

直交表分析によるゲーミングシミュレーション の評価手法

坂田顕庸 山田隆志 寺野隆雄

東京工業大学 大学院総合理工学研究科 知能システム科学専攻

本研究では、ゲーミングシミュレーション（以下、GS）におけるプレイヤーの学習効果に対するゲーミングシナリオの影響を定量的に分析する手法について考察する。具体的には、実験計画法と直交表によるシナリオの分析の応用可能性を探る。本稿では、ビジネスゲーミングシミュレーションのひとつである BAKERY GAME を例題として取り上げ、これに対して実験計画法と直交表に基づくシナリオの分散分析に向けた考察について報告する。

Evaluating The Performance of Gaming & Simulation through Orthogonal Array Testing

Akinobu SAKATA Takashi YAMADA Takao TERANO

Department of Computational Intelligence and Systems Science, Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology.

This paper proposes a method to evaluate the performance of Gaming & Simulation. The method is characterized by pre-determined scenarios designed by orthogonal array testing in quality management. We consider the method by intensive experiments with Bakery Game, one of the popular business game in the literature.

1. 序論

ゲーミングシミュレーション（以下、GS）とは、「ゲームの側面を持つシミュレーション、すなわちシミュレーションの文脈内に人がゲームのプレイヤーとして参加し、その意思決定によって動作するようなシミュレーション」を指す [Greenblat 1988]。GS は複雑な現実社会を仮想化させた環境下でのプレイヤー間の自律的な相互作用を実現し、現実社会における人の営みを再現する。この過程と結果の分析によって、1)人間の反応や相互作用が予想できなかった場合の原因の探索や、2)人間が研究対象のプロセスの一部となっているような探索型研究、3)教育・訓練に役立てることができる [松井 2001]。

一般に教育・訓練が目的の GS では、プレイヤーの学習効果が重要視される。学習効果を測定することで、「ゲームにリアリティ性を感じた」「ゲームに集中することができた」などのようなプレイヤーのゲームに対する好意的印象（質的なデータ）を学習効果とみなし、これらを基にゲームのシナリオ、すなわちゲームのパラメタの設定の妥当性を評価した研究が多い [下平 2009] [中野 2009]。

ところが GS ではシナリオの構成次第で、プレ

イヤのゲームへの印象が大きく変わる。すなわち、パラメタを増やす、減らす、パラメタ値を変えるなどの操作を行った場合、上記のようなゲームに対する印象が揺らぐ可能性が大いにある。この点を明確にさせずにゲームのパラメタ設定の妥当性を認めることはできない。これらの問題に取り組むにはまずシナリオの構成を明らかにしてから議論する必要がある。

シナリオの構成を明らかにするには、量的にシナリオを評価しなくてはならない。同じ評価軸上のシナリオ同士ならば、相互比較が容易である。ところが量的な評価は妥当性を見出すのが難しく、そのためこれまでは定性的な評価に留めた研究が多かった。

量的な評価に基づいたシナリオ同士の比較により、良い学習効果をもたらすゲームのパラメタとパラメタ値を明らかにすることができる。これらを発見し、決定するために用いられる手法として、一般的には因子分析が挙げられる。

因子分析は多変量解析の一種である。因子分析は多変量データの情報を少数の因子で表現して、問題を整理するのに役立つ。

しかしながら、GS のシナリオ同士を比較する

という目的には、一般的な因子分析は適さない。なぜなら、一般的な因子分析をGSのシナリオの分析に適用させても、パラメタの発見に繋がりにくいためである。

シナリオは複数種類のパラメタとパラメタの値(水準)で構成されているが、プレイヤーの高い学習効果に関わるパラメタと水準を発見するまでには、たくさんの仮説パラメタ・水準を用意し、膨大な数の組み合わせ実験を経て、全て評価・比較しなくてはならない。実験のために豊かな人的資源が常に確保できるなら問題はないが、現実にはなかなか難しい。実験の負担を減らすためには、仮説パラメタの数と水準数を減らすことである程度は対応できるが、誤って重要な仮説パラメタや良い結果につながる水準を捨ててしまう可能性も否定出来ないため、得策ではない。以上のような理由で、一般的な因子分析をGSのシナリオの分析に用いるのは適切ではない。

そこで本研究では、プレイヤーの学習効果シナリオの精度、すなわちパラメタの種類の数、水準数を十分に保ちつつ、効率的な分析・評価手法の提案を行う。具体的には、実験計画法と直交表による因子分析手法のシナリオ評価への応用である。

2. 学習効果測定によるシナリオ評価

2.1. 学習効果

本研究における学習とは、ゲーム設計者・実施者が狙った、プレイヤーのGSへの参加を通して学ぶべき事柄への気づきや理解を指す。ゲームの前後でプレイヤーがどれだけ学べたかを測定し、その差分が明らかになればそれを学習効果とみなす。この学習効果は古典的テスト理論に則って測定される。具体的には、ゲームの前後での質問紙調査を実施し、それらの差分を基に評価する。

2.2. シナリオ

ゲーミングは、予め設計されたシナリオに基づいて施行される。シナリオには、為替相場変動の時系列やどのタイミングでイベントが起きるかなどを決定する様々なパラメタで構成されている。パラメタごとに複数の水準を選択・設定できるため、シナリオはパラメタと水準の組み合わせの数だけパターンがある。

2.3. 直交表の利点

ゲームのシナリオをケース、パラメタを因子と見なすことで、ゲームについて直交表による因子分析を行う。GSのシナリオの量的な評価に直交表を利用する利点は以下の6点である。まず、1)シナリオに複数のパラメタを同時に割付けることができるため、網羅的な因子分析が可能である。因子分析にかけることで2)シナリオの各パラメタの寄与を量的に比較評価する。そのため、シナリオの評価に関わりのないパラメタの発見に役立つ。因子分析の中で、3)シナリオや仮説パラメタの不備を検出することができる。また、統

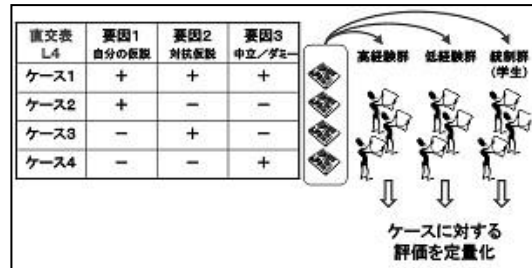


図1 直交表の利点

制された被験者群毎に調査・比較することで、4)シナリオに対する評価の違いを量的に比較することができる。また、タグチメソッドによる分析手法を応用することで、実験面での利便性として、5)一度の実験で、各被験者群6~10人程度の少人数でも実施可能である。さらに、直交表でパラメタを網羅的に扱うため、6)実験回数を大幅に減らすことができる。直交表運用の概念図を図1に示す。

以上から、直交表の使用は多数のパラメタと水準で構成されたシナリオに対して効率的な実験を可能にするものと考えられる。

3. 実験の計画

直交表による因子分析がシナリオの定量評価に適用可能かを確かめるために予備実験を行う。本稿では、例として *BAKERY GAME* [Terano 1999] を利用する。

3.1. BAKERY GAMEの仕様

本稿で紹介する *BAKERY GAME* は、ビジネスゲーミングシミュレーションの一種である。*BAKERY GAME* では、プレイヤーはパン屋の経営者となり、パンの製造・販売を行う。同様の役目の他のプレイヤーと市場競争を行う中で、1)価格に対する消費者動向、2)他社との競合、3)需要予測にマッチした製造計画、4)意思決定結果の時間遅れ要素、5)財務諸表の意味を体験し、学習することが *BAKERY GAME* の目的となる [篠田 2006]。 *BAKERY GAME* の構成を図2に示す。

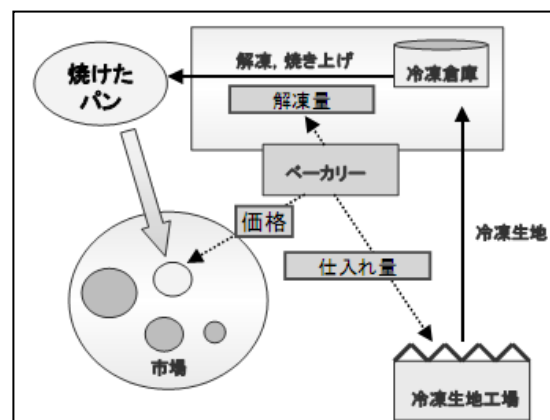


図2 BAKERY GAMEの構成 [篠田 2006]

本稿の *BAKERY GAME* では、プレイヤーは1ゲーム1人で行われる。プレイヤー以外は全て自

律的な意思決定を行う能力をもつエージェントである。プレイヤーとエージェントは、パン屋の経営者を演じながら、パンの材料の調達量、製造するパンの量、パンの価格を各自意思決定してゲームに入力し、

3.2. 実験概要

実務経験のない理系大学院生 6 人を対象に GS の一種であるビジネスゲームの BAKERY GAME を用いて実験を行う。因子数 3, 水準数 2, 表 1 因子と水準

因子\水準	1	2
A: ターン数(回)	5	10
B: 市場変化	無し	有り
C: エージェント数	5	10

表 2 直交表 L4 によるパラメタの割付け

No.	A	B	C
1	1	2	3
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

直交表 L4 に従ってシナリオを設定した。因子は、3.1 の 1) 価格に対する消費者動向, 2) 他社との競合, 3) 需要予測にマッチした製造計画に基づいて筆者が提案したものである。因子, 水準, 直交表によるシナリオの構成については、表 1, 表 2 を参照すること。

3.3. 仮説

因子 A 「ターン数」は、意思決定の機会の数がプレイヤーのゲームへの適応にどれほど影響を与えるかに関わると考えられる。因子 A はターン数が 10 回の方がプレイヤーのゲームへの適応に関わり、学習効果向上に貢献すると予想される。

因子 B 「市場変化」は、BAKERY GAME における市場規模の変化がプレイヤーの学習にどれほど影響を与えるかに関わると考えられる。市場変化は様々なケースを想定しており、どちらが学習効果向上に関わるかは現時点で未知数である。

因子 C 「エージェント数」は、プレイヤーのゲームへの適応に対して、プレイヤーの競争相手の数がどれほど影響を与えるかに関わると考えられる。エージェント数が少ない方がプレイヤーの学習効果を上げるものと予想される。

3.4. 実験手順

プレイヤーの学習効果を測定するために、ゲーム前後で同様の質問紙調査を行い、比較して学習効

果を測定する。質問紙においては、3.1 の 1) 価格に対する消費者動向, 2) 他社との競合, 3) 需要予測にマッチした製造計画に基づいた学習項目を設定する。回答形式は評定尺度法である。

各シナリオで 6 人ずつゲームを行う。ゲームのプレイの順番は、プレイヤー全員が同じにならないよう調整して行うことにする。

3.5. 分析

ゲーム前後の質問紙調査の結果から明らかになった学習効果を基に、直交表による因子分析で、プレイヤーにとってより学習に効果をもたらすと見られるパラメタと水準の抽出を行う。

4. 結言

本論では、GS のシナリオの効率的な分析・評価の提案を目的に、ゲームのシナリオを定量的に分析・評価するのに直交表が有効であることを提案した。また、提案手法の有効性を確かめるための予備実験として、GS の一種である BAKERY GAME を利用し、実験を始めるにあたっての準備・実験計画について報告した。

今後の課題として、本稿の評価手法の適用例を増やし、信頼性を高めていく必要がある。

参考文献

- [Greenblat 1988] Greenblat, C.S. (1988) : *Designing Games and Simulation : A Illustrated Handbook*, Sage Publications (新井潔・蒲田敏之訳：“ゲーミングシミュレーション作法”, 共立出版 1994)
- [松井啓之 2001] 松井啓之：“社会システムとゲーミングシミュレーション”, 日本情報処理学会研究報告. ICS, [知能と複雑系] 2001 (1) pp. 49-54 2010110
- [下平 2009] 下平利和：“経営意思決定のためのビジネスゲーム開発プロセスに関する研究”, 人工知能学会誌 24(1), 124, 2009-01-01.
- [中野 2009] 中野健次：“ケースとビジネスゲームの融合による意思決定学習に関する研究”, 人工知能学会誌 24(1), 125, 2009-01-01.
- [高橋 2009] 高橋信：“やさしい実験計画法—統計学の初歩からパラメータ設計の考え方まで”, オーム社, 2009
- [田口 2007] 田口玄一, 横山巽子：“ベーシック品質工学へのとびら”, 2007
- [Terano 1999] T.Terano, H.Suzuki, Y.Kuno, H.Fujimori, H.Shirai, C.Nishio, N.Ogura, M.Takahashi: *UNDERSTANDING YOUR BUSINESS THROUGH HOME-MADE SIMULATOR DEVELOPMENT*, Proc. ABSEL 1999, pp.65-71, 1999.
- [篠田 2006] 篠田有史, 領家美奈, 寺野隆雄, 中森義輝：“エージェントモデルによるビジネスゲームの実施支援”, 2006 年度人工知能学会全国大会論文集 1B2-1.