerals						
Ca(NO3)2	Non-metallic minerals						
K(NO3)2	Non-metallic minerals						
CaNO3NH3 (CAN)	Non-metallic minerals						
urea	Non-metallic minerals						
urea - NH3NO3 (UAN)	Non-metallic minerals						
superphosphate	Non-metallic minerals						
tripelsuperphosphate	Non-metallic minerals						

表 II.4.2.2(10) 対象物質の選定(手順 f)

Target material in van del Voet et al.(2013)	Type of material	IDEA code	IDEA goods name	IDEA unit	Statistical data source	Prod. or ship.	Statistical unit
PK - fertiliser	Non-metallic minerals						
ammonium phosphates	Non-metallic minerals						
NPK - fertiliser (2 vars)	Non-metallic minerals						
pesticides (Dutch profile)	Non-metallic minerals						
soda	Non-metallic minerals						

表 II.4.2.2(11) 対象物質の選定結果

	既存研究における対象物質数	本研究における対象資源・物質数(昨年度)	本研究における対象資源・物質数(本年度)
生物	5	46	79
化石	9	37	74
金属鉱物	19	15	15
非金属鉱物	58	22	44
合計	91	120	212

非金属鉱物資源に関わる物質について既存研究(van del Voet et al., 2003)と比較すると、glass (coated) (not coated)や ceramic が細分化され、新たな物質が対象となる一方、生産額が小さいことから多くの化学物質が対象外となり、本研究の対象物質が少なくなっている。なお、既存研究(van del Voet et al., 2003)において、「砂」「砂利・碎石」「セメント」「コンクリート」がいずれも対象となっていたが、前者3つは「コンクリート」の原材料であることから、環境影響が重複計上されていたと考えられる。また、生産額が小さいために対象から外れた化学物質には環境影響の大きなものが含まれている可能性があり、引き続き検討を行っていく必要がある。本研究では、「生コンクリート」や「セメント製品」を対象外としている(表 II.4.2.2(3)参照)。また、昨年度と比較すると、建設用以外の非金属鉱物が対象となったことで対象物質は拡大した。

以上、本年度は対象物質の選定方法を見直し、また、昨年度対象外としていた建設用以外の非金属鉱物に加え、対象物質選定の論理性・網羅性を向上させた。その結果、対象物質の総数は大幅に増加したが、昨年度対象としていた一部の物質が対象から外れた。上述した手順 d、e は対象物質数をデータの収集が実施可能な 200 程度にするためのものであり、統計データの整備が進めば対象物質数を拡張することは可能である。

### (3) 対象物質 1 単位あたりの環境影響の試算

5.2(2)において選定した物質について、IDEAver2 および LIME 特性化係数を用いて 1 単位あたりの環境影響を試算した。なお、本年度は、5.2(1)で述べたように対象物質の上流側・下流側双方の環境影響の試算を行っている。

生物資源に関わる対象物質 1 単位あたりの環境影響を推計した結果を図 II.4.2.3(1)～図 II.4.2.3(3)、環境影響の内訳を図 II.4.2.3(4)～図 II.4.2.3(5)に示す。農業・畜産・漁業製品では(図 II.4.2.3(1))、全体的な傾向として、畜産、農業のうち穀物・果物類の値が大きく、次いで漁業、野菜類が続く傾向が見られる。個別にみると、「肉用牛」、「非食用耕種作物」、「その他豆類」、「かき(果物)」「玄米」、「小麦」「ぶどう」「その他の酪農生産物」「しいたけ(人工栽培)」の環境影響が大きい。漁業では、「まぐろ類」「たい類」「えび類」などが大きい。野菜類は、他と比較して小さい値を示している。木材製品では(図 II.4.2.3(2))、単位が異なるものが混在しているため単純な比較はできないが、立法メートル単位あたりの環境影響では、「普通合板」と製材類が大きい値を示している。「集成材」や「特殊合板」の方が製材類よりも加工度が高いが、木材の消費量が少ないため、土地利用、資源消費の領域で環境影響が小さくなり、製材類よりも小さな環境影響となっている。一方、エネルギー消費は増えるため、地球温暖化の環境影響は大きくなっている。紙製品では(図 II.4.2.3(3))、紙類の環境影響が大きく、板紙類の環境影響が小さい。また、環境影響の内訳を見ると(図 II.4.2.3(4))、農業・畜産製品と漁業製品では、大きな割合を示す影響領域の特徴が大きく異なっている。農業・畜産製品は、全体的に土地利用、地球温暖化、都市域大気汚染、中でも土地利用の環境影響が大きいのに対して、漁業製品については、船舶

に関わるエネルギー消費などの影響が、地球温暖化、都市域大気汚染の環境影響が大きい。木材製品では(図 II.4.2.3(5))、土地利用と資源消費で環境影響の大半を占め、紙製品では(図 II.4.2.3(6))、土地利用、地球温暖化、資源消費、都市域大気汚染の環境影響が大きな割合を占めている。木材製品よりも紙製品の方が加工度が高くエネルギーを消費するため、大気汚染物質を排出するためである。

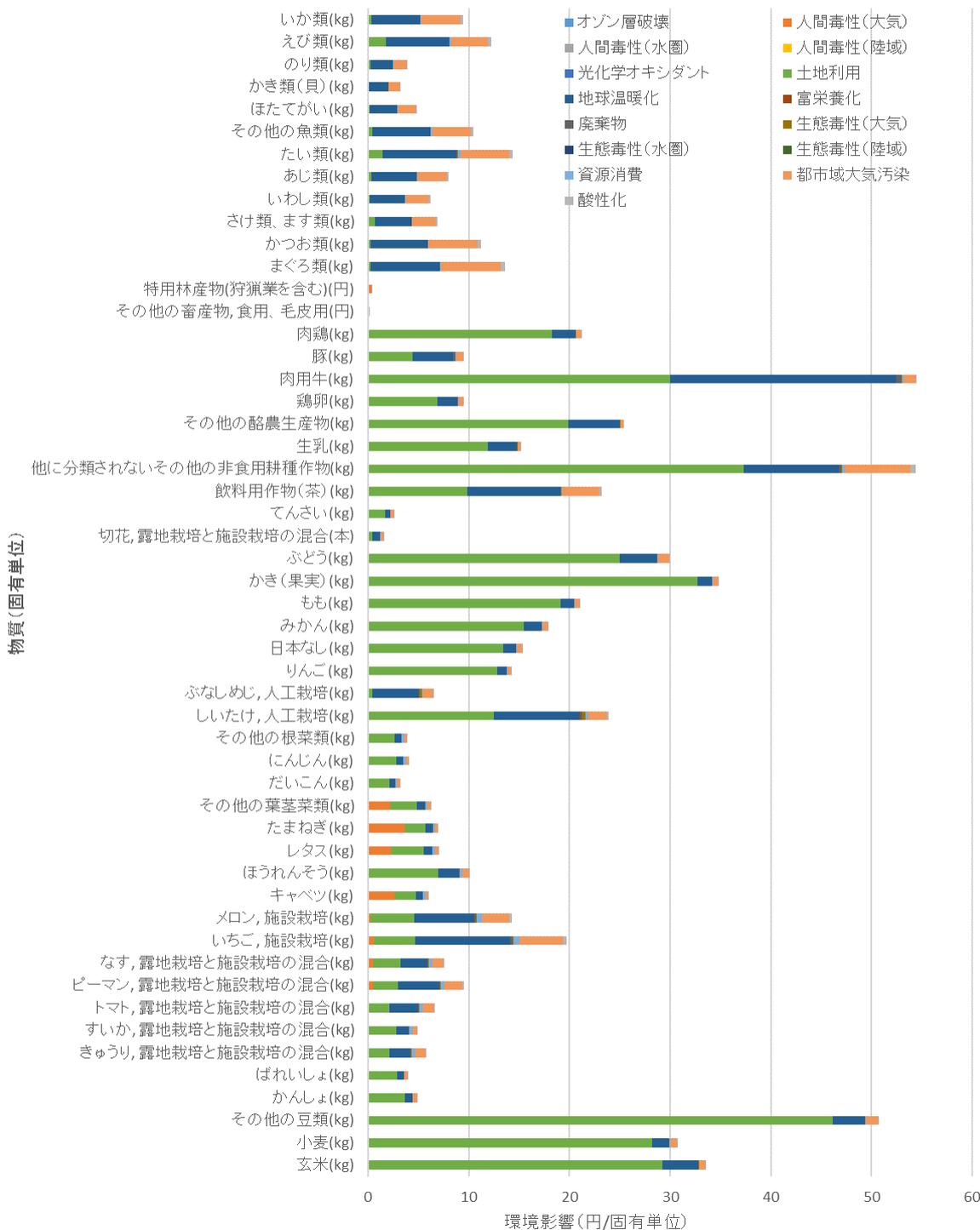


図 II.4.2.3(1) 対象物質 1 単位あたりの環境影響(生物資源／農業・畜産・漁業製品)

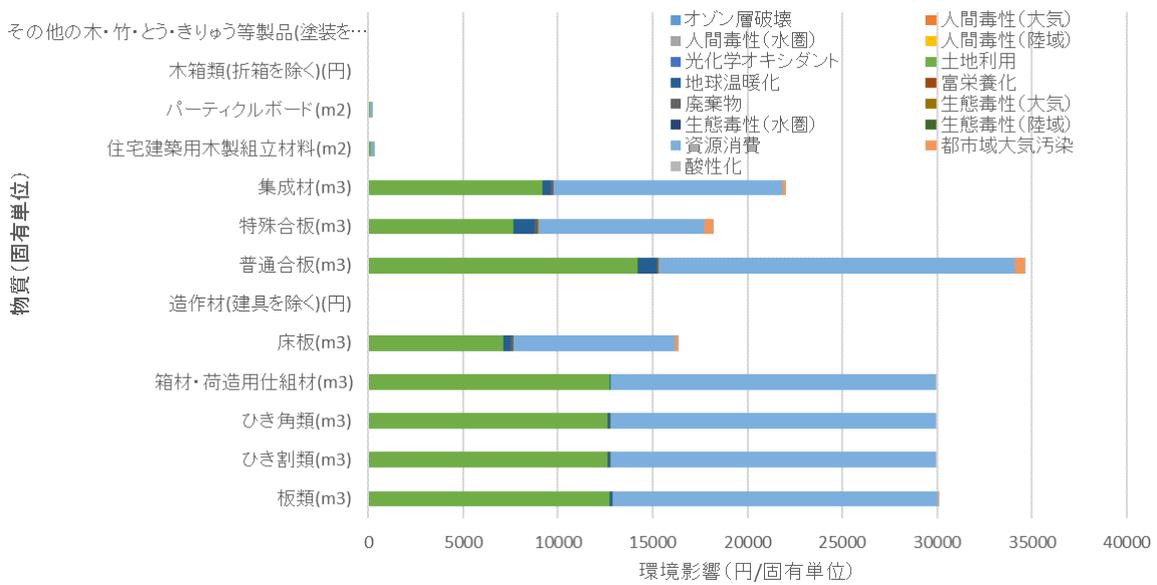


図 II.4.2.3(2) 対象物質 1 単位あたりの環境影響(生物資源/木材製品)

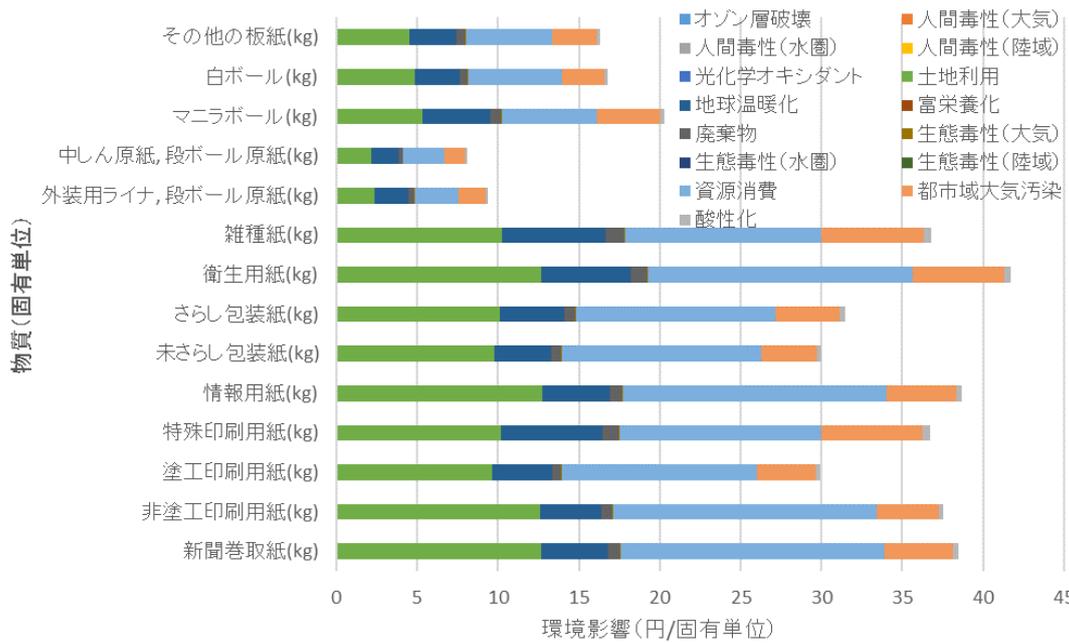


図 II.4.2.3(3) 対象物質 1 単位あたりの環境影響(生物資源/紙製品)

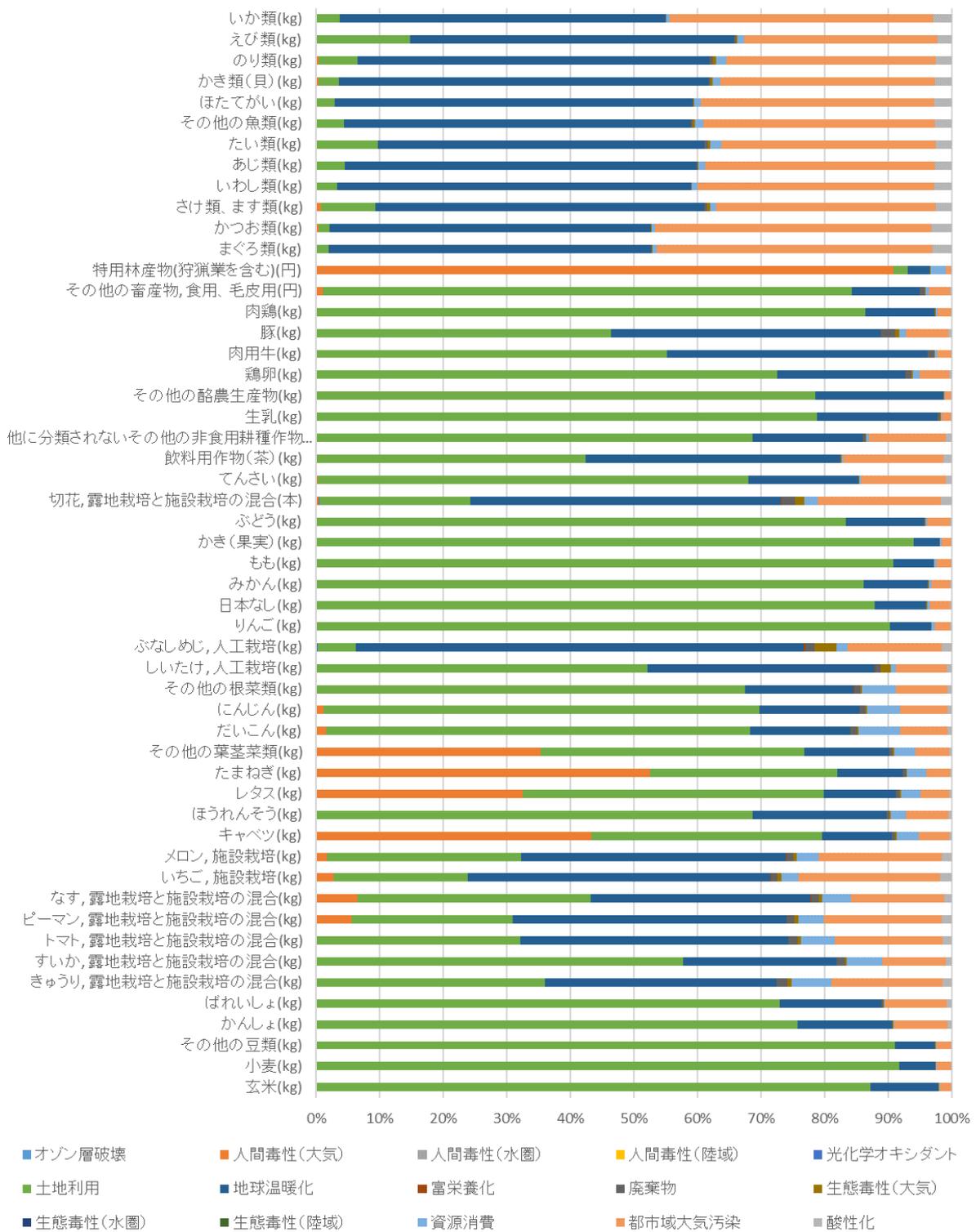


図 II.4.2.3(4) 対象物質 1 単位あたりの環境影響の内訳(生物資源／農業・畜産・漁業製品)

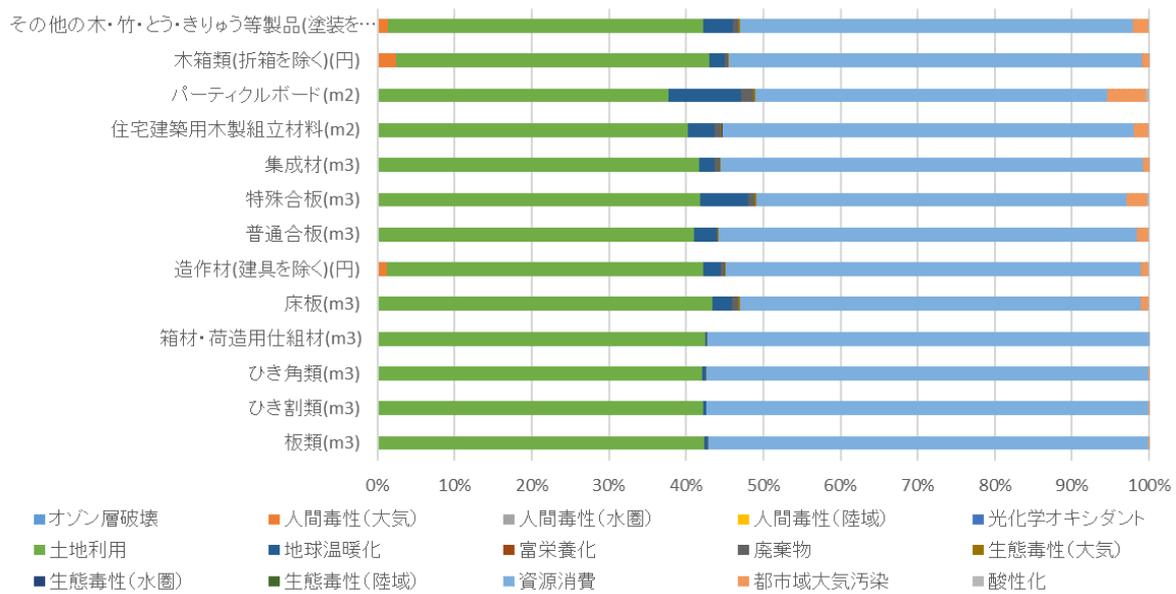


図 II.4.2.3(5) 対象物質 1 単位あたりの環境影響の内訳(生物資源/木材製品)

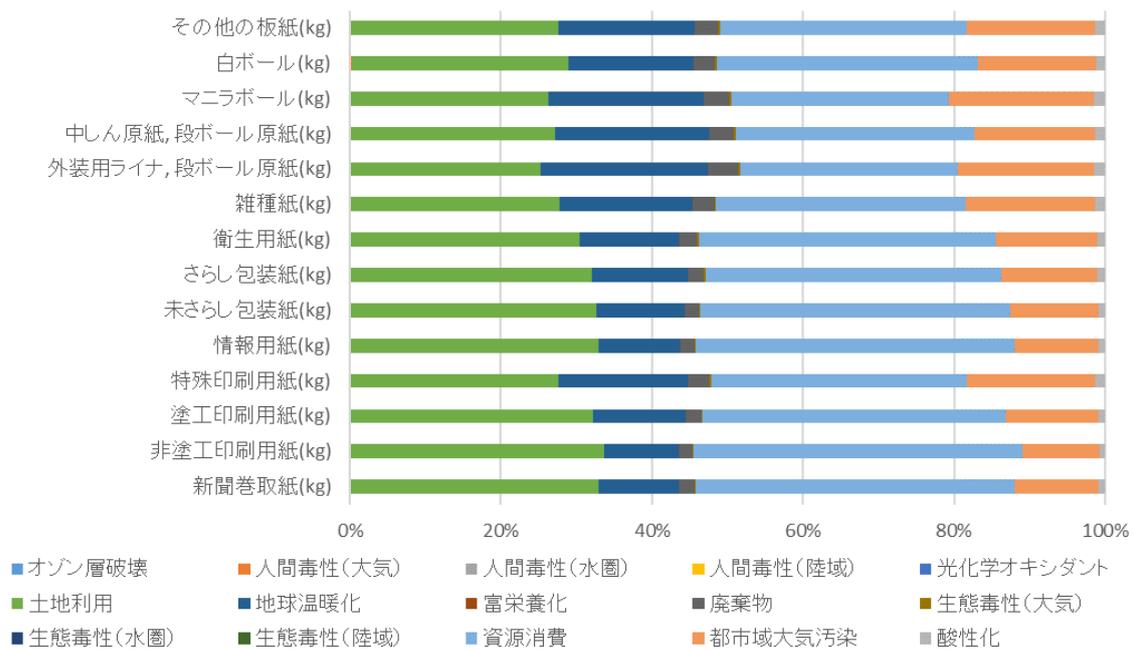
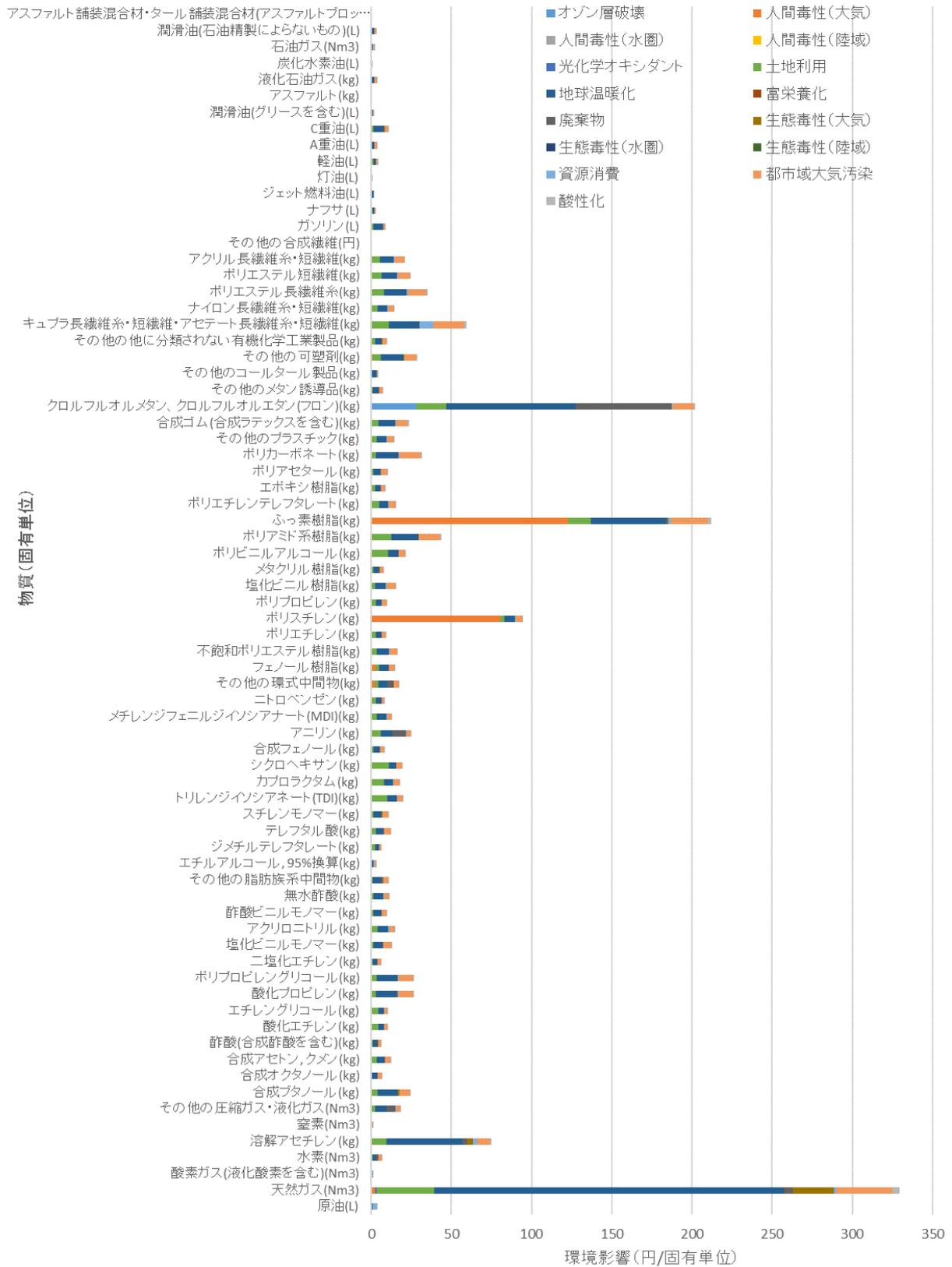


図 II.4.2.3(6) 対象物質 1 単位あたりの環境影響の内訳(生物資源/紙製品)

化石資源に関わる対象物質 1 単位あたりの環境影響を試算した結果を図 II.4.2.3(7)、環境影響の内訳を図 II.4.2.3(8)に示す。1kg あたりで比較できる物質について見ると(図 II.4.2.3(7))、「クロルフルオルメタン、クロルフルオルエタン(フロン)」「ふっ素樹脂」「ポリスチレン」「溶解アセチレン」「キュプラ長繊維糸・短繊維・アセテート長繊維糸・短繊維」や「ポリアミド系樹脂」が大きい。単位は異なるものの石油製品「ガソリン」「ナフサ」「ジェット燃料」「灯油」「軽油」「重油」などは、一般的な比重を想定した場合、全体と比較して小さい値となっている。一方、「天然ガス」は顕著に大きな値を示しており、検証が必要である。以上、一部の製品を除けば、単位あたり環境影響の大きさは、おおよそ、繊維類、プラスチック類、石油化学製品、石油製品類(一般的な比重を想定した場合)の順となる。また、環境影響の内訳を見ると(図 II.4.2.3(8))、全体的に地球温暖化、土地利用、都市域大気汚染の影響が大きい。特徴的な内訳を見せる物質として、「ふっ素樹脂」「ポリスチレン」「フェノール樹脂」など一部の樹脂製品については、「人間毒性 (大気)」の割合が大きく、「クロルフルオルメタン、クロルフルオルエタン(フロン)」については、オゾン層破壊の割合も大きいことが確認できる。



図II.4.2.3(7) 対象物質1単位あたりの環境影響(化石資源)

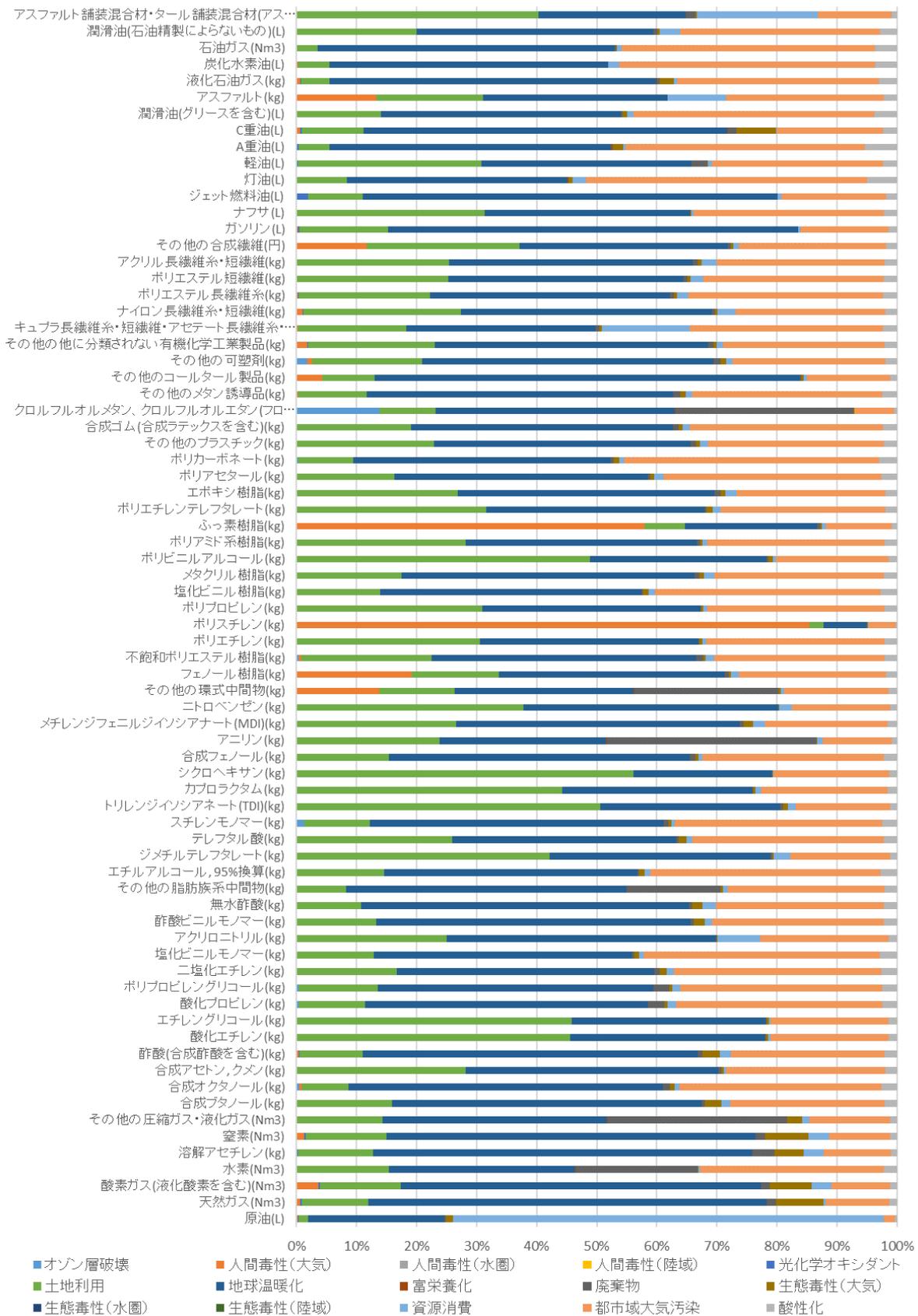


図 II.4.2.3(8) 対象物質 1 単位あたりの環境影響の内訳(化石資源)

金属鉱物資源に関わる対象物質 1 単位あたりの環境影響を推計した結果を図 II.4.2.3(9)、環境影響の内訳を図 II.4.2.3(10)に示す。重量単位で見ると(図 II.4.2.3(9))、「金地金」「金再生地金」が圧倒的に大きく、それに「銀」が続いている。次いで、「電気銅」、「粗銅」となるが、物質間の差が他の分野と比較しても顕著に大きい。また、環境影響の内訳を見ると(図 II.4.2.3(10))、特に土地利用、地球温暖化、都市域大気汚染が大きな割合を占め、次いで廃棄物、生態毒性(大気)、生態毒性(水圏)の割合が大きい傾向にある物質が多いが、「金地金」「銀」については、資源消費がその影響のほとんどを占めている。また、「電気銅」「粗銅」については、他と比較して生態毒性(水圏)と生態毒性(大気)の割合が大きい。なお、粗銅において資源消費の影響が見られないが、これは IDEAver2 における誤りであり、翌年度改善する。

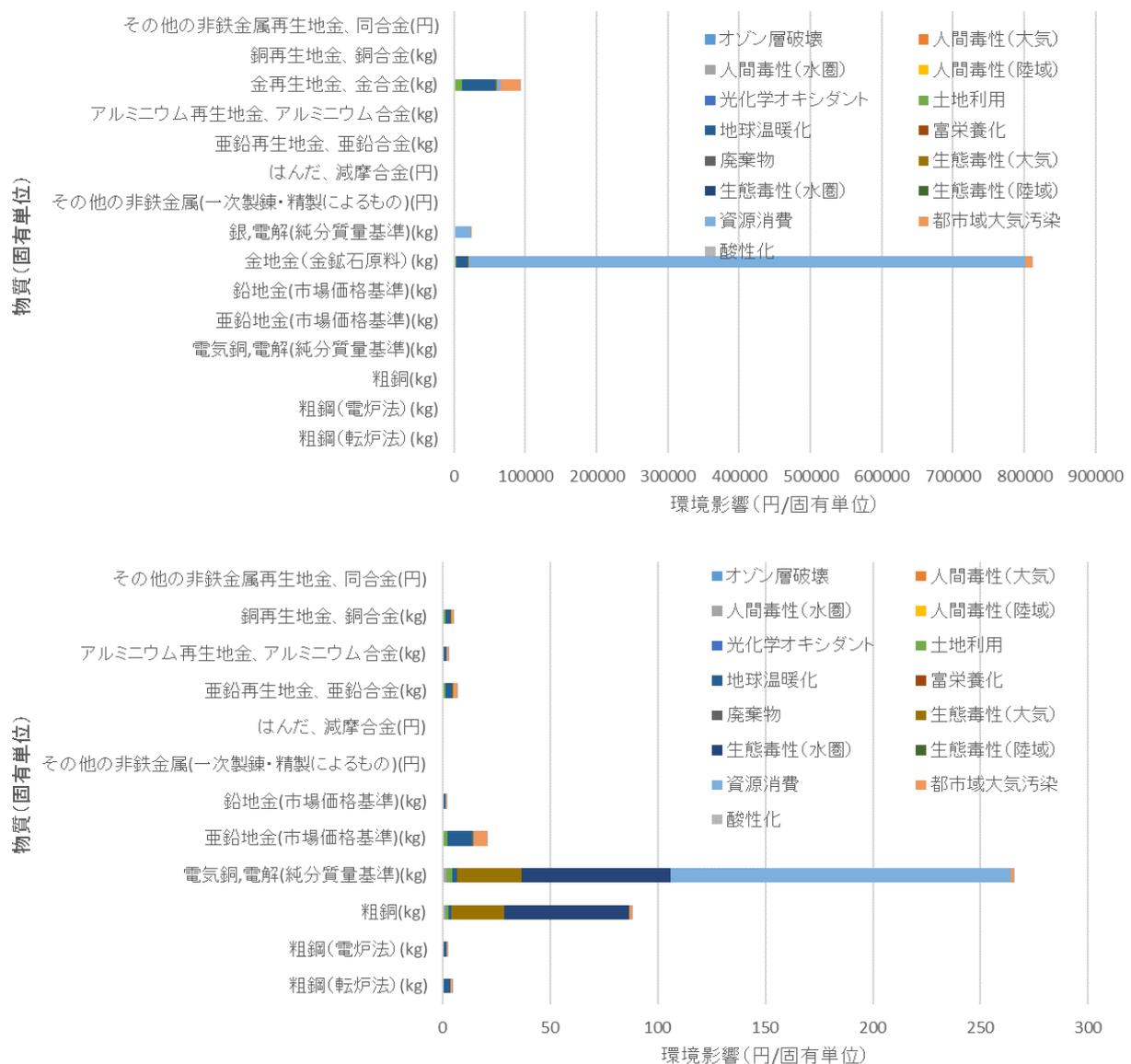


図 II.4.2.3(9) 対象物質 1 単位あたりの環境影響(金属鉱物資源)

注：上図は、金属鉱物資源に関わる対象物質すべて、下図は、金地金・銀・金再生地金を除いて表示したもの。

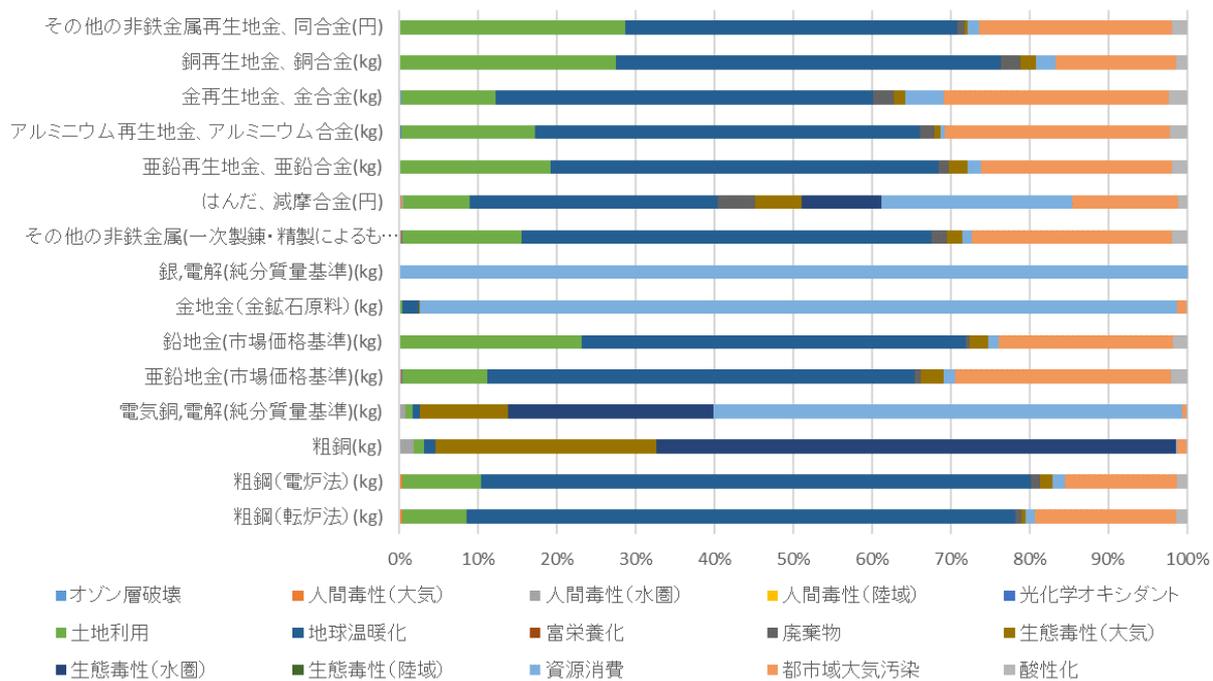
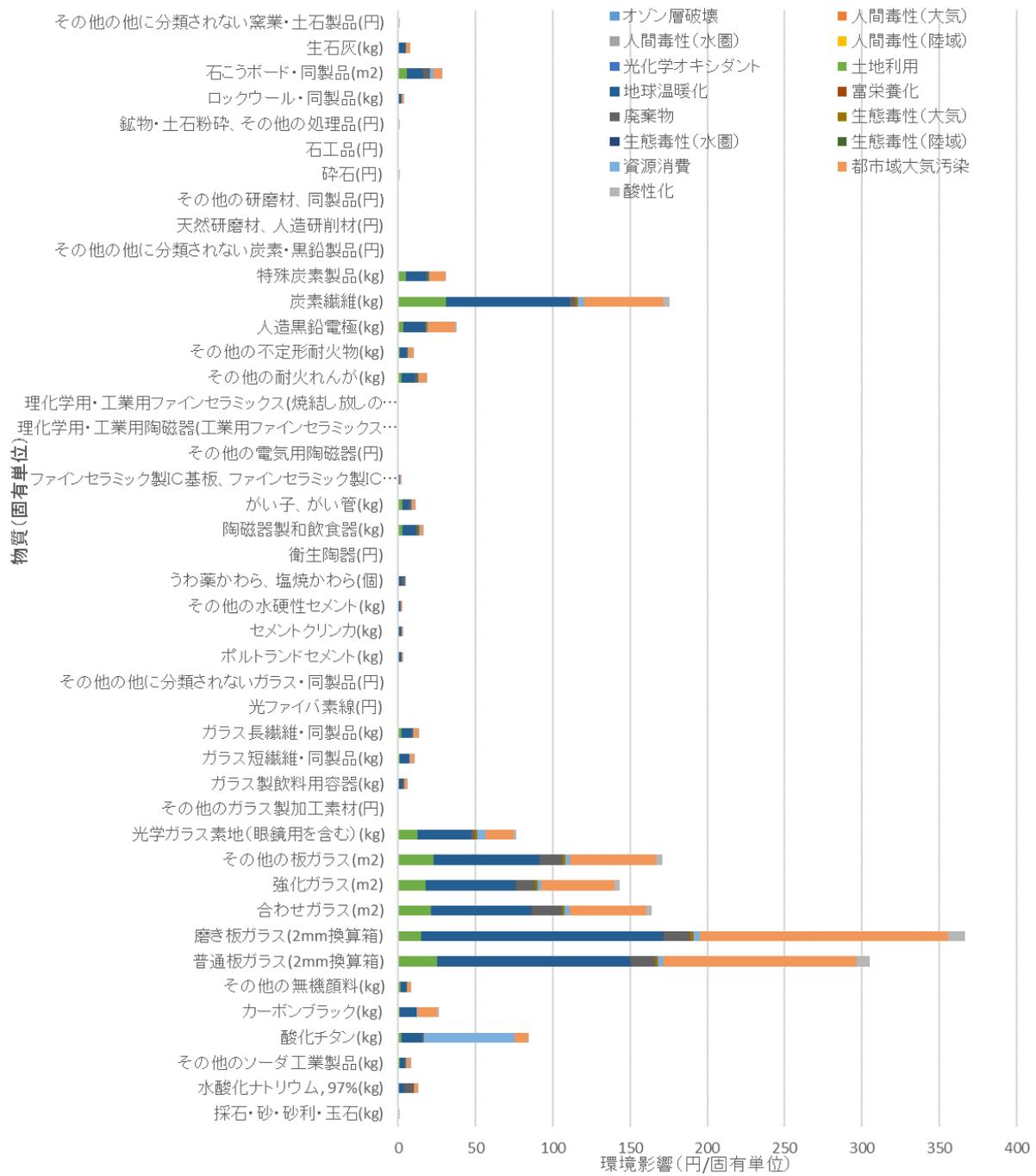
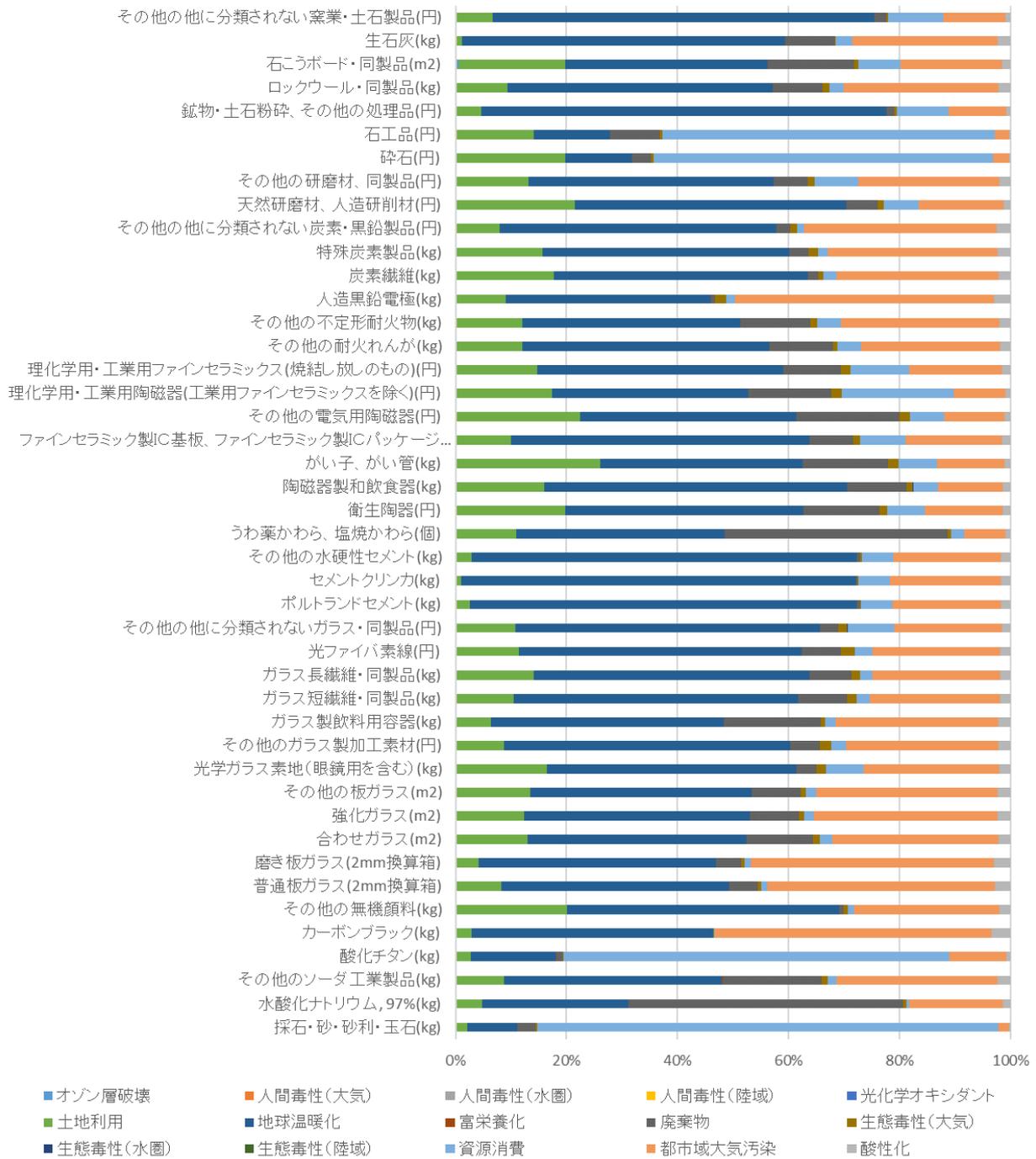


図 II.4.2.3(10) 対象物質 1 単位あたりの環境影響の内訳(金属鉱物資源)

非金属鉱物資源に関わる対象物質 1 単位あたりの環境影響を試算した結果を図 II.4.2.3(11)、環境影響の内訳を図 II.4.2.3(12)に示す。単位が異なるものが混在するため直接比較はできないが、1kg あたりの環境影響で見ると(図 II.4.2.3(11))、「炭素繊維」が大きく、ついで「酸化チタン」「人造黒鉛電極」「特殊炭素製品」「石こうボード・同製品」「カーボンブラック」が大きい。また、ガラス繊維関係も比較的大きな値を示している。また、環境影響の内訳を見ると(図 II.4.2.3(12))、全体的に地球温暖化、都市域大気汚染、土地利用、廃棄物、資源消費、の影響が大きくなっており、ガラス製品や窯業・土石製品については、他と比較して廃棄物の影響が大きくなっている。「採石・砂・砂利・玉石」「酸化チタン」「砕石」「石工品」などは資源消費の割合が大きい。



図II.4.2.3(11) 対象物質 1 単位あたりの環境影響(非金属鉱物資源)



図II.4.2.3(12) 対象物質1単位あたりの環境影響の内訳(非金属鉱物資源)

### 4.3 日本の物質利用データの整備

5.2.2 で選定した対象物質について、表 II.4.2.2(4)～表 II.4.2.2(10)に整理した統計データソースをもとに、1990-2010年の生産量または出荷量のデータを整備した。昨年度は2010年のみのデータを整備したが、対象物質、対象年ともに拡大してデータを整備した。なお、ある年の上流側の環境影響を評価する上では生産量、下流側の環境影響を評価する上では出荷量が適当であるが、ここでは両者はほぼ同じと仮定し、生産量のデータを優先的に整備した。生産量のデータが得られない場合に、出荷量のデータを整備した。

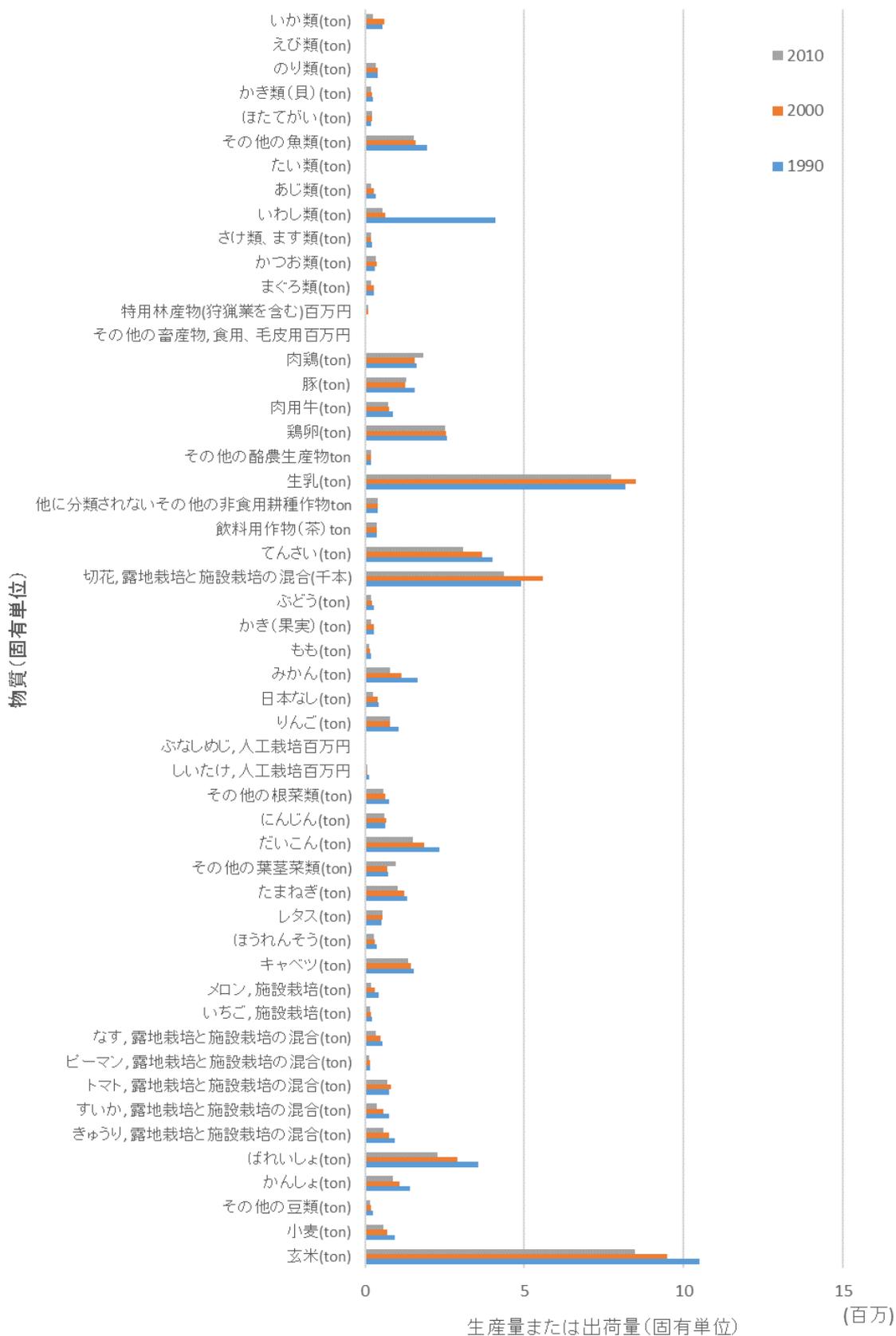
生物資源に関わる対象物質の統計データを図 II.4.3(1)～図 II.4.3(3)に示す。おおよそ時系列でデータを整備できたが、「ぶなしめじ、人工栽培」「飲料用作物(茶)」「他に分類されないその他の非食用耕種作物」「その他の酪農生産物」「鶏卵」「肉用牛」「肉鶏」「その他の畜産物、食用、毛皮用」「板類」「ひき割類」「ひき角類」「箱材・荷造用仕組材」「普通合板」「特殊合板」などにおいて、一部期間のデータが確認できなかった。また、農業・畜産・漁業製品の生産量・出荷量では(図 II.4.3(1))、「玄米」「生乳」等が突出して多く、次いで、「てんさい」「ばれいしょ」、続いて「鶏卵」「肉鶏」「豚」「肉用牛」が多くなっている。紙製品では(図 II.4.3(2))、「ダンボール原紙」類、「塗工印刷用紙」類、「新聞巻取紙」が多く、木材製品では(図 II.4.3(3))、「住宅建築用木製組立材料」「造作材」「床板」「木箱」が多い。

化石資源に関わる対象物質の統計データを図 II.4.3(4)に示す。ほぼ時系列でデータを整備できたが、一部期間のデータが欠損している物質も存在した(例えば、「ジメチルテレフタレート」「ジフェニルメタンジイソシアナート(MDI)」「キュプラ長繊維糸・短繊維・アセテート長繊維糸・短繊維」「炭化水素油」「潤滑油(石油精製によらないもの)」。また、ガス関係の生産量・出荷量では、「酸素ガス」や「窒素」、有機化学製品関係の生産量・出荷量では、「二塩化エチレン」「スチレンモノマー」、プラスチック関係の生産量・出荷量では「ポリエチレン」「ポリプロピレン」「ポリ塩化ビニル」「ポリスチレン」、石油製品関係の生産・出荷量では「ガソリン」「軽油」「C重油」「アスファルト」「液化石油ガス」等が多くなっている。

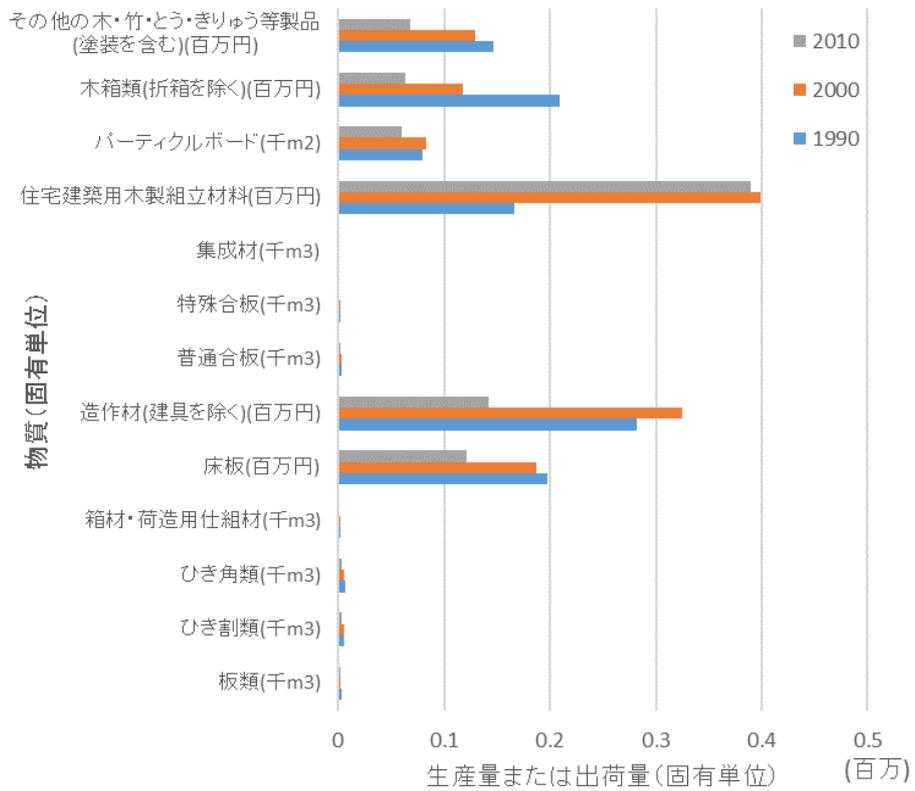
金属鉱物資源に関わる対象物質の統計データを図 II.4.3(5)に示す。おおよそ時系列でデータを整備できたが、「はんだ、減摩合金」「亜鉛再生地金、亜鉛合金」「アルミニウム再生地金、アルミニウム合金」「金再生地金、金合金」「銅再生地金、銅合金」「その他の非鉄金属再生地金、同合金」など工業統計に記載があるデータについては、一部期間のデータが確認できなかった。また、生産量・出荷量では「粗鋼(転炉法)」「粗鋼(電炉法)」が圧倒的に大きく、次いで「粗銅」「アルミニウム再生地金」となっている。

非金属鉱物資源に関わる対象物質の統計データを図 II.4.3(6)に示す。ほぼ時系列でデータを整備できたが、唯一「普通板ガラス」のみが一部期間のデータが確認できなかった。また、生産量・出荷量では、「採石、砂・砂利・玉石」のが圧倒的に大きく、次いで「碎石」が多くなっている。ガラス関係の生産量・出荷量では、「強化ガラス」大きい値を示している。また、各製品分野のうち「その他の〇〇製品」となる項目がどの分野においても大きい値を示す傾向にある。

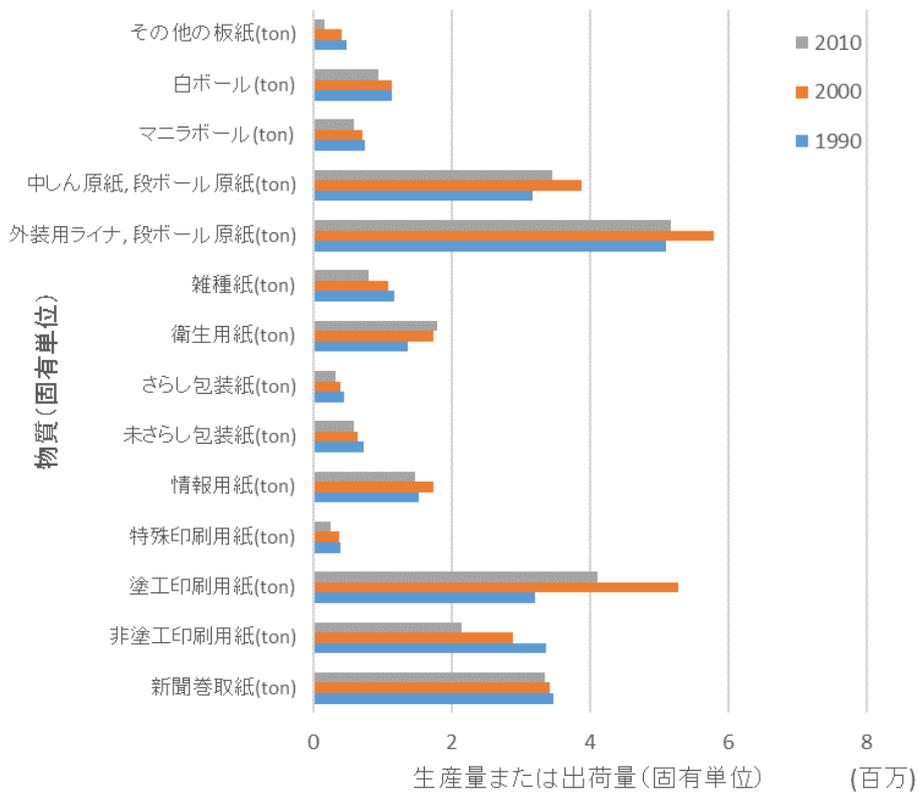
今後、欠損データの整備を進めるとともに、データ期間の拡張(2010年以降のデータの追加)を引き続き行っていく。



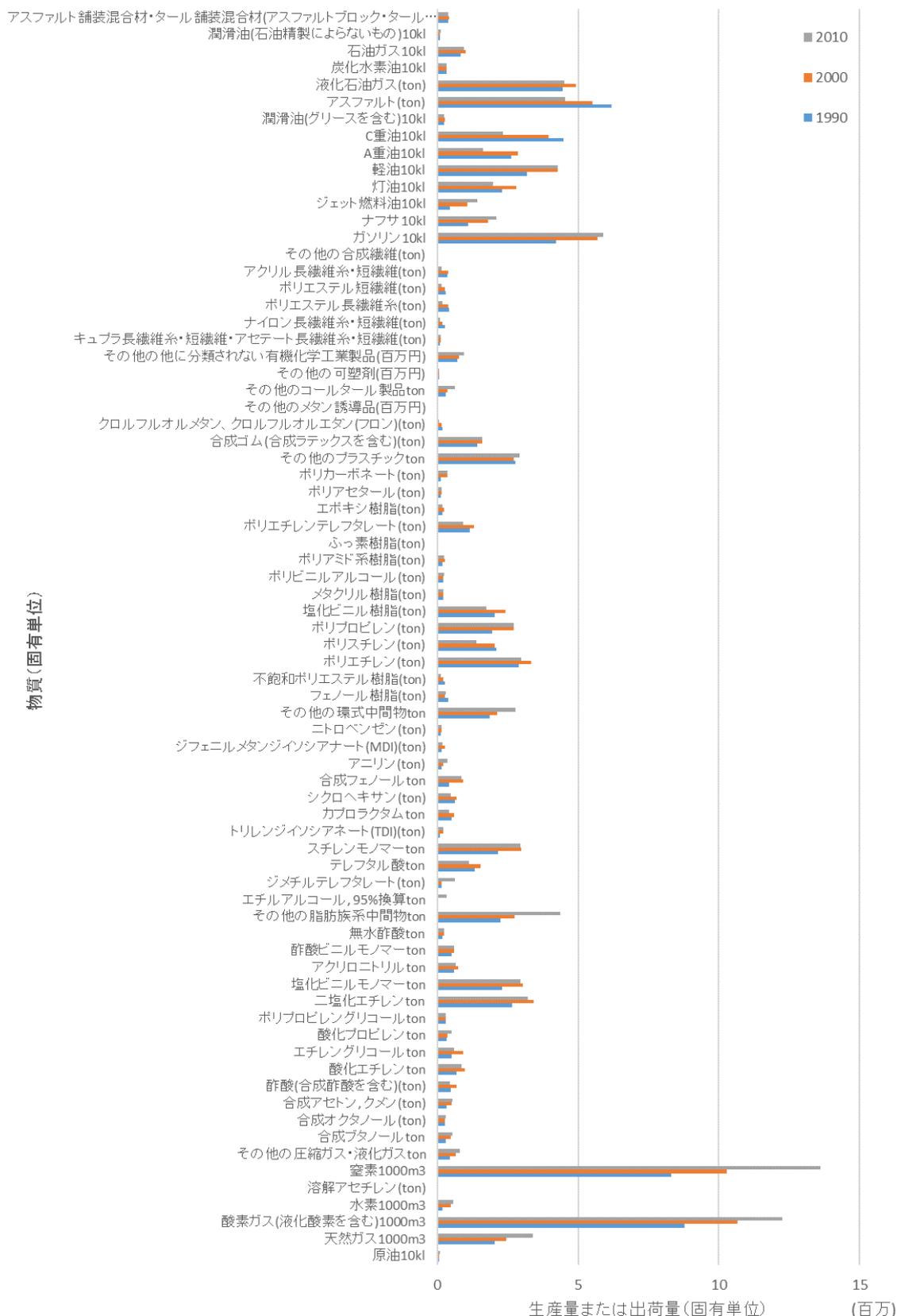
図II.4.3(1) 対象物質に関する統計データ(生物資源/農業・畜産・漁業製品)



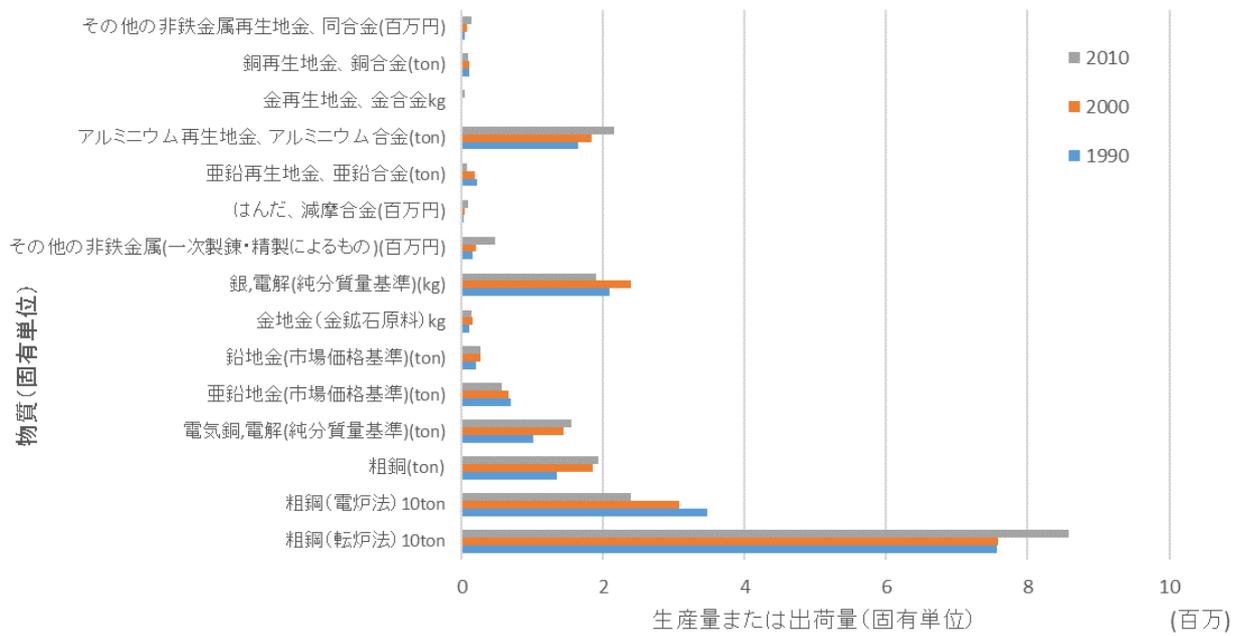
図II.4.3(2) 対象物質に関する統計データ(生物資源/木材製品)



図II.4.3(3) 対象物質に関する統計データ(生物資源・物質/紙製品)



図II.4.3(4) 対象物質に関する統計データ(化石資源)



図II.4.3(5) 対象物質に関する統計データ(金属鉱物資源)

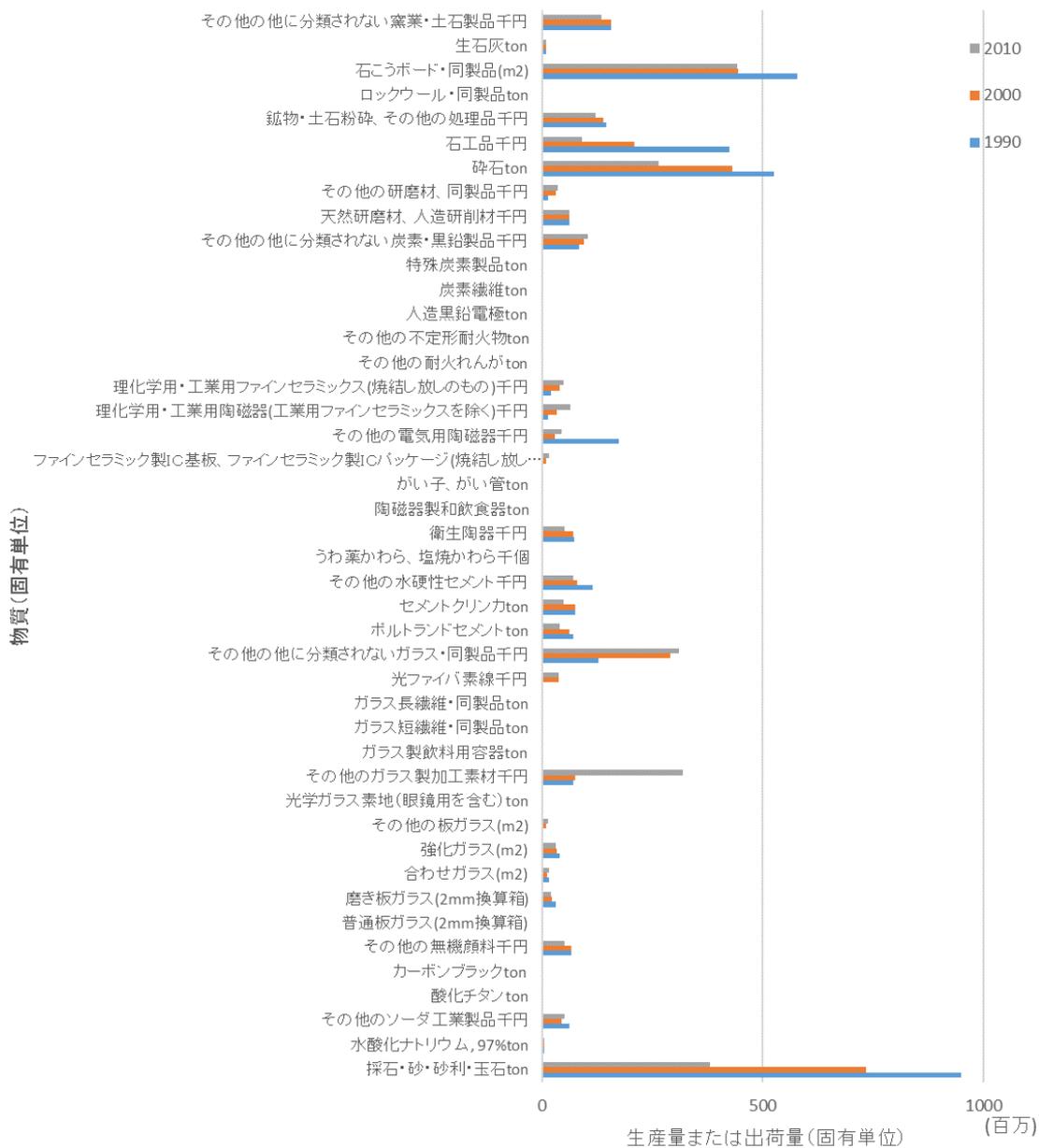


図 II.4.3(6) 対象物質に関する統計データ(非金属鉱物資源)

## 4.4 日本の物質利用に伴う総環境負荷・環境影響の推計

### (1) 推計方法

5.2(3)で試算した対象物質1単位あたりの環境影響と5.3で整備した統計データを用いて、5.2(1)で検討した考え方に基づき、日本の物質利用に伴う総環境負荷・環境影響を推計した。対象期間は1990-2010年である。

対象物質の上流側の環境影響を推計するにあたっては、5.2(1)で検討したように重複計上を回避する必要がある。例えば、セメントには石灰石が原材料として投入されているが、この場合、セメントに使用される石灰石の環境影響はセメントに帰属するものとした。具体的には、5.2(3)で試算した対象物質1単位あたりの環境影響( $E_{unit}$ )に、対象物質の生産量(出荷量)ベクトル( $X$ )を乗じ、さらに重複計上を控除する係数ベクトル( $h$ )を乗じて、対象物質の上流側の環境影響( $E_{up}$ )を推計した。

$$E_{up} = hE_{unit}X$$

ここで、係数 $h$ を算出するにあたり、IDEAver2の投入係数行列 $A$ を図II.4.4(1)のように4つのブロックに分割した。ここで、 $t$ は対象物質、 $o$ は非対象物であり、 $A_{tt}$ は対象物質の投入のみで構成される行列を、 $A_{oo}$ は非対象物の投入のみで構成される行列を、 $I$ は単位ベクトルをそれぞれ表している。このとき、係数 $h$ は以下で算出される。

$$(I - h)X = (A_{tt} + A_{to} * (I - A_{oo})^{-1} * A_{ot}) * X$$

$A_{tt}$	$A_{to}$
$A_{ot}$	$A_{oo}$

図II.4.4(1) 投入係数行列 $A$ の分割

対象物質の下流側の環境影響を推計するにあたっては、5.2(1)で検討したように下流側で発生する環境影響の一部を対象物質に割り当てる必要がある。例えば、生コンクリートの生産には、セメント、骨材、水、労働等が必要となるが、それらの投入費用に応じて生コンクリート生産プロセスで発生する環境影響をセメントや骨材に割り当てた。この係数( $\alpha_o$ )は、以下で表される。

$$\alpha_{to} = A_{to} * (I - A_{oo})^{-1}$$

この割り当てを繰り返し、非対象物の生産プロセスで発生する環境影響( $S_o$ )を下式により対象物質に割り当て、下流側の環境影響( $E_d$ )を推計した。ここで、非対象物の需要量( $P_o$ )または需要額( $Q_o$ )を用いる。

$$E_d = \alpha_{to} * \text{diag}((I - A_{oo})^{-1} * P_o) * S_o$$

### (2) 全対象物質の推計結果

まず、全ての対象物質の利用に伴う環境影響の推計結果を図II.4.4(1)～図II.4.4(4)に示す。1990-2010年における日本の物質利用に伴う総環境影響は、2008年の経済危機の影響を受けて2009年に若干減少したが、全体的には、ほぼ横ばいで推移していると推計された。日本の天然資源等消費量はこの間約4割減少し、資源生産性も向上したが、環境影響の観点からは必ずしも減少の傾向が見られないことが示唆された。

最も大きな環境影響を示した資源の種類は化石資源であり、生物資源、金属鉱物資源、非金属鉱物資源の順となった(図II.4.4(1)、図II.4.4(2))。化石資源の環境影響は、4割～5割を占め、その割合はやや増加傾向、生物資源利用の環境影響は減少傾向を示しているが、全体の約3割を占める結果となった。金属鉱物資源の環境影響は、1990年代には全体の1.5割程度であったものの、2010年には2割程度まで増加し、非金属鉱物資源は、全体として占める割合も絶対量についても減少傾向がみられた。

環境影響領域別で見ると(図 II.4.4(3)、図 II.4.4(4))、全体として、地球温暖化が最も大きく(4割程度)、次いで土地利用(約2.5割)、資源消費(1.5割程度)となった。対象期間中の内訳については、大きな変化は見られなかった。

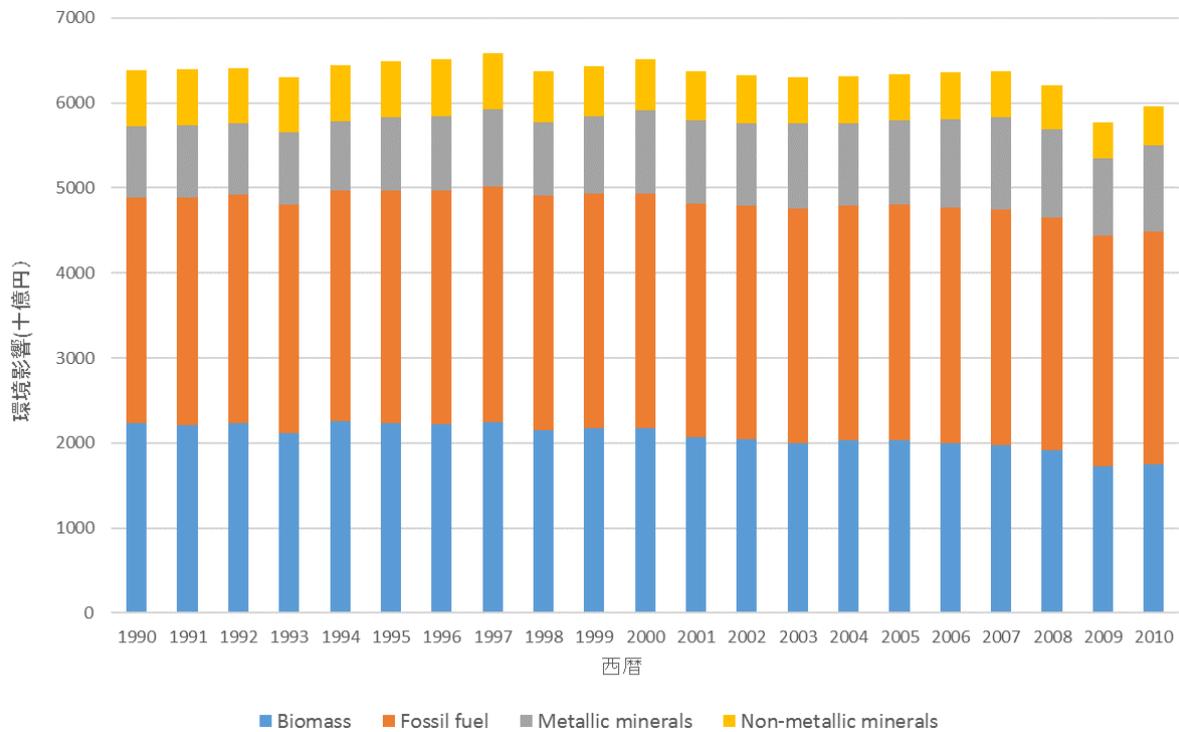


図 II.4.4(1) 日本の物質利用に伴う総環境影響の推移(資源別)

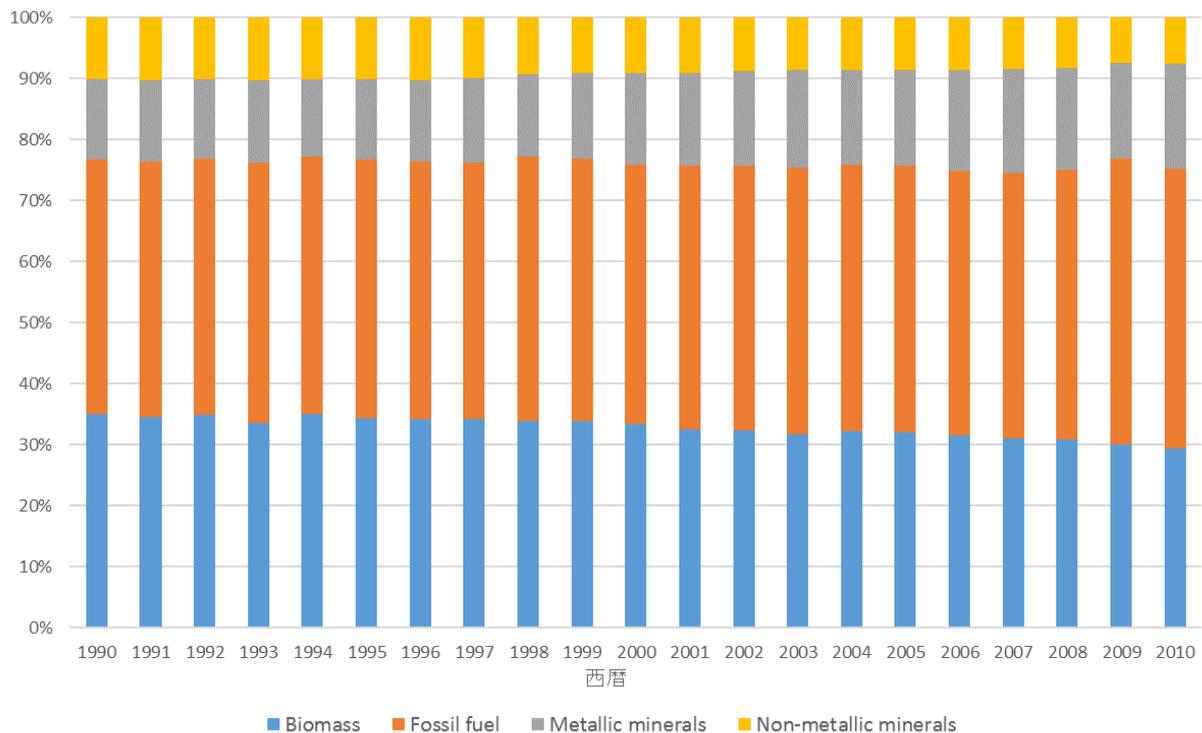


図 II.4.4(2) 日本の物質利用に伴う総環境影響の内訳の推移(資源別)

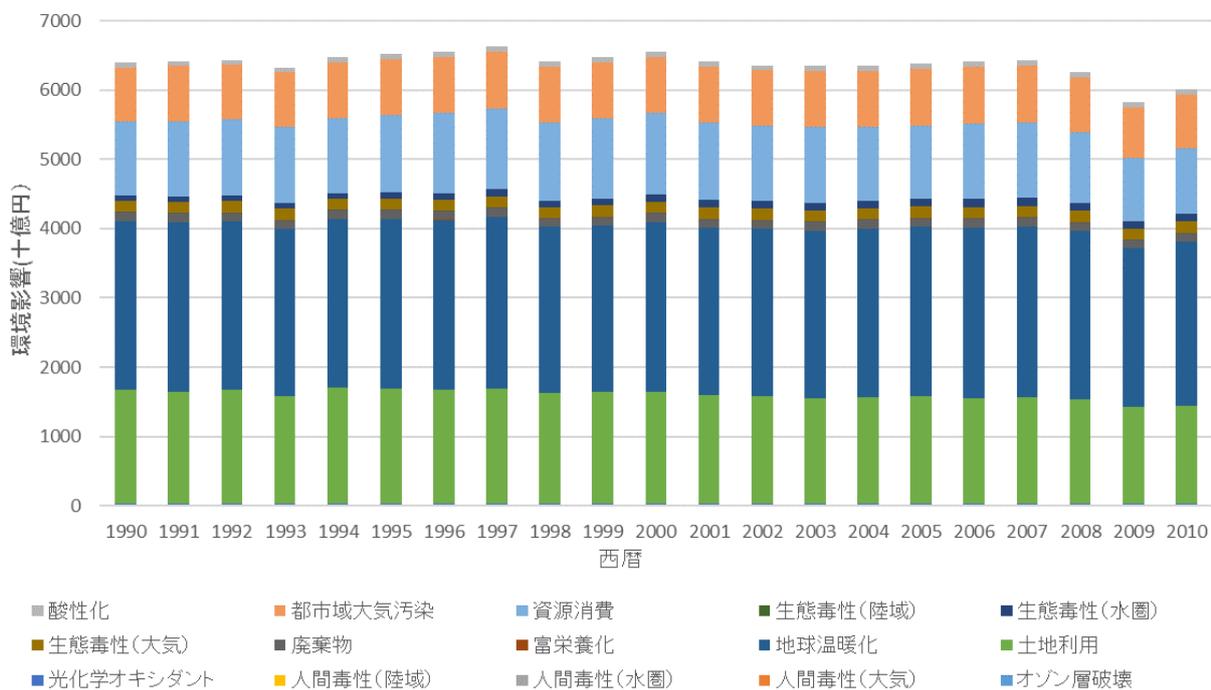


図 II.4.4(3) 日本の物質利用に伴う総環境影響の推移(影響領域別)

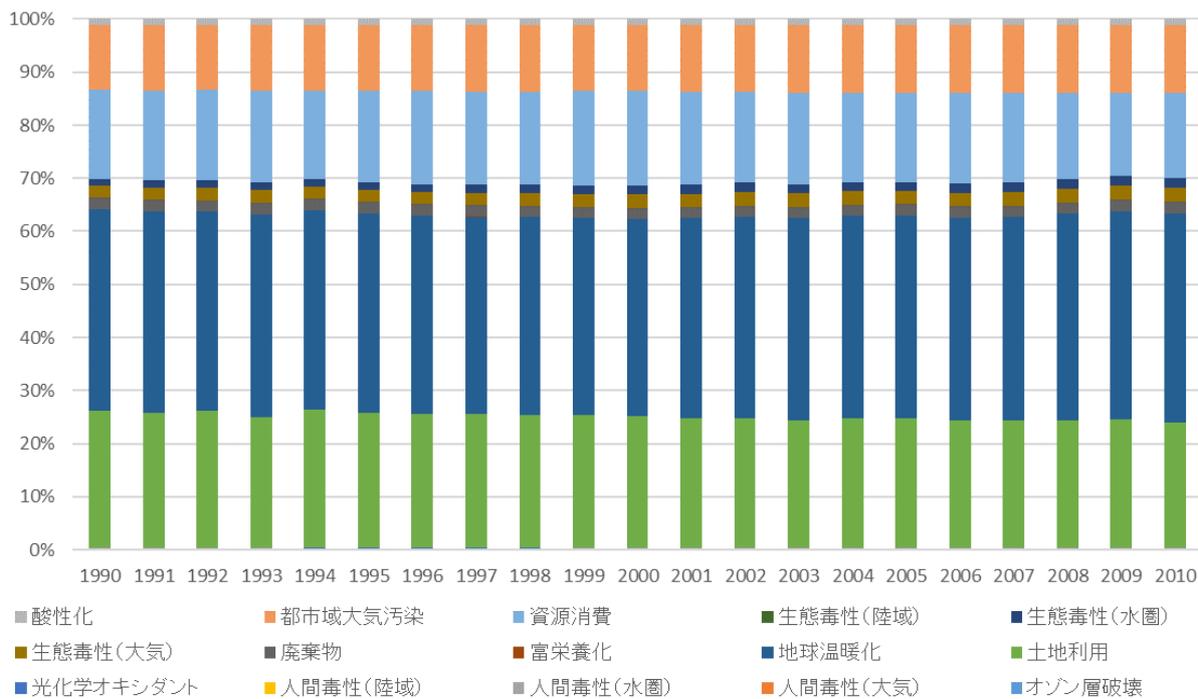


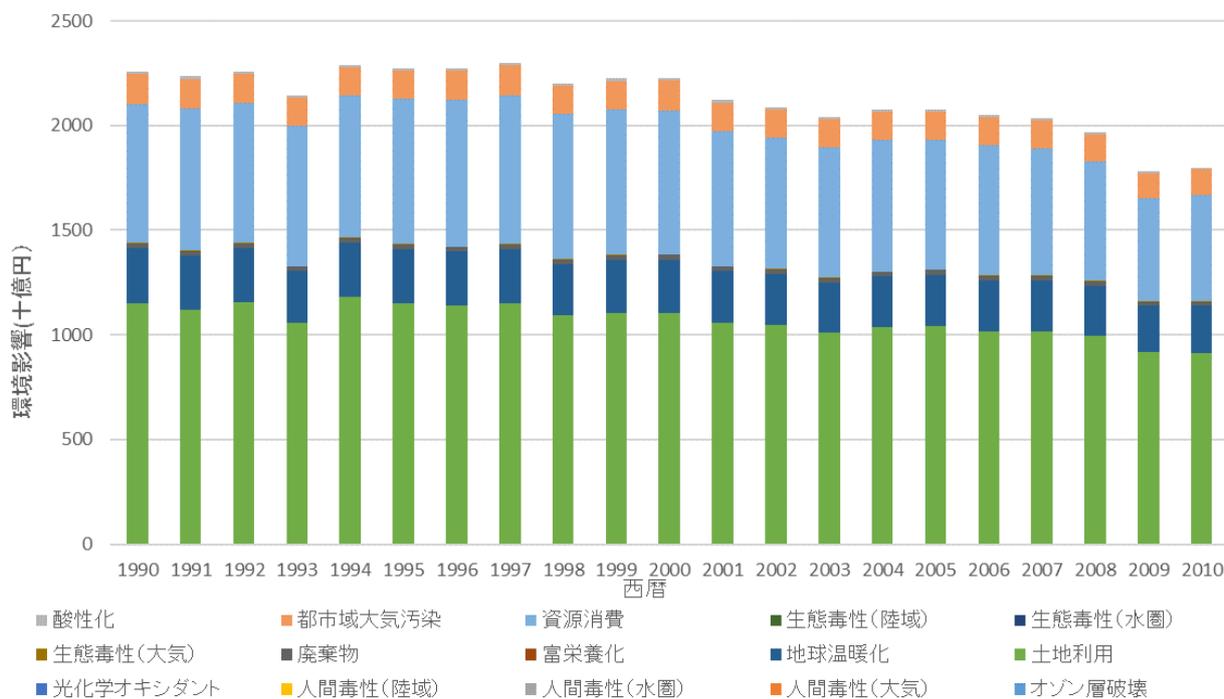
図 II.4.4(4) 日本の物質利用に伴う総環境影響の内訳の推移(影響領域別)

### (3) 生物資源に関わる対象物質の推計結果

生物資源に関わる対象物質の利用に伴う総環境影響の推計結果を図Ⅱ.4.4(5)、図Ⅱ.4.4(6)に示す。上述のとおり、全体的には減少傾向にある。環境影響領域については、土地利用が5割近くを占め、資源消費が約3割、次いで、地球温暖化、都市域大気汚染などの影響が大きい。その内訳に大きな変化は見られない。物質グループ別に見ると(図Ⅱ.4.4(7))、2010年では、紙製品が35%を占め最も大きく、ついで、農業製品が約30%、木材製品が25%となり、畜産製品7%、漁業製品2%と比較的小さい割合を示している。

農業・畜産・漁業製品については(図Ⅱ.4.4(8)、図Ⅱ.4.4(9))、「玄米」が、単位あたり環境影響が比較的大きいことに加え、生産量も大きいことから、特に顕著な総環境影響の値を示した。次いで「生乳」「肉用牛」「肉鶏」など畜産製品が大きな値を示しているが、その他製品の値はいずれも小さく、1単位あたりの環境影響における相対的關係とは大きく異なっている。木材製品・紙製品については(図Ⅱ.4.4(10)～図Ⅱ.4.4(12))、「新聞巻取紙」「塗工印刷用紙」「ひき角類」「非塗工印刷用紙」「ひき割類」「衛生用紙」「普通合板」が比較的大きい値を示した。

また、生物資源に関わる対象物質全体では、「玄米」「生乳」「肉用牛」「肉鶏」以外は、木材製品・紙製品が農業・畜産・漁業製品よりも大きな総環境影響を示す傾向があった。これは、木材製品・紙製品の原料となる木材にかかわる土地利用や資源消費の影響が大きくなるためと考えられる。「玄米」「生乳」「肉用牛」「肉鶏」などについても、耕作面積や飼料向け土地利用が大きく影響している。なお、「玄米」「生乳」「肉用牛」「肉鶏」等以外の農業・畜産・漁業製品は、総じて1kgあたりの環境影響が紙製品より小さく、生産量も小さい(木材製品については固有単位が異なるため単純な比較が難しい)。



図Ⅱ.4.4(5) 日本の物質利用に伴う総環境影響の推移(生物資源)(影響領域別)

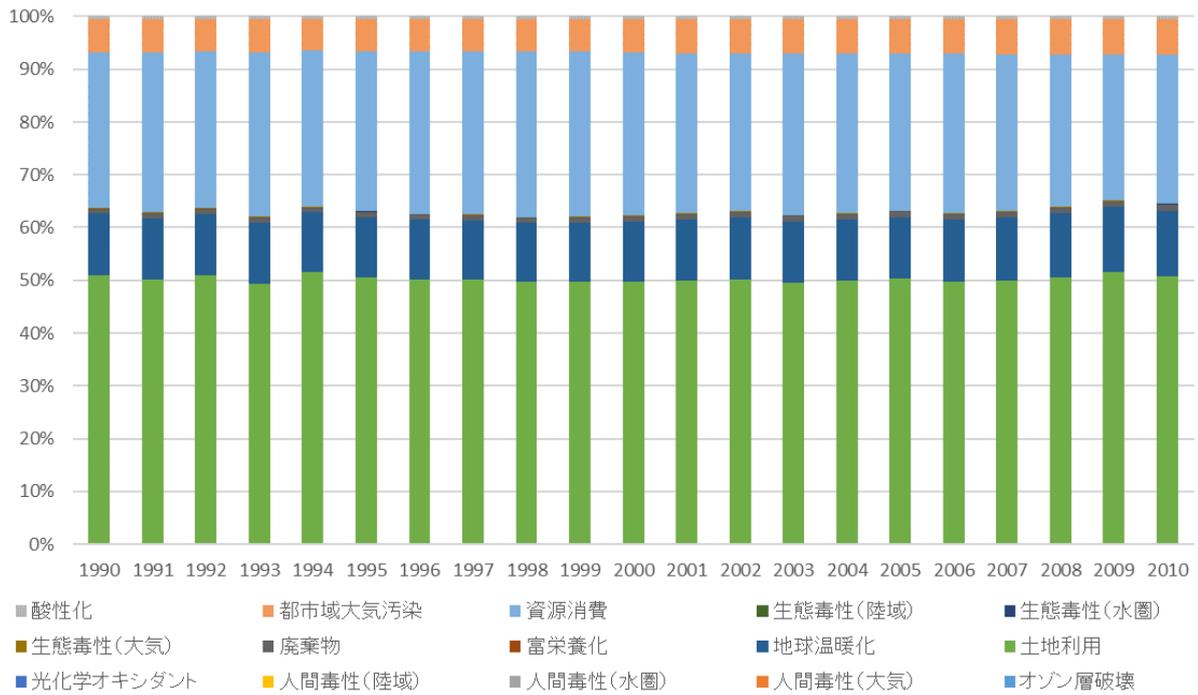


図 II.4.4(6) 日本の物質利用に伴う総環境影響の内訳の推移(生物資源)(影響領域別)

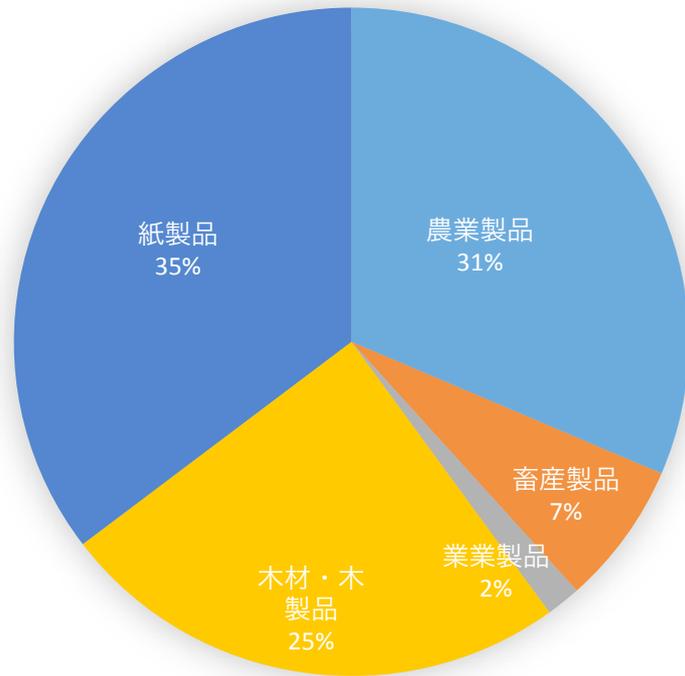
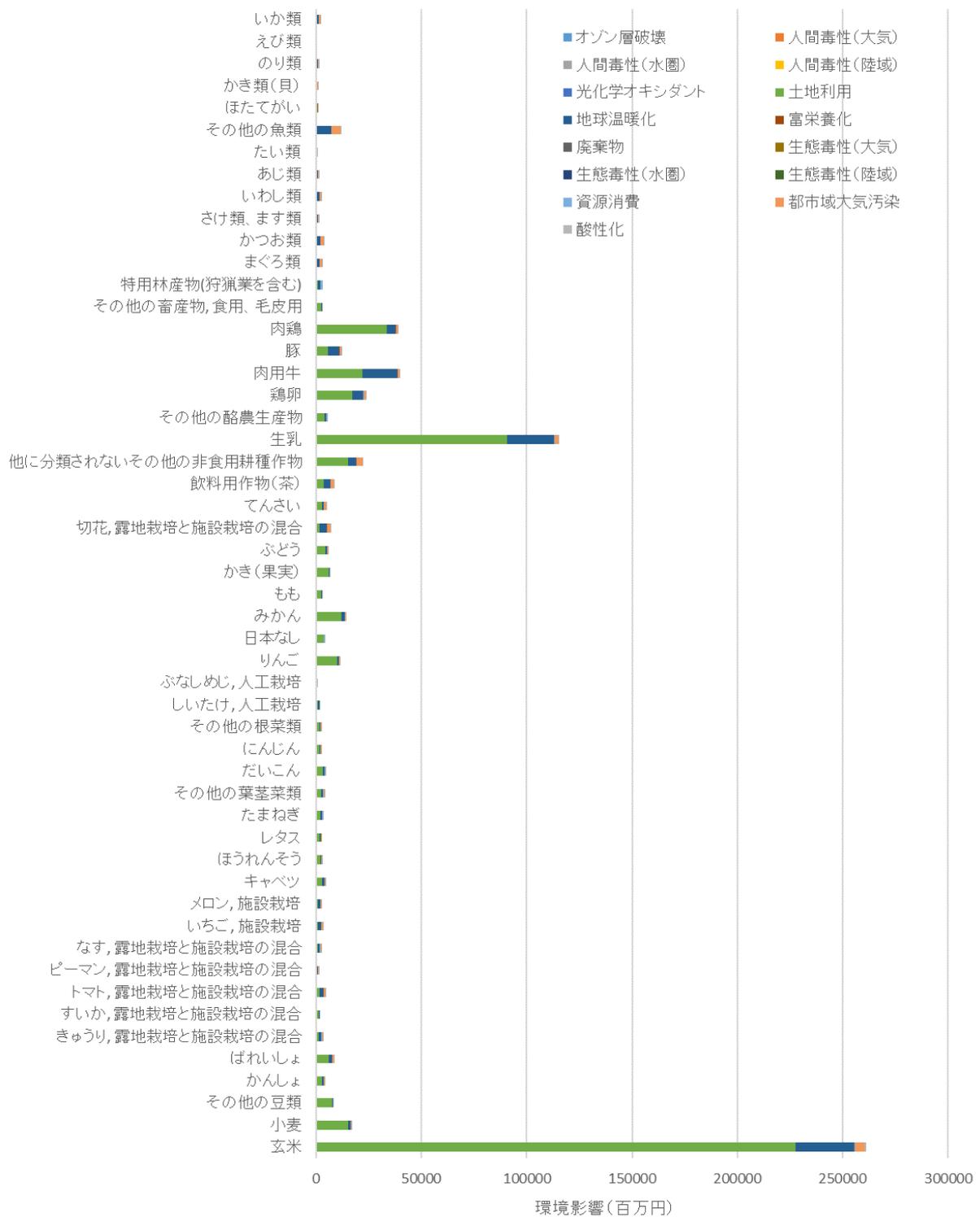
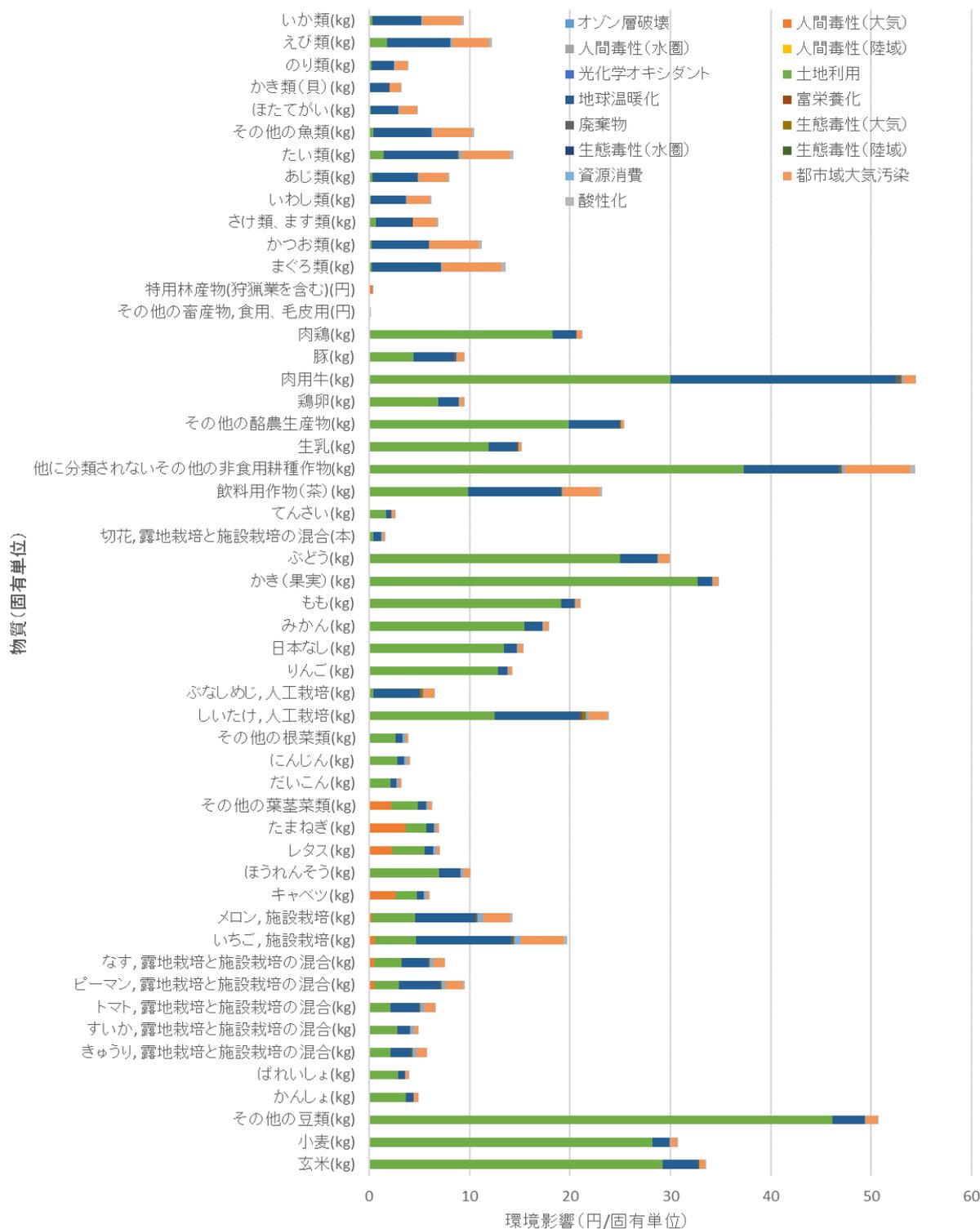


図 II.4.4(7) 日本の物質利用に伴う総環境影響(生物資源)(物質グループ別)(2010年)



図II.4.4(8) 日本の物質利用に伴う総環境影響(生物資源／農業・畜産・漁業製品)(対象物質別)(2010年)



図Ⅱ.4.4(9) 対象物質 1 単位あたりの環境影響(生物資源/農業・畜産・漁業製品)(再掲)

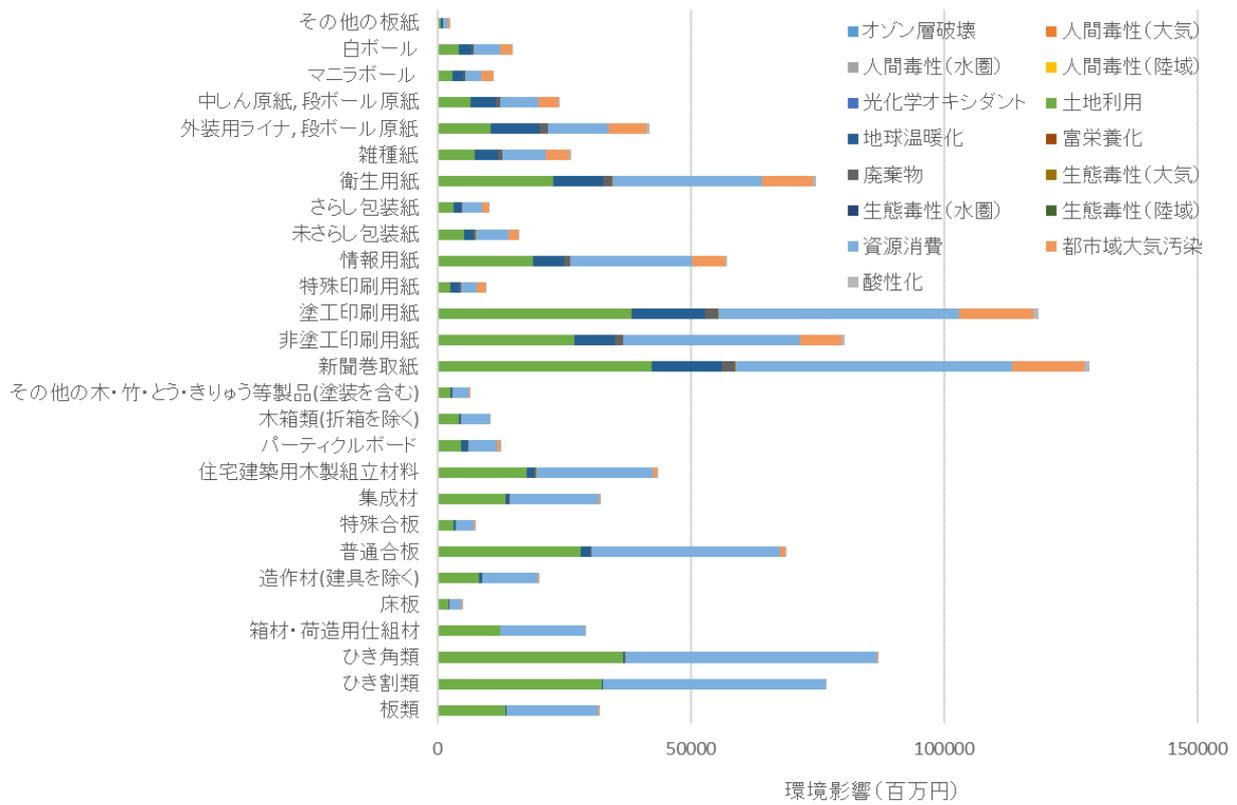


図 II.4.4(10) 日本の物質利用に伴う総環境影響(生物資源／木材製品・紙製品)(対象物質別)(2010 年)

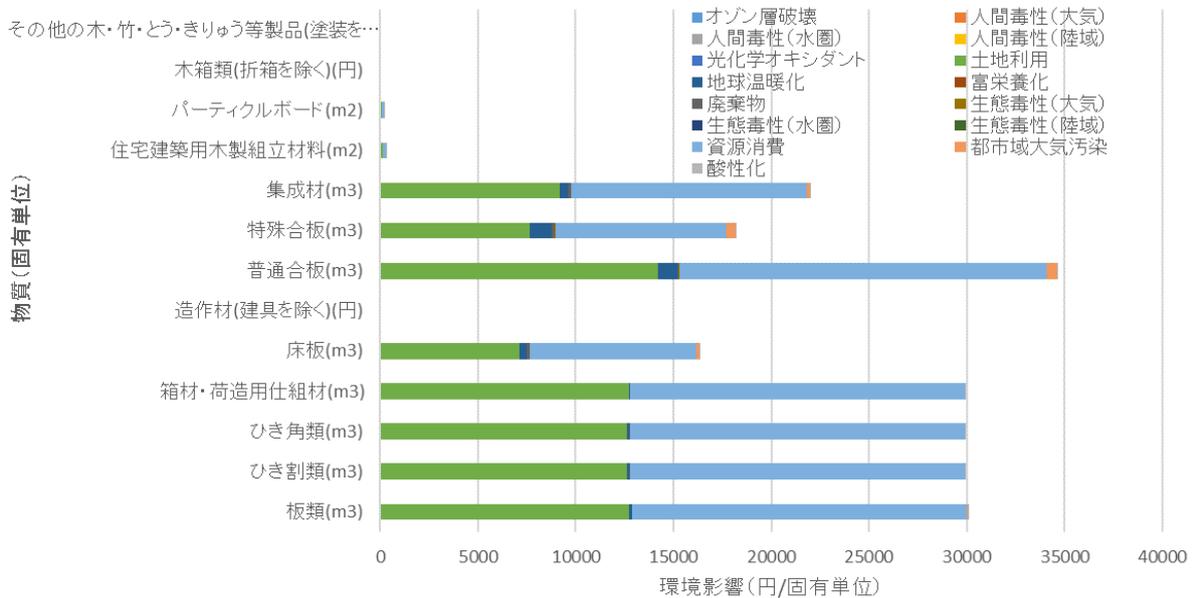


図 II.4.4(11) 対象物質 1 単位あたりの環境影響(生物資源／木材製品)(再掲)

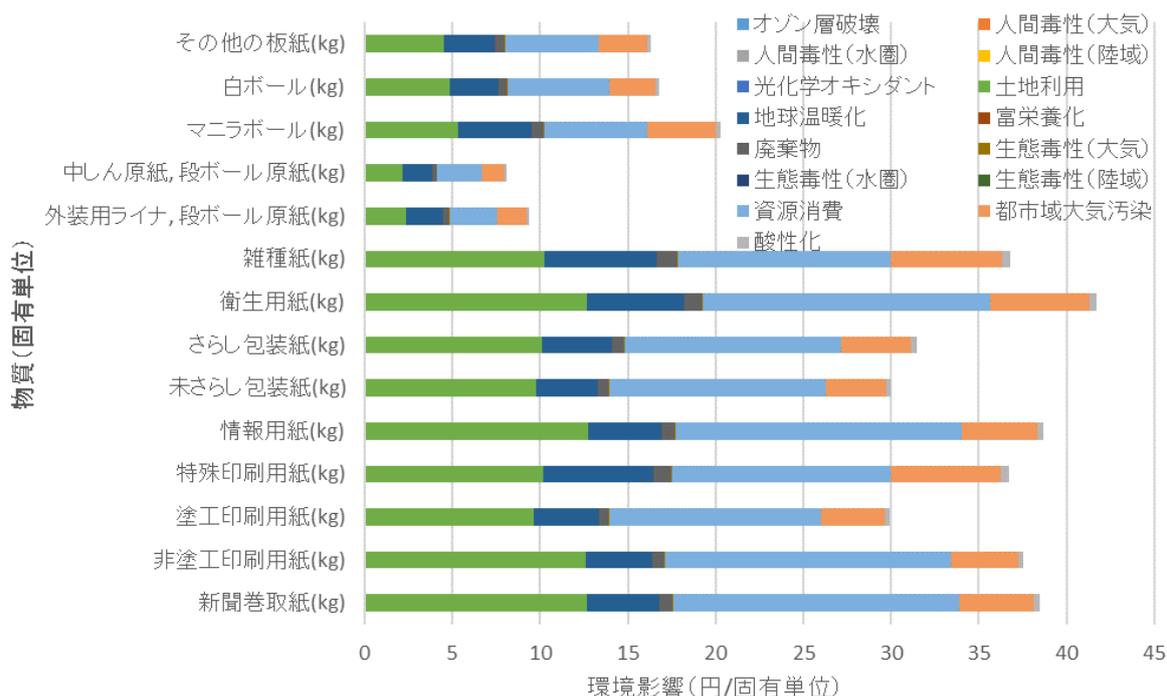


図 II.4.4(12) 対象物質 1 単位あたりの環境影響(生物資源/紙製品)(再掲)

#### (4) 化石資源に関わる対象物質の推計結果

化石資源に関わる対象物質の利用に伴う総環境影響の推計結果を図 II.4.4(13)、図 II.4.4(14)に示す。全体的には、微増傾向にある。環境影響領域については、地球温暖化が約 6 割程度を占め、次いで、都市域大気汚染、土地利用の影響が大きい。物質グループ別に見ると(図 II.4.4(15))、2010 年では、原油・天然ガスおよび石油・石炭製品が共に 4 割を占め、有機化学工業製品、プラスチックが約 1 割ずつの値を示している。

対象物質別の総環境影響と 1 単位あたりの環境影響を比較すると、対象物質間の相対的な関係に大きな差異が確認できる(図 II.4.4(16)、図 II.4.4(17))。1 単位あたりの環境影響ではかなり小さい値を示していた石油製品類が、総環境影響では、大きな値を示している。特に「天然ガス」「ガソリン」「C 重油」「軽油」「A 重油」などの燃料となる石油製品が大きく、それに次いで大きな値を示すものは、プラスチック類となる。一方、1 単位あたりの環境影響で「天然ガス」に次いで大きな値を示していた「ふっ素樹脂」や「クロルフルオルメタン、クロルフルオルエタン(フロン)」は、総環境影響では、化石資源に関わる 74 対象物質中それぞれ、54 番目、26 番目に位置している。総環境影響について、物質群が示す傾向は、一般的な比重を想定すると、「天然ガス」については、単位当たり環境影響の影響が強く、それ以外の製品については、生産・出荷量の影響が強く出ているものと考えられる。

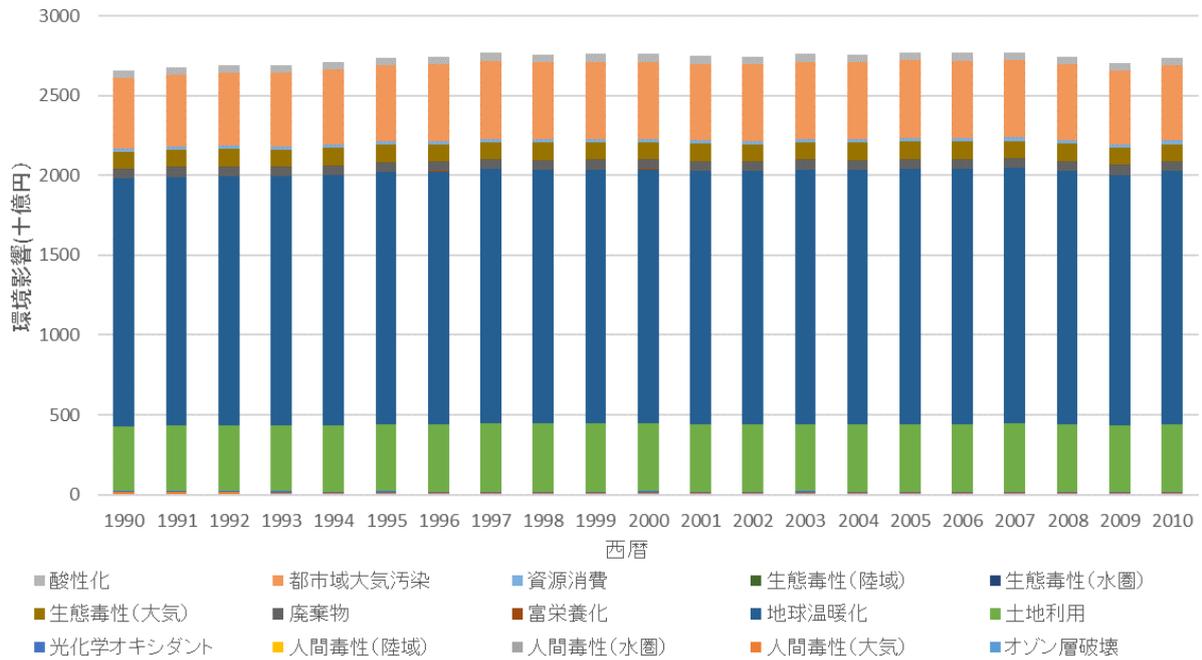


図 II.4.4(13) 日本の物質利用に伴う総環境影響の推移(化石資源)(影響領域別)

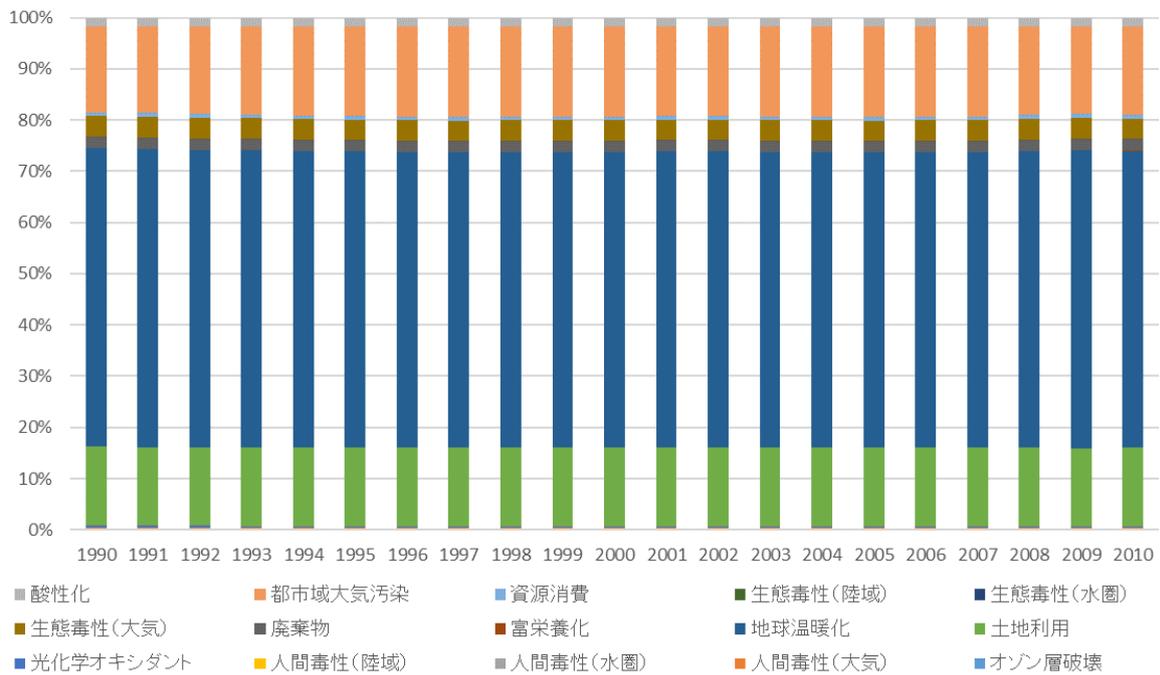


図 II.4.4(14) 日本の物質利用に伴う総環境影響の内訳の推移(化石資源)(影響領域別)

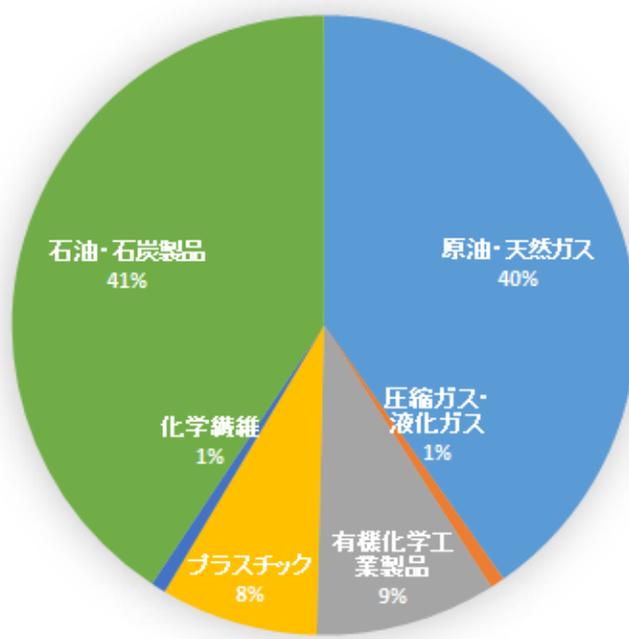


図 II.4.4(15) 日本の物質利用に伴う総環境影響(化石資源)(物質グループ別)(2010年)

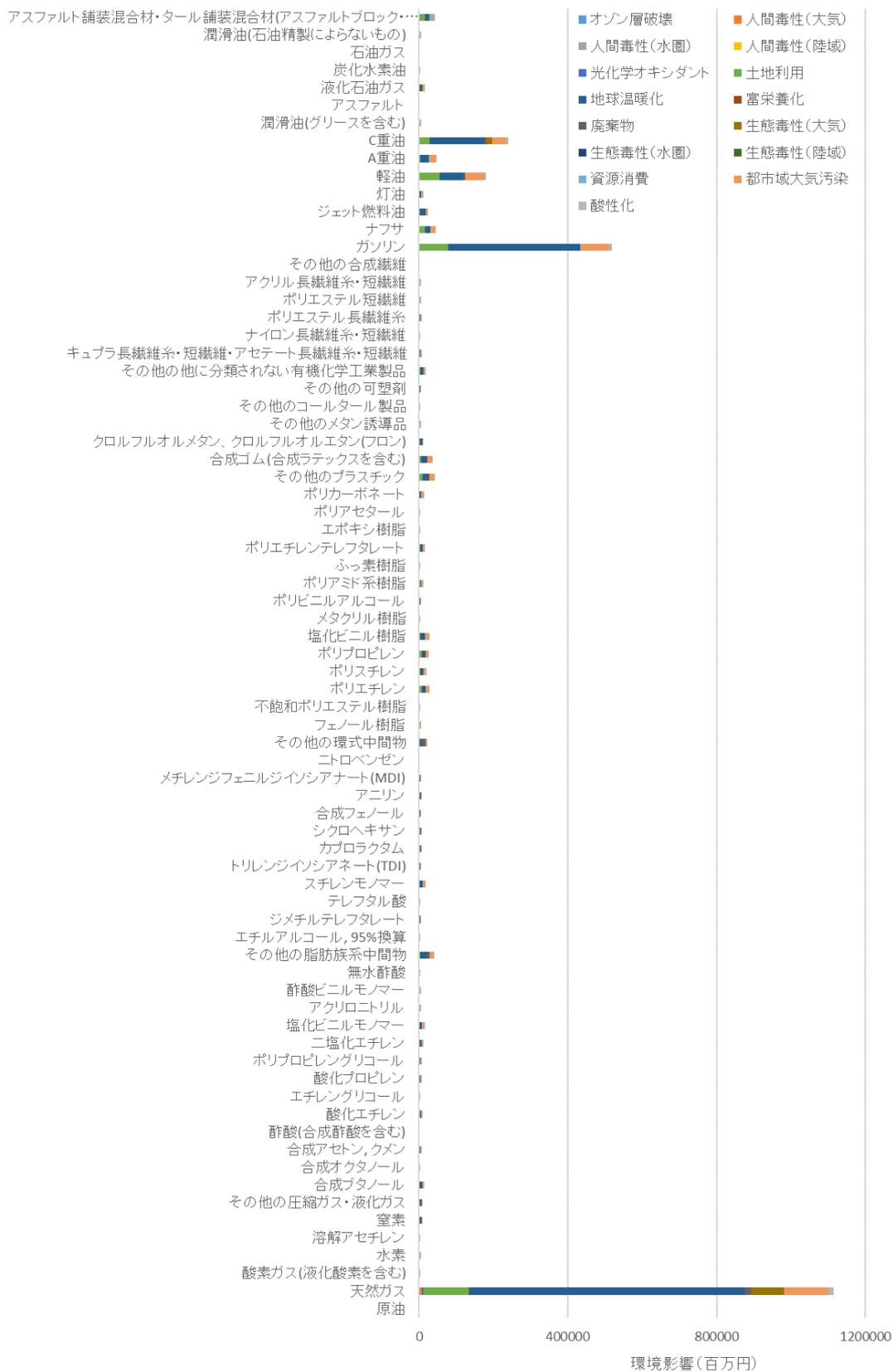


図 II.4.4(16) 日本の物質利用に伴う総環境影響(化石資源)(対象物質別)(2010年)

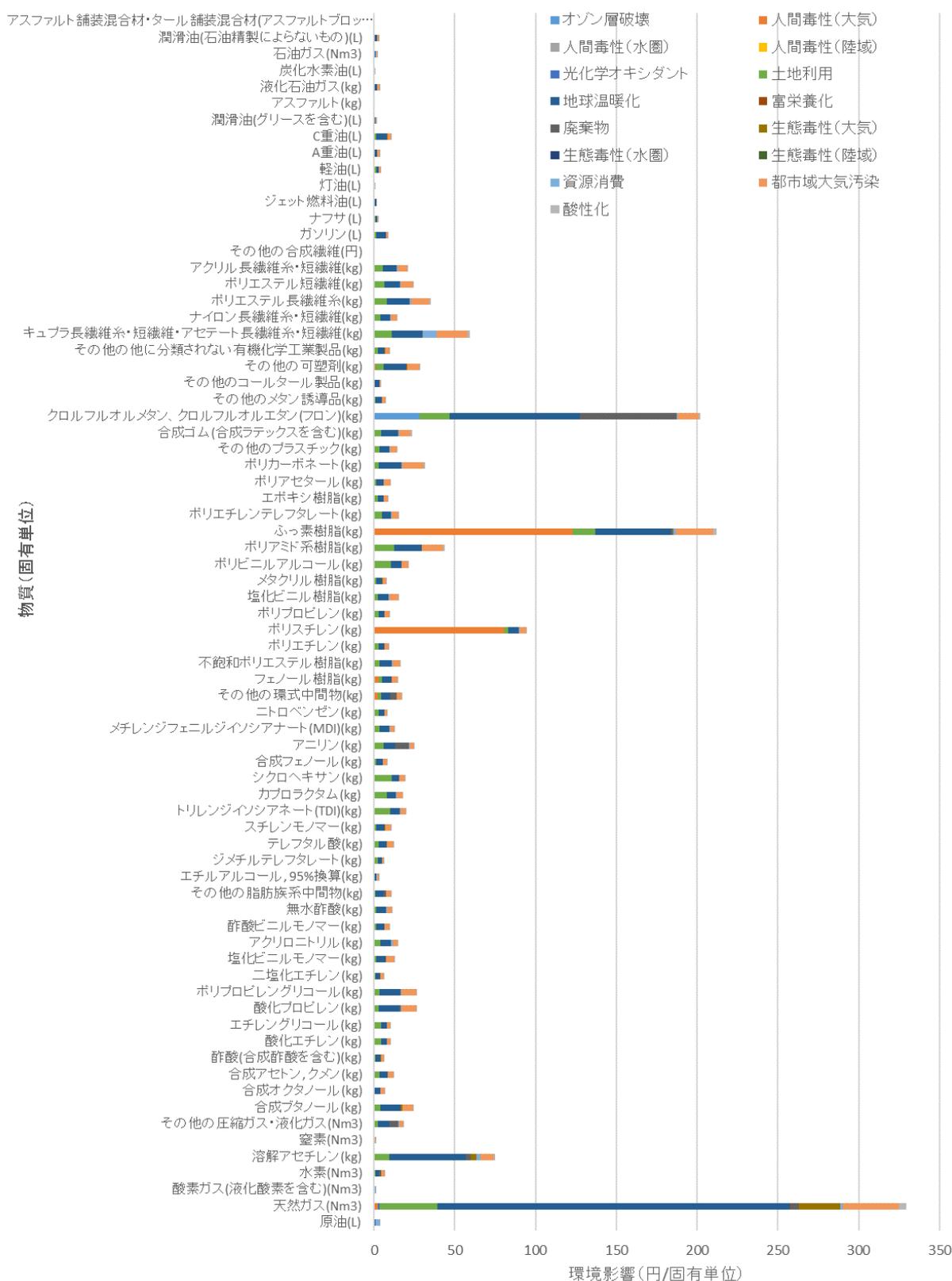


図 II.4.4(17) 対象物質 1 単位あたりの環境影響(化石資源)(単位：円/固有単位)(再掲)

### (5) 金属鉱物資源に関わる対象物質の推計結果

金属鉱物資源に関わる対象物質の利用に伴う総環境影響の推計結果を図 II.4.4(18)、図 II.4.4(19)に示す。全体的には、増加傾向にある。環境影響領域については、資源消費と地球温暖化が大きく、次いで、生態毒性(水圏)、生態毒性(大気)の影響も顕著であり、その他、土地利用などの影響も確認できる。その内訳に、多少の変動はあるものの、大きな変化は見られない。物質グループ別に見ると(図 II.4.4(20))、2010年では、鉄および銅が共に4割を占め、次いで金が約1割を占めている。

対象物質別の総環境影響と1単位あたりの環境影響を比較すると、対象物質間の相対的な関係に差異が確認できる(図 II.4.4(21)、図 II.4.4(22))。1単位あたりの環境影響では、「金地金」「金再生地金」に続いて大きな値を示した「電気銅」が、総環境影響では最大値を示し、1単位あたりの環境影響では比較的小さい値を示していた「粗鋼(転炉法)」が、総環境影響では「電気銅」と同じレベルの大きな値を示している。これは「粗鋼(転炉法)」の生産量が他の対象物質と比べて顕著に大きいためである。また、「粗鋼(転炉法)」は、地球温暖化、都市域大気汚染の影響が大きな割合を占め、他の対象物質と異なっている。これは石炭を多量に消費するためである。一方、1単位あたりの環境影響で特に大きな値を示していた「金地金」「金再生地金」は、総環境影響では、「金地金」が他と比較してやや大きい値を示したが、「金再生地金」は生産量・出荷量が非常に小さく、顕著に大きな値とはならなかった。

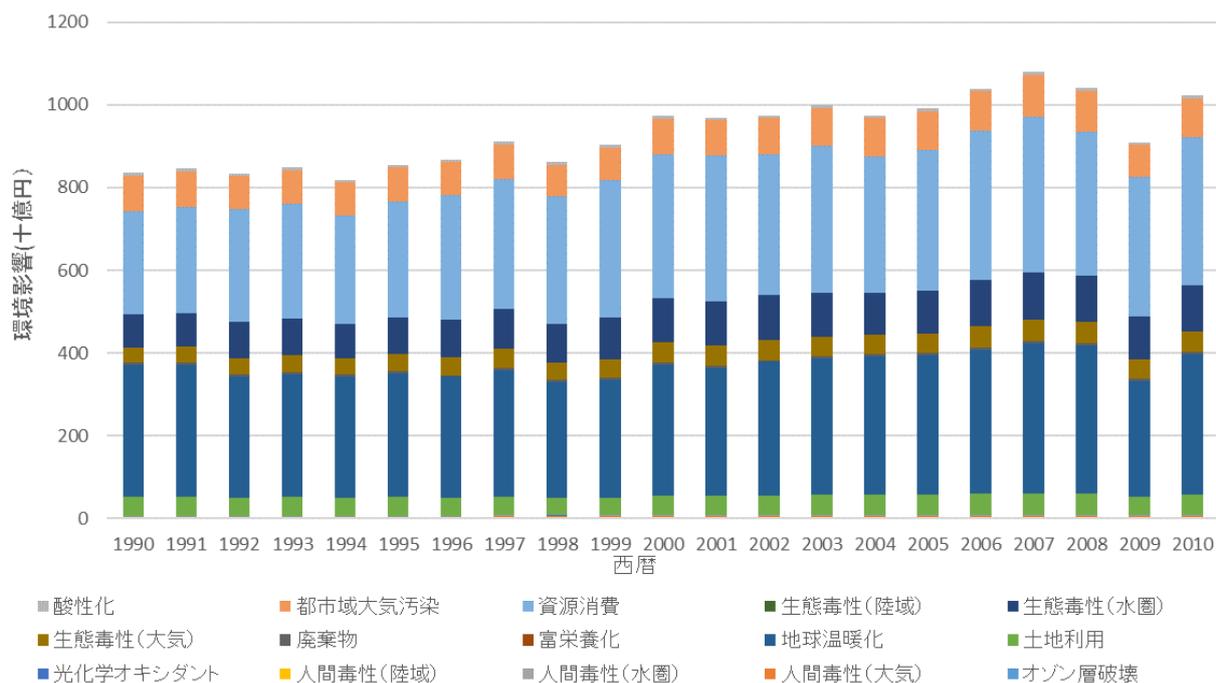


図 II.4.4(18) 日本の物質利用に伴う総環境影響の推移(金属鉱物資源)(影響領域別)

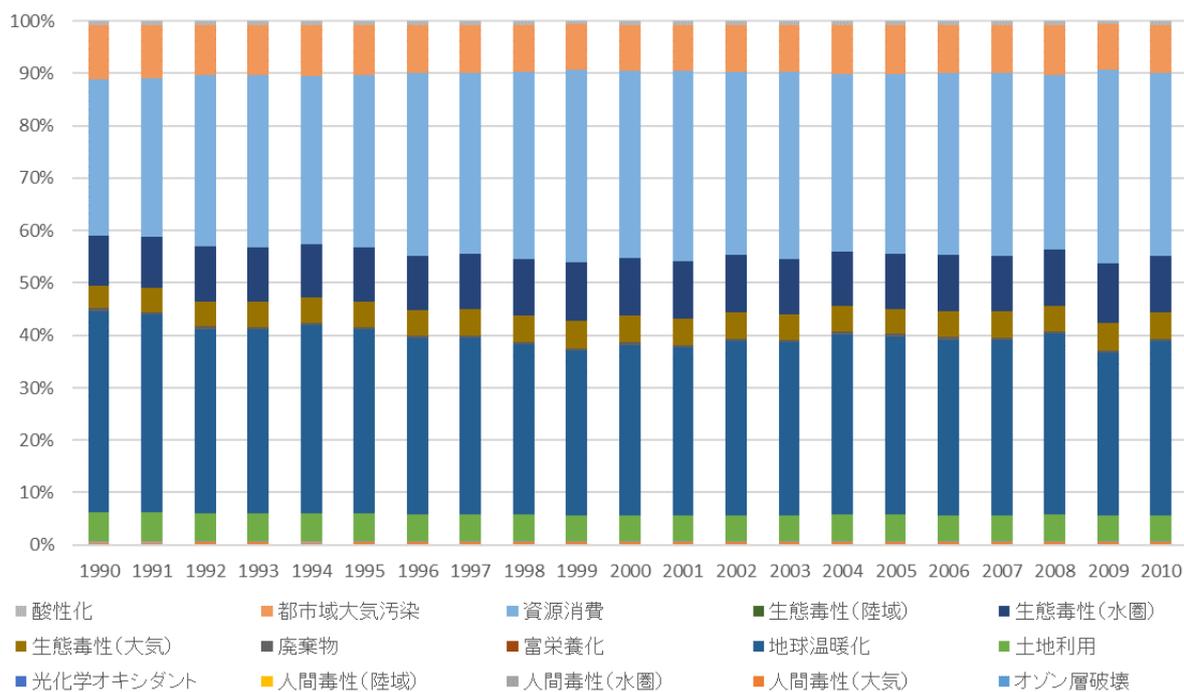


図 II.4.4(19) 日本の物質利用に伴う総環境影響の内訳の推移(金属鉱物資源)(影響領域別)

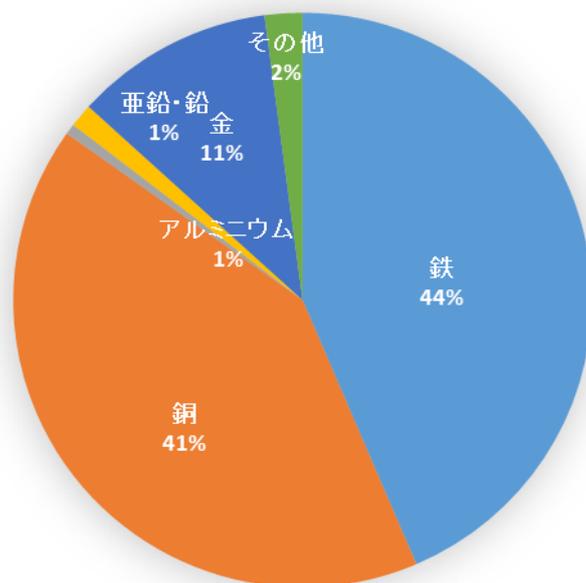
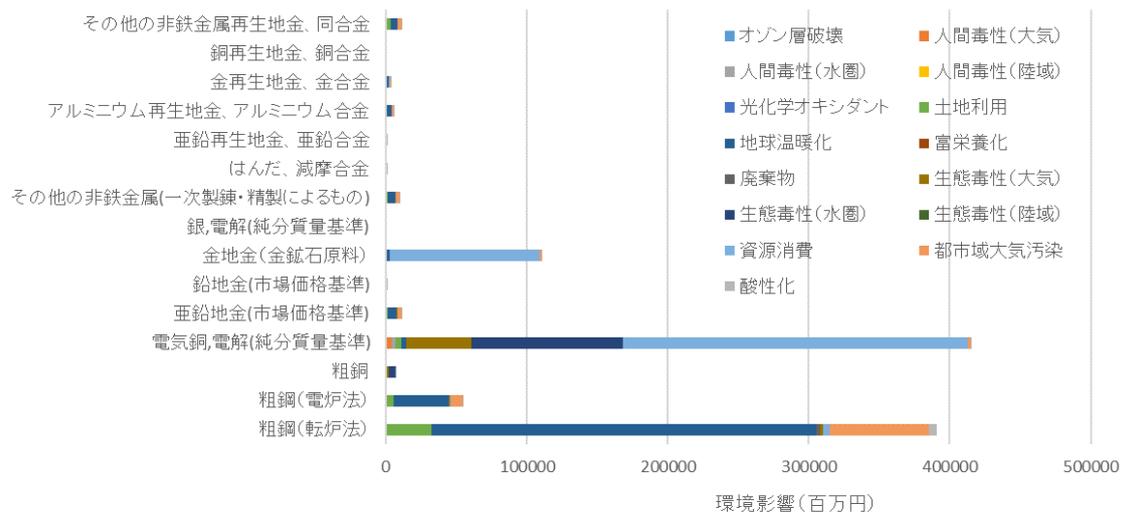
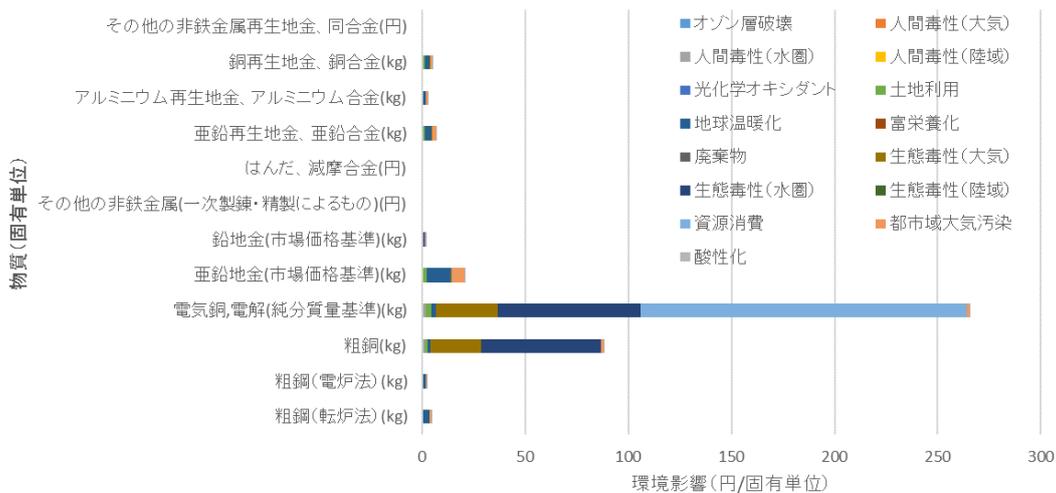
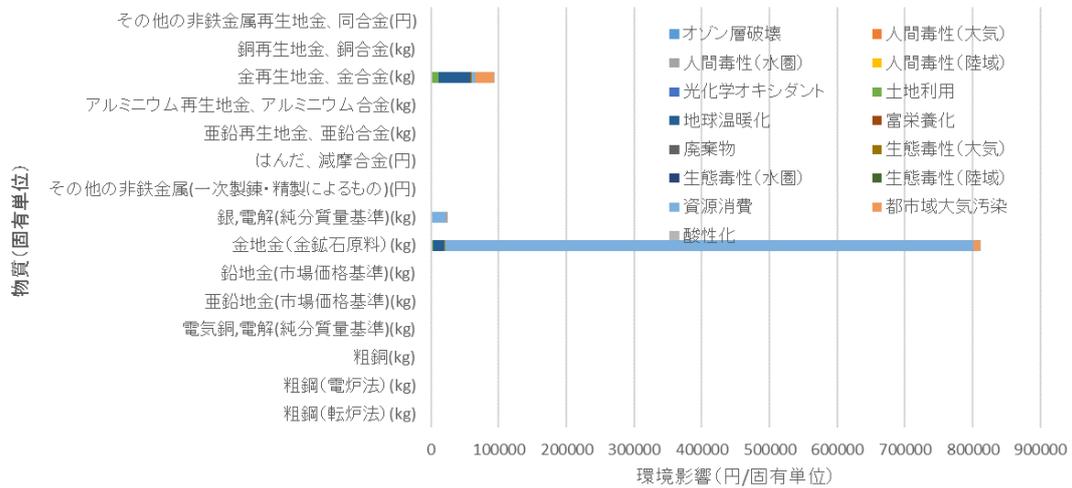


図 II.4.4(20) 日本の物質利用に伴う総環境影響(金属鉱物資源)(物質グループ別)(2010年)



図II.4.4(21) 日本の物質利用に伴う総環境影響(金属鉱物資源)(対象物質別)(2010年)



図II.4.4(22) 対象物質1単位あたりの環境影響(金属鉱物資源)(再掲)

注：上図は、金属鉱物資源に関わる対象物質すべて、下図は、金地金・銀・金再生地金を除いて表示したもの。

## (6) 非金属鉱物資源に関わる対象物質の推計結果

非金属鉱物資源に関わる対象物質の利用に伴う総環境影響の推計結果を図 II.4.4(23)、図 II.4.4(24)に示す。全体的には、減少傾向にある。環境影響領域については、地球温暖化が約 4～5 割程度を占め、次いで、都市域大気汚染、資源消費、廃棄物、土地利用などの影響が大きい。資源消費の割合が減少傾向を示している。物質グループ別に見ると(図 II.4.4(25))、2010 年では、セメントが約 3 割と最も大きい割合を占め、次いでその他窯業・土石製品、無機化学工業製品が約 2 割、砂利・砕石、ガラス・ガラス製品が約 1 割を占めている。

対象物質別の総環境影響と 1 単位あたりの環境影響を比較すると、対象物質間の相対的な関係に大きな差異が確認できる(図 II.4.4(26)、図 II.4.4(27))。1 単位あたりの環境影響では比較的小さい値を示していた「ポルトランドセメント」「水酸化ナトリウム,97%」「砕石」「生石灰」「鉱物・土石粉碎、その他の処理品」「その他の水硬性セメント」「ファインセラミック製 IC 基板、ファインセラミック製 IC パッケージ(焼結し放しのもの)」「採石・砂・砂利・玉石」が、総環境影響では上位 10 物質のうちの 8 物質となっている。上位 10 物質のうちには、「カーボンブラック」「酸化チタン」もあるが、これは、1 単位あたり環境影響が他と比較して大きく、その影響を受けていると考えられる。

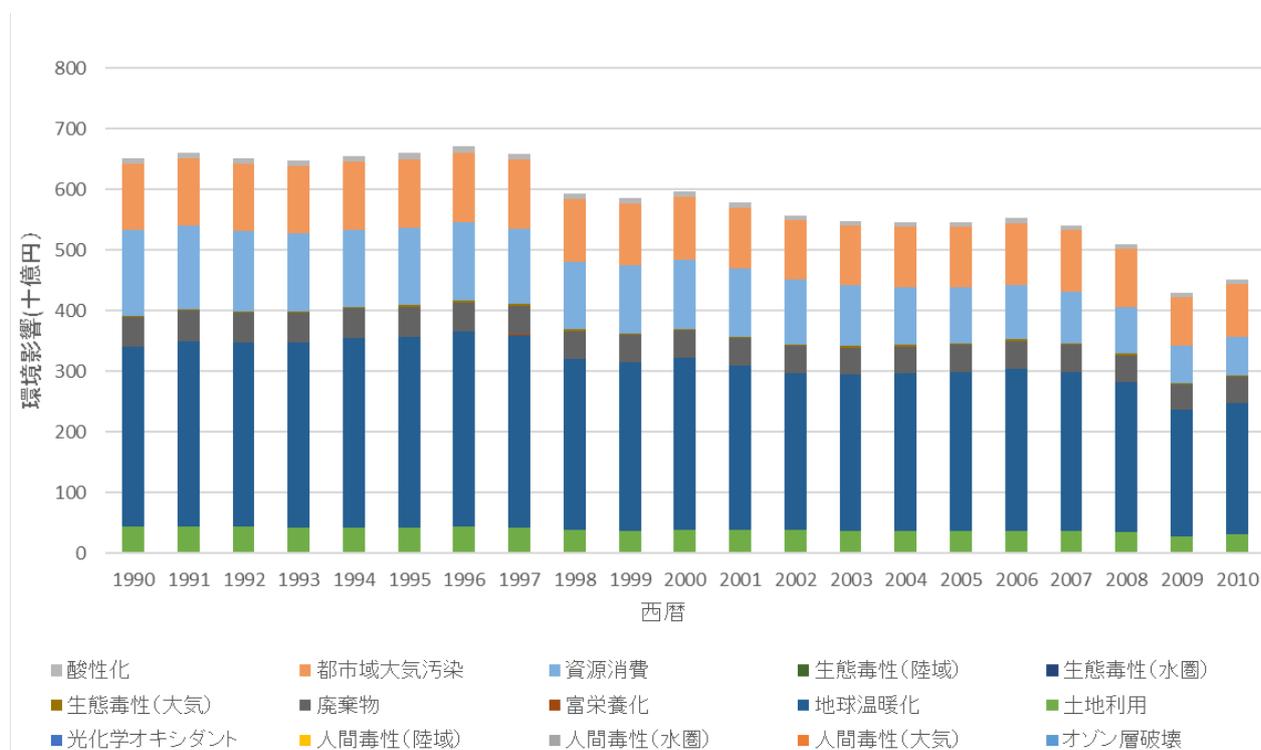


図 II.4.4(23) 日本の物質利用に伴う総環境影響の推移(非金属鉱物資源)(影響領域別)

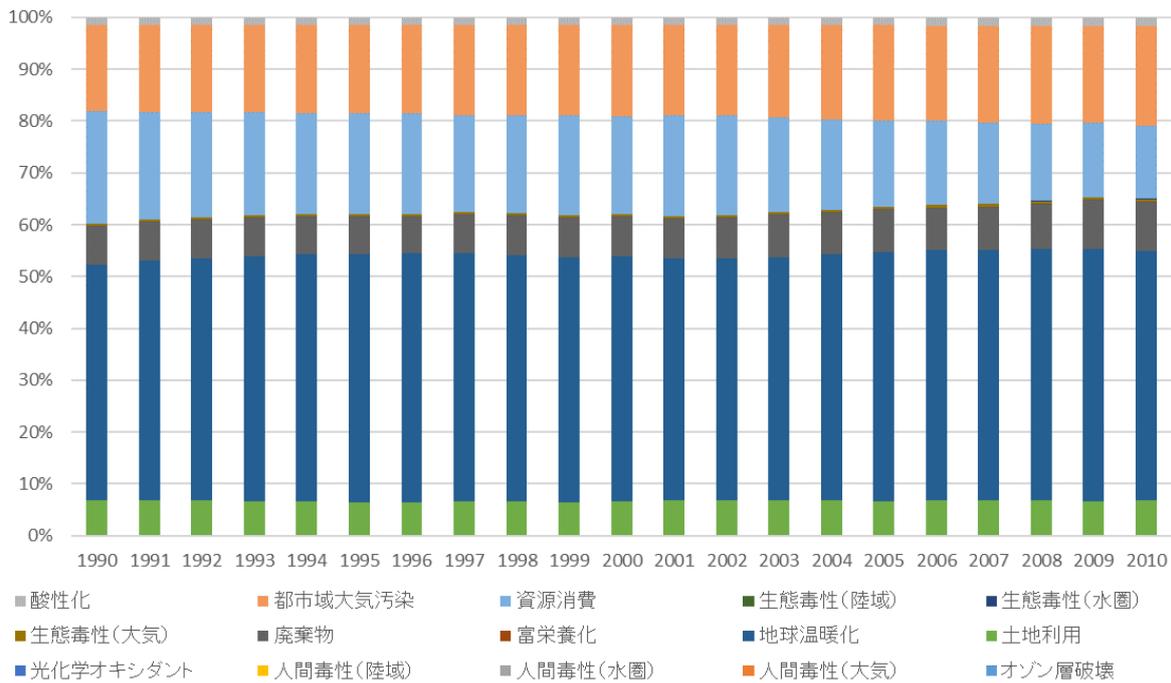


図 II.4.4(24) 日本の物質利用に伴う総環境影響の内訳の推移(非金属鉱物資源)(影響領域別)

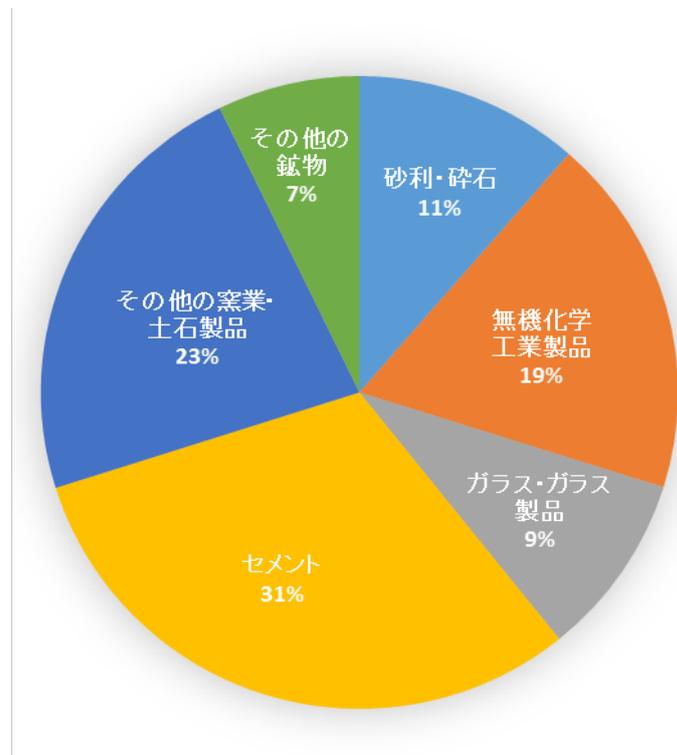


図 II.4.4(25) 日本の物質利用に伴う総環境影響(非金属鉱物資源)(物質グループ別)(2010年)

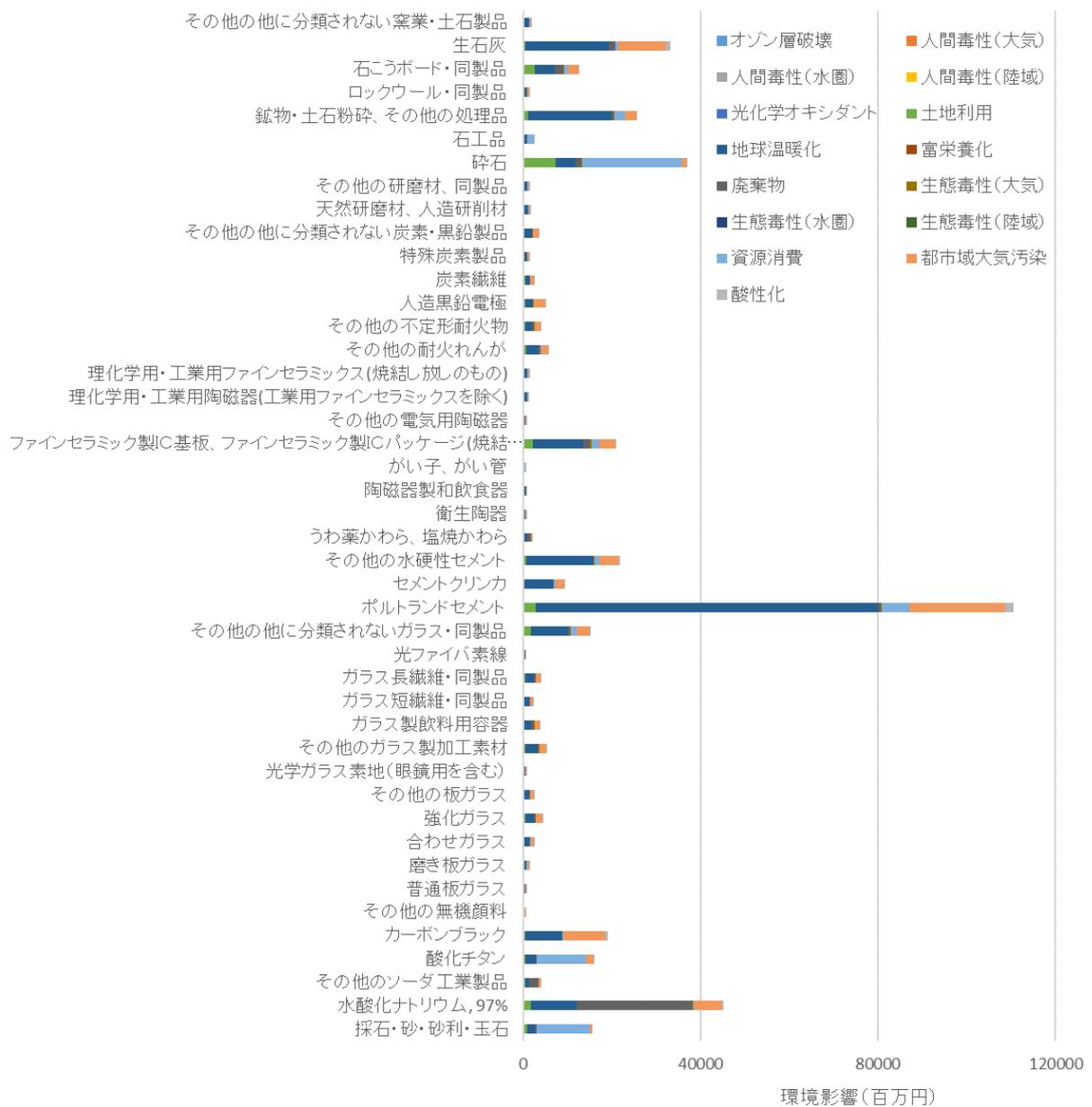


図 II.4.4(26) 日本の物質利用に伴う総環境影響(非金属鉱物資源)(対象物質別)(2010年)

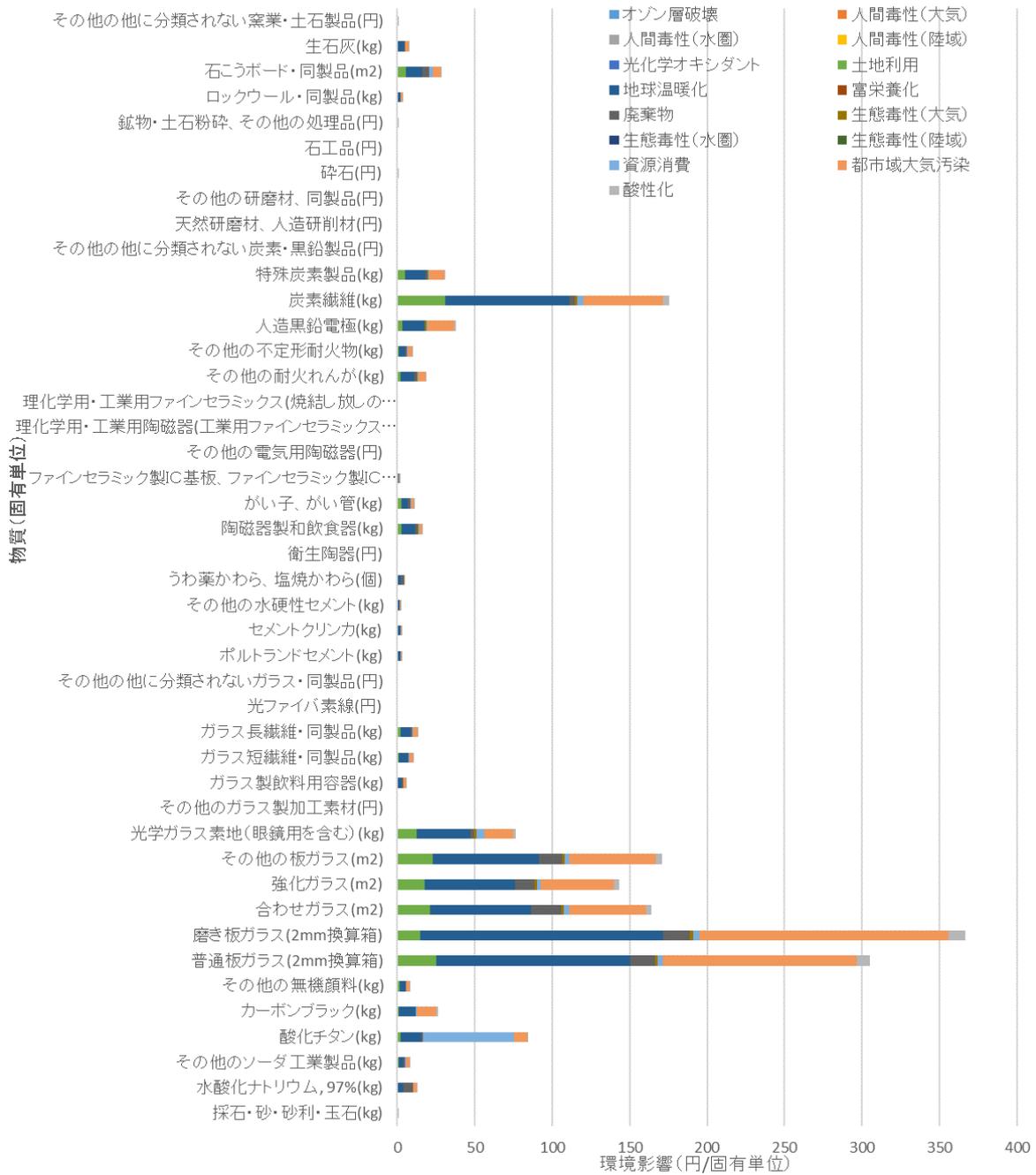


図 II.4.4(27) 対象物質 1 単位あたりの環境影響(非金属鉱物資源)(再掲)

#### 4.5 関連するマクロな統計との比較・検証

ここでは、関連するマクロな統計として日本の温室効果ガス排出量(環境省、2012)を用い、本研究で推計された温室効果ガス排出量との比較を行った。表 II.4.5(1)に示す通り、本研究で推計された温室効果ガス排出量はいずれも日本の排出量を下回っており、本研究では対象外となる排出もあることを考慮すると妥当な推計結果であると考えられる。来年度以降、他の比較可能項目についても検証を行っていく。

表 II.4.5(1) 温室効果ガス排出量の比較(2010年)

	日本の温室効果ガス排出量(環境省、2012)	本研究で推計された温室効果ガス排出量
CO <sub>2</sub> (百万トン)	1,192	978
CH <sub>4</sub> (千トン)	971	845
N <sub>2</sub> O(千トン)	71	35

#### 4.6 本年度の成果のまとめ

本年度は「(1)既存の環境効率指標の事例収集と分析」の更新を行うとともに、「(3)日本の環境効率の推計」のうち、「③日本の物質利用データの整備」「④日本の物質利用に伴う総環境負荷・環境影響の推計」「⑤関連するマクロな統計との比較・検証」を中心に行い、昨年度行った「(2)物質1単位あたりの環境負荷・環境影響の試算」についても大幅な見直しを行った。本年度の主な成果は以下の通りである。

- ・ ある対象物質が、別の対象物質の原材料となる場合の環境影響の配分方法、対象物質が使用される下流側で発生する環境影響の配分方法を提示した。
- ・ 昨年度の手順を改めることで、対象物質選定の論理性・網羅性を向上させ、昨年度に比べ約2倍の対象物質について分析を行った。
- ・ 日本の物質利用に伴う総環境影響は、1990-2010年の間、ほぼ横ばいで推移していると推計された。日本の天然資源等消費量はこの間約4割減少し、資源生産性も向上したが、環境影響の観点からは必ずしも減少の傾向が見られないことが示唆された。
- ・ 最も大きな影響を示した資源の種類は化石資源であり、生物資源、金属鉱物資源、非金属鉱物資源の順となった。化石資源利用の環境影響は、およそ全体の半数を占め、微増傾向にあった。

これらの結果はさらなる検証を要するものの、天然資源等消費量の減少が環境影響の減少に寄与していない状況が示唆されたことは、今後の環境政策の対象を再考する必要性を示唆していると言える。



### III 今後の研究方針

表 I.2(1)に示したように、平成 28 年度は「(1)既存の環境効率指標の事例収集と分析」の更新を行うとともに、「(3)日本の環境効率の推計」のうち、「③日本の物質利用データの整備」「④日本の物質利用に伴う総環境負荷・環境影響の推計」「⑤関連するマクロな統計との比較・検証」を中心に行い、昨年度行った「(2)物質 1 単位あたりの環境負荷・環境影響の試算」についても大幅な見直しを行った。

平成 29 年度は、表 I.2(1)に示すように、必要に応じて「(1)既存の環境効率指標の事例収集と分析」の更新を行うとともに、「①対象物質の選定と対象物質ごとのシステム境界の設定」から「⑤関連するマクロな統計との比較・検証」までの過程を必要に応じて見直しつつ、「⑥日本の環境効率の時系列推計」と「(4) 日本の環境効率の推移の要因分析」を中心に行っていく。

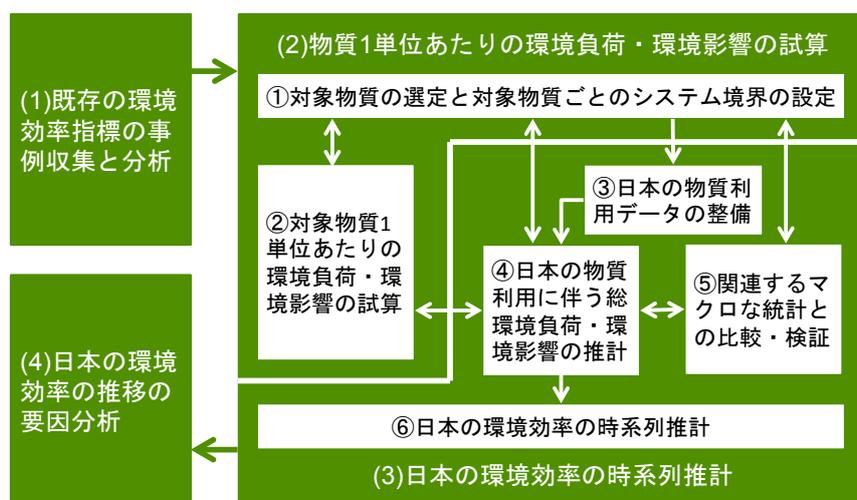


図 I.2(1) 本研究の構成(再掲)

表 I.2(1) 本研究の工程表(再掲)

	2015年度	2016年度	2017年度
(1)	更新	更新	更新
(2) ①	見直し	見直し	見直し
②	見直し	見直し	見直し
(3) ③	見直し・更新	見直し・更新	見直し・更新
④	見直し・更新	見直し・更新	見直し・更新
⑤	見直し・更新	見直し・更新	見直し・更新
⑥	見直し・更新	見直し・更新	見直し・更新
(4)	見直し・更新	見直し・更新	見直し・更新

#### IV 添付資料

## 参考文献

van der Voet, E., L. van Oers, and I. Nikolic (2003) Dematerialization: Not just a matter of weight, CML report 160, Leiden University

WRI and WBCSD (2011) Corporate Value Chain (Scope3) Accounting and Reporting Standard

環境省 (2012) 2010 年度(平成 22 年度)の温室効果ガス排出量(確定値)

環境省・経済産業省 (2015) サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン(ver 2.2)

産業環境管理協会 (2014) MiLCA ガイドブック(2014 年 10 月 9 日版)、産業環境管理協会