

流域圏におけるシナリオ設計システムの構築に関する研究

加藤文昭¹・丹治三則²・盛岡通³

¹ 学生会員 工学修士 日本ヒューレット・パッカード株式会社 (〒140-0002 東京都品川区東品川2-2-24)

² 学生会員 工学修士 大阪大学大学院 工学研究科 環境工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

³ 正会員 工学博士 大阪大学大学院教授 工学研究科 環境工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

本研究はシナリオアプローチにより持続可能な流域環境管理における政策立案を行うことを目指して、既存のシナリオアプローチの文献調査を行い、過去のシナリオアプローチにおけるシナリオの構成及び作成手順を明らかにした。またその設計手順を元にして独自のシナリオ設計システムを構築し、荒川流域圏を対象として4つのシナリオを作成した。本研究で得られた成果として流域圏の将来像を対極的に定性的に記述し、さらにそれを定量的な数値(産業出荷額, 総人口, 土地利用)表現することにより、政策効果を定量的に評価することを可能にするシステムを構築した。

Key Words : Scenario approach, Geographic Information System, Sustainable Management of Basin Region, Arakawa Basin

1. 序章

(1) 研究の背景及び目的

20世紀の急速な産業化と都市化は地域に大量生産、大量消費のシステムをもたらした。その水・物質循環構造を大きく変えてきた。活動に由来する水系の汚濁の進行と廃棄物の処理が深刻な都市問題となった。それに対しこれまでの環境対策が効果を挙げつつも、廃棄物を迅速に処理し大気への二酸化炭素の放出と埋立てにより環境負荷を発生させる処理システム、雨天時の未処理水の放流や窒素やリンの流出による水域の富栄養化等の新たな政策課題が発生しており本質的には持続可能性を欠く構造である¹⁾。その特徴として挙げられているものは、現状では表面化していない集積的(一つ一つは影響が顕著でないが集合すると影響が出る)、蓄積的(いくつかが集まって後に影響が出る)、経路依存的(事後の対応に困難)環境問題であり、不確実性や複雑性、不可逆性、分野横断性を有した問題へ発展している。こうした政策課題に対応するためには将来を見据えた長期的なスタンスに立ち分野横断な政策対応が必要である。

政策的課題が変化する中で、流域圏を対象とした環境管理のアプローチが注目されている。産業活動や都市活動は、流域圏から水資源や森林資源等の物質的なサービス享受し、また都市、農地、森林といった土地の基盤の上でなされている。また流域圏は、地形的にもバウンダリーが明確であり、流域圏を管理する上で関係主体に

対して比較的認識しやすい空間であると考えられる。さらに流域を対象として、エネルギー、水、物質循環、森林保全や生態系保全等の各分野でのこれまで様々な側面から政策提言がされており、地域の環境管理の統合化を志向できる領域である。これらの点から流域圏を空間スケールの対象とした環境管理が重要視されていると考えられる。

持続可能な流域圏管理を目指した政策立案を行うためには、将来の政策効果を予測する必要がある。しかし、経済のグローバル化、ライフスタイルの多様化等のために、将来を精度高く予測していくことはさらに難しくなっている。そこでシナリオアプローチが注目されている。シナリオアプローチの手法は1980~90年代からの環境分野での政策立案で適用され始め、Intergovernmental Panel on Climate Change ; IPCC や Millennium Ecosystem Assessment ; MA 等、グローバルスケールでの適用が著名であり、最近では圏域スケールの持続可能性を志向する場合に用いられており「City-Region 2020」(以下 CR と表記)が代表的なものとして挙げられる。いずれにしても「将来は予測不可能」との立場に立ち、いかなる将来においても有効になる政策を設計することを目的としている。

本研究では、有効となる政策を立案し評価することを目指し、そのためには政策によって操作しにくい領域である将来像となるシナリオを描くことが有効である、という立場にたつ。そして、将来像を描く手法としてシナ

リオアプローチによるシナリオ設定手法を研究の対象としている。つまり、シナリオアプローチを基礎とした、定性的側面と定量的側面のシナリオを有機的に連動させた、流域圏における将来像を描くシナリオ設計システムの構築及び提案を第1の目的とする。さらに東京都と埼玉県にまたがる荒川流域を対象流域に設定し、本研究で構築したシナリオ設計システムを用いることにより、将来を定量的に表現することを第2の目的とする。

(2) 研究の位置付け：自然共生型流域圏研究の枠組みとシナリオ設計の位置付け

本研究の研究フローは、図-1.1 に示すとおりである。既存のシナリオアプローチを調査することによって、本研究におけるシナリオアプローチを再定義する。そして、定性的シナリオを描くとともに、定量化するためのシス

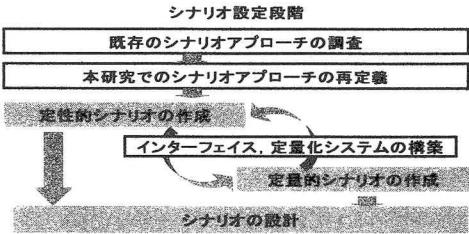


図-1.1 本研究フロー

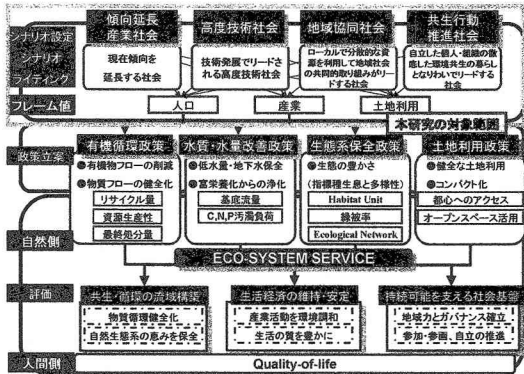


図-1.2 自然共生型流域圏研究の枠組みと本研究の対象範囲

提言	内容
1: 現在社会への将来発生するであろう問題に対する提言。	潜在的な問題を描き出す → 将来発生するであろう問題を、さまざまな社会の方向性を示すことによってその違いを明らかにする。
2: 長期的な改善を目指しロバストな政策提言(政策の伴付条件の明確化)	将来像の選択を行わない状態で政策決定への情報提供 → 複数のシナリオを描くことにより、どのシナリオ下においても、効果を実現する政策の提案が可能。短期的な解決ではなく、長期的な改善を目指す上で必要。
3: 政策決定に対して社会構造の変革を要すること自然共生流域圏の将来像を示す。	ある政策(ロバスト)を採用した際に、同時に社会の方向性を取るべき方向性を政策上の結果効果によって提案することができる。(地域としての将来像の選択を行うように誘導する。) → 社会の方向性と政策の方向性が一致している場合に、その政策がよりよい流域圏を導くことを提言できる。
4: 現世代の短期的視野では、自らの行動原理等に反映できない世代が進むべき道の提言。	→ 将来世代の意思決定をサポート: 将来像の構築と選択 → 自分たちが進む将来をどの方向に進めたいのかの選択

図-1.3 自然共生型流域圏研究でのシナリオ設定の意義

テムを構築し、定性的かつ定量的なシナリオを設計する段階が研究の範囲である。また、流域圏での環境管理への社会的関心の高まりを受け「都市・流域圏における自然共生型水・物質循環の再生と生態系評価技術開発に関する研究」(代表：渡辺正孝)が行われている。自然共生型流域圏研究が目指す目標は、①健全な水循環・物質循環の有機的関係を形成し、②人間が流域圏での自然の水循環の恩恵を最大限享受できるように都市とその後背地としての自然流域との秩序ある境界の構築をはかる。そうしながら③自然・社会環境基盤を再生・修復することであり、④物質と土地の資源に対して流域を基本に長期的かつ分野横断的な立場で管理することである²⁾。

これらの目標を達成するためのシナリオ誘導型の政策立案の枠組みを図-1.2 に示す。この枠組みは、シナリオ設定段階、政策立案シミュレーション段階、評価段階の3段階で構成されており、どのような将来をとっても効果を発揮する政策提案を行うことを目的としている。政策と評価にシナリオ設定を加える理由は図-1.3 に示す通り意思決定支援ツールとして有効であるためである。問題の明確化から個人行動や社会の方向性のあるべき姿についての4つの提言を可能にし、長期的かつ分野横断的課題に対応するために有効と考えるからである。

つまり、本研究は、自然共生型流域圏研究のシナリオ設定段階に位置付けられ、自然共生型流域圏研究が対象とする流域圏というリージョナルな政策課題に適用するためのシナリオ設計システムを目指しているものである。また、シナリオ設計システムを構築することによって、政策によって操作することが困難な将来像を描くことを範囲としており、政策が行われた結果のシミュレーションや評価は行っていない。

2. シナリオアプローチによる政策立案の既存研究の整理と本研究でのシナリオの定義

(1) シナリオアプローチの構成

シナリオアプローチは、モデル対象の複雑化によりモデル構築が困難、不確実性に伴って情報が不足、モデルの構造変化を伴う将来像の対応が困難、数値決定の論理が希薄、意志決定ツールとして利用が困難、などの従来のモデリング手法の欠点を解決するための手法である。また、表現すべき重要な項目に着目し、妥当性を担保しつつ社会構造の変革を扱うことを可能にし、定性的な記述により意志決定を支援し、定量的に数値化することで政策シミュレーションを可能にする有効な手法であるといえる。またシナリオ設計の段階においては、将来像を定性的に表現する側面と、それを定量的に取り扱う側面

Dimension			
世界	WBCSD	持続可能性	
		不可能	可能
国	WWV	持続可能性	
		不可能	可能
国	IPCC	地域性	
		グローバル	リージョナル
国	循環型社会 白書	改革をもたらす主体	
		消費者(需要)	生産者(供給)
国	Foresight	社会価値	
		個人	コミュニティ
地域、地方	Visions NW	価値観	
		個人、個人	社会性、集合的
地域、地方	City Region2020	経済成長	
		高	低

図-2.1 既存シナリオのディメンジョン ③、④、⑤、⑥、⑦、⑧

都市空間と自然の利用			物質循環		人間活動・行動	
都市の開 発	配置(集 中と分散)	形態(存在 と純化)	自然的利 用	資源・エネ ルギー循環	産業	ライフス タイル
地域社会シナリオ			Sustainable Development Scenario			
小規模分散形 態の開発	都市の分散 都市機能の 集積	MIXED USES	自然的利用 の促進	再生可能資源 利用-OUTPUT 対応型都市	地方を考慮し た経済体系	環境改善に向 けた行動の移 行
高度技術社会シナリオ			Technological Development Scenario			
現代型高度 発展型	現代型分布	簡素化・単純 化都市	集約型・自 然地	OUTPUT対応 型都市	非物質的・サ ビス業型型	多様化・快 楽志向型
共生・調和型社会シナリオ			Deep Green Scenario			
近郊開発部 心均一型	都市の希薄 化	住居地・農地 一体型都市	自然回復重 視型都市	INPUT削減・再 生可能資源利 用型都市	小規模多様 型産業	低消費・環境 重視型

図-2.2 各シナリオのステイトメント ⑥

表-2.1 各シナリオのコンセプト

シナリオ	コンセプト
IPCC ③)	A1 高度経済成長が続き、技術進歩により地域格差が減少した世界
	A2 地域独自性の保持が成され、独立独行となっている世界。
	B1 収斂が進んだ世界であり、脱物質化社会が進み、世界的対策に重点がおかれる世界。
	B2 社会経済及び環境の持続可能性を確保するために地域的対策に重点がおかれる世界。
WBCSD ⑤)	FROG I 現状と変わらず、社会や環境の問題を軽視し、経済成長と技術革新が常に進行し、その構造に依存する社会
	GEO policy 環境や社会の危機的な問題の取り組みが始まり、新しい制度や仕組み、経済体系が導入された社会
	Jazz 環境保全と社会的価値の向上のために協力的になり持続可能な開発のために市場経済が抑止された社会
WWV ④)	BAU 現状の政策や開発が根本的な改善無く続けられ、グローバルな水危機が起こる世界
	TEC 自由市場システムについての楽観視や新しい技術の可能性とともに、制御や規制の可能性を含んでいる世界
	VAL 水危機を防ぐための結びつきの強い協定によるグローバルとリージョナルの目標達成に向けた努力がなされる世界
City Region2020 ⑥)	Bau 現状の社会経済トレンドの継続した社会
	TD 加速する技術革新と経済成長による社会
	SD 環境、社会、経済面が段階的にwin-winの関係が保たれた社会
	DE 自然中心の価値やライフスタイルが行われる社会
循環型社会シナリオ ⑦)	A 従来の経済社会と同じく経済成長生産側の技術開発が循環型社会への主要な牽引役となる社会。
	B 人々のライフスタイルが循環調和型にシフトしていき、消費側の変化が循環型社会への主要な推進力となる社会。
	C ITや環境分野での技術革新、脱物質化経済が進展し、経済構造の改革により、循環型社会が導かれる社会
日本シナリオ ⑧)	A1 日本がグローバル経済に置かれ、競争に勝ち抜くために経済的合理性を重視した市場中心の経済システムに移行
	A2 従来の社会や経済の枠組みを急激に変化させることを好まず、従来の延長線上での経済発展を目指す。
	B1 技術革新により、脱マテリアル化と経済発展の両立を目指す。
	B2 個々の地域が持続可能で、自立的な生産圏を保有し、個々の地域が共存する。

表-2.2 シナリオの分類とその特徴 ⑩

	特徴	利点	欠点
定性的 or 定量的	定性的シナリオ	・情報の共有化が容易 ・非専門家や意志決定者にとって理解しやすい	・政策導入の効果などシミュレーションの不可
	定量的シナリオ	・政策効果のシミュレーションが可能	・数値の意味の希薄化 ・非専門家にとって理解しにくい。
政策の有無	ベースラインシナリオ	・政策の随伴条件の明確化が可能 ・政策の効果の算出が可能、比較が可能	・政策介入によって将来像が変化する領域の見極めが困難 ・どこまで追加的政策に位置付けるのが困難
	政策介入シナリオ	・具体的な目標や最終的な将来像を描きやすい ・政策が導入された将来を描いているために理解しやすい	・政策効果と社会変動の区別が不可 ・政策間の効果比較が不可能なため、最適な政策を導くことが不可
Forecasting or Backcasting	Forecasting方式	・比較的容易に抵抗もなく描くことができる ・定量的変数に数値を与えやすい。	・どのような将来像か不明確 ・数値的に示された将来像の意味解釈が必要
	Backcasting方式	・対極的な将来像を描ける。 ・非専門家等にとって将来像が理解しやすい	・意識の変革が必要となり、抵抗感がある ・最終的な目標の設定が困難。

が必要になる。前者においては、既存の研究におけるシナリオの多くで用いられており、それらを踏まえて、整理し再定義する。それはまず、将来像を記述的に表現した概念である「コンセプト」、そして各将来像において「コンセプト」が対極的な将来像を描き出していることを明確に位置付けるための「ディメンジョン」である。そして「ディメンジョン」の下に位置付けられ、将来像について描くべき項目を詳細に述べている「ステイトメント」という3つの段階で構成される。後者は「ステイトメント」を受けて幾つかの変数が定量的に描き出される。

シナリオのコンセプト及びディメンジョンを設定のため、またシナリオの概念の妥当性を担保するために、環境分野の政策立案で適用されている既存の研究を網羅的に整理し、その概念の一般的な知見をまとめている(表-2.1, 図-2.1)。一方個別ステイトメントは対象とする政策課題や空間・時間スケールなどによって大きく異なる。そのために、個別ステイトメントを、圏域スケール及び地域計画・管理という特徴と類似した、CRを主に援用することで構造化を行っている(図-2.2)。ここでは、いわゆるBAUシナリオについては、従来の傾向を継続するという記述となるために除いている。

(2) シナリオの分類及び作成手順

シナリオを作成する際は、その政策的課題の対象領域や時間スケールを考慮した幾つかの類型がある。シナリオを分類化することは、シナリオ作成の際にシナリオの性質を決定する重要なポイントであり政策の効果などを示す際に必要である。既存研究によれば¹⁰⁾、シナリオには将来像の表現の仕方により三つの類型があると考えられている。三つの分類は、第一に将来像となるシナリオの設定方法による分類(Forecasting/Back-casting)、第二に定性的記述か定量的数値による表現かという分類(定性的/定量的)、第三に政策効果を含む形でシナリオと表現するかどうかによる分類(ベースラインシナリオ/政策介入シナリオ)である(表-2.2)。また既存のシナリオが作成された過程は、将来像のコンセプトとなる概要を描いた上で詳細を決定する手順【トップダウン的】と、将来の詳細な項目を組み合わせることによって全体像を描くという手順【ボトムアップ的】の2通りがある。

(3) 既存文献から得られた知見と本研究でのシナリオの定義

各文献で得られた知見からシナリオアプローチとは、一つだけでなく複数の代替的な将来像を描き出し政策立案をおこなうシステムの手法である。その将来像とは、程度の幅を持った、もっともらしく、妥当性があり、定性的な物語やストーリー(定性的側面)とともに定量的

な数値(定量的側面)によって描かれた将来像=“シナリオ”である。

シナリオアプローチは、環境問題等の不確実性や複雑な構造、不可逆性、多分野性等の特徴を有した問題には有効である。また、代替的な将来の方向性や基本コンセプトを非専門家や意思決定者にもわかりやすい定性的な記述によって説明することで意思決定者を支援することを可能にする。さらに、場合に応じて基本コンセプトの下で定量的な数値を与えることによって政策シミュレーションを行うために、政策や個別の施策等の導入効果について評価や比較を可能にしている。また、シナリオの性質として、意思決定者にその選択を迫るものではなく、その実現可能性については一様に等しいものであるという前提に立つ。

本研究は、流域圏における将来像を描くシナリオ設計システムの構築及び提案を目的としており、また自然共生型流域圏研究のシナリオ設定段階に位置付けられるものである。そのためのシナリオとして有すべき特徴は、①トップダウン的な手順でシナリオを作成すること(意思決定者に対して将来像を明確に表現するため)、②定性的かつ定量的シナリオであり、ベースラインシナリオを有すること(政策シミュレーションや政策効果を明確にするため)、③Back-castingシステムを採用すること(対極的な将来像を描くために)、である。また将来のあるべき姿から、操作変数を設定できるようになっている点でBack-casting方式といえる。

3. 流域圏におけるシナリオ設計システム

(1) シナリオ設計システムの全体像

図-3.1にシナリオ設計システムの全体像を示す。既存の研究と同様にシナリオを定性的側面と定量的側面で構成するシステムである。

本研究では、従来のシナリオアプローチである、ストーリーラインと数理モデルという定性的側面と定量的側

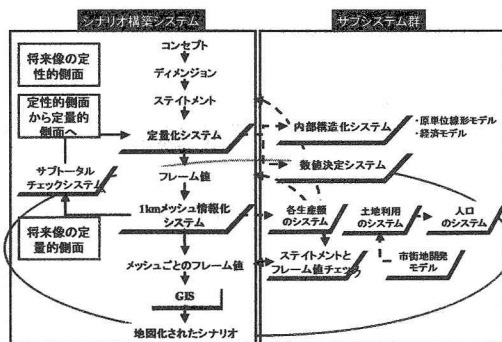


図-3.1 シナリオ設計システムの全体像

面という大枠においては、ほぼ同様である。しかし、既存研究において、ストーリーラインの設定方法や、シナリオを定量的に表現する際に、内部構造が明確で、ユーザがオペレーショナルに利用できるシステムは少ない。そこで、シナリオを設計する段階のモデル構造やステイトメントや数値の設定基準を明らかにし、シナリオ設定をオペレーショナル可能にするシステム構築を目指し、次のように定性的側面を捉えており、定量化するためのシステムを構築している。また、本研究におけるシナリオとは、政策等のように操作的に取り扱える領域を含んでおらず、シナリオは操作できない領域を描いているものである。

まずシナリオを定性的に描く上で必要なことは、どのような将来像であるのかを記述した将来像の概念であるコンセプト、そして各将来像においてコンセプトの程度を位置付けるための方向性を示す軸となるディメンジョン、そしてディメンジョンの下に位置付けられる将来像について、描くべき項目を詳細に述べているステイトメント、という3つの段階を描くことである。将来像を定性的な記述によって示すことは、将来像についてのイメージをより表現し、意思決定者やステイクホルダーへの説明を容易にし、意思決定の支援という役割を持っている。また数値決定の妥当性、信頼性を高める上で重要な役割を担っている。

将来像を定性的に表現した後に、各ステイトメントに対して定量的に数値を与えることで、将来像を数値的に表現している。その際にステイトメントで描かれた将来における現象の全てを定量的に描くためには、複雑な内部構造を構築しなければならない、困難となる。そこで、既存研究においても、将来像を対極的に表現する少数の変数のみを扱っていることを参照し、将来像を定量的に表現し、対象としている政策に大きく影響を与える少数の変数のみを扱う。それを“フレーム値”(Driving Force)と定義し、定量的に将来像を表現しその変化や状態をGIS(地理情報システム)を用いることによって、市区町村や1kmメッシュスケールで描き出すアプローチとした。少数の変数を用い定量化を行うことは、シナリオごとにシナリオ設定段階の後に続く、政策シミュレーションによる分析を定量的に行うことを可能にし、またシステムの複雑化を回避するという役割を担っている。フレーム値としては環境への負荷の大きさを左右する、総人口、産業出荷額、都市的土地利用を採用した。しかし、三つの数値だけで将来を全て表現するものではなく必要に応じ、逐次追加を行っていくものである。

(2) シナリオの定性的側面

流域圏における将来シナリオの4つのコンセプトを主

に次のように定義した。これらの4つのコンセプトは、CRや従来のシナリオアプローチでも一般的に用いられている概念である。またディメンジョン等の組み合わせによって新たなシナリオのコンセプトを作成することは可能である。

a) 傾向延長産業社会シナリオ

社会が経済活動重視の姿勢を現状から変更することなく、ライフスタイルも現状の構造を継続する傾向があり、従来の産業構造が継続して成長する。その中で技術は定常的に進歩をつづける。また人間活動が産業集積地に一極集中し、その他の地域が自律的に発展する様子は見られない。

b) 高度技術社会シナリオ

技術が著しく進歩を遂げる。社会が経済活動を重視する姿勢は変わらないが、環境に対する姿勢は効率性を重視した対応となる。ライフスタイルの変化(多極化等)を伴うが、自立的な環境配慮行動が形成されることはない。情報技術発展により都心と郊外の分化が著しくなる。

c) 地域協同社会シナリオ

地域の自律的な発展と活性化に伴い、都心部への1極集中は緩和される。社会の意識が変化し、従来の経済と環境との位置付けが変化することで経済と環境が対等に扱われる。技術の進歩は従来よりも低迷した進歩となる。

d) 共生行動推進社会シナリオ

個人行動が消費抑制型の環境配慮行動となり環境負荷

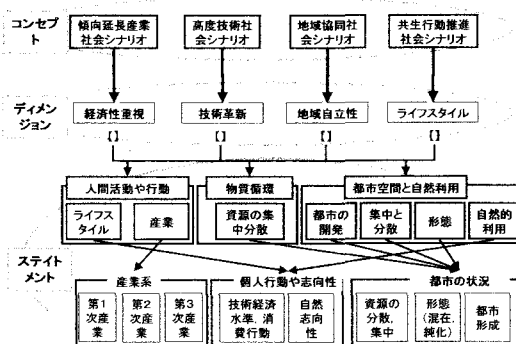


図-3.2 シナリオの定性的な記述側面

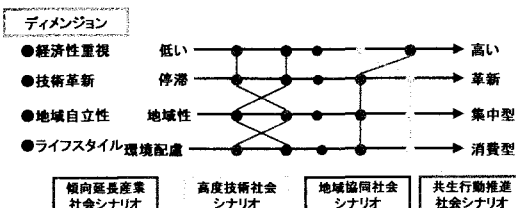


図-3.3 コンセプトとディメンジョンの位置付け

が低減され自然環境が保全される。社会全体が環境重視型に転換することで環境回復・保全の行動が経済成長に対して上位になり、そのために技術革新はそれほど重要視されず低速で進歩する。地域性が重視され農村回帰も見られる。

またディメンションは、流域圏という圏域スケールに対応し、比較的定量化されやすく、図-2.1の既存研究で用いられているディメンションに沿った形で、①経済重要性度、②技術革新度合い、③地域自立度合い、④ライフスタイルという4つの軸を設定した。また本研究でのコンセプトにおける、ディメンションの組み合わせは多数存在するが、コンセプトを明確に表しているディメンションの組み合わせ、及び程度を設定している(図-3.3)。

ステイトメントを、①都市空間と自然的利用(都市の開発、集中と分散、混在と純化、自然的利用)、②物質循環、資源エネルギー循環、③人間活動・行動(産業、ライフスタイル)という3つのカテゴリーに沿って、7つの項目を有する枠組みを設定した(図-3.2のステイトメント)。ここではCRの個別ステイトメントを踏まえているが、それは地域スケールというレベルで同等のパウンダリーを要しており、また数種類の政策分野を対象とし、多分野横断的な政策を対象としており、その対象分野も、物質的な側面と土地的な側面から多く捉えているためである。また、自然共生型流域圏研究が対象としている有機循環政策や水質、水量改善政策等の政策に関わる水の消費量や有機物の消費発生量、また消費、発生場所等を大きく左右するものとして、最もベースとなる部分を描き出すために用いている。

(3) シナリオの定量的側面

将来を定量的に描くことは、シナリオの下での政策や施策のシミュレーションによる分析を可能にするものである。定量的表現をするにあたり、①定性的なステイトメントを定量化する方法論、②定量化されたフレーム値を政策シミュレーション可能なスケールまで落とし込む方法論、という二つの課題がある。

6つの操作変数を用いて、ステイトメントから、a) 定量化を行うことを可能にしたステイトメント定量化システム、b) 自然共生型流域圏研究における政策シミュレーション段階でのシステムと統合するために妥当とされる、フレーム値の1kmメッシュスケール情報化システムを構築した。

またそれぞれにおいて、定量化する際に流域全体、流域をその特性で区分したいくつかの地域、1kmメッシュ別という3段階の空間スケールでそれぞれの数値を定量的に表現している。各空間スケールの設定の意図は、流域スケールでは大きな社会構造を示すフレーム値を扱う

上で流域の動向を端的に示す必要がある。また地域スケールでは政策導入の効果や類似性などを踏まえるために設定し、1kmメッシュというスケールでは将来の政策シミュレーションを可能にする単位であると考えられる。

a) ステイトメント定量化システム

フレーム値は流域内で地域性を出すために地域で計算し、流域全体で算出している。ステイトメントを表現する操作変数は、以下の6つを設定し、フレーム値である総人口、産業総生産額(第1次産業生産額、第2次産業生産額、第3次産業生産額)、都市的土地利用を非操作変数としている。

- 第1次産業～第2次産業年間成長率：各産業の年間成長率(それぞれ $pd1$, $pd2$, $pd3$)
- 一人あたり総生産額年間変化率： p
- 一人あたりの都市的土地利用面積年間変化率： u
- 地域集中分散係数；第1次～第3次生産額の最も高い地域の各産業生産額変化率に対する変化率： α またその他地域の変化率は、 $(1 - \alpha)$ 。【産業の集中と分散】

※ r は流域内での各地域 r

まず、荒川流域における第1次産業～第3次産業生産額の2000年から2030年までの年間変化率を各地域の2000年第1次産業～第3次産業生産額($00PD1r$, $00PD2r$, $00PD3r$)に乗じることによって、各地域20年間の第1次産業～第3次産業生産額($nPD1r$, $nPD2r$, $nPD3r$)を算出している(成長が極端にならないために成長率を10年単位で操作している。それらは、経済長期予測のほとんどで見られる傾向である。年間成長率を30年後に1となるように2030年まで10年ごとに年間成長率がプラスのものは減少、年間成長率がマイナスのものは増加させている)。そして第1次～第3次産業生産額の和から各地域の総生産額($nPDr$)を算定している。またその際に地域間の集中及び分散する変化を描くために、各地域に地域集中分散係数(α)を年間成長率から引いている。

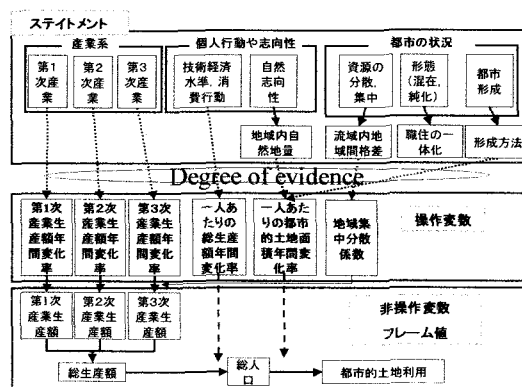


図-3.4 定量化システムの全体像

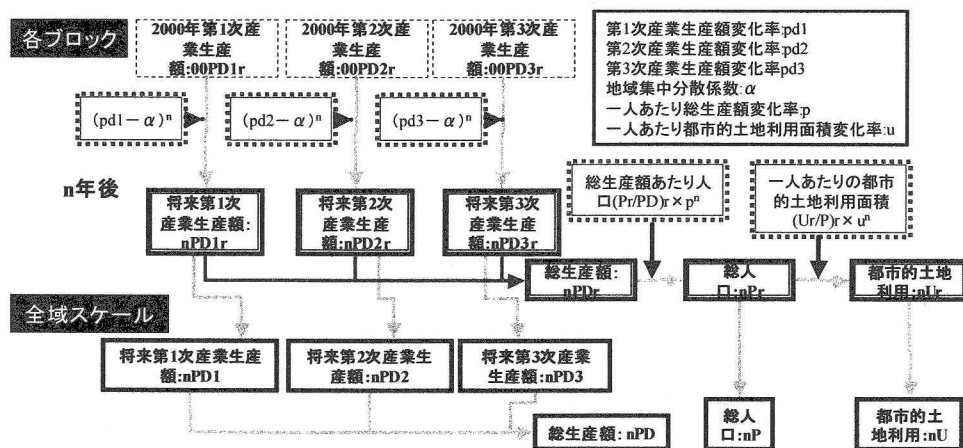


図-3.5 ブロック及び全域スケールでのフレーム値算出プロセス

$$\begin{aligned} nPD1r &= 00PD1r \times (pd1 - \alpha)^n \\ nPD2r &= 00PD2r \times (pd2 - \alpha)^n \\ nPD3r &= 00PD3r \times (pd3 - \alpha)^n \\ nPr &= PDr1 + PDr2 + PDr3 \end{aligned}$$

算定された各地域の総生産額に、その年次まで一人あたり総生産額変化率 (p) を乗じた各地域の一人あたり総生産額: (PDr/Pr) の逆数を2000年総人口 (00Pr) に乗じることで、各年次の各地域の総人口 (nPr) を算出している。

$$nPr = nPDr / ((PDr/Pr) \times p^n)$$

そして、その年次までの一人あたり都市的土地利用変化率 (u) を乗じた各地域の一人あたり都市的土地利用面積 (Ur/Pr) を算出し、1996年都市的土地利用面積 (96Ur) に乗じることで、各年次の各地域の都市的土地利用面積 (nUr) を算出している。

$$nUr = nPr \times (Ur/Pr) \times u^n$$

b) 1kmメッシュ情報化システム

定量化システムによって求められるフレーム値は、各地域単位であり、その集計として荒川流域の総量であり、1kmメッシュというスケールでの施策介入効果がシミュレーション可能となるような単位となっていない。それは、個別ステイトメントでは1kmメッシュ単位について描いておらず、また不確実性が高い2030年の将来に対してメッシュというスケールまで、描く必要性に欠けるためである。しかし、実際に土地的インパクトである都市化や、物質的なインパクトである人口増減によって問題の発生や、政策・施策の効果が異なってくると考えら

れ、政策領域として位置付けられる有機循環政策や水循環政策、生態系保全政策、土地利用改善政策をシミュレーションし、定量的に効果を示すために、各地域の数値を1kmメッシュ単位で情報化する必要がある。

有機循環政策や水循環政策は、市区町村などのある一定のボリュームを持った地域スケールでの政策導入による効果を狙う政策に対し、1kmメッシュ単位で政策を扱う必要がある領域は土地利用改善政策や生態系保全政策であり、これらの政策の効果は土地的側面の状況に大きく影響する。

そこでまず、フレーム値としての土地利用から1kmメッシュ単位で情報化をし、都市的土地利用の配分⇒人口の配分⇒産業の配分というようにメッシュ化を行っている。またその産業変化をメッシュ単位で詳細に描くには困難であるために、簡易にメッシュ情報化している。

c) 土地利用 (都市的土地利用面積) の1kmメッシュスケール情報化システム (図-3.6, 図-3.7)

ここでは、簡単に市街地が形成された経緯を捉え、またシステム的に扱うことが可能であり、現在まで過去からどのように都市化がされたのかを再現するために市街地開発モデルを構築した。過去の要因の重回帰分析による市街地開発モデルを構築した目的は、どのメッシュで市街化がおりやすいかというパラメータである将来市街化ポテンシャルを設定することであり、そのポテンシャルの高い順に、各地域で算出された将来都市的土地利用面積の総量を1kmメッシュスケールで情報化するためである。

市街地開発モデルから算出されたメッシュごとの市街地ポテンシャル (upri) (2030年までの市街化される可能性のある変化量の割合) の重み付けによって、各地域に都市的土地利用面積 (nUr) の総量を配分している。

そして、各メッシュの将来都市的土地利用面積 (Uri) を

スビリティ) (最寄りの駅までの距離, 都心(東京駅)からの距離, 主要道路までの距離), 公共サービス(公共施設の数), 既存人間活動(総人口, 各土地利用(農地, 市街地, 森林, 水面, 荒地)), 地理的要因(標高)から構成されている, 重回帰分析によるモデルである。1994年の各地域の項目のデータを用い, 1976年~1994年までに, 土地利用の変化がおこった量を再現している。また, 精度を上げるために都市計画区域内のみのメッシュを扱い, 各地域ごとにモデルを構築している。

このモデルでは、1994年のデータを使うために、将来においても説明変数の変化は無いものとし、都市計画区域の拡大はなく、都市計画区域外での土地開発は起こらないものと仮定している。

ここで示した市街地開発モデルの精度は低い。しかし、ここでは、サブモデルにおけるパラメータの一部として市街地ポテンシャルだけを求めるために用いている。よって、大きな動向が明確になることを目的とし、詳細な変化は目的としてないため、精度については、ここでは言及しない。

e) 人口の1kmメッシュスケール情報化システム

人口は将来の都市的土地利用面積が 1km メッシュ単位で算出された後にその都市的土地利用面積 (Uri) に基づき算出した。つまり土地利用 1km メッシュ情報化システムのアウトプットを受け 1km メッシュ単位で情報化されている。まず、将来都市的土地利用面積に、現在のそのメッシュにおける人口密度 (メッシュ内の人口/メッシュ内の都市的土地利用面積) を保ったまま市街化されるとしている。つまり、新しく都市化される面積に、そのメッシュ内の人口密度を乗じ、将来増加するであろう変化可能人口数を算出している。そして、現在の人口にその人口数を足し合わせることによって、暫定的に将来人口を算出している。その下で、シナリオによって与えられた各ブロックの将来人口の総量とあわせている (図3.8)。



※河川面及び海面は開発されないものとする。自然的土地利用内での変化は起こらないものとする。また都市的から自然的への変化は起こらないものとする。

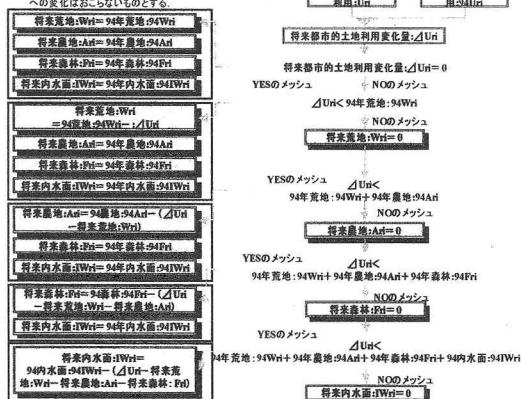


図-3.7 自然的土地利用 1km メッシュスケール情報化システム

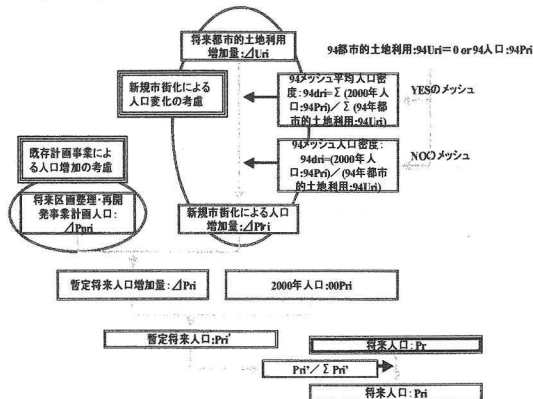


図-3.8 総人口の1kmメッシュスケール情報化システム

f) 産業系の1kmメッシュスケール情報化システム

ここでは、自然共生型流域圏研究に位置付けられる有機循環政策に関わる産業についてのシステムを示す。有機循環政策に関わってくるセクターとして、農業、畜産業、食品製造業、木材製品製造業、食品流通業があり、食品製造業出荷額及び木材製品製造業出荷額、食品流通業販売額、家畜頭数（有機循環政策へのインプット）についてメッシュ単位で扱っている。これらは、現在のあるメッシュにおいて出荷額が計上されているメッシュでの変化で、計上されていないメッシュでの新たな発生はないものとしている。そして、食品製造業出荷額及び木材製品製造業出荷額に関しては、各ブロックごとの第2次産業生産額の変化率を乗じ、食品流通業販売額については第3次産業生産額の変化率を乗じ、家畜頭数及び農業粗生産額については第1次産業生産額の変化率を乗じている。

4. 荒川流域におけるシナリオ作成

(1) 荒川流域の概要

荒川流域は埼玉県と東京都に位置し、40市20区27町6村を含んだ、北西から南東へ流れる流域面積2940km²、幹線流路延長約173kmの一級河川である荒川の流域である。2000年時で流域内人口約990万人を有している。また荒川流域の総生産額は約73兆円であり、そのほとんどが第3次産業で占められている。一人あたり総生産額

は約600万円/人である。総面積2940km²に対して、都市的土地利用30%、自然的土地利用70%となっており、一人あたり都市的土地利用は約22m²/人である。荒川流域は自然共生へ向けて、①物質的な側面とともに土地的な側面の問題を有した複雑な構造、②多分野横断的な課題、③長期的な解決が必要な課題、という3点の特徴を持っている流域である。つまり、荒川流域は流域圏の現在の流域圏が抱えている問題を顕著に有している流域であり、さらに将来の予測が難しくシナリオアプローチを適用する意義が十分に認められる。そこで本研究での対象地域とした。

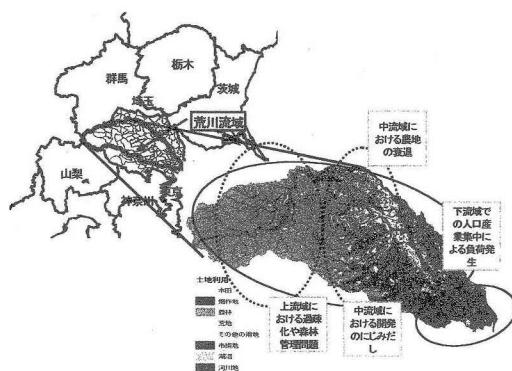


図-4.1 荒川流域の概要

表-4.1 個別ステイトメントの荒川流域での内容

	産業系				個人行動・価値			都市像の状況								
	第1次産業	第2次産業	第3次産業		経済水準、消費行動	自然志向性		資源の分散、集中	職住等の形態	都市形成						
傾長産業社会シナリオ	衰退の一途をたどる。	減少、高	従来どおり衰退しつつある。	減少、中	成長率を確保成長する。	増加、中	個人の経済水準は現状維持で成長する。	増加、中	従来どおり自然を求め。	減少、中	現状どおり一様集中型が継続する。	集中、小～中	比較的職住が離れており、現状維持	分散、中	都市整備計画が実施されつつ、スプロール的開発。	大規模、にじみ出し
高度技術社会シナリオ	農業経営形態の変化により、効率が向上するが農地減少に伴い、衰退する。	減少、中	脱物質化が進み製造業の海外などへの転出が進むが、技術革新が衰退をためる。	減少、中～高	高技術化、脱物質化の受け、高い成長を見せる。	増加、高	ライフスタイルがより大量消費型になり、個人の経済水準は急成長する。	増加、高	自然地を求め、効率化を優先。	減少、高	集中に伴う環境の悪化等が顕著になり、さらに高密度一様集中型に移行する。	集中、高	職住が明確に分かれており、通勤などの移動距離は増加する。	分散、高	都市の再開、発展の活性化、周辺のスプロール。	再開、にじみ出し
地域協同社会シナリオ	地域資源活用、農業回帰の高まりにより活性化され、現状を保持。	維持	脱物質型産業等が構築され、活性化が多少減少する。	減少、小	地域が衰退しているが、従来の中心の成長が鈍化するため全体として低成長。	増加、小	環境に配慮した行動がなされ、個人の消費も抑えられ、経済水準は低成長または維持。	増加、小～維持	自然地を求め、意識が強くなる。	維持～増加	地域性が重視され、地域分散自律型が形成される。	分散、中	職住は近接し、Mixed Useされているが、ゾーニングが明確にされている。	近接、中	大規模な土地の改変を伴わない、小規模での土地利用変化、開発。	再開、小規模
共生行動推進社会シナリオ	農業回帰が盛んになり、各地で農業が行われ増加する。	増加、低	消費の減少とともに衰退する。	減少、高	消費の減少に伴い、成長が停滞する。	増加～維持	消費行動が抑制され、経済成長が減少する。	減少、小～中	自然地を強く要求する。	増加、小～中	農村回帰が盛んになり、地域性が重視される。農村地域が活性化される。	分散、中	職住は近接しており、特に第1次産業が住居周辺に点在。	近接、中	近郊での自然回帰型開発、都市での自然回帰型開発。	小規模、自然回帰

(2) 荒川流域のステイトメントと定量化

荒川流域の個別ステイトメントを図-4.2 のように相対的に位置付けた。これらの位置付けは、4つのシナリオのコンセプト及びディメンジョンを下に定性的に設定しているものである。表-4.1 に荒川流域圏における個別ステイトメントの内容を記述する。これらの個別ステイトメントに即して、操作変数を決定するが、傾向延長産業社会シナリオは、各操作変数の過去10年における年間変化率の幾何平均より算定しており、図-4.2 を踏まえて相対的に各シナリオの操作変数を決定している。

設定したこれらの数値は、その数値が5%増加なのか、10%増加なのか、50%増加なのか明確に決定することは困難である。しかし、数値の明確な決定より、設定した数値によって各シナリオの方向性が端的に描かれていることが重要である。またシナリオのステイトメントの相対的な位置付けが重要で、数値自体は置き換えることが可能であり、そのステイトメントと相違がないことが重要である。

(3) 各シナリオの結果と考察

荒川流域における4つのシナリオのフレーム値の動向を図-4.3 のようになる。図-4.3 は本システムでは、2010年、2020年、2030年の3時点を算出できるシステム構造にしてあり、その3時点を明示的に示したものである。また図-4.4に1kmメッシュスケール情報化システムによって地図化された2000年に対する2030年の変化量を示す。以下2030年まで算出された結果に基

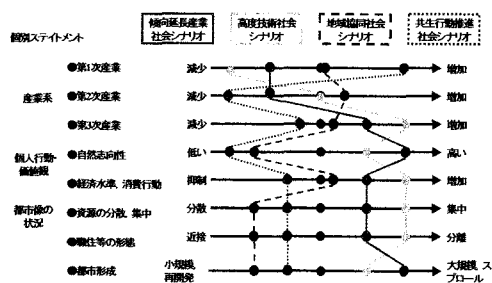


図-4.2 個別ステイトメントの相対的な位置付け

表-4.2 各シナリオでの操作変数の数値

操作変数	傾向延長産業社会シナリオ	高度技術社会シナリオ	地域協同社会シナリオ	共生行動推進社会シナリオ
第1次産業生産額年間成長率	0.963	0.938	1.003	1.020
2000年に対する2030年比	0.327	0.15	1.1	1.5
第2次産業生産額年間成長率	0.976	0.996	1.023	0.962
2000年に対する2030年比	0.490	1.000	1.500	0.300
第3次産業生産額年間成長率	1.021	1.033	0.999	0.997
2000年に対する2030年比	1.478	2.500	0.900	0.800
一人あたり総生産額年間変化率	1.011	1.020	1.004	0.995
2000年に対する2030年比	1.291	2.000	1.000	0.800
一人あたり都市的土地利用面積年間変化率	1.002	1.01	0.998	0.995
2000年に対する2030年比	1.036	1.200	1.000	0.900
地域開発分散係数	0	0.01	-0.005	-0.01

づき、各シナリオを説明する。

a) 傾向延長産業社会シナリオ

第1次産業、第2次産業が衰退していく一方、第3次産業が発展し、従来のサービス業中心の産業構造が延長する。総生産も第3次産業の発展により成長を遂げる。その成長は、従来の第3次産業中心地である東京区部に現状以上の産業の集中をもたらす。その結果として人口の流入をもたらしており、東京区部集中が強まる一方、東京区部周辺の多くでは、産業・人口の流出衰退が見られる。総人口は増加しつづけるが、2020年をピークに減少し2030年では現状と同程度の人口数となる。都市開発は依然として東京区部でも進行し、ほとんどの自然的土地利用は開発されてしまう。産業・人口の衰退流出が見られる地域でも開発がにじみだしのよう進行し、都市的土地利用あたりの人口密度が東京区部では上昇する一方その他各地域では、希薄化している。

b) 高度技術社会シナリオ

産業は第3次産業の生産性が著しく成長し、第2次産業もわずかながら回復傾向となる一方で、第1次産業は著しく衰退した社会となる。産業発展は、東京区部に集中することによって構成されており、産業の発展にともない人口が流入しており、東京区部で人口増加となる。東京区部への極端な集中が形成される一方で、その他地域は産業・人口の衰退流出という現象になっている。技術革新が地域と中心地（都心）との隔たりを強める。また荒川流域全体でみると人口は増加傾向が続く。都市の開発が必要以上に進み、東京区部ではほとんど自然的土地利用は開発され、都市的土地利用あたりの人口密度が東京区部では極端に上昇し、一方でその他各地域では低人口密度となっている。

c) 地域協同社会シナリオ

総生産額や人口の総量は現状と変化が少ないが、東京区部への1極集中的な荒川流域圏から地域が自立し、東京区部への集中が緩和されている。環境配慮型の第2次産業が成長し、第3次産業の成長は停滞する一方で、第1次産業の衰退に歯止めがかかり現状とほぼ同程度を維持

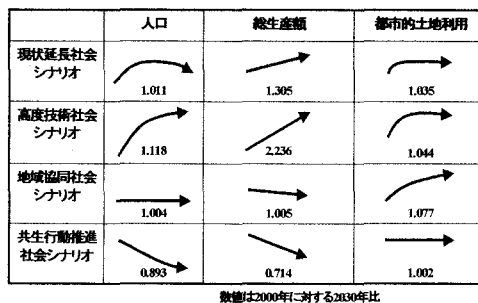


図-4.3 各シナリオのフレーム値の動向

している。東京区部への集中から地域分散へと社会構造が変化することにより、東京区部での人口減少及びその他の地域での人口増加が起こる。そのために地域での都市化が従来よりも盛んに行われることになり、都市的土地利用への開発が促される。東京区部でも、都市的土地利用の都市公園化や自然化が進むことによって、都市的土地利用総量としては変化がないが、質的变化が多く見られる。

d) 共生行動推進社会シナリオ

第1次産業は、現状の衰退傾向から著しく回復し盛んに行われるようになるが、全体の経済も停滞から衰退してしまう。これらの衰退は東京区部での著しい衰退によって牽引されており、その他の地域では、ほとんどが現在と同程度の規模を保っている。東京区部の産業衰退は、それに伴う人口の流出を促がし、著しい人口減少が見られ、その他の地域では、分散することによって人口が増加する。それに伴う都市化はほとんど行われず、既存の都市的土地利用を維持したままである。東京区部では、人口減少や自然的土地利用の需要増加によって、都市的土地利用の都市公園化や自然化が進み、環境が配慮された質的な変化が多くなる。また個人行動も消費抑制型の環境配慮行動となり環境が回復、保全される。

5. 結論と今後の課題及び展望

本研究は、既存のシステムアプローチを調査するとともに、既存のシナリオアプローチの多くがグローバルスケールを対象としているのに対し、流域圏におけるシナリオ設計システムを構築している。そして、具体的にシナリオ作成する際に、シナリオ作成者にとってオペレーショナル可能な定量化システムを構築した。そして構築したシステムを利用し荒川流域におけるシナリオを描いている。また自然共生型流域圏研究における枠組みの中でシナリオ設定段階において、実際にシナリオを定性的記述だけでなく定量化し、また政策シミュレーションに必要な単位である1kmメッシュスケールで定量化している。つまり、自然共生型流域圏構築に向けたシナリオ誘導型研究における一定の役割を果たしたといえる。

また流域管理が今後推進する我が国において、流域圏における地域政策の統合化の重要性が増す一方、政策や施策、事業導入し目指すべき魅力ある将来像を掲げることが各地域にとって必要となる。本研究で示したシナリオ設計システムは、流域圏を対象としている。しかし、フレーム値の選択、操作変数の設定、意思決定プロセスでの利用方法等、今後研究を進めることによって、リージョナルな政策課題に対応しうるシステムであり、発展性を含んだシステムである。シナリオ設計システムを発

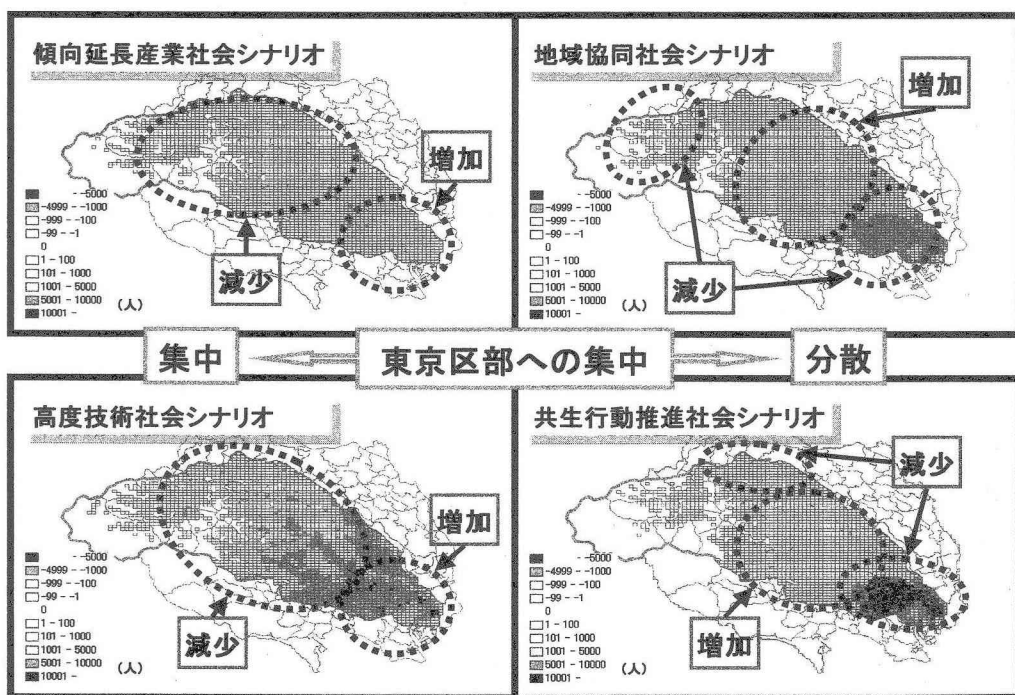


図-4.4 各シナリオの2030年までの人口変化量

展させることによって、将来がどのような社会になるのかを描き、今後の地域政策の統合化に向けて政策を展開することが、今日社会が抱えている、また将来発生する環境問題を解決に導くだろう。

今後の課題として、よりシステムの精度を向上させるために、フレーム値の内部構造や 1km メッシュへ情報化する等のシナリオ設計システムの各サブシステムの高度化が必要となる。また、作成したシナリオをアンケート等によって第3者による評価を組み込むシステムが求められる。そして、自然共生型流域圏におけるシナリオ設計段階から、政策シミュレーション、政策導入効果の評価段階へと連携するための仕組み、システムが必要である。

また、4つのシナリオについて2030年の段階を示したが、その先、国家のIPCCに基づくシナリオや、各都道府県の長期計画などと整合性を図りながらよりよい長期的なシナリオ設計に取り組んでいくことが課題として挙げられる。

参考文献

- 1) 盛岡通：自然共生の持続可能な流域圏への戦略をめざして、大阪大学環境マネジメントシンポジウム論文集、P1-P2、2003年
- 2) 盛岡通：自然共生の流域圏の形成に関わるシステム統合化の視点、第31回環境システム研究論文集、2003年
- 3) IPCC：IPCC Special Report Emissions Scenarios, Cambridge University Press, Cambridge, 2000
- 4) WWC：TREE GLOBAL WATER SCENARIOS, Gallopin, C., Frank Rijsberman, International Journal of Water, Vol.1, No.1, pp.16-40, 2000
- 5) WBCSD: Exploring Sustainable Development~WBCSD Global Scenarios 2000-2050 Summary Brochure, pp4, 1997
- 6) Joe Ravetz, Peter Roberts：City-Region 2020 Integrated planning for a sustainable environment, TCPA, Earthscan Publications Ltd. pp39, 2000
- 7) 環境省大臣官房廃棄物リサイクル対策部循環型社会推進室：循環型白書 平成14年度版、ぎょうせい、pp33-38, 2002年5月
- 8) 環境省地球環境局：4つの社会・経済シナリオについてー「温室効果ガス排出量削減シナリオ策定調査報告書」ー、pp10, 2001年6月
- 9) VISIONS NW WORKSHOP PROGRAMME：NORTH WEST 21 DRAFT SCENARIOS REPORT, EU 4th Framework Programme, INTEGRATED VISIONS FOR A SUSTAINABLE EUROPE, Joe Ravetz, Clair Gough & Simon Shackley, 2001
- 10) Joseph Alcamo：Scenarios as tools for international environmental assessments, Expert's corner report Prospects and Scenarios No5, Environmental issue report No24, European Environment Agency, pp6, 2001

THE SYSTEMATIC SURVEY ABOUT SCENARIO APPROACH AND THE SYSTEM FOR THE BUILDING FUTURE SCENARIOS IN BASIN AREA

Fumiaki KATO, Kazunori TANJI and Tohru MORIOKA

The one objective of this paper is to search about scenario approach. The other objective is to develop the system for the building future scenarios in basin area, and the scenario planning stage of the framework of scenario-driven policy development programs work for the sake of sustainable basin management. At first, this paper researches and organizes the existing scenario approach works, and highlights that constructions and process. In the next step, based on that approach, decide the framework for the system. The system is constituted from qualified the scenario to establish each dimension and statement, and quantified scenario to quantify industry, population and land use. So, this system make it possible to build the quality and quantity scenarios in basin area. Finally, the results of this paper are produce the four scenarios in Arakawa Basin area with the developed system.