ME4 拡張型スナップショットツール ExSS の生態系評価モジュールの開発

－ カーボンニュートラルとネイチャーポジティブの同時達成シナリオの探索 －

Development of an Ecosystem Evaluation Module of the Extended Snapshot Tools (ExSS)

- Exploring Carbon Neutral and Nature Positive Scenarios -

指導教員　町村尚准教授・地球循環共生工学領域

28H22039　田中愛子（Aiko TANAKA）

Abstract: We need to explore scenarios that can simultaneously achieve Carbon Neutral (CN) and Nature Positive (NP). Therefore, this study aimed to develop an ecosystem evaluation module of the Extended Snapshot Tools (ExSS). This model has been developed in the climate change field. I developed three indicators for ecosystem assessment from the action and state targets of the National Biodiversity Strategy. I used the scenario for the realization of a decarbonized society from the perspective of local people[3] as the BaU. I developed eleven NP-economic scenarios that sectors other than primary sector distribute 0-10% of the final demand to the primary sector related to ecosystem conservation. The scenarios that could achieve CN and NP at the same time were drawn up.

Keywords: carbon neutral, nature positive, scenario analysis, integrated assessment model (IAM)

１．背景と目的

気候変動と生物多様性の問題は密接に関連しており [1]，これを同時に解決できるシナリオの探索が求められている．気候変動分野では気候モデルと統合評価モデルを連携してシナリオを分析してきたが，生物多様性分野でも同様の分析が必要である．そこで気候変動分野で開発された統合評価モデルを拡張することで，生態系の状態量と介入策の効果が評価可能な統合評価モデルの開発を目的とした．

２．研究方法

２．１　生態系評価モジュールの開発

統合評価モデルの「拡張型スナップショットツール (Extended Snapshot Tools, ExSS)」[2] に対して生態系評価が可能な拡張モジュールを開発した．ExSS は経済学の均衡理論に基づく連立方程式群であり，滋賀県の 2050 年ネットゼロシナリオ策定で作成された ExSS [3] は，外生変数 75、内生変数 43，制約式 43、方程式 48 から構成される．この ExSS に対して生物多様性国家戦略 2023-2030 で行動・状態目標に選定されている 1) 有機農業を実施可能な農地面積率 ($OFAr$)，2) 森林管理・保全を実施可能な面積率 ($CEAr$)，3) 管理された森林による CO_2 吸収量 (FCO_2A) を生態系評価指標として次式で設計した．

$$OFAr = \frac{AWTD - CAT}{CAT \times (Wr - 1)} \quad (式1)$$

$$CFAr = \frac{FWTD \times FCU}{FA} \quad (式2)$$

$$FCO_2A = CFA \times FCO_2U \quad (式3)$$

ここで$AWTD$，$FWTD$は内生変数の農業部門と林業部門の労働時間需要 (h)，CATは県内全域で慣行農業を行うための労働時間 (h)，Wrは有機農法と慣行農法の労働時間比率，FCUは単位時間に管理・保全可能な森林面積 (ha h^{-1})，FA は森林総面積 (ha)，FCO_2U は森林の CO_2 吸収量 (kt-CO_2 ha^{-1}) である．また農業部門で$OFAr$が 100%になり全農地が有機農業になる場合は余剰の労働時間を林業部門に分配した．

２．２　ネイチャーポジティブ（NP）経済シナリオを用いたシナリオ分析

前述の滋賀県の 2050 年ネットゼロシナリオ [3] を Business as Usual (BaU) とし，ここからさらに NP の達成するために，民間消費支出のうち農林水産部門以外の産業部門の最終需要額の 0 – 10% を生態系保全に関連する農林水産部門に分配する NP 経済シナリオを作成して上記の生態系指標の動態を評価した．

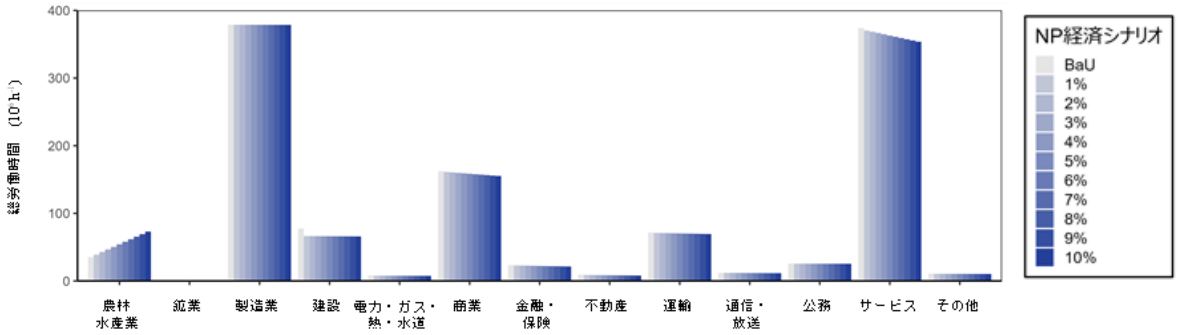

図 1　シナリオ別の各産業部門の労働需要時間

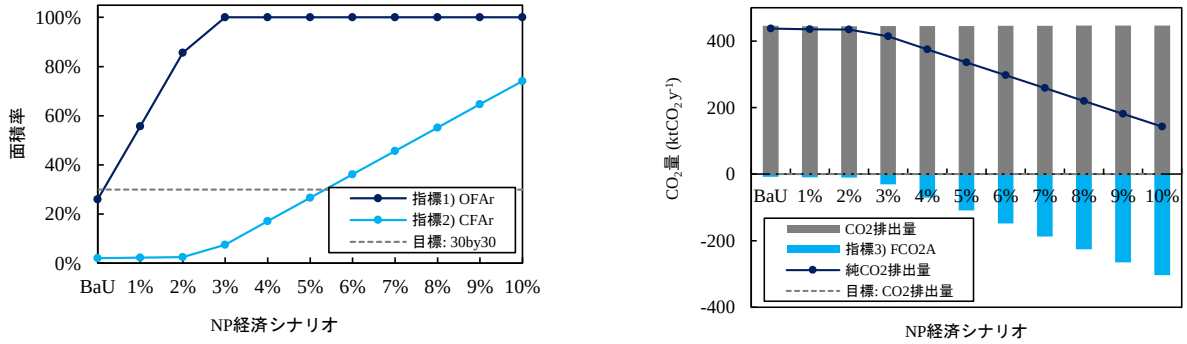

図 2　NP 経済シナリオ別の有機農業面積率と森林管理・保全可能面積率 (左) 森林の CO_2 吸収量の変化 (右)

３．結果と考察

３．１　NP 経済シナリオの労働時間需要への影響

図 1 に NP 経済シナリオ別の部門別の労働需要時間の変化を示す．民間消費支出の最終需要額を農林水産部門に分配することで，農林水産部門では BaU の労働時間需要の 35×10^6 から最大で 73×10^6 h y^{-1} に増加し，影響度係数が 1 以上の商業部門とサービス部門の労働時間需要が減少した．感応度係数が 1.13 と高い建設部門の生産額が波及効果で減少し，労働需要時間が BaU から 15% 減少した．

３．２　NP 経済シナリオ別の生態系評価指標の動態

図 2 に NP 経済シナリオ別の 3 つの生態系評価指標と CO_2 排出量の収支を示す．**図 2（左）** から，農業部門では 3%シナリオの段階で指標 1) 有機農業面積率$OFAr$が 100%を達成した．3%以降は農業部門の労働需要時間が林業部門に分配されたため，指標 2) 森林管理・保全面積率 $CFAr$が急速に増加し，6%シナリオ以降で陸と海の 30%以上を健全な生態系として効果的に保全する目標である 30by30 を達成できる可能性が示された．これに伴い農林水産部門のエネルギー消費量は BaU の 6.58 から 10%シナリオで 13.65 ktoe へ倍増したが，滋賀県全体での CO_2 排出量は 0.12%と微小な増加となった．このとき指標 3) の森林の CO_2 吸収量 (FCO_2A) が増加し，滋賀県全体の CO_2 排出量の 68%に相当する吸収量となった．これらより一次産業への資金の分配により CN と NP の同時達成が可能であることが示唆された．

４．今後の課題

統合評価モデルと土地利用モデルを連携した地域スケールでの空間明示なシナリオ分析や，多くのステークホルダの自然に対する多様な価値観を取り入れたシナリオの評価手法の確立が必要である．

参考文献

1) IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change - Scientific outcome
2) 五味馨ら (2007) 地方自治体における統合環境負荷推計ツール開発と滋賀県への適用，環境システム論文集，35 巻，255-264.
3) 金再奎ら (2022) 地域における生活者目線での脱炭素社会実現シナリオの構築手法-滋賀県を事例として-,環境情報学会誌，35 巻 4 号 199-212.
4) 環境省，生物多様性国家戦略 2023-2030～ネイチャーポジティブに向けたロードマップ～, https://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/initiatives6/files/1_2023-2030text.pdf