

戦略的創造研究推進事業  
(社会技術研究開発)

平成27年度研究開発実施報告書

「科学技術イノベーション政策のための科学」  
研究開発プログラム

研究開発プロジェクト

「製品ライフサイクルに立脚した環境影響評価基盤の  
構築と社会実装によるグリーン購入の推進」

研究代表者 伊坪徳宏  
(東京都市大学環境学部 教授)

## 目次

1. 研究開発プロジェクト名 .....	2
2. 研究開発実施の要約 .....	2
2 - 1. 研究開発目標 .....	2
2 - 2. 実施項目 .....	2
2 - 3. 主な結果 .....	2
3. 研究開発実施の具体的内容 .....	4
3 - 1. 研究開発目標 .....	4
3 - 2. 実施方法・内容 .....	6
3 - 3. 研究開発結果・成果 .....	10
3 - 4. 会議等の活動 .....	54
4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況 .....	57
5. 研究開発実施体制 .....	58
6. 研究開発実施者 .....	59
7. 関与者との協働、研究開発成果の発表・発信、アウトリーチ活動など .....	62
7 - 1. 主催したイベント等 .....	62
7 - 2. その他のアウトリーチ活動 .....	62
7 - 3. 論文発表 .....	62
7 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表） .....	62
7 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等 .....	64
7 - 6. 特許出願 .....	64

## 1. 研究開発プロジェクト名

プロジェクト名称 「製品ライフサイクルに立脚した環境影響評価基盤の構築と社会実装によるグリーン購入の推進」

英語表記                   Establishment of Methodology and Database for Life Cycle-Based  
Environmental Assessment and Installation to the Society for the  
Promotion of Green Procurement

研究代表者：伊坪 徳宏（東京都市大学 環境学部 教授）

研究開発期間：平成26年10月 ～ 平成29年9月（36ヵ月間）

参画機関：東京都市大学・産業技術総合研究所・早稲田大学・日本環境協会

## 2. 研究開発実施の要約

### 2 - 1. 研究開発目標

最新のインベントリデータベースと環境影響評価手法に基づく環境ホットスポット分析手法の開発を行う。科学的な方法を駆使した100品目を対象とした分析を実施し、その結果は専門家による「グリーンイノベーションのための羅針盤」として国、自治体、企業、消費者に広く報告される。国には政府特定調達品目の評価基準を、企業にはエコイノベーションの効果的な推進を、消費者には真のエコプロダクツを購入するための判断基準を提供する。ホットスポット分析手法と結果は環境ラベル(タイプ1と3)の信頼性を高めるべく社会実装されるとともに、合理的な審査基準の下で調達品目の選択を促進する改正グリーン購入法施行の基盤として活用されることを目指す。

### 2 - 2. 実施項目

本プロジェクトでは以下の事項について実施する。

【課題1】 環境ホットスポット分析のための手法およびデータベースの開発

LCA(Life Cycle Assessment)の実施方法に倣い、実施項目を以下の三つに分類し、それぞれの課題について作業部会を設置してインベントリデータベースと影響評価手法を開発する。

- (1) インベントリ分析(上流)用のデータベース開発と更新
- (2) インベントリ分析(下流)用のデータベース開発と更新
- (3) 影響評価手法の開発と更新

【課題2】 100製品を対象とした環境ホットスポット分析の実施と評価報告書の公開

実施項目を以下の二つに分類し、それぞれの課題について二つのグループ（エコマークグループ、エコリーフグループ）を設置して評価インフラを開発する。

- (1) 100品目を対象とした環境ホットスポット分析
- (2) 環境ホットスポット分析結果の公表と社会実装に向けた活動

### 2 - 3. 主な結果

今年度の主な結果を課題ごとに示した。

【課題1】 環境ホットスポット分析のための手法およびデータベースの開発

(1) 上流インベントリデータベースの開発

IDEA (Inventory Database for Environmental Analysis) の各単位プロセスに、光化

学オキシダント、大気汚染、ヒト毒性、生態毒性、陸域酸性化及び水域酸性化の各影響領域に関係する基本フローを追加した。具体的には、現状のIDEAにおける上記基本フローの充足度をecoinventと比較することで確認し、ecoinventに格納されているがIDEAに格納されていないものについてはIDEAに追加すべき候補とした。IDEAに追加すべき光化学オキシダント、ヒト毒性及び生態毒性の各影響領域に関係する環境負荷物質の排出源及び排出量を、化学物質排出移動量届出制度（Pollutant Release and Transfer Register：PRTR）、ダイオキシン類の排出量の目録、工業統計等の各種生産統計を利用し算出した。算出できた排出源ごとの化学物質排出量を、該当する排出源で生産される製品の金額で除することによって、生産額1円当たりの化学物質排出量を求め、IDEAに格納されている各プロセスに基準単位当たりの化学物質排出量を導入した。また、上流データベースは平成23年（2011年）産業連関表の部門ごとに生産額1円当たりの環境影響を用意しておく必要がある。そのためIDEAに格納されている製品の基準単位が数量の場合は金額に変換した上で、産業連関表の約400部門と対応させた。複数のIDEA製品が産業連関表の1部門に対応する場合は、IDEA製品の各供給額で環境負荷量を加重平均することによって、産業連関表の部門に統合し、日本に流通している製品流量を反映させた部門別の直接環境負荷量を算出した。産業連関表の逆行列係数表を用いて、部門別環境影響の直接と間接を合計した生産額1円当たりの環境負荷量を算出した。環境負荷量に特性化係数を乗じることによって環境影響を算出した。算出した生産額1円当たりの環境影響について、対象負荷物質ごとに環境影響の寄与度を確認し、PRTRマニュアル等から得られた排出実態とかい離していないかを確認する等の見直しを実施した。

## （2）下流インベントリデータベースの開発

第一に、平成23年（2011年）産業連関表を基礎とする廃棄物産業連関表（WIO表、暫定版）を開発した。まず、各都道府県・政令市により実施・公表されている産業廃棄物多量排出事業者報告データの電算化を完了した。このデータベースを活用することにより、とくに多量排出事業者の占める割合の大きい産業部門については、例えば種別、業種別の産業廃棄物排出に関する政府統計を利用する方法よりも精度の高い廃棄物排出量の推計が可能となった。一般廃棄物については、自治体・一部事務組合別、収集区分別、処理施設別の処理量と組成調査結果に関する資料を整理した。開発した廃棄物データベースを利用して、平成23年（2011年）産業連関表を基礎とするWIO表（暫定版）を開発した。さらに、多量排出事業者の占める割合の大きくない産業部門による産業廃棄物排出量、事業系一般廃棄物の産業部門別排出量、産業廃棄物と一般廃棄物の処理フローの推計に関して、さらなる精度向上のための課題を抽出した。

第二に、WIO表（暫定版）の勘定体系に沿って開発した下流インベントリデータベースは、日本におけるサプライチェーンを対象としたものである。したがって、それを既存の多地域産業連関表（シドニー大学により開発されたEoraを中心として）と統合した評価手法を開発した。

## （3）影響評価手法の開発

第一に光化学オキシダント、ヒト毒性、生態毒性、土地利用について特性化係数開発のための検討を行った。光化学オキシダントは全球大気化学輸送モデルを用いて、越境移動を考

慮した地域別、物質別の健康被害係数の算定枠組みを構築した。NMVOCおよびNO<sub>x</sub>を対象にして、単位量を追加排出したときの健康影響の増分について試算した。排出地域によって発生する健康被害の増分は約10倍の差が見られた。暴露地域の人口分布と越境移動による寄与の影響が大きいことがわかった。従来の影響評価係数は、限定的な地理的範囲の下で分析しており、越境大気汚染による被害量が反映されていないものが多かった。本研究の成果は、この影響を含めることを可能とするもので、健康影響の過小評価を回避するのに有用であるものと考えられた。

ヒト毒性・生態毒性の2影響領域については、UNEP/SETACライフサイクルイニシアティブがコンセンサスマodelとして指定するUSEtoxを用いて化学物質の運命曝露分析を用いた。化学物質の単位量排出から得られた環境媒体中の濃度増分を用いて、生態毒性の特性化係数を求めた。さらに、環境媒体中の濃度変化量から吸入及び経口の摂取量を求め、ヒトの慢性影響及び発がんに対する特性化係数を試算した。従来の化学物質を対象とした影響評価手法はLIME2をはじめ、日本国内など特定の国や地域を対象としたもので、かつ、評価対象物質は100物質程度であった。今回の検討を通じて、排出地域を世界に拡張し、かつ、評価対象物質を約3000物質と大幅に広げることが可能となった。今後は、算定結果を他の研究と比較したり、ホットスポット分析に適用するなどして、評価結果の妥当性を検証することが求められる。

土地利用については、生物多様性の影響評価に向け、複数の先行研究について調査するとともに、LCAにおける特性化係数開発研究への利用可能性について考察した。さらに、全球規模の関連データ情報を収集・整理し、絶滅リスク算定に用いるデータ整備を進めた。

#### 【課題2】 100製品を対象とした環境ホットスポット分析の実施と評価報告書の公開

課題1の開発に先立ち、現存のLCA評価手法やデータベースを駆使したホットスポット分析の試行を行った。2005年産業連関表を基礎としつつ、上流インベントリにIDEA、下流インベントリに廃棄物産業連関表(WIO)、影響評価係数にはLIME2を統合した評価システムを開発した。エコマークグループを通じて得られた一次データを導入したハイブリッド型の分析を行って、より詳細な分析への利用可能性についてもあわせて検証した。紙、液晶テレビを取り上げてライフサイクル全体を網羅した分析を行った。CO<sub>2</sub>、水、土地、資源について注目した分析では、液晶テレビの場合使用段階でCO<sub>2</sub>が多い一方で、水・資源・土地においては生産段階が大きいなど、物質によって主要なライフサイクルステージが異なることが確認された。さらに、統合化を通じてこれらのトレードオフを解消することが可能であることが確認された。今後は【課題1】の研究成果を搭載したホットスポット分析ツールを開発し、早期に100品目の分析へと移行する。

### 3. 研究開発実施の具体的内容

#### 3 - 1. 研究開発目標

欧州委員会のアンケート調査によれば、市民の環境意識はきわめて高く、品質や価格に匹敵する一方で、現状のグリーン購入の判断に利用され得る環境ラベルは定性的で信頼されていないことが報告された。現状の環境ラベルがグリーン購入の推進に十分な効果をあげていないことが指摘されるなか、欧州委員会やフランス政府は、より強い影響力を発揮してグリーン購入を推進するため、製品ライフサイクルの環境影響を公表する

環境フットプリントの実施を推奨し、制度化に向けた試行事業を開始した。米国では建築はLEED (Leadership in Energy & Environmental Design)、事務用品はEPEAT (Electronic Product Environmental Assessment Tool)を通じて、製品等を定量的に環境評価するLCA(Life Cycle Assessment)の実施をグリーン調達要件としてすでに課している。日本のグリーン購入法の条文には、ライフサイクルに関する記述がみられない。たとえば、使用時など特定のプロセスでCO<sub>2</sub>を削減すれば、そのほかの工程で環境負荷を高めたり、水消費など別の環境問題を増大させたとしても環境配慮製品として認定され得る。欧米のようにライフサイクルの観点に基づく審査基準の設定が急がれる。

一方で、ライフサイクルすべてのプロセスデータを収集し、計算結果を得るためには事業者にとって相当の負担となる。さらに、評価結果を第三者が検証するにも相応の時間が必要となるため、運用面で多くの問題が残されている。経済産業省が推進したカーボンフットプリントがまだ1,000件程度の登録に留まっているのは、評価開始から審査登録までの工程に時間と労力がかかることが大きな要因である。

このようななかで注目されるのが、ウォルマート、デル、ユニリーバ、コカ・コーラなど米国の主要120社で構成するサステナビリティコンソーシアムが実施するホットスポット分析である。製品群を代表する製品について簡易LCAを事業者が中心となって実施して、ライフサイクルのなかでどのプロセスの環境影響が大きいを見極める。これを主要品目に対して広く実施することで、生産者と販売者が情報を共有することができるだけでなく、生産者は環境影響の削減を効率良く実施でき、販売者は重要な工程の環境影響が低い製品を優先的に販売することができる。UNEP(国連環境計画)/SETAC(環境毒物化学会)ライフサイクルイニシアティブは、広範な評価範囲の中から重要な要素を抽出するホットスポット分析を実施する重要性を指摘しており、今年度からホットスポット分析方法の開発を開始した。

しかし、従来よりLCAは企業が自社製品の評価に利用されることが多いため、実施主体で評価手法や範囲が異なり一貫性がない。さらに、欧米が開発するホットスポット分析手法は、欧米のデータベースと影響評価手法が活用されることが想定される。日本の技術や環境条件が反映されず、かつ、一貫性のない評価に基づく結果が国民に提供されれば、環境影響の誤解と評価手法の誤用が生じ、得られた結果に対する信憑性を得られず、グリーン購入促進の却って障害になる恐れがある。

IPCCにより定期的に発行される報告書の内容は、いまや温暖化に対する国際政策の拠り所となっている。これは、学識経験者が最新の温暖化に関する科学的知見をとりまとめた報告書であることが大きな要因である。研究代表者らは、IPCCの役割に倣い、学識経験者が専門家の視点から製品ごとにライフサイクルの視点に立った環境ホットスポット分析を実施することの重要性を認識した。

①最新で信頼性が高い影響評価手法やインベントリデータを駆使した分析結果が報告書として発信され、②その内容から製品ごとに重要な環境問題やプロセスが特定されることで、③政府関係者や産業界、消費者はこれらを共有でき、④エコイノベーション推進とエコプロダクツ普及の迅速化が期待できる。

以上を鑑みて、本プロジェクトでは以下の事項について実施する。

【課題1】 環境ホットスポット分析のための手法およびデータベースの開発

【課題2】 100製品を対象とした環境ホットスポット分析の実施と評価報告書の公開

評価報告書には、環境側面から見た製品の「マテリアリティ」と環境影響削減貢献量の計算に利用される以下の情報が開示される。

- ・ 重要な環境問題とプロセスの特定
- ・ 製品群を代表する環境影響の平均値以上の流れをまとめたものを図1に示した。

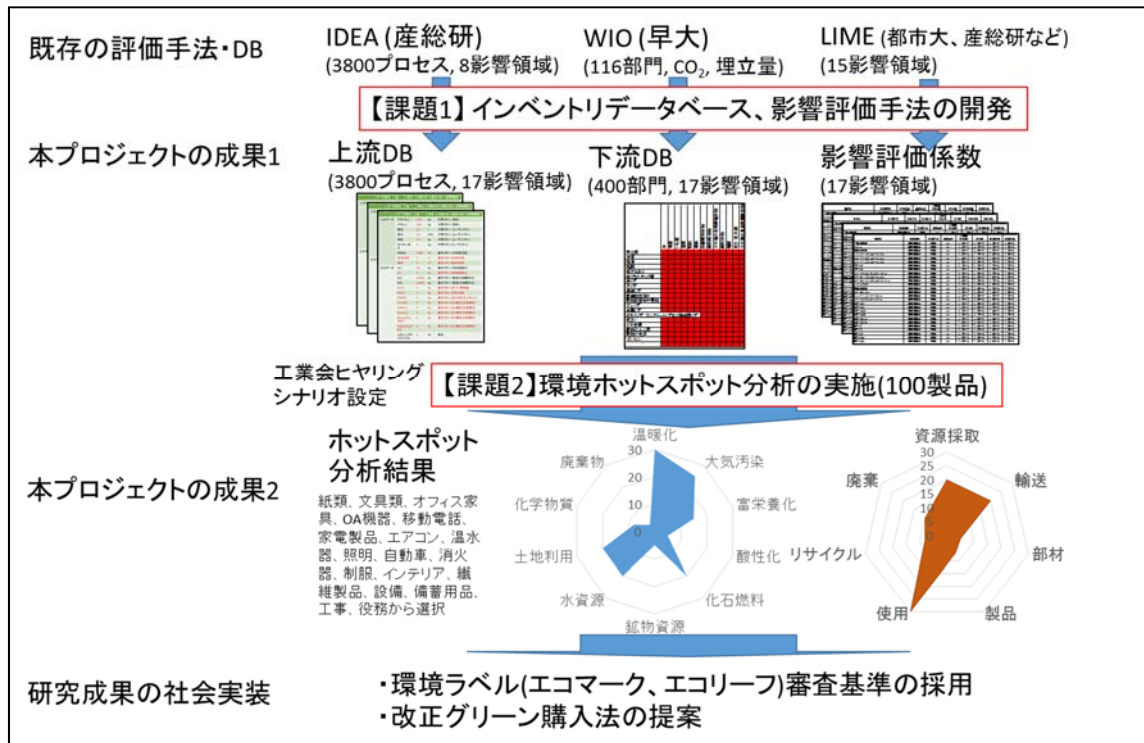


図1 本プロジェクトの研究課題と成果、社会実装までの関係

### 3 - 2. 実施方法・内容

今年度の検討内容を課題ごとに示す。

#### (1) 上流インベントリデータベースの開発

光化学オキシダント、大気汚染、ヒト毒性、生態毒性、陸域酸性化、水域酸性化の各影響領域に関係する基本フローについて我々が開発しているインベントリデータベース IDEA (Inventory Database for Environmental Analysis) における整備状況を確認するために、IDEAと欧州で開発されているecoinventの各プロセスを対応させ、両データで共通するプロセスに入出力される各基本フローの種類を比較する。

光化学オキシダント、大気汚染、ヒト毒性及び生態毒性の各影響領域に関係する環境負荷物質の排出源及び排出量を確認するために、化学物質排出移動量届出制度 (Pollutant Release and Transfer Register : PRTR)、ダイオキシン類の排出量の目録、工業統計及び各種生産統計を利用する。PRTR及びダイオキシン類の排出量の目録は、一定量以上の化学物質を環境中に排出している事業所を対象に、対象物質の種類及び排出量を調査し、一定量に満たない事業所からのそれらを推計している。工業統計は、製造業を営む4人以上の事業所を対象に、出荷される製品の種類及び年間出荷額を調査している。したがって、PRTR

と工業統計で共通して調査対象になっている事業所については、PRTRで得られる対象物質の種類と、工業統計で得られる出荷されている製品の種類を照合することによって、環境負荷物質がどの製品の製造プロセスから排出されているかを特定する。またダイオキシン類の排出量の目録では、排出源ごとに年間排出量を確認する。さらに化学物質ファクトシートや化学物質排出移動量届出制度の排出量算出マニュアル等も活用し排出源を特定する。排出源ごとの生産状況は工業統計及び各種生産統計を確認する。排出源が複数ある場合は、各排出源の生産額で排出量を割り当てる。上記作業で算出できる排出源ごとの化学物質排出量を、該当する排出源で生産される製品の金額で除することによって、生産額1円当たりの化学物質排出量を算出し、IDEAに格納されている各プロセスに化学物質の種類別排出量を導入する。IDEAにすでに導入されていた陸域酸性化、水域酸性化に関する基本フローについては、各単位プロセスの算出方法について情報源の温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度の排出量算定マニュアルで確認する。

次に、上流データベースは平成23年（2011年）産業連関表の部門ごとに生産額1円当たりのライフサイクルインベントリ分析結果を用意しておく必要がある。IDEAに格納されている約3,900製品のうち、製品の対象範囲が重複せずかつ日本で製造している製品を網羅した約2,000製品（ホットスポット分析用のIDEA製品）を抽出し、それを産業連関表の約400部門と対応させることとする。ホットスポット分析用のIDEA製品のうち基準単位が数量のものは、数量当たりの入出力量に製品の単価を乗じることで金額に変換する。複数のホットスポット分析用のIDEA製品が産業連関表の1部門に対応する場合は、ホットスポット分析用のIDEA製品の入出力量を各供給額で加重平均することによって、産業連関表の部門ごとに入出力量を統合する。供給額とは国内生産額に輸入額を足し輸出額を除いた金額であり、これによって輸出入を考慮でき日本に流通している製品流量を反映させた部門別の直接環境影響を算出することができる。産業連関表の逆行列係数表を用いて、部門別環境影響の直接と間接を合計した生産額1円当たりの環境影響を算出し、これを環境ホットスポット分析用の上流データベースに導入する。算出した生産額1円当たりの環境影響が大きい部門について、対象負荷物質ごとに環境影響寄与度を確認し、排出源の見直しを実施する。

## （2）下流インベントリデータベースの開発

平成23年（2011年）産業連関表を基礎とする廃棄物産業連関表（WIO表、暫定版）のための基礎とする産業連関表としては、前年度に総務省により公表された速報ではなく、今年度中に公表された確報（以下、ベンチマーク表）を用いた。WIO表に含まれるべきデータのうちベンチマーク表に含まれないデータの主たる部分は、廃棄物の部門別・種類別の排出量および投入量である。廃棄物のフローは、再資源化・処理・処分に関する制度と統計の利用可能性を考慮すると、産業廃棄物と一般廃棄物の別に推計すべきである。産業廃棄物の業種別・種類別の排出量等は、環境省による統計（産業廃棄物排出・処理状況調査。以下、産廃統計）により69業種、19種類の別に把握することができる。しかし産廃統計は、直接的に排出事業者等を対象として実施された調査ではなく、都道府県が事業者に対して実施した調査（標本調査）の結果を間接的に調査し、その結果に基づいて推計したものである。調査を毎年実施していない都道府県もあることから、平成23年度については、47都道府県のうち23都県については当該年の調査に基づく一方で、他の24道府県は過年度（5道府県は1年前、19道府県は3年前）の調査に基づく結果である。したがって、標本調査により



生じる不確実性に加えて、過年度の調査に依存することに起因する誤差が含まれる。これは、産業界における廃棄物の排出抑制等に関する新たな取組の結果が調査結果に反映されにくいことも意味する。以上を考慮して、本研究では各都道府県・政令市により実施・公表されている産業廃棄物多量排出事業者報告データ（以下、多量排出データ）を活用する方法を開発し、これを実施した。

多量排出データには、調査対象が多量排出事業者（多量排出事業者実施状況報告書は、法令により、年間の排出量が産業廃棄物で1000t以上、特別管理産業廃棄物で50t以上の事業場の報告が義務化されている。）に限定されるという短所がある。しかし、多量排出事業者に関しては悉皆調査であるという長所がある。そこで、ベンチマーク表の産業部門約400部門のうち、多量排出事業者による排出量データの得られない部門については産廃統計に基づいて排出原単位（生産額あたりの種類別排出量）を推計して補うこととした。多量排出データは、都道府県によってインターネットで公表されているが、そのままデータ解析に利用可能なかたちではなく、報告書の写しがそのままのかたちで公表されている。したがって、公表されている約12,000社の報告書ファイルをダウンロードして数値データの電算化を実施した。都道府県・政令市ごとに公表時期にばらつきがあるため、また、過年度の多量排出データの入手が困難であったため、表1に示した調査年度の多量排出データを用いた。

表1 本研究で利用した多量排出事業者実施状況報告書の調査年度一覧

No	自治体	状態	登録事業場数	登録数量(万t)	No	自治体	状態	登録事業場数	登録数量(万t)	No	自治体	状態	登録事業場数	登録数量(万t)
1	北海道	○	1,227	1,050	39	石川県	●	133	103	77	岡山県	●	147	128
2	札幌市	●	95	258	40	金沢市	●	60	29	78	岡山市	●	91	120
3	函館市	●	27	9	41	福井県	●	155	147	79	倉敷市	●	80	400
4	旭川市	●	27	16	42	山梨県	○	177	81	80	広島県	●	259	159
5	青森県	●	227	248	43	長野県	●	472	364	81	広島市	●	131	186
6	青森市	●	12	9	44	長野市	●	113	127	82	呉市	●	38	100
7	岩手県	●	250	114	45	岐阜県	●	168	179	83	福山市	●	72	76
8	盛岡市	●	37	23	46	岐阜市	●	38	18	84	山口県	●	257	366
9	宮城県	●	178	474	47	静岡県	●	464	867	85	下関市	●	37	21
10	仙台市	●	115	104	48	静岡市	●	91	44	86	徳島県	○	119	212
11	秋田県	●	78	49	49	浜松市	●	107	127	87	香川県	●	130	89
12	秋田市	●	40	72	50	愛知県	●	589	1,121	88	高松市	●	61	38
13	山形県	●	192	179	51	名古屋市	●	185	207	89	愛媛県	●	139	927
14	福島県	●	137	252	52	豊田市	●	88	44	90	松山市	●	52	231
15	郡山市	●	59	38	53	豊橋市	●	65	67	91	高知県	●	32	10
16	いわき市	●	73	246	54	岡崎市	●	74	32	92	高知市	●	26	50
17	茨城県	●	370	493	55	三重県	○	557	567	93	福岡県	●	180	149
18	栃木県	●	261	188	56	滋賀県	●	220	179	94	北九州市	●	132	376
19	群馬県	●	218	134	57	大津市	●	42	28	95	福岡市	●	186	225
20	前橋市	●	34	14	58	京都府	●	119	191	96	大牟田市	●	29	30
21	高崎市	●	54	19	59	京都市	●	96	162	97	久留米市	●	33	13
22	埼玉県	●	453	329	60	大阪府	●	160	363	98	佐賀県	●	167	183
23	さいたま市	●	156	100	61	大阪市	●	219	223	99	長崎県	○	76	132
24	川崎市	●	31	5	62	堺市	●	95	172	100	長崎市	●	49	42
25	千葉県	●	515	1,111	63	東大阪市	●	29	85	101	佐世保市	●	14	6
26	千葉市	●	117	353	64	高槻市	○	25	12	102	熊本県	●	188	128
27	船橋市	●	97	48	65	豊中市	●	30	72	103	熊本市	●	70	76
28	柏市	●	36	6	66	兵庫県	●	327	572	104	大分県	●	219	86
29	東京都	●	523	1,400	67	神戸市	●	136	322	105	大分市	●	74	219
30	神奈川県	●	271	530	68	姫路市	●	84	400	106	宮崎県	◎	104	188
31	横浜市	●	310	540	69	尼崎市	○	72	296	107	宮崎市	●	43	21
32	川崎市	●	154	197	70	西宮市	●	52	109	108	鹿児島県	●	165	188
33	横須賀市	●	41	114	71	奈良県	●	105	103	109	鹿児島市	●	57	78
34	相模原市	●	63	34	72	奈良市	●	32	79	110	沖縄県	●	61	57
35	新潟県	●	321	340	73	和歌山県	●	114	37	111	那覇市	●	11	5
36	新潟市	●	127	132	74	和歌山市	●	83	333					
37	富山県	●	177	224	75	鳥取県	●	98	74					
38	富山市	●	68	52	76	島根県	○	129	120					
											計		16,503	22,872

●2013データ登録完了 ◎2014データ登録完了  
○2012データ登録完了

一般廃棄物については、環境省による統計（一般廃棄物処理実態調査。以下、一廃統計）により、自治体・一部事務組合別、収集区分別、処理施設別の処理量と組成調査結果を利用可能である。一廃の処理フローに関するデータが充実している一方で、産業部門別の排出量を把握するための資料を一廃統計から得ることができない。したがって、WIO表の推計に際して、文献から利用可能な既往研究の成果を参照するとしても、多くの産業部門について、排出原単位が共通であるとの過程を導入せざるを得ない。そこで、未利用の業務報告を活用することなど、事業系一般廃棄物の産業部門別排出量の精度向上のための課題を抽出した。

### （３）影響評価手法の開発

第一に光化学オキシダント、土地利用、ヒト毒性(慢性毒性)、生態毒性を対象として特性化係数を開発するための検討を行う。いずれの影響領域も、運命分析、暴露分析、影響分析の三要素の開発を行い、これらを統合することで環境影響の評価を行う。以下にそれぞれの過程で用いるモデルを示した。これらの計算と結果を統合することで特性化係数を算定するとともに、既存研究と比較することで本研究成果の有用性を検証するとともに、環境ホットスポット分析への適用妥当性について議論する。

表2 影響領域ごとに見た各段階で利用される方法や考え方

影響領域	運命分析	暴露分析	影響分析	評価指標
光化学オキシダント	MIROC-ESM(大気の大気循環と汚染物質の化学反応を考慮)で大気濃度を評価。	地理情報システムを用いて暴露量を算定。	疾患ごとに閾値を求め、暴露量との比を取る。	NMVOC換算量
土地利用	土壌生物種の分布図から土地の利用地点における土壌生物多様性を評価。	土地利用の形態ごとに人為に改変される深さを評価する。	土地利用により影響を受ける土壌生物量を評価する。	潜在的に影響を受ける土壌生物量(土地の利用態様を考慮)
ヒト毒性(慢性毒性)	USETOXを用いて排出量に対する環境中濃度を計算。	USETOXを用いて排出量に対する摂取量を評価。	疾患ごとに摂取量と閾値の比を取る。	トルエン換算量
生態毒性	USETOXを用いて排出量に対する環境中濃度を計算。	GISを用いて土壌、水域の環境中予測濃度を計算。	環境中予測濃度と予測無影響濃度の比を取る。	ホルムアルデヒド換算量

第二にこれまでに開発した特性化係数を他の既存研究と対比して研究成果の検証を進めるとともに、環境ホットスポット分析のための推奨手法の選定作業を行う。特に欧州委員会共同研究センター(JRC)によるILCD(International Life Cycle Databook)、オランダライデン大学とPre社などが開発したRecipe、ナイメーヘン大学など複数の研究機関が参画して開発した欧州連合のプロジェクトLCImpact、米国ミシガン大学やデンマーク工科大学などが推進しているImpact world+における評価手法と対比して、影響領域ごとに現時点での最善の評価手法の選定と今後の研究課題についてまとめる。

## 【課題2】 100製品を対象とした環境ホットスポット分析の実施と評価報告書の公開

第一に、特定調達品目を対象とした環境ホットスポット分析を試行する。本年度は、政府が指定する21分野(紙類、文具類、オフィス家具類、電子計算機、オフィス機器など)から代表製品を選定する。評価範囲としては、気候変動、水資源、土地利用、資源消費を対象とし、影響領域ごとに得た結果を統合化することも合わせて検討する。上記以外の影響領域については今後の開発成果を適宜反映、更新できるよう設計する。

第二に、エコリーフにおけるPCR(製品カテゴリー基準)、エコマークにおける製品審査基準が設定されている製品を対象にした環境ホットスポット分析を試行する。本研究で開発するモデルとの接合について検討し、環境ラベル対応品の環境影響削減効果について定量的に分析するための枠組みについて検討する。

### 3 - 3. 研究開発結果・成果

#### 【課題1】 環境ホットスポット分析のための手法およびデータベースの開発

##### (1) 上流インベントリデータベースの開発

###### ①IDEAへの基本フローの追加

昨年度は、環境ホットスポット分析に利用が可能な上流インベントリの整備をするために、インベントリデータベースのIDEA (Inventory Database for Environmental Analysis) (国立研究開発法人 産業技術総合研究所、一般社団法人 産業環境管理協会、2016) と欧州で開発されているecoinvent (Swiss Centre for Life Cycle Inventories) の地球温暖化物質、オゾン層破壊物質、水資源および土地利用の各影響領域に関係する基本フローの整備状況を確認し、IDEAの各単位プロセスに上記影響領域に関係する基本フローを導入した。

今年度は、光化学オキシダント、大気汚染、ヒト毒性、生態毒性、陸域酸性化及び水域酸性化の各影響領域に関係する基本フローについてIDEAとecoinventの整備状況を確認するために、IDEAとecoinventの各プロセスの対応関係を整理し、対応するプロセスに属する各基本フローの種類を比較した。ecoinventでは、同一プロセスに関するレコードが、異なるプロセスIDかつ異なる地域・国ごとに定義されていたため、その重複を排除した。

ecoinvent v3のサイトより、地域・国の定義リスト「list of geographies」と地域・国の包含関係を示したリスト「geographies overlaps」を入手した。「geographies overlaps」を参照し、包含関係の大きい地域・国名を把握し、包含関係の大きい地域・国名には重複排除の際の残留優先度を高く設定した。これは包含関係の大きい地域・国に関するデータはより普遍性が高まるとの考え方による。対応関係を確認する際に、単位プロセス名や製品名的一致だけで判断するのではなく、各単位プロセスの技術や機能単位を確認する必要がある。IDEAは2010年における日本が有する技術で製造された製品を対象にしているが、ecoinventはプロセスごとに技術及び地域が異なるため、上記が原因で基本フローの種類及び流量に差が生じている場合もあるため注意した。IDEAの2,519プロセスとecoinventの3,546プロセスを照合した結果、IDEAの548プロセスがecoinventの1,069プロセスに対応していた。対応関係は、IDEA1プロセスに対しecoinvent1プロセスの対応関係だけではなく、IDEAの1プロセスに対しecoinventの複数プロセスも多く存在したため、対応関係の確認できたIDEAとecoinventのプロセス数が同じにはならなかった。IDEAとecoinventで対応関係を確認したプロセスに属している基本フローの及び照合できたプロセスに共通する

基本フローを表3に示す。

表3 IDEAとecoinventで対応したプロセスに属している基本フローの数

	調査対象: ecoinvent3,546プロセス		調査対象:IDEA2,519プロセス		調査対象:Ecoinventと照合 できたIDEA548プロセス	
	フロー 数[個]	種類 [種類]	フロー 数[個]	種類[種類] ( )内は基本フロー名	フロー 数[個]	種類 [種類]
光化学オキシダント	11,610	168	44	4(CH <sub>4</sub> 、非メタン炭化水素、PFC14、炭化水素)	33	3(CH <sub>4</sub> 、非メタン炭化水素、炭化水素)
大気汚染		4	133	3(NO <sub>x</sub> 、SO <sub>2</sub> 、SO <sub>x</sub> )	72	3(NO <sub>x</sub> 、SO <sub>2</sub> 、SO <sub>x</sub> )
ヒト毒性	16,913	198	27	8(As、Cd、Hg、Ni、ニッケル化合物、Pb、アトラジン、ダイオキシン)	13	6(As、Cd、Hg、Ni、Pb、ダイオキシン)
生態毒性	16,851	188	28	7(As、Cd、Hg、Ni、Pb、アトラジン、Cr)	13	6(As、Cd、Hg、Ni、Pb、Cr)
酸性化	4,392	28	68	7(HCl、NO <sub>x</sub> 、SO <sub>2</sub> 、フッ化水素、NH <sub>3</sub> 、硫酸、硫化水素)	47	4(HCl、NO <sub>x</sub> 、SO <sub>2</sub> 、フッ化水素)

IDEAとecoinventでそれぞれプロセスデータとして利用されている基本フローを確認したところ、今回対象とした5環境影響領域のすべてでecoinventの方が種類が多かった。

IDEAとecoinventの両方にデータが存在しているプロセスの基本フローを確認すると、5環境影響領域においてIDEAで確認できた基本フローはecoinventでも確認できた。IDEAの方がecoinventよりも5環境影響領域に関係する基本フローが少ないことがわかり、今後IDEAのプロセスデータに基本フローを拡充していく必要がある。ただし、ecoinventに存在するすべての基本フローをIDEAに拡充する必要はなく、IDEAが対象とする2010年の日本における技術を前提として環境負荷物質の種類や環境負荷物質の回収技術を考慮した上で基本フローの拡充を検討する。

光化学オキシダント、ヒト毒性、生態毒性の各影響領域に関係する基本フローについて基準単位当たりの排出量を作成するために、上記環境負荷物質の年間排出量を調査している平成22年度PRTR（経済産業省、環境省、2012）、ダイオキシン類の年間排出量を調査している平成22年ダイオキシン類の排出量の目録（環境省、2012）、製造業を営む事業所ごとに品目別出荷額を調査している平成22年工業統計（経済産業省、2012）、部門ごとに国内生産額を調査している産業連関表<延長表>平成22年（経済産業省、2013）等の生産活動状況を調査した各種統計を利用した。PRTRとは有害性のある化学物質を一定以上の量を製造したり使用したりしている事業者が、環境中への年間排出量と、廃棄物や下水としての事業

所の外への年間移動量を把握し集計し公表する仕組みである。PRTRは届出対象業種から排出される環境への排出量を事業所ごとに調査している他、届出対象外業種からのそれらを推計している。ダイオキシン類の排出量については、PRTR及び平成22年ダイオキシン類の排出量の目録から引用した。平成22年ダイオキシン類の排出量の目録は、PRTRよりも詳細な単位の業種で年間排出量を集計・公開しているためより詳細な排出源を特定することができる。事業者の属性（PRTR届出対象かどうか、どんな産業に属するか）によって、生産額1円当たりの環境負荷物質排出量を算出するために必要な情報源が異なるため、表4に示す。

表4 PRTRの届出対象または産業による生産額1円当たりの環境負荷物質排出量を算出するのに必要な情報源

PRTR届出対象の有無	産業の種類	環境負荷物質排出量の情報源	生産額の情報源
PRTR届出業種	製造業	平成22年度PRTRの届出排出量	平成22年工業統計
	製造業以外	平成22年ダイオキシン類の排出量の目録	産業関連表<延長表> 平成22年
PRTR届出外業種	-	PRTR推計値 平成22年ダイオキシン類の排出量の目録	生産活動状況を調査した各種統計

PRTR対象物質を年間一定量以上排出しかつ製造業を営む4人以上の事業所であれば、両統計に調査票を提出しているため、両統計からデータを抽出することによって、出荷額1円当たりの環境負荷物質排出量の算出ができる。平成22年度PRTRの対象事業所と平成22年工業統計のそれらとの対応状況を表5に示す。

表5 PRTR対象事業所と工業統計との対応

産業	従業員数	工業統計との対応の有無	事業所数[事業所]	PRTR対象物質大気排出量[kg]	PRTR対象物質水域排出量[kg]	PRTR対象物質土壌排出量[kg]
製造業	4人以上	工業統計と対応アリ	11,184	142,333,628	3,713,517	5,347
		工業統計と対応ナシ	2,481	15,561,689	463,591	101,161
	3人以下		90	45,396	248	0
製造業以外			23,905	6,436,145	4,538,490	9,405
PRTRの全届出事業所			37,660	164,376,858	8,715,845	115,912

排出量は対象物質のうちダイオキシン類を除いた物質の年間排出量

平成22年度PRTRの届出事業所は37,660事業所あり、そのうち製造業かつ従業者4人以上の事業所は工業統計においても調査対象になっておりそれは13,665事業所存在した。その

うち工業統計と対応できた事業所は11,184事業所だった。11,184事業所から排出される排出量が、PRTR届出事業所に占める割合は、大気への排出量はそれらの事業所のPRTR対象物質の種類及び年間排出量をPRTRから抽出し、それらの事業所の出荷品目の種類及び年間出荷金額を工業統計から抽出した。各排出源にPRTR対象物質の年間排出量を割り当て、上記を各排出源に該当する製造プロセスから出力される製品の年間出荷額で除することによって、工業統計品目別の出荷額1円当たりのPRTR対象物質排出量を算出した。IDEAの細々分類は平成14年から平成20年まで用いられていた工業統計品目分類に準拠しているため、上記分類と平成22年工業統計品目分類との対応表を参考にIDEA細々分類に対応させた。

農業、林業、漁業、建築業、土木業、輸送業（鉄道業を除く）及び上水道供給業はPRTRの届出対象外業種であったため、PRTRが公開している推定値を入手し、PRTRマニュアル（環境省）や化学物質ファクトシート（環境省）を参考に環境負荷物質の排出源及び排出先（大気、公共用水域、土壌）を特定した。届出対象外業種の年間生産額は産業連関表<延長表>平成22年等から入手した。各環境負荷物質の年間排出量を、年間生産額で除することによって、生産額1円当たりのPRTR対象物質排出量を算出した。

届出対象業種のうち、製造業以外の業種のPRTR対象物質排出量は対象業種別PRTR対象物質別に年間排出量を合計し、それを産業連関表<延長表>平成22年等から入手した年間国内生産額で除することによって、生産額1円当たりのPRTR対象物質排出量を算出した。

PRTR届出外業種については、排出源別PRTR対象物質別推計排出量を利用した。排出源は「建築工事業（住宅）」や「土木工事業」のように産業ごとに記載されている場合もあれば、「田」や「畑」のように排出場所が記載されている場合もあるため、すべての排出源について日本標準産業分類に変換した。他の生産活動状況を把握している各種統計は、日本標準産業分類にしたがって生産額が整備されていることが多いため、それらから生産額を引用できるようにした。

光化学オキシダント、ヒト毒性、生態毒性の各影響領域に関する環境負荷物質以外であってもPRTR対象の462物質について、平成23年（2011年）産業連関表（経済産業省、2015）の部門ごとに生産額1円当たりの排出量を整備し、他の環境影響評価にも対応できるように準備した。

環境影響評価手法であるLIME2（稲葉敦、伊坪徳宏、2010）の特性化対象物質のうちPRTR対象物質と照合できたものを光化学オキシダント、ヒト毒性、生態毒性の影響領域ごとに表6に示す。

表 6 LIME2 の対象物質のうち PRTR 対象物質と照合できた物質

	LIME2 の対象 物質の 数[個]	LIME2の対象物質と照合できたPRTR対象物質	
		PRTR物 質番号 の 数 [個]	PRTR物質番号
光化学オキ シダント	686	38	3, 4, 9, 12, 15, 18, 32, 35, 36, 53, 56, 65, 68, 84, 86, 94, 125, 127, 134, 202, 240, 270, 279, 296, 297, 300, 316, 318, 320, 340, 349, 351, 390, 399, 400, 411, 413, 414
ヒト毒性	137	92	2, 3, 9, 12, 18, 31, 36, 46, 49, 50, 55, 56, 61, 65, 68, 69, 75, 88, 89, 90, 93, 94, 101, 113, 125, 127, 134, 147, 149, 150, 157, 158, 159, 160, 162, 169, 174, 178, 179, 181, 186, 193, 200, 206, 225, 237, 239, 240, 242, 243, 244, 245, 248, 249, 251, 252, 253, 255, 260, 262, 268, 280, 281, 293, 294, 298, 304, 305, 308, 309, 328, 332, 333, 337, 343, 350, 351, 355, 360, 369, 388, 398, 400, 404, 406, 411, 415, 426, 432, 451, 457, 461
生態毒性	76	62	9, 10, 31, 53, 75, 87, 89, 90, 93, 94, 113, 125, 127, 149, 157, 169, 174, 181, 186, 193, 197, 198, 225, 237, 240, 242, 248, 249, 251, 252, 260, 262, 268, 279, 281, 288, 293, 294, 300, 304, 308, 314, 318, 328, 332, 349, 350, 351, 354, 355, 356, 360, 386, 388, 394, 398, 400, 404, 411, 426, 427, 457

PRTRの物質番号1つに対してLIME対象物質が複数対応している場合は、LIME対象物質の特性化係数の代表値を採用することにした。理由は、PRTRの個別事業所データやPRTR排出マニュアルには、PRTR物質番号を細分化した単体の物質の排出量や排出量算出方法の記載がなかったため、外部からの細分化は難しいと判断したためである。

IDEAにすでに導入されていた陸域酸性化、水域酸性化に関係する基本フローについては、各単位プロセスの算出方法を温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度の排出量算定マニュアルで確認した。

## ②IDEAに格納された製品を2011年産業連関表の部門に対応させる

上流データベースは平成23年（2011年）産業連関表の部門ごとに遡及させた環境影響を用意しておく必要があるため、IDEAに格納された製品を産業連関表の部門に対応させる必要がある。IDEAは主に統計データをベースにしたハイブリッド積み上げ法を採用して作成され、約3,900のデータを格納している。一方、産業連関表は約400部門を有している。

昨年度は、IDEAの約3,900の製品から、網羅性を確保できる約2,000の製品をホットスポ

ット分析用に抽出し、上記ホットスポット分析用IDEAの基準単位は基本的に物量なので金額に換算し、ホットスポット分析用IDEAを産業連関表の部門と対応させ、産業連関表の1部門がホットスポット分析用IDEAの複数製品に対応する場合は、ホットスポット分析用IDEAの各製品の生産額で環境影響を加重平均することによって、産業連関表の部門ごとに環境影響を統合した。IDEAに格納された製品を産業連関表の部門に対応させる手順を図2に示す。

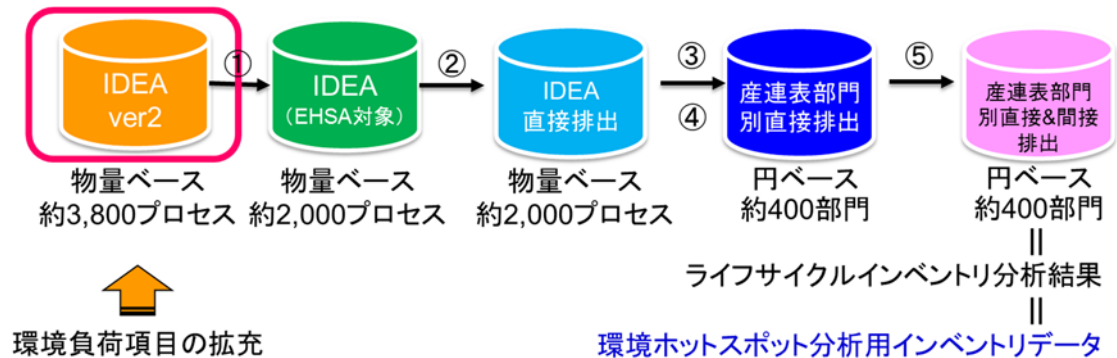


図2 IDEAに格納された製品を産業連関表の部門に対応させる手順

今年度はホットスポット分析用IDEAの複数の製品が平成23年（2011年）産業連関表の1つの部門と対応する場合は、ホットスポット分析用のIDEA製品の各供給額で環境影響を加重平均することによって、産業連関表の部門に統合した。供給額とは国内生産額に輸入額を足して輸出額を除いた金額であり、この作業によって輸出入を考慮した日本に流通している製品流量を反映させた部門別の直接環境影響を算出した。産業連関表部門別環境負荷物質別排出量にLIME2の特性化係数を乗じて算出した環境影響領域ごとの環境影響（直接）を図3に示す。



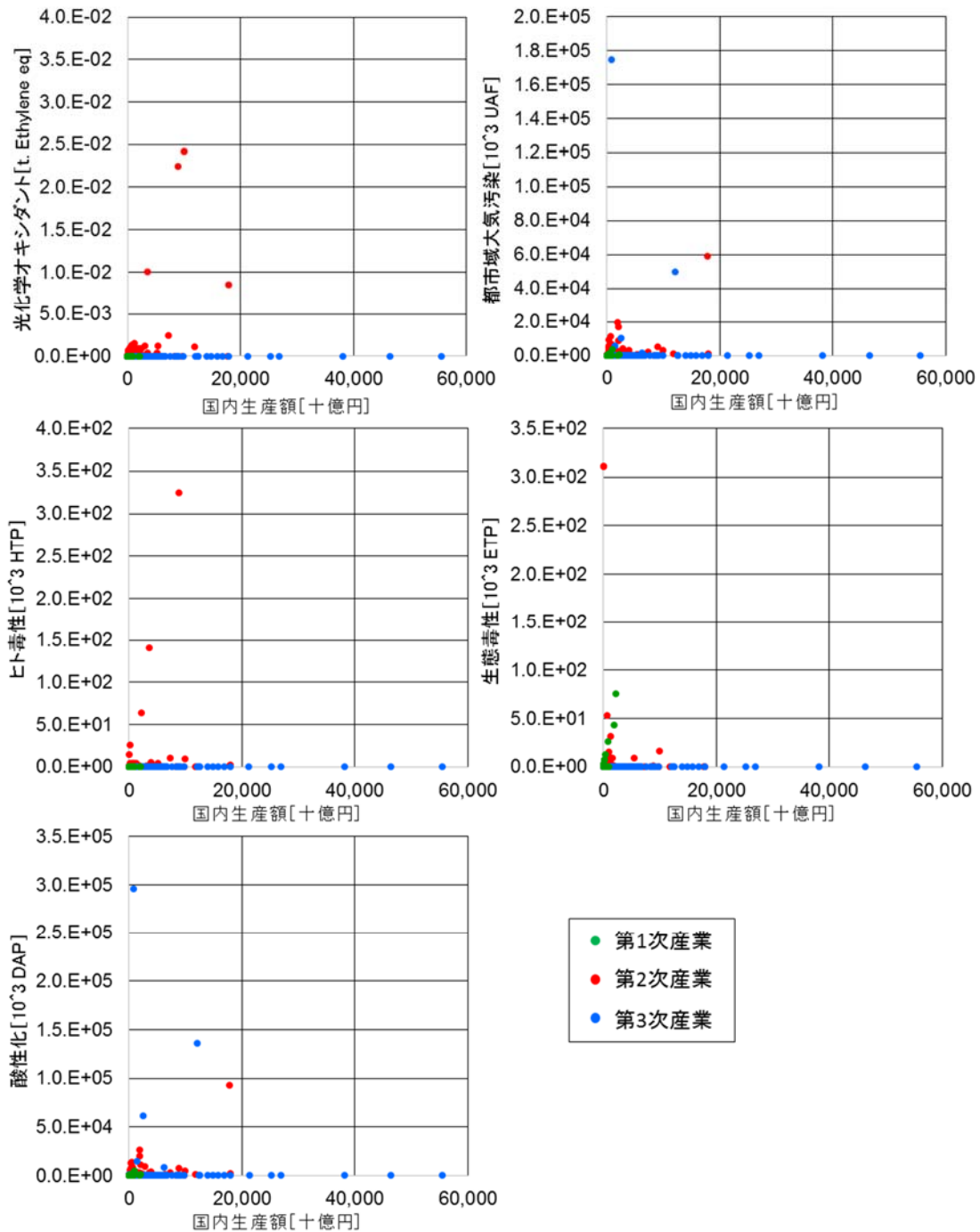


図3 産業連関表部門別の環境影響(直接)

### ③IDEAと産業連関表との対応の妥当性の検討

ホットスポット分析用IDEA (約2000製品) と平成23年 (2011年) 産業連関表の部門 (約400部門) との対応の妥当性を検討するために、本研究で算出した部門別直接排出量と他の

文献から得られたそれらとを比較した。今年度は本研究で算出したCO<sub>2</sub>排出量を、産業連関表による環境負荷原単位データブック（3EID）2005年表（国立環境研究所, 2012）と比較し、両者間の差が大きい部門についてはその原因を検討した。IDEAと産業連関表には環境負荷を計上する部門に違いがあるため、以下の補正をおこなった。産業連関表では自家発電由来の環境負荷物質は自家発電部門に計上されているが、IDEAでは自家発電をしている産業が製造している製品の製造プロセスに燃料の燃焼エネルギーとして計上している。例えば鉄鋼所がおこなっている自家発電は、鉄鋼製品製造プロセスへの燃料の燃焼エネルギー入力として処理されている。また産業連関表では、自家輸送と委託輸送は別部門として独立させその部門に計上されているが、IDEAに格納されている自家輸送及び委託輸送由来の環境負荷物質は農業、林業、漁業の場合は、輸送に投入されるエネルギーを燃料の燃焼エネルギーとして入力することで計上し、製造業の場合は自宅輸送の内構内輸送分の燃料の燃焼エネルギーを入力することで計上し、委託輸送は計上していない。したがって、IDEAと3EIDを比較する時には、3EIDの自家発電由来CO<sub>2</sub>を自家発電が投入されている部門に計上する等の処理をして部門ごとにCO<sub>2</sub>の評価範囲を揃えた。本研究と3EIDの比較結果を図4に示す。

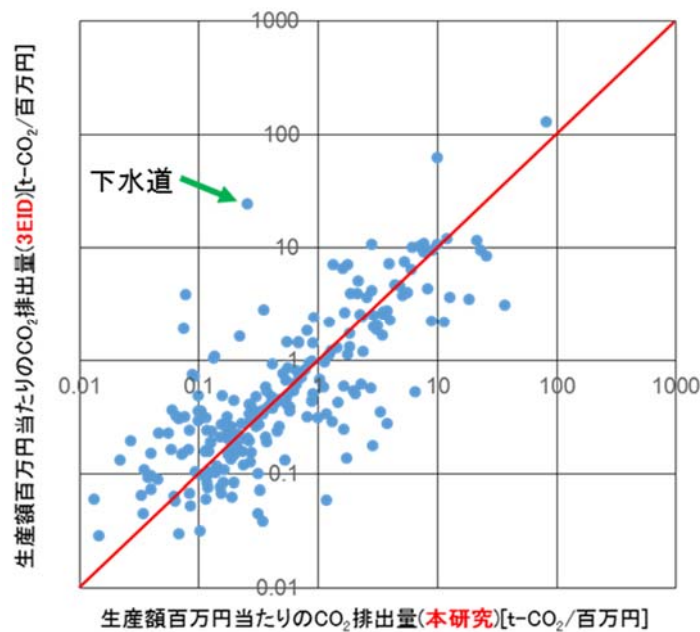


図4 本研究と3EIDのCO<sub>2</sub>排出量の比較

生産額百万円当たりのCO<sub>2</sub>排出量を確認すると、下水道は3EIDの方が本研究よりも大きいことがわかった。IDEAの下水道の基準単位は数量[m<sup>3</sup>]であるため、基準単位を金額に変換する際に用いた単価を調査したところ122.1円/m<sup>3</sup>であり、これをIDEAで把握している年間下水処理量14,500百万m<sup>3</sup>に乗じたところ、年間生産額は1,770,450百万円だった。一方2005年産業連関表の下水道1,342,381百万円だった。下水道のプロセスデータの作成方法を確認するとIDEAは7地域(東京都(区部、流域)、埼玉県、札幌市、横浜市、名古屋市、福岡市)の環境報告書等をもとに作成しており、3EIDが算出に利用している産業連関表は全国平

均値を採用しているため、差が生じている原因が妥当であることを確認した。それ以外の部門は本研究と3EIDとの値が近いことがおおむね確認できた。

#### ④ライフサイクルインベントリ分析の実施

平成23年（2011年）産業連関表の逆行列係数を用いて、これまでの手順を経て算出した直接部門の環境負荷を資源採掘まで遡ったライフサイクルインベントリ分析を実施した。影響領域ごとに「直接と間接を合計した環境影響」を算出し、図5に示す。産業連関表の部門ごとに影響領域ごとの出荷額1円当たりの環境影響の順位が異なり、17影響領域のそれぞれにおける環境影響の大小に差が生じていることがわかった。

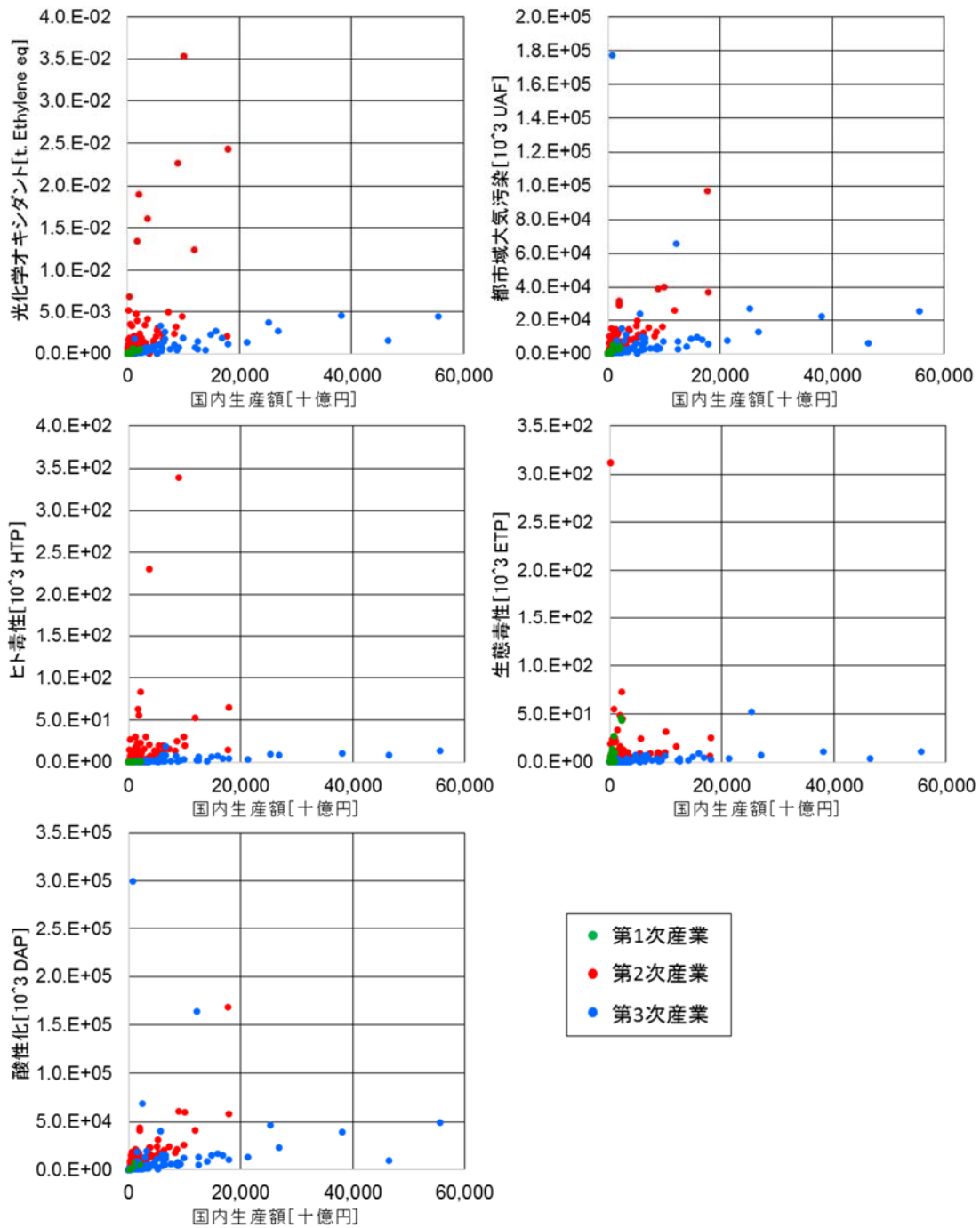


図5 産業連関表部門別の環境影響(直接と間接の合計)

参考文献

国立研究開発法人 産業技術総合研究所, 一般社団法人 産業環境管理協会(2016): IDEA (Inventory Database for Environmental Analysis) ver.2, 産業環境管理協会  
 Swiss Centre for Life Cycle Inventories, “ecoinvent version 3”, 入手先 <

<http://www.ecoinvent.org/database/>), (参照2015-1-6)

経済産業省 製造産業局 化学物質管理課, 環境省 環境保健部 環境安全課, “平成22年度 PRTRデータの概要”, 入手先< <http://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html> >, (参照2016/4/1)

環境省, “平成22年ダイオキシン類の排出量の目録(排出インベントリー)”, 入手先<<http://www.env.go.jp/chemi/dioxin/report.html>>, (参照2016/4/1)

経済産業省 経済産業政策局 調査統計部(2012) 平成22年工業統計 調査票甲・乙

経済産業省 大臣官房 調査統計グループ (2013) 平成22年産業連関表(延長表), 一般財団法人 経済産業調査会, 東京

環境省, “PRTRインフォメーション広場・関連資料”, 入手先

<<http://www.env.go.jp/chemi/prtr/archive/index.html>>, (参照2016/4/1)

環境省, “リスクコミュニケーションのための化学物質ファクトシート2012年版”, 入手先<<http://www.env.go.jp/chemi/communication/factsheet.html>>, (参照2016/4/1)

総務省(2015) 平成23年(2011年)産業連関表, 一般財団法人 経済産業調査会, 東京

稲葉敦, 伊坪徳宏 (2010)LIME2-意思決定を支援する環境影響評価手法, 社団法人 産業環境管理協会, 東京

## (2) 下流インベントリデータベースの開発

### ①産業廃棄物多量排出事業者報告データの電算化

約12,000社の多量排出データの電算化を行なった。登録したデータは、16,503事業場、産業廃棄物排出量は22,872万トンである。明らかに誤りと考えられるデータを修正したうえで、業種別に集計した結果を表7に、種類別に集計した結果を表8に示す。

表7 産業廃棄物多量排出事業者報告データの業種別集計結果

	本研究登録データ(2013)						全国の産廃 排出量推計 値(2012)*	(A)/(B)
	計 (重複事業 場排除)	事業場数		計 (A)	廃棄物量(t)			
		産廃	特管		産廃	特管		
A 農業, 林業	1,209	1,209	0	4,326,396	4,326,394	1	85,720,890	5%
B 漁業	0	0	0	0	0	0	7,127	0%
C 鉱業, 採石業, 砂利採取業	58	52	6	2,340,242	2,339,300	942	9,480,638	25%
D 建設業	7,542	7,416	130	48,474,339	48,435,689	38,649	74,123,884	65%
E 製造業	4,971	3,829	1,927	98,801,955	96,215,253	2,586,703	108,969,851	91%
F 電気・ガス・熱供給・水道業	1,290	1,234	67	73,186,358	73,109,802	76,556	96,473,043	76%
G 情報通信業	58	51	19	159,096	157,318	1,777	109,836	145%
H 運輸業, 郵便業	35	22	12	168,206	166,507	1,699	700,450	24%
I 卸売業, 小売業	49	47	3	95,038	94,891	147	1,388,772	7%
J 金融業, 保険業	2	2	0	33,072	33,072	0	-	-
K 不動産業, 物品賃貸業	9	8	0	22,569	22,567	2	101,727	22%
L 学術研究, 専門・技術サービス業	28	3	25	12,216	0	12,216	64,645	19%
M 宿泊業, 飲食サービス業	0	0	0	0	0	0	325,889	0%
N 生活関連サービス業, 娯楽業	13	13	0	50,017	49,990	26	175,127	29%
O 教育, 学習支援業	22	4	19	14,880	9,249	5,631	57,932	26%
P 医療, 福祉	1,102	82	1,014	193,744	6,609	187,135	384,347	50%
Q 複合サービス事業	0	0	0	0	0	0	23,978	0%
R サービス業(他に分類されないもの)	100	78	26	802,890	771,260	31,630	961,589	83%
S 公務(他に分類されるものを除く)	3	3	1	2,227	2,227	0	67,237	3%
T 分類不能の産業	12	7	5	38,076	33,582	4,494	-	-
計	16,503	14,060	3,254	228,721,319	225,773,711	2,947,609	379,136,960	60%
参考(農業を除く計)	15,294	12,851	3,254	224,394,924	221,447,316	2,947,607	293,416,070	76%

\*平成26年度事業 産業廃棄物排出・処理状況調査報告書,平成24年度実績(概要版),平成27年3月,環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部

表8 産業廃棄物多量排出事業者報告データの種別集計結果

	登録データ(2013)						全国の産廃排出量推計値 (2012)*	(A)/(B)	
	事業場数(重複あり)			廃棄物量(t)					
	計	産廃	特管	計 (A)	産廃	特管			(B)
01	燃え殻	702	638	64	1,935,221	1,925,922	9,299	1,869,087	104%
02	汚泥	8,764	8,071	693	133,084,320	132,969,839	114,481	164,638,463	81%
03	廃油	5,445	3,104	2,341	1,862,303	1,222,812	639,491	3,212,488	58%
04	廃酸	3,045	1,111	1,934	2,715,267	1,779,641	935,626	2,595,100	105%
05	廃アルカリ	2,587	1,254	1,333	2,010,139	1,465,479	544,661	1,778,273	113%
06	廃プラスチック類	10,157	10,157	0	1,888,247	1,888,247	0	5,690,865	33%
07	紙くず	4,401	4,401	0	323,592	323,592	0	1,020,445	32%
08	木くず	8,379	8,379	0	2,947,600	2,947,600	0	6,228,951	47%
09	繊維くず	2,509	2,509	0	64,065	64,065	0	68,367	94%
10	動植物性残さ	759	759	0	1,148,646	1,148,646	0	2,571,536	45%
11	ゴムくず	89	89	0	2,226	2,226	0	34,291	6%
12	金属くず	5,890	5,890	0	4,129,984	4,129,984	0	7,267,076	57%
13	ガラス陶磁器くず	10,422	10,029	393	4,024,581	4,000,490	24,091	6,082,508	66%
14	鉱さい	573	554	19	12,235,627	12,226,713	8,914	16,397,632	75%
15	がれき類	12,677	12,677	0	35,445,550	35,445,550	0	58,887,362	60%
16	動物のふん尿	1,193	1,193	0	4,398,593	4,398,593	0	85,433,752	5%
17	動物の死体	873	873	0	9,810	9,810	0	152,795	6%
18	ばいじん	572	418	154	17,883,181	17,535,274	347,908	15,137,715	118%
19	13号廃棄物	64	63	1	42,744	42,643	101	-	-
20	感染性廃棄物	1,416	0	1,416	193,022	0	193,022	-	-
21	動物系固形不要物	27	27	0	25,866	25,866	0	70,255	37%
32	PCB汚染物等	316	0	316	65,400	0	65,400	-	-
39	混合廃棄物	5,708	5,708	0	1,716,896	1,716,896	0	-	-
40	複合廃棄物	606	606	0	18,944	18,944	0	-	-
50	残土	10	10	0	2,694	2,694	0	-	-
60	事業系一般廃棄物等	1	1	0	5	5	0	-	-
90	その他	749	592	157	546,797	482,183	64,614	-	-
	計	87,934	79,113	8,821	228,721,319	225,773,711	2,947,609	379,136,960	60%
	参考(動物のふん尿を除く計)	86,741	77,920	8,821	224,322,727	221,375,118	2,947,609	293,703,208	76%

\*平成26年度事業 産業廃棄物排出・処理状況調査報告書、平成24年度実績(概要版)、平成27年3月、環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部

表7および表8には、本研究で集計した多量排出データと環境省の産廃統計との比較も比率のかたちで示した。対象年度に違いがあるため、この比率をカバー率と解釈することはできない。しかし、およその目安として、多量排出データを積み上げることで、産廃排出量を相当程度把握できる業種、種類のあることが分かる。例えば、漁業、宿泊業、飲食サービス業、複合サービス業の多量排出データは得られない。他方、建設業と製造業については、それぞれ7542事業場、4971事業場の多量排出データが得られる。

産業廃棄物の汚泥は、各種の行政報告等において、有機と無機に区分することが法令により求められてない。しかし、有機性汚泥と無機性汚泥では処理方法や再生利用用途が大きく異なる。また、産業廃棄物の排出量全体に占める汚泥の割合は非常に大きい。したがって、マテリアルフローと排出原単位の推計において、有機性汚泥と無機性汚泥を区分することが望まれる。本研究においては、多量排出データの実施状況報告で報告された汚泥のうち有機と無機に区分して報告された数量の比を用いて、有機と無機に区分されずに報告された汚泥を按分した(表9)。

表 9 産業廃棄物の汚泥の有機性と無機性の区分比率

単位:トン

業種	(B) 報告値 うち有機汚 泥	(C) 報告値 うち無機汚 泥	(D) 有機・無機 計 (B)+(C)	(F) 有機の割合 (B)÷(D)	(G) 無機の割合 (C)÷(D)	(H) フロー推計 に用いる 有機の割合	(I) フロー推計 に用いる 無機の割合
A000 農業、林業	1,629		1,629	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
B030 漁業、水産養殖業			0			100.0%	0.0%
C000 鉱業、採石業、砂利採取業		106,506	106,506	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
D000 建設業	3,256	3,250,441	3,253,697	0.1%	99.9%	0.1%	99.9%
E000 製造業	572,228	77,041	649,269	88.1%	11.9%	88.1%	11.9%
E090 食料品製造業	629,249	84,110	713,360	88.2%	11.8%	88.2%	11.8%
E100 飲料・たばこ・飼料製造業	246,638	1,222	247,859	99.5%	0.5%	99.5%	0.5%
E110 繊維工業	30,780	2,291	33,071	93.1%	6.9%	93.1%	6.9%
E120 木材・木製品製造業(家具を除く)	6,127	33	6,160	99.5%	0.5%	99.5%	0.5%
E130 家具・装備品製造業		2,940	2,940	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
E140 パルプ・紙・紙加工品製造業	11,595,012	58,307	11,653,320	99.5%	0.5%	99.5%	0.5%
E150 印刷・同関連業	8		8	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
E160 化学工業	435,782	1,135,514	1,571,296	27.7%	72.3%	27.7%	72.3%
E170 石油製品・石炭製品製造業	42,542	26,520	69,062	61.6%	38.4%	61.6%	38.4%
E180 プラスチック製品製造業(別掲を除く)	24,801	11,235	36,036	68.8%	31.2%	68.8%	31.2%
E190 ゴム製品製造業	113	620	733	15.4%	84.6%	15.4%	84.6%
E200 なめし革・同製品・毛皮製造業	3,072		3,072	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
E210 窯業・土石製品製造業	13	331,766	331,779	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
E220 鉄鋼業	2,081,208	290,256	2,371,464	87.8%	12.2%	87.8%	12.2%
E230 非鉄金属製造業	3	39,030	39,033	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
E240 金属製品製造業	120	23,039	23,160	0.5%	99.5%	0.5%	99.5%
E250 はん用機械器具製造業	692	2,789	3,481	19.9%	80.1%	19.9%	80.1%
E260 生産用機械器具製造業		5,264	5,264	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
E270 業務用機械器具製造業	20	269	289	6.9%	93.1%	6.9%	93.1%
E280 電子部品・デバイス・電子回路製造業	52,215	330,043	382,257	13.7%	86.3%	13.7%	86.3%
E290 電気機械器具製造業	34	1,731	1,765	1.9%	98.1%	1.9%	98.1%
E300 情報通信機械器具製造業			0			100.0%	0.0%
E310 輸送用機械器具製造業	675	6,554	7,229	9.3%	90.7%	9.3%	90.7%
E320 その他の製造業	17,156	104,380	121,536	14.1%	85.9%	14.1%	85.9%
F000 電気・水道業	125	12,753	12,878	1.0%	99.0%	1.0%	99.0%
F330 電気業			0			100.0%	0.0%
F340 ガス業			0			100.0%	0.0%
F350 熱供給業			0			100.0%	0.0%
F361 上水道業		2,609,404	2,609,404	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
F362 工業用水道業	5,705		5,705	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
F363 下水道業	17,128,955	8,291	17,137,246	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
G000 情報通信業			0			100.0%	0.0%
H000 運輸業、郵便業		739	739	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
I000 卸売業、小売業	1,082		1,082	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
J000 金融業、保険業	33,072		33,072	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
K000 不動産業、物品賃貸業			0			100.0%	0.0%
L000 学術研究、専門・技術サービス業			0			100.0%	0.0%
M000 宿泊業、飲食サービス業			0			100.0%	0.0%
N000 生活関連サービス業、娯楽業	194		194	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
O000 教育、学習支援業	25		25	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
P000 医療、福祉	51	0	51	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
Q000 複合サービス事業			0			100.0%	0.0%
R000 サービス業	11,362	5,505	16,867	67.4%	32.6%	67.4%	32.6%
S000 公務			0			100.0%	0.0%
Z000 不明			0			100.0%	0.0%

登録した多量排出データを排出原単位の推計に活用することを考慮して、データの有効性を次のように確認した。多量排出事業者実施状況報告書は、法令により、年間の排出量が産業廃棄物で1000t以上、特別管理産業廃棄物で50t以上の事業場について、その報告が義務づけられている。よって、特別管理産業廃棄物50t以上の排出があるが、産業廃棄物の排出が1000t以下の場合には、特別管理産業廃棄物のみが報告され、排出するすべての産業廃棄物が報告の対象とならない(表10の属性A)。また、報告された産業廃棄物の排出総量



は分析に利用可能であるが、種類別の排出量は利用できないもの（表の属性B）、報告内容をまったく利用できないもの（表10の属性C）がある。これらの判定結果を登録データに追加した。属性A、B、Cに該当するものは、属性Aが1,804事業場、属性Bが1,936事業場、属性Cが35事業場であった。

**表 10 産業廃棄物排出量の原単位化におけるデータの有効性の確認**

属性	異常値の症状	有効性の検討
A	一部の種類のみ報告（相当数のデータが存在する）。 例えば、病院（特別管理産業廃棄物に該当する事業場）などでは、感染廃棄物の報告値があるが、通常産廃の廃プラ等の報告値がない。	総量の解析は無効。個別の種類別の解析は有効。
B	一部の種類にエラーがある。 例えば、建設業で発生する種類が5種類にあるのに、明らかに、（5種類の）総量を「その他種類」として報告している。つまり、実際は、5種類で排出・処理しているのに、種類が混合廃棄物として1種類の報告となっている。	総量の解析は有効。個別の種類別の解析は無効。
C	報告のすべにエラーがある。 例えば、実際には産廃が発生しているが、法令に基づく報告義務（産廃1000t以上、特別管理産業廃棄物50t）に該当しないため、廃棄物総量がゼロとなっている。	この事業場の全データ無効

## ②産業廃棄物マテリアルフローと排出原単位の推計

電算化した多量排出データに関して、図6に概略を示したようなマテリアルフローを推計した。マテリアルフローのうち、排出から自己処理までは、多量排出データを集計したものであり、同様のフローを排出業種と種類で区分して把握できる（表11、表12）。他方、マテリアルフローのうち、産業廃棄物処理業者が排出事業場より委託を受けた処理・処分に係るフローについては、多量排出データから把握することができない。そこで本研究においては、（一財）日本環境衛生センターの協力を得て、全国の産業廃棄物処理業者における受入種類と処理方法および処理後の処理・処分（再生利用を含む）に関する調査情報に基づいて、排出業種、種類の別に各処理項目別の処理率を推計した。この処理率を図6中の⑩（業者）処理量の排出業種別・種類別量に乗じて、後段のマテリアルフローを推計した。

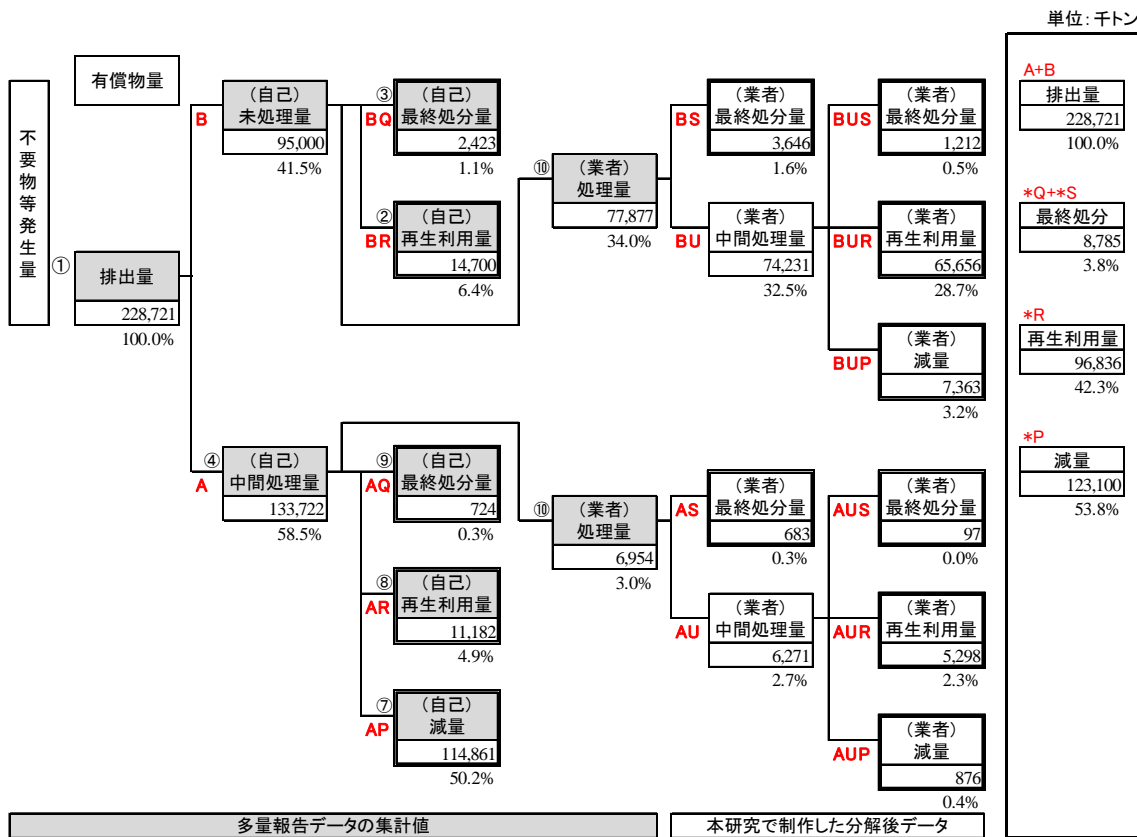


図 6 多量排出事業者実施状況報告書に基づく産業廃棄物のマテリアルフロー

表 11 多量排出事業者実施状況報告書に基づく産業廃棄物の種類別マテリアルフロー

単位:千トン 種類	排出量 A+B	自己未処理量										自己中間処理量										(計) 最終処 分量 *Q+S	(計) 再生利 用量 *R	(計) 減量 *P			
		B	(自己) 最終処分 量		(業者) 処理量	(業者) 最終処分 量		(業者) 中間処理 量			A	(自己) 最終処分 量		(自己) 再生利用 量	(自己) 減量	(業者) 処理量		(業者) 最終処分 量		(業者) 中間処理 量	(業者) 最終処分 量				(業者) 再生利用 量	(業者) 減量	
			BQ	BR		BS+BU	BS	BU	BUS	BUR		BUP	AS+AU			AS	AU	AUS	AUR		ARP						
燃え殻	1,926	1,654	234	96	1,324	140	1,184	12	1,172	0	272	0	22	208	41	7	34	0	34	0	393	1,324	209				
燃え殻(有害)	9	9			9	0	9	3	1	6											3	1	6				
有機性汚泥	98,988	7,734	80	1,000	6,654	173	6,482	152	4,251	2,079	91,254	196	683	87,382	2,992	193	2,800	51	2,053	695	845	7,987	90,156				
無機性汚泥	33,982	11,069	69	802	10,198	958	9,240	67	7,347	1,827	22,913	469	764	20,299	1,381	377	1,004	13	877	114	1,952	9,790	22,240				
汚泥(有害)	114	41			41			8	6	27	73			0	68	5	0	5	1	1	3	10	7	98			
廃油	1,804	1,141		166	975		975	6	577	392	663	1	18	632	12	0	12	0	8	4	8	768	1,028				
廃油(有害)	59	29			29		29	1	1	27	29			0	28	1	0	1	0	1	0	1	2	55			
廃酸	2,656	1,186	2	112	1,072		1,072	9	505	558	1,470	0	200	1,237	34	2	32	1	23	8	14	839	1,803				
廃酸(有害)	60	51		0	51		51	1	0	51	8	0	0	7	1		1	0	0	1	1	0	59				
廃アルカリ	1,919	873		19	854		854	8	208	639	1,046	0	9	1,019	17	0	17	0	5	12	8	241	1,670				
廃アルカリ(有害)	91	26		2	24		24	0	0	24	65			1	41	22	4	18	0	18	0	5	20	66			
廃プラ類	1,888	1,538	2	57	1,479	242	1,237	94	910	233	350	0	36	268	45	6	40	1	33	5	346	1,036	506				
紙くず	324	232		19	212		212	1	211	11	92	0	6	79	7	1	7	0	6	1	13	187	123				
木くず	2,948	2,744	0	28	2,716	20	2,696	60	2,412	225	204	1	99	70	34	3	31	1	27	2	85	2,565	297				
繊維くず	64	57	0	0	57	1	56	9	30	17	7	0	4	2	1	0	1	0	0	0	11	35	19				
動植物性残さ	1,149	835		79	756	6	750	10	654	86	314		40	214	60	23	37	6	28	3	45	800	304				
ゴムくず	2	2			2	0	1	1	0	0	1			0	1	0	1	1	0	0	2	0	0				
金属くず	4,130	3,854	5	3,253	597	27	570	12	557	1	276	0	251	20	4	0	4	0	4	0	44	4,065	21				
ガラス陶磁器くず	3,935	3,020	17	181	2,822	349	2,473	110	2,361	2	915	12	271	407	226	9	216	9	206	1	506	3,019	410				
ガラス陶磁器くず(有害)	24	24	0		24	22	2	0	2	0											22	2	0				
鋳さい	12,227	5,852	329	2,531	2,992	63	2,929	2	2,927	0	6,374	3	4,517	259	1,596	32	1,564	1	1,562	0	431	11,537	259				
鋳さい(有害)	9	9			9		9	7	1	2											7	1	2				
がれき類	35,446	32,172	23	340	31,810	1,084	30,726	111	30,384	231	3,273	21	2,751	307	194	4	189	0	188	1	1,244	33,662	539				
動物のふん尿	4,399	2,751		2,296	456		456	0	428	28	1,647	1	597	1,036	13	0	13	0	12	1	1	3,333	1,064				
動物の死体	10	7		0	7		7	0	3	4	3			0	1	2	2	2	0	0	0	5	5				
ばいじん	17,535	15,393	1,627	3,587	10,179	216	9,963	3	9,960	0	2,143	16	845	1,080	201	13	188	0	188	0	1,875	14,580	1,080				
ばいじん(有害)	348	323		14	309		309	65	34	210	25	2	1	0	21		21	4	2	15	71	52	225				
13号廃棄物	43	43	34		9	9	0	0	0	0											43	0	0				
13号廃棄物(有害)																											
感染性廃棄物	193	187			187		187	23	1	163	6			5	2		2	0	0	1	23	1	169				
動物系固形不要物	26	19		0	19		19	0	15	4	6		2	4	0	0	0	0	0	0	0	18	8				
PCB汚染物等	65	29			29		29	1	21	7	37		34	0	2		2	0	1	0	2	56	8				
混合廃棄物	1,708	1,548	1	32	1,516	335	1,181	390	474	317	160	0	10	113	37	6	31	6	18	7	739	533	437				
複合廃棄物	19	19			19	0	19	8	10	1	0			0	0	0	0	0	0	0	8	10	1				
残土・土砂類	3	3			3	0	3	0	1	1											0	1	1				
一般廃棄物等	0	0			0	0	0	0	0	0											0	0	0				
石棉含有廃棄物	75	75	2		73	0	73	5	40	28	0			0		0	0	0	0	0	7	40	28				
その他	494	399		61	337	0	337	23	184	130	95		21	73	1	0	1	0	1	0	23	267	204				
その他(有害)	53	52		27	25	0	25	0	23	1	1			1	0	0	0	0	0	0	1	51	2				
その他(特別管理産廃)																											
全種類	228,721	95,000	2,423	14,700	77,877	3,646	74,231	1,212	65,656	7,363	133,722	724	11,182	114,861	6,954	683	6,271	97	5,298	876	8,785	96,836	123,100				

表 12 多量排出事業者実施状況報告書に基づく産業廃棄物の業種別マテリアルフロー

単位:千トン 業種	排出量 A+B	自己未処理量									自己中間処理量									(計) 最終処分量 *Q+*S	(計) 再生利用量 *R	(計) 減量 *P		
		B	(自己)最終処分量		(業者)処理量	(業者)最終処分量		(業者)中間処理量	(業者)最終処分量		(業者)減量	A	(自己)最終処分量		(業者)処理量	(業者)最終処分量		(業者)中間処理量	(業者)最終処分量				(業者)減量	
			BQ	BR		BS	BU		BUS	BUR			BUP	AQ		AR	AP		AS+AU					AS
農業, 林業	4,326	2,671		2,296	375	0	375	0	340	34	1,656	1	601	1,045	8		8	0	8	1	1	3,245	1,080	
漁業																								
鉱業, 採石業, 砂利採取業	2,340	276	29	225	22	1	21	1	16	4	2,064	63	452	1,546	4	0	4	0	4	0	93	696	1,550	
建設業	48,474	45,423	21	299	45,103	2,083	43,020	683	39,653	2,684	3,051	22	2,608	275	146	15	131	7	115	9	2,831	42,675	2,968	
製造業	49,492	22,442	735	10,720	10,987	840	10,147	201	7,980	1,966	27,050	523	6,092	17,599	2,836	232	2,604	17	2,418	169	2,548	27,211	19,733	
製造業 (食品・飲料)	7,683	1,881	3	126	1,753	131	1,622	37	1,290	295	5,801	2	95	5,282	423	102	320	24	233	63	298	1,744	5,640	
製造業 (製紙業)	34,463	1,628	25	164	1,440	27	1,413	5	1,079	329	32,834	13	625	31,287	909	64	845	0	618	227	135	2,486	31,842	
製造業 (繊維)	436	129		2	127	27	100	13	76	11	307		0	294	12	2	11	1	5	5	43	83	310	
製造業 (木材・家具)	165	125		14	111	8	103	5	82	16	40		4	35	1	0	0	0	0	0	13	100	52	
製造業 (窯業土石)	6,563	3,220	9	331	2,880	55	2,825	61	2,619	145	3,343	8	374	2,437	524	14	511	7	494	10	154	3,818	2,591	
電気・ガス・熱供給・水道業	19,988	10,636	1,596	281	8,758	305	8,454	11	8,414	29	9,353	26	132	8,744	451	207	244	7	221	16	2,152	9,048	8,789	
下水道業	53,198	5,645	0	206	5,439	126	5,313	135	3,588	1,590	47,553	65	88	45,813	1,587	41	1,546	31	1,148	367	399	5,030	47,769	
情報通信業	159	159			159	0	159	4	148	8											4	148	8	
運輸業, 郵便業	168	116		1	115	10	105	2	98	5	52		25	26	1	0	1	0	1	0	12	124	32	
卸売業, 小売業	95	83		0	83	0	83	8	65	10	12		0	10	1	1	0	1	0	0	8	66	21	
金融業, 保険業	33										33		0	31	2	2	0	1	1	1	0	2	31	
不動産業, 物品賃貸業	23	16			16	0	16	1	14	1	7			6	1		1		0	0	1	14	7	
学術研究, 専門・技術サービス業	12	12			12	0	12	0	1	11										0	1	11		
宿泊業, 飲食サービス業																								
生活関連サービス業, 娯楽業	50	8		0	8	0	7	0	5	2	42		1	38	3		3		1	2	0	8	42	
教育, 学習支援業	15	15			15	0	14	1	8	5	0		0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	5	
医療, 福祉	194	189		0	189	0	189	23	5	161	5		3	2	0	2	0	0	1	1	23	5	166	
複合サービス事業																								
サービス業	803	288	4	35	249	32	217	20	146	50	515	1	83	387	43	5	38	2	31	5	64	296	443	
公務	2	2			2	0	2	0	2	0											0	2	0	
分類不能の産業	38	35			35	1	34	1	27	7	3		0	3	0	0	0	0	0	0	2	27	9	
全業種	228,721	95,000	2,423	14,700	77,877	3,646	74,231	1,212	65,656	7,363	133,722	724	11,182	114,861	6,954	683	6,271	97	5,298	876	8,785	96,836	123,100	

WIO表データベースを構築するために、約400ある産業部門ごとに種類別の廃棄物排出量を推計する必要がある。そのため、多量排出データと工業統計から得られる情報を組み合わせることにより、製品の出荷額あたりの排出原単位を推計した。具体的には、以下の手順により推計を行った。

1. まず多量排出データと工業統計の両方からデータの得られる事業場・事業所について、製品出荷額あたりの排出原単位を算出した。
2. 複数の製品を出荷している事業所については、工業統計から得られる製品別の出荷額構成比で種類別排出量を各製品に按分した（当該事業所については、すべての製品について排出原単位は共通であると仮定して、種類別排出原単位を推計した）。
3. 種類別排出量と製品出荷額を製品別に集計して得られる排出量計と出荷額計の比率として、製品別に種類別の産業廃棄物排出原単位（製品出荷額あたりの排出量）を推計した。
4. 得られた製品別の排出原単位を産業部門別に集計することにより、産業部門別の排出原単位を推計した。

多量排出データに基づく排出原単位の得られない産業部門については、環境省の産廃統計から得られる排出原単位をそのまま用いた。

産業廃棄物の排出から処理・処分を含むマテリアルフローを推計する際には、同じ名前の付けられた処理（例えば、破碎圧縮）であっても、処理する廃棄物の種類ごとに異なる処理技術として扱った（例えば、廃プラスチックの破碎圧縮と繊維くずの破碎圧縮とを別々の処理技術として扱った）。また、廃棄物についても、発生源（排出した業種）ごとに種類を区別した（例えば、製紙汚泥、下水汚泥、のように発生源ごとに異なる種類の廃棄物として扱った）。このことにより、産業部門と処理プロセスにおける廃棄物排出、処理残渣発生原単位の適切に推計し、マテリアルフローを全体として適切に推計することができる。

他方、推計されたマテリアルフローのデータを分析に活用するためには、廃棄物の種類と処理プロセスの数が多すぎると分析が煩雑になる恐れがある。データベースの詳細さと分析における扱いやすさにはトレードオフがある。これを勘案して、表の通り廃棄物、処理残渣、処理プロセスを分類した。

表 13 産業廃棄物のマテリアルフロー分析用の廃棄物と処理プロセスの分類

行	廃棄物等	行	廃棄物等	列	処理施設等
1	0100燃え殻	54	飛散対策された石綿	1	AZ01汚泥の脱水乾燥
2	01U0燃え殻(有害)	55	焼却灰	2	AZ02含油廃棄物の油水分離
3	0210下水汚泥	56	混合調整されたばいじん・燃え殻	3	AZ03廃酸アルカリの中和
4	0210食品有機性汚泥	57	脱水乾燥汚泥	4	BZ05廃プラの破砕圧縮
5	0210製紙汚泥	58	混合調整された汚泥	5	BZ06紙くずの破砕圧縮
6	0210有機性汚泥	59	炭	6	BZ07木くずの破砕
7	0220無機性汚泥	60	堆肥	7	BZ08繊維くずの破砕圧縮
8	0220無機性汚泥(泥系)	61	化成処理残さ	8	BZ09動植物性残さの乾燥破砕
9	02U0汚泥(有害)	62	油水分離汚泥	9	BZ10金属くずの破砕圧縮
10	0300廃油	63	選別残さ	10	BZ11鋸さいの破砕
11	0300廃油(食品系)	64	油	11	BZ13がれきの破砕
12	03U0廃油(有害)	65	混合調整された廃油	12	BZ14その他の乾燥破砕圧縮
13	0400食品系廃液	66	蒸留残さ	13	CZ15汚泥の焼却
14	0400廃酸	67	混合調整された廃液	14	CZ16汚泥の脱水乾燥
15	04U0廃酸(有害)	68	飼料	15	CZ18廃油の焼却
16	0500廃アルカリ	69	中和汚泥	16	CZ19廃油の油水分離
17	05U0廃アルカリ(有害)	70	破砕圧縮されたプラ	17	CZ20廃酸アルカリの焼却
18	0600廃プラ類	71	溶融プラ	18	CZ21廃酸アルカリの中和
19	0600廃プラ類(建設)	72	破砕選別残さ(プラ)	19	CZ22廃プラの焼却
20	0700紙くず	73	破砕圧縮された紙	20	CZ30動植物性残さの焼却
21	0700紙くず(建設)	74	破砕圧縮された木	21	CZ31金属くずの焼却
22	0700紙くず(良質)	75	破砕圧縮された繊維	22	CZ32鋸さいの焼却
23	0800木くず	76	乾燥された動植物性残	23	CZ35動物のふん尿の焼却
24	0800木くず(良質)	77	乾燥破砕された動植物	24	CZ36動物の死体の焼却
25	080E木くず(建設)	78	破砕圧縮された金属	25	CZ37ばいじん・燃え殻の焼却
26	0900繊維くず	79	破砕されたガラス陶磁器	26	CZ38感染性廃棄物の焼却
27	0900繊維くず(住宅材)	80	破砕された鋸さい	27	CZ39その他の焼却
28	0900繊維くず(良質)	81	破砕されたコンクリート・アスファルト	28	CZ25廃プラの溶融固化
29	1000動植物性残さ	82	非感染性廃棄物	29	CZ26燃料化施設
30	1000動植物性残さ(食品系)	83	無害化処理物	30	CZ26RPF等施設
31	1100ゴムくず	84	破砕圧縮された多品	31	CZ41汚泥の炭化
32	1200金属くず	85	その他	32	CZ42その他の炭化
33	1300ガラス陶磁器くず	86	造粒固化物	33	CZ43廃油の蒸留
34	1300ガラス陶磁器くず(建設)	87	化成製品	34	CZ46化成処理
35	1300ガラス陶磁器くず(良質)	88	固形燃料	35	DZ47汚泥の混合調整
36	1400鋸さい	89	蒸留油	36	DZ48廃油の混合調整
37	14U0鋸さい(有害)	90	PDF等燃料	37	DZ49廃酸アルカリの混合調整
38	1500がれき類	91	P100排ガス	38	DZ50ばいじん・燃え殻の混合調整
39	1600動物のふん尿	92	P200排水	39	FZ63廃酸アルカリの中和
40	1700動物の死体			40	GZ66石綿含有物の梱包
41	1800ばいじん			41	GZ67感染性廃棄物の無害化
42	18U0ばいじん(有害)			42	GZ68PCB等の無害化
43	190013号廃棄物			43	GZ69その他
44	2000感染性廃棄物			44	EZ32堆肥化
45	2100動物系固形不要物			45	EZ54飼料化
46	3200PCB汚染物等			46	EZ61精錬工場
47	00X0石綿含有廃棄物(有害等)			47	EZ62セメント工場
48	3900混合廃棄物			48	R000資源
49	4000複合廃棄物			49	X100埋立 安定
50	9000その他			50	X200埋立 管理
51	90U0その他(有害)			51	X400海洋投入
52	M薬剤 副資材等				
53	Mエネルギー等				

### ③一般廃棄物マテリアルフローと排出原単位の推計

環境省の一廃統計（全国の市町村・一部事務組合を対象に行っている実態調査データをもとに、一般廃棄物のマテリアルフローの基本となるデータベースを制作した。一廃統計からは、生活系・事業系の別、収集区分（可燃、不燃、混合、資源など）の別に、一般廃棄物（ごみ）の収集量と処理量が自治体別・処理施設別に得られる。また、処理施設ごとに組成調査の結果が得られる。しかし、生活系・事業系の別に組成情報は得られない。生活系と事業系のごみ組成が共通と仮定することは非現実的であるが、全国レベルの詳細な組成情報は得られない。そこで、世田谷区における詳細な調査結果から得られる組成情報を利用して、生活系・事業系の別にごみ組成別のマテリアルフローを推計した。

推計結果は表14のとおりである。生活系、事業系それぞれに44種類に分類した。表14において、中間処理プロセスである「焼却」は1種類だけを表掲したが、「発電あり・溶融なし」「発電あり・溶融あり」「熱利用あり・溶融なし」「熱利用あり・溶融あり」「熱利用なし・溶融あり」「熱利用なし・溶融なし」の6区分の詳細な分類でデータベースを構築した。従って、中間処理技術は、粗大、資源化、燃料化、その他と合わせて、計10区分である。

表 14 生活系と事業系に区分した一般廃棄物マテリアルフロー(単位:千トン)

ごみ組成	市町村収集															市町村収集外		
	収集量	中間処理量					中間処理後排出量					資源化量		最終処分量		集団回収	家電4品目	自家処理
		焼却	粗大	資源化	燃料化	その他	焼却	粗大	資源化	燃料化	その他	直接	中間処理後	直接	中間処理後			
紙類	8,500	8,320			171										9			
布類	2,833	2,773			57										3			
プラスチック類	4,577	4,464			104										9			
ゴム類	55	54			1										0			
皮革類	138	134			3										0			
木、竹、わら類	2,101	2,049			50										2			
ちゅう芥類	3,334	3,246			68										20			
不燃物類	662	653			8										1			
その他可燃	705	672			23										10			
金属類	108					18									90			
びん類	40					7									33			
ガラス陶磁器	111					19									92			
小型家電	76					13									63			
可燃物	40					7									33			
その他不燃	55					9									45			
資源 紙類(除別掲)	1,828			594			4	18	462	0		1,235	485				2,457	
資源 紙パック	10			4			0	0	3	0		6	4				7	
資源 紙製容器包装	109			56			0	1	44			53	45				36	
資源 金属類	515			405			41	263	315	0		110	620				52	
資源 ガラス類	813			630			0	34	491	0		182	526				32	
資源 ペットボトル	310			251			0	8	196	0		59	203				7	
資源 白色トレイ	8			7			0	0	5	0		1	5				1	
資源 容器包装プラスチック(除別掲)	707			642			1	20	500	1		65	521				2	
資源 プラスチック類(除別掲)	58			49			0	9	38	0		9	48				1	
資源 布類	119			39			0	3	31	0		80	34				80	
剪定枝、生ごみ	129			129														
肥料									97	3			99					
飼料									4				4					
熔融スラグ								334					334					
固形燃料(RDF、RPF)									246				246					
燃料(除別掲)									5				5					
焼却灰・飛灰のセメント原料化				3				182	2				184					
セメント等への直接投入				19					15				15					
飛灰の山元還元								25					25					
廃食用油(BDF)	2			1					1	0		1	1				0	
その他資源	298			155				126	19	121	17		141	283	1		7	
その他	29														29			
金属	529		524												5			
木材	604		598												5			
布類	293		290												3			
プラスチック	100		99												1			
その他粗大	28		27												0			
ごみ処理可燃残渣								846	238	28	21							
ごみ処理不燃残渣							2,310	278	267	5	48						2,908	

表 14 生活系と事業系に区分した一般廃棄物マテリアルフロー(単位:千トン)(つづき)

ごみ組成	市町村収集														市町村収集外			
	収集量	中間処理量					中間処理後排出量					資源化量		最終処分量		集団回収	家電4品目	自家処理
		焼却	粗大	資源化	燃料化	その他	焼却	粗大	資源化	燃料化	その他	直接	中間処理後	直接	中間処理後			
紙類	5,545	5,446			88									11				
布類	322	293			28									1				
プラスチック類	2,128	2,071			51									5				
ゴム類	266	264			1									1				
皮革類	90	88			2									0				
木、竹、わら類	1,094	1,068			25									1				
ちゅう芥類	1,748	1,703			33									12				
不燃物類	346	342			4									0				
その他可燃	377	361			11									6				
金属類	37					6								31				
びん類	3					1								3				
ガラス陶磁器	12					2								10				
小型家電	17					3								14				
可燃物	30					5								25				
その他不燃	20					3								17				
資源 紙類(除別掲)	190			62			2	5	48	0		129	56					
資源 紙パック	1			0			0	0	0	0		1	0					
資源 紙製容器包装	11			6			0	0	5			6	5					
資源 金属類	54			42			21	78	33	0		11	133					
資源 ガラス類	85			66			0	10	51	0		19	62					
資源 ペットボトル	32			26			0	2	20	0		6	23					
資源 白色トレイ	1			1			0	0	1	0		0	1					
資源 容器包装プラスチック(除別掲)	74			67			0	6	52	0		7	59					
資源 プラスチック類(除別掲)	6			5			0	3	4	0		1	7					
資源 布類	12			4			0	1	3	0		8	4					
剪定枝、生ごみ	13			13														
肥料									10	1			11					
飼料									0				0					
溶融スラグ								174					174					
固形燃料(RDF,RPF)										123			123					
燃料(除別掲)										3			3					
焼却灰・飛灰のセメント原料化				0			95		0				95					
セメント等への直接投入				2					2				2					
飛灰の山元還元							13						13					
廃食用油(BDF)	0			0					0	0		0	0					
その他資源	31			16			66	6	13	8		15	92	0				
その他	11												11					
金属	158		156										2					
木材	180		178										2					
布類	87		87										1					
プラスチック	30		30										0					
その他粗大	8		8										0					
ごみ処理可燃残渣								252	25	14	6							
ごみ処理不燃残渣							1,202	83	28	2	5			1,320				
計量誤差等	-98																	
自家処理物(剪定枝、生ごみ等)																		37
家電4品目																	17	
合計	42,748	34,002	1,998	3,295	727	94	4,599	1,945	3,124	459	79	2,145	4,548	609	4,228	2,682	17	37



推計された一般廃棄物（ごみ）のマテリアルフローに基づいて、WIO表の該当部分を推計した。生活系排出量の全量を最終需要部門（家計消費支出）からの排出とした。事業系排出量は、約400の産業部門のいずれかの列に計上すべきであるが、発生源を同定することができない。そこで、簡便法として、食品廃棄物を除くごみ組成に関しては、生産額あたりの排出原単位がすべての産業部門に共通と仮定して部も別組成別のごみ排出量を推計した。食品廃棄物に関しては、食品リサイクル法関連資料（農林水産省統計部「食品リサイクルに関する事例調査結果」など）に基づいて、産業部門別の排出量を推計した。

#### ④評価手法開発と課題抽出

推計された廃棄物産業連関表（WIO表、暫定版）は、次式であらわされる廃棄物産業連関分析（WIO）の基本モデルに当てはめて、ライフサイクルインベントリ分析に活用することができる。

$$\begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \mathbf{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{11} & \mathbf{A}_{12} \\ \mathbf{S}\mathbf{G}_1 & \mathbf{S}\mathbf{G}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \mathbf{x}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \mathbf{S}\mathbf{g} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{e} = [\mathbf{F}_1 \quad \mathbf{F}_2] \left( \mathbf{I} - \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{11} & \mathbf{A}_{12} \\ \mathbf{S}\mathbf{G}_1 & \mathbf{S}\mathbf{G}_2 \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \mathbf{S}\mathbf{g} \end{bmatrix}$$

ここで、式で用いられている各記号の定義は次のとおりである。

- $\mathbf{x}_1$  :  $n_1$  種類の財・サービス生産部門の活動量（生産額、百万円）をあらわす  $n_1 \times 1$  ベクトル
- $\mathbf{x}_2$  :  $n_2$  種類の廃棄物処理部門の活動量（処理量、トン）をあらわす  $n_2 \times 1$  ベクトル
- $\mathbf{y}_1$  :  $n_1$  種類の財・サービスに対する家計による最終需要額（百万円）をあらわす  $n_1 \times 1$  ベクトル
- $\mathbf{g}$  :  $n_3$  種類の廃棄物の家計による排出量（トン）をあらわす  $n_3 \times 1$  ベクトル
- $\mathbf{A}_{11}$  :  $n_1 \times n_1$  行列。その  $(i, j)$  要素は、第  $j$  財・サービスの生産額あたりの第  $i$  財・サービスの投入額（百万円／百万円）をあらわす投入係数
- $\mathbf{A}_{12}$  :  $n_1 \times n_2$  行列。その  $(i, j)$  要素は、第  $j$  処理部門の処理量あたりの第  $i$  財・サービスの投入額（百万円／トン）をあらわす投入係数
- $\mathbf{G}_1$  :  $n_3 \times n_1$  行列。その  $(i, j)$  要素は、第  $j$  財・サービスの生産額あたりの第  $i$  廃棄物の排出量（トン／百万円）をあらわす廃棄物排出係数
- $\mathbf{G}_2$  :  $n_3 \times n_2$  行列。その  $(i, j)$  要素は、第  $j$  処理部門の処理量あたりの第  $i$  廃棄物の排出量（トン／トン）をあらわす廃棄物排出係数
- $\mathbf{S}$  :  $n_2 \times n_3$  行列。その  $(i, j)$  要素は、第  $j$  廃棄物が処理される場合の処理部門ごとのシェアをあらわす配分係数
- $\mathbf{F}_1$  :  $n_4 \times n_1$  行列。その  $(i, j)$  要素は、第  $j$  財・サービスの生産額あたりの第  $i$  環境負荷物質の直接排出量（物質固有の単位／百万円）をあらわす排出係数
- $\mathbf{F}_2$  :  $n_4 \times n_2$  行列。その  $(i, j)$  要素は、第  $j$  処理部門の処理量あたりの第  $i$  環境負荷物質の直接排出量（物質固有の単位／百万円）をあらわす排出係数
- $\mathbf{e}$  :  $n_4$  種類の環境負荷物質の排出量（トン）をあらわす  $n_4 \times 1$  ベクトル

$\{\mathbf{A}_{11}, \mathbf{x}_1, \mathbf{y}_1\}$  のデータは、ベンチマーク表（総務省による平成23年産業連関表）から得られる。 $\{\mathbf{G}_1, \mathbf{G}_2, \mathbf{x}_2, \mathbf{g}\}$  のデータは、前項までに述べた産業廃棄物と一般廃棄物のマテリアルフ

ローに関するデータベースから得られる。 $F_1$  のデータは、拡張されたIDEAから得られる。 $\{A_{12}, F_2\}$  のデータの一部はIDEAから得られるが、不足している部分を調査することは次年度の課題である。また、 $\{G_1, G_2\}$  のうち、事業系一般廃棄物の部門別排出量の推計に際して採用した仮定を回避するため、自治体の実施している業務報告を活用するなどして、精度の向上を図ることも次年度の課題である。

構築されたWIO表データベースは日本を対象としたものであるから、上の式においては、いわゆる国産技術仮定 (domestic technology assumption, DTA) が採用されている。しかし、本プロジェクトでは、天然資源の多くを輸入に依存する我が国を主たる分析対象とするため、DTAを採用するよりも、多地域産業連関表 (multi-regional input-output table, MRIO表) データベースを活用して、グローバルサプライチェーンを考慮した分析手法を開発すべきである。そこで、本年度は積み上げ型の混合LCA (tiered hybrid LCA) と統合型の混合LCA (integrated hybrid LCA) の両方のかたちでMRIO表と日本のWIO表を結合して利用する分析手法について検討を行った。MRIO表で把握される海外フローにおいては、WIOではなく標準的な産業連関分析のモデルを用いる。産業部門別の環境負荷物質直接排出係数  $F_1$  のデータについては、既存のMRIO表データベースのサテライト勘定を活用することとした。

統合型の混合LCAのかたちで分析手法を構築するためには、既存のMRIO表の部門分類に合わせて日本のWIO表の部門分類を統合 (集計) せざるを得ない。そのため、統合型の混合LCAには産業部門分類が最も詳細なEoraデータベースを利用することとした。Eoraにおける日本の産業部門分類には、最新のベンチマーク表 (2011年表) ではなく、それ以前の部門分類が採用されている。そのため、日本の接続産業連関表と部門定義を参考にして、Eoraにおける日本の産業分類と、本研究で開発したWIO表 (暫定版) との部門分類を対応付けた。また、価格評価 (生産者価格から基本価格) および通貨単位 (日本円から米ドル) への換算を行うことにより、Eoraに日本のWIO表を結合することができる。

積み上げ型にはEoraデータベースに加えて、環境負荷データは充実しているがEoraよりも産業部門分類の粗いEXIOBASEデータベースも利用することとした。EXIOBASEと日本のWIO表との結合には、上述したEoraとの結合に必要な換算に加えて、物価水準の調整が必要である。部門別 (商品別) のデフレーターとしては、経済産業省による産業連関表 (延長表、簡易延長表) を利用した。

### (3) 影響評価手法の開発

今年度は、①ヒト毒性、生態毒性、②土地利用、③光化学オキシダントについて、影響評価手法の開発と特性化係数の算定に着手するとともに、他研究との比較を行うとともにホットスポット分析への利用可能性について考察した。

#### ① ヒト毒性、生態毒性の特性化係数開発

昨年度は既存研究の調査と比較を行った。特に以下のモデルを取り上げて特徴を比較した。

- ・ G-CIEMS (国立環境研究所)
- ・ MNSEM (産業技術総合研究所、製品評価技術基盤機構)

- ・ ECETOC TRA Tool (ECETOC : 欧州化学物質生態毒性・毒性センター)
- ・ USETox (UNEP/SETAC : 国連環境計画/環境毒性化学学会)

そのうえで、係数開発に必要な基礎データの収集作業を行った。

ヒト毒性・生態毒性については、これまでの調査で選定した運命曝露モデルのUSEtoxに用いるパラメータの整理も実施しており、主にその情報を用いて、ヒト毒性・生態毒性の特性化係数の算出を行った。

2影響領域について特性化係数の算定方法の方針を表15に示す。

表 15 特性化係数の算定方針

影響領域	項目	方針
ヒト毒性	対象物質	化管法対象物質に加え、化審法の優先評価化学物質（人健康影響）も対象に加えることを検討。
	有害性データ	従来のIRIS（USEPA）だけではなく、化審法のスクリーニングに用いられた有害性データを活用。
	運命曝露モデル	ILCD Handbook に基づき、USEtoxに日本条件を適用して計算。
	特性化係数の算定	有害性データ及び運命曝露モデルに基づき、特性化係数を算定。
生態毒性	対象物質	化管法対象物質に加え、化審法の優先評価化学物質（生態毒性）も対象に加えることを検討。
	有害性データ	AQUIRE（USEPA）だけではなく、化審法のスクリーニング評価に用いられた有害性データを活用。 （別紙参照）
	運命モデル	ILCD Handbook に基づき、USEtoxに日本条件を適用して計算。
	特性化係数の算定	有害性データ及び運命曝露モデルに基づき、特性化係数を算定。

\*ハッチをかけたセルは昨年度の主な調査項目

運命分析モデルとして国際的に推奨されているUSEToxを運命分析モデルとして採用し、分析に必要なデータを収集した。

ヒト毒性（慢性毒性）と生態毒性については、昨年度の報告書に添付した有害性情報の一覧を更新の上使用した。また、ヒト毒性（発がん性）については、昨年度時点では情報を収集していなかったため、アメリカ環境保護庁（EPA）の統合リスク情報システム（IRIS）の毒性情報データベースから新たにユニットリスクとスロープファクターの情報を収集・整理した。

USEToxは、UNEP/SETACライフサイクルイニシアティブにおいて、専門家やモデル開発者が既存の評価モデルの差異を調査し、運命分析モデルの比較検証から得られた知見に基づいて開発された科学的なコンセンサスモデルである。USEtoxは2015年にver2.0が公開され、新たに室内の大気濃度（家庭及び作業環境）の算出が可能となった。

表16にUSEtoxの評価フローを示す。

表 16 化学物質の運命曝露予測や環境中濃度予測等に用いられるモデル

モデル名	機関名	概要
USETox	UNEP/ SETAC	「UNEP/SETAC Life Cycle Initiative」において、専門家やモデル開発者が既存の評価モデルの差異を調査し、運命分析モデルの比較検証から得られた知見に基づいて開発された科学的なコンセンサスモデル。

出典:「一般環境経由の曝露を評価するためのツール」(横浜国立大学、[http://www.anshin.ynu.ac.jp/renkei/infoplat/tools\\_link01.html](http://www.anshin.ynu.ac.jp/renkei/infoplat/tools_link01.html)) における情報を元にみずほ情報総研が情報を加筆

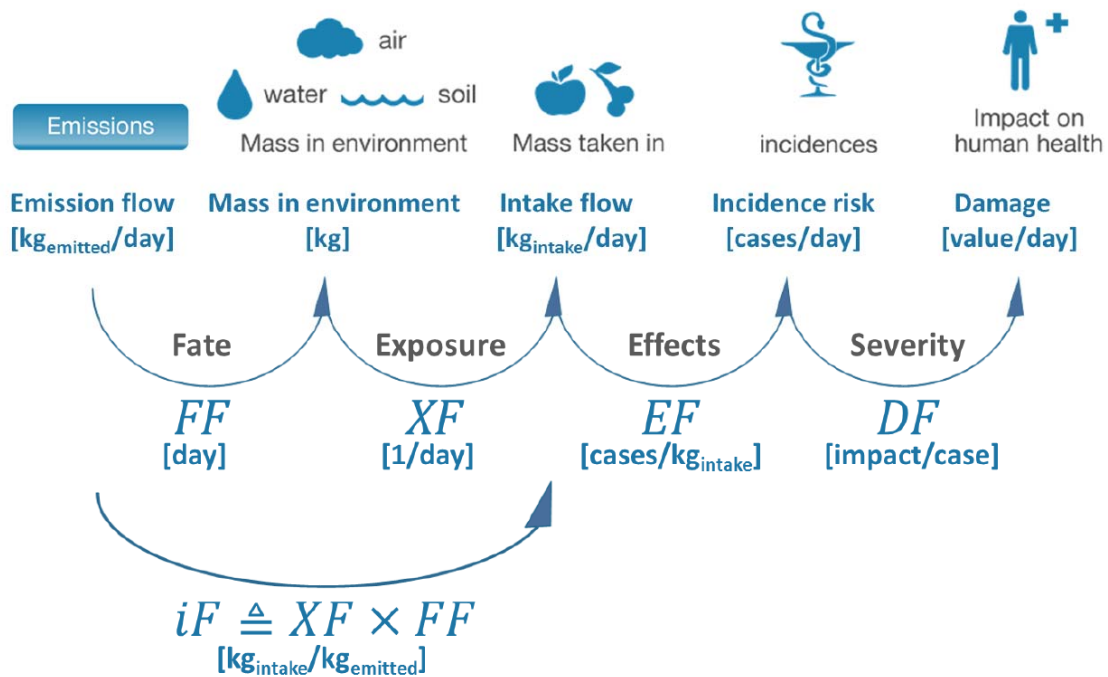


図 7 USETox における評価フロー

以下に USEtox の運命分析モデルの概念図を示す。（「indoor air」は ver.2.0 から追加）

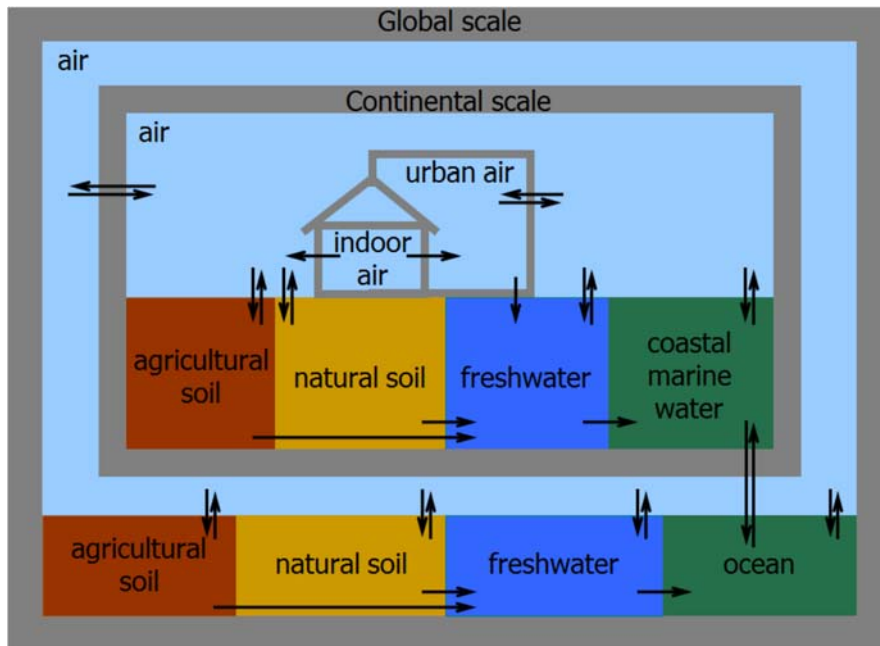


図 8 USEtox における運命分析モデルの概念図

表 17 USEtox における運命分析の各媒体

Abbreviation	Explanation	説明 ※（）内はスケール	日本の特性化係数算出 に対応
home.airI	Household indoor air at the indoor scale	室内（家庭）	室内空気質汚染
ind.airI	Occupational indoor air at the indoor scale	室内（作業環境）	
airU	Urban air at the urban scale	大気（都市）	
airC	Rural air at the continental scale	大気（大陸）	ヒト毒性
fr.waterC	Freshwater at the continental scale	淡水（大陸）	ヒト毒性・生態毒性
seawaterC	Coastal sea water at the continental scale	海水（大陸）	
nat.soilC	Natural soil at the continental scale	土壌（大陸）	
agr.soilC	Agricultural soil at the continental scale	農地（大陸）	
airG	Rural air at the global scale	大気（世界）	
fr.waterG	Freshwater at the global scale	淡水（世界）	
oceanG	Ocean at the global scale	海水（世界）	
nat.soilG	Natural soil at the global scale	土壌（世界）	
agr.soilG	Agricultural soil at the global scale	農地（世界）	

有害性情報について化審法のスクリーニング評価の結果より、ヒト毒性及び生態毒性の追加・更新を行い、ヒト毒性543物質、生態毒性509物質について整理した。

本年度は、USEtoxによる環境中濃度を算定し、昨年に収集したヒト毒性・生態毒性の有害性データ（化審法スクリーニング評価済み物質の結果）と比較することで特性化係数の算定を行った。有害性に関するデータが得られ、かつ、物性値が得られた物質について、曝露量/有害性評価値を算出し、ベンゼンを大気に1kg排出した場合を1として、特性化係数の算出を行った。

LIME2では、スイス連邦工科大学（EPFL）において開発された多媒体運命モデルを用いて化学物質の環境中の運命分析を行い、特性化係数の算出を行った。

LIME2の方法で求めたときの特性化係数について、基準物質のベンゼンについてみると、ヒト毒性の方では特性化係数が小さくなっており、生態毒性の方では特性化係数が大きくなっている。

表 18 ヒト毒性(発がん性)の特性化係数の比較

CAS番号	物質名	LIME2 発がん性の特性化係数			USEtox 発がん性の特性化係数		
		大気排出	水域(淡水)排出	土壌排出	大気排出	水域(淡水)排出	土壌排出
79-06-1	アクリルアミド	5.52E+02	2.24E+03	1.98E+00	↓ 1.88.E-02	↓ 1.55.E-02	↓ 1.55.E-02
140-88-5	アクリル酸エチル	2.31E+00	1.22E+01	1.48E-01			
107-13-1	アクリロニトリル	2.96E+01	5.67E+02	4.08E+00	↓ 2.05.E-02	↓ 6.53.E-03	↓ 6.53.E-03
75-07-0	アセトアルデヒド	2.11E+01	4.88E-02	8.09E-03	↓ 1.88.E-01	↑ 1.88.E-01	↑ 1.88.E-01
62-53-3	アニリン	7.39E-01	9.54E+00	4.63E-02	↓ 4.20.E-01	↓ 2.26.E-01	↑ 2.26.E-01
75-21-8	エチレンオキシド	7.35E+01	4.10E+03	3.20E+01			
18540-29-9	六価クロム化合物	5.14E+03	3.45E-15	3.44E-14	↓ 1.71.E-05	↑ 1.71.E-05	↑ 1.71.E-05
14280-50-3	鉛	7.71E+01	2.14E+02	1.38E+02			
71-43-2	ベンゼン	1.00E+00	2.95E+01	2.63E-01	1.00.E+00	↓ 1.44.E-01	↓ 1.44.E-01
79-41-4	メタクリル酸	-	-	-			

\* 矢印はLIME2と比較しての増減（上向きが増加、下向きが減少）

表 19 ヒト毒性(慢性毒性)の特性化係数の比較

CAS番号	物質名	LIME2 慢性毒性の特性化係数			USEtox 慢性毒性の特性化係数		
		大気排出	水域(淡水)排出	土壌排出	大気排出	水域(淡水)排出	土壌排出
79-06-1	アクリルアミド	6.68E+00	2.66E+01	2.35E-02	↓ 1.10.E-02	↓ 1.10.E-02	↓ 1.10.E-02
140-88-5	アクリル酸エチル	-	-	-			
107-13-1	アクリロニトリル	-	-	-	5.79.E-01	2.75.E-01	2.75.E-01
75-07-0	アセトアルデヒド	-	-	-			
62-53-3	アニリン	1.17E-02	4.74E-01	1.91E-03	↓ 3.05.E-03	↓ 3.05.E-03	↑ 3.05.E-03
75-21-8	エチレンオキシド	-	-	-	3.14.E-02	8.43.E-03	8.43.E-03
18540-29-9	六価クロム化合物	3.08E-01	9.99E-01	5.30E-01			
14280-50-3	鉛	2.62E+00	7.52E+00	4.86E+00			
71-43-2	ベンゼン	1.00E+00	1.30E+01	2.30E-01	1.00.E+00	↓ 1.44.E-01	↓ 1.44.E-01
79-41-4	メタクリル酸	7.52E-01	8.66E+00	4.81E-02	↓ 1.90.E-01	↓ 1.90.E-01	↑ 1.90.E-01

\* 矢印はLIME2と比較しての増減（上向きが増加、下向きが減少）

表 20 生態毒性の特性化係数の比較

CAS番号	物質名	LIME2 生態毒性の特性化係数			USEtox 生態毒性の特性化係数		
		大気排出	水域(淡水)排出	土壌排出	大気排出	水域(淡水)排出	土壌排出
71-43-2	ベンゼン	8.12E-05	1.00E+00	1.73E-03	↑ 4.91.E-04	1.00.E+00	↑ 9.34.E-02
	ヒ素	5.68E+03	1.55E+04	1.06E+04			
79-01-6	トリクロロエチレン	2.66E-04	2.81E+00	6.92E-03			
75-09-2	ジクロロメタン	3.13E-04	6.99E-01	2.12E-02	↓ 1.93.E-05	↓ 2.00.E-02	↓ 2.83.E-03
22537-48-0	カドミウム	2.44E+05	7.89E+05	3.76E+05			

\* 矢印はLIME2と比較しての増減（上向きが増加、下向きが減少）

LIME2との比較によると物質によっては桁レベルで値が異なるものも見られた。両者のモデル、パラメータの違いを対比して、本研究成果の信頼性向上に努めることが求められる。

## ② 土地利用の特性化係数開発

土地利用の影響領域の特性化係数の推奨リスト作成に向けて、関連する研究の文献調査を実施するとともに、全球規模の関連データ情報を収集・整理し、係数開発への活用可能性を検討した。

絶滅を示す指標の1つとして、絶滅速度についてその内容を調査した。

Proença and Pereira (2013)によれば、絶滅に関する指標は規模を計るものと、速度を計るものに分類されるが、前者は、異なる期間における絶滅の比較には相対的に不向きである一方、100万種・年での絶滅を示す「絶滅速度 (E/MSY)」は、そのような絶滅の比較に用いることが可能であるとされている。絶滅速度 (E/MSY) は、Proença and Pereira (2013)では、「1世紀あたりの絶滅 (%)」にも換算されている。これは、100万種・年での絶滅を示す絶滅速度 (E/MSY) を、「100年間で、種全体のうち何%の種が絶滅するか」に言い換えたものである。

絶滅速度 (E/MSY) の予測計算モデルでは、生育・生息地の損失による影響については、種数－面積関係が使われている。Van Vuuren *et al.* (2006)、Malcolm *et al.* (2006)、Jetz *et al.* (2007)及びSekercioglu *et al.* (2008)では、生育・生息地の損失による影響を含めて、絶滅速度 (E/MSY) が計算されている。

1世紀あたりの絶滅 (%) は、絶滅危惧種の判定基準で使われている「ある種が100年間で絶滅する確率」と同様にとらえることは難しいと考えられる。例えば、10,000種存在している場合に、100年後の絶滅確率が100%の種が2種しかなければ、他の9998種の100年後の絶滅確率がすべて80%であったとしても、1世紀あたりの絶滅 (%) は0.02%になる。

全球規模での特性化係数の開発に資するため、全球をカバーするデータ情報を収集・整理し、特性化係数開発への活用可能性について検討した。

GLOBIOの陸域生態系のモデル (GLOBIO-Terrestrial) は、土地利用を含む5つの環境要因 (driver) が生物多様性に及ぼす影響を表すDPSIR枠組みをベースとしている。生物多様性の指標としては、かく乱されていない生態系における種の豊富さに対する、「平均的な種の豊富さ (MSA : Mean species abundance)」が用いられている。具体的には、査読付論文上の生物種の密度や個体数、相対的な被覆などの89のデータセットを元に計算されている。

環境要因の1つである土地利用については、以下の10区分ごとに、計算されたMSAに線形混合効果モデルを近似し、各区分のMSAを計算している。

primary vegetation, lightly used forests, secondary forests, forest plantations, livestock grazing, manmade pastures, agroforestry, low-input agriculture, intensive agriculture, built-up areas

## (2) 公開情報

GLOBIOでは、MSAの計算に用いられた情報源である文献の情報が整理されており、土

土地利用の環境要因では181の文献が挙げられている。さらに、森林及び草地については、土地利用と森林又は草地のMSAとの間の関係性の決定に用いた全文献について、各文献で計算されたMSAの値が表形式で整理されたPDFファイルが提供されている。

### (3) 特性化係数開発への活用可能性等

GLOBIOのMSAは土地利用区分（かく乱後）別の値であるが、LIME3で用いられている絶滅種数増分期待値（EINES）は土地改変前の土地利用／被覆区分別の値となっているため、両者の直接的な比較や変換等は難しいと考えられる。また、GLOBIOのMSAは生態系に属する種全体の平均的な応答を示している一方、LIMEのEINESは維管束植物の絶滅危惧種のみについて個別の種の変化の合計を示している点が異なる。

GLOBIOのMSAは、位置やかく乱前の生態系の種類によらず、土地利用区分別に1つの値であるため、そのままでは全球規模で位置による差異を示す特性化係数の元データとしては利用できないと考えられる。全球規模の評価に用いるためには、de Baan (2013)のように、MSAの計算に用いられた論文から位置情報を抽出することが必要と考えられる。

WildFinder Databaseは、世界における動物（哺乳類、両生類、爬虫類、鳥類）約26,000種の分布に関するデータベースである。各種が生息する生態地域（ecoregion。世界を約800に分けている）が記録されており、その記録数は350,000以上である。可能な限り、過去の分布（1500年頃の分布）が用いられている。26,000以上の種の中で約200種について過去の分布に関する地図が入手可能である。WildFinderのデータは、mdbファイル及びemfファイルでダウンロード可能である。

WildFinder Databaseは動物種のデータベースであるが、LIME3のEINESは維管束植物を対象としている点が異なる。

WildFinder Databaseのデータは、生態地域ごとに種数を集計することが可能であるため、各生態地域に分布する種の多様性の評価に利用可能であるが、過去の分布を用いようとしていることから潜在的な多様性を評価することになると考えられる。また1時点の分布情報であるため、本データベースのみで変化を把握することはできず、土地利用による「被害量」を評価するには別のデータと組み合わせる必要があると考えられる。

IUCN Red List種について、IUCN Red Listカテゴリとその理由、生息地（国と地図）、個体数とそのトレンド、主な脅威等の情報が提供されている。IUCN Red Listで評価している76,000以上の種のうち2/3程度の動物（哺乳類、両生類、鳥類、爬虫類、魚類）種に関して、GISデータが提供されている。データはESRIのシェープファイル形式で、生息範囲を示すポリゴン、種の情報、分布状況、IUCN Red Listカテゴリ、出典等のデータが含まれている。

生物多様性の状態の変化を示す指標として、種のセットの全体的な絶滅リスク（保全状況）を計測するRed List Index (RLI) がある。具体的には、下記の式で計算される。 $W_{c(t,s)}$  は、t時点の種sのカテゴリcの重み付け、 $W_{EX}$  は「絶滅」の重み付け、Nはデータ不足の種及び種のセットが最初に評価された年に「絶滅」とみなされた種を除いた評価対象種数である。カテゴリの重み付けは、Least Concernが0、Near Threatenedが1、Vulnerableが2、Endangeredが3、Critically Endangeredが4、絶滅と野生絶滅が5である。



$$RLI_t = 1 - \frac{\sum_s W_{c(t,s)}}{W_{EX} \cdot N}$$

RLIでは、LIMEのEINESとは異なり、各カテゴリの基準となっている個種の絶滅確率は用いず、カテゴリを0から5の整数に重みづけしている。RLIを指標とする特性化係数開発に活用するためには、カテゴリ変更の要因が土地利用であることが分かること、どの程度の面積の土地利用による影響かがわかることが必要である。

PREDICTS (Projecting Responses of Ecological Diversity In Changing Terrestrial Systems) は、生息地の損失や劣化への生態系の対応を予測する統計モデルである。38,000以上の種をカバーする21,000以上のサイトにおける250万以上の生物多様性把握結果を収集している。収集しているデータは、サンプリングポイントの位置、各サンプリングポイントが代表する土地被覆タイプ、人間により使用されている集中度合い、各種の存在／不在または理想的には豊富度の把握結果、各把握がなされた日である。Hudson et al. (2014)によれば、2015年にデータベース全体を公開予定とされているが、ウェブサイト上では確認できていない。

Newbold et al. (2015)は、PREDICTSデータベースのデータを用いて、人為的な変化とサイトレベルの生物多様性との関係をモデル化し、人為的な変化の予測シナリオを用いて生物多様性の変化の予測を行っている。用いているデータは、PREDICTSプロジェクトで集めたデータから条件に合致するデータを選択・調整した11,525地点の26,953種のデータを含むデータセットである。

以下の4つのサイトレベルの生物多様性の指標を用いて評価を行っている。

- within-sample species richness (species density) : 標準化されたサンプリング単位で、あるサイトにおいて記録された異なる名前の分類群の数 (いわゆる種密度)
- rarefaction-based richness : 各サイトから n 個体 (n は当該研究のサイトで記録される合計個体数の最小値) のサンプルをランダムに 1,000 とり、サンプルにおける種の豊富度の中央値を計算
- total abundance : 1 つのサイトの全分類群の個体数の合計 (種の出現や全体的な豊富度のみ記録されているサイトについては推計不可能)
- community-weighted mean organism size : サイトに存在する植物の高さを対数変換した値、または脊椎動物、甲虫、ハナアブ科の体重または体積の対数変換した値について、個体数で重みづけし、算術平均を計算

人為的な変化を示す説明変数として以下の6つの圧力を用いており、各サンプリングサイトについて各変数のスコアを与え、これら変数と生物多様性の指標との関係をモデル化している。各変数のデータは、土地利用 (8区分) 及び利用強度 (3段階) は情報源をベースに決定し、人口密度や道路への近接、最も近い街へのアクセスは世界規模のデータセットにオーバーレイして求めている。土地利用履歴は、各サイトが位置する30秒グリッドの30%が人為的土地利用でカバーされてからの年数を計算している。

- 土地利用 (8 区分)

Primary vegetation, secondary vegetation (subdivided into mature, intermediate, young secondary vegetation), plantation forest, cropland, pasture, urban

- 利用強度 (3 段階)

- 土地利用履歴
- 人口密度
- 道路への近接
- 最も近い街（5万人超）へのアクセス

土地利用に関する係数として、土地利用別の指標の相対値（%）を用いることは可能と考えられる。ただし、相対値（%）であるため、数値の解釈に課題がある。

LIMEでは、土地利用による生物多様性への影響を評価する指標として、EINESを用いてきた。EINESは、絶滅危惧種の判定基準にも使われている絶滅確率の考え方をベースとして、維管束植物の絶滅危惧種の絶滅までの平均年数が、土地利用により短くなる程度を、平均年数の逆数の差分として計算している。EINESは土地利用による生物多様性への影響を、種の絶滅への直接的な影響として評価できることに特長がある。一方で、EINESの計算には、対象としている各生物種の個体数と減少率の膨大なデータが必要となる。そのため、LIMEでは、日本国内ではそのようなデータを元にEINESの計算をしていたが、そのようなデータがない世界規模ではEINESを直接計算することができず、生物多様性に関連する他の世界規模のデータを用いて、日本の値から相対的に計算していた。

土地利用による生物多様性への影響を表す指標としては、絶滅する速度に関する指標として広く知られている絶滅速度（E/MSY）の使用も考えられる。E/MSYは、「100年間で種全体のうち何%の種が絶滅するか」という指標に言い換えることが可能であるが、これは絶滅危惧種の判定基準で使われている「ある種が、100年間で絶滅する確率」と完全に同じように考える、あるいは変換することは難しいと考えられる。そこで、一般的に理解しやすいE/MSYをEINESによる結果と併記して用いる方法が考えられる。

全球レベルの生物多様性に関するデータについて情報を収集・整理したが、EINESの計算に直接的に用いることが可能なデータは確認されなかった。詳細が確認できなかったデータについて引き続きその内容について調査するとともに、MSAなど、EINES以外の指標を採用することで世界を対象とした影響評価手法とすることを検討する。

## 参考文献

- Proença and Pereira (2013) Comparing Extinction Rates: Past, Present, and Future. *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume 2, 167-176.
- van Vuuren D, Sala O, and Pereira HM (2006) The future of vascular plant diversity under four global scenarios. *Ecology and Society*, 11, 25.
- Malcolm JR, Liu C, Neilson RP, Hansen L, and Hannah L (2006) Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. *Conservation Biology*, 20, 538–548.
- Jetz W, Wilcove DS, and Dobson AP (2007) Projected impacts of climate and land use change on the global diversity of birds. *PLoS Biology*, 5.
- Sekercioglu CH, Schneider SH, Fay JP, and Loarie SR (2008) Climate change, elevational range shifts, and bird extinctions. *Conservation Biology*, 22, 140–150.
- GLOBIOホームページ (<http://www.globio.info/>)
- de Baan L, Alkemade R, Koellner T (2013) Land use impacts on biodiversity in LCA: a

global approach. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18, 1216–1230.

WildFinder Database (<https://www.worldwildlife.org/publications/wildfinder-database>)

IUCN red list index 紹介ページ

(<http://www.iucnredlist.org/about/publication/red-list-index>)

PREDICTS プロジェクト ホームページ (<http://predicts.org.uk/>)

Hudson et al. (2014) The PREDICTS database: a global database of how local terrestrial biodiversity responds to human impacts. *Ecol. Evol.*, vol: 4, no: 24, 4701-4735.

Newbold et al. (2015) Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, vol: 520, no: 7545, 45-50.

### ③ 光化学オキシダントの特性化係数開発

PM2.5と対流圏O<sub>3</sub>は半球スケールで移動するため、特定地域で排出される大気汚染物質による健康影響を推計するには、その越境移動を考慮してより広範囲で捉える必要がある。既存のLCAにおける大気汚染物質の特性化係数は、主に国内における排出高度の違いや農村と都市の違いなどが議論されるものの、大陸間レベルの越境移動を考慮した検討はまだない。一方、全球大気化学輸送モデルは、大気化学反応と大陸間のエアロゾルの移動が表現可能のため、ある地域の大気汚染物質排出による世界範囲での濃度上昇が予測可能である。本研究は、全球大気化学輸送モデルを用いて、地域別、大気汚染物質別の健康被害係数の算定枠組みを構築することを目的とする。更に、全世界を10地域に分けて、本手法を用いて地域ごとのO<sub>3</sub>特性化係数を算定する。

ここでは、特性化係数として、有機化合物が1kgを追加排出することによって、O<sub>3</sub>濃度の増加に由来する影響の増分とした。算定方法は、第一に地域別、有機化合物別に単位量排出による世界でのO<sub>3</sub>の日最高8時間の年平均濃度(MDA8)の増分を推計する。次に、上記結果に、濃度反応関係(CRF: Concentration response function)、人口と死亡(あるいは発病)1件当たりDALYを乗じて算出する。O<sub>3</sub>の影響係数はNMVOC(non-methane volatile organic compounds)とNO<sub>x</sub>を考慮した。原因物質の排出地域は世界10地域(北米、中南米、西欧州、中東、東欧州、アフリカ、南アジア、東・東南アジア、オセアニア、日本)に分けた。物質別の特性化係数は式1~3のように定義した。

$$CF_{r,p} = D_{r,p,mortality} + D_{r,p,morbidity} \quad (1)$$

$$D_{r,p,mortality} = \sum_i (\Delta C_{p,r,i} \times R \times M_c \times P_i \times S_w) \quad (2)$$

$$D_{r,p,morbidity} = \sum_i \sum_d (\Delta C_{p,r,i} \times R_d \times P_{d,i} \times S_{d,w}) \quad (3)$$

CF<sub>r,p</sub>: 地域rより物質pの追加排出による特性化係数 (DALY/kg).

Dr,p,mortality: 地域rより物質pの追加排出による死亡由来の健康被害(DALY/kg).

Dr,p,morbidity: 地域rより物質pの追加排出による疾病由来の健康被害(DALY/kg).

ΔC<sub>p,r,i</sub>: 地域rより物質pの追加排出によるグリッドi別のPM2.5、またはO<sub>3</sub>(MDA8)の年平均濃度増分 ((μg/m<sup>3</sup>)/kg).

R: O<sub>3</sub>(MDA8)の濃度上昇あたりの成人全死亡の死亡率の増加率 (%/( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )).  
 Mc: 国cのベース死亡率 (case/cap).  
 Pi: グリッドiの成人人口 (cap).  
 Sw: 14 WHO sub-regions別の死亡一件あたりのDALY (DALY/case).  
 Rd: O<sub>3</sub> (MDA8)の濃度上昇あたりの疾病dの罹患率の増加量 ((case/cap)/( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )).  
 Pd,i: 疾病d, グリッドiの人口 (cap).  
 Sd,w: 14 WHO sub-regions別疾病別の一件あたりのDALY (DALY/case). O<sub>3</sub>は地域別に分けていない.

単位量の追加排出による濃度増分の算出方法は、まず、全球大気化学輸送モデルMIROC-ESM-CHEM (Watanabe et al., 2011)に2000年の世界の大気汚染物質排出量データ(Lamarque et al., 2010)を与えて、エアロゾル (PM2.5、MDA8) の世界年平均濃度を推計し、次に、ある地域においてある大気汚染物質のみ20%増加させて、エアロゾルの世界年平均濃度を算出した。最後に、両濃度の差分を排出増加量で除して算出した。用いたMIROC-ESM-CHEMモデルの概要はTang et al. (2015)を参照されたい。

O<sub>3</sub>の疾病別のCRFは地域間で異なる傾向はみられるが、地域別に評価できる十分な情報が得られなかったため、ExternE 2005が整理した値 (Bickel et al., 2005) を全世界に適用した (表21)。人口データはGridded Population of the World Version 3 (GPWv3)が提供するグリッドデータを活用した。死亡率はWHO2004の国別データを使用した。発病或は死亡1件あたりのDALYも域間の違いがあるものと考えられるため、WHO sub-regionsの14地域別に推計した。推計方法と結果はTang et al. (2015)に参照されたい。

表21 O<sub>3</sub>の死亡及び疾病別のCRF

	Affected age groups*	Concentration response function*		DALY per case**
		(%)/( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	(case/cap)/( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
Acute mortality	all ages	$3.0 \times 10^{-4}$	-	$7.5 \times 10^{-1}$
Medication usage by people with asthma	4.5% of adult	-	$7.3 \times 10^{-2}$	$2.7 \times 10^{-4}$
Lower respiratory symptoms	child	-	$1.1 \times 10^{-1}$	$1.4 \times 10^{-4}$
Minor restricted activity days (MRADs)	adult	-	$1.2 \times 10^{-2}$	$2.7 \times 10^{-4}$
Respiratory hospital admissions	65+	-	$1.3 \times 10^{-5}$	$1.1 \times 10^{-2}$

NO<sub>x</sub>とNMVOCの被害係数の算定結果を地域別に図9に示す。NO<sub>x</sub>とNMVOCがそれぞれ0.3-4.2×10<sup>-5</sup> DALY/kg、0.2-5.6×10<sup>-6</sup> DALY/kgと算定された。

NO<sub>x</sub>からのオゾン生成に由来する被害係数は、インド地域、中東と中国地域が大きく、北米、欧州と日本が小さかった。最小の北米と最大のインド地域では17倍の差が開いた。これにより、既存研究で得られた欧米における被害係数を他の地域に適用する場合は大きな過小評価となることが明らかになった。一方、NMVOCからのオゾン生成に由来する被害係数は、北米と欧州はインド地域に比べて、暴露人口が少ないものの、NMVOC由来のオゾン濃度増分が大きいため、被害係数がインドに匹敵するほどの大きさとなった。これはNO<sub>x</sub>の被害係数と大きく異なる結果であった。一方、被害係数が最大の中国と最小の南米で28

倍の差があり、地域別に被害係数を求めることが重要であることはNO<sub>x</sub>の被害係数と共通であった。

越境移動について、中国とインドは、自身地域での被害が非常に大きいため、他地域に与える影響の割合が約1割で最も小さかった。ほかの北半球の地域においては、総被害に占める他地域で生じる被害の割合が平均で約6割に対して、南半球に位置する地域の場合は4割であった。したがって、越境移動を無視した場合、中国とインドを除いた地域の被害係数は約4割から6割の過小評価となることが示唆された(Tang et al., 2015)。

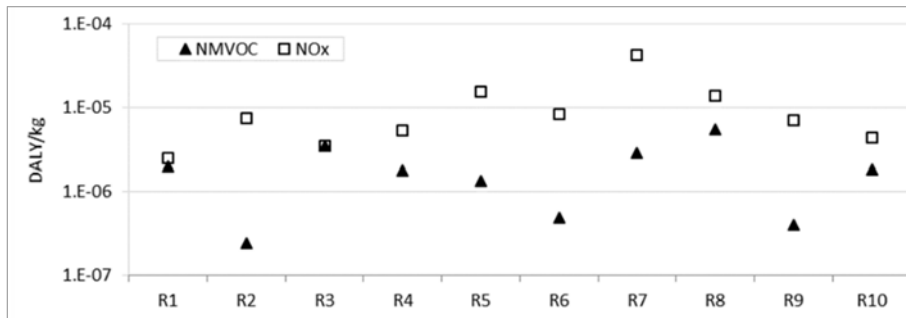


図9 物質別、地域別のO<sub>3</sub>の健康被害係数

両被害係数の相違について、主に以下の3点が確認された。1) NOのタイトレーション効果：NOの排出量大きいかつ、寒い地域（欧州）において、NO<sub>x</sub>由来のオゾン濃度低下が顕著であった。それに対して、PM<sub>2.5</sub>の場合は、いずれの大気汚染物質はPM<sub>2.5</sub>濃度の上昇に寄与した。2) 被害係数の季節変動性：オゾン生成は、特に高温、日照の長い夏季で生じやすいため、季節の変動性が大きいことが確認された (Tang et al., 2015)。季節別のO<sub>3</sub>影響係数の算定は今後の課題にしたい。3)越境移動：オゾンはPMに比べて、地上では数日だが、自由対流圏へ上昇すると、数週間から数か月まで大気中に滞在するため、移動距離が長い。その結果、O<sub>3</sub>の被害係数は排出地域で生じる影響が全世界で生じる影響に占める割合がPM<sub>2.5</sub>より小さかった (Tang et al., 2015)。

#### 参考文献

- Bickel P, Friedrich R, Droste-Franke B, Bachmann TM, Greßmann A, Rabl A, Hunt A, Markandya A, Tol R, Hurley F, Navrud S, Hirschberg S, Burgherr P, Heck T, Torfs R, de Nocker L, Vermoote S, Int Panis L, Tidblad J (2005) ExternE—externalities of energy—methodology 2005 update. European Commission, EUR 21951 EN, Luxembourg
- Lamarque JF, Bond TC, Eyring V, Granier C, Heil A, Klimont Z, Lee D, Lioussé C, Mieville A, Owen B, Schultz MG, Shindell D, Smith SJ, Stehfest E, Van Aardenne J, Cooper OR, Kainuma M, Mahowald N, McConnell JR, Naik V, Riahi K, van Vuuren DP (2010) Historical (1850-2000) gridded anthropogenic and biomass burning emissions of reactive gases and aerosols: Methodology and application. Atmos. Chem. Phys. 10: 7017-7039
- Tang L, Nagashima T, Hasegawa K, Ohara T, Sudo K, Itsubo N (2015) Development of human health damage factors for PM<sub>2.5</sub> based on a global chemical transport model.

Int. J. Life Cycle Assess, DOI 10.1007/s11367-014-0837-8

Watanabe S, Hajima T, Sudo K, Nagashima T, Takemura T, Okajima H, Nozawa T, Kawase H, Abe M, Yokohata T, Ise T, Sato H, Kato E, Takata K, Emori S, Kawamiya M (2011) MIROC-ESM 2010: model description and basic results of CMIP5-20c3m experiments. Geosci. Model Dev. 4: 845-872

## 【課題2】 100製品を対象とした環境ホットスポット分析の実施と評価報告書の公開

ここでは、現在活用できる2005年及び2000年のデータを基に算出した印刷用紙のホットスポット分析の算定結果を示す。

### ◆評価方法

原材料投入量、エネルギー消費量、廃棄物等の排出量のほか、原材料や製品等の輸送、印刷用紙が消費者に届くまでの輸送や商業活動に関わるデータは、統計データに基づく二次データを用いた。

印刷用紙の製造に関する直接的な環境負荷要因である原材料だけでなく、間接的な要因、例えば製造工程のエネルギー消費量や従業員の作業着などについても産業連関表の取引基本表に盛り込まれている。

そこで、印刷用紙が含まれている「洋紙・和紙」部門の製造のための投入量(原材料使用量、エネルギー消費量etc.)を活用して環境負荷の算出を行った。

以下に評価を行う上での条件を示した。

機能単位：印刷用紙「1トン」のライフサイクルを対象とする。

古紙を含まない「印刷用紙」と古紙を含む「再生紙」の区別は行わず、市販されている印刷用紙の平均とした。

評価シナリオ：印刷用紙は図10の様な流れで製造、廃棄されるものとする。

この内、使用段階ではエネルギーや副資材の投入はないものとした。印刷用紙の製造工程でリサイクルされるものについては製造工程に含まれているものとし、使用後に廃棄される際の紙のリサイクルは算出対象外とした。

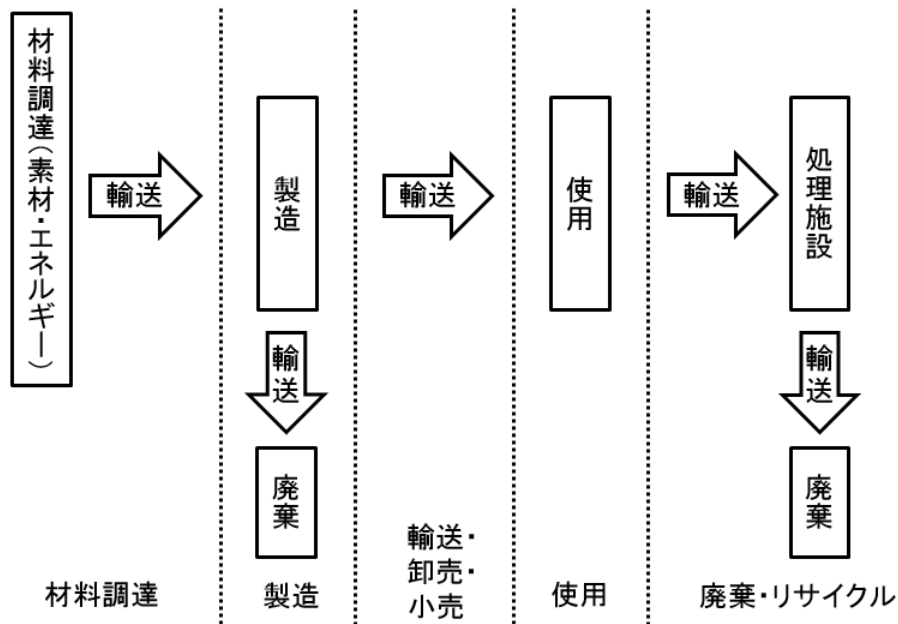


図10 印刷用紙の製造等の流れ

活動量：印刷用紙は、1トン当たり0.5トン強のパルプ、0.5トン弱の石灰ほかの副資材で構成される。

印刷用紙の製造に必要なパルプほかの原材料が工場に納入される際の鉄道やトラックなど輸送に関わる環境負荷は、製造段階に計上した。

パルプの原料である木材チップの多くが海外から輸入されているが、ここでは国内で生産された木材チップを使ったものと仮定した。

工場で製造された印刷用紙がユーザに届くまでの環境負荷は、輸送に関わる分だけでなく、卸売・小売などの商業活動に関わる分も産業連関分析の波及効果として計上した。

使用後の印刷用紙は一般ごみとして収集され、全て焼却されるものとした。一般ごみを収集するための輸送分、焼却された残渣を埋め立てる処理の分を計上して廃棄段階の環境負荷とした。印刷用紙の製造工程でマテリアルリサイクルされる素材、燃料として熱回収される分に関しては、製造段階のデータに含まれているものとして計上していない。

◆結果

計算結果：環境領域別の計算結果をグラフと共に以下に示す。

地球温暖化に関わるGHG排出量は、材料調達段階に比べて製造段階が大きい。従って、印刷用紙のGHG排出量では製造段階がホットスポットで、その大きな要因が電力源である「自家発電」と熱エネルギー源である「石炭」であることがわかる。

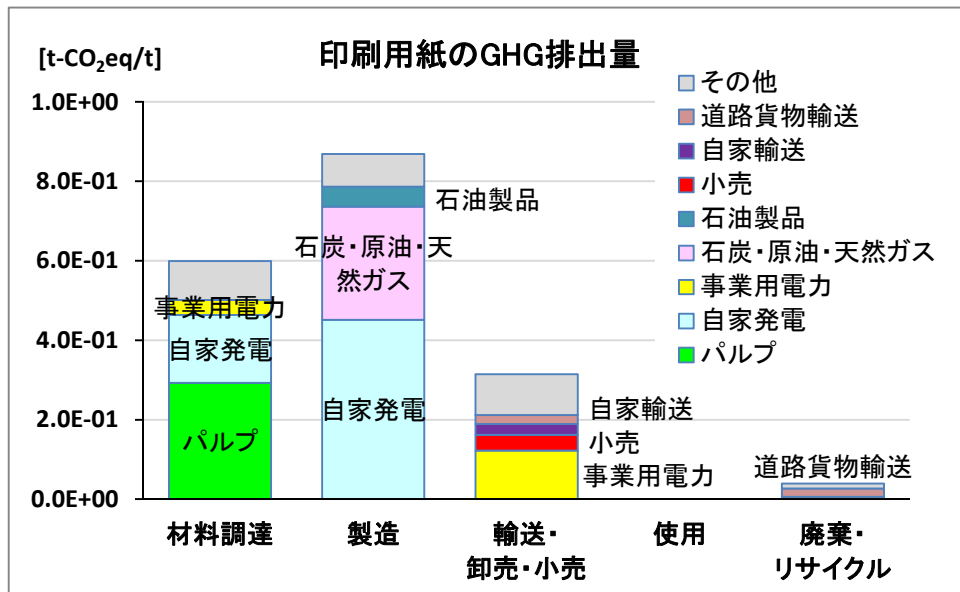


図11 印刷用紙のGHG排出量

水消費量は、材料調達段階が非常に大きく、印刷用紙の主原料であるパルプの元になる木材を育てる「育林」での水消費量が大半を占めることがわかる。

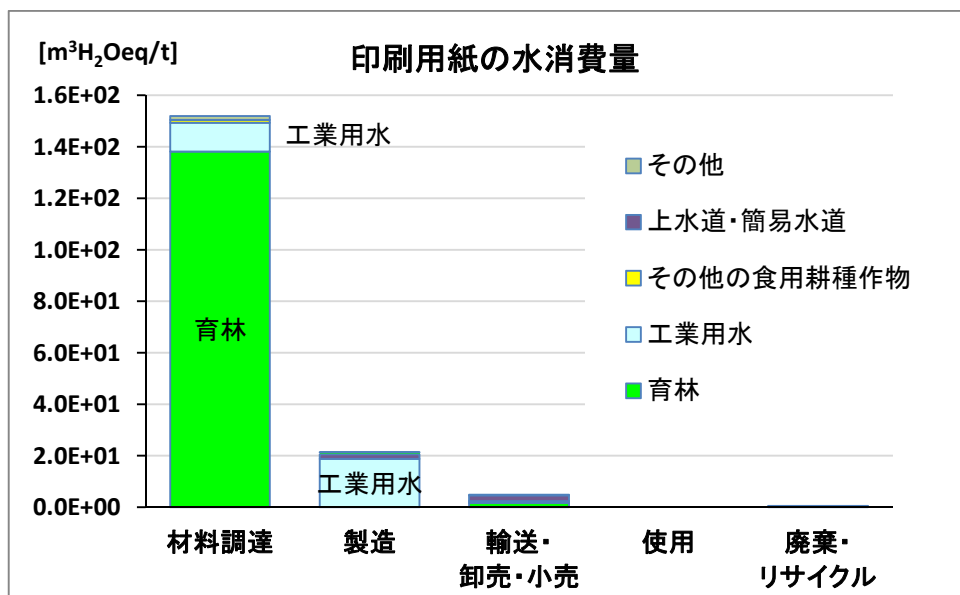


図12 印刷用紙の水消費量

土地利用面積も材料調達段階が非常に大きく、印刷用紙の主原料であるパルプの元になる「素材」を作る工程での土地利用が大半を占めている。



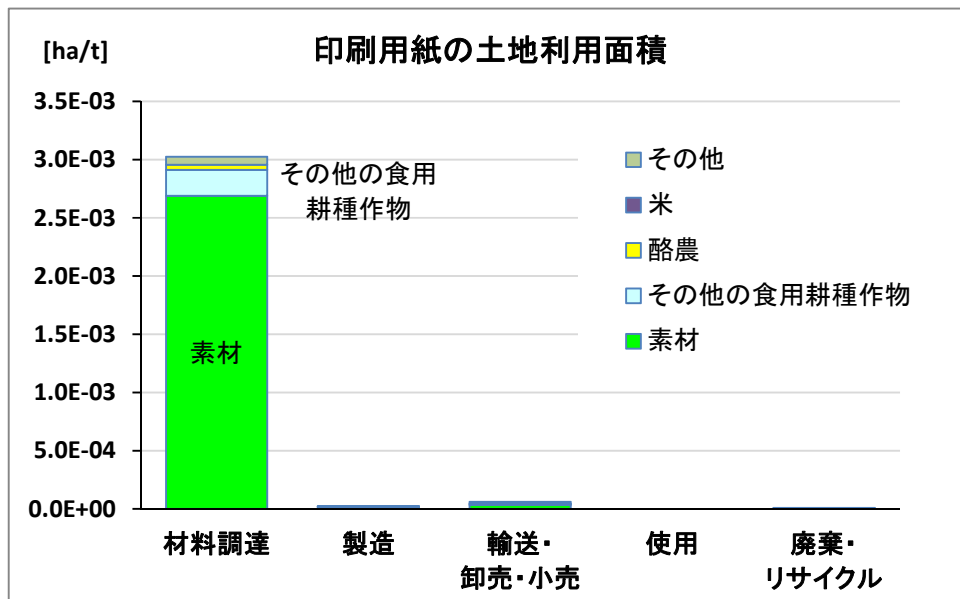


図13 印刷用紙の土地利用面積

資源消費量は「材料調達」「製造」「輸送・卸売・小売」の3段階がほぼ同じであること、各段階の内訳からは消費量が特に大きい資源がないことがわかる。

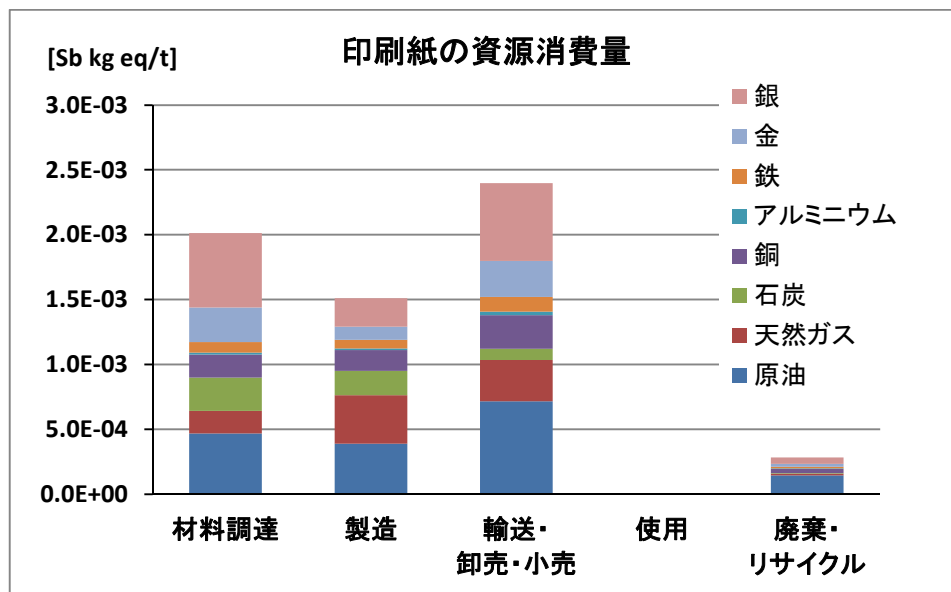


図14 印刷用紙の資源消費量

統合化手法のLIME2を使って、これらのインベントリ分析結果を統合化した結果、ライフサイクルでは「材料調達」と「製造」が大きく、影響領域ではGHG排出量が非常に大きいことがわかる。

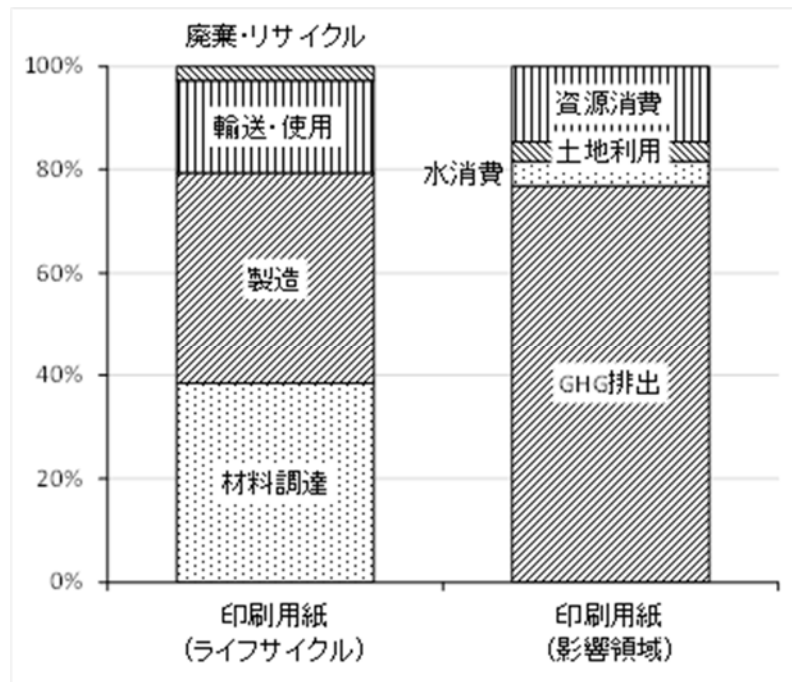


図15 印刷用紙の統合化結果

以下は使用段階でエネルギー消費がある液晶テレビのホットスポット分析の結果である。

◆評価方法

先の印刷用紙と同様に、原材料投入量、エネルギー消費量、廃棄物等の排出量のほか、原材料や製品等の輸送、液晶テレビが消費者に届くまでの輸送や商業活動に関わるデータは、統計データに基づく二次データを用いた。

液晶テレビの製造に関する直接的な環境負荷要因である原材料だけでなく、間接的な要因、例えば製造工程のエネルギー消費量や従業員の作業着などについても産業連関表の取引基本表に盛り込まれている。

そこで、液晶テレビが含まれている「ラジオ・テレビ受信機」部門の製造のための投入量(原材料使用量、エネルギー消費量etc.)を活用して環境負荷の算出を行った。

以下に評価を行う上での条件を示した。

機能単位：2005年製造の液晶テレビ「1台」のライフサイクルを対象とする。

「ラジオ・テレビ受信機」部門には、プラズマテレビ、液晶テレビ、ラジオ・その他のテレビのほか、半製品及び仕掛品の4品目が含まれるが、列部門生産額の74%を占める液晶テレビを代表品目とした。

評価シナリオ：液晶テレビは図16の様に国内で製造し、家庭で10年使用した後、家電リサイクル施設に運ばれ、廃棄・リサイクルされるものとする。

この内、使用段階では液晶テレビの型式を29インチとし、代表機種定格電力、待機電力と平均視聴時間から1日の消費電力を算出し、10年間の総電力使用量を求めた。液晶テレビ使用後に家電リサイクル施設で処理する際のリサイクル再生材による控除分は算出対象外とした。

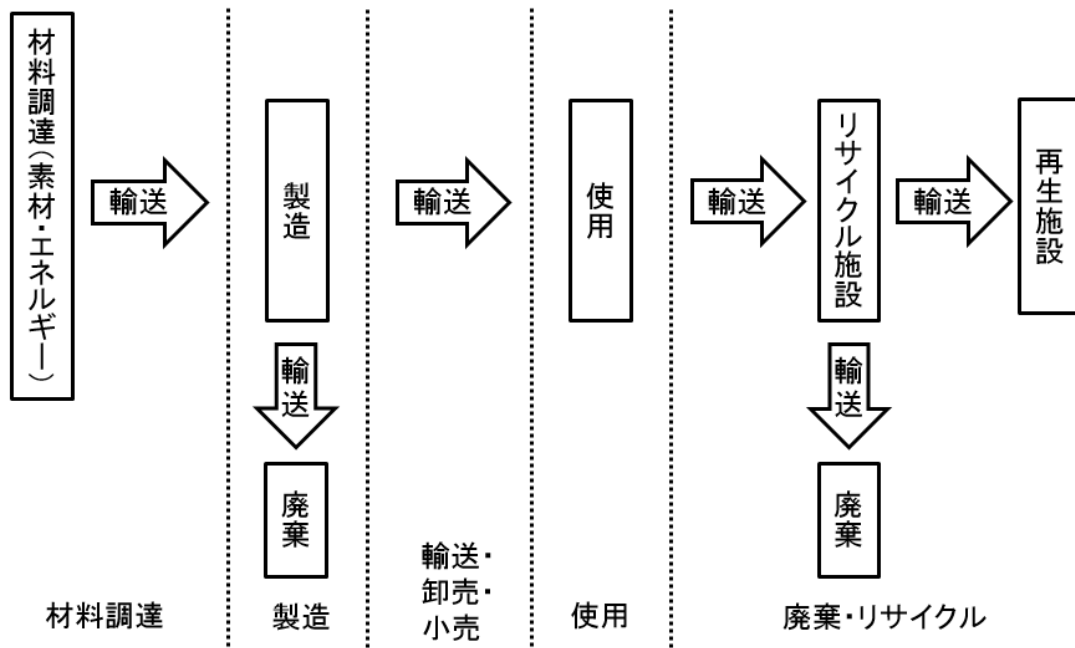


図16 液晶テレビの製造等の流れ

活動量：液晶テレビは、1台当たり15kg強の材料、部品、半製品で構成される。

液晶テレビの製造に必要な液晶パネルほかの部品が工場に納入される際の鉄道やトラックなど輸送に関わる環境負荷は、製造段階に計上した。

材料や部品の一部は海外から輸入されているが、ここでは国内で生産された物を使ったものと仮定した。

工場で製造された液晶テレビがユーザに届くまでの環境負荷は、輸送に関わる分だけでなく、卸売・小売などの商業活動に関わる分も産業連関分析の波及効果として計上した。

使用後の液晶テレビは回収されて家電リサイクル施設に送られ、処理されるものとした。廃棄するテレビを回収するための輸送分、リサイクル施設の処理に関わる環境負荷を計上して廃棄段階の環境負荷とした。製造工程でマテリアルリサイクルされる素材、燃料として熱回収される分に関しては、製造段階のデータに含まれているものとして計上していない。

◆結果

計算結果：環境領域別の計算結果をグラフと共に以下に示す。

地球温暖化に関わるGHG排出量は、使用段階が大きい。従って、液晶テレビのGHG排出量では使用段階がホットスポットで、その大きな要因が「事業用電力」であることがわかる。

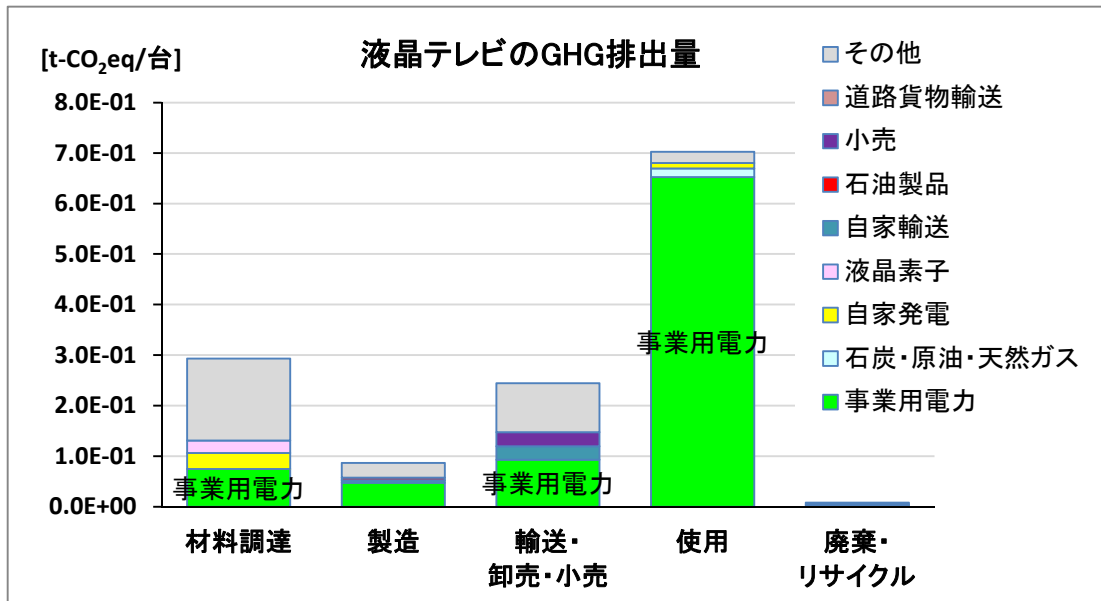


図17 液晶テレビのGHG排出量

水消費量は、材料調達段階が大きい。その内訳では「工業用水」「上水道・簡易水道」の水消費量が大半を占めることがわかる。

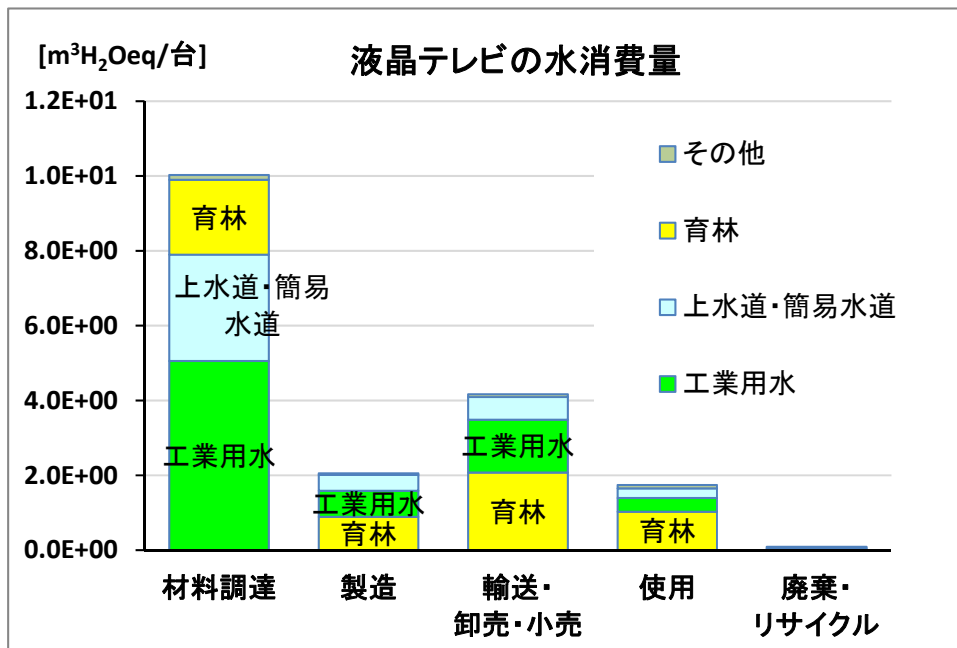


図18 液晶テレビの水消費量

土地利用面積も材料調達段階が大きく、内訳では「素材」が大きい、「その他」に分類される様々な材料の土地利用面積を無視することはできない。

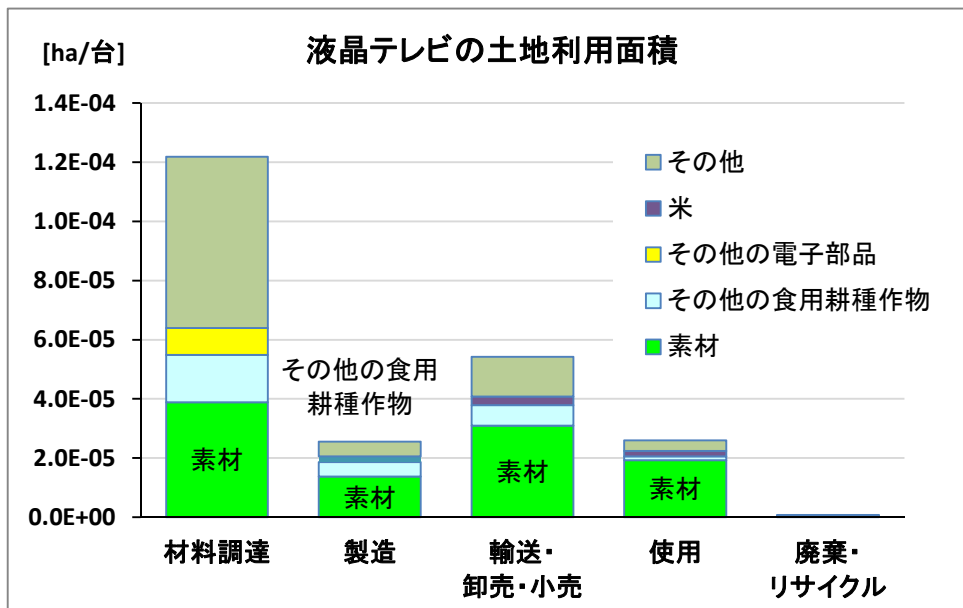


図19 液晶テレビの土地利用面積

資源消費量は、材料調達段階が大きい。その内訳では電子部品に使われている「銀」を筆頭に「金」「銅」が大半を占め、電子部品に関わる資源消費量の影響が大きいことがわかる。

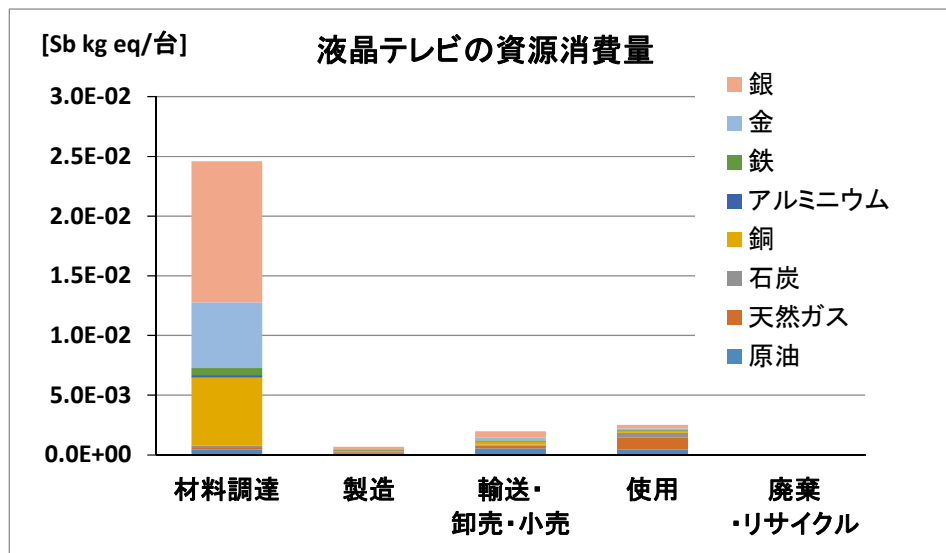


図20 液晶テレビの資源消費量

統合化手法のLIME2を使って、これらのインベントリ分析結果を統合化した結果、ライフサイクルでは「輸送・使用」が大きく、影響領域では「GHG排出」が大きい。エネルギー消費型製品である液晶テレビは、使用段階の電力エネルギーに起因するGHG排出の影響が大きく、製品を構成する金属やプラスチックほかの資源消費の影響が大きい。

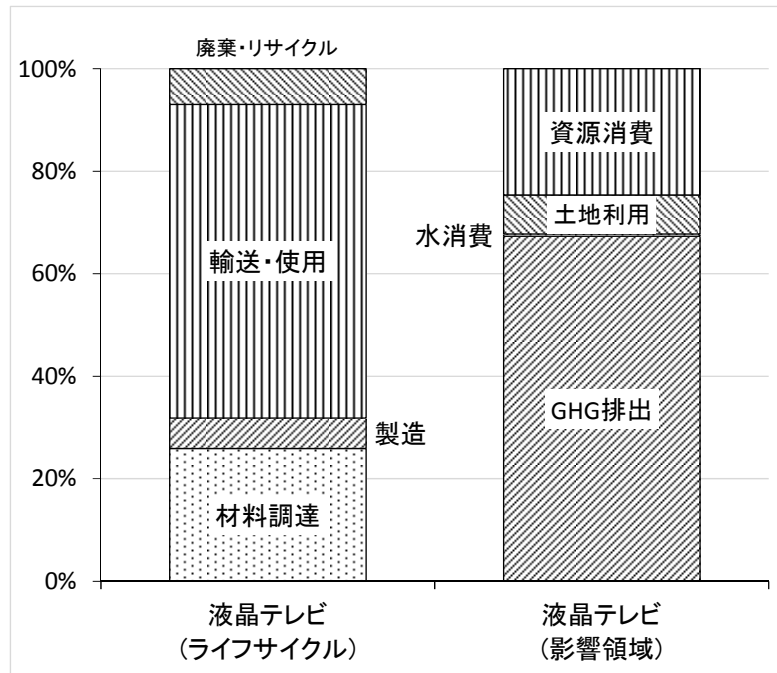


図21 液晶テレビの統合化結果

◆今後の方針

データベースと統合化手法の更新：以下の最新データベースと統合化手法に基づいて今後ホットスポット分析を行う。

- ・ IDEA2
- ・ WIO2011
- ・ 環境フットプリント2011年版
- ・ 統合化手法LIME3

分析対象100品目の絞り込み：政府特定調達270品目を図22の様に、2011年産業連関表の列部門に割り付け、データの入手が可能な100品目を絞り込み、ホットスポット分析を行う。

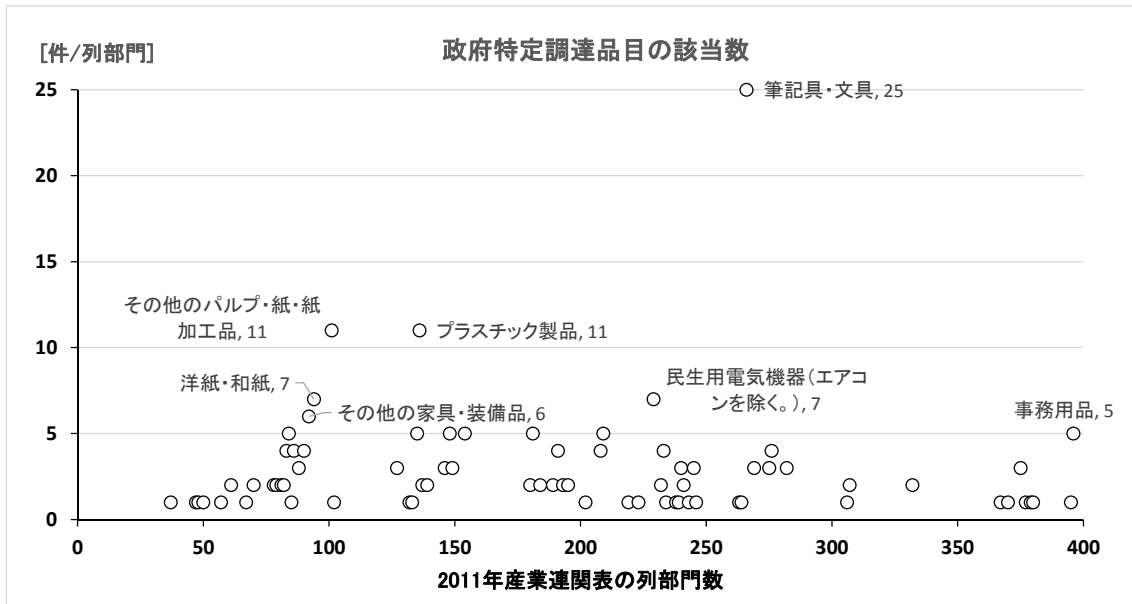


図22 政府特定調達品目の該当数

ホットスポット分析結果の検証：統計データに基づく二次データを用いて算出したホットスポット分析結果の内、業界団体や企業から一次データが入手できた品目に関して、二次データを一次データに差し替えて分析結果の検証を行う。

### 3 - 4. 会議等の活動

・実施体制内での主なミーティング等の開催状況

年月日	名称	場所	概要
2015年4月13日	下流インベントリグループ会合	早稲田大学早稲田キャンパス	廃棄物データ収集の進捗確認と作業予定に関する打合せ
2015年4月17日	エコマークグループ検討会	日本環境協会	環境ホットスポット分析の事例研究に関する打合せ
2015年4月23日	上流インベントリグループ会合	産業技術総合研究所つくば西	IDEAとecoinventとの照合に関する打合せ
2015年4月24日	影響評価グループ会合	三菱UFJリサーチ&コンサルティング	環境ホット分析の影響評価について昨年度の成果とりまとめと今年度の検討内容について協議
2015年4月30日	第一回委員会	JEMAI	本年度の実施方針の確認、意見交換
2015年5月2日～8日	欧州環境毒物化学会参加	スペイン・バルセロナ	欧州環境毒物化学会にて環境ホットスポット分析、ライフサイクル影響評価、環境影響の統合化手法の開発などについて研究交流

2015年5月 15日	影響評価グループ会 合	三菱UFJリサ ーチ&コンサ ルティング	今年度の影響評価手法開発の方針 として、大気汚染、化学物質を中心 に確認
2015年5月 21日	下流インベントリグ ループ会合	早稲田大学早 稲田キャンパ ス	廃棄物データ収集の進捗確認と作 業予定に関する打合せ
2015年6月 9日	APP訪問	APPJ	環境ホットスポット分析のための データ提供依頼と研究趣旨の説明
2015年6月 25日	下流インベントリグ ループ会合	早稲田大学早 稲田キャンパ ス	廃棄物データ収集の進捗確認と作 業予定に関する打合せ
2015年6月 26日	エコマークグループ 検討会	日本環境協会	製紙、印刷機、文具、トナーカート リッジ製造各社に参加いただき、研 究の趣旨と結果のイメージの説明、 および基礎データ提供依頼
2015年7月 3日	第二回委員会	JEMAI	環境ホットスポット分析の進捗状 況を各グループから報告
2015年7月 10日	影響評価グループ会 合	三菱UFJリサ ーチ&コンサ ルティング	土地利用による影響評価手法を中 心に議論
2015年7月 30日	下流インベントリグ ループ会合	早稲田大学早 稲田キャンパ ス	廃棄物データ収集の進捗確認と作 業予定に関する打合せ
2015年8月 27日	王子製紙訪問	王子製紙	環境ホットスポット分析のための データ提供依頼と研究趣旨の説明
2015年9月 7日	第三回委員会	産業環境管理 協会	環境ホットスポット分析の進捗状 況を各グループから報告
2015年9月 11日	影響評価グループ会 合	三菱UFJリサ ーチ&コンサ ルティング	人間毒性と生態毒性の今後の確認 と、土地利用について、絶滅リス クの評価方法と関連研究の関 係についての議論
2015年9月 25日～26 日	RISTEX合宿	クロスウェー ブ府中	全体会議。現在検討中のプログラ ムについて概要と進捗状況の発表
2015年9月 28日	上流インベントリグ ループ・下流インベ ントリグループ合同 会合	早稲田大学早 稲田キャンパ ス	廃棄物データ収集の進捗確認と作 業予定に関する打合せ
2015年10 月1日	エコマークグループ 検討会	日本環境協会	プロジェクト全体の進捗状況の説 明および紙を対象とした評価結果 の報告



2015年10月5日	下流インベントリグループ・影響評価グループ合同会合	早稲田大学早稲田キャンパス	環境ホットスポット分析手法と事例研究に関する打合せ
2015年10月16日	第四回委員会	JEMAI	各グループの進捗確認および産業連関分析を用いたホットスポット分析の実施手順と結果についての報告
2015年10月21日	大気汚染に関する打合せ	銀座ビジネスセンター	大気汚染の分析評価に関する議論
2015年10月23日	下流インベントリグループ会合	早稲田大学早稲田キャンパス	廃棄物データ収集の進捗確認と作業予定に関する打合せ
2015年11月20日	影響評価グループ会合	三菱UFJリサーチ&コンサルティング	影響評価手法についての議論。水の影響評価手法の開発について専門家を招聘。
2015年12月14日	上流インベントリグループ・下流インベントリグループ合同会合	産業技術総合研究所つくば西	廃棄物データ収集の進捗確認と作業予定に関する打合せ
2015年12月15日	下流インベントリグループ・影響評価グループ合同会合	早稲田大学早稲田キャンパス	環境ホットスポット分析手法と事例研究に関する打合せ
2015年12月18日	第五回委員会	JEMAI	上流、下流、影響評価各グループにおける進捗状況の確認
2015年12月22日	上流インベントリグループ会合	産業技術総合研究所つくば西	IDEAとecoinventとの照合に関する打合せ
2016年1月15日	影響評価グループ会合	三菱UFJリサーチ&コンサルティング	生物多様性評価に関する進捗について確認
2016年1月18日～19日	視察・ヒアリング調査	オーストラリア・アルバニー	植林地、製紙原料（チップ）の生産工程、輸送等に関する視察・ヒアリング調査
2016年1月22日	下流インベントリグループ会合	早稲田大学早稲田キャンパス	廃棄物データ収集の進捗確認と作業予定に関する打合せ
2016年2月5日	第六回委員会	JEMAI	上流、下流、影響評価各グループにおける進捗状況の確認
2016年2月5日	エコマークグループ検討会	日本環境協会	ホットスポット分析の概要説明と廃棄物産業連関表に関する特徴について解説

2016年2月 19日	上流インベントリグループ会合	産業技術総合研究所つくば西	IDEAとecoinventとの照合に関する打合せ。
2016年3月 11日	影響評価グループ会合	三菱UFJリサーチ&コンサルティング	影響評価グループの研究進捗の確認。水の影響評価手法の開発について専門家を招聘。
2016年3月 1日	下流インベントリグループ会合	早稲田大学早稲田キャンパス	廃棄物データ収集の進捗確認と作業予定に関する打合せ
2016年3月 14日	下流インベントリグループ会合	早稲田大学早稲田キャンパス	廃棄物データ収集の成果確認に関する打合せ
2016年3月 23日	第七回委員会	JEMAI	進捗確認と本年度の研究成果について整理

#### 4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

・エコプロダクツ展示会において、本プロジェクトの概要についてパネル展示を行った。ブースには200名を超える来場者があり、プロジェクトの全体概要と成果の利用方法について説明を行った。複数の企業関係者から環境ホットスポット分析実施に関わる関心が寄せられた。今後の事例研究への展開が期待される。

・エコマークグループでは、複写機、文具、製紙、什器メーカー各社の参画を得て、環境ホットスポット分析の試行が行われた。環境ホットスポット分析手法はまだ完成していないが、既存のツールを用いた試算によれば、年次が古く、環境負荷物質の種類が少ないなどの課題はあるが、おおよそ妥当な結果が得られた。今後は、産業連関表の更新と合わせて、データベースと評価ツールの最新化を行うとともに、結果をグループメンバーと共有して、意見交換を進める。

・ホットスポット分析を複写機、紙カップ、用紙、液晶テレビを対象に実施し、素材から組立製品に至るまでの各製品の環境の特徴を科学的なアプローチで把握することが可能であると考えられた。次年度はこれまでに開発した評価手法を活用し、100程度を目標に最新の方法に基づく事例研究の実施を加速させる。

・昨年度は国連環境計画から招聘者を得て、シンポジウムを開催し、評価手法やデータベースに関する科学的な方法論について意見交換を行った。今年度は日本環境協会と連携してエコマーク利用企業を対象に本プロジェクトの内容を紹介するセミナーを開催し、ホットスポット分析を利用したグリーン調達の内実について協議した。次年度はLCA日本フォーラムと連携して、LCA実務者に向けた情報発信を行う。専門家、環境ラベル利用者、LCA専門家や利用者との協議を重ねることで、研究成果物の信頼性向上と当該手法を早期に活用するための基盤づくりを進める。

## 5. 研究開発実施体制

### (1) 上流インベントリグループ

- ①田原聖隆 (産業技術総合研究所安全科学研究部門 グループ長)
- ②実施項目：動脈工程(特に原材料採取から最終製品生産まで)に注目した環境ホットスポット分析用のインベントリデータベースの開発を行う。インベントリデータベースIDEAを基礎としつつ、統計資料の最新化と海外データを含めた拡張を行う。開発したデータベースを活用して、17影響領域を対象に製品生産までのホットスポット分析用のインベントリデータを整備する。これらのデータがエコリーフ、エコマーク対象製品群の環境ホットスポット分析の基礎データとして活用される。

### (2) 下流インベントリグループ

- ①近藤康之 (早稲田大学政治経済学術院 教授)
- ②実施項目：静脈工程(特に使用済み製品の回収からリサイクル・廃棄まで)に注目した環境ホットスポット分析用のインベントリデータベースの開発を行う。WIO(廃棄物産業連関分析)を用いて、各産業部門における廃棄物最終処分量、処分時の環境負荷量を求めるためのデータベースを構築する。当該データベースを利用して、廃棄物の中間処理や最終処分に関係した影響領域を中心にホットスポット分析を行う。これらのデータがエコリーフ、エコマーク対象製品群の環境ホットスポット分析の基礎データとして活用される。

### (3) 影響評価グループ

- ①伊坪徳宏 (東京都市大学環境学部 教授)
- ②実施項目：17影響領域に注目した環境ホットスポット分析用の影響評価係数の開発を行う。「大気」「水」「資源」「化学物質」に関係する各影響領域の特性化係数を算定する。影響評価手法LIMEを基礎としつつ、影響領域を拡張と更新を行う。さらに、得られた成果をインベントリデータに適用してホットスポット分析を行う。

### (4) タイプ3環境ラベル(エコリーフ)活用推進グループ

- ①田原聖隆 (産業技術総合研究所安全科学研究部門 グループ長)
- ②実施項目：エコリーフ認定商品を対象にした環境ホットスポット分析の実施と社会実装に向けた検討を行う。エコリーフの代表製品を対象に環境ホットスポット分析を実施する。ライフサイクルステージ別、影響領域別、基本分類別に見たホットスポット分析結果を解釈するとともに、その結果の妥当性について検証する。評価結果から見た製品評価基準の見直しを検討するとともに、今後エコリーフやカーボンフットプリントにおける基準設定のための基礎資料として利用する。評価結果は報告書および手引書に反映されるとともに、消費者や政府関係者等に向けた情報発信のための活動を行う。

### (5) タイプ1環境ラベル(エコマーク)活用推進グループ

- ①伊坪徳宏 (東京都市大学環境学部 教授)

②実施項目：エコマーク認定商品を対象にした環境ホットスポット分析の実施と社会実装を行う。エコマーク代表製品を対象に環境ホットスポット分析を実施する。ライフサイクルステージ別、影響領域別、基本分類別に見たホットスポット分析結果を解釈するとともに、その結果の妥当性について検証する。評価結果から見た審査基準の見直しを検討するとともに、今後エコマークの審査基準を設定する際の基礎資料として利用する。評価結果は報告書および手引書に反映されるとともに、消費者や政府関係者等に向けた情報発信のための活動を行う。

## 6. 研究開発実施者

研究グループ名：上流グループ

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目	研究参加期間			
					開始		終了	
					年	月	年	月
田原聖隆	タハラ キヨタカ	産業技術総合研 究所	グルー プ長	上流インベントリ データベースの開 発・統括	26	10	29	9
藤井千陽	フジイ チハル	産業技術総合研 究所	契約職 員	上流インベントリ データベースの開 発補助	26	11	29	9
高田亜佐子	タカダ アサコ	産業技術総合研 究所	契約職 員	上流インベントリ データベースの開 発補助	26	11	29	9
横田真輝	ヨコタ マキ	産業技術総合研 究所	契約職 員	上流インベントリ データベースの開 発補助	27	1	29	9
近藤康之	コンドウ ヤスシ	早稲田大学	教授	下流インベントリ データベースの開 発・環境ホットスポ ット分析の実施・統 括	26	10	29	9
伊坪徳宏	イツボノ リヒロ	東京都市大学	教授	影響評価手法の開 発・統括	26	10	29	9

研究グループ名：下流グループ

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目	研究参加期間			
					開始		終了	
					年	月	年	月
近藤康之	コンドウ ヤスシ	早稲田大学	教授	下流インベントリ データベースの開 発・環境ホットス ポット分析の実 施・統括	26	10	29	9
中村慎一郎	ナカムラ シンイチ ロウ	早稲田大学	教授	下流インベントリ データベースの開 発・環境ホットス ポット分析の実施	26	10	29	3
田原聖隆	タハラ キヨタカ	産業技術総合研 究所	グルー プ長	上流インベントリ データベースの開 発・統括	26	10	29	9
伊坪徳宏	イツボノ リヒロ	東京都市大学	教授	影響評価手法の開 発・統括	26	10	29	9

研究グループ名：影響評価手法開発

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目	研究参加期間			
					開始		終了	
					年	月	年	月
伊坪徳宏	イツボノ リヒロ	東京都市大学	教授	影響評価手法の開 発・統括	26	10	29	9
本下晶晴	モトシタ マサハル	産業技術総合研 究所	主任研 究員	水消費に関わる影 響評価手法開発	26	10	29	9
小野雄也	オノユウ ヤ	日本学術振興協 会	特別研 究員	富栄養化に関わる 影響評価手法開発	26	10	29	3
湯龍龍	トウリュウ リュウ	農業環境技術研 究所	研究員	資源消費に関わる 影響評価手法開発	26	10	29	9

研究グループ名：タイプ3エコラベル活用推進

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目	研究参加期間			
					開始		終了	
					年	月	年	月
田原聖隆	タハラ キヨタカ	産業技術総合研 究所	グルー プ長	上流インベントリ データベースの開 発・統括	26	10	29	9
近藤康之	コンドウ ヤスシ	早稲田大学	教授	下流インベントリ データベースの開 発・環境ホットス ポット分析の実 施・統括	26	10	29	9
伊坪徳宏	イツボノ リヒロ	東京都市大学	教授	影響評価手法の開 発・統括	26	10	29	9
神崎昌之	カンザキ マサユキ	産業環境管理協 会	室長	ホットスポット分 析の利用可能性に 関する検証	26	10	29	9

研究グループ名：タイプ1エコラベル活用推進

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目	研究参加期間			
					開始		終了	
					年	月	年	月
伊坪徳宏	イツボ ノリヒロ	東京都市大学	教授	影響評価手法の開 発・統括	26	10	29	9
田原聖隆	タハラ キヨタカ	産業技術総合研 究所	グルー プ長	上流インベントリ データベースの開 発・統括	26	10	29	9
近藤康之	コンドウ ヤスシ	早稲田大学	教授	下流インベントリ データベースの開 発・環境ホットス ポット分析の実 施・統括	26	10	29	9
佐野裕隆	サノ ヒロタカ	日本環境協会	リーダー	ホットスポット分 析の利用可能性に 関する検証	26	10	29	9

## 7. 関与者との協働、研究開発成果の発表・発信、アウトリーチ活動など

### 7 - 1. 主催したイベント等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2015年 12月10 ～12日	エコプロダクツ2015に おいて出展	東京ビッグ サイト	200名程 度に説明	エコプロダクツ2015展示会 において、本プロジェクトの 概要をブースにて紹介。
2016年 2月19日	エコマークシンポジウム	新宿NSビル 3階会議室 3-J	約65名	エコマーク・エコリーフ事業 の紹介、およびプロジェクト の研究発表・質疑応答

### 7 - 2. その他のアウトリーチ活動

- (1) 書籍、DVDなど発行物  
・特になし
- (2) ウェブサイト構築  
・東京都市大学伊坪研究室ホームページにて、本プロジェクトの成果等について紹介した。
- (3) 招聘講演  
・エコプロダクツ展示会(2014年12月、会場東京ビッグサイト)において、本プロジェクトの内容について広く紹介した。

### 7 - 3. 論文発表

- (1) 査読付き (   1   件 )
- 国内誌 (   1   件 )  
田原 聖隆・高田 亜佐子・藤井 千陽・村松 良二・横田 真輝・畑山 博樹 (2015)  
「マルチクライテリア評価へ向けたIDEAの拡張」『環境システム研究論文発表会講演集』43, 159-164
- 国際誌 (   0   件 )
- (2) 査読なし (   0   件 )

### 7 - 4. 口頭発表 (国際学会発表及び主要な国内学会発表)

- (1) 招待講演 (国内会議   0   件、国際会議   1   件)  
・田原 聖隆 (国立研究開発法人 産業技術総合研究所) 「Toward the Promotion of Green Procurement using Environmental Hotspot Analysis/製品ライフサイクルに立脚した環境影響評価基盤の構築と社会実装によるグリーン購入の推進」エコプロダクツ同時開催シンポジウム「世界のグリーン公共調達と環境ラベルの最新動向」、東京ビッグサイト 会議棟6階 607・608会議室、2015年12月10日
- (2) 口頭発表 (国内会議   2   件、国際会議   4   件)  
・伊坪徳宏、田原聖隆 (独立行政法人 産業技術総合研究所)、近藤康之 (早稲田大学)、

佐野裕隆（日本環境協会）、製品ライフサイクルに立脚したホットスポット分析手法の開発と活用、第11回日本LCA学会研究発表会、東京大学柏キャンパス、2016年3月4日

- 高田亜佐子、藤井千陽、田原聖隆（独立行政法人 産業技術総合研究所）、環境ホットスポット分析のためのインベントリデータの作成、第11回日本LCA学会研究発表会、東京大学柏キャンパス、2016年3月4日
- 鈴木春生、有間俊彦、一杉佑貴、村主さとみ（東京都市大学）、近藤康之（早稲田大学）田原聖隆、高田亜佐子（独立行政法人 産業技術総合研究所）、伊坪徳宏（東京都市大学）、日本の評価基盤に基づく製品の環境ホットスポット分析、第11回日本LCA学会研究発表会、東京大学柏キャンパス、2016年3月4日
- エコマークシンポジウム（5件）伊坪、田原、近藤、片岡（産環協）、佐野（日環協）
- 田原 聖隆・高田 亜佐子・藤井 千陽・村松 良二・横田 真輝・畑山 博樹（国立研究開発法人 産業技術総合研究所）「マルチクライテリア評価へ向けたIDEAの拡張」土木学会・第43回環境システム研究論文発表会、北海道大学、2015年10月17日
- 高田亜佐子、藤井千陽、田原聖隆（国立研究開発法人 産業技術総合研究所）「環境ホットスポット分析のためのインベントリデータの作成」LCA学会・第11回LCA学会研究発表会、東京大学柏キャンパス、2016年3月4日
- Yasushi Kondo (Waseda University), Norihiro Itsubo (Tokyo City University), Kiyotaka Tahara (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), Shinichiro Nakamura (Waseda University), “Developing methodologies and databases for environmental hotspot analysis: An ongoing research project in Japan,” Indian Conference on Life Cycle Management (ILCM 2015), New Delhi, India, 2015年9月15日
- Yasushi Kondo (Waseda University), Koichi Tachio (Japan Environmental Sanitation Center), Shinichiro Nakamura (Waseda University), “Constructing a new waste input-output database and its application in environmental footprint and hotspot analysis,” 3RINCs 2016 (The 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management), Hà Noi, Vietnam, 2016年3月10日

(3) ポスター発表（国内会議   0   件、国際会議   0   件）

- Kiyotaka Tahara, Asako Takada, Chiharu Fujii, Shigeo Kihira and Koichi Shobatake (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) 「Updating elementary flows in IDEA to enable multi-criteria analysis」 LCM2015・the 7th International Conference on Life Cycle Management, Bordeaux, France、2015年9月1日
- Yasushi Kondo (Waseda University), Koichi Tachio, Kenichi Mizota, Hisatoshi Ikemoto (Japan Environmental Sanitation Center), Shinichiro Nakamura (Waseda University), “Constructing a new waste input-output database and its application in environmental footprint and hotspot analysis,” LCM 2015 (7th International Conference on Life Cycle Management), Bordeaux, France, 2015年9月1日



**7 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等**

(1) 新聞報道・投稿 (   0   件)

(2) 受賞 (   0   件)

(3) その他 (   0   件)

**7 - 6. 特許出願**

なし