

地球温暖化統合モデルの研究III Integrated Assessment Model of Climate Change

佐藤 正博*

Masahiro Sato

1. はじめに

地球環境問題解決のために、地球科学的観点からのシミュレーションモデルによる将来の地上温度予測や、環境経済学の観点からの費用便益あるいは環境容量を制約条件に効用関数の最大化を目的として CO₂ 排出量抑制のレベルを推定する各種モデルの研究が実施してきた。近年、地球科学の分野と環境経済学の分野の垣根を越える統合モデルの研究が進められているが、2つの分野の情報が一方通行であるケースが多く、二酸化炭素濃度の上昇が植物の生育を増進させ、二酸化炭素濃度を低下させる負のフィードバック効果や、地上温度の上昇にともない砂漠化の拡大し、地上温度をさらに上昇させる正のフィードバック効果等は正確な形では統合モデルへ反映されていない。このような問題を解くためには、2つの分野の定式化を見直し、シームレスに連立して解くことが要求される。本研究において、Nordhaus の DICE モデルをベースとして、システムダイナミクスの手法を用いて、経済－生物－地球環境のシームレスな統合を図り、各種のフィードバック効果も含めた解析を実施することを目的とする。

2. DICE モデルの基本構造

DICE モデルは気候変動と経済との統合モデルとして最もシンプルであり、わかり易く、示唆に富むモデルであるが、以下のような問題点を含んでいる。

- ① DICE モデルの時間経路は explicit な制約条件よりも、最適化によって決まる。
- ② モデルを大きく決定する要因が外生変数として与えられている。
- ③ 発生源と、吸収源が対象外となっている。

このモデルの基本構造は図-1 のとおりである。

DICE モデルには幾つかのフィードバックがあるが、元来フィードバックと考えられる、①人口増加②生産性の向上（技術進歩）③CO₂ 抑制による生産力低下の3つは外生変数として与えられている。

以上のような諸要因によって、CO₂ 排出から地球温暖化を経て、生産の抑制に影響するループは、CO₂ の大気への蓄積や輸送による遅れによって、弱いものになり、結果として将来の気候変動のコストを支払うため、経済を成長させる必

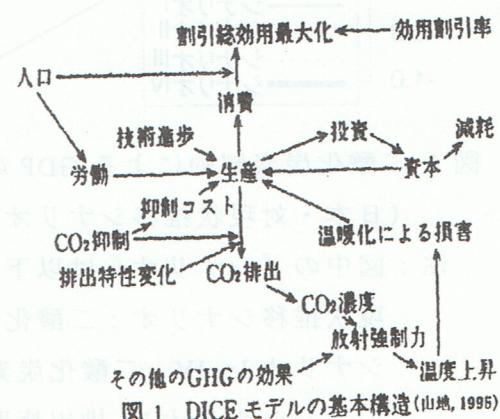


図1 DICE モデルの基本構造(山地, 1995)

* 東京大学総合文化研究科 The University of Tokyo Graduate School of Arts and Sciences

要が生じるものとなっている。

3. モデル化の基本的考え方

DICE モデルは典型的なシステムダイナミクスモデルと、ストックとフロー、非線形、非平衡などの問題を取り扱える点など、多くの部分で類似している。本研究では、システムダイナミクスと最適化の手法を組み合わせた解析を行う。モデルの構造は図-2 のとおりである。DICE モデルの問題①を解決するため、自然制約条件を最適化にダイレクトに反映させるため、許容濃度と現状濃度との関係を定式化して効用関数を式(1)のように定義しなおした。

$$u[c(t), L(t), m(t)] = \frac{L(t)(c(t)^{1-\alpha} - 1)}{1-\alpha} \left\{ 1 - \frac{m(t)}{x_*} \right\}^\beta \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

ここで、 u は効用関数、 $c(t), L(t)$ は一人当たりの消費、人口であり、 α, β は弾性値、 $m(t), x_a$ は CO_2 濃度、許容濃度である。 $\{\cdot\}^\beta$ が本研究での修正部分である。

問題②に関しては、それらをモデルで内部化するには、モデル自体が更に複雑になるため、本研究では修正対象としていない。

問題③に関しては植物圈や土壤、動植物プランクトンの効果を考慮し、CO₂ の海洋内部でのモデルを組み込み表現している。

4. 結果と分析

結果の分析は学会で発表予定である。

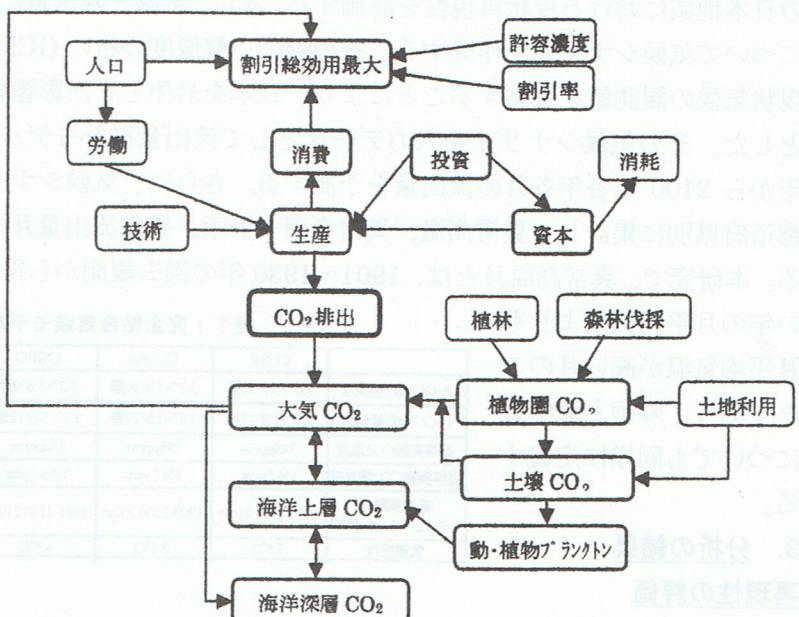


図-2 炭素サイクルモデルと経済モデルの統合

参考文献

- Nordhaus, W.D.(1994), *Managing the Global Commons*, The MIT Press
T.M.L.Wigley, D.S.Schimel(2000), *The Carbon Cycle*, Cambridge University Press
T. Fiddaman(1996), *A System Dynamics Perspective on an Influential Climate/Economy Model*,
a doctoral dissertation of the MIT Sloan School of Management.