九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

接続可能な地域開発研修ゲーミング・シミュレーションPANGAEAにおける計画情報の観点に関する研究

鐘ヶ江, 秀彦
国際連合地域開発センター | 九州大学比較社会文化研究科日本社会文化専攻・地域構造講座・地域社会環境開発専攻分野

https://doi.org/10.15017/8622

出版情報：比較社会文化. 5, pp.123-138, 1999-03-01. 九州大学大学院比較社会文化研究科
バージョン：
権利関係：

『比較社会文化』第5巻（1999）123～138頁
Bulletin of the Graduate School of Social and Cultural Studies, Kyushu University
vol.5（1999），pp.123～138

持続可能な地域開発研修ゲーミング・シミュレーションPANGAEAにおける計画情報の観点に関する研究

A case study on planning information and systems of gaming and simulation for sustainable regional development training

鐘ヶ江　秀　彦*
Hidehiko Kanegae

キーワード：計画情報，計画情報システム，持続可能な開発，地域開発，研修

Abstract: This paper addresses to knowledge of planning information systems on planner education and training using by simulation and gaming. Innovations of planning information systems are related with planners' self-revitalization through professional training. Simulation and gaming is one good tool for those kinds of professional training. Firstly, in this paper, author describes usefulness of using simulation and gaming for brushing up professional planner's skills. Secondly, treating with main target and meaning of sustainable development in simulation and gaming. Thirdly, requirements and specifications of new simulation gaming development are considered. Fourthly, details of new simulation and gaming; PANGAEA, are addressed.

1．なぜプランナー教育にゲーミング・シミュレーションが有効なのか

(1)計画とは人類が持つ最大最強の機能

京大霊長類研究所の松沢哲朗教授[1]によれば，「集団で分業しながら未来を予測し，計画をたてて何かをすることは，チンパンジーにはできず，ヒトにだけできる．これほど頭を使うことなく，これほど他の動物をこえた力はない．」とあり，養老（1991）[2]は唯脳論の立場から「手は脳の外化したもの」で，脳の共通感覚（連合野）は言語のレヴェルのものであることを提示している．これらによれば，人類が進化の過程で計画性と社会性が利点，すなわち，計画という情報を社会的に共有して扱うことがヒトの有利な特徴である．

そうであればこそ，人類は多くの情報を求めて受信する．これらの情報は，頭脳によって処理された上で発信される．情報の受発信の系を通じて自由を拡大し，多様性を拡大するためである．このために，より多くの情報被爆の機会を拡大し，人工物を開発・構築し，頭脳交流装置のネットワークとして交通・通信網を拡張してきた．また特に，将来のある時点での社会的な主体の自由を拡大するための重要な情報処理は，計画（プランニング）と呼ばれ，私的計画から公的計画に至るまで，新たな情報として発信され，社会的に共有され続けているのである．

では，社会的に共有される計画の本質は，どのようなものであろうか．熊田（1997）[3]によれば，「計画の本質は計画主体が自己の行動と関連する他の主体の行動と調整し，自己の最適行動体系を記述した情報のパッケージである．計画としてパッケージされた情報はそれを活用する行動によりその作用を発現するが，その発現形態は，計画主体に内在する情報処理機構にうめ込まれている行動制御情報のパッケージとの相互作用により規定される．それぞれに有効な2つの計画が完全に同型であることはなく，完全に共通性が全くないこと（異型）であることもない．」また，「いかなる計画主体にとっても，計画することの本質は，自己にとって選択可能な行動の集合（可選択行動空間）を拡大（行動自由の拡大）し，かつ，選択した行動体系がもたらす行動の自由拡大の効果を増進すること，である．計画主体の種類は多種多様であるが，自由の拡大と増進が本質的か

＊日本社会文化専攻・地域構造講座・地域社会環境開発専攻分野
国際連合地域開発センター研究員・九州大学大学院比較社会文化研究科客員助教授

つ唯一の計画することの意味.」と述べている.

計画とは，自由拡大と増進が計画の目的の本質であって，計画主体が計画を活用する目的と時期を設定し，かつ時間と空間をある範囲に限定し，効率を計画要件の本質に，協力を方法の本質として，それに適した行動予定集の体系として構成した情報のパッケージである．これは計画とは人類が持つ最大最強の機能であることを示している.

(2)ゲーミング・シミュレーションとは

一般にゲームが出現する状況は，衝突や葛藤が生じる状況を指すが，ゲームの参加者がとり得る行動によって利得が明示的に示されることを認識した際にゲームが成立するとも言える．認識の仕方，その記述空間での方法論を経済学において，主体の利得で論じるのはゲーム理論であるが，「ゲーミング」は，その記述空間での方法論を別のところに置いている学問体系である．Greenbalt(1996)[4]によれば，「ゲームという言葉は，全体的にせよ部分的にせよ，参加者（プレーヤー）の意思決定にもとづいて動作するシミュレーションに用いられる．ゲーム的側面を持つシミュレーションすなわちゲーミング・シミュレーションにおいては，ゲーム環境と参加者の活動とがゲームとしての特徴を持っている.」と述べている．すなわち，現実社会から抽象化され抽出され，かたちづくられ，現実社会のシステムをシミュレートするのがゲーミング・シミュレーションである．ゲーミングによって何をなぜ表現するのか，またそのゲーミングによってどのような学習が参加者にもたらされるのかが対象とされる分野である.

また，ゲーム参加者が演ずる役割（ロール）に特殊な制約や機能を付与したゲーミングをロールプレイング・ゲームと呼ぶ場合もあるが，厳密に定義すれば，ロールプレイングでは，割り付けられた役割のあとの行動が，個人の独自性や立場にもとづいて自由にできるが，ゲーミング・シミュレーションでは，役割は相互に作用するシステムによって定義され，ルールやシナリオにもとづいた行動の制約，報酬，懲罰を含む点で，立場やパーソナリティーに左右されないという点が異なる．最近では，参加者の一部をコンピューターによって演じられるマルチエージェント型のゲーミングも研究対象にされているが，多くのゲーミングは，人間が意思決定し行動する参加者として，ゲーミングの中で抽象化された上で設定された役割を演ずるため，場や主体の現実からの乖離した設定を用いた場合を含めてロールプレイング・ゲーミング・シミュレーションを，単にゲーミング・シミュレーションと呼ぶことも多くなってきた.

ロールプレイングを内包するゲーミング・シミュレーションでは，様々な学習効果が得られる．井門(1996)[5]によれば，ロールプレイングを用いた学習が対象の理解や社会認識，問題解決に関して実践されてきた体験や疑似体験の学習を体系化する対象観察者の目（仮説構成的）であり，参加者がこうした学習を必要に応じて組織化していくためのコース設計であると述べており，ロールプレイングを「場」と「主体」の現実・仮想の観点から四類型化している．（1）「主体」現実・「場」現実型は，職業訓練学習として古くから活用され有効であり，現実の理解に役立つ．（2）「主体」現実・「場」仮想型は，フライトシミュレータや防災訓練などで活用され，特に失敗を伴った場合問題発見にいかされると共に損失が回避できる点で非常に有効であると述べている．（3）「主体」仮想・「場」現実型は，老人体験や身障者体験を通じた社会環境の理解，問題発見に用いられている．（4）「主体」仮想・「場」型は，自由な設定，ルールにより学習目的に応じた多様なロールプレイング・ゲームが成立し，対象が複雑な場合や達成目標が多い場合には専門知識や技術が要求されるが非常に有効であると述べている.

実際，３番目の「主体」仮想・「場」現実型として，肥田野ら（1997)[6]は，高齢者になった自分をシニア・シミュレーターを用いた疑似体験を通じた認識の変化と評価が，歩行空間設計を企画・立案する上で重要な知見を提供すると述べている．また，４番目の「主体」仮想・「場」型の例として，高木(1997)[7]は，仮想空間社会ハビタットを例示してマルチメディアがもう１つの社会をつくりだし，その架空の社会においてイメージとしての表象の重要性と多主体のコミュニケーション循環を論じており，仮想空間社会では，その循環性と物語性が扱いやすく表象として特化し，その特徴がますますあらわになり，物理的環境を伴わない表象情報だけの世界となると述べている．このようにゲーミング・シミュレーションでは様々な分野での疑似体験を通じた，学習の方法論を提供できるため，欧米では職業訓練にとどまらず，初等教育から社会人教育まで，多様な分野で教育効果が認められており，通常の座学のみで得られない学習効果をもたらすものとして用いられている.

(3)ゲーミング・シミュレーションを用いたプランナー教育の傾向

ゲーミング・シミュレーションは，誰かによって現実社会から抽出（抽象化）され，かたちづくられ，現実社会のシステムをシミュレートしており，しかも学習効果が高い．そのような中でも，戦争ゲームや統治ゲーム，開発・経済ゲームや経営ゲームなど，複雑な現実社会のシステムを対象としたゲーミング・シミュレーションが多数開発され，専門家のための様々な教育や研修，研究に用いられてきた．どのような対象のゲーミング・シミュレーションに

せよ，ルールでプレーヤーの行動が規定されている場合を除き，抽象化の度合いに従い，計画，すなわち将来の行動予定をプレーヤーに考えさせている．この点が，ゲーミング・シミュレーションが取り扱う情報が計画，計画行為の学習効果が高いといわれるゆえんである．

先述のように，人類の最強機能が計画であるため，ヒトは全てプランナーである．現在でこそプランナーの定義も拡大されてきたが，狭義の意味では，都市や地域，国家や社会の物理的・空間的な機能更新・変容に関する将来の行動予定集のパッケージをデザインする人々のみがプランナーと呼ばれてきた．このため，計画（プラン）や計画策定（プランニング）を扱い，計画専門家（プランナー）の教育・研修に親和性の高いゲーミング・シミュレーションの有効性に着目して活用してきたのが，地域・都市計画や地域開発・都市開発の分野である．

実際，専門性の高いプランナー教育において計画や開発を取り扱ったゲーミング・シミュレーションが多数ある．先の井門の「場」と「主体」の現実・仮想の観点からの四類型を用いれば，すべての型の計画・開発ゲーミング・シミュレーションがある．有名なシム・シティのように，1人の計画家がその地域の土地の選択，造成から未来都市への成長まで管理する「場」仮想と「主体」仮想（ゴジラも出演する）のゲームもあるが，計画・開発ゲーミング・シミュレーションでは，複雑な社会システムを他の役割との相互作用によって対象とプロセスを学習することに主眼が置かれている．表1に示すように，多くの場合は，CLUG (Community Land Use Game)：コミュニティ土地利用ゲームのように，「場」仮想と「主体」現実として設計されている．CLUGの場合，ゲーム盤と記入シートを用いて抽象化されたモデル世界を構築している．しかしながら，ゲーミング・シミュレーションの場合，主体は現実に存在するものを用いているが，その役割はゲーミング・モデルのシステムの中で相互に作用し，抽象化されたモデル世界でのルールや制約に応じて，その役割が厳密に規定されている．他には計画・開発の普遍的テーマである新規の地区開発を扱うCofferidge Close Gameや開発途上国の開発を扱うREPLEXがある．

近年の傾向としては，ひとつは，新たな開発・計画のテーマを取り扱うように設計されたゲーミング・シミュレーションが開発されていることである．とりわけ，計画立案と意思決定をコンピューターに投入し，そのシミュレーション結果をプレーヤーにフィードバックし，抽象化されたシステム・モデルの世界で閉じた因果連鎖でゲーミングを行なえるように構成されたものに，成長管理を扱うU-AIMや環境問題を扱うMETRO-APEX，持続可能な開発を取り上げたStratagem，本稿で後述するPANGAEAがあるが，いずれも起因となる計画立案とその成果のフィードバックまでの時間差が10年から80年と長期間に設定されている．

もう一方は，新しい技術をゲーミング・シミュレーションに用いようとする流れである．とりわけ，90年代以降のゲーミング・シミュレーションではインターネットを用い

表1 開発・計画ゲーミングの特徴 [8) 9) 10) 11) 12) 13) 14)]

Name of Game	Types of plans to be formulated	Case Area	Planning term & cycles	Use of tools
CLUG (Community Land Use Game)	Urban land use plan	Fictitious area	11 steps (from 1 step: "PURCHASE LAND", to 11 step: "PAY TAX"	playing board worksheets
METRO-APEX (METRO-Air Pollution EXercise)	Computerized Gaming Simulation Exercise For Training in Environmental Management and Urban Systems	Fictitious metropolis (city)	repeat until iteration (1 cycle = 1 year)	game board form sheets standalone computer
Cofferidge Close Game (New building in a new town)	Development plan of mixed commercial, residential and community center	Cofferidge Close in the new city of Milton Keynes in England	---	game board
U-AIM (Urban-Amenity Improvement Maneuver)	Urban development plan	Fictitious city	5 years 8 steps (from 1: "decision of comsumer's behavior", to step 8: "agreement")	game board computer
REPLEX (REgional Development PLanning EXercise)	Comprehensive regional development plan	Fictitious region modified from the Philippines	5 years 1 cycle 16 steps	game map 12 standalone computers (Datawork, Projects input & Simulation)
Stratagem	Leading players country steadily advancing on a development path of their choosing	Fictitious country	50 years, 10cycles (1 cycle = 5 years)	game information sheets (OHP: transparent sheets) standalone computer (Projects input & Simulation)
PANGAEA	Regional investment planning containing sustainable development according to master plan formulation	Fictitious region (Virtual country referred from Java in Indonesia)	20 years, 2 cycles (1 cycle = 10 years)	network computer (Interactive datawork and imaging, Projects input & Simulation on graphical user interface)

て，ゲーム参加の時空の限界を取り除く試みも始まっている．更に，分散コンピューター・ネットワークシステムを用い，規定されたルールのもとで，人間と参加者の一部をコンピューターが演ずるマルチエージェントが相互作用しながらゲームを実施するゲーミング・シミュレーションの開発も始まっている．

(4)研究の目的

本稿の目的は，計画という情報の観点から，「持続可能な開発」計画の学習のためのゲーミング・シミュレーションPANGAEA開発の設計要件と，ゲーミング・モデル及びシミュレーション・モデルを論じ，「持続可能な開発」計画にPANGAEAのゲーミング・シミュレーションがどのような学習効果を期待できるかを示すことにある．

2．持続可能な地域開発ゲーミング・シミュレーションの具備すべき要件

(1)持続可能な地域開発の特徴と問題点

「持続可能な開発」は，1992年のリオにおける地球サミットにおいて提言された概念である．いまや世界に共通した開発指針の概念とされ，開発と環境のバランスを取りつつ人類の発展を願う政治的目標として用いられるが，その具体的な計画方法論は未だ模索の段階にある．

持続可能な開発は，国際舞台においてCOP3，COP4へと，より具体的な目標設定へとその実施計画（アクション・プラン）としてかたちづくられつつある．持続可能な開発の根幹をなす概念は，地球的視点での価値である．しかし，ここでも南北問題が露呈し，開発途上国を巻き込んだ，より具体的な行動実施計画までは合意を得ていない．青柳(1998)[15]は，先進国の環境に対する価値観と環境保全行動を分析し，その国際比較を通じて，経済発展と環境破壊が関連することを共通して認識していることを示している．また国ごとの因子得点の分布では，西ドイツや日本は，環境悲観主義であり，科学技術・経済中心主義の得点が(－)となっており，一方オランダ・アメリカ合衆国は，科学技術・経済中心主義の得点が（＋）であり，環境楽観主義である．また，日本は人間特例主義かつダーウィン主義の突出した国家であるが，欧米では人間特例主義の得点は(－)となっている．開発途上国の先駆集団である東南アジア諸国も，アジア通貨危機を発端に，国内景気の低迷から，環境保全という価値よりも開発による豊かさをより一層欲する姿勢へと変えつつある．

Lovelock(1984)[16]は状況が悪化した際のGAIAは，好ましからざるすう勢に対してわずかの警戒信号しか出さない，事態が判明してから手を打っても，改善効果があらわれるまでは緩やかであり，慣性にひきずられて事態はさらに悪化すると述べている．このように因果連鎖の影響が長期に渡ってからあらわれる環境問題は，当面の課題解決や政治的問題に隠れて後回しにされる．持続可能な開発は，正にこの時間的空間的に大きなスケールで認識し，途中のモニタリング結果と予測から，事前にとれるべき行動を計画し，実施することであるのだが，未だ世界共通の認識と価値を付与されてはいない．

短期間のうちに多数の人命が失われるような危機は，その対処において行動計画が優先されるのだが，環境問題のように長期に渡る危機はリスク管理として優先順位が低いことも，未だ世界共通の認識と価値を付与されてはいないことの原因にある．盛岡(1997)[17]は地域における環境リスク管理の体系として，地域ごとの規制的方法，経済的手法，誘導的，自発的手法，事業的手法の４種の効果を述べているが，局所的な対応と全体の関係を理解することが非常に難しいのが，環境問題であり，持続可能な開発である．

(2)持続可能な地域開発ゲーミング・シミュレーションにおける「開発と環境」の定義

すべての地域開発にあてはまる解がないように，全ての持続可能な開発に共通する答えはないが，持続可能な地域開発ゲーミング・シミュレーションを開発するための設計要件の議論から，図1に示すように，持続可能な開発の目的を人類の生活の質(Q)を最適化することと定義した．人類の生活の質を左右する２大要因が，アメニティと消費で

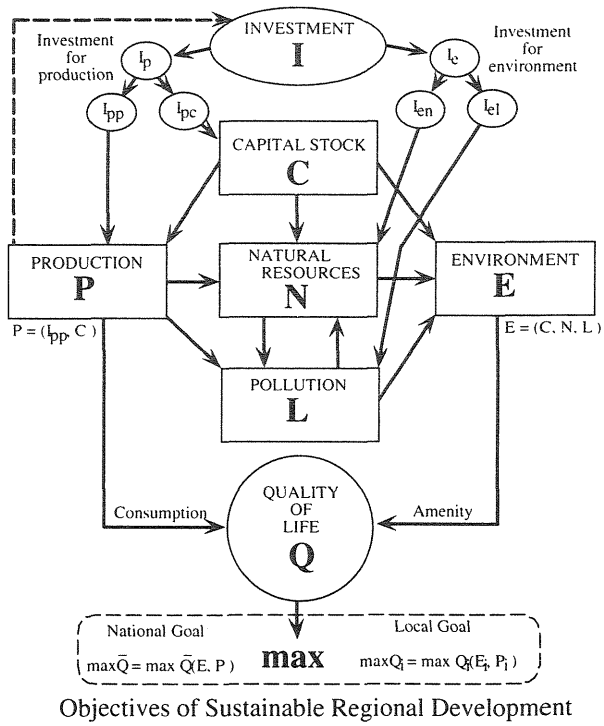

図１　持続可能な開発の目的と構図

ある．アメニティは，環境の状態により決定されるが，環境の状態は，様々な経済活動，社会活動によって決定される．一方の消費は，生産に大きく作用されると定義した．

更に，人類が計画を通じて，持続可能な開発に関して，開発計画の枠組みの中に関わる４つの次元で，制御しうる要因を次に定義することする．

Ⅰ．省資源・省エネルギー型開発

経済成長を保つためには，社会基盤整備やエネルギー開発に対する設備投資を適切に行わなければならない．これを誤ると経済成長は低下する．しかし，持続可能な開発のためには，省資源・省エネルギー型開発あるいは環境負荷の小さい代替エネルギー開発が望まれる．省資源・省エネルギー型開発とは，単位活動別エネルギー消費量の最小化のこと．エネルギー消費量が小さいということは，エネルギー開発が小さくてすみ，結局は自然破壊や汚染が小さくなるという考え方を内包するものと定義する．

Ⅱ．適正開発速度の維持

環境負荷量の時間軸上の問題である．人工排出物は，一定の速度を持つ自然の回復力（浄化・希釈・分解・還元などを示す）によって処理されるが，自然の回復力を操作するのではなくて，排出や破壊の速度を制御しようという考え方．すなわち，汚染や自然破壊と自然の自己回復力・修復力のバランスをとることである．開発の速度が早いということは，自然の回復が追いつけず，速度が遅ければ自然が回復しつつ，保全されたまま，経済が成長することである．急速な成長により，一旦破壊された環境の回復には大きな投資が必要となり，ゆるやかな成長の場合には，環境投資が少なくてすむ関係を取り入れるものと定義する．

Ⅲ．集中的な開発の排除

環境負荷量の空間上の配分の問題ともいえるが，開発による環境破壊が特定の空間に集中するのを避け，分散させることで，自然の回復力を活かしながら開発を進める考え方である．大都市のみに集中的な投資を行うことは，経済的な効率や効果からは意味があったとしても，環境負荷と破壊が大きいだけでなく，低所得水準，大きな所得格差，就業機会の格差等，開発途上国における農村部からの人口移動と集中，スラムの発生・土地の不法占拠による利用に伴う違法開発等を引き起こす．開発を地方分散し，就業機会を高め，国家全体の所得水準を引き上げる関係を内包するものと定義する．

Ⅳ．開発総量の適切な抑制

設定した開発容量内で，適切な海外資本導入を促進し，適切な海外援助，借款を導入して開発を行う．設定した開発容量とは，基本的に地方政府が定める地域開発の枠組みであるが，考え方としては，都市域を定めて，その中で再開発や高度利用を図り，コンパクトな都市開発をめざすか，周辺へ都市を拡大させながら開発を進めるかを決断することである．このことは特に，都市の周辺環境に影響を与えるものと定義する．

（３）PANGAEA開発の目的と経緯

開発途上国の地域開発プランナーの人材育成を主務とする国連地域開発センター（United Nations Centre for Regional Development: UNCRD）において，開発途上国の持続可能な開発を実現するための要件を網羅した研修用教材「地域開発計画ゲーミング・シミュレーション」の開発を行うこととなった（梶(1984)[18]）．このゲーミング・シュミレーションは平和時における民主主義，自由主義経済体制を前提とし，外交と軍備を捨象し、社会・経済を抽象化している．

その上で持続可能な開発において，開発と環境のバランスを取りつつ国家や地域の成長を達成するために，ある計画制度のもとで計画を立案し実行した結果を検討することによって，第一に計画目標を設定し，それを政策（プロジェクト）へとブレークダウンすることで合理的な計画立案プロセスを学習し，第二に意思決定制度（計画制度）の違いによる計画の差を体験し，第三に社会という複雑なシステムをどう制御するかを学習することが可能になるようなゲーミング・シミュレーションを目的とした．

このゲーミング・シミュレーションは，国家や地域，都市，農村の開発を立案し担当する実務家，専門家を対象にした．また，このようなプランナーが，持続可能な開発の複雑な因果関係とその作用を学習しうる専門的なゲーミング・シミュレーションとして開発することを想定した．

このゲーミング・シミュレーションは，地球環境問題を地球規模の視座で扱うため，地球創成期に現れた最初の大陸の名称から“PANGAEA（パンゲア）”と名付けられた．PANGAEAは，PAN-GAEA，PANは，Wholeすなわち全体であり，GAEAは，GAIAの原形，地球である．このように，PANGAEAには一つの地球という意味が込められており，そこには一国の開発計画を対象としていながらも地球全体を念頭に計画を立案してほしいという〝Think globally, act locally〟のメッセージが込められている．

ゲーミング・シミュレーションPANGAEA（以下：PANGAEA）は，開発途上国の地域開発の計画家の研修のため，相当な長期間にわたる国づくりを想定し，計画を立案するゲーミングを通じて，開発推進と環境保全の相互均衡を保ちつつ，持続可能な国づくりを通じて，あらゆる意味で国が発展することを体現し，学習し得ることを目的としている．

(4)PANGAEAの機能要件

PANGAEAを開発するにあたり，機能要件と設計要件の議論から持続可能な開発の制御を可能とするための２つの要因を設定した．

先述のように，第１の制御要因は持続可能な開発における開発と環境の定義から，開発計画の枠組みに関わる４つの次元で，ゲーミング参加者がこれを直接決定するものとした．第１が，省資源・省エネルギー型開発．次が，適正開発速度の維持．第３が集中的な開発の排除，最後が，開発総量の適切な抑制である．

第２の制御要因は意思決定に関わる組織・制度上の構成である．計画・投資上の権限およびその構造を検討することは，計画・投資を決定していく組織・制度上の違いを検討することである．この組織・制度上の差異，持続可能な開発にとって重要なのではないかという議論がPANGAEAの基本設計に反映されている．

開発途上国の中には，未だに国家の経済的な成長を重視し，計画・投資上の権力を開発独裁と呼ばれる制度的構造で運用している国家もある．しかし持続可能な開発とは地域資源の開発と保全の均衡をいかに保持するかであり，そのための地域密着型地方行政の役割が重要かつ期待されるのである．

一般的には開発途上国を対象とする研修の場合には特定の国の民族・宗教・政治を比較・評価することは避けねばならないが，参加者がゲーミングによって持続可能な開発を経験するからには，ややもすれば内政干渉となりかねない政治的な意味を持つ組織・制度上の違いもゲーミングで設定する必要があると判断した．PANGAEAでは，計画・投資の意思決定システムを組織・制度上の違いとしてあえてゲーミングに適用し，参加者にこのシステム上の違いが持続可能な開発にもたらす影響を体験できる機会を設けることとした．

3.　プランナー研修に折り込む計画情報と情報空間

(1)プランニングにおける計画情報処理

先述の，計画はヒトの最大最強の機能であることは，プランニングが地域や文化の区別を超えて共有され得るメタ言語であることを示唆している．プランニングにおける共通性は，どのような表現系や言語を用いようとも将来の行動体系という情報を現時点の複数脳によって扱う情報処理にある．

しかし，プランニングにおける計画という情報処理は，計画の固有性によって大きく作用される．熊田（1984）[19]によれば，計画の固有性を決定するのはその特性を規定する要因の多様性である．この要因群は次の３つの特性に区分される．

第１に計画を需要し，それを算出し，利用する環境（計画環境）である．計画環境の特性は，計画の対象社会をとりまく対外環境，）計画の過程を支える制度の構造，計画の主体とその対象となる社会の関係，計画にかかわる資源と技術の水準，対象社会の歴史と文化の特質である．すなわち計画環境とはプランナーがそのために働き，計画の対象とする地域社会である．

第２に計画を策定し，実施し，評価する過程がある．これが計画過程であり，計画過程の特性は，計画主体である組織の性格と構造，計画主体の決定権限と責任範囲，計画の策定・実施・評価の資源配分，計画の関連情報の処理技術と流通範囲，計画過程に関する人間の相互関係である．計画過程はプランナーがその専門技術を活用し，行動指令情報体系である計画を産出し，利用し，その効果を評価する仕事の場である．

第３に計画の機能と効果を決定する情報の作用である．これが計画作用であり，計画作用の特性は，計画が直接作用する行動の階層位置，計画に記述される情報の内容と形式，計画の作用対象と発現時期，計画の作用を受ける行動の種類と時間，計画の被作用主体の行動特性と相互関係である．計画作用とはプランナーの創造品としての計画を構成する情報が計画の対象に果たす機能である．

このように，プランニングにおける情報処理をプランナー教育のゲーミング・シミュレーションに設定するためには，次の３点が重要になる．

第１に，計画の対象とする地域社会，すなわち計画環境をどう設定するのか．第２に，計画の効果を評価する仕事の場，すなわち計画過程をどう設定し，設計するのか．第３に，計画を構成する情報が計画の対象に果たす機能，すなわち計画作用をどう設定し，構成するのかを考慮することとなる．

これらをふまえ，計画立案・意思決定，計画の実施，計画の評価といった一連の計画プロセスを，抽象化し，役割とプロセスに応じた衝突・葛藤を設定し，その解決策として交渉をゲーミングに内包して設計することが必要になる．このためには，ゲームのルールと，実際の計画プロセスとの間に違和感ないように，計画立案の機構と制度，またその中での意思決定過程を設計しなければならない．

(2)プランニング・プロセスと計画次元

計画の共通性とは別に，計画の固有性を決定する３つの要因群を示したが，計画をプロセスの視点で見ると，また別の見方ができる．一般的には，計画プロセスは，計画策定，計画実施，計画評価のこの３段階であるとする考え方が一般的である．また，この３段階をより詳細に区分した

ものが，計画対象分析，計画目標設定，計画行動代替案構築，計画代替案事前評価，交渉による計画代替案からの選択と修正(意思決定)，計画にもとづく行動開始と途中経過の観察と評価そして計画の修正，計画にもとづく行動の終了と結果確認，計画の事後評価と目標達成の確認，という一連の流れとなる．

しかし，計画の情報処理という観点から，計画プロセスを新たなゲーミング・シミュレーションとして設計する場合には，抽象化が異なることとなる．なぜならば，計画という情報の処理プロセスを，計画という情報の次元で考えることになるからである．最近では認知科学やセマンティックス分野で，情報の意味・内容を取り扱うようになってきているが，一般的にサイバネティックス，特に情報理論では，情報は量で扱い，情報の意味・内容は問わないことで発展してきた．

確かに，将来のある時点における計画主体の行動の自由を量的にあらわすことは非常に難しく，しかも計画が取り扱う情報には，現在存在しない情報の意味・内容を取り扱うことも含まれている．これは，目標はアメリカ合衆国大統領によって付与されたとはいえ，NASAが人類を月まで届けて地球に戻すという計画を一元的に立案し，新技術開発までをも実施した例からも示されている．つまり，計画とは，目標の価値と価値にもとづく複数脳の動かし方に他ならないが，これは扱いにくいので，どう組織をデザインするかという問題に置き換えて処理を行っているだけのことである．未だ単数脳でも創発性や創造性が明確に定義できないのに，複数脳の将来の創発性や創造性までをも取り扱うのが計画の情報処理である．

では，どのように計画プロセスの情報処理を扱って抽象化するのが適切なのだろうか．

ゲーミング・シミュレーションは，対象とするシステムを人間が参加してシミュレートするシミュレータであることを先に述べた．人間が参加するシミュレータを設計することは，抽象化できうる本質的部分と，人間が処理し，発想の飛躍や創造性といった，現時点の科学では抽象化し得ない部分とを，適切に切り分けてゲーミング・モデルを構築することに他ならない．適切に切り分けられたゲーミング・モデルを構築するには，計画プロセスの情報処理のうち，適切に把握，抽象化でき得る可観測な指標をさがすことになる．これが計画次元である．新たなゲーミング・シミュレーションを開発するにあたっては，この考え方にもとづいて計画プロセスの情報処理を計画次元から考えることとした．

対象とする社会や世界は，有限ではあるが多数の情報から構成されている．ただし，これらの情報は人間が認識したときに始めて，脳の思考対象にあがってくるものである．様々な研究では，帰納法にしろ，演繹法にせよ，対象情報の特性を適切にあらわす概念の定義と，適切な尺度，そして尺度にもとづいた観測と分析，評価が統合されて，あらたな情報が発見されていく．計画も同様に，対象の観察から十分な意味内容を取り出すことから始まる．そこで，多数の情報から社会や世界の現状を認識することになる．このような次元をD_{t-1}(wld)とおく（tは便宜上離散時間とする)．

その上で，計画の目標を設定することになるが，計画目標の設定は，現有情報によっても作用されるが，基本的には計画主体の自由を拡大するためであり，これは価値をどう設定するかによって大きく左右される．計画情報の次元としては，現況認識の次元とは異なった情報次元である．これをD_{t-1}(tgt)とする．

さらに，計画目標の設定は，具体的な社会や世界に，手を突っ込んで操作し得る，政策，個別プロジェクト計画の次元へと変換されてゆく．いわば計画目標が政策次元D_{t-1}(prj)へと次元変換をされることになる．

また，政策次元は，１）実施の時間や２）必要経費，政策同士間での相互比較による価値の３）ウェイト付け，つまり，優先順位付けがおこなわれる．この時点で，計画主体が取り扱う情報の次元は，基本的に３次元となる．

一方，合意形成と意思決定は，相互に深く依存しあっているため，価値付けを行うという点で，同じプロセスとして扱うものとする．計画プロセスにおいて合意形成と意思決定を現況情報D_{t-1}(wld)のまま行う社会（組織）はありえないからである．一般的には情報の次元を変換して，複数脳で判断しやすい情報次元で判断する．そこで，ここでは時間を区切るという前提に時間の次元が用いられ，優先順位の次元を操作対象に置き，結果，費用の次元が確認されて，計画情報D_t(pln)として出力される．

各ゲーミング参加者は，この計画情報D_t(pln)を受け取り，各自の役割とルールにもとづいた空間で，情報次元を政策次元D_t(prj)へと復元（変換）し，政策の修正・補正を行って，計画を実施する．

計画を実施するということは，元の社会や世界に，政策や事業という手を突っ込んで，機能を更新したり，形態を変容させることである．これによって変化した社会・世界を観察することによって得られる情報がD_t(wld)であり，計画実施の事前と事後の変化の差 $\{D_{t-1}(wld) - D_t(wld)\}$ が計画の事後評価になる．

計画情報の次元は，

$D_{t-1}(wld) > D_{t-1}(prj) > D_t(pln)=3 < D_t(prj) < D_t(wld)$

となり，計画プロセスに従って，計画情報の次元を落としてゆき，３つの次元で操作され，また，次元を復元させてゆくことになる．

(3)計画制度と計画機構

持続可能な開発を体験する新たなゲーミング・シミュレーションを開発するにあたっては，計画主体をどのように設計するかが抽象化の大きな要素を占める．また，計画主体には計画権限と計画組織・機構が役割を設定する上で重要になってくる．

また，どのような計画機構であっても，民主主義国家の場合には，基本的には中央政府または連邦政府の計画権限，地方政府としての州や県，府，郡レベルと都市，連合都市，農村，地域や地区レベルによって計画権限が付与されている．また，計画機構が計画権限によって産み出される計画を審議し，意思決定する機構として計画機構の階層ごとに議会が設置されている．さらには，住民，NGOやNPOの参加も含めて広義の意味では計画機構の計画主体を指すのが近年の傾向である．

持続可能な開発では，環境・開発に関わる計画権限と計画組織から検討することになる．環境・開発に関わる各政策については，階層化された計画主体としてのプレーヤーを置くのだが，計画権限の階層性をどのように設計するかが大きな問題となってくる．持続可能な開発にとっては，どのような計画権限の振り分けと計画組織・機構が望ましいかがわかっていない状況では，新たなゲーミング・シミュレーションを設計し得ないため，これをゲーミングに組み込むことが必要であると判断した．

そこで，計画機構の階層構造という観点から，中央集権と地方分権構造を一軸に，もう一軸に環境・開発に関わる計画権限の観点から，環境・開発政策が別組織に分離されているケースと，されていないケース，つまり，環境計画と開発計画が別機構で振り分けられているケースと，別の分類で計画権限がくくられており，環境・開発に関わる計画がその中で両方を扱うタイプの機構とで考えたものが，図2である．ケース１は，中央集権型で，環境計画と開発計画が別機構で構成されているタイプである．ケース２は，中央集権型で，環境・開発に関わる計画がその中で両方を扱うタイプの機構で構成されているタイプである．ケース３は，地方分権型で，環境計画と開発計画の立案が地方政府を中心に計画権限として付与されているタイプである．

新たなゲーミングの役割の上で，計画機構上の構造は中央政府と地方政府を設定し，これに議会または市民団体を想定するものとした．

次に計画権限の抽象化である．プレーヤーの状況分析に基づく発意と財政制約のもと相互調整のプロセスを経て，政策値すなわち投資額が定められる．政策には第１に中央政府が単独で決定できるもの，第２に地方政府が単独で決定できるもの，第３に地方政府からの要求を精査し，中央政府が政策値を決定し，そのうちの一定分を補助金として地方政府に与え，見合うだけの残額を地方政府の財政より支出して初めて政策値が政策投入値となるものの３種類を想定することとした．政策の中には，海外からの援助または借款（ローン）が認められているものも必要と考えた．

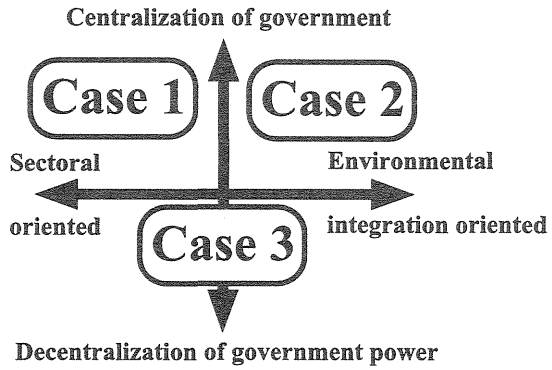

図２　計画機構と計画制度

(4)プランナー研修に必要な情報空間

プランナー研修に必要な学習の場は，専門的なプランナーの自己育成を支援する知的なガイドラインを示し，計画作業のための有効な方法論を各自が創出する自覚を形成する場となる目的で設置することが必要である．既成の計画知識の強制移植を行うことを目的とする場ではない．理論・方法論とその応用の技術の事例をゲーミングを通じて提供するのが目的である．

新たなゲーミング・シミュレーションでは，既知の専門家を前提として，知識ベースの更新，方法論や計画パラダイムの獲得，計画という情報処理の作業スタイルの確認と創出を刺激し，ゲーミングルールの説明と支援する基礎知識を若干提供する講義を先に行い，計画にかかわる役割が異なるプレーヤー（プランナー）が役割を演ずるロールプレイングからの学習機会を与え，プレーヤー全体のグループ活動により作業体験を積める情報空間を想定した．この情報空間には，計画の技と知を散りばめるものとした．計画の技とは，計画の情報・機構・過程であり，計画の知とは，計画の倫理・技術・方法である．

計画活動の基礎を支える知識の集合をプランナーはそれぞれに固有の認識モデルで秩序を保って有しており，この知識の体系はプランナーの手作りの知識ベースと呼ぶことができる．知識ベースに記録される要素情報は，計画の環境，過程，作用に関する要因の特性に言及する情報と要因間の相互関係に言及する情報である．これらの知識要素の発見と再編を行う活動が計画の科学である．計画の科学は，知識要素集合を標準的に体系づけはするが，個別の計画活動に有用な体系づけはプランナーがその活動経験にも

とづいて固有に形成する認識モデルによる．科学は知識集合を産出するが，その活用を組み立てるのは目的を持つ「技術」である．プランナー研修の目的は自己に固有の知識ベースの創造と更新である．

また，プランナーは自己に固有の形式でその活動を組み立てる方法となる行動モデルを有し，さらに，自己の固有の行動価値（規範モデル）にもとづいて行動モデルを発現する．行動モデルは専門家としての活動経験に依存するが，規範モデルは，個人の人生体験，知人のネットワーク，その人格を形成するのに寄与した文化によって形成される．プランナーの有する行動モデルと規範モデルの対はきわめて固有性の高いものであるが，それはプランナーが働く社会で広範囲に受容されるものでなければ，専門家として活動することはできない．広範囲に受容される行動モデルと規範モデルがペアとなった集合は，計画活動の主な方法である．しかし，社会変動に適応するための技術が計画技術なのだから，適応のために既成の方法やパラダイムから離れ，新しいパラダイムを創造することも射程におくべきであろう．つまり，自己に固有のパラダイムの確立がプランナー研修の第２の目的である．

最後に，計画活動の方法やパラダイムはそのまま直接に作業に発現することはない．プランナーを直接に取り囲む環境は，第１に作業において接触する対人関係，第２に作業を支配する規則や習慣などのルール，第３に作業を行う空間，設備などの物的装置の３つに分類できる．方法やパラダイムはこれらの制約と相互作用して，具体的かつ可観測な計画作業として発現する．この発現した計画作業はプランナーに固有のパターンを示すが故に，これを作業スタイルと呼ぶ．知的存在であるプランナーは，社会変動に適応して，自己の生存のための環境の再編に責任を持たねばならないことがプランナー研修の第３の目的である．

新たなゲーミングでは，これらの視点を内包するものとしてデザインされることになる．

4．PANGAEAの特徴と学習効果

（１）PANGAEAの概要

Pangaea国は東南アジアに位置する面積約13万km²の島国で，世界大戦後の独立からちょうど30年目を迎えた人口１億１千万人の開発途上国である．政権もようやく安定しカントリーリスクの格付けも向上して，先進国からの開発援助や借款が大きく始動するところで，政府も本格的な経済成長へ向けて独立後初めて「長期総合地域開発計画」を策定しようとしている状況を想定した．

PANGAEAは，ゲーミング参加者のロール・プレイングにより「与えられた役割に応じた状況分析のもとに，持続可能な長期的目標を設定し具体的な政策値へとブレーク・ダウンするという，計画原案の策定において意思決定を行う一人学習ゲーミング」と「個別の計画目標を調整し，それに従い資源を配分していく多主体交渉ゲーミング」という２つの特徴を持ち，コンピュータ・シミュレーションによる「地域開発計画の社会・経済的および環境の影響予測」と連動させたマン・マシンシステムである．またPANGAEAも，ゲーミング・モデルとシミュレーション・モデルの２つから構成されている．

PANGAEAの開発目的は，地域計画策定の技術的訓練にとどまらず，参加者自らが設定した目標に基づき提案した計画が，地域社会にどのような波及を与えるのか，開発と環境の関係とはいかなるものなのか，計画の効果的立案のためには異なった部門間の計画の補完と協調が如何に大切か，合意形成のために各自が如何に自分の計画論拠を明確化すべきかなど，個別計画の統合に不可欠な知識を，ゲーミング・シミュレーションへの参加・実行を通じて自ずと体得してもらうことにある．

また，図3のようにPANGAEAは，参加者が20年間の到達目標を設定し，１期10年を１ラウンドとして５年毎の「長期総合地域開発」の計画立案プロセスと計画実行をモデル化して組み立てられており，コンピュータ・シミュレーションは，交渉ゲーミングによって確定された10年分５年ごとの計画を入力値とし，シミュレーター内部において５分割された単年度計画の政策値を外生変数として，モデルに入力し，それがもたらす生産・消費など，民間の活動への影響，その他地域社会に現われる様々な社会・経済的な変化と環境の変化を出力する．出力結果は，プレーヤーにフィードバックされ，立案した計画の反省と評価及び，既に立案されている残りの10年間の計画を再考するためのデータとして用いられるとともに，次の期におけるシミュレーションの出発変数として用いられる．以上のように２回の政策変数投入の交渉ゲーミングを経て，長期目標年度（20年）が終了した後，結果を総括し，各プレーヤーの目標達成度，計画立案能力，ゲーミング進行中の役割の理解度，ゲーミング中の態度の評価などからプレーヤーのパフォーマンスを評価する．

PANGAEAは，記述がすべて英語であるが，英語に馴染みのある専門家が参加する場合でも，このゲーミングを遂行するのに通常５・６日が見込まれる．また，日本の大学学部のプランニング・スクールの場合では，専門用語と英語の学習に加え，より一層の事前学習が必要なこと．また，ゲームと併設して個々の計画知識や計画技術の補足講義が必要になる．さらには十分なデブリーフィングが必要とされることもあり，このゲーミングを遂行するのに，週１回の参加で通常約５ヶ月が見込まれる．

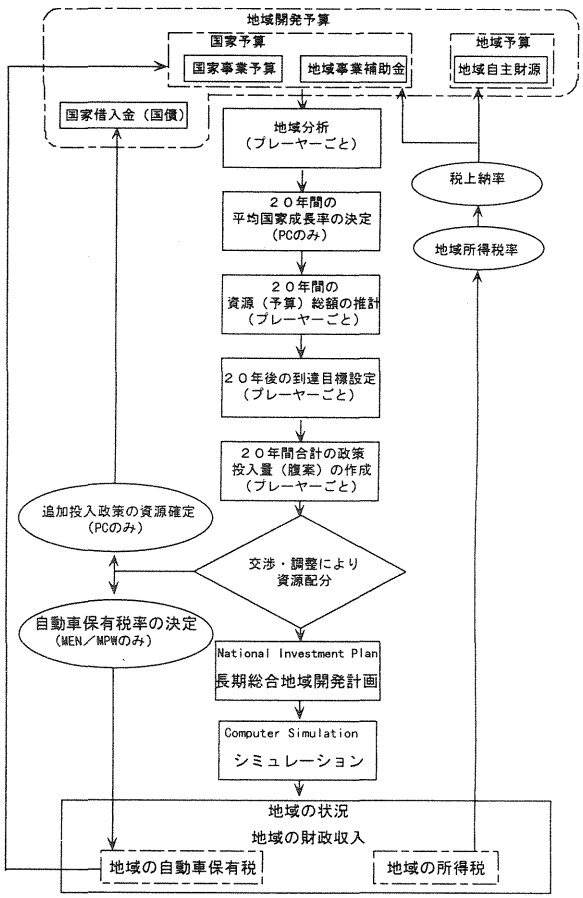

図３　ゲーミングの基本手順

(2)ゲーミング・モデルの特徴

PANGAEAでは，持続可能な開発を制御可能とするための２つの要因が設定されている．第１の制御要因は，開発計画の枠組みの中に関わる４つの次元で，１）省資源・省エネルギー型開発，２）適正開発速度の維持，３）集中的な開発の排除，４）開発総量の適切な抑制，であり，ゲーミング参加者にこれを直接決定させている．

また，第２の制御要因は意思決定に関わる組織・制度上の構成であり，参加グループを選択する際に，この組織・制度が決定される．これは，次の３つのケースが用意されており，（ケース１）開発計画・環境計画立案機構独立型，中央集権構造，（ケース２）開発計画・環境計画立案機構分散型，中央集権構造，（ケース３）地方分権構造，の中から１つを選択するようになっている．この３つの計画・投資上の権限および，その構造の差異は，計画・投資を決定してゆく組織・制度上の差異から派生し，持続可能な開発の実施に結果的に差をもたらすとの認識が反映されている．このため，Pangaea国では，地域開発を中央政府による国家政策（国家事業）と地方政府による地域政策（地域事業），地域開発の資源を税と借款に想定して，長期公共投資計画を策定するように設計されている．

PANGAEAの計画主体をモデル化するにあたり，計画主体を中央政府と地方政府から構成される政府構造にすることを主眼においた．更には持続可能な開発では市民参加が大きな構成要素となることも指摘されているためゲーミングルールの上で，正当化の意思決定を議会ではなく，ゲーミングの役割上，市民団体を加えるものとした．なぜならば，政府と議会の葛藤をゲーミングにデザインすることはプレーヤー数を増加させるため，更にプロセスが複雑になること，また中央集権と地方分権との間に議会がもたらす影響を捨象したとしても，持続可能な開発のプランニングに大きな影響を及ぼさないと考えたからである．

図４に示すように，中央政府には，国税・財政予測・借款など長期的な財政バランスを統括する「計画・投資審議会（Planning Commissioner: PC）」のほか，役割に応じた政策値を統括する２つの政策官庁（ケース１及び３では「開発・社会基盤省（Ministry of Development and Infrastructure: MDI）」と「環境・天然資源省（Ministry of Environment and Natural resources: MEN）」，ケース２では「農業・産業省（Ministry of Industry and Agriculture: MIA）」と「公共事業省（Ministry of Public Works: MPW）」がある．

中央政府の３者の中では，国家財政の意思決定権を握るPCの権限が強いが，PCは直接政策値の意思決定はできない．残る２つのプレーヤーは，予算獲得の際に対立的な立場となるが，両者のバランスの中に持続可能な開発を実現させる意図が組み込まれているのがケース１であり，バランスのとり方のオプションとして，一切の開発政策対環境政策の調整ルールが示されないケース1aと，始めから考慮すべき開発政策と環境政策の組み合わせが調整ルールとして提示されているケース1bの２つがある．ケース２では，両者の役割の中に始めから開発と環境政策が折り込まれており，予算獲得の際の対立的な関係とは関わりなく中央政府内の２つの政策官庁ごとの役割のなかで持続可能な開発を実現させることが可能になっている．さらにケース３では地方政府側に財政権限を大きく持たせることで，小さい中央政府を押し進め，地域内で開発と環境政策に配慮しながら持続可能な開発を実現させる仕組みを設定している．

一方地方政府は行政区割に基づいて分けられており，計画権限上は同列である．第１地域『Perlas』は国家の首都であり，東京都と同様に県レベルの地方政府である「国家首都圏特別行政府（Metropolitan Government: MG）」が都市部と郊外部の両方『Silangan city』を管轄している．第２～４地域『Rampal, Gandaria, Silao』はこの地域の「地域行政府（Regional Government: RG2～RG4）」が管轄するが，各地域首都『Araya, Upakarta, Isagani city』のみは「地域首都行政府（Regional Capital city Government: MC2～MC 4）」が直轄している．

市民団体は各地域ごとにあり，公聴会において地方政府に対し所得税率や地域政策の優先順位に関して意見を述べられる．またゲーミングの進行に伴う観察結果をもとに中央政府と地方政府の支持度合を投票することで支持率が公表され，中央及び地方政府の各プレーヤーは意思決定の際の論拠を世論から得ることが可能になる．

PANGAEAの計画立案交渉としてのゲーミング・モデルにおいて中央集権か地方分権かを規定するパラメーターとして，所得税のシステム及び補助金制度に特徴がある．日本の場合，中央対地方の割合が，税収で約２対１に対して支出では１対２の中央集権構造でとなっている。

所得税は，地方政府が地域ごとに税率を定め課税した後PCの定める上納率に従って国庫に収められる．従って上納率を定めるにあたっての20年間の経済成長率の平均目標の設定と上納率を巡る地方政府との駆け引きのなかに，各プレーヤーの計画論拠があらわれ，中央集権または地方分権を規定するパラメーターとして作用する．

一方補助金とはもともと地方政府が想定している政策投入値のコストのうちの一部を地方政府からの政策投入の要請に基づき中央政府の予算から補助するものなので，補助金がついた地方政府は，その補助金に見合うだけの同量の政策値に，自己財源から予算を充当せねば，その政策はシミュレーターには反映されないようになっている．PANGAEAでは，中央集権の場合（ケース１・２）中央政府対地方政府が５割ずつを負担し，地方分権の場合（ケース３）では，中央政府が25％を負担するが地方政府は中央政府が負担する政策投入値の75％をまかなわねばならない仕組みを設けた．

(3)シミュレーション・モデルの特徴

PANGAEAにおけるシミュレーションとゲーミングの関係は，ゲーミングによって決定された10年分の単年度計画の政策値を外生変数として，コンピュータ・シミュレーションに入力し，それがもたらす生産・消費など，民間の活動への影響や，地域社会に現われる様々な社会的・経済的な変化とそれに伴う環境の変化を出力する．出力結果はプレーヤーにフィードバックされ，立案した計画の反省と評価，及び既に立案されている次期10年間の計画を再考するためのデータとして用いられ，次期シミュレーションの与件として用いられる．

PANGAEAにおけるコンピューター・シミュレーション・モデルは社会・経済・環境の地域システムの多重因果

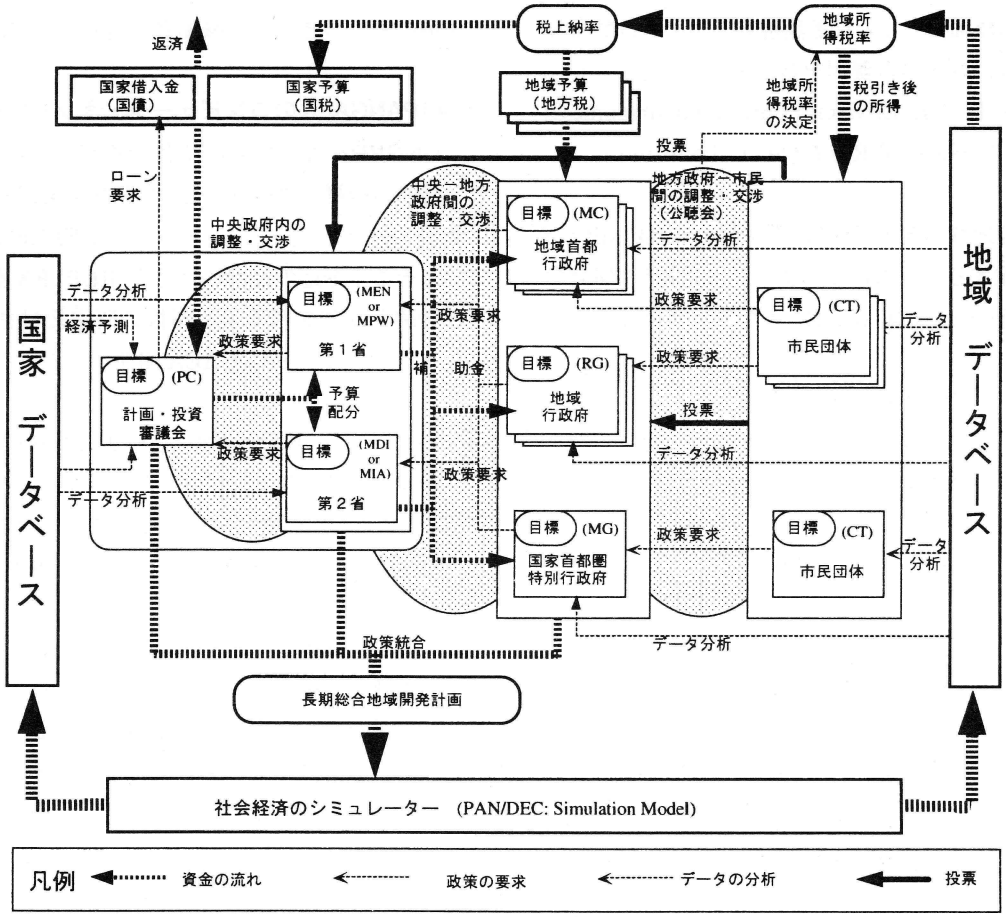

図４　PANGAEAのプレーヤーの役割と相互作用の構造

構造をシステム・ダイナミックス・モデルとして記述されている．基本モデルはSTELLAによりプログラムされたのち，VISUAL BASIC 4に移植され，PAN/DECS model (PANgaea / Development and Environment dynamiCS model)と称する改良モデルが用いられている．このPAN/DECS modelは2, 900行にもなる大規模なもののため本稿での詳細説明は割愛するが，図5のように10のセクターから構成されている．インドネシアの1980年のデータを初期値として入力し，10年間の計算結果を1990年のデータと比較し，人口，産業等の約20指標について一致度を検討し，妥当性を確認して開発されている．開発と環境の政策値を投入すると，このシミュレーターは毎年の国家，地域，都市の計算結果を出力する．土地利用では，開発と環境の関係が端的にあらわれるようになっている．

また，開発途上国の持続可能な地域開発の目的をPANGAEAでは，「生活の質（Quality of Life)」として設定している．先に図1に示したように，これは第1に，「経済的な成長　→　所得の向上」という関係と第2に環境の維持・向上の両方の意味を含むものとして，

{ Q = Q(P, E) | Q: Quality of Life, P: Production / Income level, E: Environment }

と定義した．

一方，環境指標には，1）資源環境要因，2）自然環境要因，3）公害，の3つの要因を含むものとして，

{ E = E(C, N, L) | E: Environmental measurment, C: Capital Stock, N: Natural Resource, L: Pollution }

と定義している．

開発途上国の地域開発の目的は，「生活の質(Quality of Life)」を最大化することなので，従って，地域iの開発の目的は，max Qi = max Qi (Pi, Ei)となる．(但しi∈I (I: 全国) となる.)

つまり，「生活の質（Quality of Life)」を最大化する計画をゲーミングでは立案することになる．このために開発途上国の持続可能な地域開発の目的を達成するための計画で必要な要件は，「誰が(これは自明としても)，いつ，何を（対象)，どのように，どれだけ制御するか.」ということになる．

持続可能な地域開発における制御(可能)要因は，1)効率(Efficiency)，つまり開発における省資源･省エネルギーを高めること，2）分散（Disribution)，つまり空間上の配分を通じて開発負荷（環境負荷･公害）の集中排除，3）速度（Pace)，つまり自然回復力・浄化能力を活かす開発速度を保つこと，4）開発容量（Carrying Capacity)，つまり開発容量の中で，最適な開発投資を行うこと，の4つであり，これをゲーミングを通じてシミュレーションに政策投入値すると，シミュレーターがプログラムされた因果

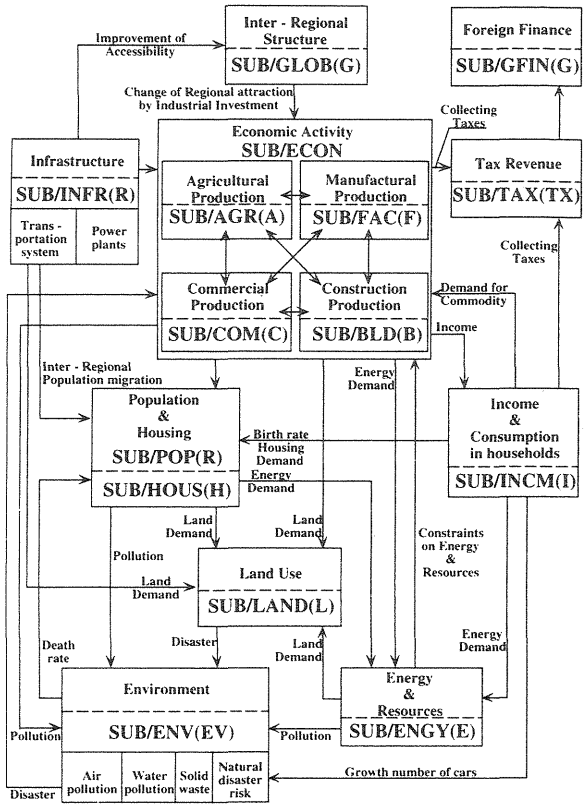

図5　PAN / DECS model の構造

連鎖にもとづき出力を参加者に返すことになる．

(4)PANGAEAのコンピュータ・ネットワークシステム

UNCRDでは，1984年以来，開発途上国の計画官らの総合研修の最終プログラムとして地域開発計画をテーマとするゲーミング・シミュレーションREPLEXを実施してきた．そこで今迄の長期にわたるREPLEX運用から得られた経験と反省を踏まえ，新規の研修教材を開発するプロジェクトとしてPANGAEA開発プロジェクトはスタートした．

1994年は設計要件の検討と基本設計を行った．

1995年には，基本設計をもとに，インドネシアのジャワ島を想定し，現地での一ヶ月間に渡る調査を踏まえて，ベースとなるデータを収集し，プロトタイプPANGAEA ver. 1の開発をマッキントッシュ上にて行った．対象地域のデータを操作する部分および各プレーヤーが入力する政策の変数は，表（フォーム）を用いて互いにリンクするように表計算ソフトウェア（MS Excel 5.0）を用いて原案を作成し，入力値が交渉を経て確定した後コンピュータ・シミュレーションにより計算を実行する．尚この部分についてはシステム・ダイナミックス・モデル用ソフトウェア(STELLA II 3.0.4)を用いて開発を行った．これは，1995年の12月にフィリピン大学交通研究所における国際研修に於いて実施された．

1996年は，ver. 1を元に，全般的なゲーミング・フレームの改変とシミュレーターの構造改編を図り，しかも，大規模な参加者にも対応可能とするために，参加者が一同に会するLANにおいて，イントラネット上での実装を目指し，PANGAEA ver. 2として開発された．これは1ケース当たりネットワーク・サーバー（Windows NT 3.51 SERVER, MS Access 95, NetScape Communication Server）1台ならびにTCP/IP接続されたクライアント14台を用いる．PANGAEA ver. 2は，サーバー／クライアント型のネットワークを前提にインターネット技術を用いてイントラネット上で対応できるように実装した．

複雑な情報の相互作用と相互に影響しあった意思決定から織りなされる計画には，各参加者の投入政策値を引用することが必要になるが，これを自動化するためサーバー側にデータベースを置き，これをWWWサーバーを経由して利用することを想定した．このためサーバーにはIBM互換機に約80Mbytesのメモリーを載せ，TCP/IPベースのネットワーク（Web）・データベースサーバー（Windows-NT 3.51 SERVER, MS ACCESS, NetScape Communication Server），シミュレーション・プログラム（MS Visual Basic 4.0)よりシステムを構成した．更に，参加者にとって使いやすいインターフェースとするため，政策値を試行錯誤できるように設計した．値の入力にともなう様々な計算をサーバー側ではなく，クライアント側で可能とするため，グラフ・ルーチンはJavaで，政策投入用のフォームはHTMLにJavaScriptを組み合わせてプログラムすることとした．これらを用いることで，ネットワークの負荷も減り，同時にクライアント・マシンのCPU稼働を実質的に上げることができたため，サーバーのCPUへの負荷も減らすことが可能となった．ちなみにこのPANGAEA ver. 2のHTMLの総ページ数は約1,500に及び，全てのプログラムの開発時間は3ヵ月を超え，実質50人月を要した．このゲーミングは，1996年10月にロックフェラー財団により開催された沖縄での国際研修にて156人が参加して実施された．

1997年は，ver. 2を元に，さらなるゲーミング・プロセスの改良とシミュレーターの精緻化を図り，遠隔地での参加を可能とするインターネット上でのゲーミング・シミュレーションを目指した．これはケースに関係なく，2台のネットワーク・サーバー（World Wide Web ServerとDatabase Server）ならびにTCP/IP接続されたクライアント・コンピューター（World Wide Web brawser）用いて，PANGAEA ver. 3.0として開発された．PANGAEA ver. 3は，インターネットでのゲーミングをも可能とするため，サーバー／クライアント型のネットワークでの実装を目指して開発されたゲーミング・シミュレーションである．このため，サーバーにはIBM互換機2台に128Mbytes以上のメモリーを載せ，TCP/IPベースのネットワーク（Web）サーバー（WindowsNT 4.0 SERVER NetScape Communication Server）・データベースサーバー（WindowsNT 3.51 SERVER MS SQL 6.5 Server），シミュレーション・プログラム（MS Visual Basic 4.0），CGIをCold Fusion2.0から構成されている．

また，参加者にとって使いやすいインターフェースとするため，政策値を試行錯誤できるように設計した．このために，値の入力にともなう様々な計算をサーバー側ではなく，クライアント側で可能とするため，グラフ・ルーチンはJavaで（図6参照），政策投入用のフォームはHTMLにJavaScriptを組み合わせてプログラムすることとした（図7参照）．これを用いることで，ネットワークの負荷も減らされ，同時にクライアント・マシンのCPU稼働を実質的に上げることができたため，サーバーのCPUへの負荷も減らすことが可能となった． PANGAEA ver. 3の場合，PANGAEA ver. 2と比較して，その構造を簡略化し，開発負担を減少させることで，開発期間の短縮を図った．このため，このPANGAEA ver. 3のHTMLの総ページ数は約200ページであり，全てのプログラムの開発時間は3ヵ月を超えたが，実質15人月であった．このゲーミングは，1997年の5月に川崎において，UNCRDが開催する国際研修にて42名が参加して実施された．

その後，更なるゲーミング・プロセスの簡略化を経てPANGAEA ver. 3.5となり，フィリピン大学交通研究所における国際研修において実施された．その後，シミュレーターの大きな改編とゲーミング・モデルの大改編を図り，現在ではPANGAEA ver. 4.xとなって，1998年の5月にはUNCRDの国際研修で，また，8月にはアジア工科大学のプランナー向け研修で用いられ，なおも改編が続いている．

また，新しい技術ゆえにネットワーク型のゲーミング・シミュレーションについては論点も多くあるが，最終的には，持続可能な地域開発及びその計画の本質的情報をネットワーク上に乗せることで，遠隔地の参加者が時間差によっても計画に頭脳をリンクさせうる仕組みを構築することを目指している． 現時点においては，ある限られた計画の枠組みの中ではあるが，その計画という情報の相互作用をゲーミング実験によって観察し，計画における特定の情報の作用の中での質・意味内容や量を同定してゆき，改訂を重ねてゆくことになると考えている．しかし，PANGAEAの最終バージョンの機能はインターネットの技術に負うところが大きい．

また，インターネット上でも，参加者が同期をとって意思決定項目を送信したり，結果を受け取ったりすることが

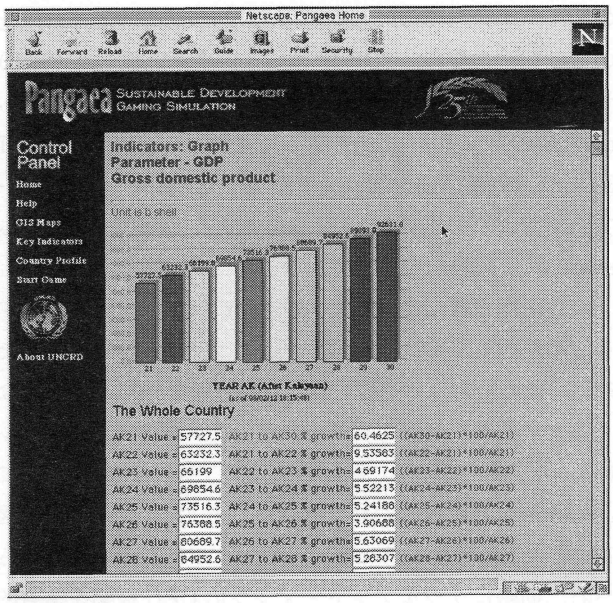

図6　PAN GAEAの地域データ表示画面

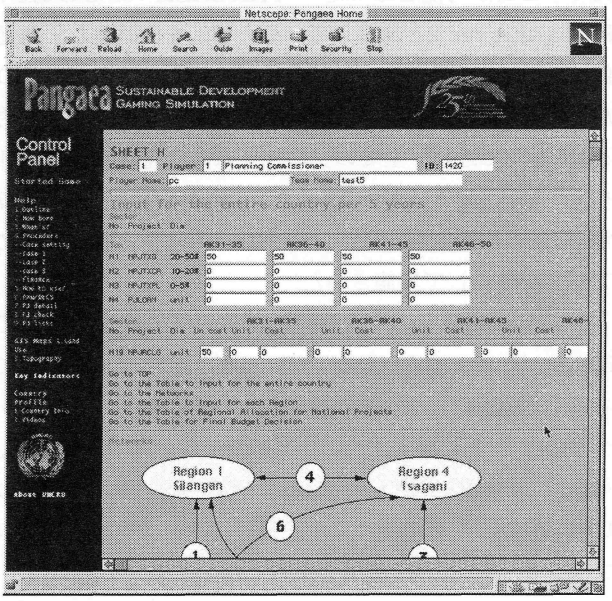

図7　PAN GAEAの政策投入画面

前提となるのだろうか，という点に関しては，計画（プランニング）を社会における将来のある時点での情報の処理と考えると，意思決定は，社会を構成する複合頭脳間での情報の受発信ということになり，このときにやり取りされる情報の性質や特徴を，今後の調査によって明らかにし，これをモデルに組み込むことで，自然言語を用いた単なるチャットやemailやネットワーク会議ではない形態で，意思決定という情報の統合と収束を図るしくみをゲーミングに内包させることを考えてゆくことになる．また，動画を用いたり音声を用いることは，すぐにでも可能と思われるが，計画における情報の相互作用を，いろいろな階層性をもつ情報のチャンネルにのせることで，同時性に依存しない意思決定の方法を構築してゆくことになると考えられる．つまり，インターネットにおける合意形成や意思決定の本質（時間差のある情報伝達でも）を可能とするようなコミュニケーション・モデルを構築することになる．

また，プレイヤー間のコミュニケーションについて，ゲーミングをマネージするファシリテーター側で把握したり，制限したりするようなしくみを付加する可能性については，最終バージョンまでには，計画における情報の相互作用のモデルを元に，これを実装することになると考えている．しかし，その途中の段階では，いろいろなモデルを実験し，場合によっては，その中から，ファシリテーター側が情報の制限やスタイルの違いをゲーミングによって選択可能とすることも考えてゆかねばならない．

6．結論

（1）PANGAEA実施の結果

PANGAEAは，ロックフェラー財団による「持続可能な開発と環境」国際研修プログラムにおいて1996年10月22日から27日まで実施された．この研修では組織構造を同一にした比較を行うため，156人を52人ずつ3グループに分け，変則的ではあるが，ケース1a，ケース1b，ケース3を実施した．開発と環境の変化を見るために，開発を代表する指標として国内総生産額を，環境を表わす指標として森林面積を選び，人口とともにその結果をグラフで示したものが図8である．

ケース1aは中央集権型であり，開発省と環境省が独立している上に開発・環境政策間の調整の場がないケースである．このケースの参加者は環境政策を多く投入したが，大規模開発を重視しなかったため，緩やかな経済成長（20年間で約1.7倍）となり，人口増加もゆるやか（20年間で約1.3倍）で森林面積はほとんど減少しなかった．

ケース1bは中央集権型であり，開発省と環境省が独立しているがあらかじめゲーミングのルールの中で開発・環境政策間調整の場，結託が認められたケースである．このケースで参加者は財政拡大を意思決定しており，開発・環境政策間調整にもとづき，初期5年間に未開発地域に対し，開発に併せて環境政策を過剰導入した．その結果，人口の伸びはケース1aとほぼ同じであるが，国内総生産は6年目でいったん縮小しているものの20年間で約3倍に伸びている．ここには示されていないが，地域間所得格差もケース1aより減少している．また急速な開発の代償は森林面積の激減としてあらわれている．

ケース3は地方分権型であり，小さい中央政府（ゲーミングの中では配分可能な資源が少ない）である．地方政府は開発・環境政策間の自己整合を図らねばならず，参加者は地方政府の内部で開発・環境政策間の検討を行った．特

に家族計画政策を継続的に実施し，地方政府ごとに開発・環境政策間のバランスに配慮した結果，他ケースに比べて低い人口増加率ながら経済成長率は20年間で2.5倍と，ケース1aより高い成長率を達成した．環境面では経済成長に伴い森林面積は減少したがケース1bに比べて森林面積は多く残った．

この3ケースを比較してみるとケース3が持続可能な開発に近かったといえる．ケース1aと1bの中央集権同士の比較では，当初の我々の予測，すなわちゲーミングモデルにおいて先述したように，開発・環境政策間の協議が調整ルールとして提示されないケース1aでは予算獲得において競争がおきるという予測に反して，政策協議の場がない場合（ケース1a）の方が，現状維持型の政策を決定し，政策協議の場がある場合（ケース1b）は，中央政府内で結託したため持続可能な開発には逆効果となってしまった．今回のゲーミングにおいては，ケース1aでは開発・環境政策間の対応関係を見出すことができなかったことが競争を生まなかったといえる．一方ケース1bでは調整ルールでシミュレーションに折り込んだ関係調整政策の対応関係を提示しすぎてしまったことが同様の結果を生じさせることとなった．

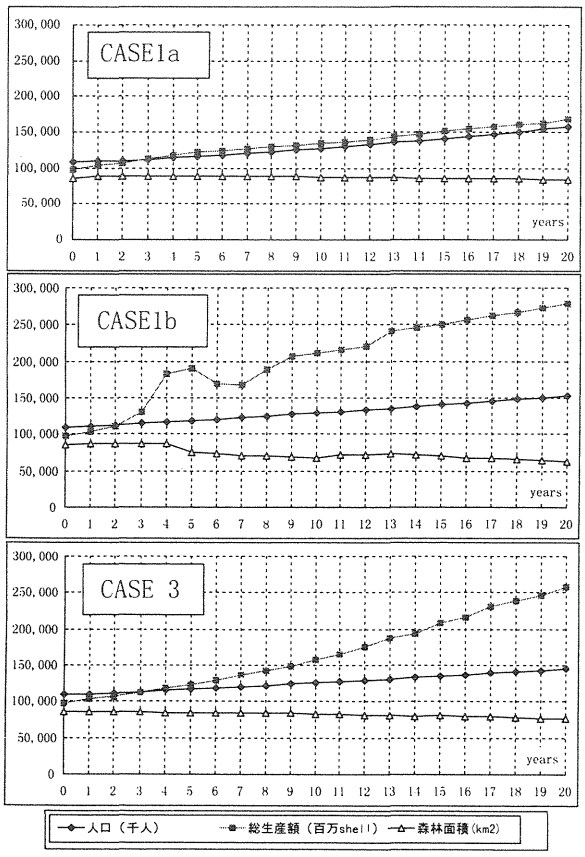

図8　ゲーミング・シミュレーションの結果

(2)ゲーミング・シミュレーションの学習効果

現在の地域開発計画ゲーミング PANGAEA は，実際の研修において用いられ，インターネット上でのゲーミングに対応可能となっている．開発途上国の「持続可能な開発」をテーマに地域開発計画者の研修教材用計画ゲーミングとして開発された PANGAEA は，次の学習効果を有している．

- 個別の計画論拠を明らかにしながら計画目標を調整し，交渉のための正当性を提示し，それに従い資源を配分するという計画交渉演習が体験でき，合理的な計画立案プロセスが学習できる．
- 環境と開発の間の長期的な関係を体験できる．
- 計画立案組織・制度の違いにより持続可能な開発に差が生じることを体験できる．
- 持続可能な長期的目標を設定し，具体的な政策値へとブレーク・ダウンし，意思決定を行う学習ゲーミングが体験できる．
- 仮想社会において意思決定した計画（政策値）を投入し，地域開発計画の社会・経済的および環境の影響を扱うような複雑なシステム制御というシミュレーションを体験できる．
- 150人を超える参加者が一堂に会し，相互に関連しながら，効率的に仮想社会を運営できること．
- 参加者のインターフェースとして WWW ブラウザーを用いるので，インターネット接続のコンピュータがあればどこででもゲーミングができ，インターネット未接続でも LAN があれば，イントラネットとしてゲーミングが実施できるようになっていること．
- サーバー側のプログラムは，Java，JavaScript 等先端の仕様でつくられており，仮想国家の状況，他者の意思決定やシミュレーション結果を数値のみならず，グラフ，制止画，動画で表示できるようになっている．
- 最後に，150人以上が実際にゲーミングに参加・実行した結果，PANGAEAのシステムは「持続可能な開発」の学習効果が高いことが確認され，概ね評価された．また同時に世界各国でこれを用いて，プランナーの研修に役立てたいとの希望も多くあった．

参考文献

1）朝日新聞　夕刊　13面，1998年10月16日，科学，われら以外の人類4より抜粋，京大霊長類研究所松沢哲朗教授
2）養老孟司(1991)，「脳という劇場」，青土社
3）熊田禎宣（1983），「日本都市計画学会論文賞受賞寄稿　計画プロセスに関する一連の研究」，都市計画127
4）C. S. Greenblat(1994)，「ゲーミング・シミュレーション作法」，共立出版

5）　井門正美（1996），「『ロールプレイングの四類型』による社会的役割体験の学習構想」，日本シミュレーション&ゲーミング学会誌　vol.6 no.1
6）　肥田野　登他（1997），「高齢者のための都市内歩行施設整備の経済的評価：疑似体験による認識変化」，都市計画 209
7）高木晴夫（1997），「多主体複雑系のパラダイム，マルチメディアを使う深層心理」，オペレーションズ・リサーチ vol.42 no.9
8）Hidehiko Kanegae & Toshiyuki Kaneda (1996), "A Gaming Simulation Model for Training in Sustainable Development Planning-- Basic Concept of PANGAEA-", Vol.2 Winter, Regional Development Studies, UNCRD
9）C. S. Greenbalt (1988), DESIGNING GAMES and SIMULATIONS, SAGA Publications
10）D. H. Meadows, D. L. Meadows, Jorgen R & William W.B. (1972), THE LIMITS TO GROWTH
11）Meadows, D., L (1988), "Stratagem", Teacher's guide
12）UNCRD editions (1989), REPLEX manual book 1 to 7
13）UNCRD editions (1995), PANGAEA ver.2 manual book 1 to 5
14）UNCRD editions (1998), PANGAEA manual
15）青柳みどり（1998），「環境に対する価値観と環境保全行動の関連に関する国際比較」，環境科学会誌　vol.11 no.1
16）J. E. Lovelock(1984),「ガイアの科学　地球生命圏」，工作舎
17）盛岡通（1997），「地域環境計画におけるリスク管理」，日本リスク学会誌　vol.8 no.1
18）Kaji H. (1984), "An application of gaming-simulation theory to regional planning in the Philippines", Kawasaki international seminar on information systems for urban and regional planning
19）熊田禎宣他（1984），「高度情報化社会へのシナリオ」，初版，日本計画行政学会偏，学陽書房