

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
平成26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)

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・内容.....	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・実施内容.....	6
3 - 3. 研究開発結果・成果.....	9
3 - 4. 会議等の活動.....	30
4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	32
5. 研究開発実施体制.....	32
6. 研究開発実施者	34
7. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	36
7 - 1. ワークショップ等	36
7 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	36
7 - 3. 論文発表.....	36
7 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	36
7 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等.....	37
7 - 6. 特許出願.....	37

1. 研究開発プロジェクト名

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

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・内容

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

欧州で開発されているecoinventのデータの地球温暖化、オゾン層破壊、水資源消費、土地利用に関わるデータの作成方法を確認し、データベースの作成方針について検討した。そして、単位プロセスのデータ内容を検証し、データを開発する優先度の高い項目を抽出した。次いで、環境ホットスポット分析に利用が可能になるように、地球温暖化物質、オゾン層破壊物質の排出に関しては、IPCC報告書、日本国温室効果ガスインベントリ報告書、PRTR、工業統計などを参考に、今までのIDEAには考慮されていなかった排出物の拡充を実施した。温暖化ではHFCs、PFCs、SF6等の排出が追加され、オゾン層破壊では、HCFC-141b、

CFC-11、CFC-12、HCFC-22等の排出が追加された。また、水資源と土地利用に関しては、工業統計の用地用水編を参考にして、IDEAの対象プロセスすべてに追加した。これにより、従来のインベントリデータベースよりも上記4領域において詳細で、かつ、広範な分析が可能になった。さらに、更新されたデータを用いてホットスポット分析を試行し、評価結果の妥当性について確認した。

（2）下流インベントリデータベースの開発

第一に、必要な統計資料の利用可能性を確認し、下流インベントリデータベース開発のための研究課題を抽出した。具体的には、平成23年（2011年）産業連関表を基礎として、廃棄物産業連関表（WIO表）の勘定体系に沿ってデータベースを開発するために必要な調査を行った。平成23年（2011年）産業連関表（速報）が平成26年12月19日に公表されたが、確報は未公表であるため、総務省により公表されている平成23年（2011年）産業連関表作成基本要綱に基づいて、各種統計の利用可能性を確認し、その必要性についても検討を行い、今後の研究課題を整理した。

第二に、環境分野で応用されている産業連関表に関して、既存研究の調査と現段階における研究水準を確認した。とくに、オランダ・フローニンゲン大学などによるWIOD（World Input-Output Database）、オランダTNO、ノルウェー科学技術大学などによる改訂EXIOBASEおよびCREEAプロジェクト、シドニー大学によるEoraを調査対象とした。WIODについては文献に基づいて調査を行った。改訂EXIOBASEとEoraについては、環境ホットスポット分析にデータベースを活用する可能性も含めて関係者への聞き取り調査を行い、日本のWIO表と既存の多地域産業連関表を統合した手法開発に関する今後の研究課題を整理した。

（3）影響評価手法の開発

第一に既存研究の調査と現段階における研究水準を確認した。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+などの動向を把握し、その研究水準について整理した。さらに、研究代表者らが中心に開発したLIMEとの関係について整理して、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た。

第二に大気汚染、鉱物資源消費、水資源消費、ヒト毒性について特性化係数開発のための検討を行った。いずれの影響領域も、運命分析、暴露分析、影響分析の三要素を開発し、これらを統合して特性化係数を算定する見通しが立った。

【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

環境ホットスポット分析の全体像を示すための既存研究の調査とこれらに基づく評価実施の可能性について検討した。今年度は2000年の産業連関表約400部門を網羅した廃棄物産業連関表(WIO表)を駆使して、上流と下流の双方を解析する環境ホットスポット分析を試行した。ここでは、企業から得た一次データを用いて紙製容器と複写機を対象に環境ホットスポット分析を試算した。CO₂、水、土地、廃棄物を対象に実施するとともに、これらを統合したホットスポット分析の実施が可能であることを確認した。今後はこれらを最新年度に更新

するとともに、環境影響の評価範囲を拡張することで環境ホットスポット分析ツールを開発するとともに、評価対象品目を広げて、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CO₂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。

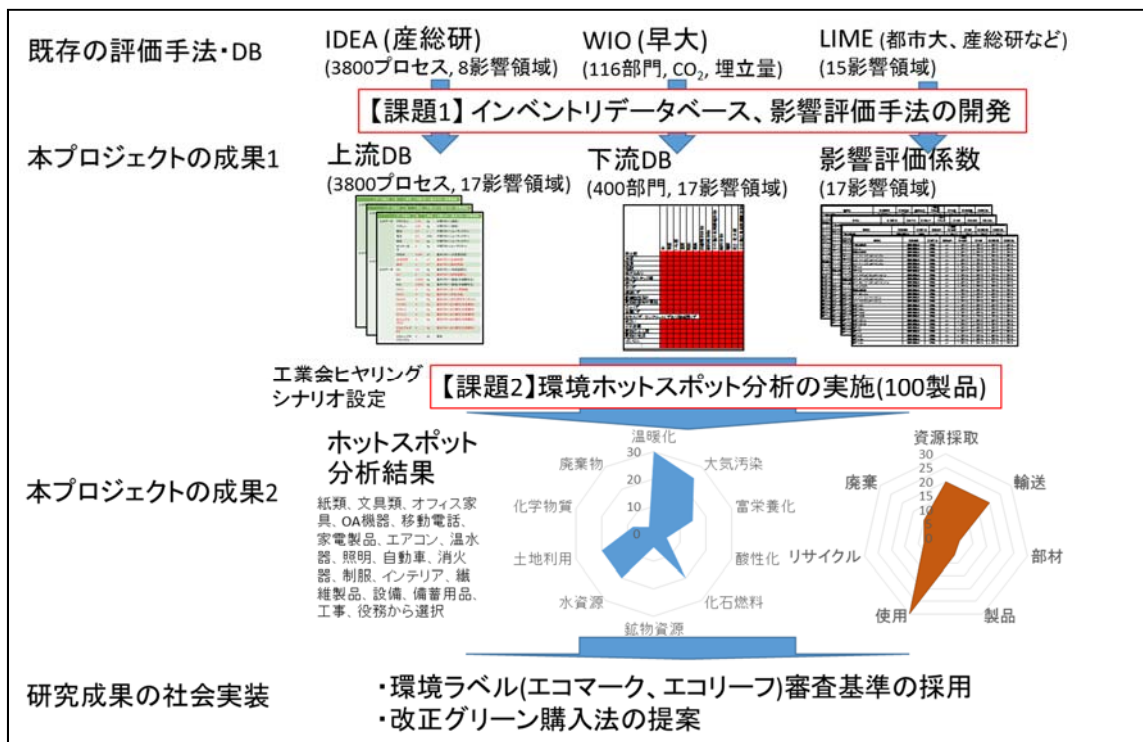


図1 本プロジェクトの研究課題と成果、社会実装までの関係

3 - 2. 実施方法・実施内容

今年度の検討内容を課題ごとに示す。

【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

第一に、欧州で開発されているecoinventやGabiのデータの地球温暖化、オゾン層破壊、水資源消費、土地利用に関わるデータの作成方法を確認する。単位プロセスのデータを比較考察し、水準の高いデータの算定方法を参考に、IDEAの単位プロセスを見直す。次いで、環境ホットスポット分析への利用が可能になるように加工する。100製品を対象とした環境ホットスポット分析の対象製品を見据えて、不足しているインベントリデータの抽出を行い作成の準備を行う。以下に、影響領域ごとにみたインベントリデータの開発および更新に向けた方針を示した。

表1 各影響領域の更新の方針

影響領域	確認方法	備考
地球温暖化	<ul style="list-style-type: none"> 海外データベースの作成方法を確認して、IDEAの作成方法の見直しが必要かどうか検証のうえ、必要な場合は更新作業を行う。 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）の最新データを用いて各単位プロセスの排出量データを更新する。 	できる限り最新データを用いることができると望ましい。
オゾン層破壊	<ul style="list-style-type: none"> 海外のデータベースにおいて、オゾン層破壊物質の排出のある単位プロセスを抽出する。 海外データベースの情報を元に、我が国の冷媒使用、製造データを用いてオゾン層破壊物質のインベントリを作成する。 	海外の製造データと国内の製造データのプロセスの違いなどに注意が必要。
水資源消費	<ul style="list-style-type: none"> 工業統計用地用水編を用いて各製造プロセスにおける取水量を把握し、消費水量と利用水量を算定する。 	
土地利用	<ul style="list-style-type: none"> 工業統計用地用水編から事業所レベルの建物用地を得て、各単位プロセスへ配分する。 有価証券報告書の記載情報や工場面積などの情報を元に、単位プロセスごとにみた土地利用面積を算定する。 	土地の改変前の情報もできる限り収集する。

第二に環境ホットスポット分析に活用するためのインベントリデータの加工作業を行った。環境ホットスポット分析は産業連関表の基本分類で行われるため、IDEA分類を基本分類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3900のデータを格納している。IDEAデータベースは対象年を2010年と設定し、生産量の情報が入手可能でかつ網羅性を確保できる約2000のIDEAデータをホットスポット分析用データに統合した。この手順の要約を図2に示した。

物・副産物関連統計の利用可能性について、平成23年と平成12年の共通点と相違点を確認して、整理した。整理された統計情報に基づいて、下流インベントリデータベース開発のための研究課題を抽出した。

第二に、国際産業連関表データベースの開発とその応用に関する調査を行う。環境システム分析および産業エコロジー分野で応用されている国際産業連関表データベース (Tukker and Dietzenbacher 2013) の開発とその応用に関して、既存研究の現段階における研究水準を確認するため、文献調査を行った。とくに、オランダ・フローニンゲン大学を中心として開発されたWIOD (World Input-Output Database)、オランダTNO、ノルウェー科学技術大学などの協同により開発が進められている改訂EXIOBASEおよびCREEAプロジェクト、シドニー大学で開発されたEoraなどの動向を把握し、データベース開発にかかる研究水準と、応用分析の進捗について整理した。さらに、環境ホットスポット分析にWIO表を適用するために、上で言及した他機関により開発されたデータベースを活用したり、それらのデータベースを参考にしてWIO表および分析モデルを拡張したりする必要性と可能性について検討した。EXIOBASEとEoraについては、文献調査だけでなく開発者への聞き取り調査も行った。

参考文献

- 近藤康之, 高瀬浩二, 中村慎一郎 (2002) : 廃棄物経済学をめざして, 早稲田大学出版部, 東京, 97-150
産業連関部局長会議, 平成23年 (2011年) 産業連関表 作成基本要綱総務省, 入手先 <
http://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/youkou.htm>, (2015年4月11日参照)
- Nakamura, S. (2010) Waste Input-Output (WIO) Table, <http://www.f.waseda.jp/nakashin/WIO.html> (2015年4月11日参照)
- NEDO (新エネルギー・産業技術総合開発機構) (2005) : 「二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業/製品等ライフサイクル二酸化炭素排出評価実証等技術開発/製品等に係るLCA及び静脈系に係るLCAの研究開発」 成果報告書, 408-426
- Tukker, A., Dietzenbacher, E. (2013) Global multiregional input-output frameworks: an introduction and outlook. *Economic Systems Research* 25(1), 1-19

(3) 影響評価手法の開発

第一に既存研究の調査と現段階における研究水準を認識する。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+などの動向を把握し、その研究水準について整理する。さらに、研究代表者らが中心に開発したLIMEとの関係について整理して、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。

第二に特性化係数の開発に着手する。今年度は大気汚染、鉱物資源消費、水資源消費、ヒト毒性について検討を行う。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。これらの計算を通じて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
大気汚染	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	SO ₂ 換算量
水資源消費	H08モデルで水の消費による水賦存量の変化量を評価	国ごとの水使用可能量を評価	水消費量と水使用可能量の比から水ストレス指標を算出。	水使用換算量(取水源の違いを考慮)
鉱物資源	インベントリから資源の採掘地点を特定する。	採掘による土地利用面積と埋蔵量から控除された資源量を評価する	土地利用による生態影響と資源利用による採掘にかかる限界費用を算定	限界費用の増分と生態影響の二種類の係数を算定。
ヒト毒性(発癌)	USETOXを用いて排出量に対する環境中濃度を計算。重金属はMIROC-ESMを用いて計算。	USETOXを用いて排出量に対する摂取量を評価。重金属は別途GISより評価。	摂取量に対する発癌リスクの増分を求める。	ベンゼン換算量

【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

環境ホットスポット分析の全体像を示すための既存研究の調査とこれらに基づく評価実施の可能性について検討する。今回は廃棄物産業連関表(WIO表)を用いて環境ホットスポット分析の試算を実施する。第一に、現在のIDEAを400部門に統合して各部門の環境負荷の代表値を算定する。これらの結果を用いて、最終消費に対するインベントリ分析を行う。その結果に影響評価手法LIME2を適用して、ホットスポット分析を行う。この分析を紙、複写機を対象にして分析を行う。CO₂、水、土地、廃棄物を対象に、ライフサイクルのなかでどのステージが大きいかについて評価検証を行う。

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

地球温暖化物質とオゾン層破壊物質と水資源（表層水、地下水、雨水毎の取水および消費水、利用水）および土地利用（土地改変および土地占有）のデータを補充したことで従来のインベントリデータベースよりも上記4領域においてより詳細な分析が可能になった。また入力したデータの妥当性の確認作業を行った。今年度の作業によってIDEAに導入した地球温暖化物質（CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆）は16種類になった。一

両者ともCH₄の地球温暖化影響が支配的だった。IDEAは日本、ecoinventはアメリカを評価対象地域としたことによる違いがあるが、結果としてはある程度整合することを確認した。今後は、両者の間で結果が異なるプロセスを抽出し、これらを優先してデータの見直しを行うことで、妥当性の高いインベントリデータベースの構築に努める。

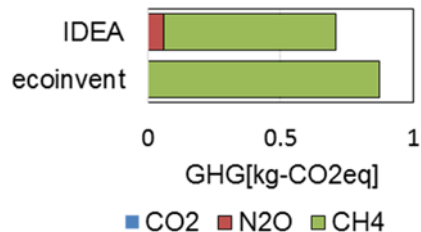


図 4 「玄米の生産プロセス」の地球温暖化影響結果

参考文献

- 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, 丸善株式会社, 東京, 666pp.
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, 入手先<
http://www.gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/2014/NIR-JPN-2014-v3.0_J.pdf>, (参照2015-1-6)
環境省 経済産業省, “個別事業所のデータ”, 入手先<<http://www.env.go.jp/chemi/prtr/kaiji/index.html>>, (参照2015-1-6)
環境省 経済産業省, “算出方法”, 入手先 <<http://www.env.go.jp/chemi/prtr/notification/calc.html>>, (参照2015-4-3)
経済産業省, 平成19年商業統計調査, 入手先 <
<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/syogyo/result-2/h19/index-kg.html>>, (参照2015-4-3)
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), 入手先 <
<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/>>, (参照2015-4-3)
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), 入手先 <
<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/>>, (参照2015-4-3)
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”, 入手先 <
http://www.meti.go.jp/committee/gizi_1/17.html>, (参照2015-1-6)
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, 入手先<
<http://www.mlit.go.jp/k-toukei/jidousya/jidousya.html>>, (参照2015-4-3)
国土交通省, 平成22年度航空輸送統計年報, 入手先<<http://www.mlit.go.jp/k-toukei/search/excelhtml/11/11201000a00000.html>>, (参照2015-4-3)
国土交通省(2011): 平成22年度 鉄道統計年報
国土交通省, 道路統計年報2010 道路の現況, 入手先<
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2010tokei-nen.html>>, (参照2015-4-3)
国土交通省, 平成24年版日本の水資源, 入手先<<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/H24/index.html>>, (参照 2012-08-21)
国土交通省, 空港一覧, 入手先<http://www.mlit.go.jp/koku/15_bf_000310.html>, (参照 2014-05-01)
小林由典 親里直彦(2008): 日本LCA学会誌, 4(4), 359-366
産業技術総合研究所 産業環境管理協会(2010): IDEA (Inventory Database for Environmental Analysis),

産業環境管理協会
総務省, 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=000001019588&cycode=0>>, (参照2014-6-18)
常盤共同火力株式会社, 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>, (参照2014-05-01)
日本エネルギー経済研究所(2013): エネルギー・経済統計要覧, 日本エネルギー経済研究所, 東京, p 122-123
日本水道協会(2007): 平成19年度水道統計 施設・業務編 第90-1号
日本熱供給事業協会(2013): 平成25年熱供給事業便覧
農林水産省, 平成22年産作物統計, 入手先
<https://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020101.do?_toGL08020101_&tstatCode=000001013427>, (参照2015-4-3)
農林水産省, 平成3~19年農業経営統計, 入手先< <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/> >, (参照2015-4-3)
農林水産省, 平成22年畜産物流通統計, 入手先<
http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL71050101.do;jsessionid=HyZ7PFcXS2lnbTLCpm5vVVkfy61kzwydMdPtqnKdvk1PmnR1g2FK!-838196174!10291480?_toGL71050101_&tstatCode=000001044816&requestSender=GL71040101 >, (参照2015-4-3)
農業環境技術研究所, モデル結合型作物気象データベース, 入手先< <http://meteocrop.dc.affrc.go.jp/>>, (参照2012-8-23)
林野庁, 森林・林業統計要覧2010, 入手先
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/toukei/youran_mokuzi.html>, (参照 2013-08-13)
IPCC(1997): Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC
Swiss Centre for Life Cycle Inventories, “ecoinvent version 3”, 入手先 <
<http://www.ecoinvent.org/database/>>, (参照2015-1-6)

(2) 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に利用する下流インベントリデータベースを整備するために、3-2(2)に記した通り調査を行い、研究課題を抽出した。以下に、その結果を示す。

① 平成23年(2011年)廃棄物産業連関表データベース開発のための研究課題抽出

平成23年(2011年)産業連関表は、5年毎に作成・公表されてきた従来の産業連関表と比較して、改正統計法に基づく基幹統計として初めて作成されるものであること、前回(平成17年)の5年後(平成22年(2010年))ではなく6年後に作成されるものであること、従来活用されていた工業統計調査とサービス業基本調査ではなく全産業を対象とした経済センサスの結果が作成に際して活用されること、といった相違がある。基本分類(もっとも詳細な、産業部門数の多い分類)で見ると、平成17年表は行520×列407であったのに対して、平成23年表は行518×列397である。行部門数は僅かに2部門減であるが、列部門数は10部門減である。部門の名称変更や再編、分割特掲などの変更点もあるが、列部門数の減少に係る変更点(2つ以上の部門が1つに統合される変更点)は表3の通りである。

表3 平成23年(2011年)産業連関表(基本分類)において統合された部門

平成17年(2005年)表	平成23年(2011年)表	注
0311-01 沿岸漁業 0311-02 沖合漁業 0311-03 遠洋漁業	0171-01 海面漁業	*1
0621-01 窯業原料鉱物 0629-09 その他の非金属鉱物	0639-09 その他の鉱物	
1117-04 植物油脂 1117-05 動物油脂	1117-04 動植物油脂	
1519-01 綱・網 1519-09 その他の繊維工業製品	0151-90 その他の繊維工業製品	
1519-03 繊維製衛生材料 1529-09 その他の繊維既製品	1529-09 その他の繊維既製品	
2039-02 油脂加工製品 2071-01 石けん・合成洗剤・界面活性剤	2081-01 油脂加工品・石けん・合成洗剤・ 界面活性剤	
2319-01 ゴム製履物 2319-02 プラスチック製履物	2229-01 ゴム製・プラスチック製履物	
3719-01 理化学機械器具 3719-02 分析器・試験機・計量器・測定器	3113-01 計測機器	
3711-01 カメラ 3711-09 その他の光学機械	3115-01 光学機械・レンズ	
3521-01 トラック・バス・その他の自動車 3541-01 自動車車体	3521-01 トラック・バス・その他の自動車	
8313-01 社会保険事業(国公立)★★ 8313-02 社会保険事業(非営利)★	6431-01 社会保険事業★★	
8612-01 一般飲食店(除喫茶店) 8612-02 喫茶店 8612-03 遊興飲食店	6721-01 飲食サービス	*2

*1 平成17年においても行部門は沿岸、沖合、遠洋が区別されていなかったため、通常の産業連関分析のためには2部門減の影響はほとんどない。

*2 経済センサス—活動調査の結果を基に、改めて統合するか否かなどが判断される。

出所: 産業連関部局長会議(2013)より筆者作成

このように、一部の産業部門が統合される理由は、日本標準産業分類の改訂に沿った変更であること、生産額が減少傾向で1,000億円よりも少ないこと、などである。平成27年度以降の研究においては、開発するデータベースを環境ホットスポット分析に利用することを考慮して、部門統合される前の詳細な分類が必要な場合には、追加調査の実施や平成17年表の活用などにより、独自に部門を細分化することも検討する。

産業部門間の取引をあらわす取引基本表に加えて、付帯表である屑・副産物発生及び投入表、物量表も基本分類で作成・公表される予定であることから、これを利用する。屑・副産物の種類別・部門別の発生量・投入量の推計には、平成12年(2000年)については鉄鋼統計年報、資源統計年報、紙・パルプ統計年報などの資料が利用可能であったが、それらが整理されて名称が変更されているので、産業連関表の対象年次(2011年)について利用可能な、鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報、紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計年報などを用いる。

上で述べた生産動態統計から得られる屑・副産物の発生量・投入量の他に、廃棄物(有

価値物を含まない) または副産物(廃棄物に加えて有価物も含む) についても種類別、部門別に発生量などを推計する必要がある。この目的で利用し得る統計に関して、次の通り課題の整理を行った。

- 産業廃棄物の種類別、業種別発生量は、環境省による「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書(平成23年度実績)(概要版)」から得られる。産業廃棄物の種類は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律に定められた19種類(「燃え殻」「汚泥」など)であり、業種は概ね産業中分類に対応した69業種である。

47都道府県を調査対象とし、平成23年度実績が得られる場合はその結果を、得られない場合は過去の最新の結果を利用して、従業者数や出荷額などを活動量指標とする原単位法により、種類別、業種別の産業廃棄物排出量が推計されている。これを活用して基本分類レベル(産業部門数は約400)の産業部門別産業廃棄物排出量を推計するためには、業種(例えば「輸送用機械器具製造業」)による排出量を、その業種に該当する産業部門(「乗用車」「トラック・バス・その他の自動車」「二輪自動車」など)に按分する必要がある。

- 廃棄物だけでなく有価物を含む副産物の発生量に関しては、経済産業省による「資源有効利用促進法施行状況調査・産業分類別の副産物(産業廃棄物・有価発生物)発生状況等に関する調査」から、種類別、業種別の値が得られる。対象業種が製造業、電気業、ガス業に限定されているが、業界団体の協力を得て事業所を対象として平成23年度実績に関して実施された調査の結果が得られる。また、副産物の種類と業種の分類については、環境省の産廃統計よりも詳細な分類(例えば、「金属くず」を詳細に分類した「鉄くず」「非鉄金属くず」、「パルプ・紙・紙加工品製造業」を詳細に分類した「パルプ製造業」「紙製造業」「紙・紙加工品製造業」)の結果が利用可能である。これを活用して基本分類レベルの産業部門別副産物発生量を推計するためには、環境省の産廃統計を活用する場合と同様に、業種による発生量を、その業種に該当する産業部門に按分する必要がある。
- 都道府県・政令市が実施している「多量排出事業者による産業廃棄物処理計画及び産業廃棄物処理計画実施状況報告」は、日本全国で約12,000事業所を対象としており、ほぼすべての自治体により、事業所レベルの報告書がPDF形式の電子ファイルのかたちで公開されている。事業所レベルのデータが利用可能であることから、とくに業種・産業部門全体に占める多量排出事業者の割合(例えば、出荷額、従業者数などの割合)の大きい業種・産業部門に関しては、上記の環境省産廃統計や経産省副産物調査の結果を産業部門に按分する方法よりも、精度の高い廃棄物排出量の推計が実施できると期待される。そのため、調査時点でのデータの利用可能性を考慮して、産業連関表の年次である2011年ではなく、2013年度の実績に関して自治体の公表しているデータの電算化に着手した。対象とした全国110の都道府県、政令市、中核市は表4の通りである。

表4 自治体別の多量排出事業者データの状況

No	自治体	情報の状態	No	自治体	情報の状態	No	自治体	情報の状態
1	北海道	●	39	石川県	●	77	岡山県	●
2	札幌市	●	40	金沢市	●	78	岡山市	●
3	函館市	●	41	福井県	●	79	倉敷市	●
4	旭川市	●	42	山梨県	○	80	広島県	●
5	青森県	●	43	長野県	●	81	広島市	●
6	青森市	●	44	長野市	●	82	呉市	●
7	岩手県	●	45	岐阜県	×	83	福山市	●
8	盛岡市	●	46	岐阜市	●	84	山口県	●
9	宮城県	●	47	静岡県	●	85	下関市	●
10	仙台市	●	48	静岡市	●	86	徳島県	○
11	秋田県	●	49	浜松市	●	87	香川県	●
12	秋田市	●	50	愛知県	●	88	高松市	●
13	山形県	●	51	名古屋市	●	89	愛媛県	●
14	福島県	●	52	豊田市	●	90	松山市	●
15	郡山市	●	53	豊橋市	●	91	高知県	●
16	いわき市	●	54	岡崎市	●	92	高知市	●
17	茨城県	●	55	三重県	○	93	福岡県	●
18	栃木県	●	56	滋賀県	●	94	北九州市	●
19	群馬県	●	57	大津市	●	95	福岡市	●
20	前橋市	●	58	京都府	●	96	大牟田市	●
21	高崎市	●	59	京都市	●	97	久留米市	●
22	埼玉県	●	60	大阪府	●	98	佐賀県	●
23	さいたま市	●	61	大阪市	●	99	長崎県	○
24	川崎市	●	62	堺市	●	100	長崎市	●
25	千葉県	●	63	東大阪市	●	101	佐世保市	●
26	千葉市	●	64	高槻市	○	102	熊本県	×
27	船橋市	●	65	豊中市	●	103	熊本市	●
28	柏市	●	66	兵庫県	×	104	大分県	×
29	東京都	●	67	神戸市	●	105	大分市	●
30	神奈川県	●	68	姫路市	●	106	宮崎県	×
31	横浜市	●	69	尼崎市	○	107	宮崎市	●
32	川崎市	●	70	西宮市	●	108	鹿児島県	●
33	横須賀市	●	71	奈良県	●	109	鹿児島市	●
34	相模原市	●	72	奈良市	●	110	沖縄県	●
35	新潟県	●	73	和歌山県	●			
36	新潟市	●	74	和歌山市	●			
37	富山県	●	75	鳥取県	●			
38	富山市	●	76	島根県	○			

表中に「●」で示した98自治体については、2013年度のデータが利用可能であった。「○」で示した7自治体については、2012年度のデータが利用可能であった。「×」で示した5自治体については、2011年度以前のデータしか利用できなかった。したがって「●」および「○」で示した105自治体を対象として電算化を実施した。2012年度のデータを利用した7自治体については、2013年度の報告書を入手次第、それに差替えられるように作業を進めた。

各事業所により提出された文書は「産業廃棄物処理計画書」と「産業廃棄物処理計画実施状況報告」である。前者からは環境省による産廃統計の活動量指標（例えば、製造業であれば製造品出荷額、医療業であれば病床数）と従業員数の値が利用可能であり、後者からは種類別排出量等の値が利用可能である。したがって、事業所ごとに活動量指標あたりの排出原単位を推計可能である。この資料は、これに基づいて種類別、産業部門別の廃棄物排出原単位を推計してから、多量排出事業者以外の事業所を含む活動量指標の値を用いて拡大推計することに活用可能である。ただし、各事業所の産業部門への割り当てを高い精度で実施するためには、経済センサスなどの資料と

併用する必要がある。

上述の通り、産業連関表の年次が2011年であるのに対して、電算化した多量排出事業者データは2013年度のものであることから、経済産業省による（簡易）延長産業連関表の産業部門別生産額とデフレータ、またはそれらと同様の資料を活用して、年次の相違を調整する必要がある。

- 一般廃棄物については、環境省による「一般廃棄物処理事業調査（2011年度実績）」を主たる資料として利用することを検討した。同資料からは、自治体ごとに報告されているデータを集計することにより、収集区分別（「混合ごみ」「可燃ごみ」「不燃ごみ」など）、処理施設別の処理量と、処理残渣発生量、副生成物量などが利用可能である。図5は、焼却施設に係る廃棄物フローをあらわす。このようなフローが各種の処理プロセスに関して利用可能である。

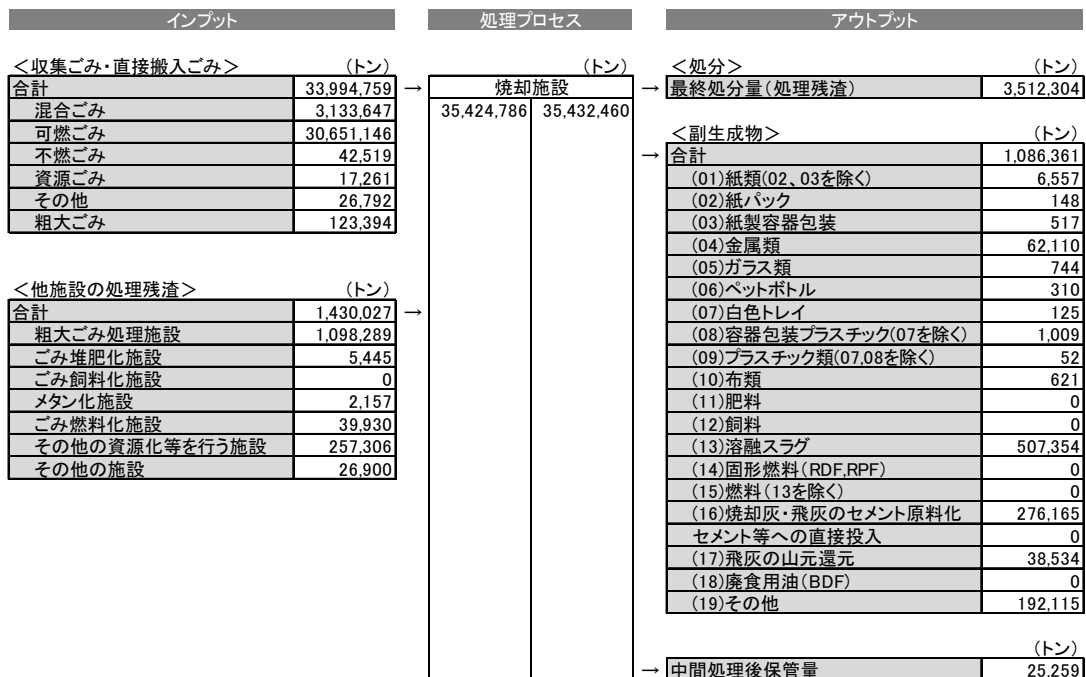


図5 焼却施設の処理量及び資源化量等(2011年度実績)

出所：環境省「一般廃棄物処理事業調査（2011年度実績）」

この資料は、自治体別の生活系：事業系の割合を用いるなどして生活系一般廃棄物排出量と事業系一般廃棄物排出量に分けたうえで、産業部門別の一般廃棄物排出量の推計に活用可能である。他の資料がまったく利用できない場合には、生産額あたりの一般廃棄物排出量はすべての部門に共通と仮定して、生産額に比例するように各産業部門に按分せざるを得ないが、事業系一般廃棄物の排出状況に関する既往調査等も確認したうえで、妥当な按分方法を検討する必要がある。

② 国際産業連関表データベースの開発とその応用に関する調査

国際産業連関表データベースは、近年とくに環境システム分析および産業エコロジー分

野における応用が活発に行われている。関連学会において特集号が発表されていることから、そのことが確認できる。国際産業連関学会 (International Input-Output Association) の機関誌である *Economic Systems Research* 誌では2013年の volume 25, issue 1 で「Global Multiregional Input-Output Frameworks」特集 (Tukker and Dietzenbacher 2013) が組まれた。日本LCA学会誌では同2013年の9巻2号で「世界経済を対象とした多地域間産業連関表の開発と応用」特集 (南斉 2013) が組まれた。2つの特集の両方で紹介されている国際産業連関表データベースは、次の5つのデータベースである。

- アジア国際産業連関表 (Meng et al. 2013、猪俣 2013)
- GTAP (Global Trade Analysis Project) (Andrew and Peters 2013、ウォルムスリー他 2013)
- EXIOBASE (Tukker et al. 2013、タッカー 2013)
- WIOD (World Input-Output Database) (Dietzenbacher et al. 2013、Timmer et al. 2015、ディツェンバッハー他 2013)
- Eora (Lenzen et al. 2012、Lenzen et al. 2013、モラン他 2013)

これらのうち、アジア国際産業連関表は、その名前が示す通りアジア地域以外のデータ整備が十分とは言えないため、ここでは調査対象外とした。GTAPは、農業、食品に関連する分析に重点を置いた産業部門分類が採用されており、機械製品製造業に関する環境ホットスポット分析へ応用することを考慮すると十分とは言えないため、ここでは調査対象外とした。これら2つのデータベースを除いた3つのデータベース (EXIOBASE、WIOD、Eora) を今年度の調査対象とした (表5)。ただし、ここで調査対象としなかったデータベースについても、それぞれに長所があるため、必要に応じて今後のデータベース開発動向を見ながら、次年度以降に改めて、その活用について検討する。

EXIOBASEは世界経済の95%を占める43カ国およびRest of the World (その他の地域) からなる44か国・地域をカバーし、産業部門と商品の分類数は129である。30種の環境負荷排出物質と80種の資源利用に関するデータが地域別、部門別に利用可能である。これに対して、WIODは40か国およびRest of the Worldからなる41か国・地域をカバーしている。産業部門数は35、商品分類の数は59である。環境関連のサテライト勘定は、大気中への負荷物質排出8種類に加えて、土地利用 (4種類)、資源利用 (24種類)、水消費 (3種類) を合わせて31種類のデータが地域別、部門別に利用可能である。WIODやEXIOBASEを含むほとんどすべての国際産業連関表において各国・地域の産業部門数が共通になるようにデータが整備されているのに対して、Eoraにおいては各国のオリジナルデータの持つ精度 (産業部門数、商品分類数) を部門統合 (集計) によって失わないようにデータベースが設計されている。全187カ国の部門総数は15,959であり、国と部門の数では他のデータベースを圧倒している。また、1,700を超える個々の指標に基づいて、35の環境指標に関する地域別、部門別データが整備されている。少々乱暴な比較であることを承知の上で、単純に各項目の分類数を比較すれば、WIODよりもEXIOBASEとEoraの方が詳細な資料を提供しているデータベースであると言える。WIODが産業連関分析を専門とする経済学者を中心とした研究者グループによって開発されたのに対して、EXIOBASEとEoraは環境システム分析、産業エコロジーを専門とする研究者グループによって開発された。とくに、EXIOBASEは欧州連合により助成を受けた研究プロジェクト EXIOPOL (A New Environmental Accounting Framework Using Externality Data and Input-Output Tools for Policy Analysis) で開発されたデータベースであり、そのプロジェクトの名称が示す通り、政策分

析のための環境勘定が充実している点に特徴がある。

WIODは1995年から2009年まで（一部データは2011年まで）の毎年のデータが、Eoraは1990年から2012年までの毎年のデータが作成・公表されている。それに対して、EXIOBASEは2000年データのみが作成・公表されており、この点が他の2つのデータベースと比較したEXIOBASEの弱点であった。しかし、EXIOPOLの後継プロジェクトにあたるCREEAおよびDESIREにより、2007年データへの更新、将来予測を含む時系列データの整備が進められている。さらに、一部の商品については取引額だけでなく取引数量（キログラムやジュールで測られる、いわゆる物量）データが追加されている。したがって、現時点で利用可能な最新データがCREEAプロジェクト（Tukker et al. 2014）の成果である2007年データ（EXIOBASE version 2）であり、本プロジェクトで整備を進める日本の廃棄物産業連関（WIO）表データの年次（2011年）と異なっているものの、環境ホットスポット分析へ応用するデータベースとして充実したものである。

以上の検討を経て、下流インベントリデータベースの開発と環境ホットスポット分析の実施のために、次の課題に取り組む必要がある。

- 日本の産業連関表の評価価格の変更

日本の産業連関表の取引額が生産者価格（流通マージンを含まないが、間接税と補助金を含む）で評価されているのに対して、調査対象とした国際産業連関表データベースにおいては、取引額が間接税と補助金を含まない基本価格（流通マージン、間接税、補助金を含まない）で評価されている。したがって、既存の国際産業連関表データベース開発手順を参考にして、基本価格評価の日本の産業連関表データを推計する必要がある。

- 年次の調整

WIODについては、一部データは2011年まで利用可能であるが、環境勘定に関しては2009年までしか公表されていないため、より新しい年次のデータが追加して公表されない限りは、環境ホットスポット分析には2009年のデータを利用する。EXIOBASEについても同様に、2007年のデータを利用する。そのため、経済産業省による簡易延長産業連関表の基本分類デフレーター（または、これと同様の資料）を利用して、価格評価時点を統一する。

ここであげた課題の他に、環境ホットスポット分析を実施する過程で分析手法の妥当性を確認しながら、必要に応じてデータの改訂や分析用モデルの拡張を行う。

表5 代表的な国際産業連関表データベースの比較

	EXIOBASE	Eora	WIOD
国・地域数	44か国・地域	187か国・地域	41か国・地域
部門数	各国・地域に共通の部門分類	国・地域ごとに異なる部門分類	各国・地域に共通の部門分類
	129部門	部門総数は15,959	35産業、59商品
環境拡張	110種の環境指標 ・30種の負荷排出物質 ・80種の資源利用	35種の環境指標 (1,700を超える個々の指標に基づく)	31種類の環境指標 ・8種類の大気中へ排出 ・4種類の土地利用 ・24種類の資源利用 ・3種類の水消費
データ年次	2000年、2007年 (後継プロジェクトにより、将来予測を含む時系列データ整備が進められている。)	1990～2012年の年次データ	1995～2009年(一部データは2011年までの年次データ)

参考文献

- 猪俣哲史 (2013) : 日本LCA学会誌 9(2), 67-71
- ウォルムスリー T. L.、アギアール A. H.、ナラヤナン B. (著) 金本圭一朗 (訳) (2013): 日本LCA学会誌 9(2), 76-83
- 経済産業省, 産業分類別の副産物(産業廃棄物・有価発生物)の発生状況等に関する調査(平成23年度実績)報告書, <http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/data/research/h24fy/h2503-hukusanbutsu.html> (2015年4月11日参照)
- 産業連関部局長会議, 平成23年(2011年)産業連関表作成基本要綱総務省, http://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/youkou.htm (2015年4月11日参照)
- タッカー A. (著) 尾下優子 (訳) (2013) : 日本LCA学会誌 9(2), 84-90
- ディツェンバッハー E.、ロス B.、ティマー M. (著) 尾下優子 (訳) (2013) : 日本LCA学会誌 9(2), 91-96
- 南斉規介 (2013) : 日本LCA学会誌 9(2), 65-66
- Andrew, R. M., Peters, G. P. (2013) A multi-region input-output table based on the Global Trade Analysis Project database (GTAP-MRIO). *Economic Systems Research* 25(1), 99-121
- Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., Timmer, M., de Vries, G. (2013) The construction of World Input-Output Tables in the WIOD project. *Economic Systems Research* 25(1), 71-98
- Lenzen, M., Kanemoto, K., Moran, D., Geschke, A. (2012) Mapping the structure of the world economy. *Environmental Science & Technology* 46(15), 8374-8381
- Lenzen, M., Moran, D., Kanemoto, K., Geschke, A. (2013) Building Eora: A global multi-regional input-output database at high country and sector resolution. *Economic Systems Research* 25(1), 20-49
- Meng, B., Zhang, Y., Inomata, S. (2013) Compilation and applications of IDE-JETRO's International Input-Output Tables. *Economic Systems Research* 25(1), 122-142
- Tukker, A. de Koning, A., Wood, R., Hawkins, T., Lutter, S., Acosta, J., Rueda Cantuche, J. M., Bouwmeester, M., Oosterhaven, J., Drosdowski, T., Kuenen, J. (2013) EXIOPOL—Development and illustrative analyses of a detailed global MR EE SUT/IOT. *Economic Systems Research* 25(1), 50-70

Tukker, A., Dietzenbacher, E. (2013) Global multiregional input–output frameworks: an introduction and outlook. *Economic Systems Research* 25(1), 1–19

Tukker, A., Bulavskaya, T., Giljum, S., de Koning, A., Lutter, S., Simas, M., Stadler, K., Wood, R. (2014) The Global Resource Footprint of Nations: Carbon, Water, Land and Materials Embodied in Trade and Final Consumption Calculated with EXIOBASE 2.1.

Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R. and de Vries, G. J. (2015) An illustrated user guide to the World Input–Output Database: The case of global automotive production. *Review of International Economics*. (DOI: 10.1111/roie.12178)

(3) 影響評価手法の開発

今年度は、資源消費(化石燃料消費、鉱物資源消費)、土地利用、ヒト毒性について、既存研究の比較と特性化手法開発に着手した。

① 資源消費(化石燃料消費、鉱物資源消費)の特性化係数開発

ここでは、既存研究の比較整理を行った。

資源消費に関する既存のインパクト評価手法は表1のように分類される。ここでミッドポイント手法とは資源の物理的・地理学的な特性に基づく手法であり、一般的に温暖化など他の環境影響領域との絶対値での比較はできない。一方、エンドポイント指標は資源価格や採掘コストなど経済的な要素も加味した被害評価による指標であり、他の環境影響領域との比較を想定したものが多い。

欧州委員会のJoint Research Center(EC-JRC, 2011)ではILCD(International reference Life Cycle Data system) Handbookの一部として、“Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context”を作成しており、影響領域別にインパクト評価手法を推薦している。資源については手法が対象とする問題によってカテゴリ分けを行ったうえで、Category1,2(いわゆるミッドポイント手法)についてはCML(Guine´e, et al, 2001)のAbiotic resource Depletion Potential(ADP)を「改善点はあるものの推薦」する手法とし、Category4(いわゆるエンドポイント手法)ではRecipe(Goedkoop et al.,2009)の超過コストを「推薦には至らないが既存手法の中で最も適当」な手法としている。

表 6 資源消費における主な影響評価手法の比較

手法体系 (または提案者)	指標名	対象領域	地域 性	対象鉱物数 ※1
ミッドポイント				
CEENE	エクセルギー	エクセルギー	なし	58
CML2002	非生物資源枯渇ポテンシャル(ADP)	希少性	なし	10~49 ※2
NILIM,2009	関与物質総量(TMR)	自然改変	なし	61
NILIM,2011	鉱物資源枯渇加速度	希少性	なし	-
LIME2	埋蔵量の逆数	希少性	なし	35
LIME2ほか多数	発熱量	発熱量	なし	-

エンドポイント				
Eco indicator '99, IMPACT2002+	超過エネルギー	将来世代の負担	なし	12~14
EPS2000	代替生産コスト	代替コスト (強い持続可能性)	なし	68
ReCiPe	超過コスト	将来世代の経済被害	なし	18
LC-IMPACT	超過コスト	将来世代の経済被害	なし	18~20
LIME3	ユーザコスト	代替コスト (弱い持続可能性)	日本	35
	一次生産損失	一次生産	日本	50
	絶滅リスク増加の期待値	生物多様性	日本	50

主な金属資源について各手法の係数を鉄当量で比較した結果を図2に示す。ADP、超過コスト(Recipe)についてはレアメタル・レアアースの値が得られなかった。CEENEは希少金属とベースメタルの間の差が小さく、稀少性が反映されていない。埋蔵量の逆数や資源枯渇加速度、EPSは比較的多数の資源を対象としている。貴金属の値が突出しており、コバルトやネオジウムなどのレアメタルはアルミや鉄などのベースメタルの1,000~10,000倍の値となっている。また、RecipeとEPSはプラチナの値が金より高く、その他は金が高くなっているなど手法間で順位が異なる場合がある。影響評価手法を比較した既存文献においても、手法間で結果が異なる点が課題として指摘されており (Bergera and Finkbeiner, 2011, EC-JRC, 2011, Klingmair, 2014)、統一的な手法の開発が望まれる。

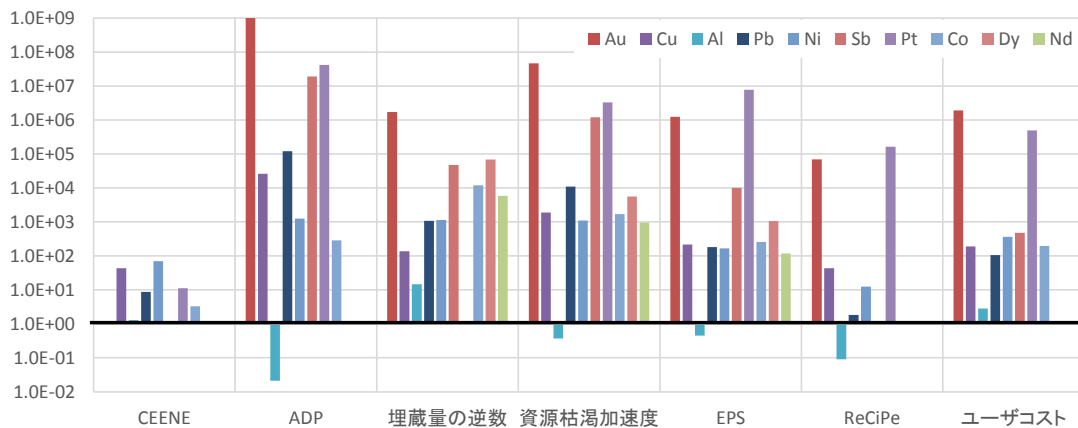


図6 資源消費に関わる特性化係数間の比較(鉄を基準物質として利用)

② ヒト毒性、生態毒性の特性化係数開発

今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、係数開発に必要となる基礎データの収集作業を行った。ヒト毒性に関する有害性データとして、化学物質審査規制法のスクリーニング評価において多数の化学物質に対する有害性情報の収集及びデータの信頼性評価が行われている。その結果をヒト毒性に係る情報として収集し、一覧表として整理した。生態毒性においても、ヒト毒性と同様、化学物質審査規制法のスクリーニング評価において収集されたデータのうち、生態毒性に係る有害性評価値を抽出し、一覧表として整理した。そのうえで、運命分析及び曝露評価に必要なデータの収集を行った。その内容は運命分析モデルとして国際的に推奨されているUSEToxを駆使して分析するためのデータとして編集した。

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の一覧を以下に示す。これらのうち、4つのモデル(G-CIEMS、MNSEM、ECETOC TRA Tool、USETox)について特徴を整理した。地理情報システムを用いたG-CIEMSは精度の高い分析を実施することができるものと考えられるが、国内の評価に限定されるため、地球規模の分析には適さない。ESETOC-TRAはLCAの影響評価に準じていないものの、一般環境のほか、職場や住宅といった室内空気についても分析できる点が長所として挙げられる。一方、USETOXは既存の影響評価手法を統合したコンセンサスモデルとして位置づけられ、JRCによるILCDハンドブックにおいても推奨手法として指定されている。本研究では、ESETOC-TRAとUSEToxの開発者にヒヤリングを行って、評価手法の絞り込みを行う予定である。

表 7 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
(調査対象としたモデルのみを抜粋)

モデル名	機関名	概要
G-CIEMS	国立環境研究所	GIS（地理情報システム）で用いる地理データに基づき、多媒体の媒体間の輸送と、大気、河川等での輸送との両方を同時に計算して、媒体間の輸送や分配と地点間の輸送と同時に推定するGIS多媒体モデル。
MuSEM	国立環境研究所	環境へ放出された化学物質について、大気、水、土壌、底質、生物等の多媒体中での挙動を予測し、ヒトを対象とする健康リスク評価や環境中の生物を対象とする生態リスク評価を行う、統合アセスメント・プログラム。消費者曝露、作業環境曝露にも対応。
ECETOC-TRA	EU（欧州）	欧州化学物質生態毒性・毒性センター（ECETOC）のホームページにて公開。EASEをベースに開発。用途リストを選択することにより、職場環境、消費者、環境に対するリスクを評価。環境曝露量推定では、理念的には、大気、土壌、下水(処理施設)、表層水への排出量をもとに、物質の環境中での運命、分布を考慮している
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) における情報を元にみずほ情報総研が情報を加筆

また、今年度は影響評価の手法に利用されるパラメータ収集を重点的に行った。ヒト毒性に関しては、計543物質の有害性データの収集することができた。以下の表8にその抜粋を示す。

表 8 化審法スクリーニング評価に基づくヒト毒性データの収集整理結果(抜粋)

CAS 番号	名称	一般毒 性	生殖発生毒性									発が ん性
		NO(A)E L等 [mg/kg/ day]	LO(A)EL 採用UF	試験期 間UF	UF合 計	有害性評 価値 [mg/kg/d ay]	NO(A) EL等 [mg/kg/ d ay]	LO(A)E L採用 による UF	試験 の質 UF	UF合 計	有害性評 価値 [mg/kg/d ay]	発が ん性 分類
-	モルホリン	-	1	-	-	0.0256	-	-	-	-	-	-
-	シアナミド	-	1	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-
-	ジメチルアミン	-	1	-	-	0.00736	-	-	-	-	-	-
-	トリメチルアミン	8	1	6	600	0.0133	200		1	1000	0.20	-

生態毒性に関しては、計509物質の有害性データについて収集することができた。その結果の抜粋を次の表9に示す。

表 9 化審法スクリーニング評価に基づく生態毒性データの収集整理結果(抜粋)

C A S 番 号	物質名称	PNEC	藻類				ミジンコ類				魚類		
			三種最 小値	UF 合計	急性毒 性値 EC50	EC50 /ACR	慢性毒 性値 NOEC	急性毒 性値 EC50	EC50/A CR	慢性毒 性値 NOEC	急性毒 性値 LC50	LC50/A CR	慢性毒 性値 NOEC
-	硝酸カドミウム	0.00042	0.021	50	0.12	0.006	0.021	1.17	0.117	0.281	3.36	0.0336	-
-	シクロヘキセン	0.0058	5.8	1000	3.6	0.18	0.67	2.1	0.21	0.74	5.8	0.058	-
-	m-アミノフェノール	0.001	0.05	50	62	3.1	25	0.447	0.0045	0.05	121	1.21	-
-	ビスフェノールA	0.0064	0.32	50	2.73	0.136	0.32	13	1.3	4.6	8	0.08	-

USEToxの利用に必要な運命分析データを日本だけでなく世界の各地域別(24区域)に収集した。その結果の抜粋を次の表に示す。今後はこれらのデータをUSEToxもしくは、ECETOC-TRAに適用して、物質ごとにヒト毒性、および生態毒性の特性化係数を算定する。

表 10 化審法スクリーニング評価に基づく生態毒性データの収集整理結果(抜粋)

エリア 区分	土地 面積 10 ⁶ km ²	海域 面積 10 ⁶ km ²	面積比率				気 温 °C	風 速 m /s	降 水 量 mm /y	淡 水 水 深 m	流 出 率 [-]	浸 透 率 [-]	土 壌 侵 食 mm·y ⁻¹	海 域 で の 滞 留 日 数 day
			淡 水 [-]	自 然 土 壌 [-]	農 地 土 壌 [-]	他 の 土 壌 [-]								
米国	14.0	1.8	3.4E-02	0.87	1.0E-01	1.0E-20	12	7.0	710	20	3.7E-01	2.7E-01	3.0E-02	1300
カナダ	18.0	5.6	4.9E-02	0.85	1.0E-01	1.0E-20	12	8.8	490	17	3.6E-01	2.7E-01	3.0E-02	2100
ヨーロッパ	8.6	1.7	1.6E-02	0.88	1.0E-01	1.0E-20	12	6.8	550	15	1.7E-01	2.7E-01	3.0E-02	610
東インド諸島	2.0	1.4	3.0E-02	0.87	1.0E-01	1.0E-20	12	8.0	1500	3.0	2.0E-01	2.7E-01	3.0E-02	80
インドシナ	4.6	0.46	4.2E-02	0.86	1.0E-01	1.0E-20	12	5.0	1200	13	2.7E-01	2.7E-01	3.0E-02	580
中国	6.4	0.84	4.6E-02	0.85	1.0E-01	1.0E-20	12	6.1	1200	13	2.7E-01	2.7E-01	3.0E-02	620
日本	0.6	0.42	4.4E-02	0.86	1.0E-01	1.0E-20	12	8.3	2400	13	2.7E-01	2.7E-01	3.0E-02	310
ラテンアメリカ	21	3.0	1.8E-02	0.88	1.0E-01	1.0E-20	12	6.5	1600	15	3.8E-01	2.7E-01	3.0E-02	230

③ 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に関する既往の研究論文等を収集したところ、80件の論文等を入手することができた。これらの手法の比較等を行い、レビューした。表に、その一部の内容を示した。

表11 土地利用による影響に関連する収集資料一覧及びその概略（一部抜粋）

No.	ILCD	タイトル	著者、年、雑誌名等	概略
1		The Eco-indicator 99: A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment, Methodology Report, Third edition.	Goedkoop and Spriensma, 2001. PRé Consultants, Amersfoort, The Netherlands.	LCA手法。Eco-indicator 99。
2		ReCiPe 2008 A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level First edition Report I: Characterisation.	Goedkoop et al., 2009. Hague, the Netherlands.	LCA手法。ReCiPe 2008。
3		IMPACT 2002+: User Guide Draft for version Q2.21 (version adapted by Quantis).	Humbert et al., 2012.	LCA手法。IMPACT 2002+。
4		A systematic approach to environmental priority strategies in product development (EPS). Version 2000 – Models and data of the default method.	Steen, 1999. Chalmers University of Technology, Technical Environmental Planning.	LCA手法。EPS。
5		The Ecological Scarcity Method – Eco-Factors 2006 A method for impact assessment in LCA.	Frischknecht et al., 2009. Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), Bern, Switzerland.	LCA手法。The Ecological Scarcity Method。

No.	ILCD	タイトル	著者、年、雑誌名等	概略
6	136	Land Use – The Main Threat to Species, How to Include Land Use in LCA	Ruedi Müller-Wenk, 1998	書籍。手法開発。ある地域の絶滅危惧維管束植物種が指標。スイスにおいて土地利用から維管束植物種密度へのリンクをモデル化。欧州レベルでの評価の課題に対応。
7	—	Review of land use impact methodologies	Erwin Lindeijer, 2000. Journal of Cleaner Production, 8, 273-281.	論文。レビュー。土地占有と不可逆な土地変化との関係、及び土地利用影響の指標に注目。維管束植物の種密度が指標の最も共通の基礎。
8	—	Biodiversity and life support impacts of land use in LCA	Erwin Lindeijer, 2000. Journal of Cleaner Production, 8, 313–319.	論文。手法開発。世界レベルの土地利用タイプ別影響スコアデータを提供。維管束植物種密度と純一次バイオマス生産の2つの指標。
9	207	Physical impacts of land use in product life cycle assessment Final report of the EURENVIRON-LC AGAPS sub-project on land use	Bo P. Weidema, 2001.	書籍。手法開発。生化学物質、エネルギーサイクル、生態系生産性、生物多様性、文化的価値、移動と散布の指標を議論。占有の影響が対象。生態系生産性のmid-point指標はNPPを選択。生物多様性は種豊富さ、生来の生態系の不足及び生態系脆弱性を含む指標を開発。
10	—	Life Cycle Impact Assessment of Land Use Based on the Hemeroby Concept	Frank Brentrup, Jiirgen Kfisters, Joachim Lammel and Hermann Kuhlmann, 2002, Int J LCA, 6, 339-348.	論文。手法開発。利用されている土地の残された自然度を決定するため、Hemeroby概念の適用を提案。特定の土地利用タイプによる土地の自然度の劣化を計算できる特性化係数を提案。欧州について規格値を計算。

ライフサイクル影響評価において用いられている主な土地利用影響の評価手法については、以下の結果が得られた。

- ・土地利用による生態系や生物多様性への影響に関する指標としては、維管束植物種の潜在的消失割合を用いている手法が多い。具体的には、変化／占有された土地タイプでの種の豊富さを参照状態と比較し、その減少の程度を指標としている。種の豊富さの計算には、生態学における種－面積関係が活用されている。影響量は指標に面積及び時間を乗じて計算する場合が多い。

- ・その他には、生態系の希少性や脆弱性、生物多様性の維持状態を組み合わせた指標や、自然度や生育・生息地の頻度・均一性等を評価している手法もある。
- ・土地利用区分の数は、数区分から数十区分程度である。
- ・占有による影響と改変による影響の両方を扱う手法と、いずれか片方のみを扱う手法がある。
- ・適用地域は、これまでは国や地域を対象とする手法が多かったが、最近では世界を対象とする手法も提案されている。

ライフサイクル影響評価以外で、土地利用による影響や生態系・生物多様性への影響について扱った主な研究等として以下が確認された。

- ・かく乱されていない生態系の種の豊富さと比較した種の豊富さを指標として、過去、現在、将来の人間の活動に起因する生物多様性の変化を地域及び全球レベルで評価することができるモデルが開発されている。土地利用変化や気候変動、大気中窒素堆積等が生物多様性の変化の要因となる人間活動として扱われている。
- ・土地利用の変化のシナリオ（都市化及び農地拡大）に基づき、土地利用の変化が穀物の提供や水の利用可能性、バイオマス中の炭素貯留、種の生育・生息地に及ぼす影響がモデルを用いて推定されている。
- ・産業連関表と絶滅危惧種情報を多基準分析でリンクさせ、国際貿易が生物多様性に及ぼす影響が評価されている。
- ・(要因との関連は定量的に示されていないが)種の絶滅速度(百万種年あたりの絶滅E/MSY)を評価した研究がある。

土地利用による影響評価手法のさらなる開発の可能性として、以下の示唆が得られた。

- ・全球レベルのデータ等の作成が進められている分野もあるので、影響評価手法において当該データを活用可能な指標を採用すれば、世界を対象とした影響評価手法を開発できる可能性がある。
- ・LIMEでは土地利用による生物多様性への影響評価の指標として絶滅リスクが用いられている。ライフサイクル影響評価以外の分野で、絶滅リスクと親和性がある評価が実施されている例もあり、これらの評価手法をLIMEの評価手法に活用していくことができる可能性がある。

参考文献

- Berger, M., and Finkbeiner, M. (2011) Correlation analysis of life cycle impact assessment indicators measuring resource use. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(1), 74-81
- Dewulf, J., Boesch, ME., de Meester, B., van der Vorst, G., van Langenhove, H., Hellweg, S. and Huijbregts, AJ. (2007) Cumulative Exergy Extraction from the Natural Environment (CEENE): a comprehensive life cycle impact assessment method for resource accounting. *Environmental Science and Technology*, 41(24), 8477~8483
- EC (2010a) Critical raw materials for the EU: report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials. European Commission DG Enterprise, Brussels, 85pp.
- EC (2010b) Annex V to the report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials. European

- Commission DG Enterprise, Brussels, 220pp.
- EC (2014) Critical raw materials for the EU: report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials. European Commission DG Enterprise, Brussels, 41pp.
- EC-JRC (2011) ILCD handbook. Recommendations for life cycle assessment in European context-based on existing environmental impact assessment models and factors IES, Joint Research Centre, Ispra, 143pp.
- Goedkoop, M. and Spriensma, R. (2000) The Eco-indicator 99-a Damage Oriented Method for Life Cycle Impact Assessment-Methodology Report and Methodology Annex. Pre´ Consultants B.V., Amersfoort.
- Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M., de Schryver, A., Struijs, J. and van Zelm, R. (2009) ReCiPe 2008.A life cycle assessment method which comprises harmonized category indicators at the midpoint and the endpoint level. Report I : characterization. Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment, Amsterdam, 130pp.
- Guine´e, J.B., Gorree, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., de Koning, A., van Oers, L., Wegener Sleeswijk, A., Suh, S., Udo de Haes, H.A., de Bruijn, H., van Duin, R. and Huijbregts, M.A.J. (2001) Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards. Kluwer Academic Publishers.s, Dordrecht, 692pp.
- Jolliet, O., Margni, M., Charles R, Humbert, S., Payet, J., Rebitzer, G. and Rosenbaum, R. (2003) IMPACT 2002+: a new life cycle impact assessment methodology. The International Journal of Life Cycle Assessment, 8(6), 324-330.
- Klinglmair, M., Sala, S. and Brandão, M. (2014) Assessing resource depletion in LCA: a review of methods and methodological issues. International Journal of Life Cycle Assessment, 19(3), 580~592
- Mueller-Wenk, R. (1998) Depletion of abiotic resources weighted on base of “virtual” impacts of lower grade deposits used in future. IWOe Universitaet St. Gallen, Dufourstrasse, 62pp.
- NRC (The National Research Council) (2007) Minerals, critical minerals, and the U.S. economy. The National Academies Press, Washington,DC., 246pp
- Schneider, L., Berger, M. and Finkbeiner, M. (2011). The anthropogenic stock extended abiotic depletion potential (AADP) as a new parameterisation to model the depletion of abiotic resources. The International Journal of Life Cycle Assess (2011),16 (9):929–936.
- Serafy, EL. (1989) The proper calculation of income from depletable natural resources. In: Armad, YJ., Serafy, EL. and Lutz, E., ed., “Environmental accounting for sustainable development”, pp.10~18, The world bank, Washington, D.C.
- Steen,B. (1999) A systematic approach to environmental priority strategies in product development (EPS) Version 2000. Center for Environmental assessment of products and material systems. Chalmers University of Technology, Technical Environmental Planning, Gothenbur, 67pp.
- van Oers, L., de Koning, A., Guine´e, J.B., Huppes, G. (2002) Abiotic resource depletion in LCA - improving characterization factors for abiotic resource depletion as recommended in the new Dutch LCA Handbook. RWS DWW (Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management) , The Netherland.
- Vieira, M.D., Goedkoop, M.J., Storm, P. and Huijbregts, M.A.J. (2012) Ore grade decrease as life cycle impact indicator for metal scarcity: the case of copper. Environmental Science and Technology, 46(23):12772–12778
- 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) 産業環境管理協会, 東京.
- 経済産業省 (2009) レアメタル確保戦略. 経済産業省, 東京.
- 原田幸明, 井島 清, 片桐 望, 大蔵隆彦 (2001) 金属の関与物質総量の概算. 日本金属学会誌65 (7) , 64~570.

独立行政法人 物質・材料研究機構 エコマテリアル研究センター（2004）「鉱物資源使用」 カテゴリーの
特性化係数. 環境情報科学センター委託（2004年3月），東京.

【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WIOを用いて「飲料用紙カップ」（満杯で275mL、通常は200mL程度の飲料を注いで使用する大きさ）のライフサイクル全体CO₂排出量の算定結果を示す。

原材料投入量、エネルギー消費量、廃棄物等の排出量、原材料や製品等の輸送については紙カップメーカーから得た一次データを用いた。紙カップ製造に関する直接的な環境負荷要因は概ねカバーできているが、間接的な要因、例えば工場の設備や従業員の作業着などについてはデータを得られていない。そこで、これらのものについては、産業連関表の取引基本表により、紙カップが含まれていると思われる「その他の紙製容器包装」の製造のために何がどれだけ投入されているかを参照した。以下に評価を行う上での条件を示した。

機能単位：満杯で275mLの飲料が入る紙カップ「1,000個」を対象とする。

マテリアルフロー：飲料用紙カップは図8のような流れで製造、廃棄・リサイクルされる。このうち、「使用」段階は算出対象外とする。紙カップ工場から排出されるもののうち、再生紙や再生樹脂としてリサイクルされるものについては算出対象に含む。

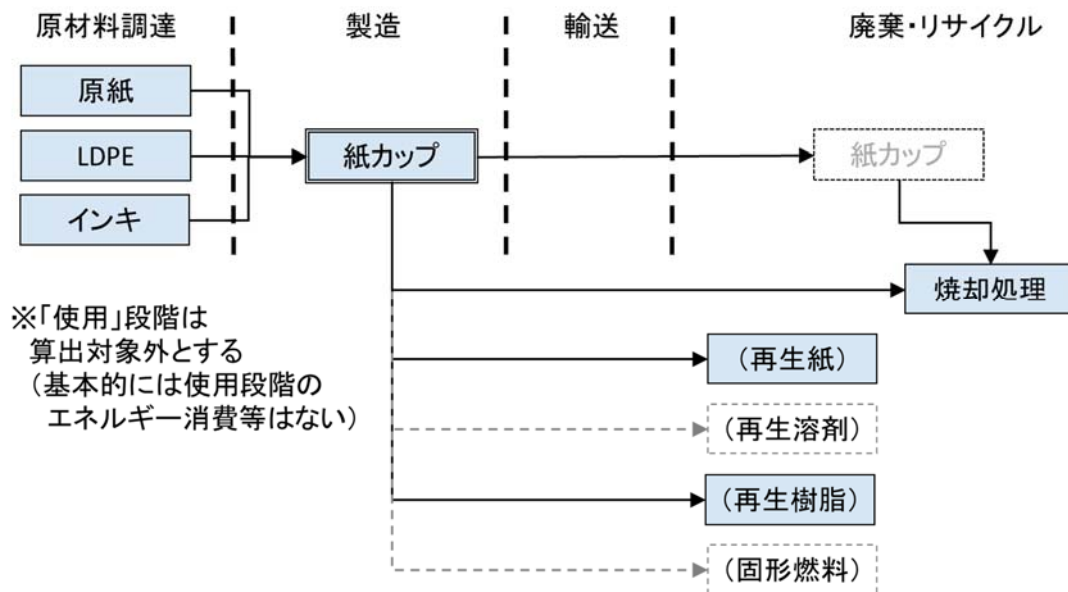


図8 飲料用紙カップの製造等の流れ

活動量：このサイズの紙カップは、製品としては1個当たり5.19gの原紙、0.38gのLDPE、0.08gのインキで構成される。

紙カップ製造に必要な「原紙」「LDPE」「インキ」は鉄道やトラックを用いて工場へ納入される。原紙は海外からチップを輸入し、国内の工場で製造されるが、今回の試算では、チップの輸入分は算出対象から外した。

製品としての紙カップは鉄道やトラックで輸送される。紙カップメーカーから得た情報をもとに、国土交通省の「全国貨物純流動調査（物流センサス）」を用いて、輸送量（トンキロ）を金額に換算した。

使用後の紙カップは全て焼却処理するものとした。工場から排出されるものの中には、衛生紙や再生樹脂としてリサイクルされるものがある。これらのマテリアルリサイクルされるものについては、その製造に寄与しているものとして、マイナス計上した。固形燃料等にリサイクルされる分に関しては、現時点で十分なデータを得られていないため、過小評価にならないよう、焼却処理するものと仮定して加算した。焼却時の環境負荷には、ポリエチレンの焼却によって発生するCO₂排出量を加算した。

計算結果：計算結果を工程別に整理すると図9のようになる。原材料製造等プロセスからのCO₂排出量が大半を占めることがわかる。また、印刷工業会紙器印刷部会紙カップ分科会による紙カップのLCAに関する既存研究（以下、「既存研究」という）結果と比較すると、概ね同じような傾向が見られるものの、「リサイクル」には違いが見られる。これは再生による環境負荷削減効果を計上する対象について両者に開きがあることを意味する。今後は、この点にも注意をしながらデータの検討を行う必要がある。

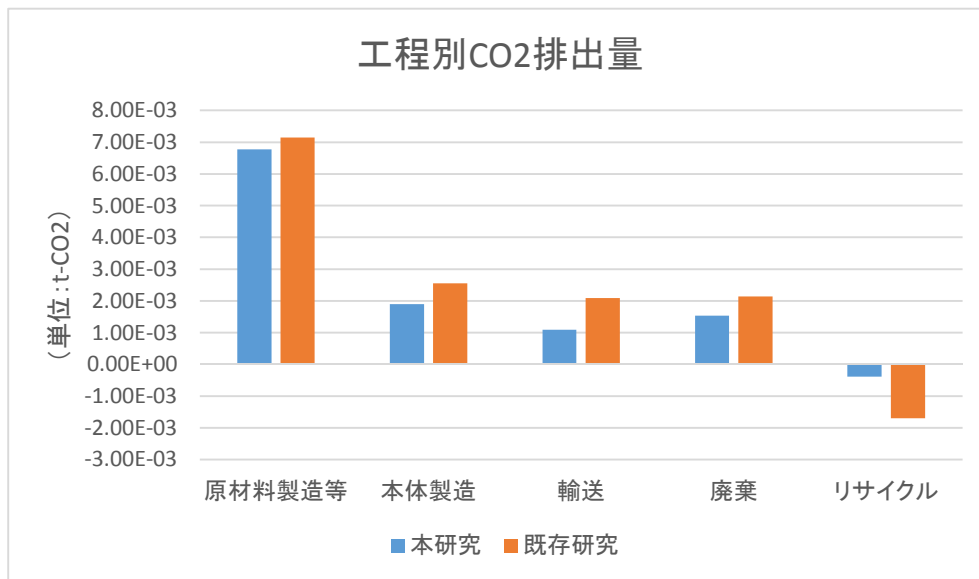


図9 紙カップを対象にしたライフサイクルCO₂排出量の算定結果と既存研究との比較

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
2014年10月 22日	第一回委員会	JEMAI 6階 特別会議室	全体の研究計画について確認。国際ワークショップのプログラム構成と進め方について協議。
2014年10月 31日	シンポジウム開催	東京霞ヶ関 商工会館	環境ホットスポット分析に関する国際的な動向について把握するとともに、UNEPの担当者に対して本研究プロジェクトの内容について紹介。
2014年11月 5日	影響評価グループ会合	東京都市大学 横浜キャンパス	複写機を対象とした環境ホットスポット分析実施のための打ち合わせ
2014年11月 21日	影響評価グループ会合	みずほ情報総研	化学物質の影響評価に関する検討方針の協議
2014年11月 28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
2014年12月 1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に関する打合せ
2015年1月8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	上流・下流インベントリデータベース開発方針に関する打合せ
2015年1月 16日	第二回委員会	JEMAI	
2015年1月 16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1月 27日	影響評価グループ会合	みずほ情報総研	化学物質における運命分析モデルの調査と比較、パラメータの収集調査状況の確認
2015年2月7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2月 10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2月12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	土地利用の特性化係数および被害係数の既存研究間の比較
2015年2月16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の事例研究に関する打合せ
2015年2月20日	影響評価グループ会合	みずほ情報総研	化学物質のデータ収集状況の整理と特性化係数開発に向けた検討
2015年2月26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3月9日	内部会合	神戸大学	報告書作成に向けた方針について打ち合わせ
2015年3月12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	資源消費、土地利用に関する特性化係数のレビュー結果のとりまとめ
2015年3月12日	エコマークグループ会合	JEA	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3月16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	製作・納品された廃棄物データの確認
2015年3月17日	第三回委員会	JEMAI	研究状況・進捗報告。次年度方針等打合せ
2015年3月31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の事例研究に関する打合せ

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、複写機メーカー、文具メーカーの参画を得て、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。

・現時点では、環境ホットスポット分析の具体例は複写機と紙カップに限られる。次年度は評価手法の開発と合わせて、20～30程度を目標に事例研究の実施を加速させる。

・今年度は、国連環境計画から招聘者を得て、シンポジウムを開催することで、本プロジェクトの内容を国内外に周知させることができた。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。さらに、本研究を通じて得られた成果をLCA日本フォーラムの標準データベースとして採用を目指し、研究成果の効果的な利用普及を図る。

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：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. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

7-1. ワークショップ等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2014年 10月31 日	International Symposium on Life Cycle Assessment -Toward the Promotion of Green Procurement using Environmental Hotspot Analysis-	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。
2014年 12月11 ～13日	エコプロダクツ2014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。

7-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

(1) 書籍、DVD

・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) 学会（7-4.参照）以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

・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 (0 件)

●国内誌 (0 件)

●国際誌 (0 件)

(2) 査読なし (1 件)

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

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）

・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) 口頭発表 (国内会議 2 件、国際会議 4 件)

- ・ 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
- ・ 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
- ・ 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
- ・ 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
- ・ 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

(3) ポスター発表 (国内会議 0 件、国際会議 0 件)

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

(1) 国内出願 (0 件)

(2) 海外出願 (0 件)