

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	年金負債を考慮したビジネスゲームによる資産運用の学習
Title	
著者	山下泰央, 高橋大志, 寺野隆雄
Authors	Yasuo Yamasita, Hiroshi Takahashi, Takao Terano
出典	2010年度人工知能学会全国大会 (第24回), , ,
Citation	, , ,
発行日 / Pub. date	2010, 6

年金負債を考慮したビジネスゲームによる資産運用の学習

Learning a pension investment in consideration of liability through business game

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

*¹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
 Department of Computational Intelligence and Systems Science, Tokyo Institute of Technology

*²慶應義塾大学大学院経営管理研究科
 Graduate School of Business Administration, Keio University

While the importance of financial education is recognized in recent years, the technique for deepening an understanding to pension investment management is needed. In this research, we analyze learning method of the pension investment management in consideration of liability using the business game technique. As a result of analysis, interesting phenomena – the participant understood the learning method of the pension investment management in consideration of liability – were seen. This shows the effectiveness of the business game technique to learning the pension investment management.

1. はじめに

ビジネスゲームを利用した研究においては、マネジメントやマーケティングに関する研究 [Wolfe 97, Walters 97, Tompson 00] 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えず、難しい状況である [Faria 98]. これまでに、ファイナンス分野における金融教育の手法として、ビジネスゲームを利用した学習についていくつかの研究 [山下 08a, 山下 08b] がなされている。しかし、その数はまだ十分とはいえず、債務を考慮した年金運用の学習に関する研究は未だ行われていない。そのため、債務を考慮した年金運用の学習についてビジネスゲームを利用した本研究のアプローチは意義深いものといえる。

企業は、人事政策や退職給付が帯びている社会保障の補完や個人保障の負担を軽減するという意味合いから、年金制度を導入している。年金制度においては、運用や管理は企業経営からは独立した組織が行っていることが通常であるが、運用の最終的なリスクは母体企業が負っている。日本では 2000 年度から導入された退職給付会計基準によって退職給付債務に対する不足額を母体企業の貸借対照表に負債として計上されるようになり、母体企業が年金資産運用のリスクを負っていることが明確になった。

現行の会計制度の下では、年金資産の減少による積立不足は翌期以降、一定期間 (10 から 15 年程度) で償却すればよいという、損益計算書への影響を緩和する措置 (遅延認識と呼ばれる) がとられている。しかし、将来的には積立不足を発生年度に全額計上するような方法が採用される方向にあり、年金資産の変動が母体企業の業績に影響を与える可能性が高まっている。

こうした状況を受け年金資産運用関係者の間では、母体企業の業績に与える影響も考慮した年金資産運用手法が必要と考えられている。ファイナンス理論においては、年金のリスク管理について年金資産と年金負債のバランスを如何に保つかという問題に対して、年金資産負債管理 (ALM: Asset Liability

連絡先: 山下 泰央, yamasita.y.aa@m.titech.ac.jp,
 高橋 大志, htaka@kbs.keio.ac.jp, 寺野 隆雄,
 terano@dis.titech.ac.jp

Management) の問題、または、年金剰余管理 (Surplus Management) の問題として取り組まれてきた [Sharpe 90]. これまでの研究では、年金資産運用は高いリターン、低いリスク、かつ、年金債務の変動リスクをヘッジするような資産配分方法が重要と考えられてきた。そのため、年金債務の変動リスクは年金資産のデュレーション管理によってヘッジし、高いリターンと低いリスクの実現は伝統的な年金資産内の資産配分問題として考えるという手法が選択されてきた。

しかし、この手法では母体企業の業績への影響が考慮されていない。母体企業の業績への影響をできるだけ少なくするには、サープラス (年金資産と年金債務の差) の変動をなるべく少なくすべし。そのためには、年金資産リターンの年金債務リターンに対するトラッキングエラーを最小にするような資産配分方法を選択すればよい。この資産配分方法は、実務における従来の資産配分方法とは異なるため実務家にとって理解が難しい。債務を考慮した年金運用に関する、座学による学習方法とは異なる教育の重要性が高まってきている。

本研究では、ビジネスゲームを経験することが、実務家にとって理解の困難な資産配分方法の学習に効果があることを明らかにする。

本研究では、ビジネスゲームのフレームワークを用い、債務を考慮した年金資産運用の学習を行う手法を提示することを目的とするため、まず、ビジネスゲームのモデルを構築し、次いで、現実の人間をプレイヤーとして実験を実施する。

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および実験の実行に必要な環境は、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 [白井 00]. 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 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。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

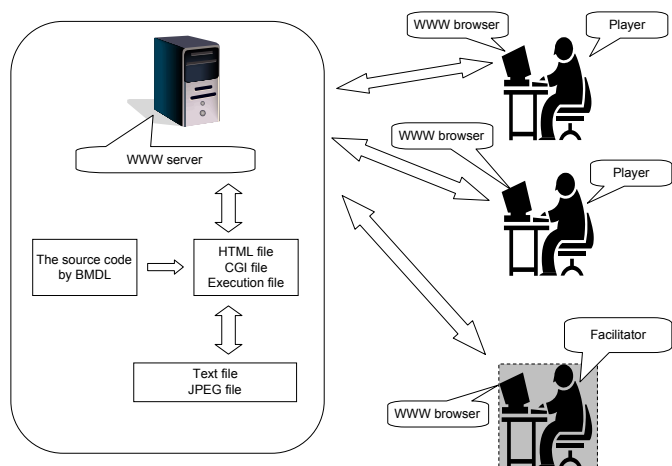


図 1: 実験の開発・実行環境の概念図

プレイヤーは WWW ブラウザを通じ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

本研究では、年金債務を考慮した資産運用に関するビジネスゲームを行う。図 2 は、本研究におけるビジネスゲームの概略を示したものである。プレイヤーは年金基金の運用担当者となり、毎期^{*1}の初めに国内長期債券、国内短期債券、外国債券、国内株式、外国株式の 5 資産の資産配分^{*2}を決定し、“Input information”としてモデルに入力する。

プレイヤーは、“Reference information”を参考にして資産配分を決定する。“Reference information”は毎期提供される。“Reference information”には各資産の期待リターン、リスク、共分散、デュレーションなどが表示されている。また、“Reference information”にはサープラス^{*3}の期待リターンなどを最大とするような参考となるポートフォリオの例（本稿では参照ポートフォリオと呼ぶこととする）も提供される。

参照ポートフォリオには、最適化する種類別に、サープラスの「期待リターン÷リスク」を最大にする場合、期待リターンを最大にする場合、リスクを最小にする場合があげられている。また、期待リターン推定のために用いた過去リターンの期間について短期（過去 1 年分）、中期（過去 3 年分）、長期（利用可能な全てのデータ、概ね 5 年以上）について参照ポートフォリオがあげられている。年金資産の目標デュレーションについては、年金債務のデュレーションに対する割合が 80%、100%、120%の場合について例があげられている^{*4}。

プレイヤーには年金基金の担当者として、年金債務をまかなえるだけの年金資産の確保が目標として与えられる。常に積立比率が 100%以上の状態（サープラスがプラスの状態）にで

*1 1 期を 1 round とし、1 期の期間は 3 ヶ月の設定としている。

*2 各資産の比率合計が 100%になるように資産配分を決定する。それぞれの資産の比率は 0%以上 100%以下で空売りはできない設定である。

*3 ここでいうサープラスとは、年金資産と年金負債の差額のことで、プラスの場合は年金資産の積立剰余、マイナスの場合は年金資産の積立不足のことを意味する。

*4 さらに“Reference information”を提供している EXCEL ファイルのなかで、デュレーションの割合や期待リターン種類（短期、中期、長期）を指定することでポートフォリオを計算できる設計としている。

ければよいが、リターンを高めようとしてリスクを取りすぎると時には積立比率が低下してしまうことがある。積立比率が低下した場合には、その低下分は母体企業が退職給付費用として資金を拠出し、この費用拠出によって母体企業が損失を被るという設定である。従って、プレイヤーは母体企業の損益に与える影響も考慮したうえで年金資産の資産配分を決定しなければならない。

積立比率が 100%以上になったときには、年金資産への流入である年金の掛金を減額することで年金資産を年金債務にバランスし、毎期、開始時に積立比率は 100%に調整される設定である。つまり、積立比率が 100%未満のときは、年金資産の不足分が母体企業の損失として計上される。積立比率が 100%以上のときは、年金資産の超過分が年金債務と一致するよう調整され、母体企業への還元はないということである。

2.3 実験手順

実験開始時にプレイヤーには、同業種の他企業の年金基金担当者（実験における他のプレイヤーのこと）と競争するという状況にさらされ、プレイヤーの年金資産運用の結果が母体企業に損失を与え他社との競争に不利な状況になってしまうかもしれないことを説明している。

プレイヤーのパフォーマンス評価は、母体企業の損益に与えるインパクト（退職給付費用のトラッキングエラー）で計測される。この評価によりプレイヤーの運用力が順位付けされる。評価は母体企業の損益に与えるインパクト以外に、情報比（インフォメーション・レシオ、年金債務に対する年金資産の超過収益率平均をトラッキングエラーで除したもの）、年金債務に対する年金資産の超過収益率平均とラウンド毎の超過収益率でも、毎ラウンド終了後出力情報としてプレイヤーに“Output information”として提供される。

round が終わるごとにプレイヤーにはメッセージが与えられる。メッセージには、プレイヤーの母体企業の損益に与えるインパクトにもとづく順位や警告が表示される。こうしたメッセージは、プレイヤーに競争心を生じさせるインセンティブを与えるための工夫である。年金資産の毀損が続き母体企業へ与える損失が資本を超えてしまうと、母体企業が倒産してしまうことがある。倒産した場合でも、プレイヤーは引き続き意思決定をすることは可能である。

実験は、プレイヤーが学生の場合と機関投資家所属員の場合の 2 種類行った。ファイナンス理論についてあまり知識がなく専門的訓練を受けていない初心者代表として、学生をプレイヤーとする実験を行った。学生は東京工業大学大学院生 5 人（修士 1 年 3 人、修士 2 年 2 人）である。5 人ともファイナンス理論についてはほぼ初心者とみなせる。

一方、ファイナンス理論について知識があり専門的訓練を受けている者の代表として、機関投資家の投資部門における所属員 3 人をプレイヤーとする実験を行った。機関投資家所属員は、3 人とも証券アナリスト資格保有者でありファイナンス理論に関する知識を保有し、資産運用担当者としての研修も経験していることから専門的訓練を受けたものとみなせる。

プレイヤーが学生の場合と機関投資家所属員の場合のそれぞれにつき、3 回実験^{*5}を行った。1 回の実験は 10 round 行い、1 時間程度の時間がかかった。ただし、プレイヤーには終端効果を避けるため、終了時間を予め教えることはしていない。

本研究の実験におけるファイナンス理論に基づく合理的な資

*5 1 回目、2 回目、3 回目の実験はそれぞれ 2001 年 12 月から 2004 年 3 月まで、2004 年 6 月から 2006 年 9 月まで、2006 年 12 月から 2009 年 3 月までの現実の市場データを利用した。

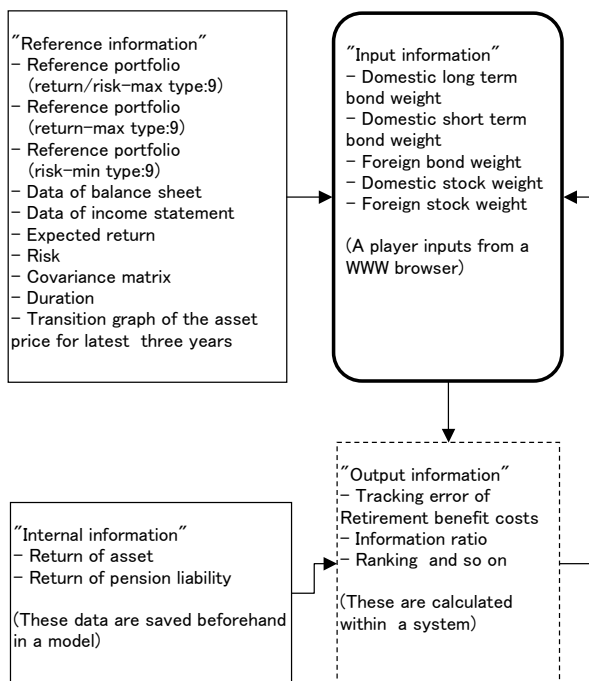


図 2: ビジネスゲームのモデル

表 1: 事前リスクの乖離率の平均 (学生)

Experiment	p1	p2	p3	p4	p5
A1	39	32	108	35	61
A2	40	115	37	99	90
A3	66	126	15	32	76

単位 : %.

産配分法は、事前リスク^{*6}を最小にする資産配分である。事後的に、母体企業の損益に与えるインパクト（退職給付費用のトラッキングエラー）を最小にするような資産配分は、事前リスクを最小とする資産配分以外にもありえる。しかし、事前に意思決定可能な合理的資産配分は事前リスクを最小とする資産配分である。そのため、本研究の実験においては、プレーヤーの資産配分が事前リスク最小化資産配分に近づくことをもって学習効果があると判断している。

3. 結果

3.1 プレーヤーが専門的訓練を受けていない場合 (学生)

表 1 は、各プレーヤーのそれぞれの実験における事前リスクの乖離率の平均である。事前リスクの乖離率とは、プレーヤーの事前リスク^{*7}と最小リスク資産配分の事前リスクの差を、最小リスク資産配分の事前リスクで除したものである。プレーヤー p3 以外のプレーヤーは、2 回目や 3 回目の実験において、事前リスクの乖離率平均が減少していない。この理由として

*6 事前リスクは、 $TE = \sqrt{r^2 + \sigma^2}$ で定義している。ただし、 TE : 事前リスク、 r : 過去リターンから推定される期待リターン、 σ : 過去リターンから推定される標準偏差である。

*7 事前リスクは推定トラッキングエラーとして計測する。

表 2: 意思決定の際に重視した項目回数の割合 (学生)

	A1	A2	A3
Reference portfolio(return/risk:max)	21	17	13
Reference portfolio(return:max)	2	1	1
Reference portfolio(risk:min)	2	1	7
Expected return and risk	17	20	19
Graph	15	14	10
Others	43	47	50
Total	100	100	100

単位 : %.

表 3: 事前リスクの乖離率の平均 (機関投資家所属員) : 単位%

Experiment	q1	q2	q3	p-value
B1	102	116	73	—
B2	6	60	18	0.036
B3	2	19	5	0.013

P-value of exp.B2 is calculated by paired t-test with exp.B1 and exp.B2.

P-value of exp.B3 is calculated by paired t-test with exp.B1 and exp.B3.

は、プレーヤーが年金債務を考慮した資産配分においては、リスクを最小にするような意思決定をしなければならないことに気がついていないことがあげられる。

表 2 は、プレーヤーが意思決定の際に重視した項目の回答回数を集計した実験毎の割合である。学生をプレーヤーとした場合、1 行目のリターン/リスクを最大とする参照ポートフォリオを重視したとする割合が実験 A1 では 21%と高い値である。実験 A3 においても、リターン最大参照ポートフォリオの 1%やリスク最小参照ポートフォリオの 7%と比較し高い割合となっている。これはプレーヤーが実験を経ても、リスク最小化の重要性に気づいていないことを示すものである。プレーヤーがリスクを最小にすることに気づけなかった理由として、資産リターンの変動に関心を向けすぎていることがあげられる。表 2 の 5 行目にある、直近 3 年間の各資産時価の推移グラフを重視する割合が高いことがそれを示している。プレーヤーが推移グラフを見ることで資産配分を決定をする際に、直近の資産価格の変動によってプレーヤーの意思決定が影響を受けたものと考えられる。

本実験からは、学生をプレーヤーとする場合には、あまり学習効果がみられないものの、極端なリスクはとらなくなるということが確認できた。

3.2 プレーヤーが専門的訓練を受けている場合 (機関投資家所属員)

表 3 は、各プレーヤーのそれぞれの実験における事前リスクの乖離率の平均である。最右列の p 値は、実験 B2 の列においては実験 B1 と実験 B2 の事前リスクの平均値に関して、対応のある場合の平均値の差の検定を行ったものである。また、実験 B3 の列においては実験 B1 と実験 B3 の事前リスクの平均値に関して、対応のある場合の平均値の差の検定を行ったものである。いずれも有意水準 5%で有意であり、プレーヤーが実験を経験することによって、リスク最小化がよりよい意思決

表 4: 意思決定の際に重視した項目回数の割合 (機関投資家所属員)

	B1	B2	B3
Reference portfolio(return/risk:max)	31	6	0
Reference portfolio(return:max)	0	0	0
Reference portfolio(risk:min)	2	18	22
Expected return and risk	23	17	0
Graph	7	4	11
Others	37	55	67
Total	100	100	100

単位: %.

定であることを学習していることを示している。

表 4 は、プレーヤーが意思決定の際に重視した項目の回答回数を集計した実験毎の割合である。プレーヤーが機関投資家所属員の場合は、3 行目のリスクを最小とする参照ポートフォリオを重視したとする割合が、実験を経るに従って高まっていることが確認できる。これは実験を経験することによって、徐々にリスク最小化の重要性に気がついたことを示している。このことから、プレーヤーが機関投資家所属員の場合において、実験を経験することで学習効果があることが示されている。

3.3 考察

実験の結果、資産運用に関する専門的訓練を受けた者と専門的訓練を受けていないものとは、ビジネスゲームを経験してもその学習効果に違いがみられた。訓練を受けた者の代表である機関投資家所属員の場合は、ビジネスゲームを経験することで債務を考慮した年金資産運用に関してより良い意思決定ができるようになった。他方、訓練を受けていない者の代表である学生の場合は、極端なリスクをとることはなくなったものの、ビジネスゲームを経験してもあまり学習効果があるとはいえない結果であった。

この違いの理由としては、資産運用に関する専門的訓練の有無があげられる。機関投資家所属員は専門的訓練を受けたことでファイナンス理論に基づく合理的な考え方を応用できるようになっていたものと考えられる。本研究の実験結果から、専門的訓練を受けた者にはビジネスゲームを経験することが債務を考慮した年金資産運用に関する意思決定法を学習するには効果的であるという意義深い結果が確認できた。一方、学生は専門的訓練を受けていないので、ビジネスゲームを経験しただけでは、債務を考慮した年金資産運用に関する意思決定法を学習するには十分でないことが確認できた。専門的訓練を受けていない者にもビジネスゲームを経験することで債務を考慮した年金資産運用に関する意思決定法を効果的に学習させるには、ケースメソッドを併用するといった方法が考えられるが、それについては今後の課題としたい。

4. まとめ

本研究では、ビジネスゲーム手法を利用した実験により、ビジネスゲームを経験することが実務家にとって理解の困難な、年金債務を考慮した年金資産運用手法の学習に効果的であることを明らかにした。実験の結果、専門的訓練を受けた参加者では、年金債務を考慮した場合の資産配分手法について理解が進むなど興味深い現象がみられた。この結果は、年金資産運用手

法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。一方、専門的訓練を受けていない参加者では、極端なリスクをとらなくなるという効果を除いては、あまり学習効果が得られないことが確認できた。訓練を受けていない初心者にも、ビジネスゲームを経験することで学習効果高めるにはケースメソッドを併用するといった方法が考えられるが、それについては今後の課題としたい。

参考文献

- [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)
- [山下 08a] 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)
- [山下 08b] 山下 泰央, 高橋 大志, 寺野 隆雄: ビジネスゲームによる投資と資本構成選択問題の学習, 合同エージェントワークショップ and シンポジウム (JAWS 2008) 予稿集, 2008.10.29-31 (2008)
- [Faria 98] Faria, A. J.: Business Simulation Games: Current Usage Levels—An Update, *Simulation & Gaming*, Vol. 29, pp. 295-308 (1998)
- [Sharpe 90] Sharpe, W. F. and Tint, L. G.: Liabilities—A New Approach, *Journal of Portfolio Management*, Vol. 16, No. 2, pp. 5-10 (1990)
- [Tompson 00] Tompson, G. H. and Dass, P.: Improving students' self-efficacy in strategic management: the relative impact of cases and simulations, *Simulation & Gaming*, Vol. 31, No. 1, pp. 22-41 (2000)
- [Walters 97] Walters, B. A., Coalter, T. M., and Rasheed, A. M. A.: Simulation games in business policy courses: is there value for students?, *Journal of Education for Business*, Vol. 72, No. 3, pp. 170-174 (1997)
- [Wolfe 97] Wolfe, J.: The Effectiveness of Business Games in Strategic Management Course Work, *Simulation & Gaming*, Vol. 28, No. 4, pp. 360-376 (1997)