

ビジネスゲームによる金融資産投資の学習

Learning Financial Theory through Business Game

山下 泰央*¹ 高橋 大志*² 寺野 隆雄*³
 Yasuo Yamashita Hiroshi Takahashi Takao Terano

*¹東京工業大学大学院総合理工学研究科後期博士課程
 Department of Computational Intelligence and Systems Science, Tokyo Institute of Technology

*²岡山大学大学院社会文化科学研究科
 Graduate School of Humanities and Social Sciences, Okayama University

*³東京工業大学大学院総合理工学研究科
 Department of Computational Intelligence and Systems Science, Tokyo Institute of Technology

Recently financial education has become more important because financial technology is highly developing and financial market is growing in importance. In this research, we apply Business Game method to financial education. Especially we focused on learning of asset allocation. As a result of intensive experiments, we found that (1) players learned not to take excessive risk through business gaming and (2) they recognize the importance of risk control by our experiments. These findings indicate that our approach is valid for financial education.

1. はじめに

近年、金融リスク商品の急速な普及、公的および私的年金運用への関心の高まりなどを背景として、金融資産への投資が関心を集めている。

一般にファイナンスにおいて提案されているモデルは、高度な数式を用いるものが多く、実務上、具体的な投資行動への適用方法が必ずしもわかりやすいものではないとの問題が指摘されている。

従来のファイナンスの学習手法では、書籍などによる理論の座学が主流で受動的であった。中にはトレーディングシミュレーションによる能動的な学習を行おうとする試みもみられたが、参加者間の相互作用を反映させることが困難であるという問題があった。

この問題に対し本研究では、ビジネスゲーム手法を金融教育に応用し模倣的状況を体験することで能動的に学習すること、および参加者間の相互作用を反映しより現実に近い体験をすることを可能にした [Greenblat 88]. ビジネスゲームは、コンピュータシステムを利用した人間参加型のゲームであり、例えば、経営学分野では、ビジネスモデルを効果的に学習する手法としてビジネスゲームが利用されてきた*¹.

本研究では、ビジネスゲームのフレームワークを用い、有効な金融資産への投資の学習を行う手法を提示することを目的とする。

2. 方法

本研究におけるシステムの開発および実験の実行に必要な環境は、筑波大学大学院ビジネス科学研究科 (Graduate School of System Management : 以下 GSSM) のビジネスゲーム開発ツールを利用し、開発実行環境の構築を行った [白井 00]. GSSM の開発ツールは、ビジネスモデル記述言語 (Business

Model Description Language : BMDL) とビジネスモデル開発システム (Business Model Development System : BMDS) により構成されている。簡易型のプログラミング記述言語である BMDL のソースコードを記述することにより、BMDS*²にてゲーム管理者 (ファシリテータ) 用とゲーム利用者 (プレイヤー) 用の HTML ファイル、CGI ファイル等を作成することができる。

投資の意思決定においては、いくつかのプロセスが存在するが、本実験では、アセットアロケーションに焦点を当て、ビジネスゲームの構築を行った。アセットアロケーションは、当プロセスの成否により運用パフォーマンスの 9 割程度が決まるといわれており、資産運用において重要な意思決定である [Brinson 91]. 本分析では、プレイヤーは、金融資産の運用者として 4 資産 (国内債券、国内株式、外国債券、外国株式) の資産配分を 6ヶ月毎に決定する。

投資を行った後のパフォーマンス評価に関しては、いくつかの評価尺度が提案されているが、金融実務において最も広く用いられている指標にシャープレシオが存在する [Sharpe 66]. 当指標は、「シャープレシオ」= 「月次収益率の平均」/ 「月次収益率の標準偏差」のように算出することが可能である。本実験においても、各プレイヤーには、シャープレシオをできるだけ高めることがビジネスゲームの目的として与えられる。また、現実の投資信託などをはじめとするファンドの運営においては、投資のパフォーマンスが悪化すると、ファンドの解約などが発生する。このような現実の市場の状況を背景とし、本実験では、ゲーム終了時に全プレイヤーのシャープレシオ平均以下のプレイヤーは運用資金が解約されるものとした。

6ヶ月毎のラウンドの初めにおいて、プレイヤーは参照情報を得ることができる。次に、これらの情報を基に、プレイヤーは、各ラウンド毎に意思決定 (資産配分比率*³の入力) を行う。ただし、本研究においては資産価格は外部変数であり、プレー

連絡先: 山下 泰央, 東京工業大学, 070-6523-3449, yyasuo1@yahoo.co.jp

*¹ なかでも、Web 環境下で実行可能な筑波大のシステムは、その有効性の高さから様々な分野に応用されている。

*² 本研究の実験が可能にように一部 BMDL を変更して利用している。

*³ 比率の合計は 100% であり、各資産の比率は 0% 以上 100% 以下の範囲としている。

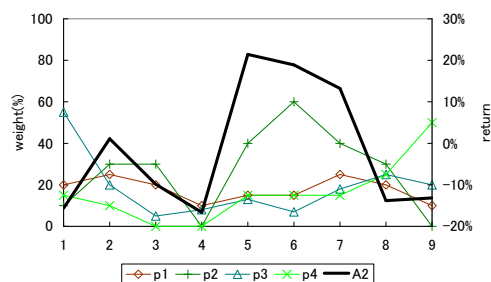


図 1: 実験 1 における国内株式収益率 (A2 : 右軸) と国内株式比率 (p1~p4) の推移

ヤーの意思決定が資産価格に影響を与えない設定である。プレイヤーは、各ラウンドの終わりに出力情報を見ることができる。このような意思決定を繰り返して、9ラウンド継続したところで実験を終了するものとする。

また、プレイヤーへは、各ラウンドの終わりにシャーププレシオを基準としたプレイヤー間の順位を出力情報として与えている。これは順位情報のプレイヤーの意思決定への影響の有無を確認するためと、競争的状况をつくりプレイヤーの真摯な実験への参加を促すための工夫である。そして、本研究ではこうした順位情報を介した相互作用に焦点をあてることにより、機関投資家の競争状況といった実際の市場を再現した学習環境を可能にしている。^{*4}

以上の内容のビジネスゲームを3回実施した。プレイヤーは、岡山大学経済学部学生(2年生, 3年生)であり、ファイナンス理論についてはほぼ初心者である。1回目と2回目の実験では数人毎の4グループで、3回目の実験は各個人(8名)で実施した。初めに、実験の説明とラウンド1の意思決定をするための時間を30分程度とり、後はおよそ10分毎に各ラウンドの意思決定を繰り返すという手順で行った。1回の実験には大体3時間程度の時間を要した。

また、学生の学習効果を調べるために機関投資家の投資部門における所属員4名(証券アナリスト1次試験合格レベル程度)に対し、学生をプレイヤーとする実験1と同設定の実験を実施した。

3. 結果

3.1 投資行動の特徴

図1は実験1における各ラウンドの初めにおける国内株式過去6ヶ月の収益率(図中のA2)と、各プレイヤーの国内株式比率の推移(図中のp1~p4)を示したものである。図1よりプレイヤー2は国内株式の直近6ヶ月収益率の上昇・下降に従い、国内株式への投資比率が増加・減少していることを確認できる。当プレイヤーの国内株式比率の変化と国内株式収益率の相関係数は0.83であり、高い値であった。

表1は、各資産の収益率と各プレイヤーの資産配分比率との相関を計算した結果である。表1より、各資産への投資比率の変化と収益率の間に高い相関を示すものがあることを確認できる。これらの結果は、プレイヤーがポジティブ・フィードバック・トレーダー^{*5}と同様の投資行動をとっている可能性

*4 本研究では、機関投資家は市場価格にほとんど影響を与えないブライスターカーとして振舞うと仮定している。

*5 本研究では、ファイナンス理論における「価格が上昇したら買い、価格が下落したら売るという投資行動をとる投資家」をポジティブ・フィードバック・トレーダーとする定義を採用している。

表 1: 資産収益率と資産配分比率との相関

実験	プレイヤー	国内債券	国内株式	外国債券	外国株式
1	1	-0.38	0.19	0.28	-0.39
	2	-0.10	0.83	0.38	-0.23
	3	0.21	-0.37	-0.16	-0.18
	4	0.55	-0.10	0.25	0.80
2	1	-0.03	-0.06	-0.08	-0.04
	2	-0.11	-0.41	-0.52	0.44
	3	-0.55	0.34	0.27	-0.68
	4	-0.55	-0.18	0.59	0.18
3	a	0.35	0.40	-0.50	0.36
	b	-0.21	0.10	0.16	0.32
	c	-0.23	0.63	-0.02	-0.24
	d	0.20	-0.24	0.26	0.15
	e	-0.09	0.80	0.72	0.61
	f	0.03	0.62	-0.10	0.62
	g	0.76	0.33	0.44	-0.29
	h	0.12	0.55	0.65	-0.47

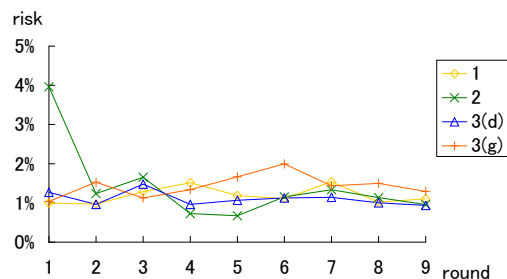


図 2: グループ 1 のリスク推移

を示唆するものである [DeLong 90]。

現実の市場に目を向けてみると、情報や分析能力が限定的な個人投資家の中には、ポジティブ・フィードバック・トレーダーと類似した投資行動をとるものが存在する。現実の市場においてみられる投資家行動が、本実験においても確認できたことは興味深い。

3.2 過度なリスク取得行動の減少

図2~5は実験1から実験3におけるラウンド毎の各グループ(プレイヤー)のリスク^{*6}推移を示したものである。図中、「1」、「2」はそれぞれ実験1, 実験2のリスク量であり、「3(X)」(Xはaからhまでの数)は実験3におけるプレイヤーXのリスクである。実験3は、グループではなく個人で実施したので、実験1, 実験2で所属していたグループと実験3の個人毎のリスク推移を同じ図中に描いている。

これらの図をみると、極端に大きなリスクをとった意思決定をしているプレイヤーの存在を確認できる。例えば、図3では実験1において、グループ2がラウンド6およびラウンド9で極端に高いリスクをとっていることを確認できる。これは、ラウンド6では国内株式60%、ラウンド9では外国株式100%という、リスクの高い資産の比率を高めた配分を行ったため、このような極端に高いリスク量となっている。また、図5では実験1において、グループ4がラウンド3で高いリスクをとっていることを確認できる。これもグループ4が、ラウンド3で外国株式80%という極端な資産配分を行っ

*6 リスクは実験1, 実験2ではラウンド開始時の月次収益率(12ヶ月)による共分散で計算した標準偏差, 実験3では月次収益率(6ヶ月)による共分散で計算した標準偏差である。シャーププレシオや事後リターンは予測能力の獲得を計測する側面が強くなるという問題があり、リスク管理の重要性学習の教育効果を測定する指標としては、事前リスクとその推移以外に優れた指標はないと考えた。

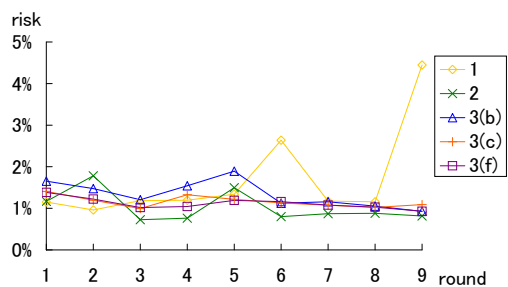


図 3: グループ 2 のリスク推移

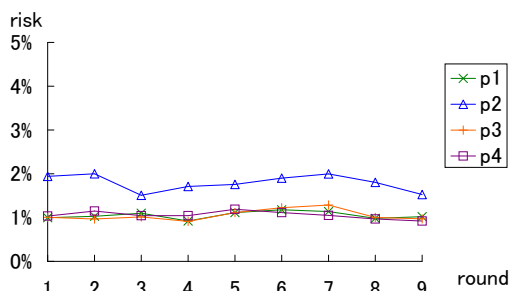


図 6: 機関投資家所属員のリスク推移

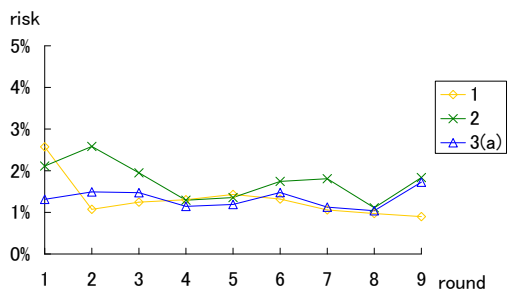


図 4: グループ 3 のリスク推移

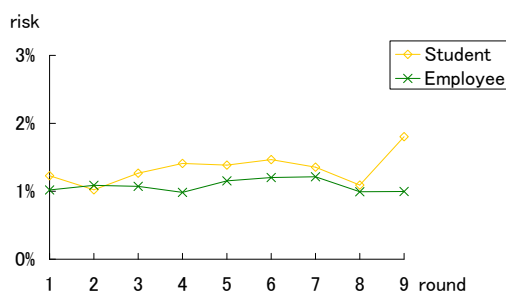


図 7: 学生と機関投資家所属員との比較
(リスクはプレーヤーの中央値. 学生は実験 1 のデータ.)

たためである。このように学生をプレーヤーとした実験では、極端なリスクをとる意思決定が確認できた。ファイナンス理論においては、分散投資によりリスクを減少させることが示されており、その意味で、機関投資家などで訓練をされた運用者はこのような極端なリスクをとるといことは考えにくい。そこで、本実験では、学生の結果と比較するために、現実の機関投資家の投資部門における所属員を対象に同様の実験を行った。

図 6 は、学生の場合の実験 1 と同じ設定で機関投資家所属員 4 名をプレーヤーとした実験のリスク推移である。この場合、学生の場合の結果と比較すると極端に高いリスクをとった意思決定はしていないことを確認できる。さらに、図 7 は学生と機関投資家所属員のリスクの中央値の推移を表示したものであるが、機関投資家所属員は学生に比較しリスクは低く安定的であることを確認できる。これらの違いが生じる理由としては、学生は機関投資家所属員に比べリスク管理の重要性を学習していないということが一つの要因として挙げられる。

学生に対する実験は、全体で 3 回実施したが、前掲の図 2～5 を詳細に確認してみると、全体的に、実験を経るに従い極端

なリスクをとる投資行動が少なくなる傾向にあることを確認できる。例えば、図 3 では、グループは、実験 1 においてラウンド 6 やラウンド 9 で極端に高いリスクをとっていたが、実験 2 ではそのような極端に高いリスクをとっていない。

表 2 は実験 1, 実験 2, 実験 3 および機関投資家所属員のリスクの標準偏差を示したものである。ここでいうリスクの標準偏差とは、プレーヤー毎に全ラウンドのリスクの標準偏差を計算したもので、リスクのばらつきを表している。この値が高ければ極端なリスクをとっているものとみなすことができる*7。

表 2 のグループ 2, グループ 3 のリスクの標準偏差をみると、実験を重ねるに従いより極端なリスクをとる投資行動が減少していることがわかる。グループ 1 は、実験 2 ではラウンド 1 で極端に高いリスクをとっていたが、実験 3 では概ね極端なリスクをとらなくなっている。グループ 4 は、実験 3 においてプレーヤー 8 が極端に高いリスクをとっていることを除けば、より極端なリスクをとらなくなっている。サンプルが少ないので全体の傾向を把握するため、実験毎にリスクの標準偏差の中央値をみると、実験を重ねるに従い 0.51%, 0.41%, 0.23% と低下していることが確認できる。中央値検定の結果をみても、実験 1 と実験 2 の中央値には 5% 水準で有意な差が認められる。また、実験 2 と実験 3 の中央値にも 1% 水準で有意な差が見られる。

これらの結果は、ビジネスゲームのフレームワークを利用したゲームを通じ、プレーヤーが金融資産運用におけるリスク管理の重要性を学習していることを示唆するものであり、興味深い。

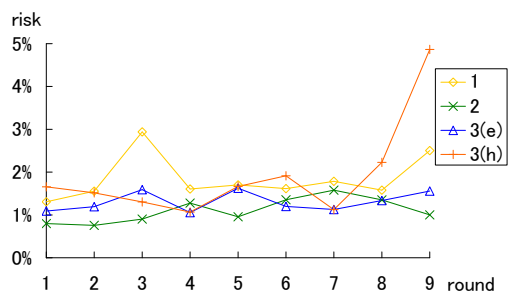


図 5: グループ 4 のリスク推移

*7 常に極端に高いリスクをとっている場合は、リスクの標準偏差が小さくなることが考えられるが、そのような場合がないことは、前掲の図 2～5 で確認できる。

表 2: リスクの標準偏差: 単位%

グループ	実験 1	実験 2	実験 3			機関投資家所属員
1	0.21	1.00	0.18(d)	0.29(g)	—	0.08
2	1.14	0.37	0.32(b)	0.14(c)	0.14(f)	0.19
3	0.50	0.45	0.23(a)	—	—	0.13
4	0.53	0.29	0.23(e)	1.16(h)	—	0.08
中央値	0.51	0.41	0.23			0.11
中央値の差	—	0.10*	0.28**			0.40**

*5%水準で有意, **1%水準で有意. 中央値検定 (片側).
 「中央値の差」は, 実験 2 は実験 1 と実験 2, 実験 3 は実験 2 と実験 3,
 機関投資家所属員は実験 1 と機関投資家所属員との中央値の差である.
 () 中の記号は実験 3 におけるプレイヤーを区別する記号

3.3 実験終盤におけるモラルハザード

前節における図 3 と図 5 について詳細に分析をしてみると, 実験の終盤において, リスクが極端に上昇していることを確認できる. とくに, このような現象は, 全体のプレイヤーの中で順位が低いプレイヤーにおいてみられる傾向にある. このような現象は, パフォーマンスの悪い投資家が, 実験の終盤にいちかばちかの大勝負をかけるために生じていると考えられるものであり, その意味でモラルハザードともいえる行動である [Rasmusen 07].

本実験におけるモデルは, 運用資金委託者をプリンシパル, その資金運用者 (プレイヤー) をエージェントとすると, ゲーム理論におけるプリンシパル・エージェント・モデルとして捉えることができる. 実験では, エージェントであるプレイヤーの成果は運用パフォーマンスとして観察されるが, プレイヤーが選択するリスク水準はプリンシパルである運用委託者からは管理できない設定である. そのため, 競争を意識した下位プレイヤーの中に, 実験終盤において過剰なリスクをとってでも成果を高めようとするモラルハザードを実際に起こすものが現れたといえる.

こうしたモラルハザードは, 現実の市場においても見られる現象である. 運用パフォーマンスの悪化したヘッジファンドなどが, レバレッジをかけて過大なリスクをとり, かえって運用資産を毀損させるといった事例がある. このようなモラルハザードを実際に見られたということが, 本実験が現実の運用環境を再現できていることを示しており, 興味深い結果である.

4. まとめ

本研究では, 金融資産への投資の意思決定をビジネスゲーム手法により学習できることを示した.

まず, プレイヤーの中にはポジティブ・フィードバック・トレーダーのような投資行動をとる場合があることを示した. 現実の市場でみられるような投資家行動が, 本実験においても再現されていることは興味深い結果である.

次に, 投資の意思決定では極端なリスクを取らないようにすることが肝要であることを, プレイヤーが学習することを示した. 本研究の手法は, 競争状態における金融資産投資の学習という, これまで困難と考えられてきた分野への新しいアプローチを提案するものであり, 金融教育の観点から意義深いものである.

最後に, 実験終盤に順位の低いプレイヤーが極端に高いリスクをとるといった, モラルハザードを起こす場合があることを示した. こうした現象が観察できたということは, 当手法が

現実の投資環境を再現できていることを示しており, 当手法の有効性を高めている.

本研究では, ビジネスゲーム手法による実験でポジティブ・フィードバック・トレードやモラルハザードといった現象を確認でき, 実市場に近い環境を再現できた. こうした行動をとったプレイヤーに実験後, 合理的投資行動を例示することにより学習が深まることが期待されるが, それについては今後の課題とした.

また, 実験において順位情報が与えられなかった場合との比較分析も今後の課題である.

参考文献

- [Brinson 91] Brinson, G. P., Singer, B. D., and Beebower, G. L.: “Determinants of Portfolio Performance II: An Update”, *Financial Analysts Journal*, Vol. 47, pp. 40–48 (1991)
- [DeLong 90] DeLong, J. B., Shleifer, A., Summers, L., and Waldmann, R.: “Positive feedback investment strategies and destabilizing rational speculation”, *Journal of Finance*, Vol. 45, pp. 375–395 (1990)
- [Greenblat 88] Greenblat, C. S.: “*Designing games and simulations*”, Sage Publications, Inc (1988), (ゲーミング・シミュレーション作法, 新井潔, 兼田敏之, 訳, 1994)
- [Rasmusen 07] Rasmusen, E.: “*Games and Information: an introduction to game theory*”, Blackwell Publishing Ltd., 4th edition (2007)
- [Sharpe 66] Sharpe, W. F.: “Mutual Fund Performance”, *Journal of Business*, Vol. 39, pp. 119–138 (1966)
- [白井 00] 白井 宏明, 藤森 洋志, 久野 靖, 鈴木 久敏, 寺野 隆雄, 津田 和彦: “WWW 環境を利用したビジネスゲーム開発ツール”, 教育システム情報学会誌, Vol. 17, No. 3, pp. 339–348 (2000)