

統合的な都市環境の技術・施策シナリオの 設計と評価プロセス

橋本 禪¹・藤田 壮²・徐 開欽²・中山 忠暢²

¹非会員 (独) 国立環境研究所 アジア自然共生研究グループ

(〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2)

E-mail: hash@nies.go.jp

²正会員 (独) 国立環境研究所 アジア自然共生研究グループ

低炭素化社会を実現する上で、都市が合理的な都市環境活動にむけて誘導・制御する施策を設計・実現において担うべき役割は極めて大きい。都市・産業システムの代替的な技術・政策シナリオを定量的なインベントリとして用意することにより、環境フラックス評価システムを用いて、地域環境保全ポテンシャルを高めるための都市・産業システムの設計が可能になる。このような立場から、本稿では、1) 国内・外におけるシナリオ策定と研究のレビューを行い、近年のシナリオ策定の動向や課題について整理し、次いで2) そこで得られた知見を基に、都市スケールでの環境政策立案に向けたシナリオ構築の枠組について検討した。最後に、3) その枠組を基に、脱温暖化都市の形成に向けたシナリオ策定プロセスの設計と今後に向けた提言を行った。

Key Words : low carbon society, environmental scenario, multiscaling, sub-global-assessment (SGA), story-and-simulation (SAS) approach

1. 研究の背景

都市は経済や生活、資源循環等の社会・経済活動の場であるとともに、水・大気・熱の代謝の空間として、人間を含む生物の生命を支える機能を提供する。低炭素化社会を実現する上で、合理的な都市環境活動にむけて誘導・制御する施策を設計・実現において都市が担うべき役割は大きい。一方で、都市に存在する活動・機能の多様性と、現実における適用施策の複雑さから持続可能な都市を目指す、分野横断的かつ統合的な都市環境施策の体系的な立案が容易ではないことも事実である。

このような問題を打破するためには、個別の施策についての計画と評価だけではなく都市環境の制御に掛かる幅広い技術・施策オプションを視野に入れた代替的な将来シナリオを設定し、各シナリオの状況下で有意となる施策を科学的に明らかにする「シナリオ誘導型」のアプローチが有効である。

現在我々は、地域の環境資源量を効率的に活用することで、広域環境と地域環境への影響を最小化する持続可能な都市・産業システムの設計を可能にする評価体系に

より、地球環境保全の都市スケールでの技術・政策シナリオを明らかにするシステム構築をめざしている。

本稿では、都市・産業活動から発生する水質汚濁や廃棄物、温室効果ガスや人工廃熱などについて、その空間分布の時系列での変動とともに、都市・産業活動との相互の資源・サービスとして利用量・利用ポテンシャル量として解析する「時空間の環境フラックス」評価モデルを基盤とする、都市環境の技術・施策シナリオの設計と評価を通じての合意形成プロセスを提案する。

環境フラックスの評価モデルは、集計的な評価のアプローチではなく、「環境フラックス」を空間分布と時間変化を定量的な算定だけでなく、都市・産業の各ステイクホルダごとの環境容量 (Carrying Capacity) の制約での、合理的な技術・施策オプションを同定するとともに、低炭素化社会実現への貢献を最大化する技術・政策シナリオのゴールとそこへの道筋 (Action Program) を提示を可能にする基盤ツールである。その一方で、都市・産業システムの代替的な技術・政策シナリオを定量的なインベントリとして用意することで、環境フラックス評価モデルを用いて、地域環境保全ポテンシャルを高めるための

表-1 2000年以降の主要な地球・地域スケールでの環境シナリオ

シナリオ	作成主体	発行年度	目標年次	対象	
				課題	エリア
The Road to 2050: Sustainable Development in the 21st Century	WB	2006	2050	環境	全球
Air Quality and Ancillary Benefits of Climate Change Policies	EEA	2006	2030	大気環境	ヨーロッパ
Millennium Ecosystem Assessment	UN	2005	2050 & 2100	エコシステム	全球および18の地域や国家、流域、あるいはそれ以下の区域
UNEP's 3rd Global Environmental Outlook	UNEP	2002	2032	環境	世界を6地域区分
African Environment Outlook	UNEP	2002	2032	環境	アフリカを6地域区分
Global Water Outlook to 2025	IFPRI	2002	2025	水環境・利用	36地域国
OECD's Environmental Outlook	OECD	2001	2020	環境	10カ国 (OECD加盟国)
Asian Environment Outlook	ADB	2001		環境	アジア
IPCC's Special Report on Emissions Scenarios	IPCC	2000	2100	気候変動	世界を4地域区分
World Water Vision	WWC	2000	2025	水環境	世界を18地域区分
UNEP's 2nd Global Environmental Outlook	UNEP	2000	2030	環境	世界を6地域区分
Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100	GCTE	2000	2100	生物多様性	バイオームで10区分

表-2 わが国における政策・施策の形成に向けたシナリオ策定の取り組み

シナリオ	作成主体	発行年度	目標年次	対象		策定プロセス
				課題	エリア	
脱温暖化2050プロジェクト	「2050日本低炭素社会」プロジェクトチーム	2007	2050	気候変動 (CO2排出量)	日本	2050年の社会像 (シナリオ) に基づき、エネルギーサービス受容と需要・供給エネルギー量と技術とを同定し、これに基づきCO2排出量を推計
持続可能社会の実現に向けた滋賀県シナリオ	滋賀県	2007	2030	持続可能社会 (温暖化、資源循環、琵琶湖環境)	滋賀県	2030年の持続可能性を示す環境目標を温室効果ガス排出量、琵琶湖水質、ヨシ群落面積、美しい湖辺域面積、廃棄物最終処分量について設定し、それに至る手段や方策に掛かる実現シナリオを構築
技術戦略マップー超長期エネルギー技術ビジョンー	経済産業省	2005	2100	エネルギー分野の技術戦略	日本	経済発展を前提に、2100年における資源・環境の制約条件をシナリオとして仮定し、技術が満たすべき要件の調査および技術確立の時期等を特定
2030年の日本のあり方を検討するシナリオ	国土交通省	2004	2030	国土形成	日本	2030年の日本社会が持続可能であることを大前提に、さまざまな外部要因によって変化し得る日本社会の未来像 (シナリオ) を策定

産都市・産業システムの設計が可能になる。技術・政策シナリオの中核には、産業拠点を軸として都市活動との水・物質・エネルギーの共生的利用システムの再構築と、水系循環と熱需給の都市環境インフラの形成を据える。

このような全体構想の下、本稿ではまず、都市スケールのシナリオ策定プロセスの設計を行う。具体的には、先ず国内・外におけるシナリオ策定と研究のレビューを行い、近年のシナリオ策定の動向や課題について整理する。次いで、そこで得られた知見を基に、都市スケールでの環境政策立案に向けたシナリオ構築の枠組について検討する。そして最後に、その枠組を基に脱温暖化都市の形成に向けた、ステイクホルダの参加に基づく都市スケールのシナリオ策定プロセスの設計を行う。

2. 国内・外におけるシナリオ研究の枠組

(1) 国内・外におけるシナリオ策定の動向

a) 海外におけるシナリオ策定

環境に関わる将来シナリオは、地球温暖化・気候変動のみならず、水環境や大気環境、エコシステムを含むあまねく環境課題について作成されており (表-1)、いまや科学者や政策立案者、経営者等が、不確実な要素の

多い将来にむけた構想や計画を練るための基本ツールとして認識されている。例えば、IPCCのEmission Scenario Databaseに収録されている温室効果ガスの排出・緩和シナリオだけをとりても285種類に上る¹⁾。排出・緩和シナリオの策定は、現在もなお多くの研究機関・組織が進められており、今後もその数は増加する見込みである。但し、シナリオがこのような広範な普及を見せる一方で、その科学的妥当性や政策立案への有用性等に関する体系的な研究はまだ初期の段階にある²⁾。近年の研究では、スケールの異なるシナリオ同士、すなわち全球スケールのシナリオと国家を超える地域や、国家、都市スケールのシナリオの整合や関係づけを図ることで、シナリオのマルチスケール化を図り、より多様なステイクホルダの注意や行動の喚起が可能になることが示唆されている³⁾。国連の呼びかけで2001年に発足した世界的プロジェクトであるMA (Millennium Ecosystem Assessment) では、地球規模での生態系サービスの評価に加え、「Sub-Global Assessment (SGA)」として合計18の地域 (や国家、流域、あるいはそれ以下の区域) での評価を実施しているが、その理由の一つは、生態系の適正な管理には即地的な計画やそれに基づく行動が必要なためである⁴⁾。MAのSGAの取り組みは、より具体的な政策の形成や計画立案に向けたシナリオのマルチスケール化の好例である。

一方、気候変動研究においては、気候モデルは予測の前提条件として社会・経済シナリオを用いているが、現在は両者の連携が十分に行われていない。この解決方法の一つとして、空間解像度の粗い全球あるいは地域・国レベルでの社会・経済シナリオを基に、化学物質等の排出や土地利用の変化に掛かる詳細なシナリオを構築する手法の確立が求められている⁹⁾。ここでもシナリオのマルチスケール化が現在の課題を解決する上で一つの鍵になると考えられる。

b) 国内でのシナリオ策定

近年わが国においても、シナリオの策定が様々な領域において進められつつある^{9), 10), 11)}。内閣府総合科学技術会議は、2001年9月の本会議決定を受け、政府全体として共通の政策目標とその解決に至る道筋を設定したシナリオ主導型の研究開発を推進する仕組みとして、「環境分野」で5つの研究「イニシアティブ」を設定した¹⁰⁾。以降、様々なシナリオの策定が、研究開発のみならず具体的な政策・施策の形成に向けて実施されている(表-2)。近年のわが国における政策・施策の形成に向けたシナリオの策定に共通する特徴は、Backcastingと呼ばれる手法が用いられている点である。Backcastingは、Robinson (1990)¹¹⁾により人間活動に関わるシナリオ分析の方法として提唱され、1994年にはOECDの環境政策委員会が着手したEST (Environmentally Sustainable Transportation) プロジェクトで、環境面で持続可能な交通を達成できるような手段や戦略を同定するための中核的な手段として採用されたことでも知られている¹²⁾。

(2) 利用者のニーズに応じたシナリオの策定方法

Börjesonら (2005)¹³⁾は、シナリオの策定方法は、シナリオの利用者のニーズに応じ大きく予測的 (Predictive)、探査的 (Explorative) および規範的 (Normative) な方法に3分類できるとしている。予測的あるいは探査的方法は現状を出発点として将来シナリオを作成する方法であるのに対し、規範的方法は逆に、まず望ましい将来像を描き、そこを出発点として、「いかにすれば現状からその望ましい将来に到達できるか」を導くシナリオ作成の方法である。Börjesonら (2005)¹³⁾は現状に基づく将来予測が必要な場合は予測的方法、将来起こり得る状況への対処が必要な場合は探査的方法、そして特定の目標に到達するための道筋と具体的な行動を明らかにする必要がある場合には規範的方法を採用すべきと提案している。わが国における政策・施策に関わるシナリオ策定の現場でbackcastingが用いられるのは、本方法が望ましい将来に到達する科学的过程を示し、政策・施策の形成や導入についての合理的根拠を探るためといえよう。

(3) シナリオ策定方法の近年のトレンド

Alcamo (2001)¹⁴⁾は、IPCCのSRESやWWCのWorld Water Visionのシナリオ策定の経験をもとに、定性 (Qualitative) アプローチと定量 (Quantitative) アプローチの両方を組み合わせたシナリオ策定方法としてSAS (Story-and-Simulation) アプローチを提唱した。一般的に、言葉や絵を用いて起こりうる将来を記述する定性シナリオは、数値やグラフに基づく定性シナリオに比べて様々な利害関係者の考えを取り込むことが可能となる。定性シナリオはまた、シナリオのステイクホルダに対して情報を伝えやすく、それゆえに多くの人に理解されやすいという特徴を持つ。国土形成計画の策定プロセスで、国土交通省が「目指すべき2030年の日本社会像について、全国的レベルでより具体的な議論が行われることを期待」して作成・公表した「2030年の日本のあり方を検討するシナリオ」は定性シナリオの適例である。他方、表やグラフとして情報を提供する定量シナリオは、通常、科学的な検証を経たモデルや定量的なパラメータ、変数値によりその実像が明示されるため、シナリオの策定プロセスの透明性が高い。しかしながら、モデルのメカニズムを理解するには高度な知識を要することが多く、ステイクホルダの理解を妨げる可能性をはらんでいる。Alcamo (2001)¹⁴⁾が提唱するSASアプローチは、シナリオの対象事象が将来どのような形で展開するかをストーリーライン (「叙述シナリオ」とも呼ばれる⁹⁾) として叙述的に記述する傍らで、モデルにもとづき叙述されたストーリーラインを補完する定量的な情報を供給するというプロセスを採用しており、定性アプローチと定量アプローチの両方の長所を兼ね備えている。SASアプローチは、UNによるMAやわが国における脱温暖化2050プロジェクトにおいてもシナリオ策定においても採用されており、近年、シナリオ策定のデファクト・スタンダードになりつつある。

表-3 SASアプローチによるシナリオ策定プロセス¹⁴⁾

段階	主な作業内容
1	シナリオ・チームとシナリオ・パネルを編成
2	シナリオ・チームが、シナリオの目標とアウトラインを提案
3	シナリオ・パネルが、シナリオの目標とアウトラインを修正し、ストーリーラインのゼロ次ドラフトを作成
4	ドラフトに基づき、シナリオ・チームがシナリオのドライビング・フォースを定量化
5	指定されたドライビング・フォースをもとに、モデリング・チームが指標を定量化
6	モデリング・チームが、シナリオ・パネルにシナリオの定量化について報告。これを受けてシナリオ・パネルがストーリーラインを見直す
7	受理できるストーリーラインとその定量化の結果が得られるまで4~6のステップを繰り返す
8	シナリオのドラフトをジェネラル・レビューに供する
9	レビューをもとに、シナリオ・チームとシナリオ・パネルがシナリオを修正
10	完成したシナリオを出版・配布

SASアプローチのもう一つの特徴は、参加型の策定プロセスを採用している点にある。SASアプローチでは、シナリオ策定に責任を持つ機関の代表者や機関外の専門家らにより構成される「シナリオ・チーム」、シナリオのステイクホルダである組織や個人の代表者らにより構成される「シナリオ・パネル」、モデルによるストーリーラインの定量化を担う専門家らにより構成される「モデリング・チーム」の3者の連携により、表-3のプロセスを経てシナリオが策定される。Alcamo (2001)¹⁴⁾はこの他に、インターネットを含む様々なメディアを活用することにより、策定プロセスに直接関わることができないステイクホルダや専門家とのコミュニケーションをはかり、シナリオに対する意見や要望の聴取・抽出を提案している。SASアプローチは、シナリオ策定に責任を持つ機関や研究者だけでなく、様々なステイクホルダの直接・間接の関与までもが企図されている参加型のシナリオ策定プロセスとして提唱されている。

3. 都市スケールでの環境政策立案に向けたシナリオ構築の枠組

(1) マルチスケール化による都市スケールのシナリオ策定

全球あるいは地域・国レベルで策定されるシナリオを、環境改善に向けた都市スケールでの具体的な政策や計画に結び付けるには、MAのSGAと同様に、上位のシナリオを、対象地域の即地的条件を踏まえて、空間・時間的な解像度の高い都市スケールのシナリオへとローカライズさせる必要がある。

空間的なローカライズのプロセスはちょうど、わが国の国土計画において、全国レベルでの土地利用基本計画により国土利用の方向性が定められ、これを基に都市計画法や農業振興地域整備に関する法律等にもとづいて、都道府県や市町村で、即地的条件を踏まえつつ個別地域の土地利用のあり方を詳細に規定するという計画プロセスに似ている。時間的には、より具体的な政策や計画の形成、立案を視野に入れた場合、シナリオのタイムホライズンを、自治体における行政計画と整合する形で設定する必要がある。市町村の具体的な施策を方向付ける総合計画（地方自治法第2条の4）やいわゆる都市計画マスタープラン（都市計画法第18条の2）の年限が10年程度であることを考慮すると、都市スケールでのシナリオのタイムホライズンも概ね10年（長くとも15～20年）である。

このように時・空間のマルチスケール化による都市スケールのシナリオ策定を進めることにより、シナリオを自治体レベルの政策形成や計画立案、さらには個別事業

の実施につなげる素地ができあがる。

(2) 参加型のシナリオ策定プロセスの必要性

わが国の都市においてシナリオに基づく環境政策の立案を考える場合、域内の住民や企業、事業所等の様々なステイクホルダの存在を無視することはできない。これは第1に、都市のシナリオが、それをもとに形成・立案が進められる政策や計画を通じてこれらステイクホルダに直接ないしは間接に影響を与えるためであり、また第2に、これらステイクホルダの活動が、将来の都市のあり方に大きく影響を与えるためである。シナリオ策定プロセスにおいて、ステイクホルダに将来の社会・経済・環境の変化に関わる展望や関心、利害を述べる機会を与える機会を設けることで、より現実的な将来シナリオの策定が可能になる。都市計画法に基づき市町村の都市計画に関する基本的な方針を定める際に、住民等の参加手続きが必要とされるように、都市スケールでのシナリオ策定プロセスにおいては、県や国を対象としたシナリオ策定プロセス以上に、ステイクホルダの参加手続きが必要になると考えられる。

(3) SASアプローチにもとづく都市スケールでのシナリオ策定の体制

SASアプローチに組み込まれた様々な主体の参加と連携の枠組は、都市スケールでのシナリオ策定においても有効に機能することが期待できる。ただし、SASアプローチはもともと国家を超える空間スケールでのシナリオの策定を想定した一般的な枠組である。わが国の都市における政策形成あるいは計画立案に繋がるシナリオの策定を構想した場合、自治体の行政機構や対象とする環境課題に関わるステイクホルダの広がりを踏まえ、シナリオの策定主体である「シナリオ・チーム」と「シナリオ・パネル」の具体的な内容を構成する必要がある。

具体的には、対象とする環境課題やタイムホライズン等のシナリオのアウトラインを設定し、シナリオ策定の全体をコーディネートするシナリオ・チームは、策定されたシナリオを受けて政策形成や計画の立案を進める自治体行政の関係部局の職員を中心に構成することが適当である。また、シナリオ・チームは、策定プロセスにおいてシナリオ・パネルやモデリング・チームとの連携が必要なため、シナリオ・パネルやモデリング・チームのメンバーを内包することが望ましい。

シナリオ・パネルのメンバーは、概略的には当該自治体の住民や域内で営業・操業する企業等の代表者が該当する。シナリオやその後の政策や計画の導入に関わる利害の先鋭化が想定される場合は、その後の摩擦を回避するために、ステイクホルダ分析¹⁵⁾等に基づいてメンバー

選定を進める方法も考えられる。

4. 脱温暖化都市の形成に向けたシナリオ策定プロセスの提案

(1) シナリオの対象とする課題の設定

都市スケールでのシナリオ策定を行うにあたり、本稿ではとりわけ資源（一般および産業廃棄物）循環と産業共生（Industrial Symbiosis）、クールシティ化を通じた脱温暖化都市の形成を志向するプロセスを提案する。

わが国の部門別温室効果ガスの（間接）排出シェアはそれぞれ、エネルギー転換部門（63%）、産業部門（36.2%）、民生部門（30.6%）、運輸部門（17.6%）、工業プロセス（4.1%）、廃棄物（4.1%）であることを考えると¹⁰、資源循環や産業共生、クールシティの形成に向けたシナリオ構築は、とりわけ温室効果ガスの排出シェアの大きい産業部門や民生部門における具体的な対策立案に寄与するものと考えられる。

(2) シナリオ策定の組織

前節に述べたとおり、都市スケールにおける SAS アプローチでは、自治体行政の関係部局の職員を中心にシナリオ・チームを構成することが適当である。具体的には、資源循環には廃棄物行政の、産業共生には産業振興の、クールシティ化にはまちづくりや道路、緑地行政の担当職員が該当する。このような組織編制を行政機構内で実現するには、行政割拠主義を廃し、関係部局による分野横断的な連携体制を築く必要があるが¹¹、そのためには問題意識の共有や役割分担をはじめとする庁内調整が不可欠である。

シナリオ・パネルは、自治体の住民や環境 NPO、域内で営業・操業する企業等の代表者を中心に編成するが、人選の方法は公募やこれまでの活動実績に基づく指名等さまざまである。

モデリング・チームは、シナリオ・チームやシナリオ・パネルの要請に応じて、資源循環や産業共生による温室効果ガス排出量や土地被覆や都市構造の改変による都市熱環境の現状とシナリオ下における将来変化の定量的な評価を担当する。したがって、モデリング・チームはこれら該当分野の研究者を含む専門家等により構成される必要がある。

(3) 都市環境データベースによるシナリオ策定の支援

脱温暖化都市の形成に向けた包括的なシナリオを策定するためには、地理情報システムをベースとして、産業・商業・家計などの都市活動と、水利用や廃棄物の発生・処理及び各種処理施設等の都市代謝情報、道路や建

物、土地利用等の都市基盤情報、さらには水や大気、緑地等の自然環境情報を統合的に格納・管理する都市環境データベースの整備が必要である。これらの情報は通常、行政の担当部局ごとに分散的に整備・管理されているが、これらの情報を集中的に管理する基盤を構築することにより、シナリオ策定プロセスにおけるデータの参照や解析の効率化を図ることが可能になる。

都市環境データベースに格納される諸情報は、モデリング・チームが構築するモデルによる資源循環および産業共生、都市熱環境の現況やシナリオに基づく変化の空間の評価に用いられる。現況やシナリオに基づく将来変化の評価結果は、シナリオの策定プロセスにおいてはシナリオ・チームやシナリオ・パネルによるストーリーラインやシナリオに基づく環境変化の評価に用いられる。

(4) シナリオの策定プロセス

本稿では、Alcamo (2001) の提唱する SAS アプローチをもとに、都市スケールでのシナリオ策定プロセスを設計した。策定プロセスは、策定に関わる作業の種類により大きくは「組織編制」、「調査」、「デザイン」、「評価」および「決定」の5つのフェーズに、より詳細には作業の具体的内容により全 14 のステップに分けられる（図-2）。但し、これは論理的な区分であり、現実のシナリオ策定では、複数のステップが渾然一体となって進められることも想定される。

a) 組織編制

シナリオ策定の前段階として、シナリオ策定を統括する部局の主導で、シナリオ・チームの人選を行う。シナリオ・チームのメンバーは、シナリオ策定プロセス全体にわたり、シナリオ・パネルやモデリング・チームとの連携の責任を負うことになる。編成されたシナリオ・チームは、専門家や研究者により構成されるモデリング・チームを編成する。モデリング・チームは、行政の関係部局の協力を得つつ、情報の収集・整理を行い、前項で述べた都市環境データベースを構築を進める。シナリオ・チームは、モデリング・チームによる情報の収集と整理と並行して、シナリオ・パネルを編成する。

b) 調査

モデリング・チームは、資源循環および産業共生、都市熱環境の現況評価を実施する。資源循環や産業共生の評価には、物質フローに着目したマテリアルフロー分析（MFA）や、環境負荷・影響をライフサイクルで評価するライフサイクルアセスメント（LCA）を主たる分析手法として用いる。都市の熱環境評価は、土地利用・土地被覆、建物情報、地表熱分布の観測データや人工排熱情報等の情報を処理して作成する熱環境マップの活用等が考えられる。その後、モデリング・チームは、シナリ

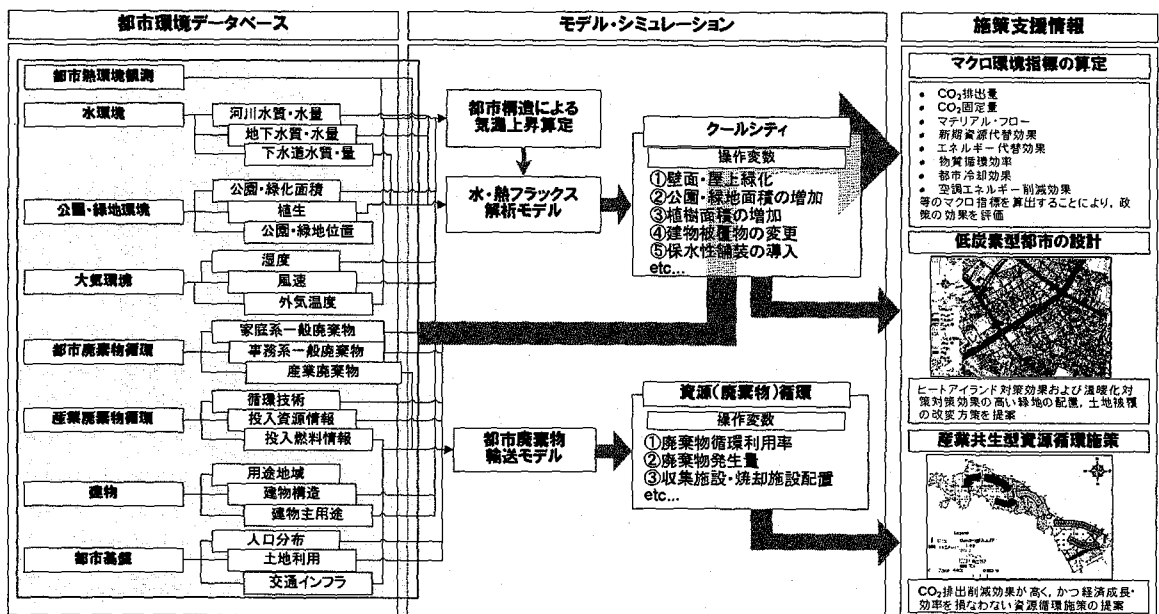


図-1 都市環境データベースとモデルシミュレーションおよび施策支援情報の連携

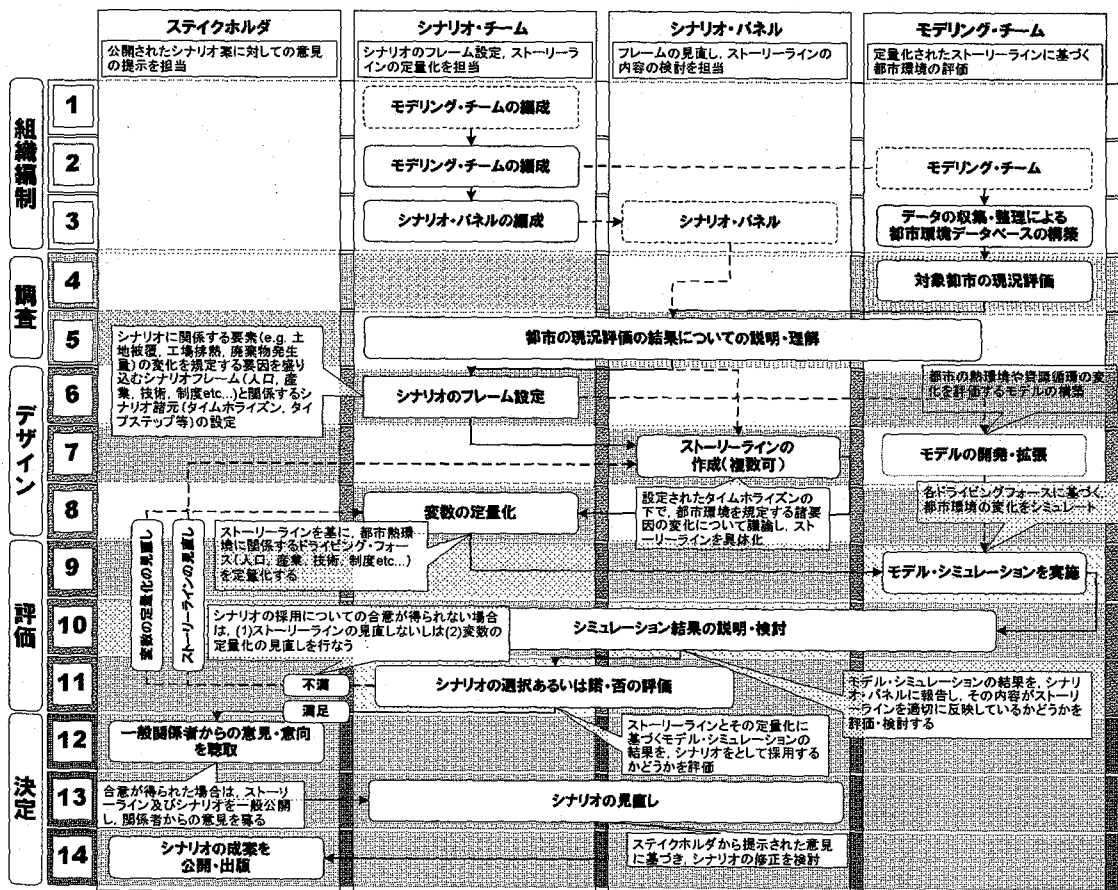


図-2 シナリオ策定プロセスにおける各主体の役割分担と作業内容

オ・チーム及びシナリオ・パネルに対し、評価結果を説明する。このようなプロセスを経ることで、シナリオ・チームとシナリオ・パネルの間で、都市環境の現状と脱温暖化都市の形成に向けた認識の共有が図られる。

c) デザイン

シナリオ・チームは、この段階で、シナリオの骨子を作成する。シナリオの骨子には、シナリオの対象範囲、タイムホライズン、シナリオの数、環境変化のドライビング・フォース（例えば、人口や都市・経済活動や土地利用）、シナリオの評価指標、施策・技術オプション等の情報が含まれる。シナリオの骨子は、より上位スケールのシナリオである IPCC SRES¹⁸⁾や 2050 日本低炭素社会シナリオ等の内容を踏まえつつも、シナリオの対象となる都市独自の社会・経済の情勢や展望、施策的対応の可能性を考慮した内容として作成される。作成された骨子はその後、シナリオ・パネルにより検討され、必要に応じて修正が加えられる。シナリオ・パネルは修正した骨子に基づいてストーリーラインのゼロ次ドラフトの作成を進める。ストーリーラインは、資源循環や産業共生、クールシティ形成に関わる将来の社会、経済の情勢と施策や技術の導入のあり方を叙述した内容になる。その後、シナリオ・チームは、ストーリーラインのゼロ次ドラフトをもとに、ドライビング・フォースの定量化を進める。またあわせて、導入する施策や技術の諸元の決定と空間配分を行う。

d) 評価

モデリング・チームは、都市環境データベースにより提供される情報とシナリオ・チームにより設定されたドライビング・フォースの定量値と施策・技術の諸元および空間配分に基づき、モデル・シミュレーションを行う。シミュレーションの結果は、資源循環や産業共生については廃棄物の発生量、最終処分量や再資源化率、廃棄物処理プロセス由来の温室効果ガス発生量等の変化データとして、また都市の熱環境については、地表面温度や人工排熱、不快指数の変化、空調使用に伴う温室効果ガス排出量等の変化データとして出力される。モデリング・チームはその後、シミュレーション結果を、シナリオ・チームとシナリオ・パネルに報告、説明する。シミュレーションにより得られた新たな知見の説明や、専門家・研究者としてのストーリーライン見直しへの提言もこの段階で行われる。この報告を受けて、シナリオ・チームとシナリオ・パネルは、シミュレーションによる評価が、ストーリーラインに叙述された将来像を適切に反映しているかを評価・検討する。この際に、シミュレーションの結果が、「ストーリーラインを適切に反映していない」あるいは「導入を想定した施策や技術がもたらす環境改善効果が社会的な負担（例えば、施策や技術の導入

費用や規制の強さ）に比して低い」と判断された場合、策定プロセスは再び「デザイン」のフェーズに立ち戻り、ストーリーラインの修正やドライビング・フォースの定量化作業、施策・技術の導入方策の再検討が行なわれる。このような作業を繰り返すことで、ストーリーラインの充実と社会的な受容性と環境改善効果の高い施策・技術の導入方策の検討が進む。

e) 決定

ストーリーラインとそれに基づくシミュレーション結果について、シナリオ・チームとシナリオ・パネルの双方のコンセンサスが得られた場合、シナリオ・チームは広報紙やインターネットのホームページ、公聴会等によりその内容を公開し、策定プロセスに直接携わることのできなかったステイクホルダやその他の関係者からの意見を募る。その後、シナリオ・チームとシナリオ・パネルは、得られた意見をもとにシナリオの見直し・修正を行い、シナリオを成案化する。シナリオの成案は、その後再び広報紙やインターネット、説明会等を通じて広く市民やその他のステイクホルダに公開される。

5. 今後の提言

本稿では、全球あるいは国スケールでの将来シナリオを基本的情報として参照しつつも、都市の即地的な自然地理および制度を含む社会経済的な条件にもとづき、脱温暖化都市の形成に向けた具体的な政策形成や計画立案に繋がるシナリオ策定プロセスを設計し、提案した。本プロセスは、定量的アプローチと定性的アプローチの長所を具備し、またステイクホルダの参加を可能にする SAS アプローチを基本にしている。本稿で提案したプロセスに基づき策定される統合的な技術・施策シナリオを、具体的な都市環境管理の行動戦略として実践するためには以下の課題がある。

第1に、シナリオ・パネルのインフラとして自治体の政策課題に応じて、都市の基本的な環境情報のプラットフォームを構築することである。幅広い政策の議論に対する議論の機転を提供するためには、横断的な情報についてと GIS などの情報訴求力の合うフォーマットを用いて共通のフレームでの整備を行うことが重要である。

第2に、研究者グループによる利用性の高い統合的なモデルの開発が必要である。地球シミュレータなど今後の施策検討のフレームワークとなる全球スケールの科学モデルとのインターフェイスを備えた地域活動のキャパシティを科学的に同定するマルチスケールモデルを、水や熱エネルギー物質循環などの政策課題について用意することが必要となる。

第3に、シナリオを実現するための組織的システムである。個別環境課題への対応を事後的に検討することなく、中長期的な将来ビジョンを横断的に協議するための組織と権限を形成するためのアプローチを産官学の協同で検討することが不可欠となる。

謝辞：本研究は環境省地球環境研究総合推進費地球環境問題対応型研究課題「水・物質・エネルギーの「環境フラックス」評価による持続可能な都市・産業システムの設計」の一環として行われた。

参考文献

- 1) 国立環境研究所：温室効果ガス排出シナリオデータベース、<http://www.cger.nies.go.jp/scenario/index.html>
- 2) Pulver, S. and Stacy V.: Global environmental futures interrogating the practice and politics of scenarios, Background paper presented at conference "global environmental futures - interrogating the practice and politics of scenarios," providence, 2007.
- 3) Dölla P. et al: Scale issues in scenario development, Proceedings of international workshop scenarios of the future - the future of scenarios, Center for Environmental Systems Research, University of Kassel, 2002.
- 4) Reid, W. et al (eds) : Bridging scales and knowledge systems - concepts and application in ecosystem assessment, Island Press, 2006.
- 5) 環境省地球環境局研究調査室：平成19年度地球環境研究総合推進費の新規課題公募開始について、2006.
- 6) 総合科学技術会議 自然共生型流域圏・都市再生技術研究イニシアティブ：自然共生型流域圏・都市再生技術研究イニシアティブ報告書、2005.
- 7) Robinson, J. : Futures under glass: a recipe for people who hate to predict, Futures, October, 1990.
- 8) OECD: OECD guidelines towards environmentally sustainable transport, OECD, 2002.
- 9) 経産省：技術戦略マップー超長期エネルギー技術ビジョン一、経産省、2005.
- 10) 「2050 日本低炭素社会」プロジェクトチーム：2050 日本低炭素社会シナリオ：温室効果ガス 70%削減可能性検討、環境省、2007.
- 11) 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター：持続可能社会の実現に向けた滋賀シナリオ、滋賀県、2007.
- 12) 国土交通省：2030 年の日本のあり方を検討するシナリオ作成に関する調査概要、<http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/futurevision/>
- 13) Börjeson et al: Towards a user's guide to scenarios - a report on scenario types and scenario techniques, Royal Institute of Technology of Stockholm, 2005.
- 14) Alcamo, J. : Scenarios as tools for international environmental assessment, European environment agency, 2001.
- 15) Susskind, L. et al (eds) : Consensus building handbook - a comprehensive guide to reaching agreement-, Sage Publications, 1999.
- 16) 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス：日本の1990～2004年度の温室効果ガス排出量データ、2006.
- 17) 地球温暖化対策とまちづくりに関する検討会事務局：持続可能性のあるまちづくりの方向性について、第9回地球温暖化対策とまちづくりに関する検討会配布資料、2006.
- 18) Nakicenovic, N. et al (eds) : Special report on emissions scenarios: a special report of working group III of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge University Press, 2000.

BRIDGING SCALES: FRAMEWORK TO BUILD CITY-SCALE ENVIRONMENTAL SCENARIOS

Shizuka HASHIMOTO, Tsuyoshi FUJITA, Kaiquin XU and Tadanobu NAKAYAMA

Cities are supposed to play important role in building low carbon society in Japan as they are the place where local governments implement various environmental policies and technologies. In order for local governments to devise concrete administrative actions equipped with rational policies and technologies, we need to build a system to choose proper actions, from an array of political and technological options, making best use of local environmental potential constrained by geographical and institutional conditions. In this paper, we investigated recent efforts of international and domestic scenario development to set a framework for environmental scenarios for Japanese municipalities and suggested a participatory scenario building process, based on the "Story-and-Simulation" approach, in which government officials, stakeholders and environmental experts or researchers work in cooperation.