

自然資本・生態系サービスの将来シナリオ予測のための 社会・生態システムの統合シミュレーションモデルの開発



研究ノート

松井孝典*, 橋本 禅**, 齊藤 修***

Development of Socio-Ecological Integrated System Simulation Model
for Future Scenario Analysis of Natural Capital and Ecosystem Services

Key Words : Natural capital Ecosystem services, Scenario analysis

はじめに

地球社会の持続性を考えるうえで、地球温暖化の緩和と気候変動への適応、生物多様性の保全と生態系サービスの持続的利用に纏わる未来と真摯に向き合わなければならない段階に来ている。World Economic Forum が公開する The Global Risks Report ¹⁾ でも毎年のように取り上げられるように、これは地球規模で共有する人類的な課題である。そして同時に、生じうる環境・社会・経済的影響やそれを克服

するための処方箋は地域固有であり、現世に生きる人間として、地域の事情に応じた未来の設計と対応戦略の策定する責務がある。この背景の下、現在、気候変動下で変わりゆく日本の自然生態系の姿と、そこから得られる自然の恵みの行方、それに応じた社会の福利の変容を占うプロジェクト、通称 PANCES プロジェクトに参画している。

PANCES とは、Predicting and Assessing Natural Capital and Ecosystem Services の頭字語である（戦略的研究開発領域課題（S-15）、「社会・生態システムの統合化による自然資本・生態系サービスの予測評価」）²⁾。このプロジェクトでは、自然生態系と社会生態系の双方を含む全体のシステムを「社会・生態システム（Socio-ecological system）」として捉えている。我が国の社会・生態システムが直面する危機には「第1の危機：人間の過剰な介入による自然生態系の劣化」、「第2の危機：里地里山の手入れ不足による自然生態系の質の低下」、「第3の危機：外来種による自然生態系のかく乱」、「第4の危機：地球環境の変化による自然生態系の変容」の4つがある³⁾。このうち、2050年頃の日本社会を想定した場合、「第2の危機：自然に対する働きかけの縮小による危機」と「第4の危機：地球環境の変化による危機」が特に影響が大きい危機と想定される。低経済成長、人口減少や気候変動といった大局的な変化要因が社会・生態システムに与える影響を構造解析し、それに伴って生じうる社会の福利の変化を様々な将来シナリオ下で予測することで、有効なガバナンスのあり方を逆照射することが本プロジェクトの主要なミッションとなる。持続可能性科学を軸に、環境学、陸域・海洋生態学、気候科学、経済学、社会学、政治学、工学などの専門家がオールジャパンで参画しており、Future Earth ⁴⁾ が示す超学性（transdisciplinary）を体現したプロジェクトである。



* Takanori MATSUI

1977年2月生まれ
大阪大学大学院工学研究科環境工学専攻
博士後期課程 修了（2004年）
現在、大阪大学 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 地球循環共生工学領域 助教 博士（工学）
持続可能性科学
TEL : 06-6879-7407
FAX : 06-6879-7407
E-mail : matsui@see.eng.osaka-u.ac.jp



** Shizuka HASHIMOTO

1975年2月生まれ
東京農工大学大学院連合農学研究科 博士後期課程 修了（2004年）
現在、東京大学 サステナビリティ学連携研究機構 准教授 博士（農学）
ランドスケープ・プランニング
TEL : 03-5841-5049
E-mail : ahash@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp



*** Osamu SAITO

1969年6月生まれ
東京農工大学大学院連合農学研究科 博士後期課程 修了（2004年）
現在、国際連合大学 サステナビリティ高等研究所 学術研究官 博士（農学）
持続可能性科学
TEL : 03-5467-1343
E-mail : saito@unu.edu

社会・生態システムの統合シミュレーションモデルの開発

将来シナリオ予測を定量的に行うためには、将来シナリオの設計とシミュレーション用のモデル開発が鍵となる。図1に現在、開発を進めている統合シミュレーションモデルのシステム構成を示す。左から順に、①シナリオの描写とシナリオに応じた社会・生態システムに直接的・間接的に影響を与える駆動因（ドライビングフォース）のパラメタライズ、②駆動因に応じて分岐する基本フレーム（人口・産業・土地利用・自然資本ストック）のモデリング、③陸域・海洋生態系の動態と人間社会とのインタラクションによって生み出される生態系サービス群フローの定量化ロジックの構築、④生態系サービスの自然・社会経済的価値とその享受によって生み出される福利の定量化手法の実装、⑤これら一連の社会・生態システムに対する重層的ガバナンス構造と政策オプションと影響評価手法の設計というモジュール構成である。本稿では特に①シナリオ設計と②基本フレーム開発を中心に、簡単に概要を紹介したい。

自然資本・生態系サービスの将来シナリオ

将来シナリオの設計プロセスは、2010年にUnited Nations Universityが行ったJSSA（Japan Satoyama

Satoumi Assessment)⁵⁾を参照しながら、これを更にシステムチックかつ定量的に発展させたものになっている。シナリオ設計にはtarget-seeking型やpolicy screening型など様々な方法論があるが、今回、PANCESプロジェクトではScenario axes methodによるexploratory型のシナリオを開発している。具体的には、まず専門家の集中ワークショップによって、自然災害、気候変動、経済・資源、外来種、人口・都市、政策・ガバナンス、教育、ライフスタイル・価値観・自然観、技術革新、その他のカテゴリーから構成される社会・生態システムを駆動する34の間接要因と21の直接要因を抽出した。次に、この項目群に対して約100名の専門家がプレテスト⁶⁾と2度の一貫性評価を含むDelphi methodによる調査を通じて、影響が大きい（影響度）、また2050年をスコープとした場合に起こりうる可能性が高い（確度）を同定した。そして、確度が大きい要因を全シナリオを通じた基調条件、影響度が大きい要因をシナリオを構成する不確実性の軸に設定することで、最終的には「低成長・人口減少」をメガトレンドとしたうえで、「人口分布（コンパクト・分散）」と「資本活用の選好（自然資本活用・人工資本活用）」をゲームチェンジャーとする4つの将来シナリオを設計した。

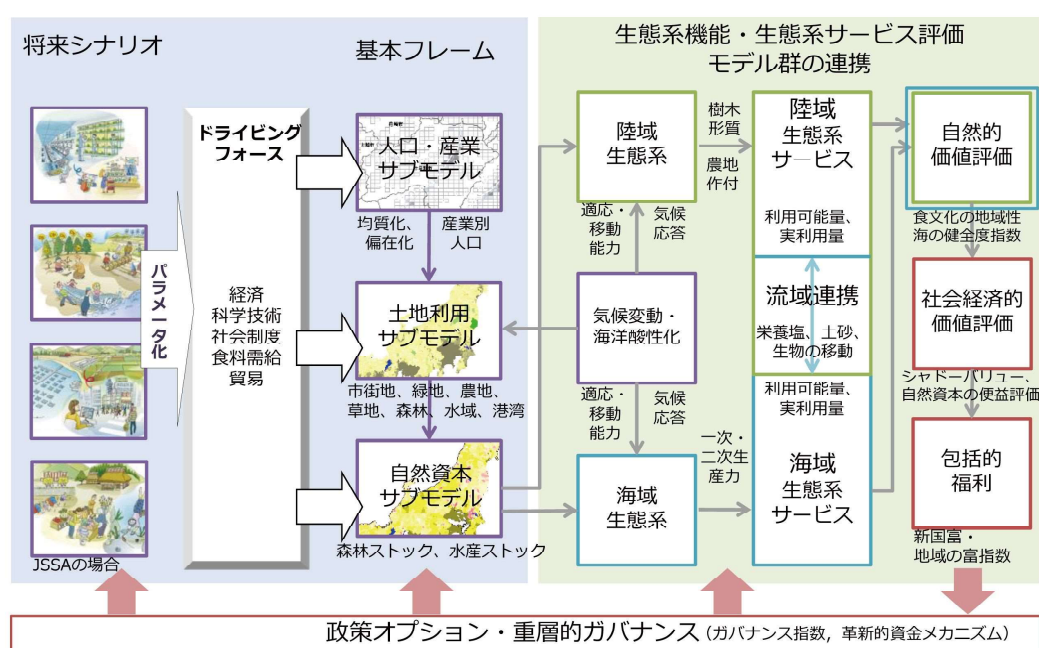


図1 社会・生態システムの統合シミュレーションモデル

我々の社会・生態システムの未来

図2には、2050年の人口分布の1km解像度の予測値を示した。これは国土交通省が試算した2050年における日本の人口分布の予測値であり^{7), 8)}、2050年の人口総数は1億人を下回る97,074,889人とされている。労働人口は5割に減少し、高齢人口が4割を占める。また2010年には180,219km²に人口が賦存しているのに対して、2050年にはそのうち2割の34,703km²が無人口化するという過酷な未来が予測されている。

これを基礎として、これよりPANCESプロジェクトでは、社会・生態システムにどのような将来シナリオがあり得るかを模索する。もし社会がコンパクト型社会に向かうならば、人々は高効率・集中的なエネルギー利用をする都市に集住し、その一方で低・未利用な土地は原生化することになるだろう。一方、分散型社会を選択した場合には、里山里海を通じて自然界との接合を維持しながら、バイオマスを中心とした再生可能エネルギーを利用するネットワーク型社会に向かうかもしれない。また自然資本の利活用を優先する社会を望むとすれば、エネルギー生成・防災・文化活動に国内・地域産の生態系サービスを活用する地域自給型の社会が想像される。一方で、人工資本の利用を指向した場合、国際市場

由来のグローバル由来の生態系サービスを消費しつつ、メガエネルギー生成技術や人工知能技術を基盤として自然界を高度に制御する道に活路を見出すかもしれない。

おわりに

PANCESプロジェクトはここから佳境に入る。これらの将来シナリオは確定事項ではなく、どれが最適であるという訳でもない。あり得る未来のオルタナティブであり、まだ我々には選択する自由が残されている。今後、IPBES (Intergovernmental science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)⁹⁾への科学的知見の提供、国際学術誌での特集¹⁰⁾、生物多様性国家戦略への情報提供など様々なチャネルを通じて順次成果を公開する予定である。地球社会の未来を共有する読者の皆様にも是非行方をご高覧頂き、共に議論を深めていただければ幸いである。

謝辞

本研究は環境省環境研究総合推進費戦略的研究開発領域課題 (S-15)「社会・生態システムの統合化による自然資本・生態系サービスの予測評価」の支援を受けた。

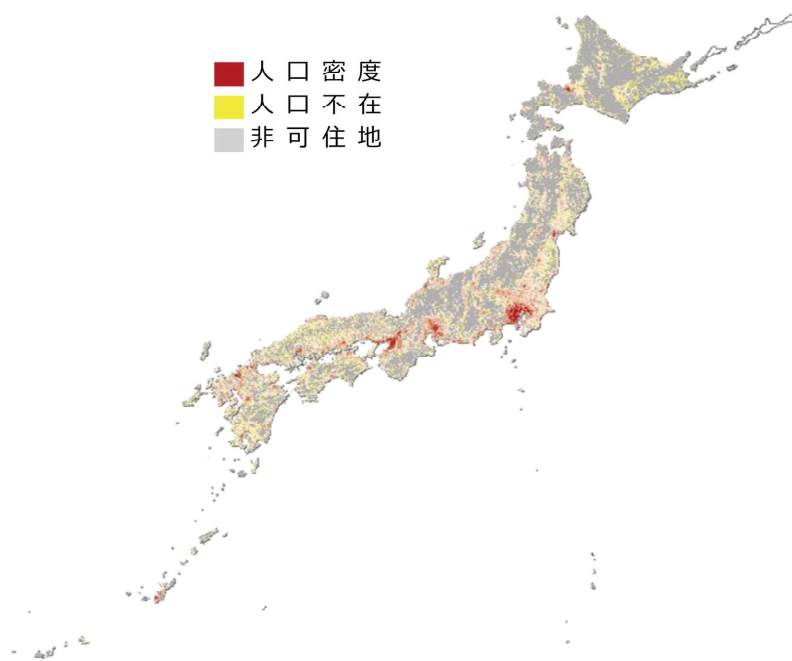


図2 2050年の人口分布の1km解像度の予測値

参考文献

- 1) World Economic Forum: The Global Risks Report 2017,
<https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2017>, (2017)
- 2) 平成 29 年度戦略的研究開発領域課題 (S-15), 「社会・生態システムの統合化による自然資本・生態系サービスの予測評価」,
<http://pances.net/>, (2016-2020)
- 3) 環境省生物多様性センター: 生物多様性に迫る危機,
http://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/biodiv_crisis.html, (2010)
- 4) Future Earth:
<http://www.futureearth.org/>, (2012)
- 5) United Nations University, Tokyo, Japan: Japan Satoyama Satoumi Assessment, Satoyama-Satoumi Ecosystems and Human Well-being: Socio-ecological Production Landscapes of Japan – Summary for Decision Makers, (2010)
- 6) 神山千穂、秋庭はるみ、庄山紀久子、橋本禪、松井孝典、齊藤修、小田知宏: 日本における生物多様性と生態系サービスに関わる将来シナリオ設計に向けたフレームワークの構築, 土木学会第 44 回環境システム研究論文発表会講演集, 44, pp.151-158, (2016)
- 7) 国土交通省: 国土数値情報 1km メッシュ別将来推計人口 (H26 国政局推計), (2015)
- 8) 国土交通省: 国土のグランドデザイン 2050 ~対流促進型国土の形成~,
http://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudoseisaku_tk3_000043.html, (2015)
- 9) Intergovernmental science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services :
<https://www.ipbes.net/>, (2012)
- 10) Takeuchi, K., Saito, O., Hashimoto, S. et al. : Call for Papers for “Future scenarios for socio-ecological production landscape and seascape”, Sustain Sci,
<https://doi.org/10.1007/s11625-017-0458-9>, (2017)

