

## 論文

# ゲーミング・シミュレーションのための プラットフォーム・システムの構築

三上達也

- I. はじめに
- II. 社会問題解決を支援するためのゲーミング
- III. ゲーミング・プラットフォームの基本構成
  - 1. ゲーミング・システム
    - 1.1 system server
    - 1.2 notice board
    - 1.3 time based game recorder
    - 1.4 client
  - 2. トレース・バック・システム
    - 2.1 time based game records
    - 2.2 interface for analysis
- IV. 今後の予定
  - 1. システムの拡張
  - 2. 人工社会シミュレータ構築に向けての発展
- V. おわりに

### I. はじめに

ゲーミング・シミュレーションに関しては、大きく2つの効果が期待できるとされている。それらは、1) その名が示すとおりコンピュータによる論理演算が困難な社会的問題に対する人間の知的な意思決定を利用したシミュレーションであり、2) 実際にゲーミング（ロールプレイ）をやった上での教育学習効果である。例えば、2) に関しては、米軍基地や原子力発電所などの迷惑施設の誘致に関するような、関係自治体を2分し互いの意見調整が出来ずに結論が出ない場合などに、実際の立場とゲーミングでのロールを逆にしてゲームを行うことで、互いの立場に始めて気付くことにより解決の糸口を探る場合などが当てはまる。1) に関しては、現在も研究段階であり、精緻なシミュレーション結果を得ると言うより多様な変遷過程や結果を分析することにより多くの可能性のあるシナリオや予測を見いだすことに重点が置かれ

ている。

また、立命館大学が政策科学部を中心とし、2013年より世界展開力強化事業に採択されたASEAN諸国との交換留学精度である「国際PBLによるイノベータ育成プログラム」においても、ゲーミング・シミュレーションを用いた教育プログラムがコアのひとつに展開されていることもあり、世界各国の研究者／学生とオンラインでゲーミングを行うことは有用であると考へ本稿で取り上げることとした。

## Ⅱ. 社会問題解決を支援するためのゲーミング

著者らは、1996年より発足した本学の政策科学部教員と大学院生／学部学生を主体としたEBISSプロジェクトを通して、サーバクライアントモデルおよびオブジェクト指向による社会問題解決のためのゲーミング・シミュレーションのプラットフォームSARAを構築し、京都市営地下鉄延線問題や大飯原子力発電所の増炉問題などを対象としたゲーミングの実験を繰り返した。当時はコンピュータパワーが弱く、プログラム言語JAVAにより開発したサーバシステムが10分程度でフリーズしてしまうこともあり、そのたびに再起動を行うなど対処に追われ動作確認は出来たものの、ゲーム後の各アクターの意思決定などのトレースを満足に行うことは出来なかった。いわゆる $\alpha$ 版の試作と実装実験で可能性を示したという研究段階でプロジェクトは停止を余儀なくされた。当時の計画では、自然災害等のイベントの発生や経済状態／各地の紛争など世界情勢の変化などの実装を含む拡張を行う予定であり、その後それぞれにアクターを順次自動化しコンピュータに意思決定を行わせるという、「人工知能」の応用研究を経て、全自動化したバーチャルシミュレータである「人工社会」を構築し、世界の状態を予測するシミュレーションを行い政策オプションを考える際の人間の知的支援を行わせようとするものであった。

その後、現在、政策科学部および政策科学研究科では、著者を含め複数の教員がゲーミングを用いた教育プログラムを展開している。その中で、著者は学部科目「システム科学」において、社会問題のステークホルダーの関係性あるいは問題構造を理解するために、システムモデルを考える上で、まず例題によるゲーミングを実践し、その後学生ひとりひとりが実社会問題をゲーミングのためのゲームを設計し問題構造などを階層構造的に理解するという内容を1 Semesterを通して行かせている。これまで授業の中で対象とした問題は、1) 沖縄基地移設問題、2) 大飯原子力発電所増炉問題、3) 東京オリンピック招致問題、4) ハツ場ダム事業停止問題などがあり、数回に分けてゲーミングを実践したり、時には土曜日の補講時間を使って集中的に4時間くらいのゲーミングを行ってきた。これらは、現在のメールシステムあるいはSNSを使えばコンピュータネットワーク上で行うことは可能であるが、原則90分で全て終えなければならないという時間的制約の中では、システムなどの準備／管理など行うことを考えればペーパーベースで行うのが精一杯であった。

本論文では、数十回行ってきたゲーミングの実践とともにSARA開発の経験を踏まえ、コ

コンピュータおよびコンピュータネットワークが十分なパワーを兼ね備えた現在、実際にバーチャル空間でゲーミングを行い、その結果をトレース・バックし分析することによって未来の予測を行い、政策策定における人々の意思決定を支援するためのプラットフォームを構築するための、要求仕様レベルでのシステム概要を提示し、今後の研究開発の基本構想を述べる。

### Ⅲ. ゲーミング・プラットフォームの基本構成

前章に挙げたような社会問題を対象とするゲーミングを行う場合、ステークホルダー（利害関係者あるいはアクターと同義語と考えても良い）は、単純なケースでモデルもシンプルにしても少なくとも10（個人／組織）は必要であり、概ね数十の単位であろう。もちろん、ステークホルダーを詳細化したければ数百にもなるであろうが、大規模化は次の開発段階に譲り、ここではステークホルダーは数十のレベルで考えることとする。また、解くべき社会問題は多様であるので、出来るだけ実践者の「設定」の自由度を担保し、相反することではあろうが固有の社会問題の構造を規定する「設定」は楽に出来るように考える。

#### 1. ゲーミング・システム

Fig.1. に示してあるのが、本論文で提案するゲーミングを行う際のサーバー＝クライアント型のモデルの基本構成である。詳細設計では無しにアウトラインだけを表しているのだが、図で解るように一元管理を行うサーバーには、中心となる game manager があり、すべてのプレイヤー（前述のステークホルダー）とシステムのスーパーバイザー（ゲーミング実践者）である god のアクティビティはこの game manager を通して行われる。また、全プレイヤーに

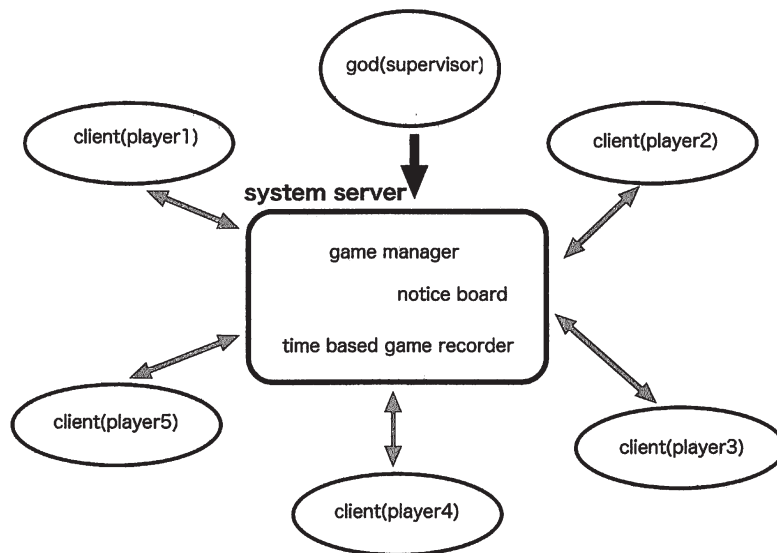


Fig.1. Basic simple gaming system.

社会情勢・経済状態・自然災害・紛争などを知らせる notice board を用意している。さらに、各プレイヤーのアクティビティは全てタイムスタンプ付きで time based game recorder に記録保存され、次節 4.2 で説明するトレース・バック・システムで利用される。

### 1.1 system server

文字通りゲーミングを実践するための各種制御と管理を行うサーバーである。god やプレイヤーの政府（行政機関）／マスメディアなどが広く周知するために使う掲示板を持ち、各プレイヤーのアクティビティのコントロール（現実同様全てのアクティビティ＝情報が相手に伝わる訳ではない）を行うことが最大の仕事であり、送られて来たすべてのアクティビティをタイムスタンプ付きで記録・保存する。

### 1.2 notice board

前節で述べた世界情勢の変化や自然災害・紛争などを司る god や、プレイヤーである政府（行政機関）／マスメディアなどが広く周知するために使う掲示板である。ここに掲載された情報は各プレイヤーの自由意思により閲覧されることとなる。すなわち、自分のアクティビティにだけ集中し、世間が今どうなっているかに注意を向けないようなステークホルダーは現実にも存在するであろうし、この掲示板はそのような特性を持つものとなる。

この他の重要度の高い情報あるいは避けて通れない直接関与してしまう自然災害などは、直接各プレイヤーに一斉通知するか、アラーム表示機能として実現するか、アクセス不能など強制的な制限を加えるなど、プレイヤーの「情報へのアクセス態度」を加味した複数のメディアを実装すべきであると考えられる。

### 1.3 time based game recorder

各プレイヤーのすべてのアクティビティと god からの情報をゲーミング時間によりタイムスタンプを押して記録するデータベースである。タイムスタンプは、送付側プレイヤーの発送時間と受付側の開封時間が押されることとなる。

### 1.4 client

各ステークホルダーであるプレイヤーの側のシステムで、インタフェースの設計が重要となる。現実世界でも、一般市民が直接市長に訴えを起こすことが出来ないように、各プレイヤーはその時その時でアクティビティを起こせる相手が変わる。実際のコントロールはサーバーで行うが、インタフェースでは、1) 送れる相手はその時と場合により画面上に現れたり消えたりする、2) 表面上は相手は現れているのだが、密かに相手はそのプレイヤーとのアクセスを拒んでいてサーバーにのみ情報が残されている、3) 公式の送付相手先とは別に、相手に解らないように同盟者にも同一情報を送る（UNIX の bcc と同様）場合などがある。

また、前述したが、プレイヤーが否応なしに当事者となってしまうような自然災害などは、

アラームを表示するか操作不能にするかなど何らかの警報伝達システムが必要である。

## 2. トレース・バック・システム

一連のゲーミングの実践が終わると、そのプロセスと各プレイヤーが何を考えて意思決定などのアクティビティを起こしたかを検証するトレース・バックを行い、未来の予測のための分析を行うこととなる。そのシステム概要は、Fig.2. に示している。

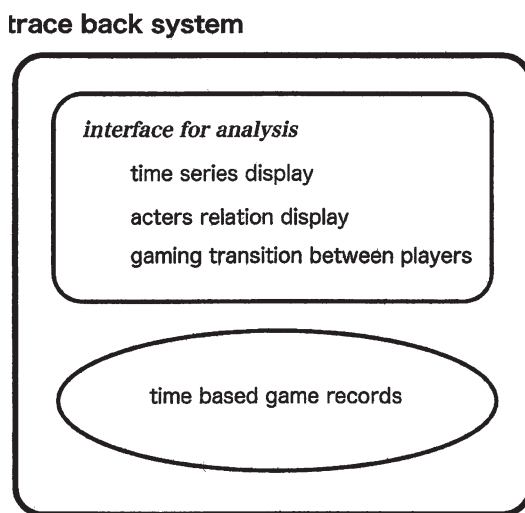


Fig.2. Trace back system after gaming.

### 2.1 time based game records

これは、先述した各プレイヤーのアクティビティをタイムスタンプ付きで記録してあるデータベースである。現時点で考えているゲーミング・プラットフォームでのシステム構造は簡単なので詳細は述べないが、現在はメモリも大量に使えるのでテキスト型のデータベースでいいと考える。

### 2.2 interface for analysis

Fig.2. ではイタリックにしてあるが、これはあくまでもデータベースに記録した time based game records をどう切り出して表示させるかのインタフェースであり、複数の切り出し方とディスプレイの仕方を用意しておくプログラム群を表しているということで、他のシステムの性質とは少し違う。データベース内部の仕様は公開するので必要に応じて観察者（前述の実践者と同義）が自由に組み立てる事も出来る。操作を容易にするためにあらかじめ用意すると便利であろうと考えた。観察者独自の切り出しを支援するような「部品（ライブラリ）」を付加することも考慮する。

## IV. 今後の予定

本論文で提案しているゲーミング・プラットフォームは、SARA をベースにしたいわば改良システムと言える。冒頭で述べたように、世界展開力強化事業を展開していく中で、教育プログラムに使えるような装置として早急に実装することが最優先課題と認識している。この状態のままでは複雑なあるいは大規模なシミュレーション実験は行えないであろうし、いつまでも人的パワーだけを期待してゲーミングを繰り返しても社会問題解決のための精度の高いシミュレーションは難しいであろう。より現実に近づくために、プレイヤーの大規模化などが必要であると考えますが、これらの課題に対してはいくつかのソリューションは考えられるものの著者は多くのプレイヤーを自動化し学習機能を持たせることによって自律化することで解決を図ろうと考えており、そう遠くない将来に実現したい。

### 1. システムの拡張

今後の研究開発目標として、まず第一に、上述の大規模化を挙げたい。著者も、数千人あるいは数万人規模での超大規模ゲーミングには大変興味がある。現在のコンピュータネットワークシステムでもゲーミングそのものは行えるかも知れないが、制御や記録や管理は困難である。やりっ放し状態になると考えられるのだが、それですら観察してみたい。が、しかし、何をどうやって全体を観察しうるのかは疑問であるしこれは現実的とは言えないであろう。

また、実際の人間であるステークホルダー（プレイヤー）は不死不労では無い。さらに、現実では、金銭的問題、法律上の問題、パワーゲーム、アンダーグラウンド社会など、生身の人間達が蠢いて現実社会という状態を作りだしているのである。今挙げたすべてを、すぐにはゲーミング・シミュレータに実装することは出来ないと思うが、そう遠くない未来にはステップ・バイ・ステップで拡張し充実させていくつもりである。

### 2. 人工社会シミュレータ構築に向けての発展

ここからは、さらに未来の話である。著者が1992年当時、開発費だけで数億したという世界一の6軸多関節ロボットアームを持った知的ロボットグループで人工知能を研究していた京都高度技術研究所を辞め、母校でもある立命館大学政策科学部に移籍する決意をしたのには、いくつかの理由があるのだが、その主たるもののひとつに、新たに生まれる文理シナジーとも言うべき政策科学部の設立に大いに期待し、是非コンピュータパワーの応用で貢献し、当時遅れていた社会科学でのコンピュータ応用を根付かせたいとの思いがあった。そのような思いの中で、EBISS プロジェクトは立ち上がったわけであるが、その目標は前述の通り未だ達成できていないゆえに、今回の提案となった。このプラットフォームの実装は、研究開発と言うより現在までの技術の集積を行えば充分で、前述のとおりそれほど困難では無い。

それらが出来た上での話であるが、出来ればコンピュータパワーを使って、線形数理モデルでは為し得ない変数のダイナミックな変化にも対応できる精緻な未来予測シミュレータ、すな



わち「マルチエージェントモデルを用いた人工社会」構築を実現させたい。全体概要に関しては、[三上 07] に書いたとおりだが、現在、このプラットフォーム・システム開発と並行して要求仕様レベルを考案中である。いきなり全自動、つまりすべてのプレイヤーの意思決定を知的な人間レベルで行わせることは困難で、一部、例えば群衆としての一般市民の各個人を単純な意思決定者とした人工知能に置き換えるなど、半自動システムとして、人間であるプレイヤーが大規模ゲーミングをより高度にストレス無く繰り返し、シミュレーションとして行えるようにすることが最優先課題だと考えている。

## V. おわりに

前述したとおり、著者が本学部に来てから 20 年経ったわけだが、その間、世の中も変わりコンピュータネットワークは急激に世界的に拡がり、新たなコミュニケーション手段を得た人々によって国家の転覆を起こすことも現実となった。また、そのコミュニケーターとしてはスマホと呼ばれるハンドヘルド・コンピュータが登場し、ある意味ユビキタスが実現していると言っても決して過言ではない。だが、コンピュータ利用を研究のツールとして見た場合、研究方法においても研究発表においても劇的な変化は見られない。プレゼンテーションなどは明らかに向上しているが、それもコミュニケーターとしての部分で、社会科学のフィールドワークを行う場に、準備された各種コンピュータ群と各種計測機器群を持って行き、その場でおおまかにデータを分析してみるなど、さらなる研究への応用とそれによる研究の発展のブレークスルーが待たれる。かく言う著者もその努力をするつもりである。

## 謝辞

本論文を書くにあたり、この 20 年あまりを考えますと、仲上先生には公私ともに言葉では言い尽くせない程お世話になったことをあらためて思い起こします。研究所から本学への移籍を始めとして先生の存在無くしては現在の私が無かったことは明白なことです。本研究のベースになった故渡先生とともに進めた EBISS プロジェクトにおいても、大変なご支援を戴き今日に至っています。そのことも含め心から感謝いたします。

また、今後のますますのご活躍を期待いたしますと共に私も負けてはいられないと心を新たに決意する次第です。本当にありがとうございます。

## 参考文献

- [Minsky85] Minsky, M: The Society of Mind, Simon & Schuster (1985)
- [伊藤 06] 伊藤、草薙：コンピュータシミュレーション、オーム社（2006）
- [長尾 00] 長尾：エージェントテクノロジー最前線、共立出版（2000）
- [三上 98] 三上、渡他：社会的コンフリクトを分析するためのゲーミングシミュレーション～マルチエー

- ジェントゲーミングシミュレータ SARA の構築～、第 4 回社会情報システム学シンポジウム論文集 (1998)
- [三上 07] 三上：マルチエージェントモデルによる社会シミュレーション、政策科学、第 14 巻、3 号 (2007)
- [渡 98] 渡、近藤他：シミュレーションツール SARA～その概念と開発過程～政策科学、第 6 巻、1 号 (1988)