

【課題番号】 3MF-2201

【研究課題名】

「循環経済・脱炭素社会シナリオのSEEA/SDGsによる物的・貨幣的な定量的評価」

【研究代表者名】 氏川 恵次

体系的番号 : JPMEERF20223M01

重点課題 主 : ⑪ライフサイクル全体での徹底的な資源循環に関する研究・技術開発

副 : ⑦気候変動の緩和策に係る研究・技術開発

行政ニーズ : (2-6) 循環経済(サーキュラーエコノミー)への移行による脱炭素社会
の実現に向けたシナリオ分析の高度化

研究実施期間 : 2022年度~2024年度

【研究体制】

- リーダー 氏川恵次 (横浜国立大学大学院国際社会科学研究院 教授)
- 研究分担者 本藤祐樹 (横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授)
- 研究分担者 申 雪梅 (立命館大学経済学部 准教授)

1. 研究背景、研究開発及び研究目標

【研究背景】

- ◆国際的にSNAやその環境への応用である環境経済勘定（System of Environmental-Economic Accounting: SEEA）は国際基準として承認された。2017年に国連は、SEEAをSDGsが政策に適用される際の公式な統計として承認し、国際的に早急な応用研究や社会実装が求められている。
- ◆日本では1995年以降、国レベルで公式のSEEAが作成（旧版、2006年には地域版兵庫県のパイロットモデル）されてきた。近年2020年以降、グリーン成長戦略に関してカーボンニュートラルおよび環境要因を考慮した経済統計や指標の整備が掲げられ、SEEA大気排出勘定の公式な作成が開始された。研究代表者は関連する研究会での委員を歴任してきた。
- ◆研究代表者は、2015年4月～2019年3月、2020年4月～2024年3月（予定）、科学研究費補助金による研究を通じ、一連の分析手法を複数年に渡り検証・向上させてきた経緯がある。こうした知見に基づき今回の環境研究総合推進費での研究を鋭意推進することが可能となっている。

【研究開発目的】

- ◆本研究の目的は、循環経済を推進していく上で、各部門におけるエネルギー消費や温室効果ガスの削減可能性を高めるため、従来のエネルギー中心の脱炭素社会のシナリオ分析について、資源循環の要素を組み込んだ高度化を進めることにある。
- ◆その方法として、上記のように国際的に統計基準として実装が進められており、既存の統計データ・知見を利活用し得るSEEAの最新版に基づいて、多層的なモデルの構築とシナリオ分析を行う。

【研究目標（全体目標）】

- ◆国際統計基準であるSEEAに基づいて、物質・エネルギーのストック・フローをふまえ、推奨されるSDGsにも対応した、循環経済・脱炭素社会シナリオの物的・貨幣的な評価の統計フレームワークを作成する。
- ◆SEEAの各物質・エネルギーの勘定を作成し、循環経済・脱炭素社会分析用の供給使用表・産業連関表を推計し、静学的なシナリオ分析を実施する。
- ◆SDGs各目標に対応したシナリオ分析を設定して、物質のストック・フローを考慮した動学的SDGs/CGEモデルによって、物的・貨幣的な定量的評価を行う。
- ◆対象地域（兵庫県、神奈川県）での脱炭素社会・循環経済モデルを作成し、リサイクル、生産、廃棄物削減に関する定量的評価を実施する。

2. 研究目標の進捗状況

(1) 進捗状況に対する自己評価 (サブテーマ1)

【サブテーマ】

循環経済・脱炭素社会シナリオのSEEA/SDGsによる物的・貨幣的な定量的評価

【サブテーマの研究目標】

全体目標と同様

【令和4年度研究計画】

- ◆環境省産業連関表をはじめ、部門別の環境データ（温室効果ガス、エネルギー投入、廃棄物排出）に基づいて、SNA供給使用表に対応したSEEAの大気排出勘定、エネルギー勘定、物質循環勘定を作成する。SNAのストック（資本形成）・フローの概念に対応してそれぞれ貨幣的・物的データによって作成する。
- ◆環境産業連関表や兵庫県SEEAの環境データに基づき、対象地域（兵庫県、神奈川県）地域版のSEEAのパイロットモデルを作成する。

【令和5年度研究計画】

- ◆前年度に作成した日本および地域版のSEEAを基にして、国連の推奨する変換手法（技術仮定、販売構造仮定）によって、日本および地域版の環境拡張産業連関表に変換する。
- ◆新たな産業連関表を用いて、SDGsの目標とも対応させた循環経済・脱炭素社会のシナリオ分析を実施する。産業連関分析の場合、消費・投資・輸出の需要構造の変化、供給制約の変化等を対象とする。

【令和6年度研究計画】

- ◆供給使用表＋環境データおよび前年度に作成した産業連関表データによって、従来のSAMと異なり貨幣的・物的データを組み込んだ環境拡張SAMを作成する。
- ◆環境拡張SAMのストックデータを用いて資本形成に関する動学的拡張を行い、複数の物質を同時に変数としてモデルに取り組み、SDGsの目標とも対応した、循環経済・脱炭素社会のシナリオ分析を実施する。CGE分析では、上記の変化に加えて、税率等の政策の変化等も対象とする。

【自己評価】

計画以上の進展がある。

2. 研究目標の進捗状況

(2) 自己評価に対する具体的な理由・根拠と目標の見通し（サブテーマ1）

【具体的な理由・根拠】

令和4年度目標および研究計画に沿って以下を実施した。

- ◆環境省産業連関表をはじめ、環境省の環境統計に対応した各種の公式統計、部門別の環境データ（温室効果ガス、エネルギー・物質投入、廃棄物排出）に基づき、SNA供給使用表に対応したSEEAの大気排出勘定、エネルギー勘定、物質循環勘定、廃棄物勘定を作成した。これらはSNAのストック（資本形成）・フローの概念に対応しつつ、それぞれ貨幣的・物的データによって作成した。
- ◆また環境省産業連関表や兵庫県SEEAの環境データに基づき、対象地域（兵庫県、神奈川県）における大気排出勘定、エネルギー勘定、物質循環勘定、廃棄物勘定に関する部門別の環境データを整備しつつ、地域版SEEAのパイロットモデルを作成した。

2. 研究目標の進捗状況

(2) 自己評価に対する具体的な理由・根拠と目標の見通し（サブテーマ1）

【具体的な理由・根拠】

- ◆令和5年度目標および研究計画を先んじて一部推進を試み、上記のSEEA各勘定を基にしつつ、国連の推奨する変換手法（生産物技術仮定、産業技術仮定、産業販売構造固定仮定、生産物販売構造固定仮定）によって、日本版の環境拡張産業連関表を試作した。この新たな産業連関表を用いて、SDGs各目標とも対応させた循環経済社会のシナリオ分析を試みた。
- ◆令和6年度目標および研究計画を先んじて一部推進を試み、供給・使用表、上記の各種環境データ、産業連関表データ等によって、従来の社会会計行列と異なり貨幣的・物的データを組み込んだ、環境拡張SAMを作成した。さらに複数の物質を同時に変数として応用一般均衡モデルに取り入、SDGsの各目標とも対応した、循環経済・脱炭素社会のシナリオ分析（税率等の政策の変化等も含む）を実施した。

2. 研究目標の進捗状況

(2) 自己評価に対する具体的な理由・根拠と目標の見通し（サブテーマ1）

【令和4年度目標および研究計画の結果】

- ◆日本モデルについて、最新かつ尤も多くの環境統計に整合的な2019年をベンチマークとして作成・推計を行った。貨幣的データの供給使用表は、経済活動別分類（中分類）の29部門で作成を進めた。物的データのSEEAの主要勘定（大気排出勘定、エネルギー勘定、マテリアル・フロー勘定、廃棄物勘定）に関して、環境省環境分析用産業連関表の対象物質、公式な環境統計の「温室効果ガスインベントリ」、「総合エネルギー統計」、「産業連関表」、「日本の廃棄物処理」、「産業廃棄物排出・処理状況調査」といった主要統計に準じて作成を行った。
- ◆地域版（兵庫県、神奈川県）モデルについては、公式な先行事例である兵庫県環境経済統合勘定基本表もふまえ、貨幣的・物的供給使用表と並行して県民勘定行列に環境勘定を連結するかたちで作成を進めた。環境データについては、先の「総合エネルギー統計」「日本の廃棄物処理」をはじめ、公式統計に準じたものを活用して作成した。エネルギーについては、都道府県別エネルギー消費統計の解説、日本標準産業分類、地域別エネルギー消費量の統計表に基づいて、地域別に分割した（次スライドに、SEEA-Energyの供給使用表の概要図を示す）。

2. 研究目標の進捗状況

(2) 自己評価に対する具体的な理由・根拠と目標の見通し（サブテーマ1）

【令和5年度目標および研究計画の結果】

- ◆国際的には供給使用表から産業連関表を推計する方式であり、日本も同方式に移行しつつある。SEEAはこうした供給使用表＋環境データの形式であるため、国連の推奨する変換手法（技術仮定、販売構造仮定）によって、国際的に活用が進められている環境拡張産業連関表に変換することを試みた。またSEEAがSDGs目標に照応しているため、SDGs目標とも対応させた循環経済・脱炭素社会のシナリオ分析を実施することも試みた。
- ◆供給使用表体系とSEEAに基づく環境拡張産業連関表では、分類に応じた複数の仮定に応じた分析結果が提示可能であり、とくに生産物技術仮定や生産物販売構造固定仮定による環境効果は、従来の産業連関表からも乖離の少ない信頼性の高いものとなった。

2. 研究目標の進捗状況

(2) 自己評価に対する具体的な理由・根拠と目標の見通し（サブテーマ1）

【令和6年度目標および研究計画の結果】

- ◆供給使用表に加えて、SEEA大気排出勘定、エネルギー勘定、物質循環勘定（マテリアル・フロー勘定）、廃棄物勘定データによって、従来のSAMと異なり貨幣的・物的データを組み込んだ環境拡張SAMを作成し、これによりSDGs/CGE分析用のモデルを作成した。また各物質を同時に変数として環境拡張CGEモデルに取り込み、SDGsの目標とも対応させた、循環経済・脱炭素社会のシナリオ分析を実施した。
- ◆政策に関わりうるものとして、各種税率の変化等によるシミュレーションを行った。多くのケースでは、とくに家計による排出や消費の減少が見込まれるが全体として一定の産業部門の排出や消費により相殺される結果が明らかとなった（次スライドで物質別の結果の概要を示す）。今回のSEEAの応用による環境拡張SAM/CGEモデルのシミュレーションの結果、SDGsの目標あるいはターゲットを推進・達成するためには、SDGs目標のより具体的な設定と複数の政策の選択が重要であることも示唆された。

2. 研究目標の進捗状況

(2) 自己評価に対する具体的な理由・根拠と目標の見通し（サブテーマ1）

【目標達成の見通し】

設定した目標について、令和4年度および5年度計画に対応する以下の内容は既に達成済みか、達成できる見通しである。

- ①国際統計基準であるSEEAに基づいて、物質・エネルギーのストック・フローをふまえ、推奨されるSDGsにも対応した、循環経済・脱炭素社会シナリオの物的・貨幣的な評価の統計フレームワークを作成する。
- ②SEEAの各物質・エネルギーの勘定を作成し、循環経済・脱炭素社会分析用の供給使用表・産業連関表を推計し、静学的なシナリオ分析を実施する。
- ③対象地域（兵庫県、神奈川県）での脱炭素社会・循環経済モデルを作成する。

2. 研究目標の進捗状況

(2) 自己評価に対する具体的な理由・根拠と目標の見通し（サブテーマ1）

【今後の見通し】

令和5年度 研究計画	前年度に作成した日本および地域版のSEEAを基にして、国連の推奨する変換手法（技術仮定、販売構造仮定）によって、日本および地域版の環境拡張産業連関表に変換する。 新たな産業連関表を用いて、SDGsの目標とも対応させた循環経済・脱炭素社会のシナリオ分析を実施する。産業連関分析の場合、消費・投資・輸出の需要構造の変化、供給制約の変化等を対象とする。
令和6年度 研究計画	供給使用表+環境データおよび前年度に作成した産業連関表データによって、従来のSAMと異なり貨幣的・物的データを組み込んだ環境拡張SAMを作成する。 環境拡張SAMのストックデータを用いて資本形成に関する動学的拡張を行い、複数の物質を同時に変数としてモデルに取り組み、SDGsの目標とも対応した、循環経済・脱炭素社会のシナリオ分析を実施する。CGE分析では、上記の変化に加えて、税率等の政策の変化等も対象とする。

- ◆ 今後は研究計画に沿って、今年度以降での残された課題である、地域版の環境拡張産業連関表への応用、各種の物質を扱うシナリオ分析、環境拡張CGEモデルの動学化・シナリオ分析を鋭意進める予定である。
- ◆ さらに十分に具体化させた成果に基づき、「国民との科学・技術対話」の実施も進めていく予定である。

3. 研究成果のアウトカム（環境政策等への貢献）

【行政等が活用することが見込まれる成果】

- ◆近年、SEEA関連指標の整備がグリーン成長戦略に盛り込まれ、その活用が環境政策に貢献することが多いに期待できる。とくに循環型社会形成推進基本計画、地球温暖化対策計画等の各種政府計画をはじめ、資源循環・気候変動対策の政策立案の基礎ともなり得る。さらに、他の先進国では進められているように、国際的な資源循環や気候変動関連のエビデンス提供の国際貢献も図ることで、従来の精緻なデータを活かした、日本のプレゼンス向上も期待できる。
- ◆本研究でのSEEAの各勘定は、環境省による既存の環境分野分析用産業連関表の分類、各種の公式な環境統計に準じており整合性がある。また今後日本で進められていくと考えられている供給使用表からの環境拡張産業連関表の作成について、国連の公式な基準・手法等に沿った先行事例を示すことを目的としている。これらはいずれも既存のSNAおよび環境統計をそのまま踏襲しており、適宜、柔軟に政策分析に用いることが可能である。またSEEAは国連によってSDGs評価ツールとして認められているため、SNAやSEEAの枠組みは、SDGs政策の具体化に沿って、部門別の分析等にそのまま拡張することが可能となっている。

4. 研究成果の発表状況

【誌上发表（査読付き論文に準ずる成果発表）：3件】

- 1) 氏川恵次：エコノミア（横浜国立大学）、第73巻第1・2号、67-82（2023）環境経済勘定（SEEA）に基づく環境拡張SAMの作成とモデル分析試論。 ※依頼原稿
- 2) 氏川恵次：経済分析（内閣府）、第206号、180-198（2023）環境経済勘定（SEEA）の概要と国際的な整備・政策的利用状況について。 ※依頼原稿
- 3) 【予定】氏川恵次：産業連関（環太平洋産業連関分析学会）、第30巻第2号、1-13（2023）供給・使用表からの対称産業連関表の推計。 ※依頼原稿

【口頭発表（学会等）：7件】

- 1) 氏川恵次、環境経済・政策学会2022年大会（2022）環境経済勘定・物質循環勘定の作成とSDGs評価への適用。
- 2) 氏川恵次、環太平洋産業連関分析学会第33回全国大会（2022）物質フロー勘定に基づく物的供給使用表および環境拡張産業連関表の作成と応用。
- 3) Keiji Ujikawa, Jiawei Fan, Yu Zhang, 2022 7th Asia Conference on Environment and Sustainable Development, Kyoto, Japan (2022) An Evaluation of SDGs policies using Environmental-Economic Models.
- 4) Keiji Ujikawa, The 7th International Conference on Economic Structures, Tokyo, Japan (2023) A Compilation of SEEA and Application to CGE Model.
- 5) Keiji Ujikawa, Xuemei Shen, Yu Zhang, 29th International Input-Output Association Conference, Alghero, Italy (2023) A Compilation of SEEA and Application to Input-Output Accounts.
- 6) 田口潤、本藤祐樹、森泉由恵、第31回日本エネルギー学会大会（2022）次世代施設園芸を対象としたライフサイクルCO₂排出量の推計。
- 7) 田口潤、本藤祐樹、森泉由恵、第18回日本LCA学会研究発表会（2023）次世代施設園芸のライフサイクルCO₂排出量の推計と削減可能性の分析。

5. 研究の効率性

なお各項目の効率的な実施について、研究体制に関しては、本研究を進めるにあたり、事前に十分な研究設備を準備し、対応課題について十分な知見・研究管理能力を擁する研究者の確保に努めた。また関連する複数年の研究を通じた知見を活かした情報収集能力を構築済みであった。

本研究は、ミディアムファンディングによる、かつ単一のサブテーマによる研究であるが、分担内容・連携体制も効率的に行った結果として、計画以上の進展となったと考えられる。また課題管理について、各目標について同時並行的に把握しつつ、各計画の実施を順序立てて進めることができた。

さらに研究資金の運用に関しては、他の研究に比して設備費等を大幅に削減した運用を行ったと考えられ、研究計画の具体的な推進や環境政策に関するアウトカムに比して、費用対効果が高い研究となっていると思われる。