

戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）

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（特別枠）

「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 a Common Framework of Environmental Assessment Considering Product Life Cycle and Promotion of Green Purchasing with the Application of Scientific based Approach）

## 研究開発実施終了報告書

研究開発期間 平成 26 年 10 月～平成 29 年 10 月

研究代表者 伊坪徳宏

所属 役職 東京都市大学 環境学部教授

・大学院環境情報学研究科長

## 目次

0. 研究開発の概要.....	2
1. 研究開発目標.....	3
2. 研究開発の実施内容.....	3
2-1. 実施項目.....	3
2-2. 実施内容.....	4
2-2-1. 17 影響領域を網羅した環境ホットスポット分析手法の開発.....	4
3. 研究開発成果.....	25
3-1. 成果の概要.....	25
3-2. 各成果の詳細.....	25
3-3. 学術的成果、人材育成やネットワーク拡大への貢献等.....	47
3-3-1. 産業分野間の環境コミュニケーション促進によるコミュニティの拡大.....	47
3-4. 成果の発展の可能性.....	48
4. 関与者との協働、成果の発信・アウトリーチ活動.....	48
4-1. 研究開発の一環として実施した会合・ワークショップ等.....	49
4-2. アウトリーチ活動.....	50
4-2-1. 主催したイベント.....	50
4-3. 新聞報道・投稿、受賞等.....	51
4-3-1. 新聞報道等.....	51
5. 論文、特許等.....	51
5-1. 論文発表.....	51
5-2. 学会発表.....	52
5-3. 特許出願.....	56
6. 研究開発実施体制.....	56
6-1. 体制.....	56
6-2. 研究開発実施者.....	57
6-3. 研究開発の協力者・関与者.....	59
7. その他（任意）.....	59

## 0. 研究開発の概要

### 1. 対象とした政策や政策形成プロセス、およびその課題

環境に配慮した製品やサービスを優先的に購入・調達するグリーン購入は、持続可能社会の構築に必要な政策である。欧州や米国では、当該政策を推進するための基礎情報としてライフサイクルに注目した定量的環境情報(LCA)をすでに活用している。日本では企業が自社製品に対する評価に LCA を利用することが多いが、データの収集作業が膨大で時間と労力がかかるとともに、企業自らが評価した結果に対する社会の受容性が低いことが指摘されている。日本のエコマーク(タイプ1環境ラベル)やエコリーフ(タイプ3環境ラベル)では、その審査基準や評価範囲の選定において関係者の経験や勘に頼ることが多く、環境ラベルの信頼性を確保するための評価基盤が必要であると考えられた。本研究では、LCA 用の評価インフラを駆使した科学的なアプローチから製品ごとに主要な環境影響を明らかにするホットスポット分析のための評価基盤を構築し、グリーン調達推進のための社会実装の可能性について環境ラベルのプログラムホルダーと連携して検討することを目的とした。

### 2. 「科学技術イノベーション政策のための科学」としてのリサーチ・クエスチョン

環境影響の削減ポイントは製品によって異なる。日本で生産されるグリーン購入対象製品について、マテリアリティ(主要な影響領域、ライフサイクルステージ、環境負荷物質)はどこにあるのか。SDGs(持続可能な開発目標)が取り上げる複数の環境側面(気候変動、生態系、資源循環など)について網羅した評価結果を開示することができるのか。これらの疑問に対して明快な回答結果を返す評価基盤を構築することができるのか。そして、当該手法を用いて、あらゆる製品やサービスについて分析・評価し、様々なステイクホルダー間で共有できる環境コミュニケーションの枠組を構築することができるのか。本研究を通じて得られた評価手法を用いて、エコマークやエコリーフが提示する情報を検証したとき、同様の情報が得られるのか。

### 3. 創出した成果により、「誰に、何を」与えたのか

「政府、自治体」に科学的な環境影響評価に基づく「真のエコプロダクトを調達するための判断基準」を与え、より強いリーダーシップを発揮したグリーン調達の推進が可能になった。

「環境ラベルのプログラムホルダー」に最新の影響評価結果を提供することで、信頼性の高い評価基準を与えると同時に、早期にプログラムへ展開することを可能にした。その結果、より幅広い製品群を対象とした審査基準の制定を可能にした。

「環境先進企業(生産者)」にホットスポット分析結果を与えることで、重要な環境問題やプロセスに対する製品開発に集中でき、エコイノベーションの創出を効果的に行うことができる。

「消費者」に対して製品の環境側面から見たボトルネックや KPI について、明快で信頼性の高い情報源を提供することで、「環境リテラシーを向上」させるとともに、購入行動を通じて「環境問題を解決するための自発的な参加」を促すことができる。

### 4. 研究開発の達成状況と限界

- ・17 影響領域を網羅した環境ホットスポット分析手法を構築した。最先端のインベントリーデータベース、影響評価手法を駆使して、100 種の製品やサービスについて評価した。
- ・得られた手法や評価結果は学会、セミナー、インターネット、展示会などを通じて公開され、環境側面に関する情報基盤として広く認識されつつある。複数の工業会、企業から本研究成果の積極的な利用を含む高い関心が寄せられた。
- ・「エコマーク」「エコリーフ」の審査基準の検証に本研究の成果を利用するとともに、本研究成果が環境ラベルの信頼性向上に有用であることを確認した。上記の環境ラベルの監督省庁に対しても情報を共有しており、さらなる政策展開が期待される。

## 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. 研究開発の実施内容

### 2-1. 実施項目

#### 実施項目 1. 17 影響領域を網羅した環境ホットスポット分析手法の開発

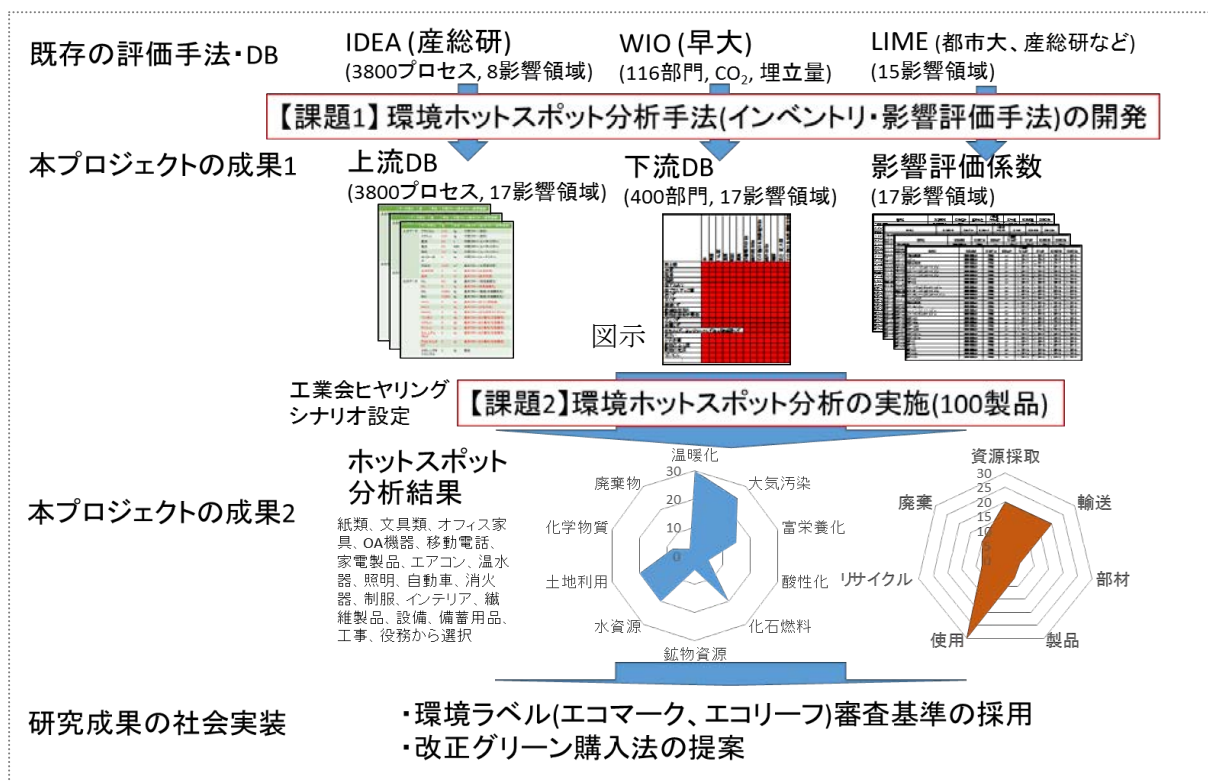
LCA(ライフサイクルアセスメント)の実施方法に倣い、環境負荷を算定するインベントリ分析、環境影響を評価する影響評価手法を構築し、これらを包括した環境ホットスポット分析手法を開発する。具体的には、実施項目を以下の三つに分類し開発研究を進める。

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

評価範囲は気候変動、化石燃料消費、大気汚染などを含む 17 種類を網羅する。本研究では、日本国内で最も利用実績の高い LCA 用の評価インフラを用いて、すべての影響領域を網羅するための検討を行う。インベントリ分析(上流)は産業技術総合研究所が開発した IDEA (Inventory Database for Lifecycle Analysis)を、インベントリ分析(下流)では早稲田大学が開発した WIO(Waste Input Output)を、影響評価手法は東京都市大学が開発した LIME(Life cycle Impact assessment based on Endpoint modeling)を基礎として、これらの更新と新規追加のための開発研究を行うとともに、これらを統合したホットスポット分析手法を開発する。

#### 実施項目 2. 100 品目を対象とした環境ホットスポット分析と社会実装

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環境ラベルを運営管理する法人(エコマーク、エコリーフ)と連携しつつ、多品種・多品目の製品やサービスを対象とした環境評価を行い、エコプロダクツ開発のための方針策定のための資料をステイクホルダー間で共有する。



〈研究開発実施項目〉

## 2-2. 実施内容

### 2-2-1. 17 影響領域を網羅した環境ホットスポット分析手法の開発

#### (1-1) インベントリ分析(上流)のデータベース開発と更新

平成 27 年度は、各単位プロセスの光化学オキシダント、大気汚染、人間毒性、生態毒性、域酸性化に関わるインベントリデータを作成した。光化学オキシダント、大気汚染、人間毒性、生態毒性、酸性化の各影響領域に関係する基本フローについて IDEA ((国) 産業技術総合研究所) と、世界で最も利用されている ecoinvent (Swiss Centre for Life Cycle Inventories) の整備状況を確認した。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。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、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、IDEA のプロセスデータにどの基本フローを拡充していく必要を確認した。ecoinvent に存在する基本フローのうち、IDEA が対象とする 2010 年の日本における技術を前提とした上で基本フローの拡充を検討した。

平成 22 年度 PRTR (環境省)、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)、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) 等の生産活動状況を調査した各種統計を基に光化学オキシダント、人間毒性、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

出量を算出した。平成 22 年度 PRTR の届出事業所である 37,660 事業所のうち、「工業統計において調査対象になっている事業所は 13,665 事業所存在した。PRTR と工業統計で対応できた事業所は 11,184 事業所となった。各事業所の 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、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。

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。

IDEA にすでに導入されていた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を温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル（環境省）で確認した。

上流データベースは平成 23 年（2011 年）産業連関表（経済産業省）の部門ごとに環境影響を留意しておく必要があるため、IDEA に格納された 3,847 の製品を産業連関表の約 400 部門（製品）に対応させる必要がある。そこで、IDEA の約 3,847 の製品から、網羅性を確保できる 1,895 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 2-2-1.1 に示す。

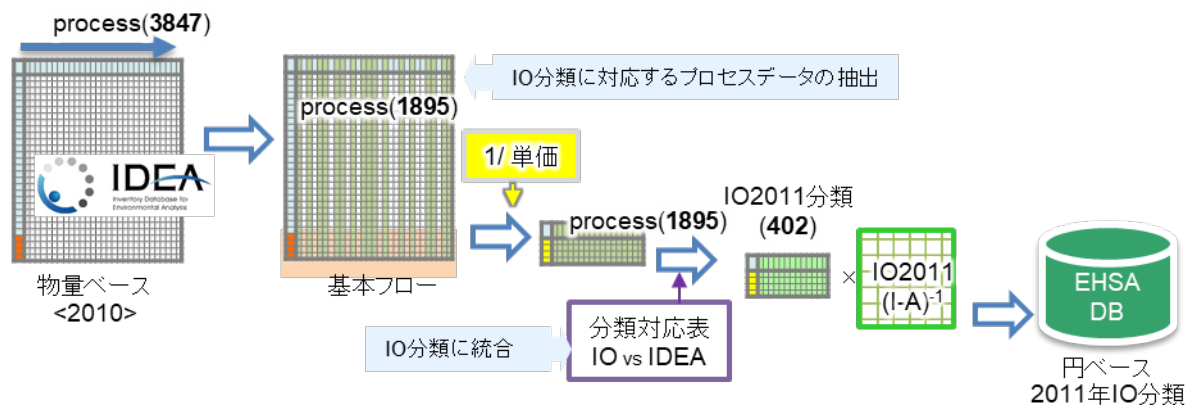


図 2-2-1.1 IDEA に格納された製品を産業連関表の部門に対応させる手順

平成 28 年度は、鉱物資源消費量、化石燃料消費量、森林資源消費量、富栄養化、廃棄物、室内空気質汚染、電離放射線の各影響領域に関するインベントリデータを作成した。鉱物資源消費量および化石燃料消費量に関しては IDEA においては当該プロセスに入力されていることを確認した。森林資源消費量に関しては、LIME2（伊坪ら）の木材の消費量の定義に合わせ入力フローを拡張した。

電離放射線の発生源のうち公衆被爆の中から、石炭採掘・利用、リン鉱石採掘・利用、金属採掘・利用、および核燃料サイクルに関する IDEA の単位プロセスデータに対して、電離放射線の基本フローを拡充した。騒音の基本フローの拡充は、騒音（道路交通騒音）に関する単位プロセスデータである「<43>道路旅客運送業」及び「<44>道路貨物運送業」を対象に拡充した。廃

棄物においては、廃棄物処理業に入力されている埋立物を再度確認し修正した。室内空気汚染に関しては、IDEA のバウンダリに使用段階は含まないとしたため、IDEA への入力はしないものとした。

また、前年度実施した PRTR を用いた化学物質の排出量では国内全体の排出量が過剰となるため算出方法の見直しを実施した。

上流データベースとして産業連関表 2011 年に適合したインベントリデータベースとするために、IDEA より上流データベースに変換するのに必要とされる IDEA と産業連関表の分類対応表、および IDEA で整備されている単価表を見直した。見直し方法としては、IO 分類の列部門生産額と IDEA の生産額（生産量×単価）を IO 列部門統合した生産額を比較して、乖離の大きな分類を見直した。その結果単価の修正および対応表の修正を実施することができた。

平成 29 年度は、環境影響評価領域のうち富栄養化の網羅性の確認を行った。富栄養化に関する基本フロー物質は、「T-N」、「T-P」、「NH<sub>4</sub><sup>+</sup>」、「NO<sub>3</sub><sup>-</sup>」、「PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>」が対象となる。IDEA では主に廃棄物処理業である下水道処理および埋立処理業から排出されている。一方 ecoinvent では下水道処理および埋立処理業のほかに網羅的な出力ではないが、一部の農作物の生産（玄米、小麦、大豆、トウモロコシ、馬鈴薯等）、一部の製造業より水域への出力フローがある。そこで、日本における富栄養化の要因としては、生活系排水（下水道、浄化槽、し尿処理等）と産業系排水、その他として畜産系、山林、水田、畑・果樹園があげられる。第 8 次水質総量削減の在り方について（環境省）によると、排出源別排出割合は、T-P の場合閉鎖系水域によって異なるが生活系の負荷量が 3～6 割、産業系が 2～3 割、その他（畜産、土地、養殖）系が 1～3 割となっている。日本では総量規制があるため、製造業からの排出量は大きく影響しない。本研究では、畜産および水田、畑・果樹園に関する単位プロセスデータに「T-N」、「T-P」、「COD」の排出量を、発生負荷量の算定方法について（環境省）を基に算出した。

また平成 28 年度までに拡充した PRTR 対象物質のうち、平成 28 年度に実施したスチレンと銅水溶性塩（錯塩を除く。）と同様の見直しを一部の物質で実施した。見直しによって事業所が出荷している製品のうち適切な品目に対象物質の排出量を配分した。対象物質は、環境影響領域のうちオゾン層破壊に関するフロン類、ハロン類の 18 物質と、人間毒性および生態毒性に関する PRTR 対象物質「ニッケル」、「ニッケル化合物」および「亜鉛」とし、計 21 物質の排出量見直しを実施した。

平成 23 年（2011）年産業連関表分類のうち IDEA では対象外であるサービス業の直接環境負荷量の算出を行った。サービス業のエネルギー燃焼由来の環境負荷量は、産業連関表の物量表を用いて各サービス業における投入エネルギー量を算出し、燃焼に由来する基本フロー出力を追加した。

IDEA データベースに各影響領域に対する環境負荷物質を拡充したことによる充足度の確認を行った。ecoinvent における影響領域特性化結果に対して、IDEA で考慮している基本フロー物質が占める割合を確認した。これによりプロセスの範囲が異なる場合でも、環境影響領域の評価に対して考慮している物質の割合を把握することにより、充足度を確認できると考えた。IDEA の「玄米[011111000]」と ecoinvent の「Rice {RoW}」の LCI を LIME2 を用いて比較した結果を図 2-2-1.2 に示す。図中の横軸項目の「ecoinvent」は、ecoinvent で算出された各影響領域の特性化結果を IDEA と共通している基本フローと共通していない基本フロー別に図示している。つまり、IDEA の充足度は横軸項目の「ecoinvent」の図中にある割合（%）である。「気候変動」では、IDEA は 29 基本フローが寄与し 1.7 kg-CO<sub>2</sub>eq、ecoinvent では 23 基本フローが寄与し 1.3 kg-CO<sub>2</sub>eq となり、お互い共通する基本フローはほぼ 100%となっており、両者のデータベースは気候変動に対しては主要な基本フローは考慮されていると考えられる。他の影響領域に

においても、IDEA が本研究で拡充しなかった物質があってもその影響は小さいことが確認された。酸性化では ecoinvent では  $\text{NH}_3$  が酸性化への影響が 7 割と大きいのが、IDEA では  $\text{NH}_3$  の排出がないためである。また、ecoinvent の酸性化の特性化結果が大きいのは、LIME2 で考慮している基本フローと ecoinvent で使われている基本フローの対応が不完全であるため過大評価されていること、および脱硫脱硝率が低いことが起因している。ecoinvent のデータを用いて影響評価手法 LIME2 を用いる場合、各環境負荷物質と LIME2 との厳密な対応付けが必要となるが、現状では全物質の正確な対応付けは難しいため完全ではないが、傾向の確認を行うことができた。

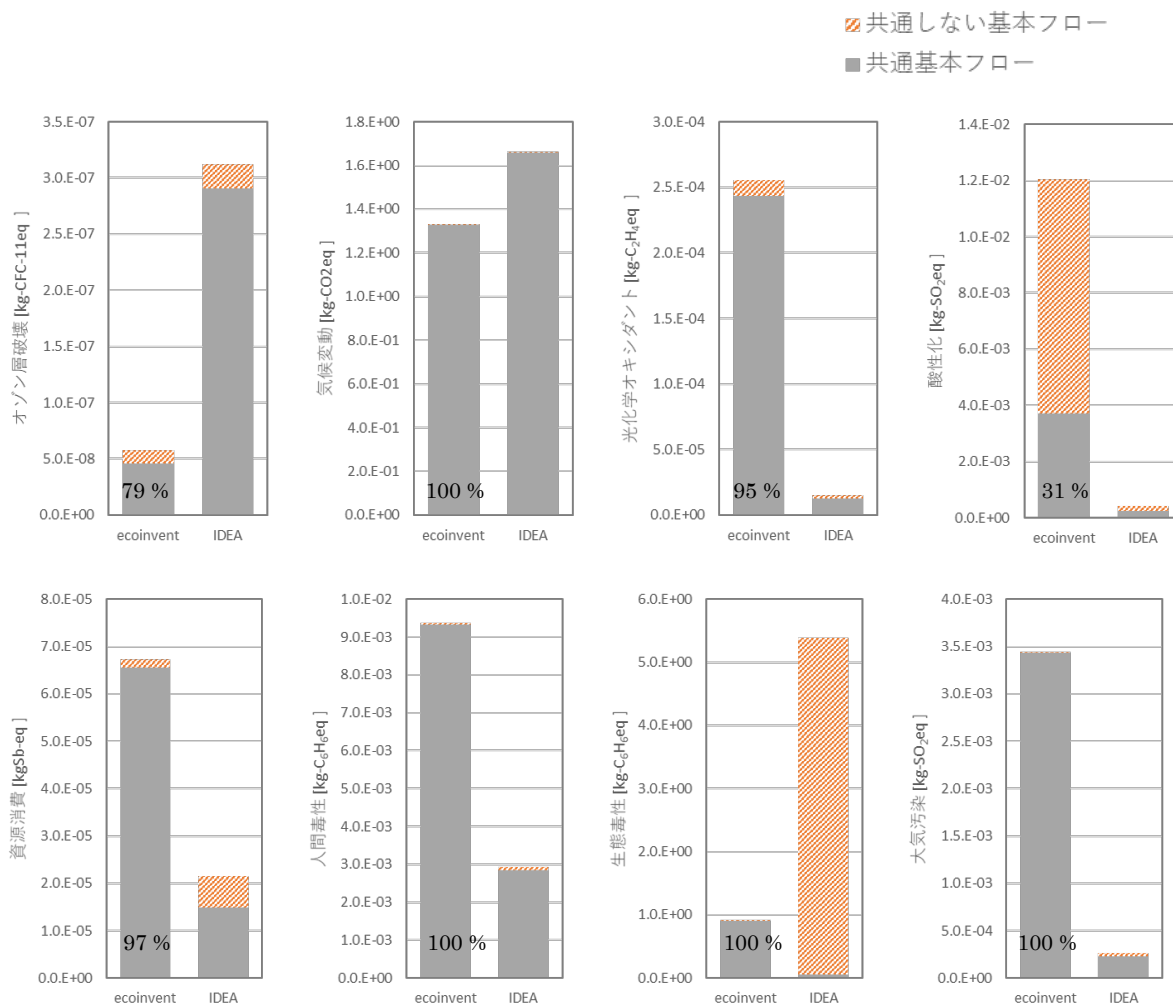


図 2-2-1.2 ecoinvent と IDEA の各影響領域における環境負荷物質充足度 (rice)

2-2-1(1-1)の参考文献は、3-2-1 (1-1) の参考文献を参照のこと。

### (1-2) インベントリ分析(下流)のデータベース開発と更新

**27年度**：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、例えば種類別、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（MRIO 表）と統合した評価手法を開発した。これは、主に日本の WIO 表の価格評価（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）について、MRIO 表に合わせて変換する手順により構成される。

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 府県は 1 年前、19 道県は 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をも意味する。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。

多量排出データの調査対象は多量排出事業者（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、小規模事業所が対象外であることから、小規模事業所の特徴を捉えられないという短所がある。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 2-2-1.1 に示した調査年度の多量排出データを用いた。

産業廃棄物の多量排出データの電算化により登録したデータは、16,503 事業場、産業廃棄物排出量は 22,872 万トンであった。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 2-2-1.2 に、種類別に集計した結果を表 2-2-1.3 に示す。表 2-2-1.4 および表 2-2-1.5 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。

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。

表 2-2-1.6 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	京都市	●	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	川越市	●	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

表 2-2-1.7 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)						全国の産業 排出量推計 値(2012)*	(A)/(B)
	計 (重複事業 場排除)	事業場数		廃棄物量(t)				
		産廃	特管	計 (A)	産廃	特管	(B)	
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 2-2-1.8 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			
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

電算化した多量排出データに関して、図 2-2-1.2 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。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、産業廃棄物処理業者における受け入れている廃棄物の種類と量、および処理残渣の種類と量に関する調査に基づいて、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 2-2-1.2 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。

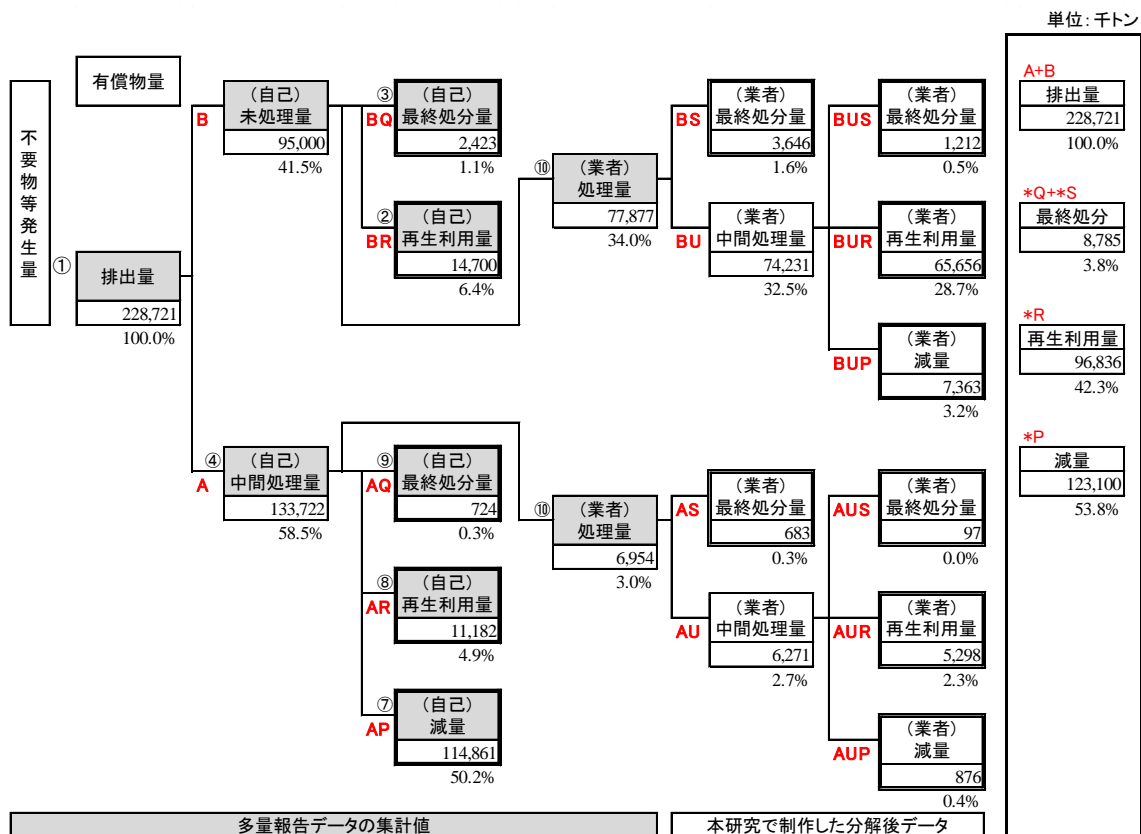


図 2-2-1.2 多量排出事業者実施状況報告書に基づく産業廃棄物のマテリアルフロー

**28年度：**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）について、平成 27 年度中に開発した暫定版の精度向上を行った。産業廃棄物の種類別部門別の排出量の推計については、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を平成 27 年度中に電算化して活用することで、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関して、従来よりも精度の高い廃棄物排出量の推計を実施した。他方、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については、全産業に関して網羅的に得られる資料は環境省による統計に限られる。そこで、可能な限り他の資料を活用して精度向上を図った。具体的には、環境省による産業廃棄物と一般廃棄物に関する統計の利用方法を改めて精査して改善した。環境省統計の他に統計資料等が得られない場合であっても実施可能であり、かつ導入される仮定を極力排除した推計手法により得られる結果を第 1 段階の推計値とし、利用目的に応じて仮定等を追加して最終的な推計値を得る 2 段階で統計資料を利用することとした。これにより、意図しない仮定の導入を回避するとともに、将来のデータベース更新が容易になることが期待される。環境省統計の他に利用する資料として、産業廃棄物等のフローについて工業会等により公表されている廃棄物・副産物に関する統計、および自治体で処理されない一般廃棄物のフローについて各種リサイクル法に係る資料を整理して活用した。自治体が保有している産業廃棄物管理票（マニフェスト）および事業用大規模建築物所有者等および多量排出事業者による実績報告書など、非公開資料から得られる情報の利用について検討を行った。さらに、廃棄物処理の各プロセスにおける物質収支を明示的に考慮して、廃棄物処理におけるエネルギー、用水、資材等の投入データも拡充整備した。

第二に、フットプリント分析の対象を「環境」に限定せず、社会側面をも考慮したものとする可能性について検討を行った。社会側面をも考慮するためには、所得不平等、労働環境、児童労

働といった諸問題に係る指標についても、評価に含めることが望ましい。これらの指標には単純な加算ができないものも含まれるのに対して、従来の LCA およびフットプリント分析のための手法は、ライフサイクル全体、サプライチェーン全体に関する積算に拠っている。そこで、まずホットスポット分析ツールにおける計算の効率化を実装した。具体的には、ユーザーインターフェースに汎用スプレッドシートを用い、数値計算には汎用科学技術計算環境を用いたホットスポット分析ツールを開発した。さらに、とくに単純な加算のできない指標を含む社会側面を考慮するために、従来の LCA およびフットプリント分析手法（ライフサイクル全体、サプライチェーン全体における環境影響等の積算に基づく）とは異なり、特定の地域・産業において生じる影響とサプライチェーンの川下に関連している消費者を同定する手法を開発した。

28 年度までにデータベース化を行った産業廃棄物の多量排出データは、実施状況報告から得られる廃棄物の種類別の排出量等であった。これに対して、さらに公開情報より当該事業場の計画書を収集し、事業場の活動量（従業者数、製造品出荷額、元請完成工事額等）の登録を行った。これらの情報は、より精度の高い原単位の推計、その他の事業所レベルデータとのマッチング精度の向上に活用できる。多量排出事業者データと環境省による産廃統計との関係を把握するために、両者を整理したのが図 2-2-1 である。総量で見ると、多量排出事業者データの排出量は、環境省産廃統計における排出量の約 6 割である。環境省産廃統計の排出量のうち農業からの家畜のふん尿が 85,721 千トンであり、農業は多量排出事業者による報告が少ない部門である。この農業からの家畜のふん尿を除くと、多量排出事業者データの排出量は、環境省産廃統計における排出量の 76% である。

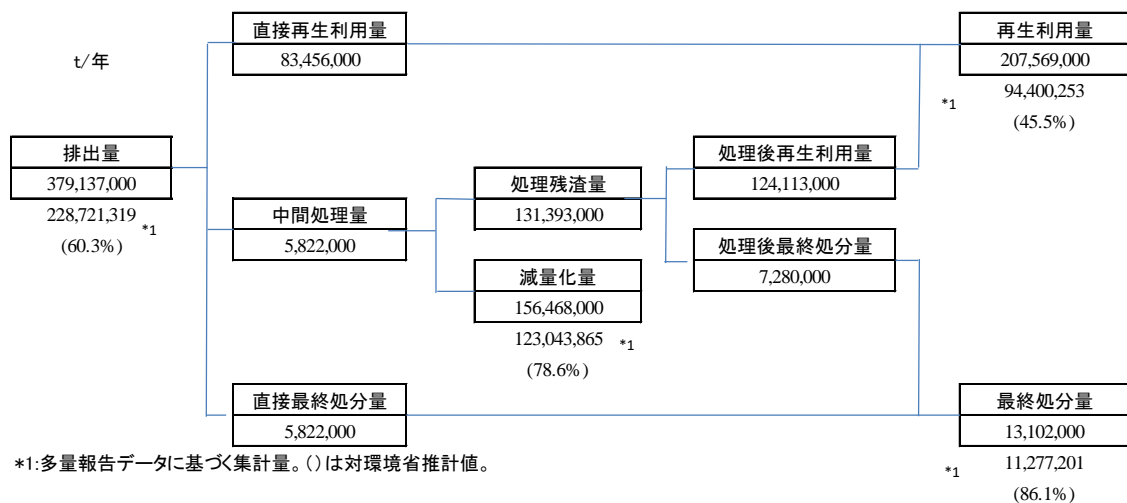


図 2-2-1.3 環境省排出・処理状況調査結果と多量排出事業者データの比較(平成 24 年度)

資料 1) 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

廃棄物フローを、廃棄物処理に係るエネルギー・資材投入および環境負荷と関連付けながら把握するためには、処理プロセスと廃棄物の質変化を考慮することが極めて重要である。これを実施するため、以下に述べる処理プロセスと廃棄物種類の分類を整備し、それに沿って廃棄物フローのデータベースを開発した。表 2-2-1 は、質変化を考慮した産業廃棄物種の分類である。コード 010101 から 019002 までが、廃掃法による産業廃棄物の分類を、廃棄物フローを考慮して詳細にしたものである。例えば、廃掃法による分類では、したがって、環境省の産廃統計において汚

泥は1種類であるが、本研究においては、これをコード010201から010207までの7種類に詳細化している。有機性汚泥と無機性汚泥の処理方法の違いを考慮するとともに、発生量・再資源化量の多いものは排出業種を区別して分類している。コード110103から111504までが、廃棄物の中間処理プロセスから排出される産業廃棄物（処理残渣）である。なお、多量排出事業者報告データにおいては、有機性汚泥と無機性汚泥に区分した報告がなされていない場合が多い。そこで、報告のあった有機性汚泥と無機性汚泥を業種別に集計し、その構成比を基に、区分されていない報告値を按分した。

質変化を考慮した産業廃棄物種の分類（表2-2-1.）との関連、および処理プロセスに係る入出力フロー、処理後の再資源化用途を考慮して選定した廃棄物処理部門（処理プロセス）の分類を表2-2-1.9に示す。以上の廃棄物種および廃棄物処理の分類に基づいて、産業廃棄物の部門別排出量を多量排出事業者データに基づいて推計した。さらに、処理プロセスにおけるエネルギー・資材投入に関するデータを整備した。

表 2-2-1.4 質変化を考慮した産業廃棄物種の分類

コード	名称	コード	名称	コード	名称
010101	燃え殻(除別掲)	011001	動植物性残さ	110103	焼却灰
010102	燃え殻(有害)	011002	動植物性残さ(食品)	110104	混合調整されたばいじん・燃え殻
010201	有機性汚泥(下水)	011101	ゴムくず	110208	脱水乾燥汚泥(有機)
010202	汚泥(食品系)	011201	金属くず	110209	脱水乾燥汚泥(無機)
010203	汚泥(製紙・紙加工)	011301	陶磁器、コンクリートくず	110210	脱水乾燥汚泥(有害)
010204	有機性汚泥(除別掲)	011302	陶磁器、コンクリートくず(建設)	110211	油水分離汚泥
010205	無機性汚泥(除別掲)	011303	陶磁器、コンクリートくず(窯業)	110212	中和汚泥
010206	無機性汚泥(土砂)	011304	ガラスくず	110213	混合調整された汚泥
010207	汚泥(有害)	011305	石膏ボード	110304	油
010301	廃油(除別掲)	011306	鋳さい	110305	混合調整された廃油
010302	廃油(食品系)	011401	鋳さい(鉄鋼)	110306	蒸留残さ
010303	廃油(有害)	011402	鋳さい(有害)	110404	混合調整された廃液
010401	廃酸・アルカリ(食品)	011403	鋳物砂	110604	破碎圧縮されたプラ
010402	廃酸(除別掲)	011404	がれき類(廃コンクリート)	110605	溶融プラ
010403	廃酸(有害)	011501	がれき類(廃アスファルト)	110606	破碎選別残さ(プラ)
010505	廃アルカリ(除別掲)	011502	動物のふん尿	110607	タイヤチップ
010506	廃アルカリ(有害)	011601	動物の死体	110704	破碎圧縮された紙
010601	廃プラ類(除別掲)	011701	ばいじん(除別掲)	110804	破碎圧縮された木
010602	廃プラ類(建設)	011801	ばいじん(有害)	110904	破碎圧縮された繊維
010603	廃タイヤ	011802	13号廃棄物	111003	化成処理残さ
010701	紙くず(除別掲)	011901	感染性廃棄物	111004	乾燥された動植物性残
010702	紙くず(建設)	012001	動物系固形不要物	111005	乾燥破碎された動植物
010703	紙くず(製紙・紙加工)	012101	PCB汚染物等	111202	破碎圧縮された金属
010801	木くず	013201	石綿含有廃棄物(有害等)	111307	飛散対策された石綿
010802	木くず(建設)	013901	混合廃棄物	111308	破碎されたガラス陶磁器
010803	木くず(木材加工)	014002	複合廃棄物	111309	破碎されたガラスカレット
010901	繊維くず(除別掲)	019001	分類不能(除別掲)	111310	破碎された石膏
010902	繊維くず(建設)	019002	分類不能(有害)	111405	焼成された鋳物砂
010903	繊維くず(繊維加工)			111406	破碎された鋳さい
				111503	破碎されたコンクリート
				111504	破碎された廃アスファルト

表 2-2-1.9 産業廃棄物処理部門(処理プロセス)の分類

コード	名称	コード	名称	コード	名称
820301	汚泥の脱水乾燥(有機)	820101	汚泥の焼却	820901	廃プラの溶融固化
820302	汚泥の脱水乾燥(無機)	820102	廃油の焼却	820902	燃料化施設
820303	汚泥の脱水乾燥(有害)	820103	廃油の油分分離	820903	RPF等施設
820401	含油廃棄物の油水分離	820104	廃酸アルカリの焼却	820904	汚泥の炭化
820501	廃酸アルカリの中和	820105	廃プラの焼却	820905	その他の炭化
820201	廃プラの破碎圧縮	820106	動植物性残さの焼却	820906	廃油の蒸留
820202	紙くずの破碎圧縮	820107	金属くずの焼却	820907	化成処理
820203	木くずの破碎	820108	銻さいの焼却	820908	石綿含有物の梱包
820204	繊維くずの破碎圧縮	820109	動物のふん尿の焼却	820909	感染性廃棄物の無害化
820205	動植物性残さの乾燥破碎	820110	動物の死体の焼却	820910	PCB等の無害化
820206	金属くずの破碎圧縮	820111	ばいじん・燃え殻の焼却	820911	その他
820207	銻さいの破碎	820112	感染性廃棄物の焼却	821001	堆肥化
820208	がれきの破碎	820113	その他の焼却	821002	飼料化
820209	アスファルト破碎	820601	汚泥の混合調整	822002	精錬工場
820210	ガラス破碎	820602	廃油の混合調整	822003	セメント工場
820211	石膏ボード破碎	820603	廃酸廃アルカリの混合調整	822090	行先不明
820212	タイヤ切断	820604	ばいじん・燃え殻の混合調整	828201	埋立(安定型)
820213	その他の乾燥破碎圧縮			828202	埋立(管理型)
				828204	海洋投入

ホットスポット分析ツールにおける計算の効率化を実装した。具体的には、ユーザーインターフェースに汎用スプレッドシートを用い、数値計算には汎用科学技術計算環境を用いたホットスポット分析ツールを開発した。

汎用スプレッドシートには、ユーザーが入力した数値、計算によって得られた結果の数値を見て確認しながら作業を進められる点で、分かりやすい計算環境を提供できる利点がある。その一方で、入力データ(表、行列のかたち)に整理されたもの)のサイズ(行数、列数)が変更された場合には、非常に多くの計算式を再入力する必要が生じる。また、作業用のファイルに多くのデータを収録することから、データサイズが大きくなると、作業効率の低下が避けられないという欠点があると言えよう。

本研究課題で開発して利用しているデータベースは、上述の欠点が顕在化する大きさであるため、ユーザーにとっての利便性の低下を避けつつ、作業の効率化を実現する必要がある。この目的を達成するため、ユーザーインターフェースに汎用スプレッドシートを使用しつつ、ホットスポット分析のための計算はすべて汎用科学技術計算環境を用いて実行する仕様のツールを開発した。これにより、作業効率が向上するだけでなく、科学的見地から必要が生じた場合には、柔軟にデータのサイズを(例えば、廃棄物種や処理プロセスの分類を)変更することも可能となる。

**29年度:** 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)について、その精度の向上を継続して実施した。とくに環境省による産業廃棄物と一般廃棄物に関する統計では把握できない廃棄物フロー(各種リサイクル法に係る廃棄物フロー等)を対象とした。また、廃棄物処理部門(プロセス)における直接環境負荷、および平成28年度中に整備したエネルギー、用水、資材等の投入データについては、産業連関表およびIDEAとの整合性を確認しながらデータベースを構築した。開発したWIO表およびホットスポット分析ツールをホットスポット分析に活用する過程で、データベースの精度向上を実施した。研究成果としてデータベースを公開する方法を検討しながら、ホットスポット分析ツールの機能を拡充し、利用ガイドの整備と公開の準備を行った。

第二に、特定の地域・産業において生じる影響とサプライチェーンの川下で関連している消費者を同定する手法28年度に開発したので、それを応用して社会側面を考慮したケーススタディ



を実施した。

開発した廃棄物産業連関表（WIO 表）の概要をヒートマップ形式で図 2-2-1.2-2-1.4 に示す。同表の財・サービス生産部門はベンチマーク表の基本分類に準じており、廃棄物処理 2 部門「廃棄物処理（公営）」「廃棄物処理（産業）」を除いて、400 部門である。廃棄物処理部門は 70 部門、廃棄物の種類は処理による質変化を考慮して 165 種類に分類した。

ベンチマーク表は行部門分類に 7 桁、列部門分類に 6 桁の部門コードを用いている。一部の例外除けば、行部門コード 7 桁のうち上 6 桁の共通する部門を 1 つに集計（統合）することにより、行部門と列部門の 1 対 1 に対応する表を作成することができる。例えば 4 つの行部門「2021-011 ソーダ灰」「2021-012 か性ソーダ」「2021-013 液体塩素」「2021-019 その他のソーダ工業製品」は行部門コードの上 6 桁 2021-01 が共通である。これらを集計することにより、1 つの列部門「2021-01 ソーダ工業製品」に対応する。ただし、この行部門・列部門の関係には例外がある。野菜、内水面漁業、事業用電力の 3 群については、行部門よりも列部門に対して、より詳細な分類が採用されている。この情報を、それぞれ 1 つの部門に統合することなく情報を活用するために、これら 3 群については、行部門分類・列部門分類のいずれかにしかない部門を他方の部門分類にも加えて統合した産業連関表を構築した。例えば、食料品製造業部門や飲食サービス部門は行部門「0113-001 野菜」の生産物を直接投入し、2 つの行部門「0113-010 野菜（露地）」「0113-020 野菜（施設）」の生産物を直接には投入しない。2 つの列部門「0113-010 野菜（露地）」「0113-020 野菜（施設）」は、農業機械の燃料として軽油等を、施設暖房用燃料として重油等を、さらに肥料等を投入して野菜を生産する。列部門「0113-001 野菜」は、これらの燃料や肥料を投入するのではなく、露地野菜と施設野菜をそれらの市場シェア（2 部門の国内生産額のシェア）に応じて投入する。これにより、特段の指定をしない場合は 3 群をそれぞれ 1 つの部門に統合した場合と同じサプライチェーンの遡及計算が実施できることに加えて、とくに施設野菜と露地野菜を区別したい場合、あるいは火力発電と水力他の発電を区別したい場合には、ベンチマーク表の持つ詳細な情報を活用できる。

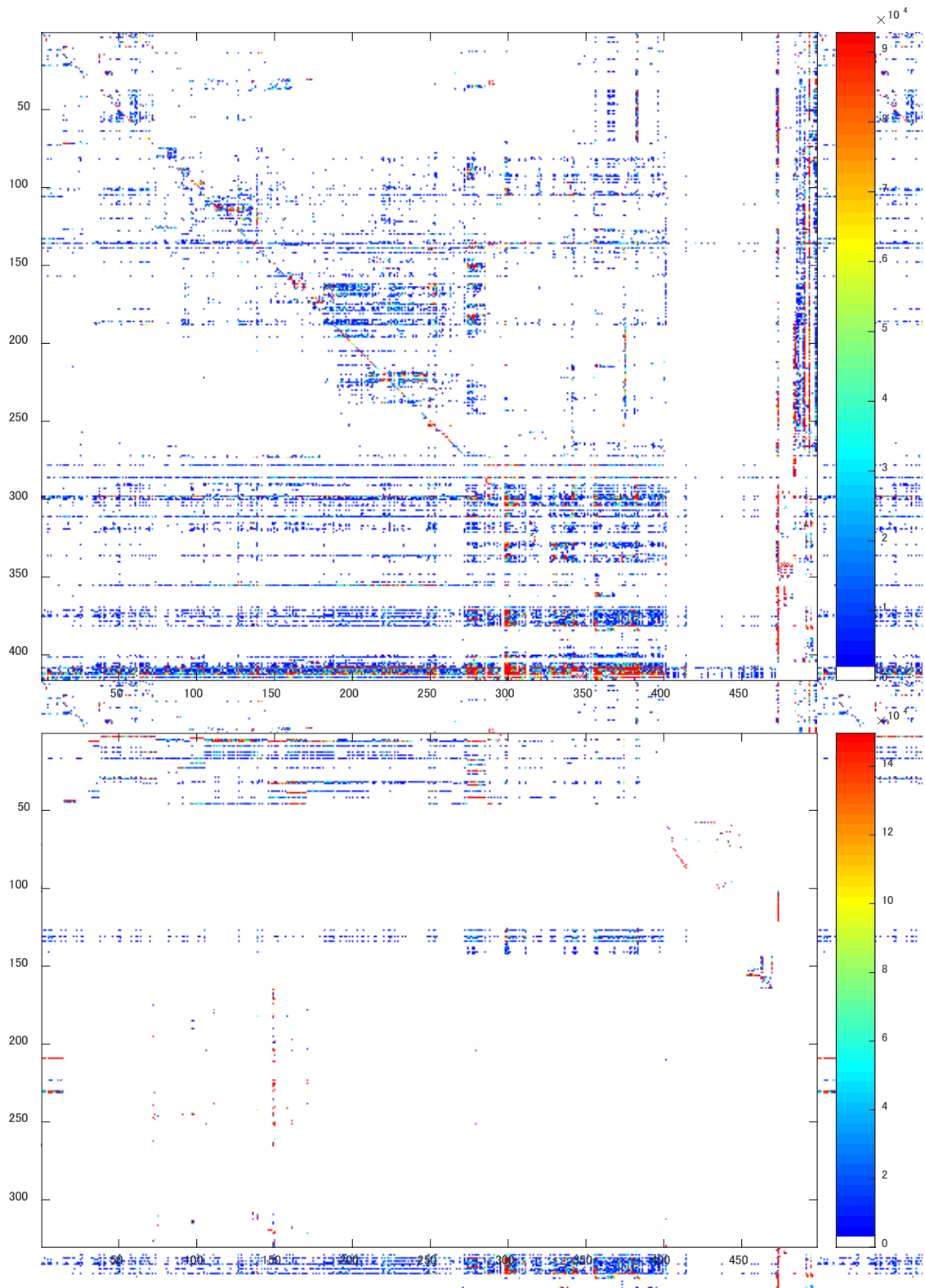


図 2-2-1.4 平成 23 年(2011 年)廃棄物産業連関表

上部は金額単位の産業連関表(単位:百万円)、下部は物量単位の部門別廃棄物排出量・投入量(単位:トン)、それぞれの最大要素の0.2%より大きいものは同じ赤色で表示してある。各カラースケールに示された最大値は、2つの表の最大要素ではなく、それらの0.2%の値に対応する。下部の廃棄物排出量・投入量は330行の行列であり、上半分の165行が排出量、下半分の165行が投入量に対応する。

本研究で開発した WIO 表は、ホットスポット分析のためのデータベースを提供するが、日本経済全体の特徴を廃棄物フローと経済の両面から概観するためにも活用できる。廃棄物処理過程での質変化を考慮して分類した多種類の廃棄物のダブルカウントを避けずに積算した全種類合計は、廃棄物排出量 5.89 億トン、廃棄物投入量 2.06 億トンである。また、同表から得られる最終需要（国内消費、国内投資、および輸出）が直接間接に誘発する廃棄物の排出量・投入量を評価することができる。その概要を図 2-2-1.5 に示す。金額で見ると消費（政府消費の社会資本等減耗分を除く。以下同様）が 70%を占めるのに対して、物量で見た廃棄物排出量では 59%、廃棄物投入量では 47%であり、相対的に、消費は投資や輸出よりも金額あたりの廃棄物排出量・投入量の小さい商品を対象としていると言える。消費額の大きい上位 30 部門の構成は、製造業 3 部門、電力 1 部門、サービス業 26 部門である。投資は金額で見ると 17%であるのに対して、物量で見た廃棄物排出量と投入量はそれぞれ 30%、47%であり、相対的に金額あたりの廃棄物排出量・投入量の大きい商品を対象としていると言える。これは、投資額の大きい部門が建築および土木部門からなることが大きく影響している。すなわち、汚泥を含む建設廃棄物の発生量は多く、また、建設廃棄物のリサイクルが進められているだけでなく、セメント産業、鉄鋼産業において、他産業で排出される廃棄物を大量に再資源化のために受け入れている。

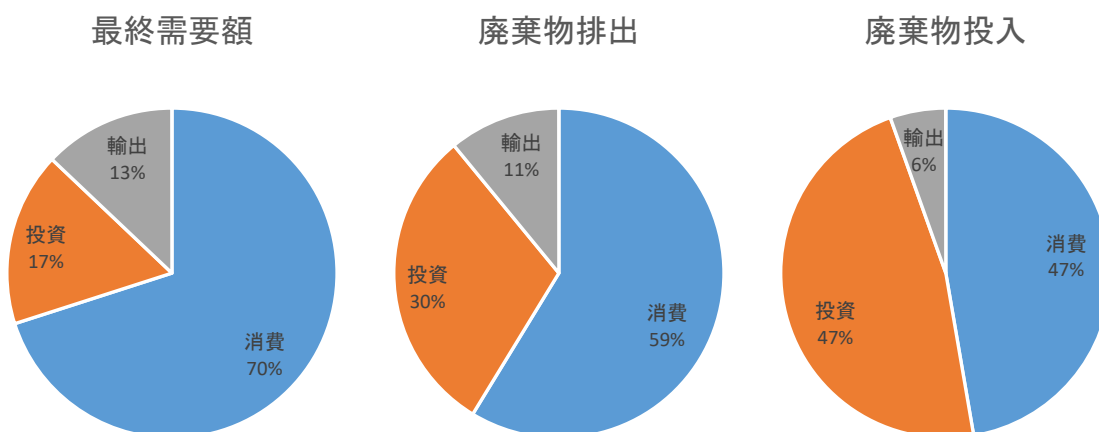


図 2-2-1.5 最終需要及び誘発される廃棄物排出量・投入量:平成 23 年廃棄物産業連関表による評価  
「最終需要額」は、消費、投資、輸出の項目別の財・サービスに対する最終需要額（消費には政府消費の社会資本等減耗分を含まない）。「廃棄物排出」と「廃棄物投入」は、それぞれ、項目別の財・サービスに対する最終需要が直接間接に誘発する廃棄物排出量と廃棄物投入量。最終需要部門による廃棄物直接排出は、すべて消費に分類し、その廃棄物排出が直接間接に誘発する廃棄物排出量と廃棄物投入量は、消費が誘発するものに分類した。

### (1-3) 影響評価手法の開発と更新

環境ホットスポット分析を実施するためには、多岐に分かれるインベントリデータ（環境負荷物質ごとに得られる排出量や資源消費量）を少数の指標に集約することが求められる。影響評価では気候変動や水利用など複数の影響領域に注目し、潜在的な環境影響を評価することで評価結果の項目数を集約することができる。本研究では、影響領域ごとに既存の評価手法についてレビューを行い、評価手法の更新と新規開発を行った。本研究では、環境影響の網羅性とホットスポット分析の明快さを優先して、17 種類の環境影響を包括的に捉えつつ、これらを重みづけて単

一指標化するための評価手法を構築した。以下に各年次において実施した研究内容について示した。

27年度：光化学オキシダント、富栄養化、化石燃料消費、土地利用、ヒト毒性(慢性毒性)、生態毒性を対象に特性化係数の見直しと新規開発に向けた検討を行った。特性化係数の算定結果を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考察した。続いて、本研究で開発した特性化係数を他の既存研究と対比して手法間の特徴を整理するとともに、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った。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た。

28年度：酸性化、森林資源消費、室内空気質汚染、放射線、廃棄物について、特性化係数の開発と更新作業について検討した。得られた特性化係数を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した。続いて本研究の成果を基にホットスポット分析のための影響評価ガイドを作成した。

29年度：これまでに開発した特性化係数の検証を行った。感度分析を実施して、主要なパラメータを抽出するとともに、これらを優先して見直すことで特性化係数の信頼性向上を目指した。得られた結果をホットスポット分析計算ツールに搭載し、事例研究に適用することで、結果の妥当性について確認した。

以下に影響評価手法開発の例として、人間毒性、生態毒性を取り上げた。

a 特性化係数開発の基本方針 本研究では、LIME2 の考え方をもとに特性化係数の算出を行った。化学物質排出時の環境媒体中の濃度変化と、化学物質の各生物種に対する影響係数の調査検討を行い、特性化係数を算定した。図 2-2-1.6 に特性化係数の推計フローを示す。

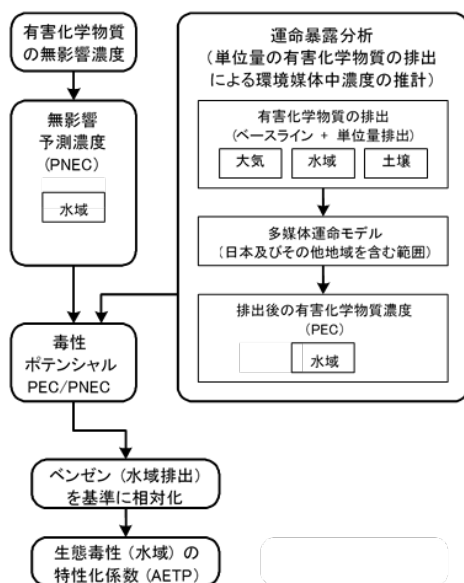


図 2-2-1.6 生態毒性における特性化係数の算定フロー

b 有害化学物質の運命分析 LIME2 では、排出された有害化学物質の運命分析にスイス連邦工科大学（EPFL）開発の多媒体運命モデルを改良したものをを用いていたが、本調査では、「UNEP/SETAC Life Cycle Initiative」の中で開発された USEtox 日本の環境条件を適用し、運命分析を行った。USEtox の運命分析モデルの概念図を図 2-2-1.7 に示す。このモデルでは、地理範囲として、世界スケールの大気、淡水域、海水域、土壌、農地、大陸スケールの大気、淡水域、海水域、土壌、農地、都市スケールの大気、家庭の室内、作業環境の室内の環境媒体からなり、環境媒体間輸送、媒体内分解、及び系外への移動の過程を考慮することができる。このモデルを利用して、ある物質  $i$  をある環境媒体  $e_{comp}$  に単位量排出した際の最終的な環境媒体  $f_{comp}$  の濃度  $PEC_i, e_{comp}, f_{comp}$  を求め、これを運命係数（式 1 における  $F_i, e_{comp}, f_{comp}$ ）とした。特性化係数の算出に当たっては、排出先（ $e_{comp}$ ）として大気、水域及び土壌の 3 媒体を考慮した。また水域生態では最終的な環境媒体  $f_{comp}$  は水域（water）である。

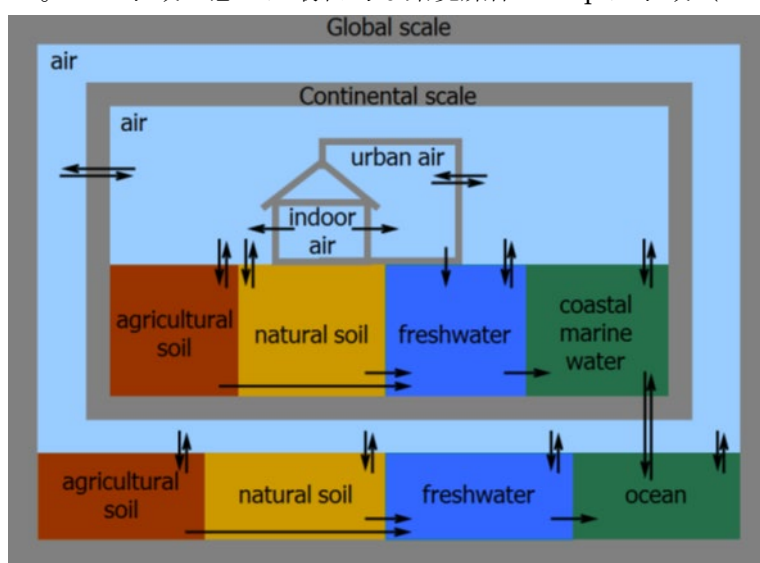


図 2-2-1.7 USETox における運命分析モデルの概念図

c 有害物質の影響係数

影響係数（式 1 における  $E_i, f_{comp}$ ）は PNEC の逆数とした。物質ごとの水域生態、についての PNEC（ $PEC_{aqua,i}$ ）は LIME2 では既存の LCIA 研究事例（Huijbregts, 1999）より得ていたが（図 2-2-1.6 参照）、本調査では環境省が化審法のスクリーニング評価で用いた有害性評価値を収集し、PNEC を設定したことで LIME2 の時よりも対象物質数が増加している。

d 生態毒性の特性化係数の算出 調査により得られた PEC を PNEC で除した値を毒性評価の基本値とし、これを基準物質について同様に求めた値で除して相対化して AETP を求めた。LIME では基準物質を、AETP では水域排出のベンゼンとした。すなわちこれは、ある量の物質  $i$  を環境中に排出した場合、同量のベンゼンを環境中に排出したときと比較して何倍のインパクトになるか、の目安になる係数である（式 1）。

$$AETP_{i, e_{comp}} = \frac{PEC_{i, e_{comp}, water} / PNEC_{aqua, i}}{PEC_{benzene, water, water} / PNEC_{aqua, benzene}} \quad (1)$$

欧米ではこれまでに Guine´e(1996) や Hauschild(1998) が生態毒性を対象とした特性化係数を開発している。これらはいずれも多媒体運命モデルに基づくが、モデルで設定している環境

条件は欧米のデータを利用しており、これらをそのまま日本国内の評価に利用することはできない。本研究を通じて得られた結果は、運命分析において日本の地理特性を考慮した計算を行っていることから、日本の製品を対象とした分析を行う場合により信頼性の高い結果が得られる。

このような検討を影響領域ごとに実施し、その成果を特性化係数リストとしてとりまとめた。

### 2-2-2. 100 品目を対象とした環境ホットスポット分析と社会実装

環境ホットスポット分析の実施には、金額物量混合産業連関分析法を用いる。評価対象の生産、使用、配送、廃棄に関わる入力データはエコリーフ、エコマーク利用企業や LCA 実施企業を中心に得たヒアリング結果を用いる。これらのデータを産業連関表に追加する。最後に、課題 1 で作成したデータベースを環境負荷ベクトルとして利用した分析を行って、インベントリ分析結果を得る。上記の実施方法を採用することで、ヒアリングデータと統計データの整合性を考慮した分析が可能になる。

インベントリ分析結果に影響評価手法を適用して影響評価を行う。17 影響領域を対象とした分析結果が得られ、この結果をライフサイクルステージ別に分類することで環境ホットスポット分析結果を得る。プロジェクト実施期間中にこのような分析を特定調達品目 19 分野のうちこれらを代表する 100 品目を対象とした環境ホットスポット分析を行った。

**27 年度：**第一に、政府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した。27 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)からそれぞれ代表製品を選定したうえで、それぞれの品目に対する分析を行った。評価範囲としては、気候変動(GHG 排出)、水消費、土地利用、資源消費を対象とし、それら以外の影響領域については今後の開発成果を適宜反映、更新できるよう今後の設計課題とした。

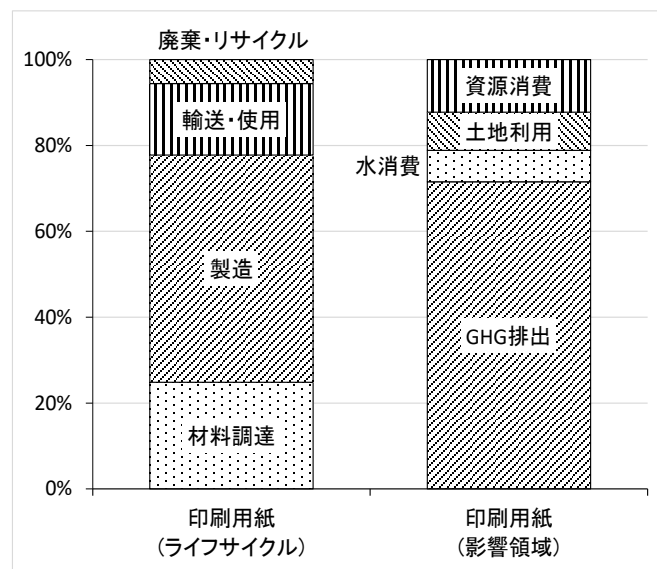


図 2-2-2.1 印刷用紙のホットスポット分析結果

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した。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を行った。

**28年度**：第一に、政府特定調達品目の対象を広げたホットスポット分析を実施した。28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)の274品目すべてを網羅する形で代表製品の分析を行った。評価範囲としては、本プロジェクトが対象とする全ての影響領域(気候変動、廃棄物、水資源、土地利用など)を網羅することを目標とした。ホットスポット分析の領域を広げるために開発する影響領域は、28年度の研究成果が得られ次第、適宜反映できるよう設計の拡張性を持たせた。

表 2-2-2.1 100 製品のホットスポット分析結果

21 分野	274 品目	No.	地球温暖化					都市域大気汚染					土地利用					資源消費					水資源消費					データの出處
			材	製	流	使	廃	材	製	流	使	廃	材	製	流	使	廃	材	製	流	使	廃	材	製	流	使	廃	
画像機器等(10)	提示板	99	41%	12%	8%	0%	0%	40%	11%	4%	0%	0%	2%	6%	14%	0%	0%	2%	2%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	該当なし
	複写機等(10)	101	5%	2%	6%	3%	0%	5%	15%	6%	1%	0%	5%	17%	9%	2%	0%	2%	6%	2%	0%	0%	5%	21%	9%	12%	0%	該当なし
	コピー機	102	5%	15%	6%	3%	0%	5%	19%	7%	9%	2%	5%	21%	11%	4%	0%	2%	11%	5%	14%	2%	5%	22%	9%	8%	0%	JUGA、JUGA、JO、JUGA、JUGA
	複写機	103	5%	15%	6%	3%	0%	5%	19%	7%	9%	2%	5%	21%	11%	4%	0%	2%	11%	5%	14%	2%	5%	22%	9%	8%	0%	JUGA、JUGA、JO、JUGA、JUGA
	複写機の劣化デジタルコピー機	104	15%	10%	17%	3%	0%	5%	16%	17%	1%	0%	4%	20%	20%	10%	0%	0%	17%	21%	0%	0%	5%	10%	20%	7%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	複写機	105	15%	10%	17%	3%	0%	5%	16%	17%	1%	0%	4%	20%	20%	10%	0%	0%	17%	21%	0%	0%	5%	10%	20%	7%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	複写機	106	41%	13%	3%	0%	0%	5%	12%	3%	0%	0%	4%	17%	3%	4%	0%	2%	6%	3%	0%	0%	4%	14%	4%	1%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	複写機	107	41%	13%	3%	0%	0%	5%	12%	3%	0%	0%	4%	17%	3%	4%	0%	2%	6%	3%	0%	0%	4%	14%	4%	1%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	複写機	108	5%	12%	24%	0%	0%	5%	12%	17%	0%	0%	3%	18%	20%	4%	0%	2%	7%	18%	3%	0%	5%	18%	3%	1%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	複写機	110	5%	12%	24%	0%	0%	5%	12%	17%	0%	0%	3%	18%	20%	4%	0%	2%	7%	18%	3%	0%	5%	18%	3%	1%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
電子計算機等(4)	電子計算機	111	5%	12%	24%	0%	0%	5%	12%	17%	0%	0%	3%	18%	20%	4%	0%	2%	7%	18%	3%	0%	5%	18%	3%	1%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	電子計算機	112	5%	12%	24%	0%	0%	5%	12%	17%	0%	0%	3%	18%	20%	4%	0%	2%	7%	18%	3%	0%	5%	18%	3%	1%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	電子計算機	113	5%	12%	24%	0%	0%	5%	12%	17%	0%	0%	3%	18%	20%	4%	0%	2%	7%	18%	3%	0%	5%	18%	3%	1%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	電子計算機	114	5%	12%	24%	0%	0%	5%	12%	17%	0%	0%	3%	18%	20%	4%	0%	2%	7%	18%	3%	0%	5%	18%	3%	1%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	電子計算機	115	5%	12%	24%	0%	0%	5%	12%	17%	0%	0%	3%	18%	20%	4%	0%	2%	7%	18%	3%	0%	5%	18%	3%	1%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	電子計算機	116	5%	12%	24%	0%	0%	5%	12%	17%	0%	0%	3%	18%	20%	4%	0%	2%	7%	18%	3%	0%	5%	18%	3%	1%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
オフィス機器等(6)	複写機	117	41%	24%	20%	0%	0%	5%	19%	32%	0%	0%	5%	24%	20%	0%	0%	2%	13%	20%	0%	0%	4%	21%	25%	0%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	複写機	118	4%	18%	20%	0%	0%	4%	18%	20%	0%	0%	3%	25%	24%	0%	0%	3%	11%	21%	0%	0%	5%	14%	30%	0%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	複写機	119	5%	18%	18%	0%	0%	5%	11%	8%	0%	0%	5%	22%	18%	0%	0%	4%	7%	0%	0%	0%	5%	18%	28%	0%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	複写機	120	5%	18%	18%	0%	0%	5%	11%	8%	0%	0%	5%	22%	18%	0%	0%	4%	7%	0%	0%	0%	5%	18%	28%	0%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
移動電話等(3)	携帯電話	121	3%	8%	7%	3%	0%	3%	10%	8%	20%	0%	4%	15%	9%	20%	0%	3%	7%	6%	20%	0%	4%	22%	12%	1%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	携帯電話	122	3%	8%	7%	3%	0%	3%	10%	8%	20%	0%	4%	15%	9%	20%	0%	3%	7%	6%	20%	0%	4%	22%	12%	1%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
家電製品(6)	家電製品	123	12%	2%	5%	0%	0%	8%	6%	3%	0%	0%	18%	6%	8%	0%	0%	22%	2%	7%	0%	0%	8%	9%	21%	3%	0%	JO、JO、JO、JO、JO
	家電製品	124	12%	2%	5%	0%	0%	8%	6%	3%	0%	0%	18%	6%	8%	0%	0%	22%	2%	7%	0%	0%	8%	9%	21%	3%	0%	JO、JO、JO、JO、JO

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の内、タイプが異なる製品のホットスポット分析のケーススタディ実績を広げることを志向した。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を加えた。

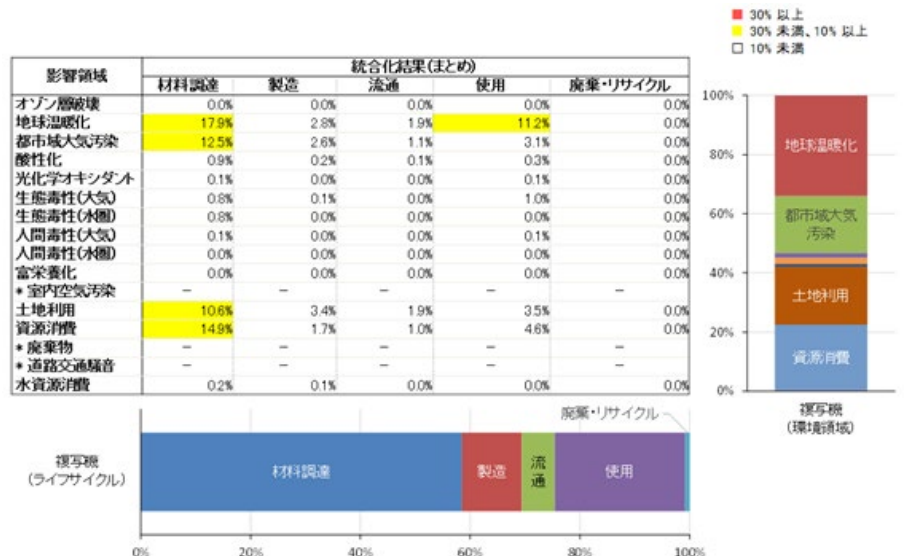


図 2-2-2.2 複写機のホットスポット分析結果

第三に、セミナー、国際会議等を通じて、本研究の成果をステイクホルダー間で共有するため



のイベントを開催した。日本環境協会（エコマーク事務局）、産業環境管理協会（エコリーフ事務局）と連携して、ホットスポット分析の評価結果の開示とこれらを駆使した環境ラベルの信頼性向上に向けた活用について関係者間で協議を行った。

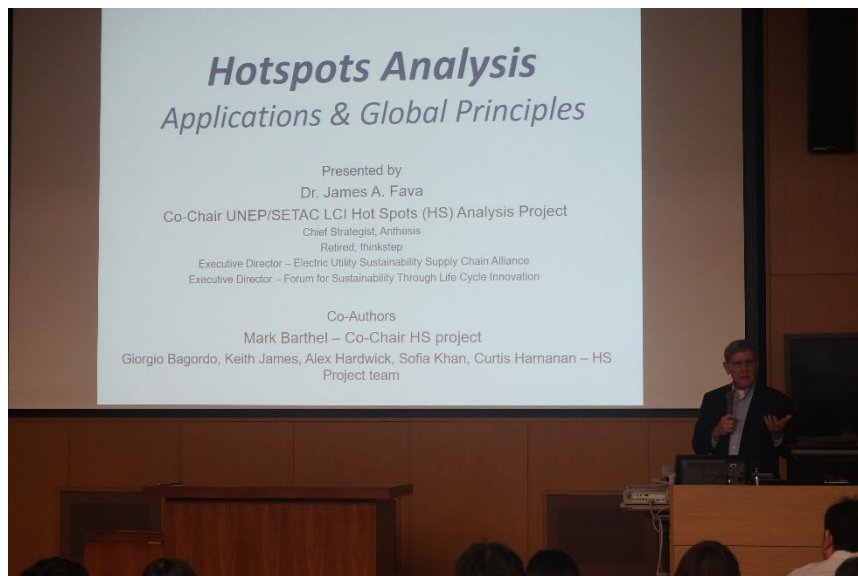


図 2-2-2.3 James Fava 氏 ワークショップ講演（10/13/2016）

**29年度：**第一に、100品目を対象としたホットスポット分析を実施した。原材料調達から生産、輸送、使用、廃棄までのライフサイクルを網羅し、気候変動や水資源消費、化学物質など本プロジェクトが対象とする全ての影響領域を網羅した解析を行った。得られた結果は各グループと共有して、データの更新と再計算を複数回実施することで信頼性の担保に向けた検討を行った。

第二に、エコマーク対象製品に対してホットスポット分析を実施するとともに、得られた結果を各企業に報告するとともに、ホットスポットに対する具体的な成功例を収集した。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ホットスポット分析を実施した。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した。エコマーク対象製品、およびエコリーフ対象製品を対象にした分析結果は、それぞれの所管である環境省、経済産業省の担当課に対して報告し、ライフサイクル思考に基づく評価を政策導入する必要性について提言した。

第三に、セミナー、国際会議等を通じて、本研究の成果をステイクホルダー間で共有するためのイベントを開催した。日本環境協会（エコマーク事務局）、産業環境管理協会（エコリーフ事務局）と連携して、ホットスポット分析の評価結果の開示とこれらを駆使した環境ラベルの信頼性向上に向けた活用について関係者間で協議を行った。



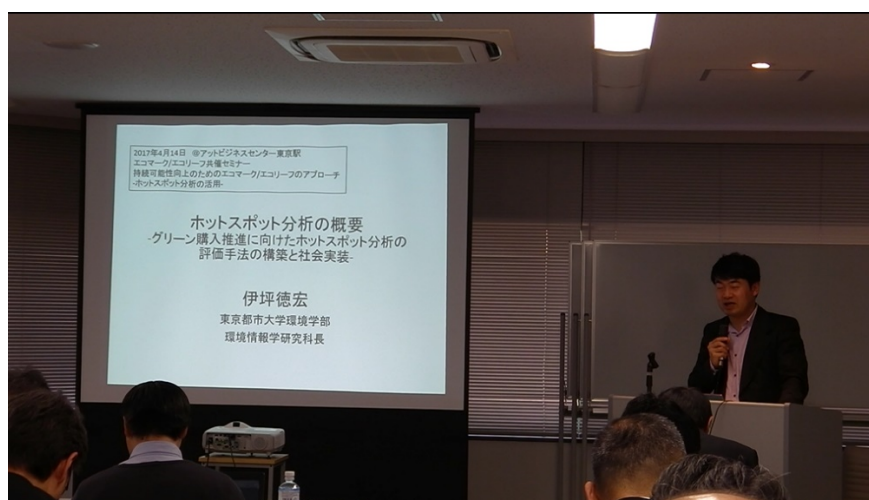


図 2-2-2.4 エコマーク/エコリーフ共催セミナー（4/14/2017）

さらに、LCA を含むホットスポット分析の方法、分析結果に関する情報を編集し、要点をまとめた公開ホームページ(HP)を開設した。この HP は、プロジェクト概要の紹介に始まり、プロジェクト成果を逐次公開して行くことを目的に情報インフラの整備を行った。この情報インフラを活用してエコマークおよびエコリーフにおける利用の際の拠り所として利用されることで、プログラムホルダーや環境ラベル利用者に向けた情報伝達をより確実なものにし、科学的分析に基づく情報の誤用を回避することにつながるものと期待される。



図 2-2-2.5 本プロジェクトのホームページ

さらに、グリーン購入を志向する消費者、自治体担当者のみならず、グリーン購入を促す側の販売者に向けての情報提供も期待できる。

また、環境配慮製品を提供する生産者、それを束ねる工業会に対して結果を示すことで、自社

製品の環境負荷削減のためのポイントと業界平均との乖離が明らかになり、環境配慮製品の環境影響削減貢献を示すことを支援することが可能となる。

### 3. 研究開発成果

#### 3-1. 成果の概要

- (1) 政府特定調達品目の4割に及ぶ106品目の環境ホットスポット分析結果を公開した。企業等が自主的にLCAを行う場合は、一製品の評価結果が完結するまで一年程度かかることがよくある。しかも、企業等で用いるデータや前提が異なるため、他の実施者による評価と比較することが困難であった。本研究の成果は、同一のデータセットを用いて同一の手順で解析を行ったため、複数製品の解釈を容易にして、当事者間の環境コミュニケーションを促進するものと期待される。グリーン購入のための明快な判断基準が社会で共有されることで、企業には製品やサービスのエコイノベーションの動機づけを、消費者にはグリーン購入を促すことが期待される。
- (2) 環境ラベルタイプ1(エコマーク)と連携し、本研究の成果であるホットスポット分析結果を同ラベルの審査基準と比較検証した。ホットスポット分析結果を利用することで、環境ラベルの審査範囲の網羅性と審査内容の信頼性を向上するのに極めて有効であることを確認した。これまで環境ラベルの審査ではLCAの文献収集や専門家ヒヤリングなどが事前調査に相応の時間が割かれていたが、今後、ホットスポット分析を活用することで、新規に審査基準を定める際の労力を低減したり、既存の審査基準を見直す際の手続きを容易にすることが可能になり、プログラムの円滑な運用につながるものと期待される。環境ラベルを取り扱う品目の拡張へと発展すれば、より包括的にグリーン購入を推進することができる。
- (3) 17種の影響領域を網羅した分析結果はSDGs(持続可能な開発目標)が対象とする環境側面を包括する。企業にとってはESG投資を視野に入れつつ、世界目標への貢献度を国際的に情報発信する機会が得られる。

#### 3-2. 各成果の詳細

##### 3-2-1. 17影響領域を網羅した環境ホットスポット分析手法の開発

###### (1-1) インベントリ分析(上流)のデータベース開発と更新

インベントリ分析(上流)のデータベースとして、インベントリデータIDEAをホットスポット分析が可能はデータベースとするため、IDEAを次の2つの点で加工してEHSA用のデータベースとして作成している。1つ目は、IDEAに搭載されている単位プロセスデータセット数3847に対して、各影響領域に関係する基本フローを拡張した点である。拡張前と拡張後の影響領域網羅状況について表3-2-1.1に示す。2つ目はIDEAの直接負荷量のみを活用し産業連関表2011年の分類ごとに統合している点である。

表 3-2-1.1 環境影響評価領域

影響領域	本研究 実施前	本研究 実施後
気候変動	○	○

オゾン層破壊	○	○
大気汚染	△	○
光化学オキシダント	△	○
酸性化	○	○
土地利用	×	○
資源消費 - 鉱物資源	○	○
資源消費 - 化石燃料	○	○
資源消費 - 森林資源	△	○
資源消費 - 水資源	△	○
人間毒性 - 発がん性	△	○
人間毒性 - 非発がん性	△	○
室内空気質汚染	×	×
生態毒性	△	○
電離放射線	×	○
廃棄物	○	○
富栄養化	△	○
騒音	×	○

### ① 基本フローの拡張

各影響領域において本研究実施前の網羅性の把握、および他のデータベースとの比較を実施し、入出力が必要だと判断された単位プロセスデータに基本フローの入出力を拡張した。環境影響別の拡張について示す。

#### [気候変動]

地球温暖化物質のうち HFCs、PFCs、SF<sub>6</sub>、オゾン層破壊物質に対して、IDEA に拡充が必要である単位プロセスデータを日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2012 年 4 月（（独）国立環境研究所）、産業構造審議会 化学・バイオ部会 地球温暖化防止対策小委員会資料（経済産業省）、1996 年改訂 IPCC ガイドライン（IPCC）、ecoinvent に収録されているプロセスデータから特定した。拡充が必要なプロセスデータには、日本国温室効果ガスインベントリ報告書および PRTR 届出事業所データ、PRTR 排出量等算出マニュアルを基に排出量を算出して拡充した。本年度の作業によって IDEA に導入した地球温暖化物質（CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、HFCs、PFCs、SF<sub>6</sub>）は 16 種類になった。

#### [オゾン層破壊]

オゾン層破壊物質のうち地球温暖化物質ではない環境負荷物質は、PRTR 届出事業所データ、PRTR 排出量等算出マニュアルを基に排出量を算出して拡充した。

#### [大気汚染]・[酸性化]

環境影響領域大気汚染で関係する環境負荷物質は、都市域大気汚染物質である、NO<sub>2</sub>(NO<sub>x</sub>)、SO<sub>2</sub>(SO<sub>x</sub>)、PM<sub>2.5</sub>(PM) となり、点源（煙突）と線源（地表付近）に区分され入力されている。IDEA では燃料の投入が中間フローとなっているため、燃料燃焼由来の都市域大気汚染物質は大気汚染防止法に列挙されている固定排出源を、網羅していることを確認した。また、IDEA

では NO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、PM<sub>2.5</sub>、PM10 を区分として、都市域(地表付近)、都市域(煙突)、非都市域、不特定ごとに出力されている。網羅はされていたが区分の見直しを実施した。また粒子状物質 PM は LIME3 より PM<sub>2.5</sub> のみが評価対象となるため東京都微小粒子状物質検討会報告資料集（東京都環境局）による PM10 のデータを参考に PM<sub>2.5</sub> 相当に排出量を修正した。

### [土地利用]

土地利用については全プロセスに入力されていなかったため、統計等を用いて網羅的に拡充した。LIME2（伊坪ら，2010）の土地分類を参照し、土地を分類し土地占有および土地改変を入力した。各単位プロセスの土地利用（土地占有と土地改変）入力は、統計データや文献等より作成した。IDEA 分類（細分類または小分類）ごとに用いた主な情報源および作成方法の概要を表 3-2-1.2 に示す。

表 3-2-1.2 土地利用入力の作成方法

IDEA 分類	主な情報源	作成方法
011-017 農作物	平成 22 年産作物統計(農林水産省, 2011a)	田畑作物における単位[kg]当たりの土地占有は、作付面積[m <sup>2</sup> ]を 1 年間あたりの収穫量[kg/year]で除することによって算出した。分類は、玄米は「田」、畑作物は「畑地」、果樹類は「果樹園」
018 畜産物	平成 22 年度畜産物生産費統計(農林水産省, 2011c)	土地占有は、畜産用地(m <sup>2</sup> )/(1 年あたりの販売頭数[頭]×1 頭あたり生体重もしくは生乳[kg/頭])として算出した。分類は「その他の用地」
02 林業	平成 22 年森林・林業統計要覧(林野庁, 2011)	土地占有入力は、立木伐採面積[m <sup>2</sup> /year]を生産量[m <sup>3</sup> /year]で除して、伐期齢[year]を乗じて算出した。伐期齢は、すぎ 40 年、ひのき 45 年、まつ 35 年と仮定した。分類は「その他樹木畑」
03 漁業		対象外
05 鉱業	LIME2(伊坪ら, 2010)	LIME2 の「資源消費」の特性化係数算出に用いられている「改変面積」を参考に算出した。
06-07 建築～土木	使用者が設定	土地利用入力の代表値を提供することは難しいので、単位プロセスデータセットを使用する際に、使用者が目的に応じて土地利用を入力する方が利便的であると考えた。
09-32 製造業	平成 22 年工業統計表甲・乙表	事業所別用地データの「敷地面積」を参考に算出した。土地占有の分類は、対象が製造業であることから「建物用地」とした。
33 電気業	電力会社 HP	火力発電所、水力発電所、原子力発電所の敷地面積を調査し、発電用エネルギーの日本国内のものに反映させた。
34 ガス業	ガス会社 HP	ガス事業の土地利用については、ガス会社 HP 等より工場敷地面積と、ガス供給量を待たうで算出した。
35 熱供給業	平成 25 年熱供給事業便覧(日本熱供給事業協会, 2013)	販売熱量上位 10 社のプラント面積、販売熱量より算出した。
36 水道業	水道統計(日本水道協会, 2007)	自己所有土地[m <sup>2</sup> ]を 1 年間の有効水量[m <sup>3</sup> ]で除して算出した。ダムおよび水道管の土地占有は評価が困難であることから無視した。
42 鉄道業	鉄道統計年報(国土交通省, 2011a)	土地建物面積表(「路線用地」と「停車場用地」および「その他の面積」)をもとに土地利用面積を算出し、土地利用の分類は、「路線用地」および「その他の面積」を「幹線交通用地」とし、「停車場用地」を「建物用地」とした。
43-44 道路運送業	道路統計年報(国土交通省, 2011b)、自動車輸送統計調査(国土交通省, 2010a)	道路の現況をもとに車道面積を土地利用面積として算出し、土地利用の分類は「幹線交通用地」とした。
45 水運業		対象外
46 航空運送業	空港一覧(国土交通省, 2014)、航空輸送統計(国土交通省, 2010b)	「空港概況」にある「面積」を基に土地利用面積を算出し、土地利用の分類は、「その他の用地」とした。
49-51 卸売業～再生资源中間処理業	エネルギー・経済統計要覧 2013((財)日本エネルギー経済研究所, 2013)、平成 19 年商業統計調査(経済産業省, 2008)	平成 19 年の「卸売業と小売業の合計」の延べ床面積[m <sup>2</sup> ]及び「百貨店・総合スーパー」の延べ床面積[m <sup>2</sup> ]を引用した。
85 廃棄物処理業	LIME2(伊坪ら, 2010)	LIME2 の「資源消費」および「廃棄物」の特性化係数算出に用いられている「改変面積」、「かさ密度」等を参考に土地利用入力を算出した。

[資源消費・鉱物資源]・[資源消費・化石燃料]

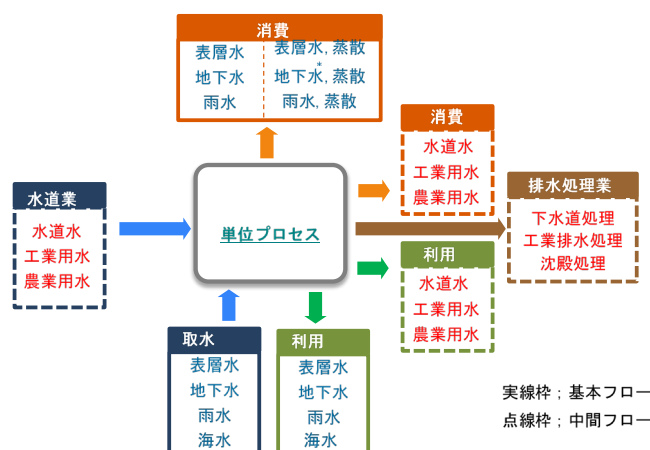
鉱物資源および化石燃料においては IDEA に格納されている単位プロセスデータにおいて、必要なプロセスデータには資源消費入力があることを確認した。新たな拡充を行う必要はなかった。

#### [資源消費・森林資源]

IDEA では、森林資源の入力が必要なプロセスは「丸太」の生産のみとなる。LIME2 における森林資源は、木材の消費量(木材製品の乾燥重量 [Dry Matter: DM])と定義されている。森林資源消費を算出するすぎ、ひのき、あかまつ、からまつの各気乾密度を「平成 13 年度群馬県木質バイオマス検討会報告書」(群馬県林務部, 2002)から、各含水率を「バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計」(NEDO, 2011)から引用し森林資源消費量を算出した。また、木材は森林管理状況が環境影響に寄与し、適切な管理が実施されている森林からの木材採取は影響が小さく、管理された森林からの木材採取の影響は大きい。そのため、再生林の有無については森林林業統計要覧を参考にしてこれらの比率を 1:1 と仮定した。

#### [資源消費・水資源]

水資源は一部の単位プロセスのみの入力であったため、網羅的に各単位プロセスデータに統計等の情報を用いて水資源の入力を作成した。IDEA では、WFP ネットワークや ISO が提唱するウォーターフットプリントを考慮しつつ、取水量、取水された水の用途として単位プロセス内で消費される消費量、使用され再び水系に戻る利用量を水源別(表層水と地下水および雨水)に各単位プロセスデータに入力した。また、我が国では海水の取水量も統計で把握されているため、海水も対象とした。なお、IDEA では、窒素及びリンの水域への排出を環境負荷として考慮していることから、グレーウォーターは対象外とした。対象プロセスには、水源別に「取水量=利用量+消費量」となるように入力している。なお、雨水や地下水は、水源に戻ることはないが、それぞれの利用水として扱っている。また、水資源を用いる場合、直接河川や地下水から取水するのではなく、水道業を通して用いる場合がある。また直接河川に放水するのではなく排水処理後に放水する場合がある。そのため、IDEA では単位プロセスへの水資源は、基本フローのみではなく水資源に関係する中間フローである水道業、排水処理業も含めた水量のバランス「取水量+水道水量=消費水量+利用水量+排水処理量」を確保しながら作成している(図 3-2-1.2)。水量のバランスを確保することにより、各単位プロセスを遡及計算した場合に、基本フローの水資源量の把握が可能となる。また水資源消費のうち植物からの蒸散は、他の水資源の消費と区別している。



「取水量+水道水量 = 消費量 + 利用量 + 排水処理量」となるように入力

図 3-2-1.2 単位プロセスデータへの水資源の扱い方（まとめ）

単位プロセスデータが参照する文献に水資源情報がある場合を除き、統計データ等を用いて水資源入力を作成した。農作物、畜産物、林業の水資源については小野ら(Yuya Ono,2015)の算出方法を参考にした。IDEA 分類(中分類または小分類)ごとの水資源入力に用いた主な情報源および作成方法の概要を表 3-2-1.3 に示した。

表 3-2-1.3 水資源入力の作成方法

IDEA 分類	情報源	作成方法
011-017	農作物	平成 22 年産作物統計(農林水産省, 2011a)、モデル結合型作物気象データベース(農業環境技術研究所,2012)、平成 3~19 年農業経営統計(農林水産省, 2011b)
018	畜産物	畜産物生産費統計(農林水産省, 2011c)
02	林業	森林・林業統計要覧 2011(林野庁, 2011)
03	漁業	日本の水資源(国土交通, 2012)、平成 17 年産業連関表(総務省, 2009)
05	鉱業	統計以外の情報源
06-07	建築業土木業	平成 17 年産業連関表(総務省, 2009)
09-32	製造業	平成 22 年工業統計表甲・乙表(経済産業省, 2011)
33	電気業	環境報告書等

34	ガス業	日本の水資源(国土交通, 2012)	「日本の水資源」を参照しガス事業の取水量を算出し、取水はすべて沈殿処理されたとした。
35	熱供給業		供給した蒸気が全て消費されるものとし、ボイラ補充水量を消費水とした
36	水道業	水道統計(日本水道協会, 2012)	水の供給プロセスであるため取水量と、供給量(基準フロー) $1\text{m}^3$ と利用量及び消費量の合計値を同量(取水=供給+利用+消費)とした。
42-46	運輸業	対象外	
49-85	卸小売業, 廃棄物処理業	平成 17 年産業連関表(総務省, 2009)	取水量を主に「平成 17 年産業連関表」より上水道水を用いた量を算出し、同量を下水道処理として入力した。

[人間毒性・発がん性]・[人間毒性・非発がん性]・[生態毒性]

影響領域のうち人間毒性および生態毒性においては、IDEA には一部の単位プロセスに一部の基本フローが導入されているにとどまるため、対象となるすべてのプロセスに出力基本フローを拡充した。PRTR と工業統計を基に、PRTR 対象物質である化学物質の当該プロセスから排出される基本フローの拡充を行った。PRTR の対象である 462 物質のうち、LIME2 で設定されている人間毒性対象物質は 104 物質、生態毒性対象物質は 70 物質含まれ、LIME2 の対象物質の多くが PRTR の対象物質にも該当する。PRTR では 46 業種から排出量が報告され、上記業種と対応している IDEA 分類は約 2,000 あり PRTR 分類より細かい。PRTR 分類に対応する IDEA 分類のすべてに同一の排出量を導入するのは妥当ではない。そこで、製造業のうち PRTR データを IDEA 分類へ配分する必要がある場合は、工業統計対象事業所と PRTR 対象事業所を対応させることにより、PRTR 対象事業所の排出量と、工業統計対象事業所の出荷品目とその出荷額の情報を紐付け、品目別に PRTR 対象物質排出量を推算した。ただし当該事業所が出荷する品目のうち特定の品目が化学物質の排出に関与していると判断できる場合は当該品目のみに負わせることが望ましい。すべての物質での確認は困難であるため、環境影響が大きいと推測される「銅」「スチレン」、「ニッケル」、「ニッケル化合物」および「亜鉛」と、オゾン層破壊に関するフロン類、ハロン類の 18 物質の計 21 物質に対して適切な品目に配分されるよう確認作業を行った。他の物質においては、不当に割り当ててしまった場合の影響を過大にしないため、排出量を除するのに用いる出荷金額を、排出がある事業所だけでなく、PRTR 対象事業所を対象とした出荷金額計もしくは工業統計の出荷金額とした。各品目別対象化学物質における排出の届出があった事業所の出荷金額が、工業統計の当該品目の出荷金額に対して 5%以上ある場合は、ある程度の事業所から排出されていると考え、PRTR 対象事業所を対象とした出荷金額を分母とした。5%以下の場合は、工業統計の出荷金額を分母とした。

製造業以外の農業、鉱業、電気業、ガス業、サービス業等は PRTR の業種と IDEA 分類で大きな差はないと仮定し、IDEA の基準単位当たりの排出量を求めた。PRTR 対象化学物質の現在の拡充数を表 3-2-1.4 に示した。農林業および製造業で多くの PRTR 対象物質を拡充することができた。各業種の対象プロセスに人間毒性および生態毒性に関する多くの基本フローを拡充できた。

表 3-2-1.4 拡充した基本フロー数と拡充されたプロセス数

業種	対象基本フロー数	プロセス数
農林業	129	89
漁業	3	38
鉱業	39	4
土木建築業	22	38
製造業	167	1241



電気業	39	1
ガス業	11	1
熱供給業	10	1
水道業	3	1
サービス業	102	18
廃棄物処理業	73	20

IDEA の統合化結果に対する、PRTR 対象物質を追加したことによる統合化結果の増加率について確認した。IDEA の各影響領域に対する統合化結果に対して、PRTR 対象物質追加後の統合化結果の比率を求め、比率毎のプロセス数を図 3-2-1.3 に示した。PRTR を追加することで、生体毒性（水圏）の環境影響が大きくなる単位プロセスがいくつか見られたが、全体的に大きな影響はない結果となった。

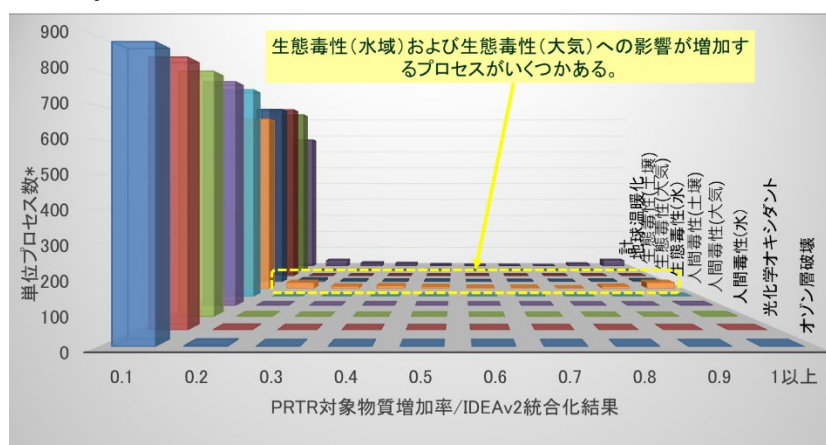


図 3-2-1.3 統合化結果への影響

#### [室内空気質汚染]

室内空気質汚染に関しては、IDEA は使用段階のデータを含まないため、IDEA への入力はしないものとした。（ケーススタディにおいて当該物質は排出される事になる）

#### [電離放射線]

電離放射線の発生源のうち公衆被曝の中から、石炭採掘・利用、リン鉱石採掘・利用、金属採掘・利用、および核燃料サイクルに関する IDEA の単位プロセスデータに対して、電離放射線の基本フローを拡充した。石炭採掘・利用においては、 $^{222}\text{Rn}$ （大気圏）を 48 プロセスデータに拡充した。IDEA に拡充した電離放射線関連の基本フローについて、その充足度を被曝領域の観点、被曝量の大きさの観点、基本フローの数、およびプロセスの数の観点から評価した。被曝領域の観点では、UNSCEAR 2008（国連科学委員会）による被曝の分類の「公衆被曝」の「人間活動の結果、増幅されたもの」の 7 つの領域の内、3 領域を充足した。被曝量の大きさの観点では、公衆被曝（ただし、宇宙線等による普遍的被曝を除く）の 72% を充足した。基本フローの数では、38 種であり、ecoinvent の 106 種に比べると少ないが、その大部分を占める人工起源放射線の核種について、日本では核燃料サイクルの各施設から原子力規制委員会に報告が義務付けられている報告資料（原子力規制委員会）記載の核種（37 核種）以上に詳細で信頼できる情報は無く、やむをえないと判断する。取り扱いプロセス数は合計 178 プロセスであり、ecoinvent の 211 プロセスと近いが、ecoinvent では同一プロセスを基に国や地域の異なる複数のデータセットを整備していることによりプロセス数が多くなることと、IDEA では  $^{222}\text{Rn}$  の排出を取り扱うプロセスとして、石炭やリン鉱石の生産に留めず、それらから生産される石炭灰や肥料等の



製品の製造プロセスまで  $^{222}\text{Rn}$  の排出を組み込み、 $^{222}\text{Rn}$  の被爆の影響の大きさに留意した。  
る。

#### [富栄養化]

富栄養化に関する基本フロー物質は、「T-N」、「T-P」、「 $\text{NH}_4^+$ 」、「 $\text{NO}_3^-$ 」、「 $\text{PO}_4^{3-}$ 」が対象となる。IDEA では主に廃棄物処理業である下水道処理および埋立処理業から排出されている。それに加えて、畜産業および水田、畑・果樹園に関する単位プロセスデータに「T-N」、「T-P」、「COD」の排出量を、発生負荷量の算定方法について（環境省）を基に拡張した。

#### [騒音]

IDEA では、騒音（道路交通騒音）に関する基本フローはどのプロセスにも考慮されていなかった。騒音（道路交通騒音）に関する単位プロセスデータである「<43>道路旅客運送業」及び「<44>道路貨物運送業」を対象に基本フロー出力を拡充した。「<43>道路旅客運送業」には1台当たりの平均乗車人数の逆数を入力し、「<44>道路貨物運送業」には1台当たりの平均積載重量の逆数を入力した。トラック輸送等にはそれぞれ積載率を考慮した単位プロセスデータがあるが、こちらは最大積載量と積載率より積載重量を求めその逆数を基本フロー量とした。また積載率が0%の単位プロセスデータがあるため、こちらは1台 km を基本フロー量とした。騒音に関する基本フローを拡充したプロセス数は、91 プロセスとなった。各プロセスの騒音を拡充した場合の IDEA<sub>v2</sub> の統合化結果は、拡充前の統合結果に対して0.4%~13%増加する結果となった。

#### ② EHSA DB によって可能となった評価

- ・誰に与える成果であるか、どのような効果を与えうるか

各影響領域に関する基本フローを拡張し、IDEA の直接負荷量を活用し産業連関表 2011 年の分類ごとに統合し、データベースを構築したことにより、グリーン購入や環境ラベルにおける製品 LCA の実施(ホットスポット分析)が可能となった。またマルチクリテリアでの評価可能なデータベースであることにより多岐にわたる評価の可能性が高まった。また、産業連関表 2011 年の産業構造を用いているため、市販の IDEA よりも解像度が粗いが、産業全体の環境負荷の定量化の実施が簡易に出来るようになった。また、本試算結果を用いることで、環境教育などの多岐にわたるライフサイクル思考の分析や様々な事例に対して広く活用できるものと考えられる。

加えて、タイプ 3 エコラベルであるエコリーフへの活用も期待される。エコラベル取得に必要な製品・サービスごとの PCR への利用を通じて PCR の作成までが簡略化が可能となれば、ラベル登録の早期化、計算結果の信頼性向上に貢献できると考えられる。エコラベルが普及することは、グリーン購入の推進に大きく貢献できると期待される。さらに、スコップ 3 を始め、組織の環境評価手法の構築に貢献する評価基盤を提供することが可能となった。SDGs の推進に貢献し得る評価基盤を構築したこと。特に国内生産額を各分類に乗じることによって国内のマルチクリテリアの環境負荷量を算定することが可能となる。

- ・成果の今後の展開、課題

本データベースは産業連関表の分類であるので、分類が粗いため、評価の難しい影響領域がある。例えば、「金属鉱物」には、「ボーキサイト」、「銅鉱石」、「亜鉛鉱石」、「貴金属鉱石」、「マンガン鉱石」等の鉱石が存在するが、非鉄金属鉱物が1つの分類となっており、それらの区別していないので、詳細な評価が難しい。産業連関表分類での評価の限界として認識するとともに、評価の工夫が必要であると考えられる。

・第三者が利用可能な成果であれば、成果の入手・利用方法

ここで得られたインベントリデータベースはホットスポット分析用計算ツールに実装され、当該ツールをインターネットで公開する。実務者は、インターネットからダウンロードすることで評価結果を閲覧したり、これを用いた自社製品の評価に利用したりすることができる。

参考文献：

(財)日本エネルギー経済研究所，“(7)業務部門業種別延床面積”，エネルギー・経済統計要覧，(財)日本エネルギー経済研究所，東京，p 122-123，2013

(社)日本熱供給事業協会，平成 25 年熱供給事業便覧，2013

(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構，バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計，(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構ホームページ，入手先<<http://appl.infoc.nedo.go.jp/biomass/about/COutRZ.pdf>>，(参照 2014-8-11)

IPCC, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC ホームページ，入手先<<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>>，(参照 2014-12-15)

Swiss Centre for Life Cycle Inventories, “ecoinvent version 3”, 入手先<<http://www.ecoinvent.org/database/>>，(参照 2015-1-6)

Yuya Ono, Masaharu Motoshita, Norihiro Itsubo, Development of water footprint inventory database on Japanese goods and services distinguishing the types of water resources and the forms of water uses based on input-output analysis The International Journal of Life Cycle Assessment October 2015, Volume 20, Issue 10, pp 1456-1467| Cite as

伊坪徳宏，稲葉敦(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

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，“中央環境審議会水環境部会 第 6 次総量削減 総量規制専門委員会（第 4 回）議事次第・資料 資料 2 発生負荷量の算定方法について”，入手先<<https://www.env.go.jp/council/09water/y097-04/mat02.pdf>>，(参照 2017/10/21)

環境省，“中央環境審議会水環境部会 第 8 次総量削減 総量規制専門委員会総量規制専門委員会（第 9 回）議事次第・資料 資料 3 第 8 次水質総量削減の在り方について”，入手先<<http://www.env.go.jp/council/09water/y0917-09/mat03.pdf>>，(参照 2017/10/21)

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）”，入手先<<http://www.env.go.jp/chemi/dioxin/report.html>>，(参照 2016/4/1)

環境省，経済産業省（2010）：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル Ver. 3.0，環境省，経済産業省，東京

群馬県林務部（2002）：“木質燃料の特性評価”，平成 13 年度群馬県木質バイオマス検討会報告書，群馬県林務部，群馬県，全 68 頁

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 経済産業政策局 調査統計部，平成 22 年工業統計表個票甲・乙(出荷額)，2010

経済産業省 経済産業政策局 調査統計部，平成 22 年工業統計表個票甲・乙(用地用水)，2010

経済産業省，平成 19 年商業統計調査，経済産業調査会，2008

経済産業省：“産業構造審議会 化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会”，経済産業省ホームページ，入手先<[http://www.meti.go.jp/committee/gizi\\_1/17.html](http://www.meti.go.jp/committee/gizi_1/17.html)>，(参照 2015-1-6)

原子力規制委員会，“原子力施設運転管理年報\_平成 xx 年度実績”および、“xxx 施設に係る放射線管理報告書平成 xx 年度”，入手先<<https://www.nsr.go.jp/disclosure/law/BWR/00000161.html>>

国土交通省（2010b）：航空輸送統計年報 平成 22 年度分，入手先<<http://www.mlit.go.jp/k-toukei/search>>

国土交通省（2012）：平成 24 年版日本の水資源について，入手先<<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/>>

国土交通省（2014）：空港一覧，入手先<[http://www.mlit.go.jp/koku/15\\_bf\\_000310.html](http://www.mlit.go.jp/koku/15_bf_000310.html)>，(参照 2014-05-01)

国土交通省，自動車輸送統計，月報平成 21 年 10 月～平成 22 年 9 月分，2010a

国土交通省，道路統計年報 2010 道路の現況，2011b

国土交通省，平成 22 年度 鉄道統計年報，2011a

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

国連科学委員会，“Sources and effects of ionizing radiation”，入手先<[http://www.unscear.org/docs/reports/2008/09-86753\\_Report\\_2008\\_Annex\\_B.pdf](http://www.unscear.org/docs/reports/2008/09-86753_Report_2008_Annex_B.pdf)>，(参照 2017-5-15)

社団法人 日本水道協会（2012）：平成 22 年度水道統計，東京，全 1230 頁

常盤共同火力株式会社（2013）：2011 環境活動レポート，入手先<[http://www.joban-power.co.jp/wp/wp-content/uploads/2012/03/environmental\\_report.pdf](http://www.joban-power.co.jp/wp/wp-content/uploads/2012/03/environmental_report.pdf)>，(参照 2014-05-01)

総務省（2009）：平成 17 年(2005 年)産業連関表，入手先<[http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid="](http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=)>

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  
東京都環境局，“東京都微小粒子状物質検討会報告資料集”，入手先  
<[http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/air\\_pollution/PM2.5/index.html](http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/air_pollution/PM2.5/index.html)>，（参照2017-5-15）  
独立行政法人 国立環境研究所，“日本国温室効果ガスインベントリ報告書2012年4月”，入手先<[http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/2012/NIR-JPN-2012-v3.0-J\\_web.pdf](http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/2012/NIR-JPN-2012-v3.0-J_web.pdf)>，（参照2016/4/1）  
日本水道協会，平成19年度水道統計 施設・業務編 第90-1号，2007  
農業環境技術研究所（2012）：モデル結合作物気象データベース，入手先<<http://meteocrop.dc.affrc>.  
農林水産省，平成22年産作物統計，2011a  
農林水産省，平成22年畜産物流通統計，2011c  
農林水産省，平成3～19年農業経営統計，2011b  
林野庁（2011）：森林・林業統計要覧2010，入手先<<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/toukei>

## (1-2) インベントリ分析(下流)のデータベース開発と更新

廃棄物産業連関表のデータベースを構築した（概要をヒートマップ形式で図 2-2-1.2-2-1.4 に示した）。とくに、産業廃棄物の部門別種類別排出量の推計手法として、環境省による産廃統計から得られる種類別・業種別の廃棄物排出量に加えて、産業廃棄物の多量排出事業者による実績報告データを活用する手法を開発した。表 2-2-1.10 および表 2-2-1.11 に示した通り、多量排出データによる推計の難しい業種や廃棄物種はあるものの、相当程度の廃棄物排出量を多量排出データによって把握することが可能である。図 2-2-1 に示した通り、総量で見ると、多量排出事業者データの排出量は、環境省産廃統計における排出量の約6割であり、農業からの家畜のふん尿を除くと、環境省産廃統計における排出量の76%に相当する。

構築した廃棄物産業連関表のデータベースの政策的な観点からの成果には、本研究課題全体で実施したホットスポット分析の実施と関連するものに加えて、データベースの構築手順の改善に関連するものがある。以下では、後者の成果について述べる。

：誰に与えた（与えうる）成果であるか

廃棄物産業連関表のかたちに整理して活用する場合に限らず、環境省産廃統計に代わる資料として、あるいは、それを改善した資料として、多量排出事業者による実績報告データを活用可能であることを示した。この実績報告データは、廃掃法に基づいて毎年度、作成・公表されているものであるから、これを活用することによって、環境省および都道府県等の自治体による産業廃棄物排出等の実態把握の手順等を再検討する価値があることを示している。

：成果の具体的内容（どのような効果を与えたか（与えうるか））

環境省産廃統計が国および自治体によって活用される多くの機会において、環境省産廃統計に代わって多量排出データを活用し得ると考えられる。もちろん、その可能性について精査する必要はあるが、多くの機会において可能であると期待される。その場合には、環境省産廃統計と、その基礎資料として利用されている都道府県・政令市による統計調査の規模を大幅に縮減することによる経済的メリットがある。また、現行の環境省産廃統計よりも、少なくとも多量排出事業者に該当する部分に関しては、迅速に産業廃棄物排出の実態を把握できるメリットがある。

：成果の今後の展開、課題（中長期的な観点での効果・効用、今後の活用の可能性など）

環境省、および都道府県・政令市による産業廃棄物に関する実態調査の役割の一部を、多量排出データに譲ることができれば、今後は、より迅速かつ有効な活用に向けて、次のような改善が期待される。（1）一部に見られる自治体間の定義の相違を解消することが求められる。少なくとも、相違のあることを含めた定義の明確化が必要と考えられる。（2）報告書の写し（画像）ではなく、電算化された数値データの利活用が可能なかたちでデータベースを整備することが期待さ

れる。(3) 事業場の実績報告データを、事業場（または事業所）レベルの他の資料との併用を円滑に進められるように、必要なデータ項目を追加することが期待される。

多量排出データを活用することにより、現行の環境省産廃統計よりも、少なくとも多量排出事業者に該当する部分に関しては、迅速に産業廃棄物排出の実態を把握できるメリットがある。したがって、中長期的には、国・自治体による政策立案と実施の迅速化とともに、利害関係者の実感と統計・政策との乖離が解消されることによる満足度の向上、協力関係の構築・強化の促進にも貢献することが期待される。

：第三者が利用可能な成果であれば、成果の入手・利用方法

構築した廃棄物産業連関表のデータベースのうち、第三者利用が可能な資料に基づいて整備した部分については、本研究課題全体で公開するデータベースの一部として利用可能となる予定である。

### (1-3) 影響評価手法の開発と更新

影響評価手法の開発を通じて、評価係数を開発した。表 3-2-1.5 に影響領域ごとに採用した評価係数についてまとめた。

表 3-2-1.5 環境ホットスポット分析用影響評価手法の一覧

影響領域	影響評価係数	影響領域	影響評価係数
(1) 鉱物資源消費	LIME2(ユーザーコスト法)	(2) 化石燃料	LIME2(ユーザーコスト法)
(3) 水利用	LIME3(Motoshita 2014)	(4) 森林資源	LIME2(伊坪・稲葉 2010)
(5) 土地利用	LIME2(伊坪・稲葉 2010)	(6) 気候変動	GWP (IPCC2013)
(7) オゾン層破壊	ODP (WMO2009)	(8) 大気汚染	新規開発
(9) 室内空気汚染	新規開発	(10) 酸性化	LIME2(伊坪・稲葉 2010)
(11) 光化学オキシダント	新規開発	(12) 富栄養化	LIME2(伊坪・稲葉 2010)
(13) 人間毒性	新規開発	(14) 生態毒性	新規開発
(15) 放射線	新規開発	(16) 騒音	LIME2(伊坪・稲葉)
(17) 廃棄物	LIME2(伊坪・稲葉)		

以下に大気汚染、人間毒性、生態毒性を例に特性化係数(単位量排出による環境影響増分)の評価結果を示した。

表 3-2-1.6 大気汚染の影響評価係数リスト (単位は損失余命(年)/kg)

Source region	Country	OCBC	NH <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
ANUZ	オーストラリア・ニュージーランド	4.8.E-04	2.6.E-05	1.7.E-05	1.8.E-05
BRA	ブラジル	5.0.E-04	1.1.E-05	6.1.E-05	1.3.E-04
CAN	カナダ	1.7.E-04	3.4.E-05	2.3.E-05	4.0.E-05
CAS	カザフスタン	7.7.E-04	1.1.E-04	9.9.E-05	2.3.E-04
CHN	中国	1.2.E-03	3.1.E-04	1.4.E-04	1.7.E-04
EEU	東 EU	9.0.E-04	2.8.E-04	1.1.E-04	3.0.E-04
EEU-FSU	東 EU-旧ソ連	2.0.E-03	2.8.E-04	2.5.E-04	3.2.E-04

EFTA	北欧	1.6.E-04	2.9.E-05	5.1.E-05	6.5.E-05
EU12-H	EU12 各国(High)	1.4.E-03	1.7.E-04	1.8.E-04	4.3.E-04
EU12-M	EU12 各国(Middle)	1.4.E-03	2.2.E-04	1.8.E-04	3.1.E-04
EU15	EU15 各国	1.0.E-03	7.4.E-05	1.4.E-04	3.7.E-04
IDN	インドネシア	2.0.E-03	4.1.E-05	3.1.E-04	4.1.E-04
IND	インド	1.9.E-03	6.4.E-05	5.3.E-04	4.9.E-04
JPN	日本	8.1.E-04	3.2.E-04	9.9.E-05	1.7.E-04
KOR	韓国	8.9.E-04	1.3.E-03	4.7.E-05	1.2.E-04
LAM-L	中南米(Middle)	3.5.E-04	2.4.E-05	3.2.E-05	8.0.E-05
LAM-M	中南米(Low)	2.9.E-04	2.3.E-05	2.4.E-05	5.0.E-05
MEA-H	中東(High)	1.8.E-04	1.1.E-04	9.1.E-06	2.3.E-04
MEA-M	中東(Middle)	5.2.E-04	2.0.E-04	3.0.E-05	2.7.E-04
MEX	メキシコ	3.6.E-04	6.1.E-05	3.5.E-05	7.6.E-05
NAF	北アフリカ	1.1.E-03	2.0.E-04	1.5.E-04	2.6.E-04
OAS-CPA	東南アジア+モンゴル	1.0.E-03	2.0.E-05	1.5.E-04	2.0.E-04
OAS-L	南アジア(Low)	1.5.E-03	4.8.E-05	2.8.E-04	1.5.E-04
OAS-M	南アジア(Middle)	7.0.E-04	3.2.E-05	7.8.E-05	1.8.E-04
PAK	パキスタン	2.5.E-03	5.0.E-05	6.6.E-04	4.7.E-04
RUS	ロシア	1.3.E-03	2.9.E-04	1.0.E-04	1.2.E-04
SAF	南アフリカ	6.7.E-04	3.9.E-04	2.6.E-05	5.8.E-05
SSA-L	サハラ以南アフリカ(Low)	1.2.E-03	6.3.E-05	2.4.E-04	3.6.E-04
SSA-M	サハラ以南アフリカ(Middle)	3.8.E-04	4.0.E-05	7.8.E-05	9.0.E-05
TUR	トルコ	6.9.E-04	1.6.E-04	1.0.E-04	2.4.E-04
TWN	台湾	9.2.E-05	2.4.E-05	7.0.E-06	5.8.E-05
USA	アメリカ合衆国	5.0.E-04	1.0.E-04	4.1.E-05	6.9.E-05

表 3-2-1.7 室内空気質汚染の評価係数リスト

CAS 番号	揮発物質名称	日許容摂取量 ADI 室内濃度指針値*	日予測摂取量 PDI [kg/m <sup>3</sup> ]	PDI/ADI	特性化係数 (ホルムアルデヒドが 1)
50-00-0	ホルムアルデヒド	1 0 0 µg/m <sup>3</sup> (0. 0 8 ppm)	1.9E-09	1.9.E-02	1.0.E+00 (基準)
75-07-0	アセトアルデヒド	4 8 µg/m <sup>3</sup> (0. 0 3 ppm)	1.9E-09	4.0.E-02	2.1.E+00
108-88-3	トルエン	2 6 0 µg/m <sup>3</sup> (0. 0 7 ppm)	1.9E-09	7.5.E-03	3.8.E-01
95-47-6	キシレン	8 7 0 µg/m <sup>3</sup> (0. 2 0 ppm)	1.9E-09	2.2.E-03	1.1.E-01
100-41-4	エチルベンゼン	3 8 0 0 µg/m <sup>3</sup> (0. 8 8 ppm)	1.9E-09	5.1.E-04	2.6.E-02
100-42-5	スチレン	2 2 0 µg/m <sup>3</sup> (0. 0 5 ppm)	1.9E-09	8.8.E-03	4.5.E-01
106-46-7	パラジクロロベンゼン	2 4 0 µg/m <sup>3</sup> (0. 0 4 ppm)	1.9E-09	8.1.E-03	4.2.E-01
2921-88-2	クロルピリホス	1 µg/m <sup>3</sup> (0. 0 7 ppb) 小児の場合 0. 1 µg/m <sup>3</sup> (0. 0 0 7 ppb)	1.9E-09	1.9E+00	1.0.E+02

3766-81-2	フェノブカルブ	3.3 µg/m <sup>3</sup> (3.8 ppb)	1.9E-09	5.9E-02	3.0E+00
333-41-5	ダイアジノン	0.29 µg/m <sup>3</sup> (0.02 ppb)	1.9E-09	6.7E+00	3.5E+02
84-74-2	フタル酸ジ-n-ブチル	2.20 µg/m <sup>3</sup> (0.02 ppm)	1.9E-09	8.9E-03	4.6E-01
117-81-7	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	1.20 µg/m <sup>3</sup> (7.6 ppb)	2.0E-09	1.7E-02	8.6E-01

表 3-2-1.8 人間毒性の影響評価係数リスト (全 157 物質から一部抜粋)

CAS 番号	物質名	日摂取上限量 HLV [mg-intake/kgBW-day]		HTP (ベンゼンの水域の特性化係数が 1)		
				大気排出	水域排出	土壌排出
79-06-1	アクリルアミド	2.2E-07	経口発ガン HLV	1.5E+02	3.0E+01	6.2E+00
140-88-5	アクリル酸エチル	1.2E-05	吸入発ガン HLV	2.5E+00	6.6E-01	9.1E-02
107-13-1	アクリロニトリル	1.9E-06	経口発ガン HLV	2.0E+01	1.4E+01	3.0E+00
103-23-1	アジピン酸ビス (2-エチルヘキシル)	8.1E-03	経口慢性 HLV	2.7E-02	1.7E-02	2.1E-05
75-07-0	アセトアルデヒド	1.6E-05	経口発ガン HLV	2.0E+00	6.6E-01	1.4E-01
108-90-7	クロロベンゼン	4.3E-03	経口慢性 HLV	9.4E-03	1.8E-02	1.3E-03
67-66-3	クロロホルム	1.4E-05	吸入発ガン HLV	4.5E+00	6.5E+00	2.0E+00
94-74-6	(4-クロロ-2-メチルフェノキシ) 酢酸	2.0E-04	経口慢性 HLV	1.8E-01	3.3E-01	3.6E-02
108-05-4	酢酸ビニル	1.2E-05	吸入発ガン HLV	3.0E+00	8.4E-01	2.0E-01
56-23-5	四塩化炭素	7.7E-06	経口発ガン HLV	3.6E+01	3.3E+01	2.4E+01
123-91-1	1,4-ジオキサン	9.1E-05	経口発ガン HLV	3.8E-01	3.7E-01	8.8E-02
107-06-2	1,2-ジクロロエタン	1.1E-05	経口発ガン HLV	4.9E+00	7.6E+00	1.9E+00
75-35-4	1,1-ジクロロエチレン	3.0E-04	経口慢性 HLV	1.2E-01	2.8E-01	1.3E-02
156-60-5	trans-1,2-ジクロロエチレン	4.8E-03	経口慢性 HLV	8.3E-03	1.6E-02	1.7E-03
100-42-5	スチレン	1.6E-05	経口発ガン HLV	2.0E+00	1.6E+00	2.0E-02
1746-01-6	2,3,7,8-テトラクロロジベンゾ-p-ダイオキシン	1.8E-11	経口発ガン HLV	3.2E+07	8.7E+07	1.2E+07
71-43-2	ベンゼン	3.5E-05	経口発ガン HLV	1.0E+00 (基準)	7.3E-01	5.4E-02
50-00-0	ホルムアルデヒド	1.6E-05	経口発ガン HLV	1.9E+00	7.2E-01	1.2E-01
79-41-4	メタクリル酸	6.1E-04	経口慢性 HLV	5.6E-02	6.9E-02	8.3E-03

表 3-2-1.9 生態毒性の影響評価係数リスト (全 162 物質から一部抜粋)

CAS	物質名称	PNEC [mg/l]	特性化係数(ベンゼンの水域の特性化係数 1)		
			大気排出	水域排出	土壌排出
100-41-4	エチルベンゼン	0.0042	7.3.E-04	2.6.E+00	1.5.E+02
100-51-6	ベンジルアルコール	0.46	5.7.E-03	3.3.E-01	2.0.E+01
108-46-3	レゾルシン	0.0034	7.2.E-01	5.3.E+01	2.9.E+03
108-88-3	トルエン	0.0058	6.4.E-04	2.3.E+00	1.0.E+02
108-90-7	クロロベンゼン	0.000066	7.4.E-01	3.6.E+02	1.3.E+04
110-54-3	n-ヘキサン	0.00025	5.9.E-05	7.3.E-01	2.4.E+03
110-82-7	シクロヘキサン	0.0045	3.7.E-05	2.8.E-01	1.3.E+02
141-78-6	酢酸エチル	0.048	1.3.E-03	4.8.E-01	2.7.E+00
67-63-0	プロピルアルコール (イソプロピル)	0.6	4.1.E-04	5.3.E-02	2.3.E-01

CAS	物質名称	PNEC [mg/l]	特性化係数(ベンゼンの水域の特性化係数 1)		
			大気排出	水域排出	土壌排出
	アルコール)				
67-66-3	クロロホルム	0.0059	1.2.E-02	1.1.E+01	1.5.E+02
80-62-6	メタクリル酸メチル	0.35	4.0.E-05	4.6.E-02	3.7.E-01
85-44-9	無水フタル酸	1.0	7.7.E-06	1.3.E-04	6.0.E-04
95-48-7	o-クレゾール	0.0070	5.2.E-02	6.6.E+00	1.2.E+03
95-50-1	o-ジクロロベンゼン	0.002	3.8.E-02	1.2.E+01	5.8.E+02
75-01-4	クロロエチレン	0.021	1.1.E-04	5.8.E-01	2.7.E+01
50-00-0	ホルムアルデヒド	0.024	1.3.E-02	9.5.E-01	5.9.E+00
542-75-6	1, 3-ジクロロプロペン (別名D-D)	0.00059	1.4.E-02	2.6.E+01	6.0.E+02
65-85-0	安息香酸	0.0011	1.9.E+00	2.1.E+01	8.9.E+03
71-43-2	ベンゼン	0.016	1.5.E-04	1.0.E+00 (基準)	1.9.E+01
74-87-3	クロロメタン (別名塩化メチル)	0.09	2.8.E-04	2.7.E-01	5.5.E+00
75-07-0	アセトアルデヒド	0.018	1.1.E-03	1.5.E+00	7.3.E+00
75-09-2	ジクロロメタン (別名塩化メチレン)	0.825	9.7.E-05	8.3.E-02	1.0.E+00

表 3-2-1.10 本研究成果(生態毒性の特性化係数)と他の研究(LIME2)との比較

項目	本調査	LIME2
運命分析モデル	USEtox UNEP/SETAC Life Cycle Initiative において開発された多媒体運命モデル	spatial multimedia model 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
対象範囲	233 物質 (化学物質審査規制法のスクリーニング評価が実施された物質から選定) 化学物質審査規制法におけるスクリーニング評価で用いられた有害性評価値から収集し PNEC を設定	131 物質 (化学物質排出把握管理促進法の第一種指定化学物質 462 物質から選定) 既存の LCIA 研究事例 (Huijbregts, 1999) から収集し PNEC を設定
環境条件の適用	日本及び各国	日本
総合評価	・日本及び各国に関して特性化係数の算出が可能 ・LIME2 と比較して特性化係数を算出する物質数が増加	・日本の環境条件に特化した特性化係数の算出が可能

表 3-2-1.11 本研究成果(人間毒性の特性化係数)と他の研究(LIME2)との比較

項目	本調査	LIME2
運命分析モデル	USEtox UNEP/SETAC Life Cycle Initiative において開発された多媒体運命モデル	spatial multimedia model 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
対象範囲	157 物質 (化学物質審査規制法のスクリーニング評価が実施された物質から選定) 化学物質審査規制法におけるスクリーニング評価で用いられた有害性評価値から収集し HLV を設定	76 物質 (化学物質排出把握管理促進法の第一種指定化学物質 462 物質から選定) 既存の LCIA 研究事例 (Huijbregts, 1999) から収集し HLV を設定
環境条件の適用	日本及び各国	日本
総合評価	・日本及び各国に関して特性化係数の算出が可能	・日本の環境条件に特化した特性化係数の算出が可能

	・LIME2と比較して特性化係数を算出する物質数が増加	
--	-----------------------------	--

表 3-2-1.12 他のライフサイクル影響評価手法の開発研究との比較

開発機関、開発者等	Ecological Footprint Global Footprint Network	Global Environmental Footprint, Hoekstra et al. (2014) [2]	CREEA, Tukker et al. (2014) [3]	Recipe 2016 Huibreghts et al. (2016) [6]	LIME3, Itsubo et al. (2015) [4] Tang et al. [5]など	本研究
評価対象	土地(都市、耕地、炭素固定等)	炭素、水、土地、資源	炭素、水、土地、資源	気候変動、酸性化、毒性、水など12領域	気候変動、水、土地、資源など7領域	気候変動、水、資源など17領域
評価段階	統	特	特	特、被	被、統	特、統
評価指標	土地面積(gha)	CFP:tCO <sub>2</sub> , WF: m <sup>3</sup> , LF: gha, MF: t	CFP:tCO <sub>2</sub> , WF: m <sup>3</sup> , LF: ha, MF: t	・領域ごとに特性化係数 ・エンドポイントごとに被害係数	・エンドポイントごとに被害係数 ・統合化指標(貨幣、無次元)	・17領域の影響を統合化指標で表現
評価範囲	国、世界	世界	国、世界	世界	世界	日本

特: 特性化、ミッドポイント(例:放射強制力)に注目した評価、被:被害評価、エンドポイント(例:健康被害)に注目した評価、統:統合化、単一指標で表現した評価

エコロジカルフットプリントはあらゆる影響を土地面積で示すため明快だが、水や資源などの主要な影響領域を算定できない。グローバル環境フットプリント(Hoekstraら2014)とCREEA(Tukkerら2014)は土地や資源を含めるが、人間健康などのエンドポイントの被害量を算定できない。Recipe(Huibreghts2016)、LIME3(Itsubo2015)は、気候変動や水などの影響を世界を対象に分析することができるが、これに対して本研究は日本を対象としつつも室内空気質汚染や森林資源消費、廃棄物などを含む17種類を網羅している点で優れる。特に廃棄物を含めることで、WIOとの親和性が高いことも他の手法にはない特徴のひとつである。

以下に本研究実施による主な成果をまとめた。

- 誰に与える成果であるか: LCAを実施するには、多くの時間と労力が必要とされる。本研究の成果はLCAユーザーがホットスポット分析を通じて短期間に包括的な分析を行うことを可能にする。さらに、環境ラベルタイプ3のプログラム運営者(例えば産業環境管理協会)にとっては、最新の評価手法を駆使した定量的環境ラベルの算定を可能にする。
- どのような効果を与えうるか: 企業はCDP(カーボンディスクロージャープロジェクト)をはじめ、企業の環境パフォーマンスを対外的に報告する機会が増えている。近年は気候変動のみでなく、水や木材など報告する範囲は拡大しているだけでなく、これらの情報が投資機関による長期融資の判断材料となっており、重要性が高まっている。あらゆる産業界に対して分析することを可能にする本評価手法は、産業界が対外的に環境活動を説明するうえでのベンチマークとして利用することができる。
- 成果の今後の展開: エコマークやエコリーフにおいて製品ごとに見た主要な環境影響とライフサイクルステージを定めるための標準的な方法として利用される。さらに、欧州委員会が推進する環境フットプリントに対して本研究成果の利用を提案することで、欧州域内でのグリーン調達やグリーン購入の促進に本研究の成果が活用されることが期待される。
- 成果の入手・利用方法: 評価手法が搭載されたホットスポット分析用評価ツールはインターネットを通じて公開する予定である。これにより、生産者は自らが生産するエコプロダクツの開発のための指針を得ることができる。消費者はエコプロダクツを購入するための重要なポイントについて認識することができる。



### 3-2-2. 100 品目を対象とした環境ホットスポット分析と社会実装

#### (1) 100 製品を対象とした環境ホットスポット分析結果

ここでは、産業連関表(Input Output table : 以下 IO)を用いて下表の二次データを活用した 100 製品のホットスポット分析を行った。材料調達、製造に関しては評価対象の該当する部門の投入係数を用いることで、一生産に必要な金額の構成比ベースに単価を乗じることで、インプットされる活動量を得た。流通に関しては、総務省統計局が公開している、産業連関表の投入表を用いて算出をする。投入表には、各部門の取引額が生産者価格と購入者価格で表されている。この購入者価格には生産者価格にマージンと呼ばれる、小売、卸売、輸送、在庫の金額が計上されている。この差額が流通段階の活動量に該当するため、評価対象の流通に関する平均的な金額を得ることで活動量を算出した。使用段階に関しては、産業連関表の生産者価格ベースの表からは平均的な活動量を得ることはできないので、シナリオを設定する必要がある。そこで、二次産業に関しては、使用時のエネルギー消費量を計上するため、経済産業省が公開している平成 23 年度エネルギー使用合理比促進基盤整備事業「機械器具等の省エネルギー対象の検討に関わる調査」を参照し、各製品のシナリオを設定した。廃棄・リサイクル段階では、本研究で利用している廃棄物産業連関表の廃棄物部門及び廃棄物処理部門の平均値を用いることで算出をした。また、リサイクルされる廃棄物に関しては、廃棄物産業連関表を用いているため、該当する廃棄物の投入として計上することで算出している。

部門の対応と統計値から得られるシナリオを以下の表 3-2-2.1 に示した。

表 3-2-2.1 ライフステージと該当部門、シナリオ

ライフステージ	該当部門・シナリオ
材料調達	第一次産業の農林水産業～第二次産業のその他の製造工業製品
製造	第三次産業の建設～分類不明部門
流通	小売、卸売、道路貨物輸送(自家輸送を除く)ほかの輸送、倉庫 但し、材料調達部門内の流通は材料調達に計上し、材料調達から製造への流通は製造に計上
使用	エネルギーの消費量、素材・部品の投入量を計上 各製品のエネルギー消費量は、章末の参考資料より引用
廃棄・リサイクル	廃棄物産業連関表(WIO2011)の当該部門 産業廃棄物 101 部門、一般廃棄物 64 部門、廃棄物処理 70 部門の平均値を用いることで算出

100 製品のホットスポット分析結果その考察を、以下の一覧表に示す。各製品のライフステージ別のホットスポット、並びにライフステージごとの環境領域別のホットスポットを、%数字とセル色で表示し、分析結果に基づく考察を記載した。



る負荷が大きくなることを再認識できるため、積極的に資源の再利用やグリーン調達を行うことで、環境に配慮しつつ、コストの削減をはかることを促進する情報開示になったと考える。

以上のように、多岐にわたる製品、工法、サービスのホットスポット分析結果を得て、科学的な情報に基づいた評価基準を策定することが可能となった。

この結果は、グリーン調達法の円滑な実施のための一助となることが期待でき、様々な分野での購入行動の支援に繋がるものと考えられる。

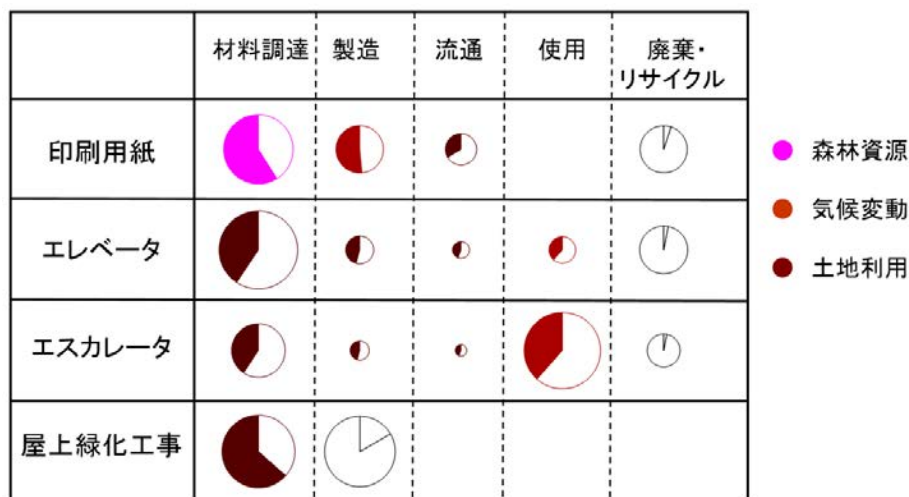
今後、WEB等を通じて消費者や販売者へ情報提供してグリーン購入を促すガイドとして活用すること、更に工業会ほかの業界に対して結果を示すことで様々な分野での環境影響削減の貢献を支援する。

以下に、主要製品のホットスポット分析結果について記載する。

下表に示す4製品について、詳細な分析結果や課題、取り組みについて述べる。

各ライフステージの円グラフは、凡例のように色で影響領域を示し、円の大きさで影響の大きさ、面積で割合を示すことで、どのライフステージで何の影響領域がどの程度影響しているかを把握できる様にした。なお、白色の円は廃棄物の影響が占める割合を示している。

表 3-2-2.3 主要4製品のホットスポット分析結果



◆印刷用紙

塗工されていない印刷用紙のホットスポット分析を行った分析結果、ホットスポットになった要因、それらのホットスポットを低減させるための課題や取り組みについて、以下に記載する。

印刷用紙の使用段階では、エネルギー消費や副資材の投入は無いものとし、材料調達、製造、流通、廃棄・リサイクルのライフステージ4段階を範囲とし、ホットスポット分析を行った。印刷用紙のライフステージ別の統合化の結果を下図に示し、環境影響評価指標と課題・取り組みについて下表にまとめた。

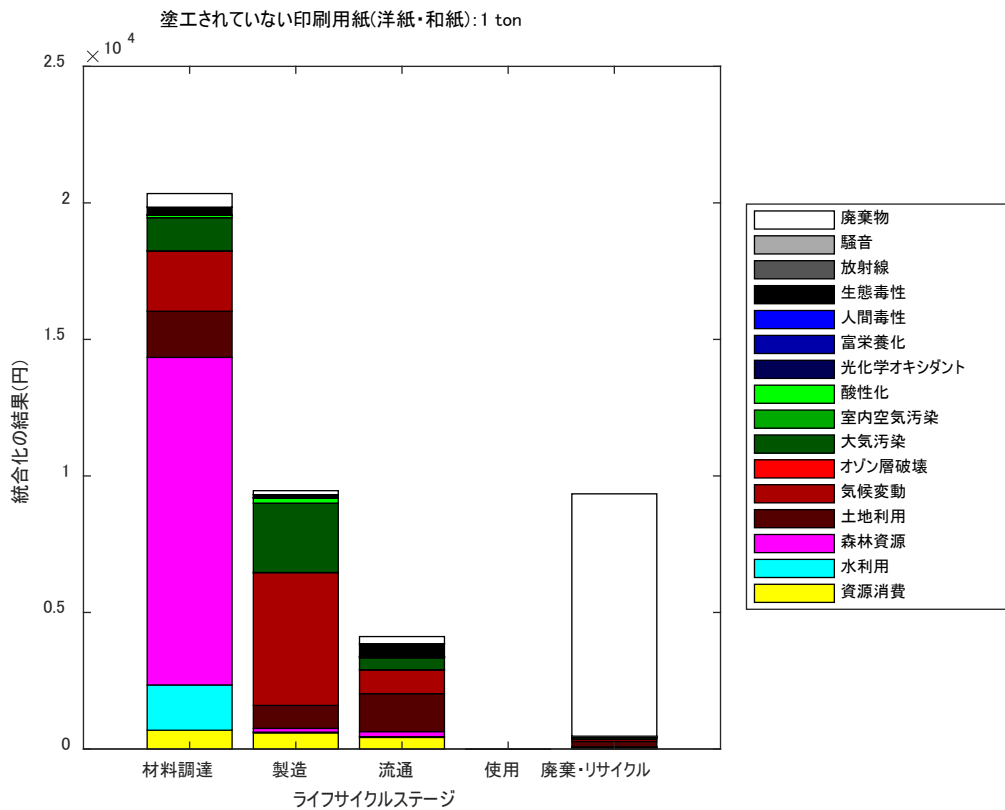


図 3-2-2.1 印刷用紙のホットスポット分析結果

表 3-2-2.4 印刷用紙の環境影響評価指標と課題・取り組み

ライフステージ	影響領域	インベントリ	根拠	課題・取り組み
材料調達	森林資源	木材	用紙の材料であるパルプを作る木材の森林資源の影響が大きい	適正に管理された人工林の木材を使用し、持続可能な森林資源を確保する
廃棄・リサイクル	廃棄物	埋立	廃棄された用紙の 1/3 が埋立処理されている	古紙の再生利用を図り、廃棄物の削減、材料調達段階の森林資源を削減する
製造	気候変動	CO <sub>2</sub> 排出	製造工程からの CO <sub>2</sub> 排出量が大きい	化石資源由来と生物由来の CO <sub>2</sub> 排出量が拮抗しており省エネルギー化、生物由来エネルギーの増加を図る
製造	大気汚染	SO <sub>2</sub> 排出	化石資源由来の SO <sub>2</sub> 排出量が大きい	燃焼施設の排ガス対策、生物由来燃料への転換を図る

上記の結果から、材料調達における森林資源が大きいので、再生紙を用いることでその影響を低減させることが重要であることがわかる。また、製造時では自家発電を利用することが多く、燃料燃焼による負荷が大きくなるため、エネルギー供給を見直すことが重要であることが分かる。これらのことから、森林資源、気候変動による影響を低減させるために、植林による木材供給量のマネジメントと本来の森林がもつ炭素吸収を考慮することが重要であるといえる。製造段階に関しては、自家発電による物資の投入量は少ないので、排出される二酸化炭素を CCS で大気

に放出しないといた配慮をすべきであるといえる。

◆運搬機械

エレベータとエスカレータのホットスポット分析を行い、使用段階の両者の運用方法の違いが大きく影響していること、その影響を低減させるための取り組みで期待される効果について、以下に記載する。

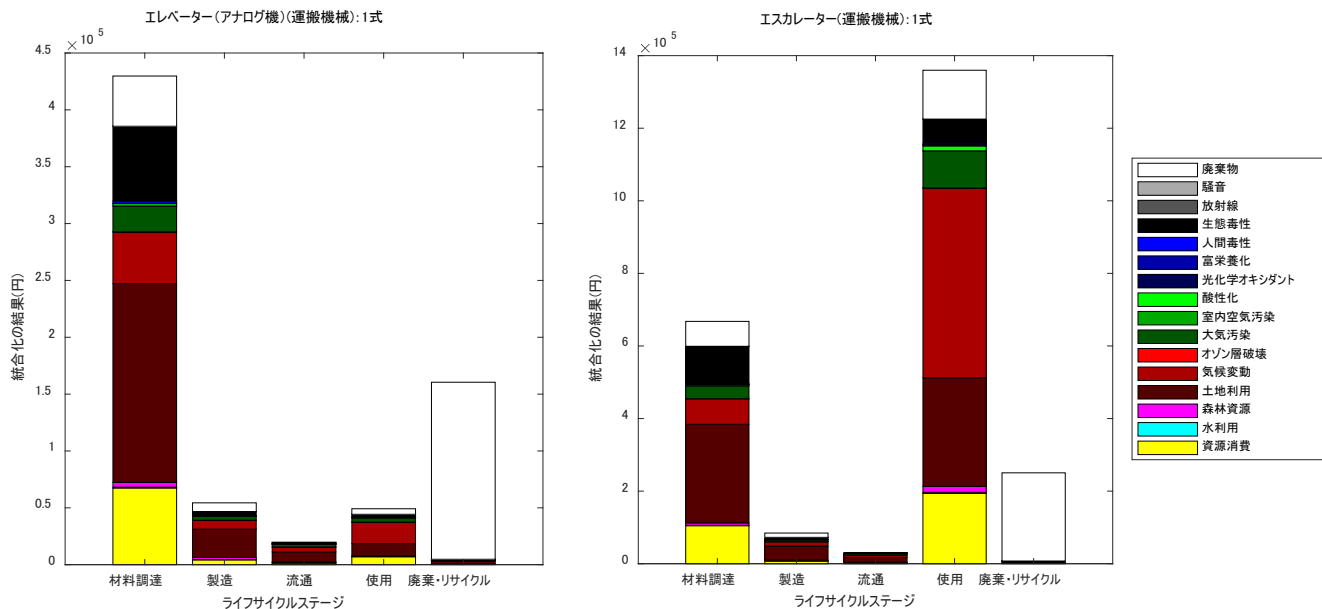


図 3-2-2.2 運搬機械のホットスポット分析結果の比較

表 3-2-2.5 運搬機械の環境影響評価指標と課題・取り組み

ライフステージ	影響領域	インベントリ	根拠	課題・取り組み
材料調達	土地利用	鉱物採掘用地	金属製品の鉱物を採掘する土地利用の影響が大きい	金属製品を再生し、リユース・リサイクルを促進する
材料調達	資源消費	金属	運搬機械本体、部品を作る金属資源消費の影響が大きい	金属材料を再生し、リユース・リサイクルを促進する
材料調達	廃棄物	埋立	金属材、部品を作る際に排出される廃棄物が多い	材料調達時に排出される廃棄物を抑制する
使用	気候変動	CO <sub>2</sub> 排出	エスカレーターでは連続運転中の事業用電力消費量が多く気候変動の影響が大きい	運転時の省エネルギー化を図ると同時に、運用方法の見直しを検討する
廃棄・リサイクル	廃棄物	埋立	運搬機械の廃棄時に排出される廃棄物が多い	運搬機械を設置した構造物の解体作業で、他の構造物と一緒に解体・破砕され廃棄されるのを止め、分別回収と再生化を図って、廃棄物の発生を抑制する

上図左のエレベータは、常に乗降している訳ではなく、必要に応じて乗降する間欠使用である

こと、エレベータ本体とバランスウェイト(錘)は鋼線ケーブルで繋がれ、吊り下げられた状態にあるため、動作時の電力消費量は小さい。したがって、使用段階の気候変動はそこまで大きく寄与しない。一方、上図右のエスカレータは、常に乗降しているために電力消費量が大きく、ライフステージで使用段階の影響が突出して大きい。それに伴い、電力供給に伴う化石資源の供給、間接的な土地利用の影響が大きくなることが読み取れる。しかし、最新型のエスカレータでは、使用段階の電力消費量を削減するために「人感センサー」を付けて人が近づくと起動する機能を装備するようになった。

この機能を装備することで、電力消費量を低減することが可能となる。一方で、センサーと起動停止機能により材料調達段階の環境負荷が増加することが判る。今回の算定では考慮できていないが、これによるトレードオフを分析することで、本当に環境負荷が低減できるのかを相対的に判断することができる。

ホットスポット分析は、問題点を明らかにするだけでなく、その要因を分析するツールとしての活用も可能で、改善の効果確認まで事前に行うことが出来るため、製品やサービスの環境影響削減に貢献することが期待できる。

#### ◆屋上緑化工事

今回ホットスポット分析を行った 100 製品には、製品やサービスのほか工事、工法の事例も含まれている。ここでは、建設工事のホットスポット分析事例として屋上緑化の分析結果、ホットスポットになった要因、それらのホットスポットを低減させるための課題や取り組みについて、以下に記載する。

屋上緑化工事では、建設工事に関わる資材を材料調達段階に計上し、工事に投入される機械設備やエネルギー、発生する廃棄物を製造段階に計上した。屋上緑化の維持管理や廃棄は考慮しておらず、材料調達、製造のみで、流通、使用、廃棄・リサイクルを除くライフステージ2段階のホットスポット分析を行った。

屋上緑化工事のライフステージ別の統合化の結果を下図に示し、環境影響評価指標と課題・取り組みについて下表にまとめた。



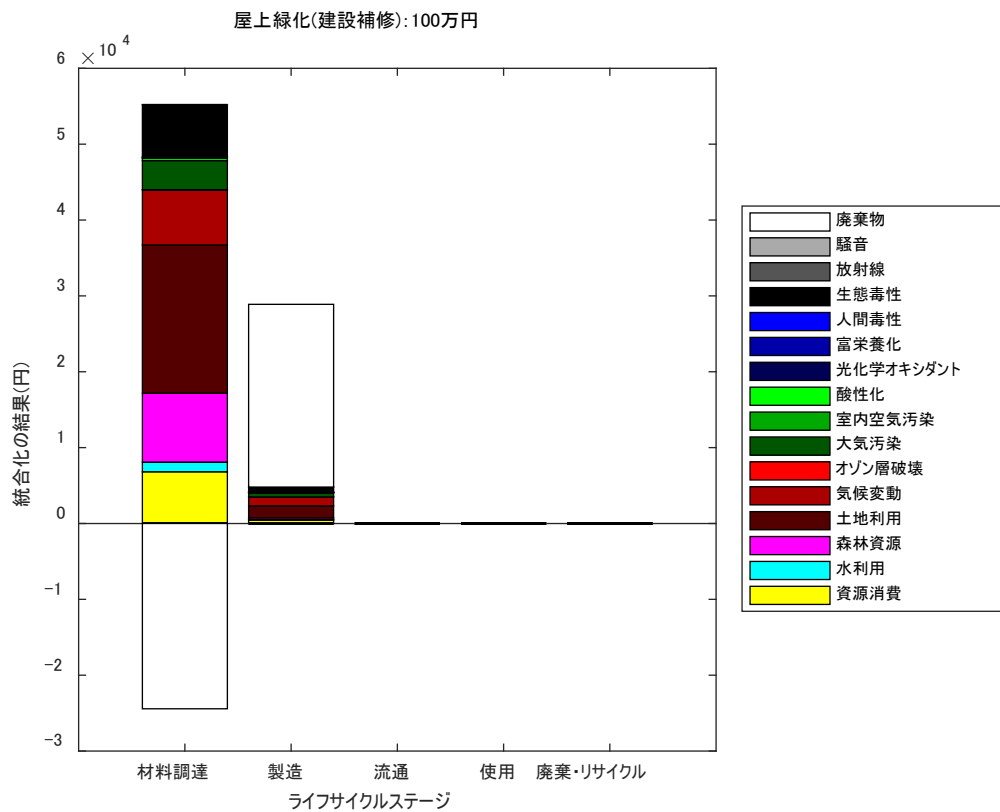


図 3-2-2.3 屋上緑化のホットスポット分析結果

表 3-2-2.6 屋上緑化の環境影響評価指標と課題・取り組み

ライフステージ	影響領域	インベントリ	根拠	課題・取り組み
材料調達	廃棄物	埋立	建設工事では建設資材として廃棄物の受け皿になっており大量に投入されてグラフではマイナス表示されている	建設資材として適正に管理する
材料調達	土地利用	鉱物採掘用地	建設用金属製品の鉱物を採掘する土地利用の影響が大きい	金属製品を再生し、リユース・リサイクルを促進する
材料調達	森林資源	木材	建設用製材・合板を作る木材の森林資源の影響が大きい	建設用資材を再生し、リユース・リサイクルを促進する
製造	廃棄物	埋立	建設工事では大量のがれきが発生し、埋立処理される	建設工事で発生する廃棄物を削減する
製造	気候変動	CO <sub>2</sub> 排出	建設工事からの CO <sub>2</sub> 排出量が大きい	建設工事の省エネルギー化を図る

グラフから、製造時の廃棄物が大きく影響する一方で、材料調達における廃棄物のリサイクル効果が大きいということがわかる。したがって、建材のリサイクルを積極的に行うことが重要であることが読み取れる。また、今回は考慮できていないが、屋上緑化による炭素吸収の効果が見込めるため、緑化による気候変動への影響低減が材料調達時の影響をどれくらいの期間でペイバックできるのかを考慮することも重要であると考えられる。

## 参考資料

総務省統計局，産業連関表，入手先<[http://www.soumu.go.jp/toukei\\_toukatsu/data/io/](http://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/)>

総務省統計局，平成23年（2011年）産業連関表（確報），入手先<[http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?\\_toGL08020103\\_tclassID=000001060671&cycleCode=0&requestSender=search](http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_tclassID=000001060671&cycleCode=0&requestSender=search)>

特定調達品目の分野及び品目一覧【21分野 274品目】，入手先<[www.gpn.jp/guideline/files/gplawitems.pdf](http://www.gpn.jp/guideline/files/gplawitems.pdf)>

平成23年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業「機械器具等の省エネルギー対策の検討に係る調査」（調査概要），経済産業省，入手先 < [www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2012fy/E002568.pdf](http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2012fy/E002568.pdf) >

## 3-3. 学術的成果、人材育成やネットワーク拡大への貢献等

### 3-3-1. 産業分野間の環境コミュニケーション促進によるコミュニティの拡大

環境ラベルタイプ1は生活用品や文具など、タイプ3は事務機器、カーボンフットプリントは食品などに利用される機会が多かった。一次産業、BtoB、サービスといったまだ環境評価が普及していない分野を含むあらゆる産業界が環境ホットスポット分析を環境情報の共通プラットフォームとして利用することで、分野間の環境コミュニケーションが活発になり、環境ラベルの公開点数が増大するものと期待される。今回のプロジェクトを通じて、日本で初めて環境ラベルタイプ1（エコマーク）とタイプ3（エコリーフ）が共同でイベントを開催するなど、分野間の交流は確実に強化された。さらに、両者を本プロジェクトの成果が共通基盤として機能することで、例えばエコリーフの情報を基にエコマークの認定がされるといった実質的な協力体制の構築が期待される。

### 3-3-2. 企業内の環境人材の育成

科学的な方法に基づく説得力の高い環境主張とこれによるグリーン購入が加速されれば、企業の商品開発で環境側面がより中心課題として位置付けられるようになる。企業のエコプロダクト開発に対する動機づけが得られることで、企業内の環境活動に対する意識変化が生まれ、CSR担当者を環境人材として育成するプライオリティが上がる。さらに、CSR担当者にとっては、環境ホットスポット分析の結果を社内活用することで、企業における環境戦略についてコンセンサスが得やすくなる。ESG（環境・社会・ガバナンス）投資が主流となっている現在、組織の定量的環境情報開示は企業経営にとって必要不可欠なものとなっている。セミナーの実施では、企業から多くの来場がありツールの利用に強い期待が寄せられた。本プロジェクトの成果であるホットスポット分析結果と計算ツールの公開は企業における環境人材の育成とさらなる投融資の獲得に大きく貢献するものと考えられる。

### 3-3-3. CSRレポートへの活用を通じた情報の拡散

企業の統合報告書やCSRレポートにおいて環境ホットスポット分析の結果が活用されようとしている。特にCSRレポートのガイドラインであるGRI(Global Reporting Initiative)の実施マニュアルはマテリアリティの開示が重視されている。環境ホットスポット分析の結果は、マテリアリティの早期発見に貢献するため、今後多くの企業で活用されるものと考えられる。現在日経銘柄225の9割を超える企業がCSRレポートを発行しているが、これらの企業が環境ホットスポット分析を利用すれば、速いスピードで環境情報の利用と拡散が実現するものと期待される。



### 3-3-4. 実施者の労力軽減による評価点数の増加

LCA や環境フットプリントは製品のライフサイクル全体を評価範囲とするため、データ収集に多大な労力を要するのが課題であった。環境ホットスポット分析結果は LCA 実務者の労力を軽減するのに大きく貢献する。1 件あたりの環境評価に要する時間を削減できれば、その分より多くの商品に対する評価が実施されるものと期待される。その結果より多くの関係者を巻き込んだ環境コミュニケーションにつながるものと考えられる。

### 3-3-5. 研究成果の早期の社会実装

エコマークを運営する日本環境協会、エコリーフとカーボンフットプリントを運営する産業環境管理協会と連携することで、本研究成果をエコリーフの基準案やエコリーフの PCR に早期に反映させることを可能になる。さらに、LCA 日本フォーラムを通じて産業界と協働でホットスポット分析を行うことで、評価結果を産業界に広く通達し、効果的に真のエコプロダクツの開発と社会的実装が促進される。

### 3-3-6. 審査の簡素化による環境情報の公開促進

カーボンフットプリントやエコリーフはライフサイクルを網羅した分析結果を審査することから、その検証に時間がかかる。環境ホットスポット分析結果に基づけば、主要なプロセスのみに注目した審査で済むため、審査手続の簡素化につながる。これは登録費用の低減にもつながるため、環境ラベルの利用件数増大にも寄与するものと考えられる。

## 3-4. 成果の発展の可能性

・プロジェクト成果はプロジェクト期間で実施する 100 製品のみでなく、終了後はエコマークやエコリーフ実施団体に継承され、政府特定調達品目すべての品目に利用されることが期待される。また今回採用するインベントリデータは産業連関表や工業統計表などの統計資料が基礎データとなっており、統計が更新されれば、ホットスポット分析結果も更新されるため、評価インフラの継続的更新が可能となる。

・本評価手法は、日本に限らず世界にも応用することが可能である。たとえば JETRO アジア研究所が発行するアジア国際産業連関分析を利用することで、アジア各国の貿易を考慮した環境ホットスポット分析も行うことが可能になる。本プロジェクトによる成果は国内のみでなく、海外に評価範囲を広げ、その結果を世界に発信するとともに、国際イニシアティブの確保につなげることができる。さらには、欧州や米国と連携することで、世界のグローバルチェーンを網羅した環境ホットスポット分析の実施について国際共同研究へと発展させていくことができるであろう。

・SDGs では環境側面と社会側面の双方が世界目標として示されている。本研究では環境側面に注目したが、社会側面についても注目した分析結果を開示することが期待される。雇用や労働、事故、教育といった分析へと展開することができれば、国連との連携も視野に入れた研究の推進へと発展させることが期待される。

## 4. 関与者との協働、成果の発信・アウトリーチ活動

#### 4-1. 研究開発の一環として実施した会合・ワークショップ等

名 称	年月日	場 所	規模 (参加人数等)	概 要
International Symposium on Life Cycle Assessment - Toward the Promotion of Green Procurement using Environmental Hotspot Analysis-	2014/10/31	商工会館（東京、霞が関）	80	UNEP のプロジェクトでホットスポット分析について取りまとめる Guido Sonnemann 氏を迎え、ホットスポット分析の展望について議論した。本プロジェクトの概要について紹介し、各国で行われるホットスポット分析と対比するとともに、これらのグリーン調達への活用について討議した。
エコプロダクツ 2014 において出展	2014/12/11 ～ 2014/12/13	東京ビッグサイト	200 名程度に説明	エコプロダクツ 2014 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。
エコプロダクツ 2015 において出展	2015/12/10 ～ 2015/12/12	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。
エコプロダクツ 2016 において出展	2015/12/8～ 2015/12/10	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、本プロジェクトの成果をブースにて紹介。
エコマークシンポジウム	2016/2/19	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
特別セッション：Case studies of Hotspot analysis using the Environmental Footprint Databases, Ecobalance 2016	2016/10/6	京都テルサ	60	UNEP/SETAC ライフサイクルイニシアティブフラグシッププロジェクト（ホットスポット分析）代表の Jim Fava 氏を招いてホットスポット分析の特別セッションを開催した。
企画セッション：日本の LCA 評価基盤に基づくホットスポット分析手法の開発とケース	2017/3/2	産業技術総合研究所つくばセンター	60	日本 LCA 学会において本プロジェクトの実施状況について報告するための企画セッションを開催した。

スタディ 第12回日本LCA学会 研究発表会				
セミナー「持続可能性 向上のためのエコマー ク/エコリーフのアプ ローチーホットスポ ット分析の活用ー」	2017/4/14	アットビジネスセ ンター東京駅 302号室	80	環境ラベル導入企業を対象 に本プロジェクトの意義と 研究開発状況について報告 した。日本を代表する環境 ラベルが連携して開催した 初のイベントとして注目さ れた。
EHSA 合宿	2017/7/6～ 2017/7/7	マホロバ・マイン ズ三浦 103会議 室	9名	1日目：ホットスポット分 析の進捗報告を行い、結果 の解釈について各委員と協 議した。 2日目：伊坪研究室ならび に委員各位より現在の仮 題・懸案事項について進捗 の報告を行い、その後合宿 成果とりまとめ、今後の方 針確認を行った。

## 4-2. アウトリーチ活動

### 4-2-1. 主催したイベント

- (1) Toward the Promotion of Green Procurement using Environmental Hotspot Analysis、2014/10/31、商工会館（東京都）、参加者数 80 名
- (2) エコマークシンポジウム、2016/2/19、新宿 NS ビル、参加者 65 名
- (3) Ecobalance2016 企画セッション、2016/10/6、京都テルサ、参加者 60 名
- (4) セミナー「持続可能性向上のためのエコマーク/エコリーフのアプローチーホットスポット分析の活用ー」、2017/4/14、アットビジネスセンター東京駅 302 号室、参加者 80 名

### 4-2-2. ウェブサイト構築

- (1) サイト名：「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」<http://www.yc.tcu.ac.jp/~itsubo-lab/lcaproject/products/index.html>  
(2017年3月)

### 4-2-3. 招聘講演

- (1) 伊坪徳宏（東京都市大学）「ホットスポット分析に関する国内外の動向」日本LCAフォーラムセミナー、環境マネジメントに関する国際規格、海外の動向、大手町ファーストスクエアカンファレンス、2017年3月
- (2) 伊坪徳宏（東京都市大学）「世界の環境・社会問題とグローバルサプライチェーン」北海道グリーン購入ネットワーク通常総会、EVENT SPACE EDiT、2016年5月13日
- (3) 伊坪徳宏（東京都市大学）「グローバルサプライチェーン -パリ協定後の地球温暖化対策

- の方向-」一般社団法人環境エネルギーネット記念講演会-環境エネルギー分野の社会貢献を目指して-、中央区環境情報センター、2016年6月2日
- (4) 伊坪徳宏（東京都市大学）「ウォーターフットプリントの開発と活用-水に関わる環境影響をライフサイクルの視点から測る-」環境ビジネス委員会（水分科会）、日本産業機械工業会（東京）、2016年6月7日
- (5) 伊坪徳宏（東京都市大学）「ライフサイクルを思考した環境ホットスポット分析」、SPEED研究会特別研究会、アルカディア市ヶ谷（東京）、2016年6月30日
- (6) 伊坪徳宏（東京都市大学）、田原聖隆（産業技術総合研究所）、近藤康之（早稲田大学）「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、プロジェクトの概要とホットスポット分析方法」ビジネス機械・情報システム産業協会LCAWG、2016年7月1日
- (7) 伊坪徳宏（東京都市大学）「ライフサイクルに注目したホットスポット分析手法の開発とグリーン調達への活用」RC70 水・地球環境特別研究会、東京大学生産技術研究所、2016年9月8日
- (8) 伊坪徳宏（東京都市大学）「森林を通じて考える資源の効率的活用」朝日新聞主催、朝日地球会議2016、帝国ホテル、2016年10月4日
- (9) 伊坪徳宏（東京都市大学）「水循環の持続可能性と環境影響評価-プラスチックとの関わり-」一般社団法人プラスチック循環利用協会講演会、日新ビル3F会議室（東京）2016年11月18日
- (10) 伊坪徳宏（東京都市大学）「環境フットプリントと自動車LCAの動向-マルチクライテリアを考慮した影響評価の意義と開発の現状-」自動車部品工業会 環境対応委員会 LCA分科会、栄ビルディング（名古屋）、2016年11月28日

#### 4-3. 新聞報道・投稿、受賞等

##### 4-3-1. 新聞報道等

- (1) 伊坪徳宏（2017）「LCA一本化進める欧州 日本も政策で大胆活用」『日経エコロジー』、5、2017年6月

#### 5. 論文、特許等

##### 5-1. 論文発表

###### 5-1-1. 査読付き（ 4 件）

- (1) 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
- (2) Tang, L., Higa, M., Tanaka, N. Itsubo, N., Assessment of global warming impact on biodiversity using the extinction risk index in LCIA: a case study of Japanese plant species, Int J Life Cycle Assess (2017) . doi:10.1007/s11367-017-1319-6
- (3) Yamaguchi, K., Ii, R. & Itsubo, N., Ecosystem damage assessment of land

transformation using species loss, *Int J Life Cycle Assess* (2016) . doi:10.1007/s11367-016-1072-2

- (4) Shinichiro Nakamura, Yasushi Kondo, Kenichi Nakajima, Hajime Ohno, Stefan Pauliuk (2017) Quantifying recycling and losses of Cr and Ni in steel throughout multiple life cycles using MaTrace-alloy. *Environmental Science & Technology* 51(17), 9469–9476. <https://dx.doi.org/10.1021/acs.est.7b01683>

#### 5-1-2. 査読なし ( 1 件)

- (1) 松田健士・伊坪徳宏 (2015) 「鉱物資源の LCA 手法の現状」 *環境情報科学* 43 巻 4 号, 25-31

## 5-2. 学会発表

### 5-2-1. 招待講演 (国内会議 1 件、国際会議 2 件)

- (1) Norihiro Itsubo: Toward the globalization of LCIA method –the next research perspective of the environmental method for global supply chain- keynote speech in Joint SETAC AP/AU 2014 Conference, 14-17 September 2014, Adelaide, South Australia
- (2) 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
- (3) 伊坪徳宏 (東京都市大学) 「ライフサイクル影響評価とマテリアルフットプリント」 MRS-J 2016 年会 シンポジウム E-3 「資源効率」、横浜文化情報センター、2016 年 12 月 18 日

### 5-2-2. 口頭発表 (国内会議 12 件、国際会議 16 件)

- (1) 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)、IDEA における環境負荷項目の拡充～オゾン層破壊及び地球温暖化関連物質～、第 10 回日本 LCA 学会研究発表会、神戸大学、2015 年 3 月 11 日
- (2) Norihiro Itsubo, Overview of the research project for environmental hotspot analysis, International Symposium on Life Cycle Assessment -Toward the Promotion of Green Procurement using Environmental Hotspot Analysis -, Date: 2014. October. 31, 10:00-12:00, Venue: Shoukou Kaikan, Tokyo, Kasumigaseki
- (3) Kiyotaka Tahara, Brief introduction to IDEA and its Application to EHSA, International Symposium on Life Cycle Assessment -Toward the Promotion of Green Procurement using Environmental Hotspot Analysis -, Date: 2014. October. 31, 10:00-12:00, Venue: Shoukou Kaikan, Tokyo, Kasumigaseki
- (4) Yasushi Kondo, Brief introduction to WIO and its Application to EHSA, International Symposium on Life Cycle Assessment -Toward the Promotion of Green Procurement using Environmental Hotspot Analysis -, Date: 2014. October. 31, 10:00-12:00, Venue: Shoukou Kaikan, Tokyo, Kasumigaseki
- (5) Norihiro Itsubo, Brief introduction to LIME and its Application to EHSA, International Symposium on Life Cycle Assessment -Toward the Promotion of Green

- Procurement using Environmental Hotspot Analysis -, Date: 2014. October. 31, 10:00-12:00, Venue: Shoukou Kaikan, Tokyo, Kasumigaseki
- (6) 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
  - (7) 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
  - (8) 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
  - (9) 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)
  - (10) 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
  - (11) 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
  - (12) 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
  - (13) 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
  - (14) Norihiro Itsubo (Tokyo City University), Kiyotaka Tahara (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), Yasushi Kondo (Waseda University).”Development of Hotspot Analysis Method using Japanese LCA method and databases”. 2016, Kyoto Terrsa, Kyoto, Japan, 3–6 October 2016
  - (15) Hirotaka Sano (Japan Environment Association, Japan), Norihiro Itsubo (Tokyo City University). ”Feasibility of hotspot analysis as a screening method in Eco Mark programme” . 2016, Kyoto Terrsa, Kyoto, Japan, 3–6 October 2016
  - (16) Akira Kataoka, Masayuki Kanzaki (Japan Environmental Management Association for Industry), Norihiro Itsubo (Tokyo City University). “ EcoLeaf programme and the environmental hotspot analysis”. 2016, Kyoto Terrsa, Kyoto, Japan, 3–6 October 2016
  - (17) Yasushi Kondo (Waseda University), Koichi Tachio (Japan Environmental Sanitation Center), Shinichiro Nakamura (Waseda University). “Waste input-output (WIO) and its application to hotspots analysis.” EcoBalance 2016, Kyoto Terrsa, Kyoto, Japan, 3–6 October 2016
  - (18) Kiyotaka Tahara, Asako Takada, Chiharu Fujii, Shigeo Kihira and Koichi

- Shobatake (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)  
「Development of Inventory Database for Hotspot Analysis based on IDEA」 EcoBalance  
2016, The 12<sup>th</sup> Biennial International Conference on EcoBalance, 2016年10月6日
- (19) Haruo Suzuki, Toshihiko Arima, Yuki Ichisugi, Satomi Suguri (Tokyo City University), Yasushi Kondo (Waseda University), Kiyotaka Tahara, Asako Takada (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), Norihiro Itsubo (Tokyo City University). "Case studies of Hotspot analysis using the Environmental Footprint Databases). 2016, Kyoto Terrsa, Kyoto, Japan, 3–6 October 2016
- (20) Yasushi Kondo (Waseda University). "Constructing a new waste input-output database and its application in life cycle analysis." Indian Conference on Life Cycle Management (ILCM 2016), Federation House, New Delhi, India, 17-20 October 2016
- (21) 田原聖隆、藤井千陽、高田亜佐子、紀平茂雄 (国立研究開発法人 産業技術総合研究所) 「IDEAにおける環境負荷項目の拡充～電離放射線およびPRTR対象物質～」 LCA学会・第12回LCA学会研究発表会、産業技術総合研究所 つくばセンター、2017年3月2日
- (22) 鈴木春生、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、藤井千陽 (国立研究開発法人 産業技術総合研究所)、有間俊彦、伊坪徳宏 (東京都市大学) 「日本の LCA 評価基盤に基づくホットスポット分析手法の開発とケーススタディ」, 第12回日本 LCA 学会研究発表会、産業技術総合研究所 つくばセンター 平成 29 年 3 月 2 日
- (23) 一杉佑貴、村主さとみ、鈴木春生 (東京都市大学)、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)、近藤康之 (早稲田大学)、伊坪徳宏 (東京都市大学) 「環境・社会側面を対象とした日本版ホットスポット分析手法の開発と活用」 第12回日本 LCA 学会研究発表会、産業技術総合研究所 つくばセンター、平成 29 年 3 月 2 日
- (24) 村主さとみ、一杉佑貴 (東京都市大学)、田原聖隆 (国立研究開発法人 産業技術総合研究所)、近藤康之 (早稲田大学)、伊坪徳宏 (東京都市大学) ; 「産業連関分析を活用した組織の環境フットプリント評価手法の開発」, 第12回日本 LCA 学会研究発表会、産業技術総合研究所 つくばセンター、平成 29 年 3 月 3 日
- (25) 近藤康之 (早稲田大学)、立尾浩一、溝田健一、池本久利 (日本環境衛生センター)、中村愼一郎 (早稲田大学) 「廃棄物産業連関表の推計とホットスポット分析への応用」 LCA 学会・第12回 LCA 学会研究発表会、産業技術総合研究所つくばセンター、2017年3月2日
- (26) Yasushi Kondo (Waseda University), Koichi Tachio (Japan Environmental Sanitation Center). "Hotspots analysis for promoting 3R and green procurement." 4th 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management (4th 3RINCs), India Habitat Centre, New Delhi, India, 8-10 March 2017
- (27) Yasushi Kondo (Waseda University), Shigemi Kagawa (Kyushu University), Norihiro Itsubo (Tokyo City University). "Who are responsible for illegal logging in Indonesia? Forward structural path analysis with an integrated input-output framework and its application to the Eora MRIO table." International Conference on Economic Structures, Meiji University, Tokyo, Japan, 17-19 March 2017
- (28) Yasushi Kondo (Waseda University), Shigemi Kagawa (Kyushu University), Norihiro Itsubo (Tokyo City University). "Detecting what drives a social issue: Forward structural path analysis with an integrated multiregional input-output framework." 25th International Input-Output Conference, Atlantic City, New Jersey, USA, 19-23 June 2017



5-2-3. ポスター発表 (国内会議 2 件、国際会議 7 件)

- (1) 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
- (2) 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
- (3) Yuki Ichisugi, Nrihiro Itsubo (Tokyo City University).”Development of social life cycle impact assessment method using covariance structure analysis” SETAC Europe 26<sup>th</sup> Annual Meeting, NANTES, France, 22-26/May/2016
- (4) Satomi Suguri, Nrihiro Itsubo (Tokyo City University).” Evaluation of Natural Capital for Organizations Considering Life Cycle Perspectives” SETAC Europe 26<sup>th</sup> Annual Meeting, NANTES, France, 22-26/May/2016
- (5) 一杉佑貴、村主さとみ、鈴木春生 (東京都市大学)、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)、近藤康之 (早稲田大学)、伊坪徳宏 (東京都市大学)「環境・社会側面を対象とした日本版ホットスポット分析手法の開発と活用」第12回日本LCA学会研究発表会、産業技術総合研究所 つくばセンター、平成29年3月2日
- (6) 村主さとみ、一杉佑貴 (東京都市大学)、田原聖隆 (国立研究開発法人 産業技術総合研究所)、近藤康之 (早稲田大学)、伊坪徳宏 (東京都市大学) ; 「産業連関分析を活用した組織の環境フットプリント評価手法の開発」, 第12回日本LCA学会研究発表会、産業技術総合研究所 つくばセンター、平成29年3月3日
- (7) Yasushi Kondo (Waseda University), Koichi Tachio (Japan Environmental Sanitation Center). “Hotspots analysis for promoting circular economy.” LCM 2017 (8th International Conference on Life Cycle Management), Luxembourg, 4 September 2017
- (8) Yuki Ichisugi, Satomi Suguri, Haruo Suzuki (Tokyo City University), Chiharu Fujii, Kiyotaka Tahara(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), Yasushi Kondo (Waseda University), Nrihiro Itsubo (Tokyo City University) .”Development and Application of Hotspots Analysis Method in Japan Considering Environmental and Social Aspects” LCA XVII conference, Protsmouthe, New Hampshire, USA, 2-5/October/2017
- (9) Satomi Suguri, Takaaki, Abe, Yuki Ichisugi (Tokyo City University), Kiyotaka Tahara(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), Yasushi Kondo (Waseda University), Nrihiro Itsubo (Tokyo City University) .”Development of Organization Environmental Footprint methodology using Input-Output analysis” LCA XVII conference, Protsmouthe, New Hampshire, USA, 2-5/October/2017

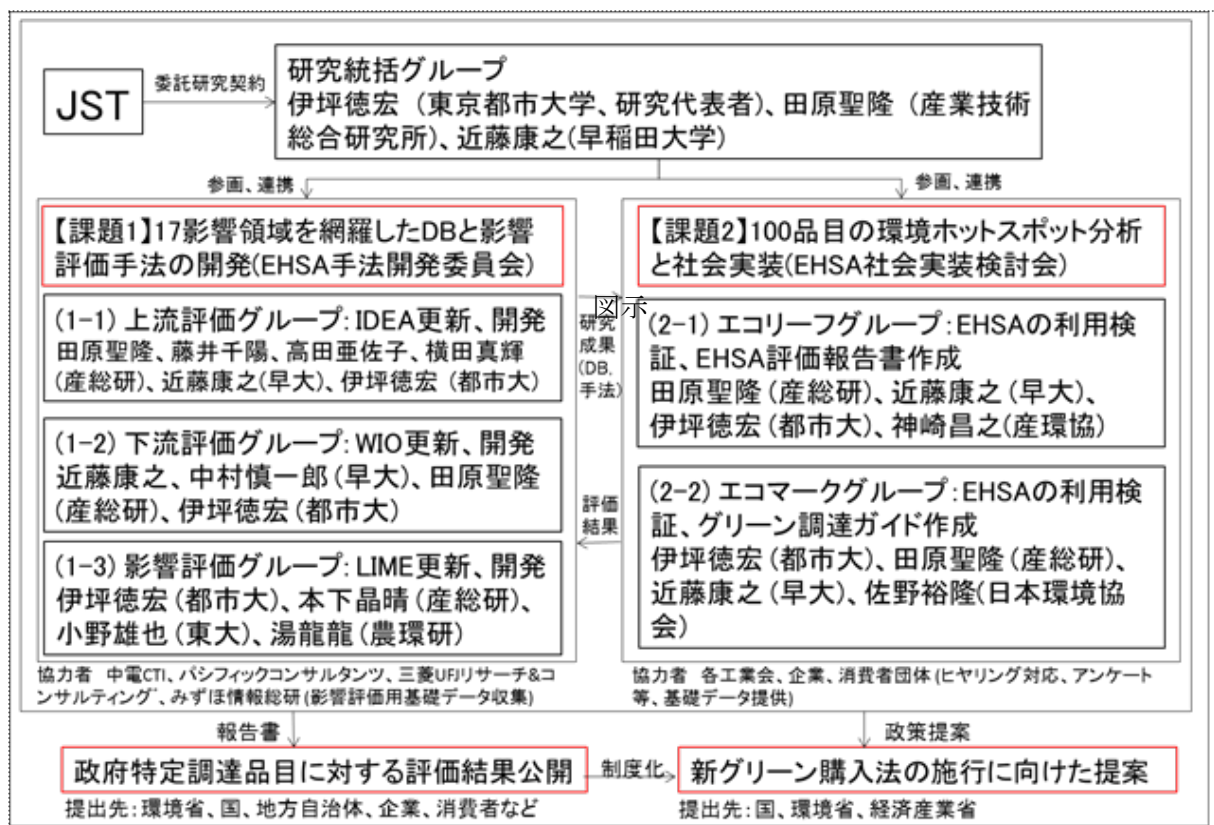
### 5-3. 特許出願

5-3-1. 国内出願 ( 0 件)

5-3-2. 海外出願 ( 0 件)

## 6. 研究開発実施体制

### 6-1. 体制



#### 〈研究開発実施体制〉

本研究が開発したホットスポット分析は、環境負荷量を算定するインベントリ分析と環境影響を評価する影響評価手法で構成される。インベントリ分析は、化学工学的なアプローチから各プロセスの環境負荷量が算定される。産業間のサプライチェーンの網羅には経済学的なアプローチに基づく産業連関分析が利用される。気候変動や資源循環に関する環境影響の評価は、気象学や資源工学などの自然科学的なアプローチが用いられる。本研究成果はこれらの融合に基づく学際的な研究成果である。

#### 【特記事項】

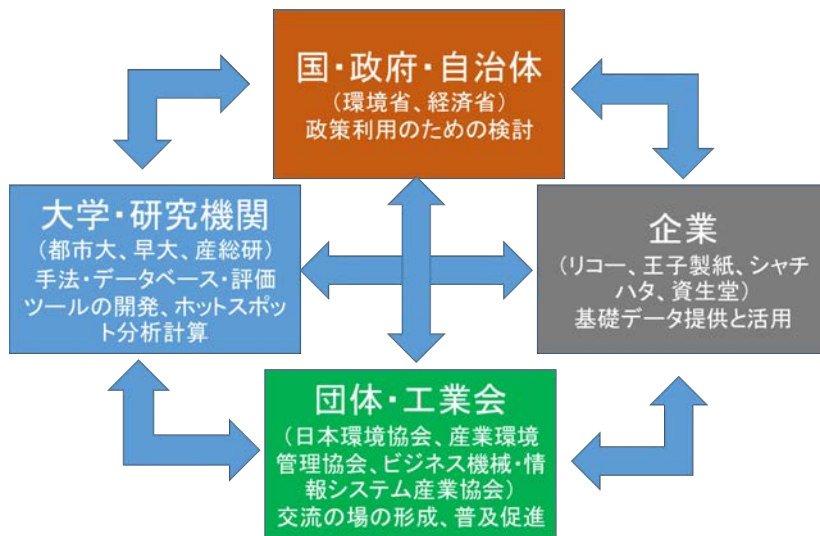


図 6.1 本研究の実施体制とステイクホルダー間の連携体制

本研究は、ホットスポット分析手法の開発主体(大学・研究機関)が環境ラベルのプログラムホルダー(日本環境協会、産業環境管理協会)に対して評価結果を報告することで、環境ラベルの信頼性やプレゼンスを高めつつ、環境コミュニケーションの推進とグリーン調達の効果的な実施をはかるものである。プロジェクトの推進においては、エコマーク作業部会において環境省の参画を得たり、エコリーフ作業部会を通じて経済産業省への報告を行うなど政府機関への働きかけを随時行った。特に企業からの関心が高く、一次データ入手での関わりのみでなく、開発した成果物を継続的に利用するための企業に向けた技術指導も合わせて行っている。大学・研究機関・環境ラベルプログラムホルダー・国・政府・企業といった多様なステイクホルダーの連携はグリーン調達の推進に必要不可欠であり、上記体制を構築できたのは本研究実施の意義として挙げられる。

## 6-2. 研究開発実施者

研究グループ名：上流データベース構築

氏名	フリガナ	所属機関等	所属部署等	役職(身分)	担当する研究開発実施項目
田原 聖隆	タハラ キヨタカ	産業技術総合研究所	安全科学研究部門	ラボ長	上流インベントリデータベースの開発・統括
藤井 千陽	フジイ チハル	産業技術総合研究所	安全科学研究部門	契約職員	上流インベントリデータベースの開発補助
横田真輝	ヨコタ マキ	産業技術総合研究所	安全科学研究部門	契約職員	上流インベントリデータベースの開発補助
近藤康之	コンドウ ヤスシ	早稲田大学	政治経済大学院	教授	下流インベントリデータベースと上流データとの比較検証

伊坪徳宏	イツボノリヒロ	東京都市 大学	環境学部	教授	影響評価手法の適用による検証
------	---------	------------	------	----	----------------

研究グループ名：下流データベース構築

氏名	フリガナ	所属機関等	所属部署等	役職(身分)	担当する研究開発実施項目
近藤康之	コンドウ ヤスシ	早稲田大学	政治経済大学院	教授	下流インベントリデータベースの開発とホットスポット分析への活用施・統括
中村慎一郎	ナカムラシンイチロウ	早稲田大学	政治経済大学院	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
田原 聖隆	タハラ キヨタカ	産業技術総合研究所	安全科学研究部門	ラボ長	上流インベントリデータベースとの照合と妥当性の検証
伊坪徳宏	イツボノリヒロ	東京都市 大学	環境学部	教授	影響評価手法の利用による妥当性の検証

研究グループ名：影響評価手法開発

氏名	フリガナ	所属機関等	所属部署等	役職(身分)	担当する研究開発実施項目
伊坪徳宏	イツボノリヒロ	東京都市 大学	環境学部	教授	影響評価手法の開発・統括
本下晶晴	モトシタマサハル	産業技術総合研究所	安全科学研究部門	主任研究員	水消費に関わる影響評価手法開発
小野雄也	オノユウヤ	東京大学	生産技術研究所	特別研究員	富栄養化に関わる影響評価手法開発
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

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	所属機関等	所属部署等	役職(身分)	担当する研究開発実施項目
田原 聖隆	タハラ キヨタカ	産業技術総合研究所	安全科学研究部門	ラボ長	上流インベントリデータベースの活用、事例研究の実施
近藤康之	コンドウ ヤスシ	早稲田大学	政治経済大学院	教授	下流インベントリデータベースの活用による事例研究の実施

伊坪徳宏	イツボノリヒロ	東京都市 大学	環境学部	教授	影響評価手法の開発と活用
神崎昌之	カンザキマサユキ	産業環境 管理協会	LCA 事業室	室長	ホットスポット分析の利用可能性に関する検証

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	所属機関等	所属部署等	役職(身分)	担当する研究開発実施項目
伊坪徳宏	イツボノリヒロ	東京都市 大学	環境学部	教授	影響評価手法の利用性に関する検証
鈴木春生	スズキハルオ	東京都市 大学	環境学部	特別研究員	ホットスポット分析ツール開発、ホットスポット分析実施補助
田原 聖隆	タハラ キヨタカ	産業技術 総合研究所	安全科学研究 部門	ラボ長	上流インベントリデータベースの事例研究への活用
近藤康之	コンドウ ヤスシ	早稲田大 学	政治経済大学 院	教授	下流インベントリデータベースの事例研究への活用
佐野裕隆	サノヒロタカ	日本環境 協会	エコマーク事 務局	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

6-3. 研究開発の協力者・関与者

氏名	フリガナ	所属	役職(身分)	協力内容
伊藤一夫	イトウカズオ	シヤチハタ(株)	課長	事例研究共同実施
岩井伸一	イワイシンイチ	(株)イトーキ	部長	事例研究共同実施
木村祐一	キムラユウイチ	(株)リコー	スペシャリスト	事例研究共同実施
林俊光	ハヤシトシミツ	(一社)日本カートリ ッジリサイクル工業 会	専務理事	事例研究共同実施
福井照信	フクイテルノブ	王子製紙(株)	部長	事例研究共同実施

7. その他 (任意)

- ・本研究の成果はSDGs(持続可能な開発目標)の環境側面(水:目標6、エネルギー:目標7、持

持続可能な生産と消費：目標 12、気候変動：目標 13、水域生態系：目標 14、陸域生態系：目標 15) を網羅する。内閣府持続可能な開発推進本部は、SDGs の推進状況を把握するため、2030 年までの間、統計データ等を積極的に利用し、KPI(重要業績指標)を可能な限り導入することになっている。本研究の成果であるホットスポット分析は、代表製品や産業、国における KPI を提示するのに有効であるものとする。社会側面に関する追加的な検討を含めて、より SDGs との親和性の高い評価方法の開発と社会に向けた発信のための検討が期待される。

・本研究の評価基盤は各省庁や自治体が公表した統計資料である。上流インベントリは主に工業統計表(経済産業省)と PRTR 調査(経済産業省、環境省)、下流インベントリは各都道府県・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、ライフサイクルに及ぶ環境負荷分析は産業連関表(総務省)を主に利用している。これらを統合した本研究成果は国と自治体、各省庁の基礎情報を横断的につなぐもので、包括的な観点から政策意思決定を行う際に有効であるものとする。また、上記の統計資料が更新されることがホットスポット分析用データベースの継続的な更新につながるとともに、環境影響の推移を検証するための評価基盤として機能することが期待される。