

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	エージェントと人間が参加するハイブリッドビールゲームの構築とその利用
著者	市川学, 出口弘
掲載誌/書名	日本シミュレーション & ゲーミング学会 秋季全国大会報告集, , , pp. 105 - 108
発行日	2010, 11

エージェントと人間が参加するハイブリッドビールゲームの構築とその利用

○市川 学（東京工業大学）・出口 弘（東京工業大学）

Study on Hybrid Beer Game, Human and Agent play the Beer Game

Manabu Ichikawa, Tokyo Institute of Technology and Hiroshi Deguchi, Tokyo Institute of Technology

キーワード：ハイブリッドシミュレーション，ハイブリッドゲーミング，SOARS，

エージェントベースモデル，ビールゲーム

1. はじめに

近年、コンピュータ・シミュレーション技術の進化とともに、社会現象の特徴把握・問題解決のために、モデルを構築し、シミュレーション結果を分析する研究が盛んに行われている。そのような中で、意思決定主体であるエージェントを用いる、エージェントベースモデリングと呼ばれる技法を用いてモデルを構築することが主流となりつつある。この手法では、現実の人間の意思決定を模倣したルールを、モデルの中でエージェントに行わせることを可能にしている（ギルバート 2003）。

このような中で、モデルの中で意思決定主体であったエージェントの代わりに、人間が意思決定主体として存在できるモデル、すなわちエージェントと人間が意思決定主体として混在するハイブリッドモデルを構築することも可能となり、今後、その技術が注目されてくることが予想される（出口 2006）。本研究では、エージェントベースモデルにゲーミングの要素を追加した、ハイブリッドシミュレーション&ゲーミングモデルについて、ビールゲームを例に、エージェントベースモデルのビールゲームからモデルを構築した（Starman 1984）（Ichikawa 2008）。その後、構築したモデルを基に、エージェントと人間の両方が意思決定主体として参加できるハイブリッドビールゲームへと応用している。本稿では、構築したモデル、ハイブリッドビールゲームが持つ特徴と、従来のビールゲームにはない利用法について述べる。なお、このモデルを構築するために、エージェントベースモデルを構築するだけでなく、ゲーミングモデル用の入出力画面の設計ツールを標準で備えている社会シミュレーション言語 SOARS を利用した。

2. エージェントベースビールゲームの概要

エージェントベースビールゲームでは、工場・一次卸・二次卸・小売店を、モデル内でエージェントが存在できる4つの空間として定義し、各空間にそれぞれの意思決定主体であるエージェントを配置する。各空間には、2つの配送（生産）遅れの情報と、発注・注文の情報、在庫の情報、そして受注残の情報が定義されており、モデルの時間進行とともに自動的に情報は更新（計算）される。ただし、発注の情報に限り、エージェントの意思決定が反映される。各空間に配置されたエージェントは、これまでに出荷した情報、配送された情報、そして発注した情報を持っている。これらの情報と、

配置された空間の情報を用いて、各エージェントが持つ意思決定ルールに応じて、発注情報を決定する（図 1）。

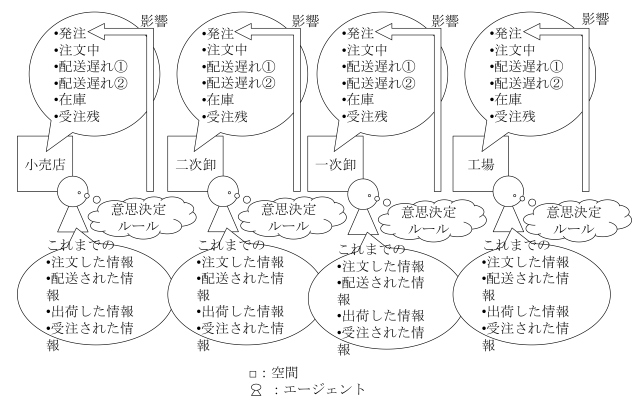


図 1 モデルのイメージ

このエージェントベースビールゲームでは、エージェントが持つ意思決定ルールがポイントとなる。この意思決定ルールは、考えられる戦略や個人の思考に応じて自由に設計することができる。例えば、

- ・ 適当に発注するルール
- ・ 受注された分だけ発注するルール
- ・ 過去の受注情報を考慮して発注するルール
- ・ 在庫 0 を目指して発注するルール
- ・ 過去のゲーム体験者のアンケートを基にしたルール

などと言ったルールを、エージェントが持つことが可能な意思決定ルールとしてモデルに実装することができる。そして、これらの意思決定ルールを、様々な組合せで利用することによって、意思決定ルールの組合せに応じた全体での振る舞いの違いの観察や、シミュレーション結果の違いを比較することが可能である。また、設定次第では、他の空間の情報をすべて参照できる場合や、一部のみに参照できる、まったく参照できないといった、エージェントが得られる情報の種類を変えてのシミュレーションを行うことも可能である。なお、シミュレーションの結果は、グラフやアニメーションを通じて確認することができる（図 2、図 3）。

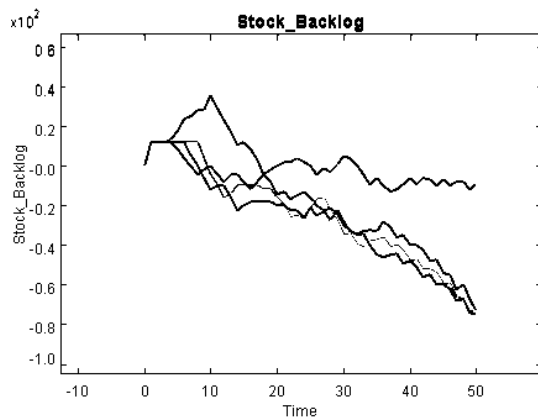


図 2 在庫・受注残のグラフ

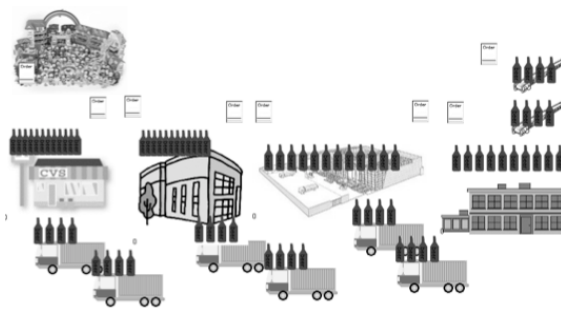


図 3 結果のアニメーション

3. ハイブリッドビールゲームの概要

構築したエージェントベースビールゲームにおいて、エージェントが用意された意思決定ルールに応じて発注数を決定するのではなく、人間の意思決定を反映して発注数を決定できるようにしたのが、ハイブリッドビールゲームである。本研究のハイブリッドビールゲームでは、エージェントをプレイヤーとなる人間の仮身として利用することで、人間の意思決定は仮身となるエージェントに送られ、モデルに反映される。また、モデルから得られる情報は、仮身となるエージェントを通じて、プレイヤーの人間に伝えられる。なお、ウェブブラウザを通じて、これらの情報を送受信することが可能である（図 4）。

このハイブリッドビールゲームでは、必ずしも4人の人間のプレイヤーが必要ではなく、参加する人間のプレイヤーの数だけエージェントを仮身として利用すればよい。従って足りないプレイヤーに関しては、エージェントベースビールゲームの場合と同じく、意思決定ルールを用いてエージェントに意思決定をさせればよい。エージェントと人間が同時に1つのモデルの中で意思決定主体として存在できるという意味でも、このビールゲームをハイブリッドビールゲームと呼んでいる。ハイブリッドビールゲームでは、今まで最低でも4人のプレイヤーを集めないとプレイできなかったビールゲームを、一人でも体験できるという利点をもたらしている。また、エージェントが持つ意思決定ルールを変更することによって、他プレイヤーの環境を変えてビールゲームを体験することが可能である。

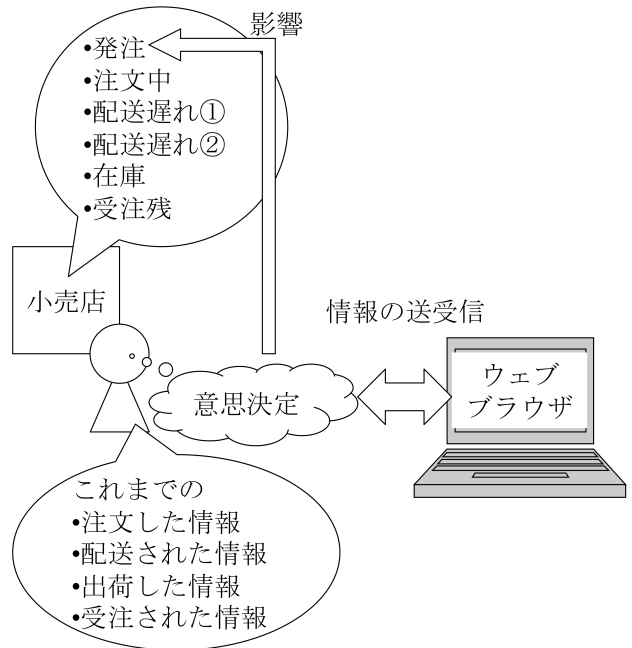


図 4 ハイブリッドビールゲームのイメージ

そのほか、実際には、このハイブリッドビールゲームの環境は、サーバの機能を持ったモデルをシミュレーションするマシンと、人間プレイヤーが仮身のエージェントと情報を送受信するマシンを、ネットワークを介して構築する。そのため、プレイヤーは集まってプレイする必要も無く、世界中のプレイヤーとビールゲームを体験するという使い方も可能にしている（図 5）。

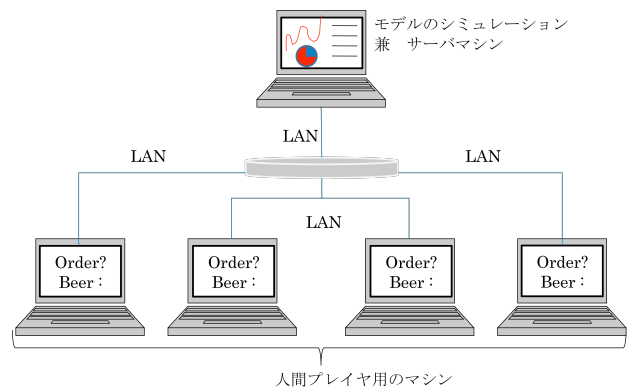


図 5 ハイブリッドビールゲームの実行環境

4. ハイブリッドビールゲームの利用

実際に、構築したハイブリッドビールゲームを利用する場合に生じる特徴を、ここでは説明する。

4.1. ブリーフィング

従来のビールゲームと同様のブリーフィングの他に、ハイブリッドビールゲーム独特の内容も説明しなくてはならない。仮身となるエージェントへの接続方法や情報の送受信画面（図 6）の説明などである。これらの説明時間は、従来のビールゲームのブリーフィングにかかる時間に加えて、余計にかかる時間である。

Welcome to SOARS Gaming																																																																																	
Actual Situation	Other Info																																																																																
Your role: Retailer Term: 10 Received: 7 Demand: 8 Supply: 8 Stock: 5 Backlog: 0 Total Cost: 44	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Title</th><th>stock</th><th>next</th><th>after next</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RetailShopInfo</td><td>5</td><td>8</td><td>7</td></tr> <tr> <td>WholesaleFirmInfo</td><td>0</td><td>6</td><td>7</td></tr> <tr> <td>DistributeFirmInfo</td><td>0</td><td>8</td><td>8</td></tr> <tr> <td>FactoryInfo</td><td>29</td><td>9</td><td>9</td></tr> </tbody> </table>	Title	stock	next	after next	RetailShopInfo	5	8	7	WholesaleFirmInfo	0	6	7	DistributeFirmInfo	0	8	8	FactoryInfo	29	9	9																																																												
Title	stock	next	after next																																																																														
RetailShopInfo	5	8	7																																																																														
WholesaleFirmInfo	0	6	7																																																																														
DistributeFirmInfo	0	8	8																																																																														
FactoryInfo	29	9	9																																																																														
Order!	Past Data																																																																																
How many beers? Input -> Submit	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Term</th><th>9</th><th>8</th><th>7</th><th>6</th><th>5</th><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Received</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr> <td>Demand</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr> <td>Supply</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr> <td>Stock</td><td>6</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td></tr> <tr> <td>Backlog</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr> <td>Ordered</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td></tr> <tr> <td>Cost</td><td>3.0</td><td>4.0</td><td>4.5</td><td>4.5</td><td>5.0</td><td>6.0</td><td>6.0</td><td>6.0</td><td>6.0</td></tr> </tbody> </table>	Term	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Received	6	7	8	7	6	4	4	4	4	Demand	8	8	8	8	8	4	4	4	4	Supply	8	8	8	8	8	4	4	4	4	Stock	6	8	9	9	10	12	12	12	12	Backlog	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ordered	8	8	8	8	8	8	8	7	6	Cost	3.0	4.0	4.5	4.5	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Term	9	8	7	6	5	4	3	2	1																																																																								
Received	6	7	8	7	6	4	4	4	4																																																																								
Demand	8	8	8	8	8	4	4	4	4																																																																								
Supply	8	8	8	8	8	4	4	4	4																																																																								
Stock	6	8	9	9	10	12	12	12	12																																																																								
Backlog	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																								
Ordered	8	8	8	8	8	8	8	7	6																																																																								
Cost	3.0	4.0	4.5	4.5	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0																																																																								

図 6 情報の送受信画面

4.2. ゲームの進行

ハイブリッドビールゲームでは、在庫や受注残は自動的に計算され、注文の記録なども自動的に保存される。プレイヤーは、画面に表示される情報を基に、注文するビールの本数の意思決定に集中することができる（図 7）。おおむね 1 期には 30 秒程度かかるので、50 期行う場合は、30 分程度を要する。従来のビールゲームと比べ、大幅に時間が短縮できる特徴が、ハイブリッドビールゲームには存在する。



図 7 ゲーム中の風景

4.3. ディブリーフィング

従来のビールゲームと同様に、個々の合理的な意思決定が、システム全体の振る舞いにどのような影響を及ぼしたのかという点について、ディブリーフィングで扱うのは、ハイブリッドビールゲームについても同じである。しかし、ハイブリッドビールゲームには、従来のディブリーフィングの内容に加えて、シミュレーションモデルを利用していることによって可能となった、ディブリーフィングの内容が存在する。

まず 1 つ目が、ゲームの結果を利用して、アニメーションを作成することによって、アニメーションを通じて全体でどのような振る舞いが取られていたのかを確認することができる（図 8）。



図 8 アニメーションを用いたゲームの再現

黒板やノートなどに残された数字のみを用いて、ゲームを振り返り理解を深めることは、簡単なことであるとは言いがたい。アニメーションという視覚化された結果を用いることで、容易にかつ深い理解と共にゲームを振り返ることが可能となる。

2 つ目が、自分の意思決定やディブリーフィングの内容を基に、エージェントの意思決定ルールを設計することができるという点である。従来のビールゲームでは、「もし自分が別の戦略に基づいて意思決定をしていた場合、どうなったのか？」ということ、再現することは難しい。しかし、ハイブリッドビールゲームでは、参加したプレイヤーから、それぞれの意思決定を基にしたエージェントの意思決定ルールを実装することで、実際に行われたビールゲームを模擬的に再現することが可能である。この再現されたゲームのなかで、もう一度、人間のプレイヤーが参加することによって、「たれば」という状況を体験することが可能である。つまり、ハイブリッドビールゲームでは、通常のディブリーフィング後に、自分の意思決定を、「エージェントの意思決定ルールを設計する」ということを通じて、見直す機会をプレイヤーに与えることができる。

3 つ目が、一番大切なことであるが、従来のビールゲームがどのようなものだったかの説明である。ハイブリッドビールゲームでは、従来のビールゲームにあるような、ビールを受け取る、配送するという行為を模擬的に体験することはない。また、注文表を作成することや、受注残を計算する必要もない。必要な作業は、数字を入力して、情報の送信ボタンをクリックするだけの作業である。ハイブリッドビールゲームでは、自動化できる部分は計算機に処理を任せている分、手軽にビールゲームを体験することが出来る一方で、損なわれた従来のビールゲームの良さをしっかりと説明すること、ハイブリッドビールゲームを利用した場合のディブリーフィングにおける大切な内容である。そして、このことを踏まえて、ハイブリッドシミュレーション&ゲーミングの生まれた背景、特徴などを考えることが大切である。

5. まとめ

本研究では、従来のビールゲームをエージェントベースモ

デリングの技術を利用してシミュレーションモデルを構築した。さらに、意思決定主体としてモデルに存在するエージェントの変わりに、人間が意思決定主体として介入することができる環境を整えることにより、シミュレーションモデルにゲーミングの要素を加えハイブリッドビールゲームを構築した。構築したハイブリッドビールゲームをゲーミングに利用した事例の中から、従来のビールゲームには存在しないブリーフィング・ディブリーフィングの内容について言及するとともに、ハイブリッドビールゲームと従来のビールゲームの体験時における重要な違いについても触れた。

今後、本研究で構築したハイブリッドビールゲームにおいて、いくつかのエージェントの意思決定ルールを用意するとともに、実際の体験者のアンケートを基とした意思決定ルールも実装していきたいと考えている。また、ハイブリッドビールゲームの利用法を、ゲームの利用方法だけでなくエージェントの設計方法を含めて公開していく予定である。

参考文献

ナイジェル ギルバート, クラウス G トロイチュ(2003)『社会シミュレーションの技法』日本技術評論社

出口弘, 小山友介, 田沼英樹, 市川学, 諸藤秀幸, 倉田正, 白潟宏之「SOARS を利用したサンプルオンラインゲームの紹介」,『日本シミュレーション&ゲーミング学会全国大会論文報告集』2006 年秋号

Starman, John D. (1984). "Instructions for running the beer distribution game". System Dynamics Group (MIT). D-3679

Manabu Ichikawa, Yuhsuke Koyama, Hiroshi Deguchi, "Human and Agent Playing the Beer Game", *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, Vol. 35, pp231-237, 2008

SOARS Project, <http://www.soars.jp>

著者の連絡先

市川 学, ichikawa@dis.titech.ac.jp

<http://www.cs.dis.titech.ac.jp/~ichikawa>