

# 戦略的地球環境経営システムの研究

沢 恒 雄

Industrialized society of the Twentieth Century left a negative legacy of environmental problems. Intelligent society of the Twenty-First Century is faced with a trilemma of society, economy, and environment. Because the tasks are so complex and technical skills so incomplete, the accuracy of global environment forecast remains low, which hinders appropriate policy-making. Aiming at solving the trilemma and improving the accuracy of global environment forecast, the concept of Strategic Environment Management System (SEMS) , which combines EIA and EMS, is established. The hypothesis is that "the Global Environmental Management Model and the Cultural & Language Preservation Model based on the concept of Strategic Environmental Management System will provide a method to solve environmental problems." This hypothesis was the subject of this study.

KW：文化経済立国論，戦略的地球環境経営システム，地球環境経営モデル，文化言語温存モデル，GMAIS

## 第1章 序 論

**問題の重要な理由**：人類は、進化の過程で存亡に関わる大きな変極点にある。産業革命後の工業化社会は、過去に比して飛躍的な生産性の向上と科学技術の発展という成果を得た。また、同時に膨大な人口増加と人類生存に直接関わる環境破壊を招いた。今後更にこの傾向は続く。20世紀の工業化社会の仕組みは、大量生産、大量物流、大量消費と大量廃棄のオープン・システムであり、人類が生息するための自然環境が復元力と回復力の視点からみて非可逆的な状況にある。各専門領域の学者・科学者・技術者たちは、今後の人類の存続に対してこのままでは人類消滅の可能性を予測している。人類が存続するためには、自然環境の劣化具合を観測して地球規模の環境経営ができる概念的な世界システムと具体的な組織経営モデルの構築が特に重要な課題である。

**当研究の目的：**第1-1図表に示したように日本の本質的な文化が世界システムとしての基盤とした社会システムの有効性を提言して、その構築について情報システムの観点から研究する。工業化社会の負の遺産を回復・軽減をし、知識社会としての新たな価値観を導出し、富の配分を行い政治的、経済的な安定性を実現することが前提となる。あらゆる組織活動で環境経営を核とした経営形態をとること、大局的な視点から地球環境を監視して環境を劣化させる各種の要因を制御しつつ、「自然環境の回復や復元可能な範囲」に抑制する経営、戦略的地球環境経営システムの概念構築と実現が人類の存続の必須要件となろう。

EIA (Environment Impact Assessment), ER (Environment Rehabilitation) や EMS (environment Management System) を統合した統合的な概念、戦略的環境マネジメントシステム (SEMS: Strategic Environmental Management System) を提唱する。この概念には、地球環境経営モデルと言語文化温存モデルが内包されている。前者は、地球環境予測の精度を向上させ、環境問題の不確実性を緩和させる。後者は、現存する「種」が絶えないように世界に5000強もある言語の温存を謀るためのモデルである。それは、識字率の向上により、人口増加と開発途上国による過度に急速な工業化の抑制に効果がある。先行研究である情報システム、GMAIS (Global Model Architecture Information System) を活用して、知識、知恵と知謀を組織や個人の「生き残り」のための活動指針とし、「人類と地球の存続可能性の実現」の1方略とした。

新社会システムは、種々のイデオロギー、新たな価値観による生き方等の広範な未整理の学問領域や諸制度等の課題が山積している。21世紀型知識社会を支える世界システム論の領域、その中核となる生き方の基本となる文化領域、それは欧米や中国などと異なり、日本古来の良い伝統文化との対比で研究する。部分最適な環境管理のあり方や標準化などを基本とした環境経営の領域、具体的にシステムとして構築する際のIT技術と具現化時の応用形態、情報資源や情報資産として世界に流通させ「身の丈」文化を実現する為にモデル論とシミュレーション論の領域などを対象とする。

日本は、本質的にそれらの実現に近い伝統と文化を有する国といえるため、文化経済構想による情報バンクを構築し、CEO (Center Of Excellence) として人類存続のための情報発信により、地球環境経営のあり方を世界に示し先導的な役割を担うべきである。

## 第2章 人類存続の為の世界システム

### 2.1 20世紀・工業化社会から21世紀知識社会へ

21世紀は、20世紀型の工業化社会から知識社会へ遷移している。開発途上の諸国の工業化への参入が目白押しである。更に21世紀型知識社会の基盤となるIT技術が工業化社会への参入を助長している。今後の世界は、環境破壊による人類への悪影響、エネルギー消費による資源枯渇と人口増加による食糧難等、即ち社会、経済と環境のトレリンマに満ちた「環

第1-1図表 「戦略的地球環境経営システムの研究」総括表 (Sustainable Development)

知識社会の世界システム	システム化構想	具体的方法論	戦略的地球環境経営システム：SEMS
地球経営論／世界システム論／文化経済構想	1. 富の配分と負の遺産を軽減しつつ途上国の適度な工業化の推進	1. ハードウェア構成；分散並行処理の仕組みを持ち、マルチスクリーン、マルチメディア表現、マルチシンキングで実現	1. 戦略的 (EIA+EMS) 環境経営；持続可能な開発に加え地球経営の戦略が前提、国、地域、組織やグループ活動において環境経営の成熟度をモニタリング 2. 合意形成支援環境と 集団意思決定支援環境を使用して、国連機関、UNEP、ESCAP 及び産官学民で政策を決定 1. 地球環境経営モデル 3. 思考支援環境；知識社会での創造；NGO 組織（例：IGES、ICLEI、IISD）等、GMAIS による成熟度の判定モデルは、各種の経済指標や環境情報を分析・評価して組織活動を制御する指針とする 4. 言語 > 文化 > 人種の温存；知識社会における推進役として日本のみが可能な施策；良質な伝統文化の発信基地、先進国の最貧国への最低限の人間らしい生活環境への指導や援助；富の配分による共生と協働の社会システム構築 2. 文化言語温存モデル 5. 基礎教育浸透による識字率の工場効果は、環境問題や人口抑制などの理解と認識を深める効果がある。環境経営面では、環境報告書をアニュアルレポートに組み込み、環境経営の評価とランク付けで環境社会の成熟度を向上させていく。そのためには、GRI モデルの段階的な活用をするのが1方法論である 6. 統合化グローバリゼーション；環境管理への意識改革、環境経営の成熟度向上化による地球環境の保全を思考する。新規の世界協働・共生機構
	2. 経済活動の価値観を変遷、投機的な経済の見直し	2. ソフトウェア構成；マルチリンガルの辞書体系を核としてマルチモード、マルチシンキングができるようにメンタルスペース上のメンタルモデルをヒューマンインターフェースとする	
	3. 地球/国/地域/家庭/個人レベルで環境経営のありかたを模索。地球経営の世界システムを構築	3. 地球シミュレータの地球物理的なシステムとエージェント&ユビキタス・ベース・シミュレーションを行う。GMA 概念による情報システム、GMAIS による環境問題の解決モデルを開発する	
	4. 世界の文化統合；言語温存や識字率向上により急速な人口増加の抑制や環境経営における認識を図る	4. 最適化グローバリゼーション；マルチカルチャーの情報バンクへアクセスをして知的労働により、組織の成熟度 (ITC、CMMI、GRI) をあげる体制を構築する	
	5. マルチリテラシー教育；価値観の醸成、人類が手にした知識社会の最強の道具による「身の丈」文化を醸成	5. 身の丈の生き方、活き方、逝き方の人生設計。E-ラーニングによる環境教育	
	6. IT 社会による地球規模から個人モデルのモデルベース化された情報の知的資産化、サイバー・コミュニティ社会の実現	6. 知的資源の知的資産化が可能な情報システム。セマンティック WEB で知的資源の蓄積	

境問題」解決の世紀である。知識社会における社会システムが複雑多岐にわたり、更に悪化の方向を増大させる状況である。さらに不確実性の要素が多すぎるため政策策定が適切に出来ない。

我が国は、工業化社会に邁進する過程で「富」を蓄積すると共に、公害等の痛ましい経験をしてきた。この経験から学んだ教訓を世界に向けて積極的に伝えていく義務がある。とりわけ、社会的インフラストラクチャの整備が不十分なまま急速に経済発展を遂げているような途上国において、激甚な公害が繰り返されることのないよう、社会システムの仕組みとして「環境負荷の少ない経済社会」の在り方を提示すべきである。環境庁地球環境経済研究会では、日本の公害経験に関する反省を率直に認めた報告書をまとめ、これを公表したところ、アジア地域の途上国等で高い評価を受けた。政策の発想という観点からも旧態依然としたままでは解決策はすぐには出ない。環境問題の複雑な構造に合わせた根元的な対策を複合的に講ずることが必要となる。政治・経済・文化・宗教など人類が歩んできた歴史から深く思考して人類の存続を賭けた戦略が必要となる。

## 2. 2 人類滅亡の危機

現在、人類が直面している環境問題は、特効薬のない慢性病に例えられる。日々の生活そのものを変えていく、その積み重ねにより、人と人との関係も変えていくという、言い換えれば根治療法が何よりも重要不可欠である。環境問題の性質に応じて、環境影響評価、規制的措施、経済的措施、社会資本整備、環境教育・環境学習、事業者・国民の積極的な支援、科学技術の振興等の多様な施策手法を適切に組み合わせることで計画的に強化されねばならない。平成6年に環境基本計画が策定された。地球サミットと1998年以降に日本で公布された環境関連の法律の整備が実施されている。ISO14000に支えられて企業も環境経営に対する認識が深まってきている。

## 2. 3 知識社会に対応した世界システム

知識社会における世界システムを考察する。世界システム論としての学問的な扱いは、政治学の範疇である。主たる研究領域として、政治体制の構造と動態を概観して、政治現象の本質を大局的に捉えて分析する「マクロ政治学」、個人や社会的集団の意識と行動を政治体制との関連で分析して理論化する「ミクロ政治学」、政治のプロセスを軸に把握して、実証的に分析する「政治過程」、政治の担い手の組織に焦点をあてながら政治力学を解明する「政治主体」及び国際構造や国家間の政治の展開を理論的視座の下に体系化して分析する「国際政治学」などに分類できる。

過去数百年の資本主義市場の力を基底にした国家間の志向と国際関係の性格を規定してきた近代世界システムは、「近代主権国家をその最も重要な構成要素とする自主体型の世界システムで、経済的には資本主義的な1つの分業体制に統治されている世界システム」であっ

た。2001年9月11日以降の世界は大きくこの構造を変えた。多極の世界、覇権後の世界や相互依存の世界という視点から21世紀のあり方の理論的な概念構築はその分野の専門家の努力に待たねばならない。しかし、人類は、全体で環境経営、「人類の存続の危機」という課題を解決しつつ新たな体制を構築しなければならない。

近代世界システムの中で、主に近代主権国家によりプレイされる古典的パワーポリテックスのゲームと、主に産業企業によってプレイされる産業資本主義のゲーム展開であったといえよう。前者は、アメリカの一人勝ちで終焉した。後者は、環境問題と資源枯渇に加え1神教の国家間による宗教戦争と地域経済圏を構築して閉鎖的な経済活動に解決を求めようとしているのが最近の動向である。いずれにしても、「超大国ゲームの継続と安定性」、「世界の資本主義の管理と調整」、及び「周辺地域の発展と紛争処理」は、いまだ結論をみていない。(田中明彦, 1989)

## 2.4 戦略的変革

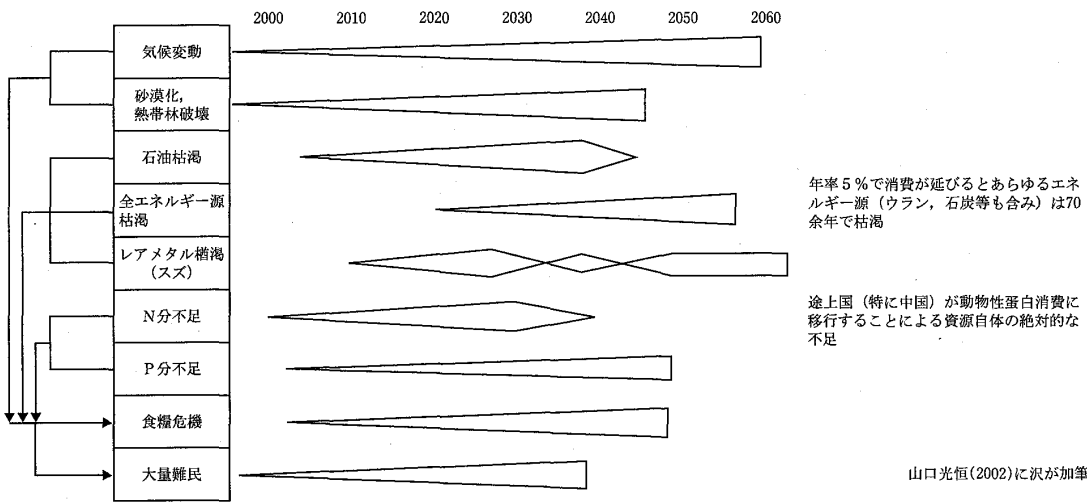
知識社会への変革に際して先端的な研究として地球文明とポスト資本主義の思想を提唱している事例をGMA概念モデルと対比して考察した結果を示す。Peter F. Drucker (1995) のポスト資本主義と対比して第2-1図表に示した。第2-2図表には、世界問題の危機予測と環境問題における地球関係の位置付けを示した。第2-3図表には、政策的なヒントとして将来変化に対するシナリオを2種類示した。環境問題を解決する政策策定は、技術が解決してくれるという「楽観主義」、経済を阻害するような否定的な「経済市場主義」、および現在の課題だけを解決していこうとする「現状改良主義」でそれぞれ異なる。環境課題に対応するシナリオは、「カプセル社会」、「配給社会」と「循環・共生社会」に大別できる。また、技術に対する要求レベルによるシナリオを示した。経済と環境と社会のトリレンマは、地球規模でどのシナリオをどう組み合わせかに人類の存亡がかかっている。文化経済構想の精神は、このトリレンマをバランスさせて地球規模での循環・共生のありかたの最適化にある。更に、「身の丈」文化は、生活圏の地域の安寧を目的としている。

経済は、金銭だけを活動の目的、成果とせず、新たな価値体系を探索すること。経済活動の過程においてリアル・ロジスティクスは、エネルギーを最小化するような情報システムを構築すること。そのためには、コミュニティ活動を日常生活に織り込んだ社会システムが前提となる。ここでの活動は、多くの不確かな意思決定の局面や利害の相反する人達による合意形成が多くなる。人類生存の要件を満たすための対応策として環境問題の解決策の評価精度を高めるような学問体系を早期に構築することである。

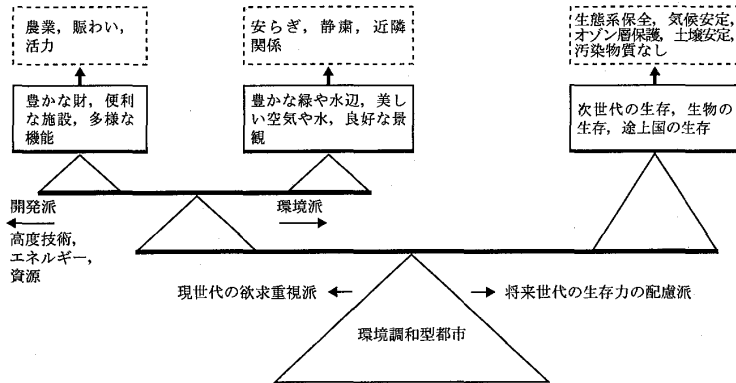
第2-1図表 ポスト資本主義社会と文化経済構想による戦略的変革

No.	論 点	沢の主張	Peter F.Druckerの主張
1	知識社会への移行；ポスト資本主義の資源，価値の創出	情報資源を情報資産に価値化できる人材が21世紀の主役となる	マルクス主義の倫理的，政治的，経済的破綻と共産主義体制が崩壊し，ルソーやマルクス主義の世俗的信仰の1歴史が終わった。そして老化する資本主義の後，21世紀は，「生産手段」や「資本」，「天然資源」「労働」から「知識」知識の仕事への適用として「生産性」と「イノベーション」で価値が創出される
2	知識の仕事への適用；生産性革命	知識社会における知識労働者は，組織学習の成果とモデルベースやケースベースから効率的で効果的な政策や施策を立案できる。危機管理的な始点からもGMAISの支援で予防保全的な対応がとりうる	3人組(ダーウィン，マルクス(テラー)，フロイト)がつくった近代社会は，最近100年間の爆発的な生産性向上は「知識」の仕事への適用であった。産業革命(18世紀半ばから100年)に次ぐ第2の(1880年代から70年)革命であった
3	知識の知識への適用；マネジメント革命	知識社会での資産は，知的資源である知識や経験(知恵)を新たな知見や再構成された施策などの成果が知的資産となる	250年前の知識の意味的な変化が，再び社会と経済を変えつつある。従来の資源は，2義的なものになった
4	経営管理者の定義が変容	第4セクター方式による組織形態を提唱している。社会のリーダーの権力行使と業績をついてしたモデルで，責任を担保する。特に，会計上の透明性と活動に対する説明責任が，組織ガバナンス上の重要な課題となる	「他の人間の働きに責任をもつもの」から「知識の適用と知識の働きに責任を持つもの」へと変化する。知識が中核的な資源となり，知識があれば他の資源を確保できる
5	変革機関としての組織	社会的な貢献度をモニタリングする第4セクター方式の組織	創造的な破壊，社会的なイノベーションで新しい知識を生み，変化のマネジメント(絶えざる改善，開発，体系的なプロセスとしての組織化)
6	組織とコミュニティ	知識社会では，地球環境経営と地域環境経営をセットで実施されねばならない。あらゆる組織で環境経営を経営の核にした活動が，知識社会での前提となる。予算分捕りのNPOやNGOの出現を抑止する為にも，環境会計ベースの環境経営が前提の社会システム構築が重要である。言語温存モデルを主張した意義は，リージョナル・スタンダードの確立とグローバルスタンダードの理解，認識に続き，確実な行動を行うことが一般的となることを目的としている。そのツールに，ネットワーク技術と情報バンク技術をインフラとしたGMAISがあり，その活用により知力と行動力の長けたリーダーが育まれる	知識社会は，成果，市場，技術，イノベーションの機会として利用すべき社会，環境，人口構造，知識の変化に密着していなければならない。知識社会の組織は常にコミュニティを動揺させ，解体し，不安定化させる。組織の文化はコミュニティを超越しなければならない。今日「巨大国家」が市民性を圧殺しつつある。知識社会では市民性を回復するために政府という「公共セクター」と企業という「民間セクター」に加え，第3セクター「社会セクター」が実用的である。
7	地域主義と知識産業	e-JAPANで東京1極集中から鹿児島置藩，人材，経済や文化等の再配置で脱官僚統制による21世紀の実現	グローバリズムと並行的に「地域主義が既に現実である。各国政府に変わる長国家を生み出そうとしなが，いくつかの分野で地域の統治機関を生み出す。知識経済は，一国を超えた経済規模を必要とする。保護主義や自由貿易ではなく相互主義に基づいて，他の貿易ブロックと貿易を行う能力を必要とする。
8	知識の経済学	人生を全うするための価値観が各種の文化圏単位で異なる社会システムになろう。組織活動を支えるのは，ステークホルダーであり，また，組織を評価するのもそうである	第2のデビッド・リカードやアダム・スミスは出現していない。知識経済において経済を規程するものは，消費や投資ではない。消費の増加で知識の生産が増えるわけでもなく投資が増加しても知識の生産が増加するという根拠もない。
8	知識の経済活動への適用	常に改革，改良，改善，改修の連続的に行われる。そこで参照されるのが，情報バンクの知識，知恵，モデル，ケースやシナリオである。組織活動の流れが情報システムのデータの流れとして取り込まれ，知恵ある経験豊かな経営者，学者，管理者などによって編集され，知的資源として精錬されて，予測などの参照モデルとして活用される	1. 生産工程，製品，サービスの絶えざる向上への知識の適用；例は，日本の「改善」 2. 「開発」への知識の適用。全く新たな異なる生産工程や製品とサービスへの適用 3. 「イノベーション」への知識の適用
9	知識の生産性	知的労働者は，マルチタレント能力が求められる。母国語と英語，情報リテラシー，状況と環境リテラシーなどである。知識を資源として思考の過程や結果で知恵や戦略を出力として生産する。これらが資産となる	理論はまだ存在しない。マネジメント上の処方はある。知識の生産性をあげるには，知識に対して知識を体系的に応用することである。目標を高く上げて，野心的であり，意味ある変化をもたらすために使われて初めて生産的となる
10	知識社会の中心	知識・知恵・知識社会では，言語によって派生させられるコミュニケーションの，経済的な次元における媒体は貨幣である。同様に政治的には権力が，社会的には慣習が，文化的には価値が媒体となる。所有することから探索，利用と活用による成果として知識が必要になる	「反伝統主義者」も「回帰主義者」も不要で「教育ある人間」が核となる。知識社会は，統治の力が必要である。諸々の独立した伝統を，共通かつ共有の価値あるものへの献身や，卓越性という共通の概念や，相互への尊重をまとめ上げる指導的階層がある。「人文主義者」は，過去の継承だけであり，「教育ある人間」は，未来を創造する傾向で現実に影響を与えるために，自らの知識を役立てる能力が必要である
11	教育ある人間の要件；自己の専門知識だけでなく，他の領域の理解力が望まれる。	GMAISの情報バンクは，意思決定や合意形成を行う為の情報を提供する	「博学」は不要であり，専門知識を1つの「知識体系」へと統合する能力である。多様な専門知識を理解する能力である。この資質を持つものが「知識社会」における「教育ある人間」である。何についてか？何をしようとしているのか，中心的関心事は，中心的な理論は，それについて知られていないことは，問題や課題は，を知る必要がある
12	知識社会の最大の変化	情報資源を情報資産に価値化できる人材が21世紀の主役となる	知識の形態，内容，意味，責任，そして「教育ある人間」たることの意味の変化である

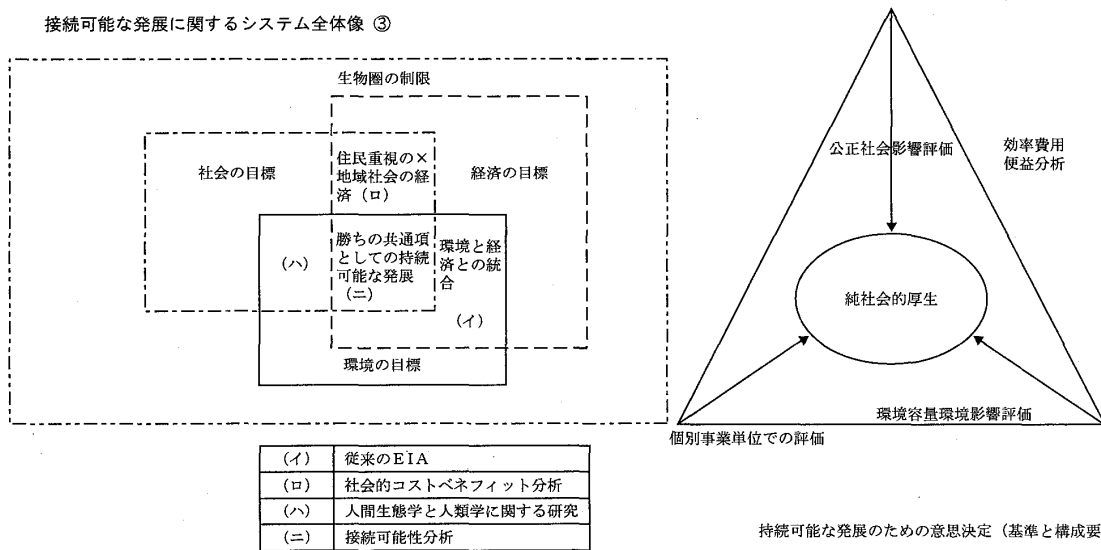
第2-2図 世界問題の危機予測



地球関係の位置付け ②



接続可能な発展に関するシステム全体像 ③



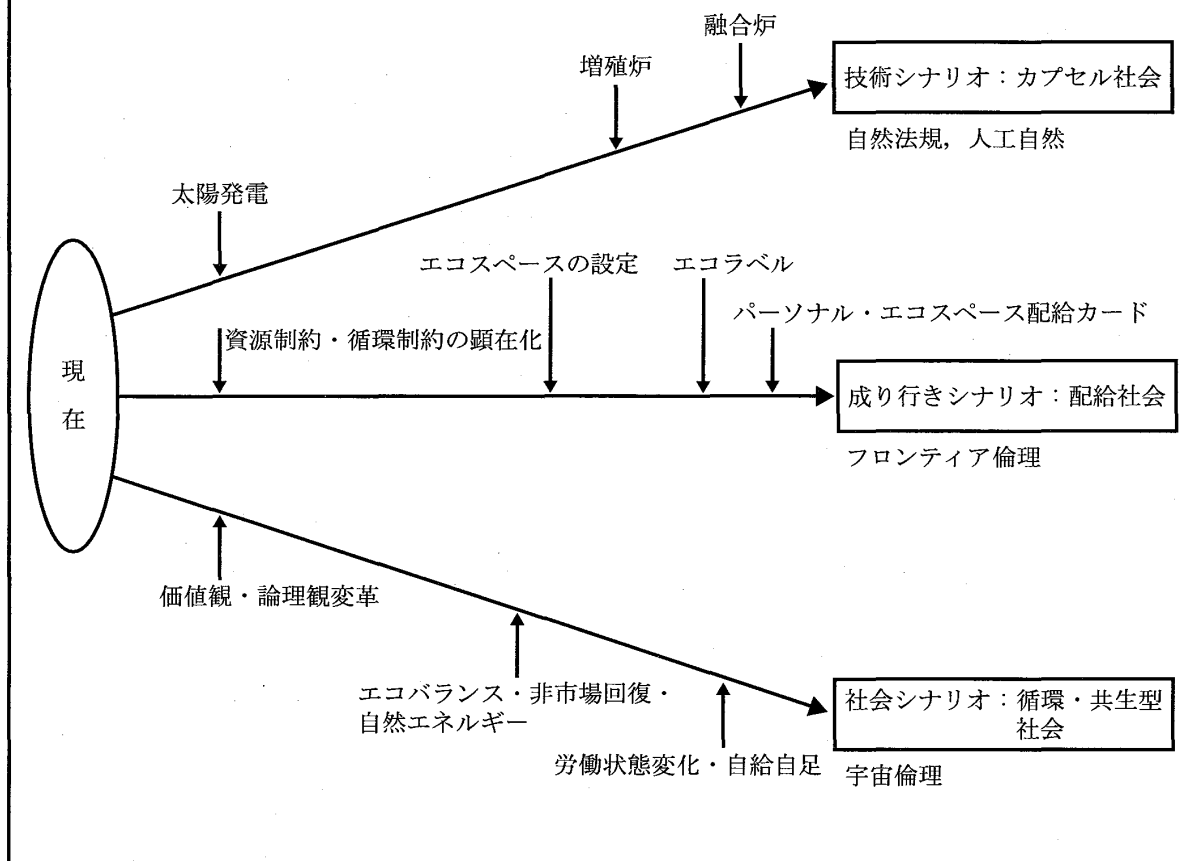
価値システム/政策の枠組み

B. サドラー(1998)とウエールズ大学大学院(1999, 2000)に沢が加筆

第2-3図表 将来変化に対する2種のシナリオ

社会変化	環境危機予測	技術に対する要求レベル	技術改変方式
世界シナリオ1	社会変化は、これまでのトレンドでのびるが、地球問題などはそれほど危機的とはならない	地球負荷を現状以上に増やさない。レベル1:「排出安定」(化石エネルギー消費非増加)	既存技術の効率改善と実用間近のいくつかの技術を適用「斬新的改変」(incremental change)
世界シナリオ2	社会変化(人口・経済など)も加味したうえで、地球温暖化を進行させない。(IPCC予測に立脚)	地球変動をこれ以上は進行させない。レベル2:「状態安定」(化石エネルギー消費半減)	原理そのものの変化もふくむ新たな技術体系への移行「飛躍的改変」(transformative change)
世界シナリオ3	社会変化(人口や途上国経済の大幅増)による地球危機の深刻化、資源枯渇の顕在化を強く認識	枯渇性資源・エネルギー消費と地球負荷をゼロに近づける。レベル3:「完全循環」(資源・化石エネルギー消費、ほぼゼロ)	自然エネルギーと物の完全循環による従来と異なる新たな技術システムの構築「改革的改変」(revolutionary change)

山口光恒 (2001) と環境アセスメント研究会 (2000) に沢が追加修正





### 第3章 知識社会と文化経済構想

#### 3.1 知識・知恵・知謀社会における日本の役割

地球経営に関する要諦は、異文化を相互に理解し、生きることの価値観を相互に容認する。この価値観が物欲と金銭欲のみの間はこのような目論見は成就しない。そのためには、「排除」のない社会システム構築や「身の丈」の生活に不満をもたないこと及びたまたま先行して富裕国や富裕層になった民族や個人が「富の配分」を認識し、寄付、御布施やホドコシに対する意識改革を促進させる土壌を世界に作らない限り、人類の存続はできない。日本の特質を再確認して地域と地球経営にその拠り所を求めるべきである。新たな地球経営の組織化を知識社会の特質を活かした COE (Center Of Excellence) としての日本の ID 化を謀るべきである。そのためには、日本人の最も弱い戦略発想と戦略行動、さらに危機管理のマネジメントの長けた人材育成が急務である。そのため日本と日本人の ID を取り戻し、日本の先人が残してくれた特質を DNA から顕在化させ行動化出来るようにならねばならない。そのためには、日本と西欧の本質的な相違をよく認識しておく必要がある。

日本の COE として文化経済構想とその具現化；文化経済の提言を行う前提として、日本・日本人と西欧の比較をした。その概要は、文明論、自我論、法則論、宗教論、改革論などについて文献、沢 (2002) に詳述した。

日本社会の従来の特徴は、生え抜き、学閥、人脈意識、インサイダー取引、談合、政官財癒着など仲間意識が生んできた同質社会である。全部否定すべきではないがこの方式では立ち行かなくなったことは明白である。日本という生存圏が地球規模まで広がったという自覚をすべき時である。

XX 原理主義に基づく極端な思想をもつアングロサクソンやイスラムの 1 神教の文化が 21 世紀の世界に浸透する可能性は薄い。文明の衝突から文化と文明の相互理解しか人類が持続的な発展を遂げられる方略はないという仮説、「文化経済構想」を設定した。そこでの基本戦略は、20 世紀の負の遺産を解消させながら適切な速度で工業化をさせることの開発途上国への説得、及び人類の「種」を温存することを提言する。「種」の温存は、文化、すなわち言語の温存である。そのためには、「拝金」主導の経済学ではなく、ボランティアな要素を含む労働形態や価値観をもった人が人類の大半を占めてこそ実現すると主張したい。文明と文化の経済性を追求できる時代が知識社会の根幹となろう。また、その技術的な背景は IT 技術である。

日本語大辞典では、文化の定義を下記のように示している。「< Culture の訳語 > 自然に働きかけて、人類の生活に役立たせたもの」。Culture は、nature と対立した言葉である。Nature のまた「自然」と訳すと別のものとなる。日本では、自然 (じねん) で人間そのものを含んでいる。これに対して西欧では、自然の連想は敵なのである。人間の「精神」と「意識」などに対抗するものである。異文化の相互理解は非常に難事業であるが、今後はその超

克として相互理解が前提となってくるのである。文化の認識として日本の文化を説明でき相対化してみる必要がある。その重要性の認識と、自らの文化価値を「再発見」することを政策とし自らの文化を維持して、「武士道」精神などを発展させていくことが重要である。

さらに、個人レベルにおけるコンピテンスと知的パフォーマンスの重要性から、これらが若者の夢を実現する。若者が成長する際の原動力となるのは、このコンピテンスであり、それは「一人ひとりの内面化された知の体系」と「知の体現としてのパフォーマンス (パトスの表現能力)」である。それは、自分と他者との相互作用を含む行為であり、自己を相対化して他者を理解する上で重要である。相互の違いを尊重しつつ、文化的な共通の価値を見出しながら、その仕事を達成することである。

### 3. 2 文化経済構想の提言

文化経済学は、荒井一博 (1995) 等の研究者が存在するがその領域がまだまだ狭く、狭間領域の学問である。文学と経済の係を謀りユニコードの標準化に対して西欧の標準化力に拮抗する人材の量と数を早急に育成する必然性がある。

日本が 21 世紀に日本と地球の将来のためにやるべきことは、日本が文化経済をビジョンとしてもち、その知識・知恵・知謀を世界に発信して、人類やあらゆる生物が生存するのに自然環境がこれ以上に劣悪にならないような社会システムの構想と実現の方略を国として示すべきである。経済力、知的能力に加え、日本と日本人が持っている DNA 的な本質的特質の「和」ということを根拠に日本のみができることである。保有している知的資産と国としての経済力を利用して実態から乖離したマネーだけに価値観をおく生活から文化に価値観をおく生活に変えるべきである。

具体的には日本の伝統と文化に整合性の良い新たな環境倫理感を社会システムに組み込み、さらに文化遺産を情報システム (デジタル) 化し、管理運用のノウハウを含めて世界に発信する。そして経済的に弱小国の文化と言語を守り、識字率の向上効果による人口抑制戦略により持続可能な地球経営が可能となる。文化経済構想の具体的な方略は前章で述べたが下記の 2 つである。

\* **地球環境経営モデル**；人類の存亡を賭けた地球環境経営を目的とした地球環境モデルの具現化である。

\* **文化言語温存モデル**；言語の消滅は、文化の消滅と民族の消滅を意味する。言語の温存化は、地球上の文化の種を消滅させない事を主たる目的としている。地球環境経営モデルと文化言語温存モデルは、表裏の関係にあり、両者のいずれが欠けても文化経済構想の実現は困難であり、ましてや円滑な地球経営もできない。上記の 2 種のモデルを統合化したシステムを戦略的地球環境経営システム論としての概念の構築と実現法を提言する。

### 3. 3 平成改革の本質論

大科学者のアインシュタインは、世界の盟主は日本であるとして「近代日本の発展ほど、世界を驚かしたものはない。一系の天皇を戴いていることが今日の日本をあらしめたのである。私はこのような尊い国が世界の一ヶ所位無くてはならないと考えていた。世界の文化はアジアに始まって、アジアに帰ってくる。それはアジアの高峯日本に立ち戻らねばならない。我々は神に感謝する。我々に日本という尊い国を作っておいてくれたことを・・・」の先見の銘がある言葉を残している。新渡戸稲造の「武士道」は、世界的な名著として指導者に読まれてきている。また、平成改革こそ絢爛豪華な室町時代の文化的なバサラの精神は日本人が本来的に保有しているものである。これら日本文化、日本文明と日本人の特質を認識し、武力による力の統一で強制されたものではなく、文化と道義による「日本のID」や文化経済構想での知識社会を構築することに貢献すべきである。21世紀の日本は、餓死者がない世界、自然を今以上に破壊しない世界の実現に貢献できる可能性を秘めている。

明治と昭和の改革では官僚という怪物だけ生き残った。平成改革では、官僚機構を本来の機能へ縮退させることが目玉である。組織活動の透明性とリーダーの権限行使と結果責任の調整作用、公務員の定年延長と適材適所に人事施策を制度として組み込むこと。住基ネットより高級官僚の実績・報酬の開示ネットの情報システムを先行すべきである。公務員は、日本国民のサーバントとして首にならない身分保障がされていることを再認識させねばならない。日本の改革は、金融・財務・教育など全ての面で行われなければならない。それは、工業化社会の負の遺産を削減し、人類の存続に対処すべきである。非核・核拡散防止や地球規模での刀狩りなどを実施する必要がある。近代の自由主義・資本主義が生んだ負の遺産、それは工業化の側面から出たものに加え、政治・戦争の側面からの麻薬を含む化学兵器や生物兵器、気の遠くなるような数の地雷除去なども含めての改革が問われるべきである。グローバルスタンダードは、USA的なダブルスタンダードとホンネータマエの内在化した自我からの日本スタンダードも文化の特徴として世界に発信していくべきである。日本は、文化経済構想を実現して非戦・非核を堅持しつつ、他国からの攻めに対しては敢然と防禦できるような法律に改正すべきである。

経済（市場）－福祉（コミュニティ）－環境（自然）の3階層を構造とする社会で時間的な変化は、その構造に対応して、短期－長期－超長期で流れる。「変化」と「スピード」に価値を置いた現代社会を価値そのものの問いかけであると解釈できる。今後は、「作為」により「慣性の法則」を断ち切らない限り、外圧により崩壊するまで「問題先送り」「小手先の対応に終始」という「慣性の法則」を維持し続けることになる。「環境に優しい」等と言葉の言い換えや美辞麗句や希望的観測でのごまかし傾向から脱皮して自我が言葉と論理で武装されるような訓練を自己探索と人生設計の過程で育む必要がある。国家レベルでは、地球経営モデルと言語温存モデルを指向した情報バンクの構築をしてCOEの機能を担うべきである。

## 第4章 情報バンク・モデルベースの基礎

### 4.1 モデルの意味

自然科学, 社会科学を問わず「モデル」という言葉はかなり一般的に使われており, それぞれの研究者の意味するところや, そこに期待する役割も当然異なったレベルを有している。第4-1図表に各種モデルの種類を示した。それは学問領域の違いとして当然のことであるが, 地球を対象とした地球環境学では, 環境変化の社会への影響, 環境変化への対策など種々の次元の問題を総合的に考えて, 幅広い研究領域の研究者を包含し, さらにその統合性を求めようとする分野である。古くは, 物理現象を対象とするときに, 特にある系への入力とその系からの出力を力学的な機構を通じて目にみえる形で理解しようとした「機械モデル」があり, また現在では対象とする系を単純化・小型化(スケールダウン)した模型をつかって, 相似別(アナロジー)により現象解明の手がかりを得ようとする「物理モデル」(模型)や, 現象を構成する単位過程を数式化して, それらの式を系全体で連立して解くことにより系の挙動を表現していこうとする「数理モデル」などが有効に用いられている。

地球環境においては, その対象とする現象が前述のように巨大システムであり, シミュレーションにより環境の挙動を検討していく場合は, 近年のコンピュータの発達により, 数理モデルがとりわけ重要である。(第4-2図表, 第4-3図表)

数理モデルを構成する部分要素となる単位過程のモデル化, さらには単位構成要素である, セルの検討過程においては, パラメータの決定, モデルの検証などに単純化されスケールダウンされた物理モデルが利用されることもある。モデルをつくっていく操作が「モデリング(モデル化)」であるが, 「モデリング」の過程, あるいはそこで採用された手法の底にある考え方について眺めることのほうが, モデルをつくる目的や, 何をモデル化するかなどその過程の思考プロセスがより明確になる。こうすることで, でき上がったモデルがその成立の目的, 通用の範囲を限定できる。

従来より工学的な方法論においては, モデリングが有力な方法として使われており, 環境を対象とする場合と同じく, 化学プロセスなどの中で物質の変化過程を記述する必要が生ずるときに多くの効果をあげている例がみられる。

### 4.2 社会システムのモデリング

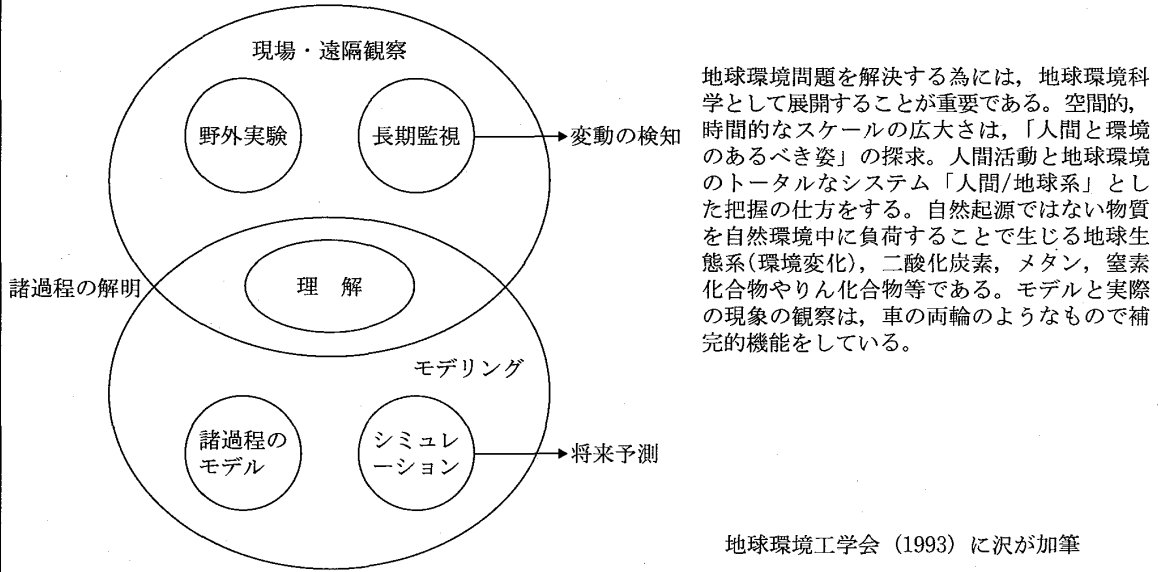
地球環境問題を分析する際に必要になる社会システムのモデリングの方法とその問題について記す。(第4-4図表①) 炭酸ガス, フロン, 窒素酸化物等の排出量を評価するにはエネルギー需要と供給などについての予測が必要である。またそのためには将来の経済規模や生活水準についての展望が必要になる。そのための方法としてのモデルは, 非常に大規模なものからシンプルなものまでさまざまなモデルがあるが, その基本的論理はおおよそ

図4-1 図表 モデルの種類

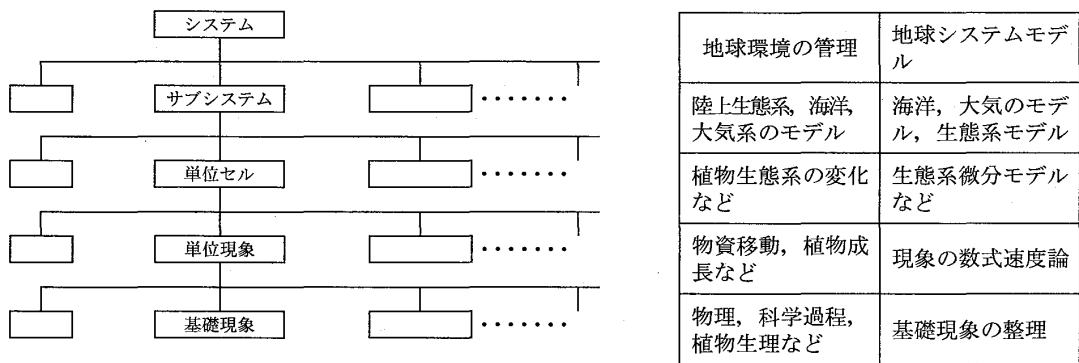
地球環境工学会 (1993) に沢が加筆

No.	モデルの種類	モデルの特徴と説明
1	経済型モデルと技術型モデル	経済型モデルは経済的メカニズムを適当な経済理論に基づいて定式化し、経済統計データに回帰分析などを適用して、モデリングとシミュレーションを行うものであり、通常は価格を通しての選択のメカニズムが組み込まれており、エネルギー需要構造、経済成長などを分析する。一方、技術型モデルは対象とするシステムを技術的プロセスとしてとらえ、主に技術的知識を用いてその構造やパラメータを推計しシミュレーションを行うものである。例えば、原油価格の上昇によってマクロ経済にどのような影響が生じエネルギー需要にどのような変化と代替が現れるかを分析するのが経済型モデルであり、線形計画法などを利用して石油精製プロセスを定式化し各種原油の選択を分析するモデルは技術型モデルである。一般に、技術型モデルは「プロセスモデル」と呼ばれる
2	予測型モデルと規範型モデル	過去のさまざまな実績データを統計的に処理しそのトレンドや法則を把握し将来の方向を予測するモデルが予測型モデルである。軌範型モデルは、コスト、利益、効用、リスク等の目的関数をもち、それを最適化するように望ましいシステムを構築するタイプのモデルである、後者は最適化型モデルとも呼ばれる
3	コンパクトなモデルと大型モデル	モデルの規模、すなわち変数の数あるいは制約条件の数によってモデルを分類することができる。極めて簡単なマクロ経済モデルならば数本の方程式によって記述されるものがあるし、一つの国の経済、エネルギー需給を数十本の式で表した小規模なエネルギー経済モデルは容易に作成できる。本格的なマクロ経済モデル、産業構造モデルでは100以上の式が必要である。大規模な石油精製モデル、エネルギー需給モデルは2000本あるいはそれ以上の制約条件から成り立っている。コンパクトなモデルとはいえモデル構築のためにはかなりの労力を必要とすることが多いが、大型モデルでは間違いなく長期の作業期間と多大の費用を必要とする。大型モデルは、その基本性能において優れているが、操作性やモデルの透明性に欠けることが多い。大型モデルは遠景的には規模の大きさ、科学的神秘性ゆえに過大評価されることがあるが、近傍で観測するとその不透明性、モデルの妥当性、必要費用と便益の関係などから低い評価となることもある。その意味ではコンパクトモデルが大型モデルの操作性の低さと不透明性に対する改良の結果という場合もある。しばしば定期的に予測を行う機関では大小二つのモデルをその用途によって使い分けている
4	直観型モデル、記述型モデルと客観型モデル、データ型モデル	客観的データに統計的手法を適用して作成するデータ型の客観的モデルと比較するとしばしば人間の直観は低く評価されることが多いが、モデルの分析結果に対する最終的判断も人間の直感=専門家の総合判断である。その意味では個人あるいは集団の総合知識や判断を体系的に整理したものをモデルと呼んでもよい。直観的モデルには、個人による個人主観型モデルと複数の人間による主観型モデルがある。評論家や経営者の利用するものは個人主観型モデルであるが、そのよい点は客観的データでは説明できない総合的分析が可能であり大胆な予測が可能である点である。集団や組織を利用して総合的知識や判断を集約する主観的モデルのほうが通常は安心できるが、この場合は組織のもつ条件や環境に制約され保守的となることもある。データ型モデルに対して過剰な信頼を置くことがあるが、一組のデータから異なる分析結果をもたらす複数のモデルが容易に開発可能であることを考慮すれば、一部の局面しか説明できないデータ型モデルの利用には慎重である必要がある。直観型モデルとデータ型モデルを組み合わせた分析力が必要である
5	理論型モデルと経験型モデル	理論型モデルとは、理論に基づいて定式化と計測を行って作成するモデル、経験型モデルは、データ間の統計的、経験的性質に基づくモデルであるが、実際のモデルは両者の複合体である。それはすべての現象は既存の理論でカバーできるとは限らないからである。注意すべき点は、単一の対象に対して複数の理論があり、単一のデータセットに対して複数の経験型モデルがあることである。さまざまな価値観や視点からさまざまな理論を生み出す。また実績データのトレンドや構造も単純でなく、1本の実績データを将来に向かって単純に外挿できるとは限らない、実績データの集まりは多次元空間におけるねじったタオルのような構造をしており、統計的推計はその一つの表面をなぞるにすぎない。モデルを作成するには基本的な理論が必要である、理論なき計測は低く評価されることが多いが、それは、一つには理論が明確な分析の視点を提供するからである
6	積上げ型モデルと巨視的モデル	積上げモデルは対象システムを地域、部門などによって詳細に分類し、この計算結果を積み上げるタイプのモデルである、個々の計算は比較的単純な計算式を用いることが多い。言い換えれば積上げモデルは微視的モデルを並列したものといえる。電力全社が必要の予測を行う場合にはその管内に属する主な企業の需要を積み上げることがある。電力会社はその供給区域内の需要家に関する情報をもっているために、このようなモデルが可能になる。この種のモデルが広く企業で用いられているのは、予測の非専門家であっても容易に作業が行える、実務的現実的知識を予測に反映できる、過去のトレンドを超えた構造的変化を取り込みやすいなどのメリットがあるからである。巨視的モデルは、集計化されたデータを用いてデータの統計的処理を通して作成するモデルである。巨視的モデルでは必然的にモデル構築のための理論的枠組みが必要となる。この種のモデルは過去のトレンドを構造化するので過去の統計データに反映されていない構造的変化を取り込みにくい、モデルとしては相対的に優れているといつてもよい。理論的背景をもつ巨視的モデルは問題のもつ構造に正面からアプローチする一つの手段である。ただし、実務家にとっては積上げ計算のほうが透明性が高い
7	業務用モデルと研究用モデル	企業、官庁などにおいて日常的に使用されるのが業務用モデルであり、研究用は研究者が理論の検証などの為に用いるモデルである。石油会社の用いる石油精製モデル、経済企画庁、シンクタンクなどが用いるマクロ経済モデルは前者である。炭酸ガス濃度の増加による気温上昇予測に用いるモデルは現時点では後者に属する
8	GMA 概念モデル	モデルの関連情報は、計画、実行、収集、分析、評価、編集、流通および新たな知見の獲得など知識社会の環境経営の最適化に活用できる。モデルの種類は1~7の種に組織活動の1サイクルが1モデルとなる。組織の知的資や知的資産を構成して、思考、合意形式や意思決定支援機能をもつ。
9	地球環境経営モデル	人類の存亡を賭けた地球環境経営を目的とした地球環境モデルの具現化である。アメリカなどの環境に対してのわがままな国を説得し、啓蒙し、如何に彼らの生活形態が人類の生存にとって破滅的な行為であるかを知らしめることである。同時に開発途上国が急激な工業化社会へ邁進しないように制御機能を創設することであろう。さらに地球温暖化などの予測モデルの精度を上げることで「武器輸出に躍起となっている先進ならず者国家」に対する啓蒙効果が期待できる。そのような情報の発信は、個人や組織の行動の先行を抑制し、富（エネルギー、水、食料等）の配分を円滑化する。地球経営モデルは、科学的な手法の確立の先行・並行的に環境倫理や環境社会などの統合化を必要とする。EIS と EMS を統合化し、組織活動の PDCA サイクルで関連情報を収集してモデルとして蓄積する
10	言語温存モデル	工業化社会から知識社会に遷移を先行したアメリカが国益優先の国是で浸透させようとしている。グローバルスタンダードである。さらにその背景に潜む策謀として言語帝国主義といえる英語による地球規模での標準化である。現在、地球上の5000以上ある言語は、このまま英語の標準化が進み2000もの言語が消滅すると言われている。言語の消滅は、文化の消滅と民族の消滅を意味する。ここで現存する言語の温存を謀らねばならない。特に全ての言語のコード化と現存する文化的遺産、中でも文字等で表現されている遺産を全てデジタル化して情報バンクを構築しようとする方略である。言語の温存化は、地球上の文化の種を消滅させない事を主たる目的としている。しかも、言語の温存とデジタル化は、識字率を向上させ人口抑制の啓蒙に役立つ。人類の生存をかけて生物の種の温存に加え、人類という「種」のあらゆる文化（特に言語を主にして）を消滅させること無くIT技術の特性を利用した保存である。言語温存モデルは、生物の種の滅亡を抑止することと等価な課題と言う認識に立ちIT技術の応用の核とすべきであろう

第4-2図① モデル化と観察の相関関係

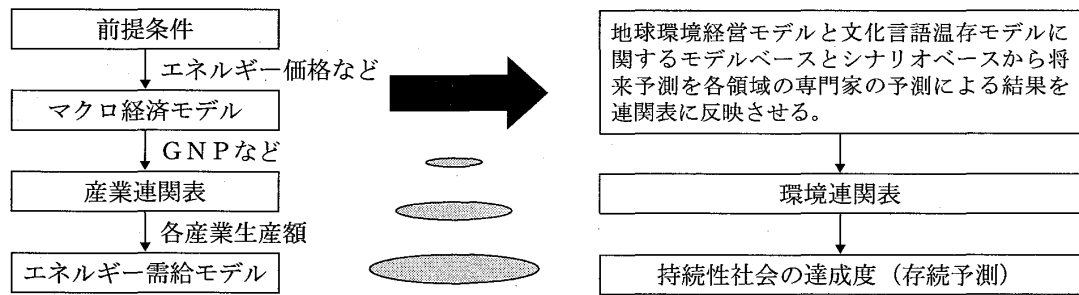


② 地球環境システムの階層構造



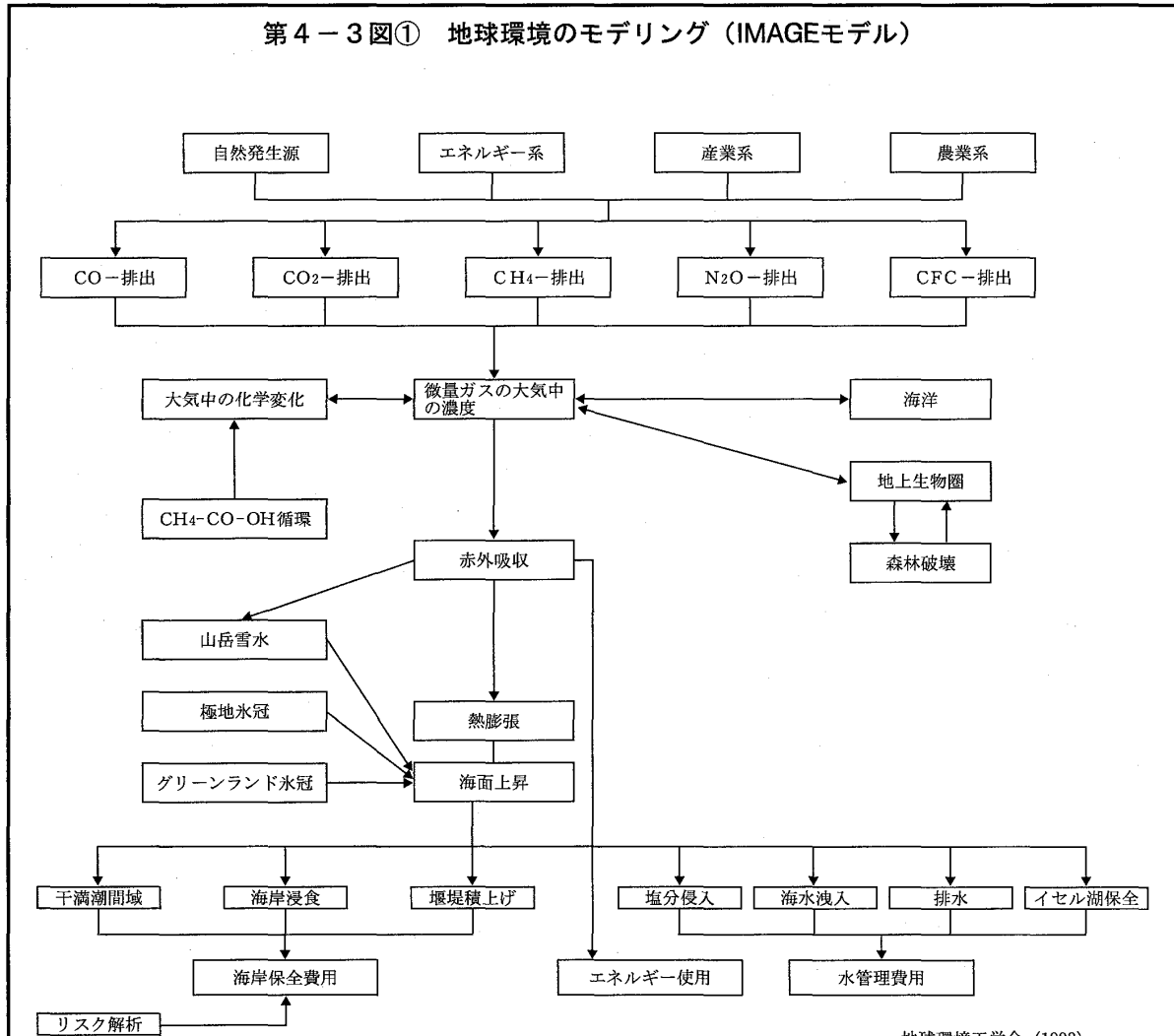
地球環境工学会 (1993) に沢が加筆

③ GMA概念モデルによる人類存続の予測：環境連関表の提案



決定論的モデルをベースにして確率論的モデルとの相関を「環境連関表」として蓄積していく。数十年単位での予測と補正とモデル操作の習熟によりモデルとシナリオを精練していく。

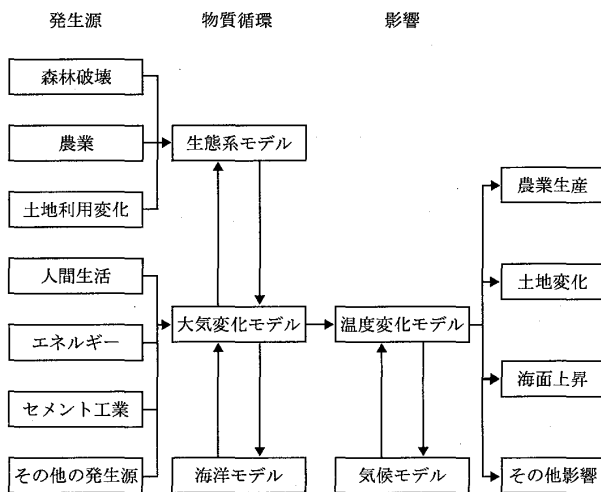
第4-3図① 地球環境のモデリング (IMAGEモデル)



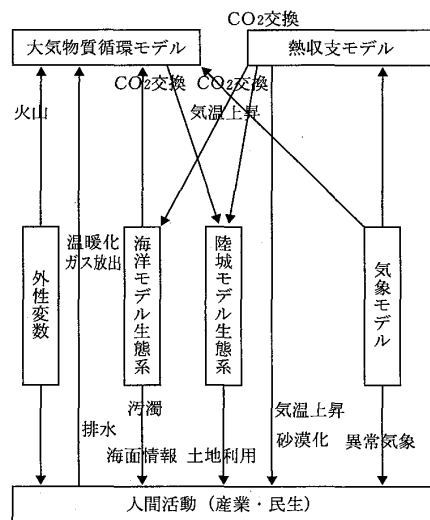
地球環境工学会 (1993)

例) オランダの厚生環境研究所のモデルで、発生源の評価から温暖化による海面上昇の影響まで含めたモデル

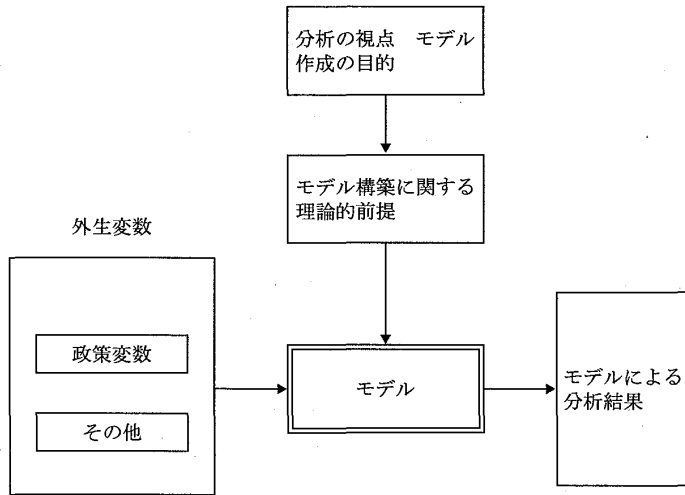
② 大気安定化フレームワークモデルの構造



③ 総合モデルを構成するサブモデル



第4-4図表① モデルによる予測と隣接モデルの関連

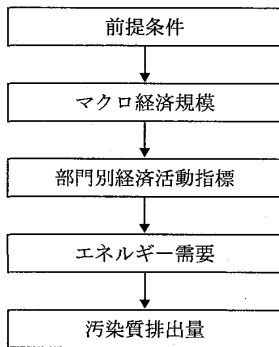


1. 情報の伝達を通して隔離したサブシステム間、あるいはシステムの要素相互間が複雑な相互作用をしている。常に情報不足、不確実性が存在する。
2. 100年先の予測などは、人間や社会の動きに依存している為に、予測は根本的な難しさを含んでいる。
3. 予測に対して、モデルの使用目的を明確にしておく必要がある。将来の可能性について情報が得られないかというのがモデルの利用目的である。それは、定量的情報に限られるのでモデルの機能には限界がある。
4. 予測は、「条件付予測である」。モデルの外生変数を全て内生化することは不可能である。1つの閉じた形でのモデルは作れない。
5. 外生変数には、経済政策、原子力導入コスト、技術進歩などの政策変数と、資源の究極埋蔵量、新技術の建設コストや技術進歩等の非政策変数がある。後者は、我々の意思や政策のコントロールを超えた性質を持つ。

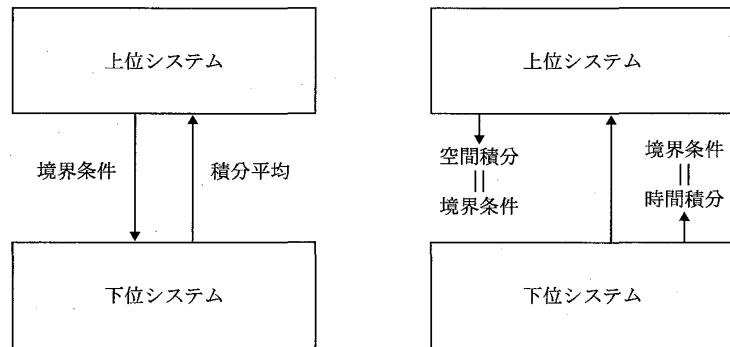
地球環境工学会 (1993) に沢が加筆

第4-4図表② 隣接するシステム間の関係

1. モデルによる計算の流れ



2. 隣接するシステム間の関係



人口、技術進歩、エネルギー政策等の前提条件により、GNP等のマクロ経済指標が決定され、それを受けて部門別産業活動、生活水準などが求められる。経済的要素が定まるとエネルギー需要構造が決定されて、それを供給する為のエネルギー供給構造が定まる。エネルギー需要構造は、エネルギー価格やエネルギー制約に依存して決定される。生産要素としてのエネルギーの動向は、経済にフィードバックする。炭酸ガス排出量などはエネルギー消費量に適当な原単位を乗ずれば求められる。

下位の構成要素のモデルの「合成」されたものとして上位のシステムのモデルが得られる。その段階で、可能な限りの「単純化」を行うことが重要である。この段階で、どの要素が効いていて、重要でないかの評価に基づく捨象を行うことも重要である。さらに、支配的な要素であると考えられる部分については、その部分要素に関する精度を高める研究が重要である。これが全体の信頼性を高める効果がある。

地球環境工学会 (1993) に沢が加筆



第4-1図表に示した。人口、技術進歩、エネルギー政策等の前提条件によって、GNPなどのマクロ経済指標が決定され、それを受けて部門別産業活動、生活水準などが求められる。経済的要素が定まるとエネルギー需要構造が決定され、それを供給するためのエネルギー供給構造が定まる。エネルギー構造はエネルギー価格やエネルギー制約に依存してのエネルギーの動向は経済にフィードバックする。炭酸ガス排出量などはエネルギー消費量に適当な原単位を乗ずれば求めることができる。

このような経済、エネルギーシステムあるいは社会システムのモデリングは、複雑に関係する広範囲な要素を取り扱うために大きな問題点や曖昧さをもっている。一般に曖昧さは前提条件に近いほど多い。社会システムのモデルにもさまざまなタイプがあるが、地球環境問題はエネルギー需給問題に直接的に関連しており、前者の分析に必要なモデリング技術はほとんど後者に含まれていると考えられる。石油危機後、さまざまなエネルギー経済に関する研究が行われ、その蓄積された知識が地球環境問題の分析に利用されている。

#### 4.3 モデリングとシミュレーションによる予測 第4-4図表

社会システムの予測が非常にむずかしいのは、社会システムが物理的システムと異なり情報の伝達を通して互いに隔離したサブシステム間、あるいはシステムの要素間が複雑な相互作用をし、かつその構成要素に人間が含まれていることによる。社会を巨視的・微視的にみようが、あるいは長期的・短期的にみようが常に情報不足と不確実性がつきまといっている。その予測は単にむずかしいだけでなく、予測の意味自体を明確にしておくことが必要である。よくいわれるように、50年先、100年先を予測することがむずかしいのは、50年前、100年前に現代を予測することが容易でなかったことから察しがつく。しかし、来月あるいは来年の経済や社会を正確に予測するのはある意味ではさらにむずかしい。地球環境問題なども人間や社会の動きに依存しており、その予測は根本的なむずかしさを含んでいる。

モデルを構築しそのシミュレーションを行うとき、どのような意味で「予測」行為を行っているのか。もちろん、未来が正確に予測されることが望ましい。専門家たちは「予測を当てる」ことを要求されていることが多い。モデル論的立場からこのような意味で「予測」を目指すことがどのような意味をもっているかが重要である。我々は未来に関しては情報不足であり、未来は現在の政策や意思決定に依存するが、我々は、社会、経済、技術に関するさまざまな情報をもっている。それを総合化することで将来の可能性についての情報を得たいというのがモデルの利用目的である。しかし、モデル利用可能な情報は主に定量的情報に限られている。この意味でモデルの機能に限界がある。よくモデルによる予測は単純な予測でなく「条件つき予測」であるといわれる。モデルの外生変数をなくしそれを全て内生化することはできない。社会のほとんどの現象は直接間接に関連しており、一つのモデルを閉じた形で作成しようとするれば、結局社会のすべてを予測しなければならなくなる。

通常、これを避けるため外生変数を導入しモデルの発散を防ぐ。この外生変数、つまり前

提条件は、我々の意思や政策に依存する政策変数と、我々の意志や政策のコントロールを越えた政策変数がある。後者は、技術的な要素に関するもので、情報不足が原因で現象自体が生起していないため未確定となっている変数が含まれている。二つのタイプの変数をいつも明確に分けることはできない。前者の例として経済政策、原子力導入規模、環境基準、課徴金などを、後者の例では、資源の究極埋蔵量、新技術の建設コスト、技術進歩などをあげることができる。モデルを構成する内生変数と外生変数との区別は、モデル境界の定義に関係するものである。本質的な差はないが内生変数に関してはより安定的な統計情報が必要とされる。

モデルを構成する変数間の関係はモデルの構造と呼ばれる。そのモデルの構造にもさまざまな問題がある。例えば、多くの場合、同一の統計や技術情報を基礎に複数の異なったタイプのモデルを構築することが可能である。1モデルは、しばしば対象とする現象の1側面しか記述できないことが多い。この意味ではモデルによる予測は「条件つき予測」であるといってもこの条件の中にはモデル自体の構造も含まれていると解釈しなければならない。それゆえ、モデルによる結果を第三者に示す際には、モデルの変数ばかりかモデルに含まれている論理に関する仮定も前提条件として示す必要がある。ときにはモデル全体が仮定ともいえることもある。

モデルは過去の統計、技術情報などを利用して変数間の構造を推定しその論理的因果関係を通して、統合的な未来像を作成することがその大きな機能である。注意点は、統合的な未来像はただ一つでなく、むしろ複数あり、かつ相当な曖昧さを含んでいるということである。結局のところは、モデルによる分析あるいは予測も同時代の人々を説得し政策決定のための情動的基礎を与えることに目的がある。単なる予想と異なるのは事実に基づいた統合的な未来像を描ける可能性があることによる。それゆえ、モデルに求められているものとしては、第一に、モデルの論理的説得性が必要である。そのためには背景となるべき正当な理論の存在と正確な統計的計測が必要である。第二はモデルの論理が適切な透明性をもっていなければならない。これは他の人々が自己の論理に従いモデルの結果の正当性を確認するために必要といえよう。もちろん、モデルには社会的関心と呼ぶ内容が含まれていなくてはならない。

#### 4.4 モデルの構造

セル、サブシステム、システムに関連などについて考察する。

**基本の単位セル**；単位過程の複数の組合せとして単位のセルのモデルが構成される。セルの特性を記述する数学的モデルは複数の移動過程、反応過程などを含み、それらの平衡関係を与えるパラメータ、速度パラメータはそれぞれ数学モデルを媒介として算定することができる。セルのモデルに空間的に広がりを与えたものが海洋一大気陸上生態系その他のサブシステムのモデルとなり、さらにたとえば、汚濁発生源となる人間活動圏を含めて、上位のシステムが構成されることになる。

**構造と合成**；第4-2図表②に示されるように全体のシステムは、それを構成するサブシステムからなり、さらに必要ならそれをサブシステムに分解し、最後にその構成最小単位の要素的部分（セル）に分解される。このような階層的な構造をとることにより問題の把握を容易にし、計算量を大幅に縮小できる。それぞれのレベルにおいてそのモデルの妥当性の検証をするためには、実験、観測との対比が必要であり、多分に経験的・帰納的に得られている法則類との対応も段階に応じて有力な助けとなる。このそれぞれのレベル間における構成要素と上位のシステムとの関係は第4-4図表②に示した。下位の構成要素モデルの「合成されたものとして上位のシステムのモデルが得られることになるが、その段階で可能な限りの「単純化」を行うことが必要である。さらに、この段階では、各部分構成要素の上位システムに対する影響はそれぞれ異なっており、合成の過程で、どの要素が効いて、どの要素はあまり重要でないかの評価に基づく選択を行うことが大切である。

**上位と下位のモデル**（第4-4図表②）支配的な要素であると考えられる部分については、その部分要素に関する精度を高める研究の方向が必要とされ、またそれが全体の信頼性を高める効果も大きいことが理解できる。また、それぞれの構成要素のモデルはそれ自身かなりの近似を含んでおり、ある程度の曖昧さを内包している。この曖昧さが、上位のモデルにどのように影響するかもこの段階で判定することが重要で、それにより上位モデルの曖昧さを評価することができると同時に、下位のモデルの曖昧さをどこまで減少する努力をすべきかが判別されねばならない。いうまでもないが、下位モデルの正確さの価値は上位モデルの信頼性を高めるのにどのように影響するかによって評価されるべきものである。したがって、特定の部分要素のみの精度をいかに高めても、他の部分要素の曖昧さとの影響との見合いで、その効果は限定されることになることを心すべきである。さらに、システムのレベルによって、対象となる問題の時定数（時間スケール）、空間の広がり（空間スケール）が異なっていることも環境現象の特徴的なことであり、このため、下位のモデルを合成して上位につながるためにはこの点を十分に考慮する必要がある。以上のモデルは基本的に現象を方程式群（代数方程式、微分方程式・差分方程式など）の形で表現することになる。いずれも条件を与えれば、解は一義的に決定されることを前提としている。（もちろん非線形要素を含む場合などはまた別の問題が生じ得る）

この種のモデルを決定論的モデルと呼ぶ。これに対し、現象の単位過程に対して、遷移確率などによる進路決定を導入する方法を採用し、その単位過程の積み重ねとして現象の挙動を記述するモデルが確率論的モデルである。

**ブラックボックス**；一方、物理的な内部構造を離れて、着目する単位のシステムをブラックボックスとしたまま、その入出力の関係をたとえば統計的な相関関係などをもとに、簡単な数式で記述しようとする方向もある。これは、これまでの議論からはモデルとは呼び難いものであるが、しばしば複雑な内部構造が解明されぬ段階では便宜的に用いられることがある。湖沼の富栄養化現象などに関するモデルなどがその例である。また社会科学的なシステ

ムモデルではこのような形しか取り得ないことも多い。

#### 4.5 現象の時空的スケールと有効性

**スケールの考え方**；自然環境中で物質の変化過程をモデル化しようとするときに、その目的、問題意識また対象物質によってその相手とすべき環境システムの有する空間的なスケールおよび時間的スケールが異なってくることはいうまでもない。たとえば、環境中のいくつかの現象について空間的・時間的スケールをもとに比較した例を第4-2図②に示した。問題とするシステムがたとえば地球環境であるとする、その空間的広がりには地球の大きさから、サブモデルとなる単位でも数万平方km、時間的スケールは大気循環で数日、海洋大循環で数世紀、生態系の変化は数十年とバラエティに富んでいる。従って、これらの管理計画はそれぞれの規模で考えられるべきことになる。全体としては、時間、空間とも最大のスケールにおいて考えることになる。一方、ここに関与する最小単位速度過程の時定数はたかだか数分から数時間であろう。この局所的な現象のモデルはしたがって時間〔分〕のオーダーで現象を記述する必要があるが、これを全システムの長期予測にそのまま適用することは、いかに計算機容量が豊富であっても種々の近似を包含していることを考えると問題とせざるを得ない。

**階層モデルの整理**；有効な方法としては、第4-2図表②に示すような階層構造システムモデルを構築し、階層間のインタフェースとして、まず下位のモデルにおける固有の時定数によりいくつかの条件に対するシミュレーションを繰り返し、その結果をもとに上位のモデル化で必要とされる時定数に対応して現象論・帰納的な簡易モデルを再構成し、それをを用いて上位システムのモデル化を行うことである。植物生態系のモデル（地球システムのサブシステムとなる）を例にとると、陸上生態系の変化の時定数は数年であり、そこに内包される単位セルとして植生ごとの成長の速度モデル、土壌中の水分変化のモデルなどが気象の変化を条件として設定される

**モデルと外生変数**；構成する植物の生理学、炭酸ガスの移軌その他基礎的移動現象が下部システムとして構成要素となっている。この仕組みにおいては、下位のシステムによるモデル計算が集約されて上部のシステムの構成要素となっていく形で、それぞれのレベルのモデル巨大化を防いでいる。下位モデルにおける結果の積分値が上位に受け渡され、一方、上位の計算結果は下位のシステムにおけるパラメータとして用いられる。総合モデルを構成するサブモデルと、外生変数の間の関係を第4-4図①に示す。当論文では、GMAISによるシミュレーション結果とモデル化の操作も重要視しており、常に実環境との対比による相違を吟味して、そこから新たな知見を得「環境連関表」に反映させる方式を提案した。第4-2図③

**モデルの有効性と限界**；モデルにはさまざまなタイプがあり、モデルの有効性に関してさまざまな批判もある。モデルによる計算結果はその前提条件により左右されるが、ある意味ではモデル自体が仮定あるいは前提条件であるといえる。モデルは次のような問題をもって

おり、その限界を越えて使用する場合は、注意深く扱わねばならない。

省略は、モデルの構築に利用される変数は少なくとも利用可能なデータの範囲に限られており、モデルにおいて省略された変数はモデルの分析結果に重大な影響を与えないと仮定されている。

集計は、モデル構築の効率や利用の操作性を高めるためにいくつかの変数を集計し一つの変数としてひとまとめにしている。そのことによりデータのもつ構造の一部が失われる。データの範囲と予測の範囲は、通常、利用されるデータは過去の一定の期間からとられる。たとえば、20年のデータからつくられたモデルは将来の何年先まで利用可能であろうか。これに対して一定の結論はないが、慎重な扱いが必要である。

可逆性は、エネルギーの場合でいえば、エネルギー価格が低下する局面で収集されたデータを用いて作成されたモデルがエネルギー価格上昇の局面で利用可能であるかという問題である（地球環境工学，1993）。エネルギー問題以外についても同様な問題が多くある。

タイムラグは、価格などが変化してから需要などが変化するまでには設備投資や人々の意識の変化など、ある一定の時間を要するものや、最新の問題を扱う際に十分な期間のデータを利用できないことが多い。

シンプルさと詳細さに関するジレンマは、現象を適切に表現するためにモデルは十分詳細で複雑であることが望まれるが、一方データ収集、モデルの構築、利用の効率性からいえばなるべくシンプルなモデルであることが望まれる。

抽象性は、モデルは現実を抽象化しているばかりでなく、定量的データが利用可能な側面しかみていない。定量化が可能な部分はごく一部であり現実の現象の複雑さからみればモデルは単純な存在である。そのようなモデルを利用する限界を明確にすることが必要である。

不透明性は、モデルの構造や計算の論理は第三者にとっては必ずしも明確でなく、結果のチェックがむずかしいことが多い。結果を公表する場合にはモデルの不透明性を改善することが望ましい。ただし、すべてを説明することはむずかしい。

操作性は、特に大規模なモデルは操作性が低い。操作性の低いモデルは、その改善に時間とコストがかかり利用上問題がある。モデルが適切に利用されるためにはモデルの機能がその利用目的に合致すると同時に操作性が高いものでなければならない。

## 第5章 戦略的地球環境経営システム

### 5.1 環境経営システムの経済性

環境経営；世界システムの、国・地域・組織や個人のあらゆる諸相で最も重要なマネジメント機能と考えられる。21世紀型の社会より国レベルの統治が課題となろう。グローバリゼーションは一見する限り国家間の垣根を低くしたかにみえるが、環境問題に関しては国家間のあらゆる状況が複雑な様相を呈しているため、単純な標準化ですむと言うわけにはいかな

い。組織経営を考えた場合、環境配慮型経営ないし環境調和型経営が必要である。環境配慮型経営とは、組織活動の目的と環境への配慮の両者をバランスよく行うことである。さらに、環境調和型経営は、環境配慮型経営をより発展させたもので、環境との共生を図りながら活動を行うことである。環境への配慮は組織存続の最低条件である。環境経営で重要な活動には、環境会計により、環境を公共財として捉え、消費する資源についての利害関係者に対する組織の説明義務があげられる。これを環境アカウンタビリティ（説明責任）という。まだ、自主的なものであるが早期に法制度として組み込む必要がある。

**政策との関連**；地球環境と大気汚染を考える全国市民会議（CASA）は、意見を中央環境審議会企画政策部会事務局宛に、1996年9月10日に提出している。その内容は下記のとおりである。

環境アセスメントの法制化、早期段階での環境配慮と環境影響評価の実施時期、対象事業、対象となる政策の選別（スクリーニング）、評価対象はどうあるべきか事前手続（スコーピングとティアリング）、評価の実施法、住民の関与、評価の審査（影響評価審査機関）、許認可等へ反映法、評価後の手続、国と地方の関係および環境影響評価を支える基盤整備などについて考慮しなければならない。

**環境会計**；経営管理目的の内部環境会計と外部報告目的の外部環境会計がある。前者は、環境配慮型経営を促進するための会計であり、後者は環境配慮型経営を推進する組織が、どのように環境保全に取り組んでいるか、その取り組みの結果をまとめた報告を外部利害関係者に提供するものである。外部環境会計の体系は、エコラベル（環境ラベル）、PRTR（環境汚染物質排出・移動登録）、及び環境報告書がある。最近、環境会計で把握した環境情報を環境報告書の形で外部の利害関係者に公表する組織が多くなった。大手電気メーカーや化学メーカー等で環境報告書を作成・公表する例が多い。2001年度は、500社以上になる。環境報告書の構成は、トップの宣言、環境方針や環境目的・目標、環境マネジメントシステムへの取り組み、環境パフォーマンス情報、環境会計情報、その他情報などからなる。環境報告書の質を高めるため、外部環境監査人に監査報告書の記載事項に関して環境監査の実施を要請して、その監査結果を第三者意見として環境報告書のなかに記載する企業が多くなってきた。

**環境会計を導入**；環境経営を推進する場合には、二つの戦略をとり得る。一つは、環境会計と内部管理目的を中心としていく戦略、もう一つは、環境会計を外部報告目的に利用していく戦略である。前者の場合は、EMS（環境マネジメントシステム）の大・小とLCA（ライフサイクル・アセスメント）大・小の組合せでEMS小とLCA小の状態が現状であると仮定して、LCA大を指向する場合、EMS大を指向する場合及びEMS大とLCA大の両方を指向する戦略が考えられる。どの戦略をとるかは、経営者の意思決定と、全従業員に対する啓蒙や意識改革を促しつつ実行する。後者の外部報告の環境経営戦略は、環境監査の大小、と環境会計のディスクロージャー大・小の組合せである。

標準化；各業種のリーディング・カンパニーが社会貢献と企業イメージの効用の為に ISO14000 の認証を受けて独自色をだしながら社会に環境経営の実績を公開している。GMAIS モデルの趣旨から考えると、GMAIS の統合化辞書の 1 種である環境辞書を多言語で世界の共有資源とすることが前提になる。文化言語温存モデルが対象とする言語種で統一の記述項目としてオントロジカルな統合化環境辞書を開発する必要がある。それにしたがって、地球上で存在し、活動する全組織が環境報告書を作成して開示すべきである。地球経営モデルは、サイバー・コミュニティを構成して、ハイパー・エージェント機能で情報を収集し、地球経営モデルとして時系列的なモデルを刻々、蓄積していく。蓄積されたモデルは、GMAIS によるシミュレーションにより環境悪化と改善の傾向を公示すると共に、地球温暖化と組織活動との相関を精緻化して、環境負荷の軽減を地球規模で政策を勧告する機能をもつ。

## 5. 2 地球環境経営モデル

地球環境経営学は、いわゆる「地球環境問題」が発生したことにより、その解決のためにいわば「環境問題科学」として展開すべきものである。しかも同時に地球環境問題の地域的、時間的スケールの大きさは、既成の学問分野の中にその問題解決を探す段階を超えて、広く「人間と環境のあるべき共生関係」探索していく必要となる。すなわち、現在の人間活動に起因する地球環境の変化を定量的に把握し、将来の変化を的確に予測し、その問題点の解決と同時に環境の変化を制御する手法を求めていくための広域的な学問としての体系化が今後必要とされる。ここでは、人間活動と地球環境のトータルなシステム人間（地球系）としての把握の仕方が要求される。人間活動の地球環境に対する影響として主なものは、自然起源では、物質を自然環境中の物質循環に付加することによって生ずる地球生態系（環境）の変化であり、この変化を通じて、あるいはその物質がより直接的に与える人体への影響や人間生活に対する影響である。この人為起源物質としては、より広い意味では自然起源と同質の物質であっても、量的に自然サイクルに大きな変化を与えるような場合には、これも含めて考えなければならない。すなわち、二酸化炭素、メタン、窒素化合物や水域におけるリン化合物などがこの範疇に入ってくる。

一般に環境中の諸現象は開放系で生じており、人為的に設定不可能な多くの条件の関数となっており、物理過程・化学変化生物反応が関与する複雑な「システム」となっている。ここに含まれる基礎的な法則もそのすべてが十分に記述されているわけではなく、対象とする自然の場の構造も入り組んでいる。したがって、たとえば制御を目的として、人為的にある変化（入力）を環境に与えたときに、それに伴い諸々の変数がどのように変化するか（応答）などを考えようにも、その応答を直感的に理解するのは困難である。しかし、困難であるからといって環境システムをブラックボックスのままでは、環境問題は解決しない。曖昧を含むことを前提として決定論的なモデルを確率論的なモデルと統合した予測手法の開発が当研

究の重要な課題である。

**地球温暖化問題**；環境問題に関して京都議定書に対する諸国の対応に温度差がある。特に、アメリカは、2008年から2012年までの第1の約束期間における削減義務を数値で明示した京都議定書の批准をしないで世界1のCO<sub>2</sub>を排出し続けている。これ等は、自国の国益しか考えないアメリカの横暴であろう。地球規模で環境問題を考えるとき、地球温暖化問題、廃棄物・リサイクル問題、化学物質問題の3つが環境法の領域を最も動かしている。特に地球温暖化問題の取り組みが最も遅れている。しかし、人類の存亡を賭けた一番重要な問題である。地球温暖化問題が提示するリスクの性質、リスクにかかわる法益、関係する主体という意味で、従来の環境問題とは相違がある。

1) 提起するリスクが科学的に確実な予測が不能であり、影響が表れるまでに時間がかかる事が理由。

2) 対策を遅らせれば遅らせるほど、遅らせた分だけコストをより多く負わされる。将来世代に対する多くの影響や負担を与えること。

3) 関係する主体が、地球温暖化の原因である温室効果ガスとして酸化炭素が多くを占める。その排出対象は、産業、運輸、民生、すべての部門に適用されねばならない。

さらに、地球温暖化問題を解決する為のモデルから他の領域のモデルと統合させ、最終的には、政治、経済や文化など、地球上に生息する「種」の温存が可能と成る方略を探索しなければならない。地球環境経営モデルの重要性にすべてが依存しているといっても過言ではない。

**不確実性の下での意志決定**；温暖化問題のもう1つの特徴として不確実性が挙げられる。これが温暖化問題への対処を一層困難なものにしている。温暖化に関する不確実性にはいくつか種類がある。まず第1は、温暖化そのものである。IPCCの報告でも1995年（第2次報告書）と2001年（第3次報告書）の報告では「色々な証拠から温暖化は人為的なものであると識別できる」という結論から「過去50年に観察された温暖化の大部分は人間活動に起因するものとの新たに、より強固な証拠がある。」と変化している。これは、新たな知見による過去の不確かさが是正された事例と考えられる。

不確実の第2は、温暖化の速度と程度である。第3次報告書では、100年間で特段の対策を摂らなければ1.4度から5.8度の気温の上昇があるとしている。この差は、地球環境にとっては大変な差である。

次に温暖化がおこったときの自然や社会システムへの影響も不確実性がある。不確実性のもとでの意思決定の例として、地球環境影響評価のフレームワークとGMAISを使用する方法を示した。GMAISでは、このフレームワーク全体をモデルとして扱う。決定論的モデルや確率論的モデルからの結果、予測をした専門家の主観的なコメントや関連する項目の値などを含めてモデルを構成する。GMAISの考え方は、新たな知見が得られたときに、予測を再レビューすることが可能である。再レビューに際して新たに得られた知見を使用したシ



ミュレーションを行えば過去に遡及して予測の不確実性が緩和される。

### 5.3 地球環境経営モデルの実現法

**地球変動予測の実現を目指した研究開発の取り組み**；科学技術庁（現・文部科学省）では、地球変動の解明と予測を目指して、地球シミュレータ等によるシミュレーション研究のほか、地球観測及び地球変動プロセス研究を一体とした研究開発が推進されている。その目標は、下記のとおりである。目標；気候変動予測，水循環予測，地球温暖化予測は，冷夏・暖冬などを予測，「1 kmメッシュ気象学」の確立：（現在 5 ～ 10 km），10 ～ 100 年単位での気候変動を予測する。集中豪雨・豪雪予想，海面水位の上昇を予測，多雨・渇水等の予測，大気組成変動予測，生態系変動予測，地球内部変動メカニズムの解明，地球環境問題の原因となる大気中微量物質の解明とその変動を予測，気候変動，酸性雨等による植生等の生態系の変化を予測，地球内部変動を超長期でシミュレーションを行い相互の関連を究明して，さらに人間の活動，政治や経済活動の関連を予測できるシステム創りが人類の存続に貢献できる唯一の方略である。超長期の観測と精緻で連続的なシミュレーションによる予測の精度を向上させる理論と実績の蓄積がその背景となる科学技術である。

**地球シミュレータ**；地球シミュレータとは、「地球変動」を「予測」するための「仮想地球」である。計算機シミュレーションの格子イメージは，下記のような特徴をもっている。大気・海洋シミュレーションでは，大気と海洋を格子に区切って，各格子について温度，流れの向き・速さなどの物理量を計算する。格子は細かいほど精度の高いシミュレーションが可能であるが，それだけ計算に時間がかかる。全地球を 10 km 四方に分割した仮想地球が現実モデルである。より高精度の予測のためには，より大容量で高速なスーパーコンピュータが必要となる。現在の約 1000 倍の精度で超高速シミュレーションを達成することが最近の目標となっている。地球科学技術の飛躍的發展は，全球海洋モデルを 159 年積分した時の年平均流線関数を解析している。開発の意義は，シミュレーション精度の向上による局地的現象の忠実な再現，長期間・地球規模にわたる気候変動の解明・予測及び従来考慮できなかった効果の導入（植生，雲，地形等）の理由が考えられる。

**グリッド・コンピューティング**；グリッド・コンピューティングは，インターネット上の複数のコンピュータを接続し，プロセッシング・パワーやデータ・ストレージなどのコンピューティング資源を共有し，協調処理するための分散コンピューティング技術である。大量の処理能力が必要などときには複数のコンピュータが持つプロセッシング・パワーを統合するなど，柔軟で効率的な管理・運営を目的としている。

グリッドを利用する企業や団体のダイナミックな集合をバーチャル組織と呼ぶ。グリッドにおけるバーチャル組織は，管理ドメインやセキュリティー・ポリシーが異なるほかの企業や団体をいつでも必要に応じて追加／登録／削除ができるところに特徴がある。グリッドの本質は，バーチャル組織をあらかじめ構築し，認可された組織がいつでも追加参加可能なダ

イナミズムと、そのためのセキュリティーを実現していることである。

**モデルを使用した意思決定**；アジェンダ 21 第 40 章の「意思決定のための情報」では、持続可能な開発において誰もが広い意味で情報の受け手であり、送り手である。情報の中には、データ、情報、まとまった経験と知識が含まれる。情報に対するニーズは、国家あるいは国際レベルにおける高位の意思決定から草の根の個人レベルまで、あらゆるレベルで発生する。決定がより信頼される情報に基づいて下されるようにするためには、データ格差の解消と情報の利用可能性向上の 2 分野でプログラムを実施する必要がある。第 5 - 1 図表に概要と GMAIS でどのように実現できるかを示した。

環境年表 2002/2003 (茅陽一, 2002) には、研究機関ネットワークマップと地球環境問題の相互関連図が記されている。GMAIS ではモデル間の関連から産業連関のような連鎖体系を「環境連関表」として極めねばならない。そのためにはリアルタイムでのデータ収集と同時に超長期的にモデルから将来予測をして実績と予測の誤差を検証して環境要素の関連の指標を精緻化していかなければならない。アジェンダ 21 には、その重要性が協調されている。集団による意思決定は、従来のように少数の為政者で決定されることは少なくなる。負の遺産をたらふく飲み込んだ地球環境は、更なる害毒の発生を軽減させるだけでなく、蓄積されてしまったものを削減、消滅させることが必要となる。いわゆる、環境リハビリテーションである。

**成熟度と格付け**；経済的な格付けの概要をしめし、組織活動の成熟度についてそれが地球環境経営にどのように適用されるかを考察してみる。知識社会の地球環境経営は、モデリング&シミュレーションによる長期予測と過去の長期にわたる実績の分析・評価の結果、両者から資源消費を考えることが、実行計画を決めることになる。あらゆる組織活動でも、その PDCA サイクルの活動をどのように成熟化して、その状態を維持していくかが今後のコーポレート・ガバナンスの最重要項目である。戦略策定や政策の決定の局面で、あらゆる専門家と分野の異なる有識者により検討・討議の結果、合意形成を前提とした集団意思決定がなされるという仕組みが知識社会では通常の方法として採用されるようになる。組織活動の成熟度は、過去の収集データの不足分を補填しつつシミュレーションの精度を上げ、モデルを精緻化することが最も重要な目的となる。

#### 5. 4 GMAIS による SEMS ; (第 5 - 3 図表から第 5 - 5 図表)

知識・知恵・知謀社会の情報システムのあるべき姿は、GMA 概念モデルをモデル・ベースとして管理する方式である。概念の精緻化と実現性の研究を 10 年近く実施してきた。(沢 1997, 2000, 2003)

GMAIS は、組織活動に係る情報について計画、収集、修正、分析、評価、編集、流通等の日常の活動で使用でき、組織の成熟度を向上させ、情報資源を情報資産化することを目的としている。

第5-1図表 意思決定の重要さ：持続可能な開発実現のための情報資源の蓄積・管理・運用の方略

国連事務局 (1993) に沢が加筆

	アジェンダ 21	GMAIS による考え方
A. データ格差の解消	持続可能な開発を実現させるため、その意思決定の拠り所となる正確かつ適切な情報を計画的かつ継続的に収集・整備する	文化経済立国としての前提として環境経営にかかわる情報資源や情報資産を提供する。直接的な経済支援より、自律のための支援が重要となる
	1 大気、公共用水域の水質、地下水、土壌等の環境の汚染状況や、生物相を含む自然環境の状況に係る監視・観測・調査について体制、内容及び手法を充実強化しつつ継続的に実施するとともに、地球規模の環境変化に係る情報については、広域の均質なデータを周期的かつ長期的に観測することの可能な人工衛星の利用も含め、国際的な連携・協力の下に長期的視野に立った監視・観測を実施し、あわせて、地球全体の地理情報整備を進める上で必要となる国際協力のあり方の検討及び技術開発を行う	地球シミュレータは、モデルとして制約条件を明確にしたモデリングである。コンピュータの計算能力が従来に比して増大しているため、今後さらに精度が向上する。制約条件の属性に従って区分して予測の制度を挙げることは巧みである。さらに、時系列的なモデルの管理はGMA 概念モデルの特徴で、専門家の判断や解釈をも含めて各モデルに情報を負荷する。時系列的なモデルを網羅的に比較分析することで新たな知見を得る可能性もある
	2 高性能センサーの開発等、質の高い情報を得るための基盤となる調査研究や国際共同研究を積極的に推進する。	国際的な共同と協働の成果は情報バンクの資源の相互アクセスが可能となることで新たなモデルの創製や制約条件を弱めることでモデルの規模を拡大でき最終的に全体的なモデリングが可能となる
	3 持続可能な開発のための指標として、環境・経済統合勘定を付加した新たな国民経済計算体系を含め、環境要素が適切に評価された指標体系の開発を進める	環境経営を組織経営の核として内包して、組織活動に生産と資源とエネルギー消費の相関を把握していく必要がある。社会システムの概念構築をする際にデータを収集する仕組みを組み込む
B. 情報の利用可能性の向上	4 個々の情報の所在に係る環境情報源の情報を整備し、情報の全体像を明らかにすることにより、持続可能な開発の検討が必要でありながら遅れている情報の整備を促進する	散在するデータをモニタリングすることがGMA 概念モデリングである。グリッドコンピュータやプロトコルの進化で情報収集は可能である。全てをリアルタイムで収集する方法は経済的ではない。個々のデータの発生源で情報をストックしておき、定期的にデータ収集する時間差を決めて、ログされたデータ収集でシミュレーションに耐えうる
	意思決定のために必要な情報が広く入手できるよう、環境の状況、環境への負荷、環境保全のために講じる施策や諸活動に関する情報を、個人及び法人の権利利益の保護に十分配慮しつつ適切に提供するとともに、これらの情報を総合化し、環境の実態把握と環境改善のための意思決定に結びつける機能を一層充実する。	GMAIS のGMA 概念モデルは、集団意思決定や合意形成支援環境を提供する。新規開発にとどまらず既設の設備やシステム稼働が環境に与える負荷を計測していく必要がある。組織レベル、地域レベルや国レベルであらゆる環境データによるモデルのシミュレーションにより戦略、政策等の決定の過程で意思決定の判断材料に使用できる
	1 「環境白書」の毎年度の国会への報告・公表	国単位で白書を発行することが第1ステップである。国単位で環境関連データのログを相互アクセスする仕組みをつくる
	2 環境情報源情報の整備	標準化に際してモデルの仕様を標準化していかなければならない
具体的な重点的な施策	3 OECD等とも連携した、環境指標構築手法の開発などが行われている。また、地方公共団体においても、環境情報の整備、市民への情報提供が進められており、民間においても環境保全活動に関するデータベースの作成などの活動が行われている。国際的な活動としては、「UNEP/GRID (地球資源情報データベース) つくば」において地球資源に関する情報の整備・提供を開始し、国際的・学際的な地球環境研究に寄与するため、地球環境に係るデータベースや情報ネットワークに関する取組を行い、開発途上国に対して環境情報整備に関連した技術協力を実施してきたところである。また、人工衛星からの地球環境データに関するカタログ情報及び地球科学技術の成果に関するディレクトリ情報の流通を目的として「CEOS-IDN (地球観測衛星委員会・国際ディレクトリネットワーク)」を運用してきたところである	統一的に標準化された指標を必要とする。地球環境衛生委員会の国際ディレクトリは、環境経営モデルを評価するために拡大して、充実することでより大規模のモデルが構築されれば評価の精度が向上してくる
	1 環境の状況をはじめとする環境情報のより一層の公開を進め、環境の情報へのアクセスを容易にするための努力を引き続き行う	GMAIS の情報バンクは、GRI の標準化による書類等もコンテンツの要素として管理される。
	1 「UNEP/GRID つくば」を通じ、特にアジアにおける環境情報機能を強化するためのネットワークとしての機能を果たすと同時に、世界の社会経済データ等のデータベースを重点的に構築し、他の地球環境研究プログラムと整合性を持たせたネットワークの構築を進める	GMAIS の情報バンクの内容は、シナリオ、モデルやケースの形態で整備されている。情報発信基地としての機能をもつCOE としての特徴をもつ。文化経済構想の具現化した新社会システムのインフラストラクチャ的なシステム
	2 環境情報データベース及び関連情報データベースの一層の拡充・強化、その低コストでの提供を進める	データベースからモデルベースやシナリオベースに統合化して情報の結合度
3	3 民間団体 (外国の団体も含む) の環境保全活動に必要な、情報の収集、整理、提供を適切に行う	対象は、あらゆる組織形態に及ぶべきである
	4 地球観測衛星からの観測データに関するデータ・ネットワークについて、アジア太平洋地域への整備を進める等、その整備・拡充を図る	全世界的な展開が必要である。このようなプロジェクトは日本等の先進工業国の資務である。
	5 地球全体の地理情報整備のための国際協力のあり方について検討し、技術開発を行う	標準化作業は、環境経営、環境報告書だけでなくモデルのレベルまで環境情報を蓄積し、流通させる
	6 環境資源勘定等の持続可能な開発の指標に関しては、その開発・整備を支援するデータの整備を進める	GMA 概念モデルの標準化や共同使用により情報資源や資産が流通の単位というレベルまで向上させねならない
	3 国内外の環境に関する情報を収集し、環境情報の総合化、意思決定への利用をさらに促進するために、国及び地域において環境情報を収集、整備、解析を行う中核的な機能を担う組織の一層の拡充強化を図るとともに、このような取組を行う民間活動を支援する。これらの組織間において、環境情報の相互利用の充実と、これを支援するネットワーク基盤の整備を図る。とりわけ、環境情報の整備に関する知見を蓄積しており、地域の住民のニーズに最も近い地方公共団体の果たす役割の強化をしていく。	各種の生データ、モデル類、ケースおよびシナリオの環境問題を解決するツールが整備される。産官学民の協働による世界レベル、地域レベルや家庭・個人レベルの持続可能な開発のために、環境問題を解決する為の情報提供から、解決策の策定や、集団意思決定や合意形成支援環境により政策や計画立案の支援環境を整備する。

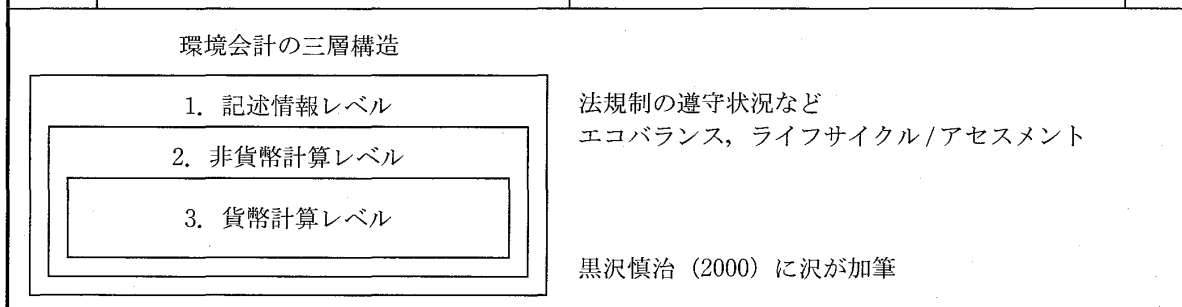
第5-2図表 戦略的地球経営の要件とモデル

①わが国の対応方針に見られる特徴	
1	公害問題を切り抜けたと同様に、優れた技術で克服できるだろうという「技術楽観主義的」傾向
2	いかなる対応策も経済に影響を与えるものであってはならないという「経済至上主義的」傾向
3	倫理的ないしは科学的仮説にたつた規範的 (normative) な行動原理を受け入れず、目に見える事態だけを利害当事者間で綱引き調整に終始する「現状改良主義的」傾向

②100億人 (22世紀予測) が良好な状態で生存する為の要件	
1	地球のエネルギー生産量の大幅な増加 (現水準の5倍)
2	地球の食料生産量の大幅な増加 (現水準の3倍)
3	大気、水、土壌の質の保護
4	あらゆる種類の鉱物資源の利用の大幅な増加
5	万国、万人への教育と健康関連サービスのための適切な資源
6	自然資源の管理、分配、保護に関する大幅な改善

③地球温暖化防止検討小委員会報告書による5つのモデル		
タイプ	モデル種別	モデルの説明
1	大綱重視型	目標達成困難である
2	自主的取り組み強化レベル	民生、運輸部門でかなりの効果がある
3	環境税導入	2と同様であるが自主行動計画の強化の代わりに環境税を導入するところが異なる
4	環境税導入とCO <sub>2</sub> 排出量の大きい業種に対する排出権無償割当による排出権取り引き	環境税は導入するが、CO <sub>2</sub> 排出量の大きい業種や分野はこの対象から外し、無償割当による排出権取引あるいは総量規制と助成の組み合わせによって管理する手法
5	下流の大規模排出者には無償または定額で排出割り当て、残りの排出量は上流に排出権を割り当てるハイブリッド排出権取り引き	日本の総CO <sub>2</sub> 排出量を産業界と上流に割り当て、その間で取引を行わせる方法

④環境会計のタイプ			
1	国民経済計算	国	外部
2	財務会計	企業	外部
3	経営又は管理会計	企業、部門、施設、製品ライン、システム	内部



そして、最大の特徴は、情報バンクにある。即ち、シナリオベース、モデルベース、ナレッジ・ベース、ルール・ベース、データベース等の階層化をなすモデルにより組織の活動をPDCAやPDSの周期的な蓄積で知識から知恵を増幅していく。また、膨大な過去の遺産は、徹底的なメタ情報化を図り、オントロジー的な辞書体系を構成する。環境経営のモデルでは多層で複雑なモデル群を管理する方法としてモデルによる規模を正規化することでモデル自体の単純化と操作容易性を持たせた。アジェンダ 21 行動計画の第 40 章には、意思決定のための情報に対するまとめがある。データ格差の解消と情報の利用可能性の向上に向けての基本姿勢がうかがえる。持続可能性の定義は、「持続可能な発展とは、将来の世代が自らのニーズを満たす能力を損なうことなく、今日の世代のニーズを満たすような発展をいう。」が一般的である。

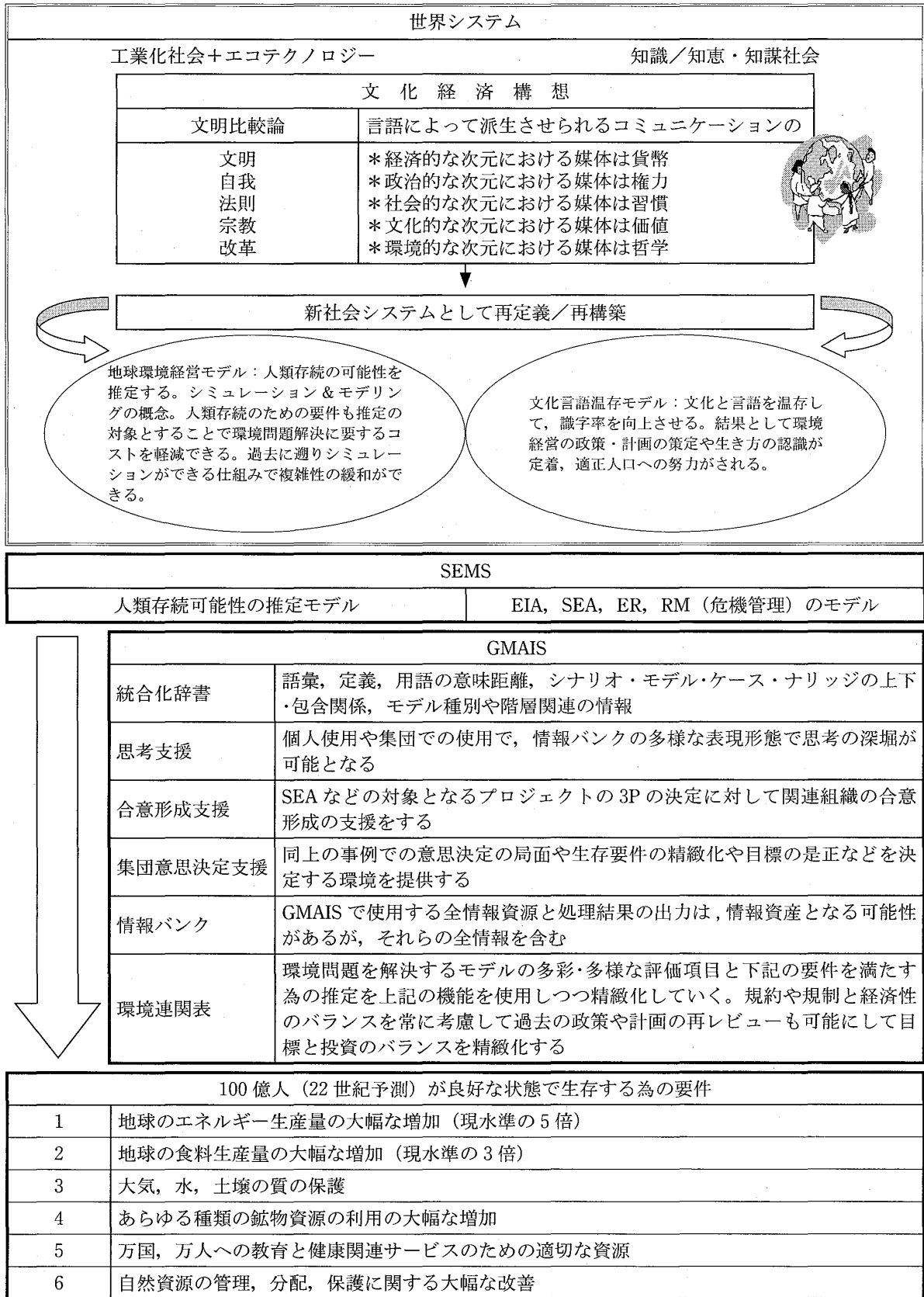
**EIA**；環境アセスメント（Environmental Impact Assessment, EIA）は、意思決定者に、開発投資が環境の質と資源生産性に与える可能性のある影響を考慮に入れることを促す手続きであると同時に、開発プロジェクトの持続可能性と環境への健全性を高めるために立案者が必要とするデータを、収集、整理、するための道具である。EIA は、通常、持続可能な経済的発展を達成するにあたり、資源をより合理的かつ持続可能な形で利用するための政策を支援するために適用される。EIA を改良したものが SEA である。

**SEA**；戦略的環境アセスメント（Strategic Environmental Assessment, SEA）は、「政策、計画またはプログラムと代替案の環境影響を評価し、結果について報告書を作成し、その結果を市民に説明できる意思決定に利用する、定型化された組織的かつ包括的なプロセス」と定義できる。

さらに地球経営という視点から宗教、政治、経済、文化などを包含した世界システムの新たな概念構築が望まれる。文化経済構想は、その核となる哲学であり、規範モデルとなる。EIA, SEA や EMS 等のシステムは、標準化の一貫として確立しつつある。SEA の概念は、客観性があり、部分的に最適解が求められても、全体的な視点からの将来予測は困難であるが、今後、主たるアセスメントの主流となる可能性が高い。しかし、地球経営レベルで考えると単なる要素の環境負荷にしか焦点をあてていない。自然・植生・生態系を対象とするモデルは、人知の及ばない複雑性を包含したシステム的なモデリングであり実現されていない。その解決方法として GMAIS モデルを提案した。種々の理論や方法が存在するが地球温暖化の生物に与える影響を立証できるモデルとして人類に与える影響を予測し、その精度を上げて、政策や経済のあり方に反映させる方略が戦略的環境マネジメントシステムの最終的な目的である。その定義を示す。

**SEMS**；戦略的環境マネジメントシステム（Strategic Environmental Management System, SEMS）は、EIA, SEA, LCA や RM（Risk Management）を含み、人類生存の存続を目的としたシミュレーション&ゲーミングで人類存続の要件を推定し、環境経営の実践を支援するシステムである。情報システム GMAIS は、このために使用されるツールである。また、

第5-3図表 戦略的地球環境経営システム：SEMSとGMAISの概念



沢(2001)に加筆

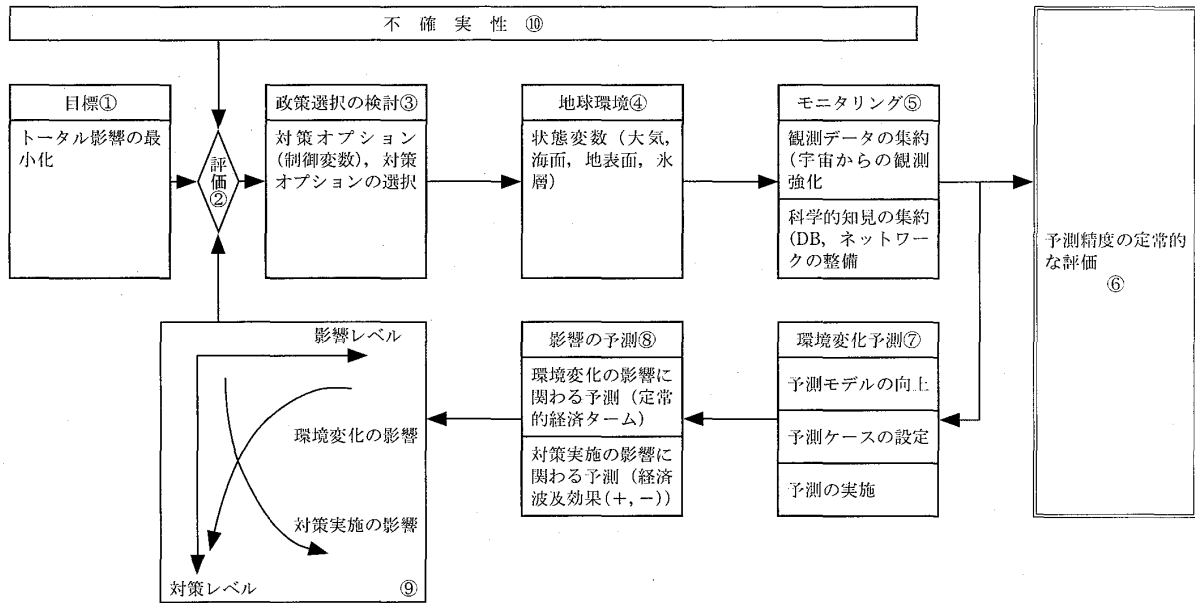
第5-4図表 SEMSとGMAISのモデリング

①排出シナリオの前提

ファミリーシナリオ 年	1990	A1 (グローバルで経済重視)			A2 (地域的経済重視)	B1 (グローバルで環境重視)	B2 (地域的に環境重視)
		A1F1 化石燃料集約型	A1B A1F1toA1Tとの中間型	A1T 非化石燃料依存型			
		人口 (10億)	世界の GDP (兆ドル)	1人当たり収入比			
2020	5.3	7.6	7.5	7.6	8.2	7.6	7.6
2050		8.7	8.7	8.7	11.3	8.7	9.3
2100		7.1	7.1	7.0	15.1	7.0	10.4
2020	21.0	53	56	57	41	53	54
2050		164	181	187	82	136	110
2100		525	529	550	243	328	235
2020	16.1	7.5	6.4	6.2	9.4	8.4	7.7
2050		2.8	2.8	2.8	6.6	3.6	4.0
2100		1.5	1.6	1.6	4.2	1.8	3.0

山口光恒 (2002), P158

②地球環境影響評価システムのフレームワーク



③ GMAIS での考え方

上記の番号	作業項目	説明
①	目標	人類存続の要件をどうするかは、文明改革などを限らない限り困難である
②	評価	シナリオベースに蓄積して適及的なシミュレーションと新規の知見で再度シミュレーションをすることで、時間軸が伸びる為、現時点から一定の将来の予測精度が向上し、正しい評価になる
③	政策選択の検討	国や地方ごとに異なるため、統合化する方法論の確立が必要となる。モデル作成の標準化で可能
④	地球環境	状態変数 (大気、海面、地表面、水層) の複雑さは、科学技術で精度が向上する
⑤	モニタリング	センサー技術やネットワーク技術の向上で飛躍的に観測データは増加する
⑥	予測精度の定期的評価	環境変化 (気候) や状況 (政策、法則) の変化がシミュレーションの再実施で精度を向上させ、不確定要素を削減していく、モデルとシナリオと主観の総合で評価に持ち込み、後日再レビュー可能な仕組みにする
⑦	環境変化予測	モデルの精緻かは、最も重要なことである。多変量の現象を決定論的モデルと確率的モデルの組み合わせで主観の要素を減少させていく
⑧	影響の予測	予測の精度を上げるために隣接領域のモデルとの整合性を良くしていく
⑨	影響と対策のレビュー	新世界システムの構築で各国や地方や個人がどのような方針か等を含めて生き方に反映させる
⑩	不確実性	現象の把握はできても新たな知見を得る努力が必要

三菱総合研究所 (1991) と山口光恒 (2002) に沢が加筆

GMAIS の概要は、沢 (1997～2002) に詳述した。ここでは統合化辞書体系や情報バンクは、経営環境を核としたあらゆる組織活動で効率と効果面で強力な支援が可能である。21世紀を知識社会と定義し、インタangibleな対象を扱い第5-2図表②に示したように22世紀の予想人口100億人という生存可能性の予測をシミュレーション&ゲーミング機能をGMAISで支援する。継続的な環境情報の観測とシミュレーションの両方でその精度を精緻化することも重要な機能である。環境問題として圧倒的な地位を占めてきたのが気候変動、即ち地球温暖化である。前節では、地球シミュレータ等による地球変動予測の動向を示したが、予測の困難性について考えると、地球システムがあまりに複雑で、まだ全てを知る手段がないことである。地域や国の政策は、イデオロギーや宗教等の要因で確定するため、地球環境の人類に対するレベルは長期の観測と協働的な政策による実践で決まっていく。その為に科学技術による予測の精度向上が求められる。

#### 5. 4 戦略的地球経営システムの実現に向けて

第1-1図表に研究の総括を示した。戦略的地球環境経営システムの実現は、「論」としての概念構築と実現方法とその効果の両面からの確かさが求められる。「論」としての萌芽は、京都大学の地球環境大学院が事例として参考になる。第5-5図表に設立の理念と概要をまとめた。また、各分野の統合化は、具体的にどのような方法であるかは不明である。当研究によるGMAISによる統合的な機能をシステム化するような具体的性はないが、研究と教育の両面からの各分野をGMAISで実現する場合の方法を第5-5図に示した。

## 第6章 結 論

当研究は、21世紀の世界システムの核に文化経済としての価値観を設定した。具体的な、基盤モデルは、地球環境経営モデルと文化経済温存モデルとした。環境問題の性質に応じて、環境影響評価、規制的措施、経済的措施、社会資本整備、環境教育・環境学習、事業者・国民の積極的な支援、科学技術の振興等の多様な施策手法を適切に組み合わせて計画的に強化していくことが重要である。SEMSは、EIA、EMSとERをGMAISとして統合化したものである。GMAISのモデルは、組織活動をモニタリングして、活動の各サイクルで環境経営の成熟度を評価して行う。これらのモデルは、既提案のGMA (Global Model Architecture) 概念の概要と機能を述べ、先進的な技術を利用して概念の更なる強化をSEMSとして再構築した。

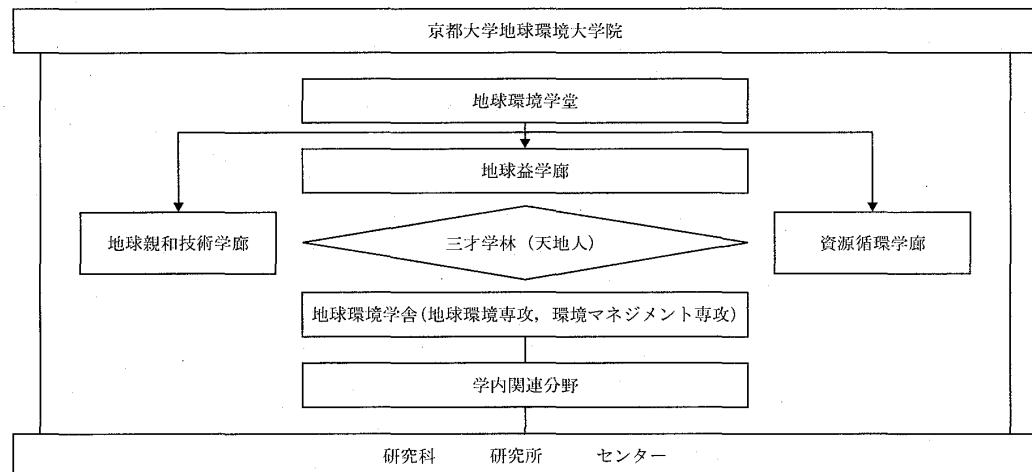
20世紀に人類が直面した様々な環境問題の解決の方法としてSEMS概念を構築した。文化経済構想を基本としたSEMS概念によるシステムの成果は、知的資産となる。すなわち、情報ウェアハウスのソフト資産をCOE機能で地球の隅々まで流通させ、環境問題の緩和と解決の手法とする。環境モニタリングの結果を統合化して、地球環境経営モデルにより新た



第5-5図表 地球環境経営論の研究対象(例)とGMAISによる具現化法

大分類	小分類	No.	主要な研究項目とGMAISによる具現化法
地球環境学舎	地球環境政策論分野	1	環境ガバナンスにおける産官学民の役割りと環境政策手法をプロジェクト単位でPDCAサイクルのモデリングとする
	地球益経済論分野	2	地球益の経済理論や持続可能性の政治経済学を内包したシナリオと国際環境政策のモデルとの連動で体系的な将来予測
	資源利用評価論分野	3	地域・地球資源の利用, 保全, 管理の評価モデル, 環境農業政策の政策分析モデル, 持続的農業システムのため食の安全性や農業の担い手に関する理論的・制度論モデルと土地情報システムに関する比較モデル等
	環境統合評価モデル論分野	4	GMAISによるシナリオとモデル群による地球環境統合評価モデル, トリレンマ緩和と不安定な系の人類存続の要件を精緻化する地球規模物質循環と人間・社会影響に関するシミュレーション
	人間環境共生基礎論分野	5	構造論的現象学による環境存在の哲学的モデル農林業のエコシステム化に関する研究, 農業政策の批判的研究, ドイツ農学史研究
地球親和技术学舎	環境調和型産業論分野	6	一般廃棄物収集運搬経路探索モデル廃棄物の再生処理技術の技術連関分析モデル
	社会基盤親和技術論分野	7	土壌・地下水汚染の修復, 地下水中における汚染物質の挙動評価モデル, 廃棄物最終処分場の合理的設計手法モデル
	人間環境設計論分野	8	環境デザインと人間行動の相互作用モデル, 環境保全型の都市設計とフェイルセーフ設計モデル
	環境生命技術論分野	9	光合成生物の多機能性とその環境利用技術や地球環境負荷低減技術の開発手法の蓄積と情報発信
	景観生態保全論分野	10	都市におけるエコロジカルプランニング・モデル, ピオトープの保全と復元による生態系ミティゲーション手法, 砂漠化防止緑化計画モデルやリモートセンシングによる緑地の評価手法, シナリオ検討型の流域整備計画手法, 都市部における文化的景観の生態学的モデルの蓄積と情報発信
大気環境負荷低減論分野	11	水表面での吸着分子の光分解, COSによる微量化学種の検出, 海洋境界層におけるハロゲン化学, 環境計測へのレーザー分光技術の応用, 画像分光法による光解離ダイナミクスのモデル化	
資源循環学舎	地域資源計画論分野	12	マクロな土地利用とメッシュデータをを用いた土地利用の時空間モデリング, 公共事業のPPPモデル, 各国の地域計画・土地利用計画制度, 主要都市圏域の空間構造とその変容モデル, 在来農業の土地資源評価モデル
	環境資源循環論分野	13	降水流出過程のモデル化とシミュレーションシステムシステム, 土砂移動機構のモデル, 洪水の実時間予測手法, 貯水池操作支援システム, 地域防災計画の構造分析モデル, 災害対応行動シミュレーションシステム, 水資源ダイナミクス, 人間活動と水循環システム関連モデルの収集とCOE機能
	物質変換・循環論分野	14	多機能化カリックスアレーンポリマーの合成と環境汚染物質除去への利用, 環境調和型光学分析法の開発等のモデル統合化
	沿岸域生態系保全論分野	15	有害赤潮プランクトンの生理・生態・個体群動態モデルの統合化
	陸域生態系管理論分野	16	ユーラシア大陸における諸土壌の特性評価と陸域生態系管理モデル, 土壌資源情報ネットワーク (Soil Net Japan), 人為・環境連関および砂漠化への対応, 土壌の多機能性を高める団粒化技術の開発と応用に関するモデル, ジオスタティスティクスを用いた土壌特性値の空間変動解析モデル, 植物を用いたカドミウム汚染土壌の浄化技術モデルとGMAISの情報バンクとの連動によるCOE機能の確立
三才学林	地球文明論分野	17	日本文明と西洋文明の相互理解・容認社会のモデル構築, 識字率向上・価値観の変容させうる哲学的な思想モデル・身の丈文化の浸透・適正な工業化と人口の理解と実践, トリレンマ緩和のシナリオとモデルの創製と実践による種の存続の方略を学習して, 結果をCOEとして発信する機能

京都大学地球環境大学院設立の理念と概要



人類が住み続けることのできる環境を維持し続ける道を、研究、教育を通じて明らかにすることを目的に14年4月に地球環境学大学院を設置。平成8年度「京都大学環境フォーラム」を発足し2年間検討し総合的な研究と教育の場として地球環境大学院を設立。

地球環境問題は20世紀科学技術と産業が引き起こした負の遺産であり、21世紀の科学技術の総力を挙げてこの解決に努めねばならない。この問題は科学技術だけでなく経済経営学、社会科学、政治・政策学などと密接に連携するもので人々の価値観や個々の文明や文化などの心象に関係する多元的・総合的な問題である。

地球環境学の教育は、研究組織、教育組織及び教育・研究支援組織を分立させ、研究組織として(地球環境学研究部)、教育組織として(地球環境学教育部)、教育・研究支援組織との組織から構成する。研究部を「地球環境学舎」、教育部を「地球環境学舎」教育・研究支援組織を「三才学林」と命名した。

学舎と学舎は、学問研究するところは漢字で表せた「学舎」、また学ぶためにみんなが集まるのが「学舎」で、実態を素直に現した名前である。3つの分立した組織が有機的関係で機能化し、既存の様々な学の成果を新たな地球文明の理念のもとに「地球益」を語りうる学問として統合しつつ、それを実際の場で活かす人材育成を行う。

地球環境に係る研究教育に取組む全学の既存研究科の研究者が集合体を構成して世界の拠点を目指す。

な科学的知見を得て予測精度を向上させ得る。また、文化言語温存モデルは、識字率の向上に直結しており、また異文化の相互理解と人口抑制、工業化進度の制御の必要性、地球環境予測の精度向上により適正な政策策定が可能となる。環境問題の不確実性を軽減するための基礎となる環境情報と環境経営システムに関し、どのようなモデルやシナリオをつくれば、環境問題の諸問題に対して解決の支援ができるかを提案した。

今後の研究活動は、調査・研究の結果を踏まえてSEMSとGMAISを使用して下記のような内容を計画している。組織経営で環境経営を核とし、環境会計や知的財産会計を組み込んだ意思決定支援環境システムの概念設計を行う。次に、2つのモデルを開発する。特に環境問題や地球環境予測に関する各種の既存システムを統合化してSEMSを構築するための統合化辞書の開発を最優先課題として行う。

以上

## 引用文献

- 沢恒雄 (1988) “MBS (モデルベースシェル) の構成と適用範囲” 情報処理学会。  
沢恒雄 (1999a) “知識社会における知的資産創製と管理の研究” 愛知学泉大学 紀要 第1号, 67-95。  
沢恒雄 (1999b) “異分野統合における情報教育・マルチリテラシー教育” 愛知学泉大学 紀要 第2号, 37-51。  
沢恒雄 (2000) “GMA 概念モデルによるマルチリテラシー教育” 愛知学泉大学 紀要 第3号, 91-110。  
沢恒雄 (2001) “文化経済立国論 (構想編)” 愛知学泉大学 紀要 第4号, 45-67。  
沢恒雄 (2002) “文化経済立国論 (環境経営システム編)” 愛知学泉大学 紀要 第5号, 53-86。  
沢恒雄 (2003) “戦略的環境マネジメントシステムの研究” 英国ウェールズ大大学院, 修士論文。  
実森仁志 (2003) “グリッド・コンピューティング時代の幕開け” 日経コンピュータ, 82-89。  
萩野達也 (2002) “セマンティック Web とは” 情報処理学会誌, P.709-715。  
植田知弘 (2001) 環境経営学への招待, 東京都, 337pp。  
ウェールズ大学大学院 (1999) 持続可能な発展および戦略的環境アセスメント, 日本事務局, 金沢, 113pp。  
ウェールズ大学大学院 (2000) 環境マネジメントの内容, 日本事務局, 金沢, 136pp。  
茅陽一 (2002) 環境年表 2002-2003, オーム社, 東京都, 546pp。  
環境アセスメント研究会 (2000) わかりやすい戦略的環境アセスメント, 中央法規, 東京都, 230pp。  
環境監査研究会 (2002) GRI サステナビリティ・リポーティング・ガイドライン, GRI 日本フォーラム, 東京都, 90pp。  
クリストファー・フレイウィン (2001) 地球環境データブック, 家の光協会, 東京都, 260pp。  
国連事務局 (1993), アジェンダ 21, 海外環境協力センター, 東京都, 461pp。  
小室直樹 (2000) 日本人のための宗教原論, 徳間書房, 東京都, 307pp。  
沢恒雄 (1997a) 知識時代の経営情報システム論, 白桃書坊, 東京都, 259pp。  
沢恒雄 (1997b) 知識時代の経営情報管理論, 白桃書坊, 東京都, 266pp。  
佐和隆光 (1995) 地球文明の条件, 岩波書店, 東京都, 284pp。  
田中明彦 (1989) 世界システム, 東京大学出版会, 東京都, 231pp。  
地球環境工学会 (1993) 地球環境工学ハンドブック, オーム社, 東京都, 1371pp。  
地球環境財団 (2001) 地球環境データブック, 家の光協会, 東京都, 260pp。  
地球・人間環境フォーラム (財) (2002) 環境要覧 2000-2001, 古今書院, 東京都, 304pp。  
中山治 (2001) 戦略思考が出来ない日本人, ちくま新書, 東京都, 206pp。  
B・サドラー (国際影響評価学会訳) 戦略的環境アセスメント, ぎょうせい, 東京都, 219pp。

三菱総合研究所（1991）21世紀型社会への構図，ダイヤモンド社，東京都，365pp.

山口光恒（2002）環境マネジメント，放送大学教育振興会，東京都，270pp.

Peter F. Drucker, POST-CAPITALIST SOCIETY ダイヤモンド社，東京都，361pp.

Wired Wired Ventures Inc., 地球シミュレータ，<http://www.globalreporting.org>, 2002/11/10

環境監査研究会，GRI 持続可能性報告のガイドライン，<http://www.globalreporting.org>, 2003/2/10