

## 【S-6-4】 循環資源・資源生産性の向上による低炭素社会構築に関する研究

(H21～H25)

森口 祐一（東京大学）

### 1. 研究実施体制

- (1) 資源需給と温暖化対策の交互作用に着目した低炭素化ポテンシャルの評価手法の開発（東京大学）
- (2) 低炭素化に関連する物質フロー・ストックの計量手法の開発（立命館大学）
- (3) 温室効果ガス排出削減ポテンシャル算定のための物質フロー・ストックモデルの構築（みずほ情報総研（株））
- (4) 消費財・低炭素技術に関わる資源・エネルギー分析（（独）国立環境研究所）
- (5) 社会基盤整備の進展に伴う資源・エネルギー需要予測と低減方策（名古屋大学）

### 2. 研究開発目的

本研究では、アジア諸国の経済発展に伴う社会基盤の整備、耐久消費財の普及、消費財の消費拡大、あるいは低炭素化技術の普及等の想定に基づいて、今後の資源需要量と素材生産に係るGHG排出量の推計を行うとともに、こうした資源の需給バランスや資源の効率的・循環的利用による低炭素化のポテンシャル、需給ギャップ解消のポテンシャルについて検討することを目的とする。低炭素化のポテンシャルについては、特に、素材生産における効率向上やエネルギー転換、ストックされた循環資源や再生可能資源による資源代替、国際的な分業・国際資源循環などの素材供給側の視点と、アジアの地域特性を生かした資源消費のより少ない社会基盤整備、耐久消費財の保有形態の変化、一過性の資源消費の少ない消費形態への転換などの需要側の視点両面から検討を行う。

### 3. 本研究により得られた主な成果（研究者による記載）

#### (1) 科学的意義

- ・ 耐久財・耐久消費財・消費財の製品需要量（ストック量及びフロー量）に基づき高炭素強度の素材である鉄鋼材、セメント、紙・板紙の需要量とその生産に伴って排出される CO<sub>2</sub> 排出量を推計可能な物質フロー・ストックモデルを構築した。このボトムアップ型のモデルにより、製品需要量削減・リユース・リサイクル等の脱物質化対策の評価・検討を行えるようになった。
- ・ 複数鉱種間の併産・副産関係を記述したシステムダイナミクスモデルを構築した。また、鉱山の生産計画ツールという、資源開発工学分野において長く研究されてきたツールを、環境影響評価へと援用する端緒を付けた。本ツールそのものが、当該分野においても非常に先進的なものであり、特に操業移行の最適化に関しては研究が始まったばかりの段階であることから非常に有用な成果である。
- ・ 世界 231 の国や地域を含めたグローバルなシステム境界に基づき、国際貿易に伴うエネルギー消費と汎用金属資源の移動量の構造を明らかにした。また、GLIO との接続により、その国際フローと日本の詳細な部門分類で記述される最終需要との関係性を初めて同定することが可能となった。特に、貿易商品の網羅性を高め、国の解像度の高い精緻な解析を可能とした。
- ・ 中国、バングラデシュ、ミャンマー、フィリピン等の発展途上国における EW-MFA を実施し、これまで先進国中心で進んできた MFA 研究を発展途上国へと展開する上で有益な知見を得ることができた。この成果は、アジアの低炭素化や資源・廃棄物管理について検討する上での基盤情報となるものである。

## (2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

- ・ 環境省「2013年以降の対策・施策に関する検討小委員会第2回低炭素ビジネスWG」(2012年2月8日開催)の資料において、本研究の成果である中国の鉄鋼需要の推計結果が引用された。また、「2013年以降の対策・施策に関する検討小委員会」(2012年3月15日開催)の参考資料としても同結果が引用された。
- ・ 環境省の気候変動「2020年以降の将来枠組み」に関する検討会(第6回)(2013年3月4日開催)における議事内容「貿易に伴う排出の扱いについて」において、本研究成果を含め貿易に伴うGHG等の影響について話題提供を行った。
- ・ 消費財を含めた約400品目の国産財について作成したグローバルエネルギー消費原単位に基づき算出されているグローバルGHG排出原単位は、環境省所管による「グリーンバリューチェーンプラットフォーム(<http://www.gvc.go.jp/>)」において、SCOPE3用の原単位データベースとして利用されている。
- ・ 環境省「第三次循環型社会形成推進基本計画に係る指標等に関する検討会」およびその作業チームには本研究課題の研究代表者・研究分担者計5名が参画し、本研究のモデル構築より得られた多くの知見をインプットすることで、指標作成に貢献した。
- ・ 総合科学技術会議重要課題専門調査会ワークショップにける環境ワーキンググループからの報告において、本課題の成果を踏まえ、国際競争に打ち勝つための分野横断的技術として、資源生産性の高める技術という考え方が盛り込まれた。

<行政が活用することが見込まれる成果>

- ・ 高炭素強度素材であるセメント、紙・板紙の生産に伴って排出されるCO<sub>2</sub>排出量を推計可能な物質フロー・ストックモデルを構築したことにより、例えば、製品の軽量化や素材代替、リサイクル等の脱物質化推進対策の効果が分析できるようになり、重点を置くべき対策の検討が可能となった。
- ・ 複数鉱種間の併産・副産関係を記述したSDモデルを作成したことにより、例えば、CIGS太陽電池の導入が、様々な鉱種にもたらす影響をシステム全体として分析できるようになり、環境政策と資源政策のより統合的な検討が可能となった。
- ・ 本研究成果は、循環型社会構築に関わるリサイクルや長寿命化などの施策が、低炭素社会構築においても有益であり、win-winの関係にあることを示したものであり、両社会の構築を統合する観点で成果を活用することが見込まれる。
- ・ GLIOを多様な環境負荷物質に適用し、世界全体をシステム境界とする原単位を算定することで、欧州が進める環境フットプリント用の基本データとして活用することが見込まれる。

## 4. 委員の指摘及び提言概要

個々のサブテーマの成果が充実しており、それらを踏まえた全体としての研究が、本プロジェクトとしての成果に確実につながり、当初の目標に沿った成果が得られている。今後の需要面からの素材生産におけるGHG排出量予測という試みは注目に値し、高レベルの重要な科学的貢献及び政策的貢献を含んでいると高く評価できる。また、循環型社会形成推進基本計画の改定作業や、中長期の温暖化対策のロードマップ検討などの、わが国にとって重要な政策立案のための資料提供の場面で、本研究が大きく寄与してきていることも評価されてよい。

## 5. 評点

総合評点：A