

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	ビジネスゲームによる投資と資本構成選択問題の学習
Title(English)	
著者(和文)	山下泰央, 高橋大志, 寺野隆雄
Authors(English)	Yasuo Yamasita, Hiroshi Takahashi, Takao Terano
出典(和文)	電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J92-D, No. 11, pp. 1911-1918
Citation(English)	, Vol. J92-D, No. 11, pp. 1911-1918
発行日 / Pub. date	2009, 11
URL	http://search.ieice.org/
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は電子情報通信学会に帰属します。 Copyright (c) 2009 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.

ビジネスゲームによる投資と資本構成選択問題の学習

山下 泰央[†] 高橋 大志^{††} 寺野 隆雄[†]

Learning a Selection Problem of Investment Projects and Capital Structure through Business Game

Yasuo YAMASHITA[†], Hiroshi TAKAHASHI^{††}, and Takao TERANO[†]

あらまし 近年、金融教育の重要性が高まる中、ファイナンス理論の理解を深めるための手法が必要とされている。本研究では、ビジネスゲーム手法を利用した投資プロジェクト選択と資本構成決定に関するファイナンス理論の学習を目的とした分析を実施した。分析の結果、参加者は投資プロジェクト選択法を理解し、株主資本価値を高める資本構成の決定法について理解が進むなど、興味深い現象が見られた。これらの結果は、ファイナンス理論の学習へのビジネスゲーム手法の有効性を示すものである。

キーワード ヒューマン・エージェント・インタラクション、ファイナンス、ビジネスゲーム

1. ま え が き

近年、日本の資産運用市場の拡大に伴い、資産運用ビジネスが急速に発展してきている。資産運用ビジネスでは従来からの現預金を中心とした安全資産の運用に加え、投資信託をはじめとするリスク性金融商品での運用も注目を集めている。そうした貯蓄から投資への潮流の中資産運用ビジネス業界においては、資産運用力を高めるべく人材育成の必要性が強く認識されている。

資産運用ビジネスにおける人材育成の観点では、リスク・リターン分析を中心とした証券投資理論に焦点をあてた研究 [1] はなされているが、ファイナンスの学習に関する研究は十分行われている状況ではない [2]。通常、資産運用者の立場からは、株式や社債などの証券を分析する視点から企業経営を見るため、企業経営者の視点からの問題に気づきづらい。特に、ファイナンス理論における議論に関しては、書籍などによる学習で知識としては知っているが、現実の意思決定への

応用まで十分理解が深まっているとはいいがたい^(注1)。本研究の分析対象である、投資プロジェクト選択や資本構成選択といったファイナンス理論における、主要な議論に対する理解を深めることが、厳しい運用競争のなかで運用力を向上させるために必要である。

一方、ゲーミングシミュレーション [5], [6] の一分野であるビジネスゲームを利用した研究においては、マネージメントやマーケティングに関する研究 [7] ~ [9] は盛んに行われているが、ファイナンスに関する研究は十分行われているとはいいがたく [10], ファイナンス研究へのビジネスゲームの応用が期待されている。

これら人材育成の必要性とファイナンス領域におけるビジネスゲーム応用研究の必要性から、本研究では、金融機関に所属する職業人^(注2)を対象とし、人材育成の一環となる初任者研修での利用を想定したファイナンス理論の学習手法を提示する。本研究では、ビジネスゲームのフレームワークを用い、ファイナンス理論に関する投資プロジェクト選択と資本構成選択の学習を行う手法を提示することを目的とする。

2. 方 法

2.1 ビジネスゲームのシステム

本研究におけるシステムの開発及び実験の実行に

[†] 東京工業大学大学院総合理工学研究科, 横浜市

Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, 4259-J2-52, Nagatsuda-cho, Midori-ku, Yokohama-shi, 226-8502 Japan

^{††} 慶應義塾大学大学院経営管理研究科, 横浜市

Graduate School of Business Administration, Keio University, Yokohama-shi, 223-8526 Japan

(注1): ファイナンス理論における議論については文献参照 [3], [4]。

(注2): 運用に興味がある経済学部に進みたい高校生に対する中等教育等への応用なども考えられるが、それは今後の課題としたい。

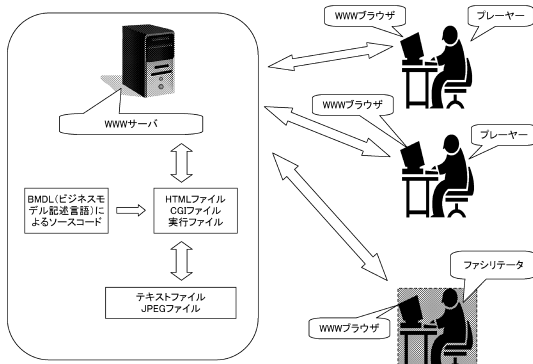


図 1 実験の開発・実行環境の概念図

Fig. 1 Conceptual diagram of development and execution environment of experiment.

必要な環境は、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 [11]。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^(注3)にてゲーム管理者 (ファシリテータ) 用とゲーム利用者 (プレーヤー) 用の HTML ファイル、CGI ファイル等を作成することができる。図 1 は、実験の開発・実行環境を示したものであるが、プレーヤーは WWW ブラウザを通じて各ラウンドにおける意思決定の入力を行い、ファシリテータも WWW ブラウザを通じてゲームの進行を行う。

2.2 ビジネスゲームのモデル

企業経営には多種多様な意思決定を求められるが、本研究においてはファイナンス理論の主要な問題である企業の投資プロジェクト選択と資本構成選択に焦点を当てたビジネスゲームを構築した。

ファイナンス理論によれば、株式価値を最大にするプロジェクト選択方法は、投資額を重みとした加重平均期待リターンを最大とするプロジェクトを選択すればよいことが知られている [12]。企業の投資プロジェクトには通常、本業といえる継続して投資すべき投資プロジェクトが存在する。そのため本研究のモデルでは、投資プロジェクトの選択を行うときに必ず投資するプロジェクトがあるという、現実の投資プロジェクト選択状況に近い設定とした^(注4)。

ファイナンス理論において、企業の資本構成に關する最も基本的な理論として Modigliani-Miller 理論 (MM 理論) がある [13], [14]。MM 理論によれば、完

全市場^(注5)においては株式価値は資本構成によらないことが知られている。しかし、現実の市場では税金や倒産リスクがあるため株式価値は資本構成の影響を受ける。企業の利益に対して税金がある場合は、負債で資本を調達することで株式価値を高めることができる。ただし、負債による資金調達には倒産コストがあるため、あまり多くの負債による資金調達を実行すると支払利息が増大し、かえって株式価値を低下させる結果となる。ファイナンス理論によれば、株式価値を最大にするような資本構成が存在することが知られている^(注6)。本実験においても投資プロジェクト投資額の資金調達を行うに、株式価値を最大にするような最適な資本構成^(注7)が存在する。本実験のビジネスゲームでは、そうした最適資本構成にできるだけ近い資金調達を行えば、より株式価値を高めることができる設定とし、株式価値を高める資本構成方法について学習することを可能にした。

本実験におけるビジネスゲームは具体的には次のように進行する (図 2^(注8))。

プレーヤーは全員、それぞれ同じ業種内の企業の経営者になったと仮定し、できるだけ自社の株価を高めるような投資プロジェクト選択と、資本構成選択を行うことが目的である。毎ラウンドのはじめに、初期投資プロジェクトを含め 11 の投資プロジェクトの期待リターン、リスク、投資額などがプレーヤーに参照情報として提供される。プレーヤーはそうした参照情報を参考にして、まず株式価値を最大にするような投資

(注3)：本研究の実験が可能ないように一部 BMDL を変更して利用している。

(注4)：実験では必ず投資されるプロジェクトが一つあるという設定であり、そのプロジェクトは選択肢に含まれない。これは企業が自らは解散しないこと (投資プロジェクトが全くないならば企業の存在意義がないため) を前提としているためである。また、現実の企業における投資プロジェクトでは、投資期間の異なるプロジェクトについて投資の意思決定をすることが一般的であるが、そうした分析は今後の課題である。

(注5)：ここでは完全市場とは、税金、倒産リスクや投資家と経営者の情報の非対称性がない市場のことをいう。

(注6)：投資家と経営者の情報の非対称性がある場合について、行動ファイナンス [15], [16] の知見を利用した分析は今後の課題としたい。

(注7)：意思決定としては、負債と株式の金額を指定することにより行う。負債の種類は特定せず 1 ラウンド (1 期間) を満期とする借入れまたは社債のようなものと仮定する。また、本実験では負債や株式の調達に際し、取引コストや発行コストは生じないものと仮定している。

(注8)：WACC (Weighted Average Cost of Capital, 加重平均資本コスト) とは、企業全体の資本コストを算出する際に用いられるもの。株主資本コスト (株式コスト) と負債コストの加重平均。WACC に投下資本をかけると、資本コストが求められる。EBIT (Earnings Before Interest and Taxes) とは、利払い前の税引前当期利益のこと。

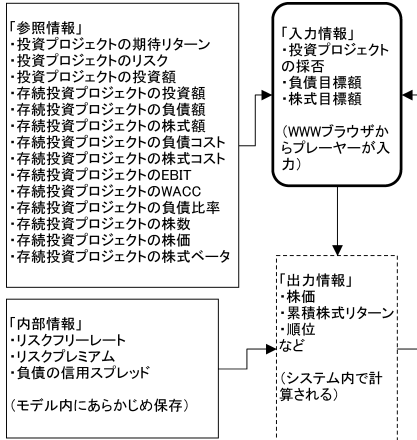


図 2 ビジネスゲームのモデル
Fig. 2 Model of business game.

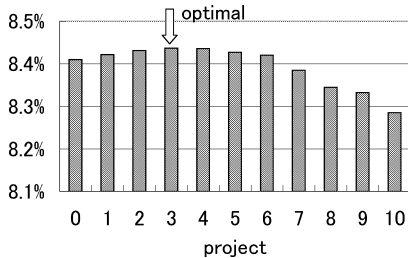


図 3 最適投資プロジェクトの例
Fig. 3 The example of the optimum investment project.

プロジェクトを選択する^(注9)。投資プロジェクトの選択は各投資プロジェクトに「投資する」か、「投資しない」という入力情報としてプレーヤーに決定される。次に、プレーヤーは、投資プロジェクト投資額に応じた資本調達額を、「負債額」と「株式額」という資本構成の入力情報^(注10)として決定する。全プレーヤーの投資プロジェクトと資本構成の入力情報が決定されると、それに応じてモデル内部で株価や負債比率などを計算する更新処理が行われる。株価、負債比率^(注11)、順位^(注12)などを出力情報として、各プレーヤーに表示している。

プレーヤーには企業の株価をできるだけ高めることが目的として与えられている。株価はファイナンス理論に基づき、モデル内部でプレーヤーの入力情報に応じて計算される。投資プロジェクトの選択に関しては各ラウンドごとに株価を最大にする最適解^(注13)(図3)が存在し、プレーヤーの投資プロジェクトの選択が最適解に近いほど、株価が高まる構造である。

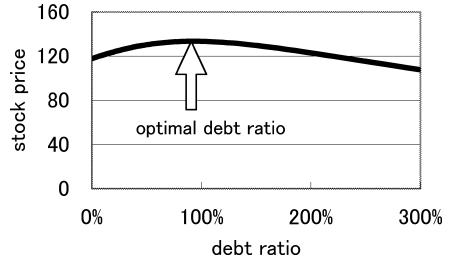


図 4 最適負債比率の例
Fig. 4 The example of the optimal debt ratio.

また、資本構成選択も投資プロジェクトの投資額に応じて株価を最大にする最適解^(注14)(図4)が存在し、プレーヤーの資本構成選択が最適解に近いほど株価が高まる設定である。最適解は、株価を最大にするような株式額と負債額を求める最適化問題1を解くことで得られる[17]。

$$\begin{aligned} \max \quad & p = \frac{E}{q} \\ q = & \frac{D_0 - D}{p_0} + q_0 \\ E = & V_u + (T - 1)D_1 \\ D_1 = & \frac{D(R_f + s)}{R_f} \end{aligned} \quad (1)$$

(注9): 存続投資プロジェクトは常に投資するプロジェクトとされているが、それ以外の投資プロジェクトの選択は任意である。極端な例としてはすべての投資プロジェクトを選択することや、すべての投資プロジェクトを選択しないということも可能である。現実の資金調達は市場環境による制約を受けるが、本実験においては資金供給者は合理的に行動することを仮定しているため、モデル内部に市場環境による制約を受けないメカニズムを内在しており、適正に資金調達をなし得る設定である。

(注10): ビジネスゲームのモデル内部で使用される意思決定変数としての入力情報以外に、プレーヤーの思考を調査する目的で、プレーヤーが意思決定する際に重視する項目(20程度)を優先度の高いものから上位3項目選択する入力情報も作成している。

(注11): 負債比率 = 負債額/株式額としている。

(注12): 順位はプレーヤー間の競争を促進させるため、株価による各ラウンドの株式リターンや累積株式リターン、格付などに基づく順位を出力情報として各プレーヤーに表示している。格付はモデル内部で計算される信用スプレッドで評価される。信用スプレッドの評価はモデルにあらかじめ外生情報として与えられている。順位情報を被験者に提示するに際し、終了ラウンドを事前には教えないことで被験者が極端な行動をとる可能性を抑制している。

(注13): 図3で、投資プロジェクト0が存続投資プロジェクト、投資プロジェクト1から投資プロジェクト10が選択可能な投資プロジェクトとする。投資プロジェクト1から10は期待リターンの高い順に番号付けされているとする。図3の横軸の番号は、存続投資プロジェクト0に加えて投資プロジェクト1からその番号の投資プロジェクトまでを選択することを表す。縦軸は投資額加重の平均期待リターンである。図3の例では、投資プロジェクト1, 2, 3を選択した場合に加重平均期待リターンが最大となり最適解となる。

(注14): 図4では、株価が最大となっている負債比率90%位が最適解となる。

$$s = f\left(\frac{D}{E}\right)$$

$$s_0 = f\left(\frac{D_0}{E_0}\right)$$

$$V_u = E_0 + \frac{(1-T)D_0(R_f + s_0)}{R_f}$$

$$q \geq 0, D \geq 0, E > 0$$

p : 株価 (円)

q : 株数 (億株)

E : 株式額 (億円)

D : 負債額 (億円)

D_1 : 信用リスク修正後負債額 (億円)

s : 信用スプレッド

p_0 : 初期株価 (円)

q_0 : 初期株数 (億株)

s_0 : 初期信用スプレッド

E_0 : 初期株式額 (億円)

D_0 : 初期負債額 (億円)

V_u : 全額株式評価時の企業価値 (億円)

R_f : リスクフリーレート

T : 税率

$f(\cdot)$: 信用スプレッド関数 (負債比率の関数)

信用スプレッド関数 $f(\cdot)$ はモデルに外生的に与えられるので、この最適化問題は一般的には数値計算で解くことになる。プレイヤーは皆同じパラメータ条件のもとで意思決定を行い、ラウンド間のパラメータ条件は独立^(注15)という設定である。

以上の内容のビジネスゲームを 2 回実施した。本研究では、ビジネスゲームを経験すること自体が学習 [18] であり、2 度の実験を比較し経験によって学習効果が現れることで、ファイナンス理論の学習にビジネスゲーム手法が有効であることを示す。プレイヤーは機関投資家の所属員 4 名 (全員証券アナリスト検定資格保有者) である^(注16)。はじめに、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 分ごと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 2 時間程度の時間を要した^(注17)。ラウンドの終了回数は、プレイヤーには知らせておらず 2 時間程度で終了と決めておいた。そのため結果として 8 ラウンドで終了となっている。

3. 結 果

3.1 投資プロジェクト選択

表 1 から表 5 は、実験 1 における株価を最大にする投資プロジェクト選択と各プレイヤーの投資プロジェクト選択である。表の列はラウンドを表し、行は投資プロジェクトを表す。例えば、“1” 行 “r1” 列のセルが “1” なら、投資プロジェクト 1 をラウンド 1 に採用し、セルが “0” なら採用しないことを意味している。表 1 の “r1” 列は、ラウンド 1 において、投資プロジェクト 1 から 3 を採用し、それ以外の投資プロジェクトは採用しないことを表している。表 1 と、表 2 から表 5 を比較すると、プレイヤーの投資プロジェクト選択は

表 1 実験 1 の最適投資プロジェクト選択
Table 1 Optimum investment project selection of experiment 1.

投資プロジェクト	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	0	1	1	1	1	1
4	0	0	0	1	1	1	1	1
5	0	0	0	1	0	0	1	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0

表 2 実験 1 のプレイヤー a の投資プロジェクト選択
Table 2 Investment project selection of the player-a of experiment 1.

投資プロジェクト	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8
1	1	1	1	1	1	0	1	1
2	1	1	1	1	1	0	1	1
3	1	1	1	1	1	0	1	1
4	1	0	0	1	1	0	1	1
5	1	0	0	1	1	0	1	1
6	1	0	0	1	1	0	1	1
7	0	0	0	1	1	0	1	1
8	0	0	0	1	1	0	1	0
9	0	0	0	1	0	0	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0

(注15): 現在の意思決定は過去の意思決定の影響を受けない設定である。

(注16): 予備実験として経済学部学生 12 名による実験を 2 回実施している。本研究の意思決定項目は投資に加え資本構成も決定しなければならず、参加者の中には、証券投資理論のみを対象とした実験 [1] より難しいという感想を述べる者がいた。

(注17): 本実験は業務研修の一環として行われておりプレイヤーの実験参加へのインセンティブは十分高い水準に保たれている。

表 3 実験 1 のプレーヤー b の投資プロジェクト選択
Table 3 Investment project selection of the player-b of experiment 1.

投資プロジェクト	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8
1	1	1	1	1	1	1	0	1
2	1	1	1	1	1	1	0	0
3	1	1	1	1	0	1	0	0
4	1	1	1	1	0	1	0	0
5	1	1	1	1	0	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4 実験 1 のプレーヤー c の投資プロジェクト選択
Table 4 Investment project selection of the player-c of experiment 1.

投資プロジェクト	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8
1	0	0	1	1	1	1	1	1
2	0	0	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	1	1	1	1	1
4	1	0	0	1	1	1	1	1
5	1	0	0	1	0	0	1	0
6	1	0	0	1	0	0	1	0
7	1	0	0	1	0	0	0	0
8	1	0	0	1	0	0	0	0
9	1	1	1	0	0	0	0	0
10	1	1	1	0	0	0	0	0

表 5 実験 1 のプレーヤー d の投資プロジェクト選択
Table 5 Investment project selection of the player-d of experiment 1.

投資プロジェクト	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0	0	0
6	0	1	0	1	0	0	0	0
7	1	1	0	1	0	0	0	0
8	1	1	1	0	0	0	0	0
9	1	1	1	0	0	0	0	0
10	1	1	1	0	0	0	0	0

株価を最大にする投資プロジェクト選択^(注18)とはかなり異なっていることが確認できる。

図 5, 図 6 は, 実験 1 と実験 2 における「投資プロジェクト選択による株式リターン」(これ以降「p リターン」という)の推移である。「投資プロジェクト選択による株式リターン」とは, プレーヤーが決定した投資プロジェクトの選択に応じて市場で評価された株価の変化率である。図中の“optim”は株価を最大にするような投資プロジェクト選択をした場合の p リター

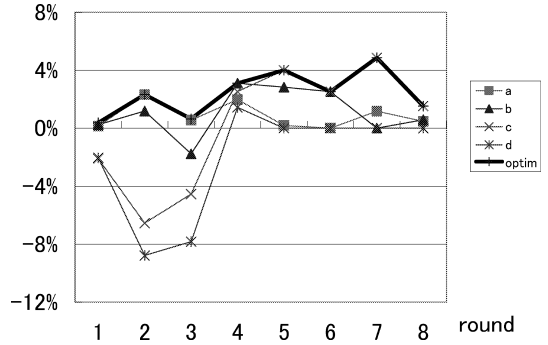


図 5 実験 1 の p リターン
Fig. 5 P-return of experiment 1.

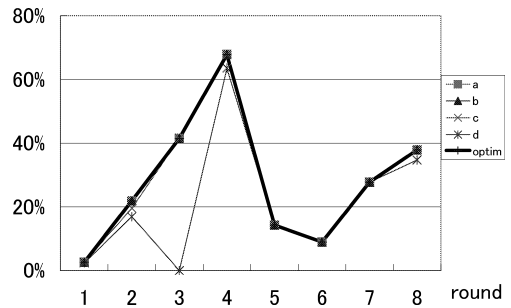


図 6 実験 2 の p リターン
Fig. 6 P-return of experiment 2.

ン(以降, この場合の投資プロジェクト選択を「最適投資プロジェクト」と呼ぶ)であり, “a” から “d” は各プレーヤーの p リターンである。

図 5 では, 各プレーヤーの p リターンは “optim” の p リターンから乖離していたものが, 図 6 ではほぼ “optim” の p リターンに重なっている。これは, 実験 1 ではプレーヤーが株価を高めるような投資プロジェクト選択をできていなかったが, 実験 2 においてはそれを学習したことを示しており興味深い結果である。

図 7, 図 8 は, 実験 1 と実験 2 の投資プロジェクト選択の違いを詳細に見るための, p リターンの乖離率^(注19)の推移である。p リターンの乖離率がゼロに近

(注18): 投資プロジェクトはリターンの高い順に並べてある。被験者が最適投資プロジェクト選択に近づくためには必ず必要な作業であり, 被験者の作業時間短縮のためである。こうすることにより過度に問題が難しくなり, 被験者が正解に気づけないことを回避している。

(注19): 「p リターンの乖離率」= (「optim の p リターン」- 「プレーヤーの p リターン」) / (1 + 「optim の p リターン」) で p リターンの乖離率を定義している。こうすることにより学習の効果は, 最適投資プロジェクトからの乖離で計測されることになり投資プロジェクトのリターン水準に影響を受けなくなる。また, 最適投資プロジェクトからの乖離で評価するため, 2 回の実験に投資プロジェクトのリターンに起因する難易度の違いは生じない。

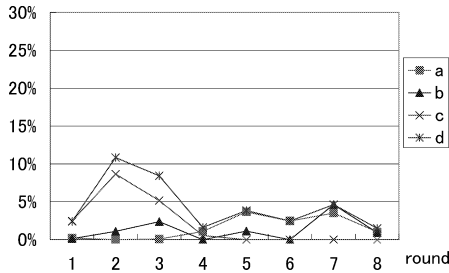


図 7 実験 1 の p リターン乖離率
Fig. 7 P-return rate of deviation of experiment 1.

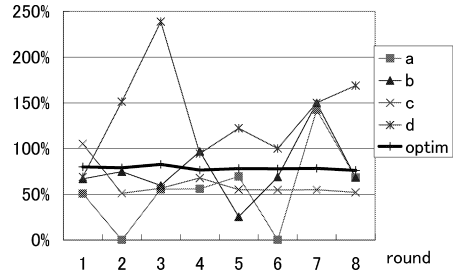


図 9 実験 1 の負債比率
Fig. 9 The debt ratio of experiment 1.

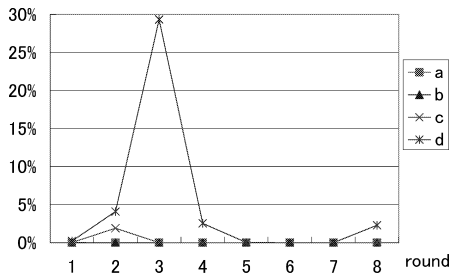


図 8 実験 2 の p リターン乖離率
Fig. 8 P-return rate of deviation of experiment 2.

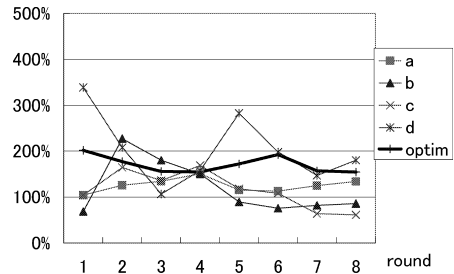


図 10 実験 2 の負債比率
Fig. 10 The debt ratio of experiment 2.

表 6 p リターン乖離率の平均
Table 6 The average of p-return rate of deviation.

実験	a	b	c	d	中央値	中央値の差
1	1.51	1.29	2.11	4.47	1.81	-
2	0.00	0.00	0.24	4.81	0.12	1.69*

単位：％。
*5%水準で有意、中央値検定（片側）。

いほど、より良い投資プロジェクト選択が行われていることを示す。図 7 では、p リターンの乖離率はゼロから離れて推移しており、実験 1 ではプレイヤーがまだ試行錯誤していることを示している。図 8 では、p リターンの乖離率がほぼゼロで推移しており、実験 2 ではプレイヤーが投資プロジェクト選択の方法を学習していることを示している。ただ、図 8 においてラウンド 3 とラウンド 8 でプレイヤー d の p リターンの乖離率が高くなっているが、ラウンド 3 はプレイヤーが確信がもてず試行錯誤した結果であり、ラウンド 8 は錯誤による入力ミスの結果とのことであった^(注20)。

表 6 は、実験 1 と実験 2 で投資プロジェクト選択方法の学習に効果があったことを検証した結果である。p リターンの乖離率の平均の全プレイヤーの中央値に、実験 1 と実験 2 で 5%水準で有意な差が認められ、本実験により投資プロジェクト選択方法の学習に効果が

あることを示唆するものである。

投資プロジェクトの選択方法に関しては、機関投資家の運用部門所属員であれば、通常基礎知識として書籍などにより知っているはずのものである。しかし、本研究の実験 1 で確認されたように“現実”の問題として提示された場合、知識があってもすぐには正しい投資プロジェクトの選択が行えないという現象が見られた。実験 1、実験 2 で示唆されるように、ビジネスゲームという手法を通して擬似現実を経験することで、投資プロジェクトの選択方法について理解が深まっていると推測される。まさにこうした場合^(注21)においてビジネスゲーム手法を利用する意義がある。実際、実験後に実施したアンケートでも全プレイヤーから投資プロジェクトの選択方法について理解が深まったとの回答を得ている。このことから、本研究による手法が投資プロジェクト選択を学習するための有効な手法であることがうかがわれる。

3.2 資本構成選択

図 9、図 10 は、それぞれ実験 1、実験 2 のプレー

(注20): 実験後プレイヤー d に理由を聴取したものである。
(注21): ビジネスゲームでは初心者か熟達者に近づくことを評価の基準にするという観点 [5] がある。本実験においては最適投資プロジェクト選択を熟達者とみなすことができ、被験者の選択が最適投資プロジェクト選択に近づくことで効果があると考えていることを指す。

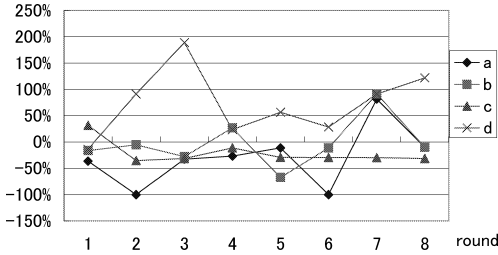


図 11 実験 1 の負債比率乖離率
Fig. 11 The debt ratio rate of deviation of experiment 1.

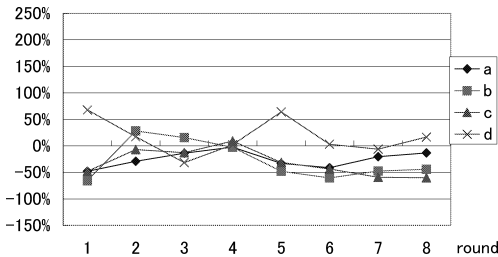


図 12 実験 2 の負債比率乖離率
Fig. 12 The debt ratio rate of deviation of experiment 2.

ヤーの負債比率の推移である。図中の“optim”は株価を最大にするような負債比率（最適負債比率）であり，“a”から“d”は各プレイヤーの負債比率である。図 9 に比較し図 10 では、最適負債比率からの各プレイヤーの負債比率の乖離^{注22}が少なくなっているように見える。

図 11、図 12 は、実験 1 と実験 2 の負債比率の乖離を比較^{注23}できるように負債比率の乖離率^{注24}の推移を示したものである。負債比率の乖離率はゼロに近いほど、より株価を高めるような資本構成を選択していることを表す。図 11 に比べ図 12 において負債比率の乖離率がゼロに近いことを確認できる。これは、実験 1 に比較して実験 2 ではプレイヤーが、より最適負債比率に近い資本構成を選択していることを示し、実験を通じてプレイヤーが資本構成方法について学習しているという興味深い結果である。

表 7 は、実験 1 と実験 2 で資本構成方法の学習に効果があったことを検証した結果である。負債比率乖離率のトラッキングエラーの全プレイヤーの中央値に、実験 1 と実験 2 で 5%水準で有意な差が認められ、資本構成選択方法の学習に効果があることを示唆している。

資本構成選択方法について、プレイヤーは株価を最

表 7 負債比率乖離率のトラッキングエラー
Table 7 The tracking error of the debt ratio rate of deviation.

実験	a	b	c	d	中央値	中央値の差
1	61.3	43.2	29.6	94.9	52.2	-
2	29.2	44.3	39.9	35.9	37.9	14.3*

単位：％。

*5%水準で有意。中央値検定（片側）。

大にするような最適負債比率があることを実験実施前から知っていたが、具体的な決定方法は知らなかったはずである。ビジネスゲームのモデル内部ではファイナンス理論に基づき株価評価が行われる。そのため、プレイヤーが詳細を知り自己で計算できるだけの十分な時間があれば最適負債比率を導けたと考えられる。しかし、実験でラウンドごとにプレイヤーに与えられた時間は 10 分程度と短時間であり、実直に最適負債比率を計算するのは別の方法を用いたと考えられる。実際、プレイヤーが意思決定する際に重視した項目として「過去の他のチームのデータ」を重視すると回答しているプレイヤーがいた。短時間で意思決定しなければならないという制約のもと、プレイヤーは、限定的な情報で試行錯誤しながら最適負債比率に近づくような意思決定方法を学習していったと考えられる。

現実の市場においても、情報の質や量には制約のあることが一般的であり、同業種内の他社の負債比率などの指標を参考^{注25}にすることは、実務ではよく行われていることである。本実験では、そうした現実の市場で利用されているような探索法を、プレイヤーが実行しているという点で、市場の再現性を実現できているという興味深い結果が得られている。

4. む す び

ビジネスゲーム手法を利用することが、投資プロ

(注 22)：実際の市場の状態により近づけるため、プレイヤーは信用スプレッドを観測できない設定とした。プレイヤーは最適化問題を解くのではなくデータから独自の推論を行ったと思われるため、最適解との乖離が見られる。

(注 23)：実験 1、実験 2 の最適負債比率はそれぞれ 90%、150%程度になる設定としている。これは、日本の機械・自動車業種セクターの平均的負債比率が 90%程度、公共・インフラ業種セクターの平均的負債比率が 150%程度であることを参考にしたためである [19]。

(注 24)：「負債比率の乖離率」＝（「プレイヤーの負債比率」－「最適負債比率」）／「最適負債比率」で負債比率の乖離率を定義している。

(注 25)：通常、負債比率の業種平均は短期間で急激に変化することは稀なため、過去データを参考にすることは有効である。ただし、構造変化など市場環境が急激化するような局面などでは有効性が減少するかもしれない。そうしたシナリオに対する分析は今後の課題である。

プロジェクト選択と資本構成選択に関するファイナンス理論の学習に有効であることを示した。投資プロジェクト選択では、座学による理解を、ビジネスゲームを経験することでより深化させ、投資プロジェクト選択方法の学習に効果があることを示した。資本構成選択では、現実の市場を再現した状況で最適負債比率に近くなるような資本構成選択を行うようになり、資本構成選択方法の学習に有効であることを示した。

文 献

- [1] 山下泰央, 高橋大志, 寺野隆雄, “ビジネスゲームによるファイナンスへの接近—金融資産への投資の意思決定の学習,” コンピュータソフトウェア, pp.33–40, 2008.
- [2] 山下泰央, 高橋大志, “ビジネスゲーム手法の金融教育への応用,” 岡山大学経済学会雑誌, vol.40, no.2, pp.61–72, 2008.
- [3] S. Ross, R. Wester, and J. Jaffe, Corporate finance, McGraw-Hill, 2005. (大野 薫 (訳), コーポレートファイナンスの原理, 金融財政事情研究会, 2007)
- [4] R. Brealey, S. Myers, and F. Allen, Principles of corporate finance, McGraw-Hill, 2006. (藤井真理子, 国枝繁樹 (監訳), コーポレート・ファイナンス(上・下), 日経BP社, 2007)
- [5] 新井 潔, 出口 弘, 兼田敏之, 加藤文俊, 中村美枝子, ゲーミングシミュレーション, 日科技連, 1998.
- [6] C.S. Greenblat, Designing games and simulations, Sage Publications, Inc, 1988. (新井 潔, 兼田敏之 (訳), ゲーミング・シミュレーション作法, 共立出版, 1994).
- [7] J. Wolfe, “The effectiveness of business games in strategic management course work,” Simulation & Gaming, vol.28, no.4, pp.360–376, 1997.
- [8] B.A. Walters, T.M. Coalter, and A.M.A. Rasheed, “Simulation games in business policy courses: Is there value for students?,” J. Education for Business, vol.72, no.3, pp.170–174, 1997.
- [9] G.H. Tompson and P. Dass, “Improving students’ self-efficacy in strategic management: The relative impact of cases and simulations,” Simulation & Gaming, vol.31, no.1, pp.22–41, 2000.
- [10] A.J. Faria, “Business simulation games: Current usage levels—An update,” Simulation & Gaming, vol.29, pp.295–308, 1998.
- [11] 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.
- [12] 野間幹晴, 本多俊毅, コーポレートファイナンス入門, 共立出版, 2005.
- [13] F. Modigliani and M. Miller, “The cost of capital, corporation finance and the theory of investment,” American Economic Review, vol.48, pp.655–669, 1958.
- [14] F. Modigliani and M. Miller, “Corporate income taxes and the cost of capital: A correction,” Ameri-

can Economic Review, vol.53, pp.433–443, 1963.

- [15] G.M. Constantinides, M. Harris, and R.M. Stulz, eds., Handbook of the economics of finance: Financial markets and asset pricing, North-Holland, 2003.
- [16] B.E. Eckbo ed., Handbook of corporate finance: Empirical corporate finance, North-Holland, 2007.
- [17] R.D. Cohen, “An analytical process for generating the wacc curve and locating the optimal capital structure,” Wilmott Magazine, pp.86–95, Nov. 2004.
- [18] D.A. Kolb, Experiential learning: Experience as the source of learning and development, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1984.
- [19] 太田洋子, 張替一彰, 森本訓之, 企業価値向上の財務戦略, ダイヤモンド社, 2006.

(平成 21 年 1 月 12 日受付, 5 月 10 日再受付)



山下 泰央

1991 東大・工・船用機械卒。1991 三井信託銀行(株)入社。現在,中央三井アセット信託銀行在籍。2001 筑波大学大学院修士課程了。2007~現在,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博士課程在籍。



高橋 大志

1994 東大・工・応用物理学科部門物理工学卒。1994~1997 富士写真フイルム(株)研究員。1997~2005 三井信託銀行(現中央三井アセット信託銀行)シニアリサーチャー。2002 筑波大学大学院修士課程了。2004 同大学院博士課程了。2005~2008 岡山大学大学院社会文化科学研究科准教授。2007 キール大学客員研究員。2008 より慶應義塾大学大学院経営管理研究科准教授。博士(経営学)。ファイナンス, コンピュータサイエンスなどの研究に従事。日本ファイナンス学会, 日本証券アナリスト協会, 計測自動制御学会, 人工知能学会等各会員。



寺野 隆雄

1978 東京大学大学院情報工学専攻修士課程了。1978~1989(財)電力中央研究所。1990~2004年8月筑波大学大学院ビジネス科学研究科。2004年9月~現在,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教授。計測自動制御学会, 人工知能学会, 経営情報学会, 情報処理学会, 日本オペレーションズリサーチ学会, 電気学会等各会員。社会シミュレーション, データマイニング, 進化計算手法, 知識システム開発, サービスサイエンスなどに興味をもつ。