

内モンゴル自治区の持続可能な計画策定のためシミュレーションモデルの開発

Development of the Simulation model for building the sustainable plan in the NEIMENGGU region

北海道大学大学院工学研究科 学生員 春 燕 (Chun Yan)
 北海道大学大学院工学研究科 フェロー 加賀屋 誠一 (Seiichi Kagaya)
 北海道大学大学院工学研究科 正 員 萩原 亨 (Toru Hagiwara)
 北海道大学大学院工学研究科 正 員 内田 賢悦 (Ken-etsu Uchida)

1. はじめに

近年、中国・内モンゴル自治区において大規模な経済計画により、大きな発展が遂げられている。しかし同時に、草原の減少、砂漠化、環境汚染などの問題も引き起こした。環境・経済を両立する地域を築き、未来世代の経済成長をも保証することが重要な課題となった。

今までの地域計画は、生産を中心としたため、自然自身の再生能力が対応できなかったと言える。この問題を解決するために、持続可能な発展戦略が必要とされている。これを実現するため、それらに影響を及ぼす要因を捉え、持続可能な計画を策定することが重要であると考えられる。

現在、持続可能な発展に関する研究は、1992年地球サミットで採択した「アジェンダ 21」をきっかけとして、国連「持続可能な発展委員会」をはじめ、多くの機関で盛んに行われてきた。持続可能な発展に対しては、単に経済と自然環境との関係だけでなく、社会、人口の問題を含めた総合的な視点が必要となる。

本研究では、内モンゴル自治区の持続可能な発展の指標を設定し、内モンゴルの持続可能な発展計画を策定するためのシミュレーションモデルを構築する。また、このモデルにより、地域システムにおける影響を明らかにする。さらに、内モンゴルの持続可能な発展方針を示すことを目的とする。

2. 地域モデルの開発

(1) 研究対象地域の概要

中国・内モンゴル自治区（以下、内モンゴルと略称する）は、中国の北部、中部アジアモンゴル高原に位置している（図1）。面積は118.3平方キロメートルである。周囲は8つの省と自治区に隣接し、北部と東北部がモンゴル人民共和国とロシアに国境線を隔てている。内モンゴルは、約2,300万人の人口をもつ多民族地域である。



図-1 内モンゴル位置図

(2) 地域計画の考察

内モンゴルで現在行われている地域計画は、「内モンゴル自治区国民経済と社会発展計画」である。当年計画、5年計画と15年長期企画に分かれている。現在、第10回

5年計画と2015年までの長期企画が実施されている。地域計画の策定プロセスは、図2に示すとおりである。

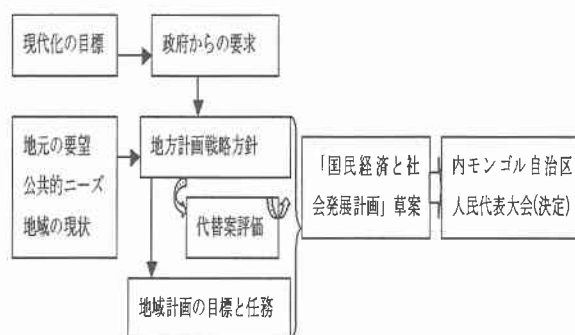


図-2 地域計画の策定プロセス

(3) 地域モデルの開発方針

本研究では、システム構造の因果関係を扱うシステムダイナミクス (SD) モデルを導入する。地域計画が及ぼす影響を把握するため、シミュレーション分析を行い、持続可能な発展状態を計測する。

(4) 地域モデルの開発

本研究では、持続可能な発展の視点からの地域モデルは経済、資源・環境、人口、社会4つのセクターから構成されると考える。持続可能な発展は、資源・環境の有限性条件下に、人間の経済、社会へのニーズを最大限に満足することと定義する。図3に4つのセクターの相互関係を示す。矢印は、セクター間の関係の示すものである。セクターから出る矢印は、当セクターが他のセクターへの影響を示すものである。逆方向の矢印は、ほかのセクターから影響を受けていることを表している。

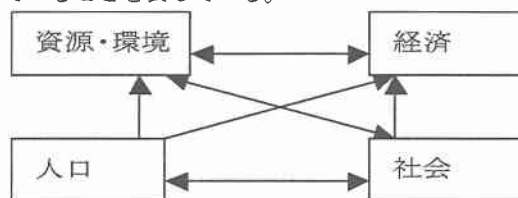


図-3 地域モデルにおけるセクターの相互関係図

本研究では、各セクターを以下のように定義した。

・資源・環境では、対象地域国土の73.3%を占める草原資源をとりあげ、草原総量と定義している。その単位は、千ヘクタールである。資源・環境では、利便性、資源の枯渇と環境汚染性、資源環境再生の可能性から、人間活動の関係を寄与と費用負担と考えている。寄与する部分は、資源・環境から人間、及び人間活動への資源投資量であり、費用負担は、経済構成と社会レベルから資源・環境への修復費と再生である。

・経済は、経済統計に基づく経済活動（生産、投資、消費）を地域経済と定義する。経済地域モデルでの関係は、生産における資源・環境への影響、及び雇用の増加、経済力などを考える。また、投資より資源・環境セクターの草原再生が図られる。

・社会は、環境・資源の良さ、人口変動及び、経済力の総合的な表現を社会と定義し、社会係数との指標で表現する。地域モデルでは、社会はすべてのセクターに影響を与える。

上記の対象とするシステムの内における諸変数間（構成）の因果関係をフローダイアグラムの形で表現すると図4から図7のようになる。



(1) 代替案の構築

②代替案Ⅱは、「地域の投資と消費需要の拡大を行う戦略」と「産業のメカニズムの調整戦略」を合わせた場合の案である。

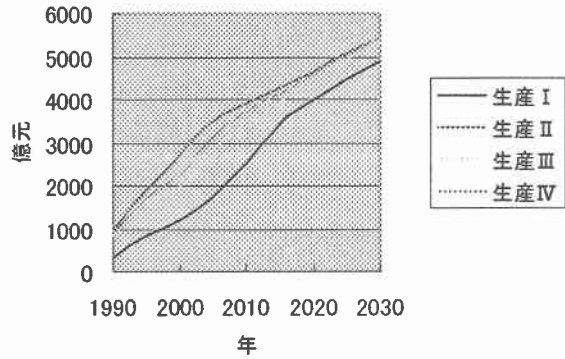
・産業のメカニズムの調整戦略として、新規道路整備を考える。本研究では、道路整備により、ストック効果として誘発交通量のみを考え、シミュレーションを行う。具体的には、新規道路投資配分率(0.1)を新規道路整備セクターに導入する(図8)。即ち、貨物輸送量増加より生産を誘発することと観光客の増加より収入が増加することによる効果をシミュレーションするものである。



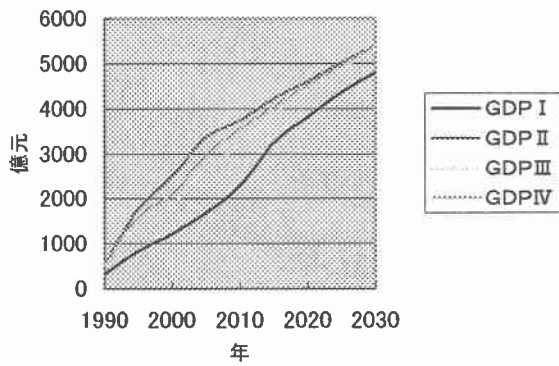
④代替案Ⅳは、社会厚生が資源・環境に相互関係を持っていると考えた場合の案である。具体的には、社会係数と資源・環境とを関連付ける「社会から環境影響関数」を導入し、シミュレーションを行う。

(2) 代替案の比較

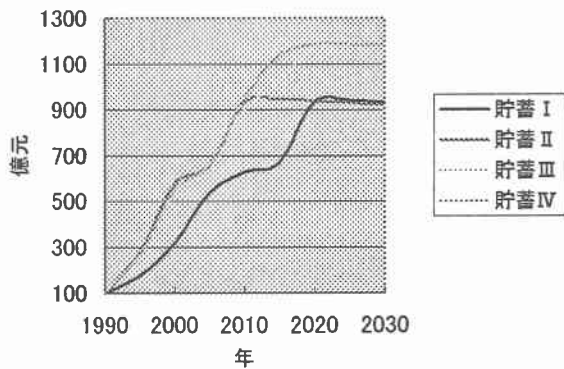
各セクターにおける主な指標が、時間により変化する結果を代替案ごとに各セクターに着目して比較を行う。比較に用いたシミュレーション結果を図9から図15に示す。各指標におけるⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳは、代替案の番号を示している。シミュレーションの実行期間は、長期計画が15年であることを考慮し、2030年とした。



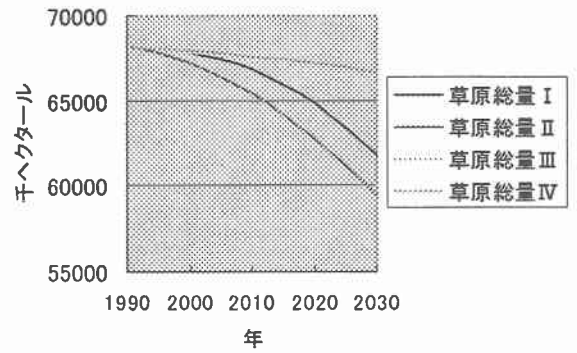
図－9 経済セクター(生産)



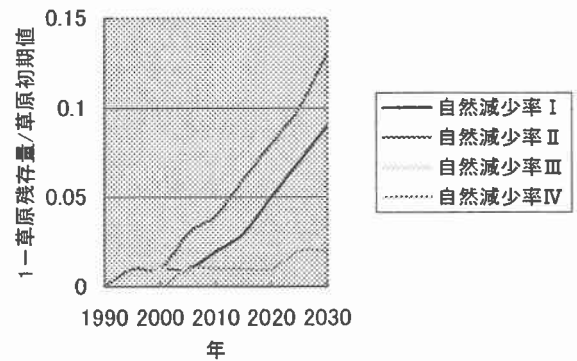
図－10 経済セクター(GDP)



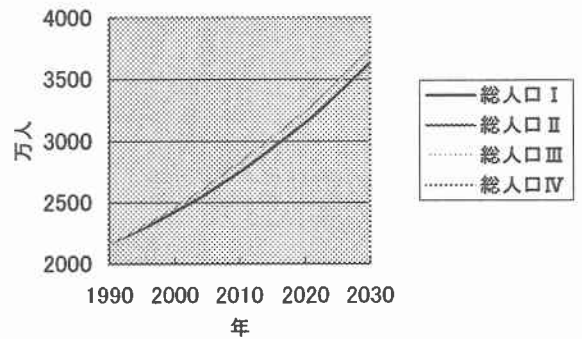
図－11 経済セクター(貯蓄レベル)



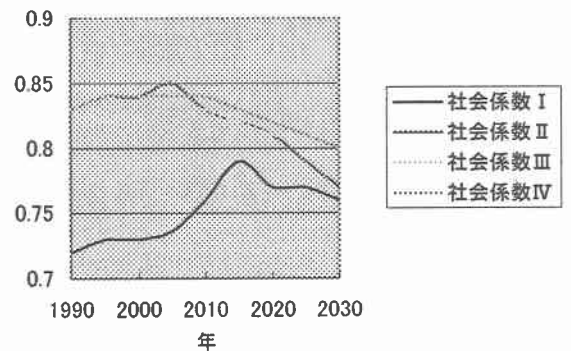
図－12 資源・環境セクター(草原総量)



図－13 資源・環境セクター(自然減少率)



図－14 人口セクター(総人口)



図－15 社会セクター(社会係数)

図6から見ると代替案Ⅰの場合、生産、GDPと貯蓄レベルが一番低い。草原総量は第3位、自然減少率は第2位、人口は最も少ない。また、社会係数も最も低い。代替案Ⅱの場合、生産、GDPが各代替案中最も高く、貯蓄レベルは最も低いことが分かった。草原総量は第4位で、自然減少率は第1位で、人口が代替案Ⅲと代替案Ⅳとほぼ等しく、社会係数は第3位である。代替案Ⅲの場合、生産、GDPは第3位、貯蓄レベルでは第2位、草原総量では第2位、自然減少率は第3位、人口については代替案Ⅱと代替案Ⅳとほぼ等しく、社会係数については第1位である。代替案Ⅳの場合、生産、GDPは第2位、貯蓄レベルは第1位、草原総量は第1位、自然減少率は最も低く、人口は代替案Ⅱと代替案Ⅳよりやや多く、社会係数は代替案Ⅲと同様に最も高くなった。

4. 結論と今後の課題

各代替案の比較によるシミュレーション結果から、次のような考察が得られた。現在の発展速度のもとに経済を向上するため戦略を入れる代替案Ⅱの場合、生産とGDPの増加が認められるが、同時に自然減少も増加した。持続可能な戦略を入れ、それに社会厚生レベルと資源環境の関係を考慮する代替案Ⅳは、代替案Ⅱと比較して生産とGDPは減少したが、貯蓄レベルは増加し、資源環境セクターの草原総量が代替案中に最もよい状態となり、自然減少率も最も低い。即ち、持続可能な観点からみるとよりよい案と考えられる。

本研究では、持続的な発展理論のモデル化を行った。研究対象となるシステムにおける各セクター影響の因果関係要因を明らかにし、地域指標を定義した。さらに、要因及び指標を定量的な分析を行った。その結果、地域モデルを用いて地域計画に関するいくつかの戦略の評価を行うことができた。

本研究では、草原を資源・環境として採用しているが、今後、水、鉱産物、エネルギーなどの資源を取り込む必要がある。さらに、代替案における新規道路案を構築する場合の具体的な整備効果を把握する産業、商業立地状況を導入し、整備効果モデルの改善を行う必要がある。

参考文献

- 1) 「持続可能な社会システム」10 地球環境学・岩波講座
- 2) 「国連 1996 年指標研究報告書」 Indicators of sustainable Development Framework and Methodologies(August1996)
- 3) 「システムダイナミクス入門」島田俊郎
- 4) 「SDモデルを用いた海峡横断道による地域ストック効果予測に関する研究」平野智蔵
- 5) 「中国・内モンゴル自治区統計年鑑」(1999 年)
- 6) 「中国・内モンゴル自治区自然資源」