

# シミュレーション・システムの教育現場への適用可能性に関する研究 ～生命保険市場の予測のためのエージェント・シミュレーションを通じて～

岩尾詠一郎（専修大学商学部）

生田目 崇（専修大学商学部）

## 1. はじめに

シミュレーション技法は複雑系システムの評価において重要な役割を果たしている。その応用分野は自然科学分野のみならず、社会科学においても重要である。ところが、シミュレーションはシステムの定義が大変複雑であり、教育現場に適用する場合においても、容易であるとは必ずしもいえない。

そこで本研究では、一般に入手可能な公開データを用いた社会シミュレーションの一例として、日本の生命保険市場の将来予測を取り上げ、マクロ指標による分析とエージェント・シミュレーションをおこない、比較検討する。さらに、このシミュレーション技法の教育現場への適用可能性も検討する。

## 2. 生命保険市場の予測のためのエージェント・シミュレーション

### 2. 1 シミュレーションの目的と方法

本稿では、不動産の次に高価な買い物と言われている保険に焦点を当てる。保険はその名の通り、将来起こりうる障害（リスク）に対するヘッジ手段であり、多くの場合は、長期に加入する必要がある。将来、障害が発生することへの備えもさることながら、加入期間は基本的には保険金を支払いつづけなければならない、生活者の家計を圧迫する一つの材料となっている。

2007年10月に日本郵政公社は完全民営化された。持ち株会社の下で「郵便」「貯金」「保険」の各事業会社に分割され、それぞれの事業を担当することとなった。また近年、金融自由化はますます加速し、外資系の保険会社が医療保障を中心とした割安商品を展開している。また、銀行、証券、保険の各業務をお互いの窓口で販売することが解禁されるなど、人口減少による市場の縮小に加え、競争も激化している。民営化そのものは、政府の方針により、進展が遅延しているが、民営化によるイメージの変化や生活者の態度の変化はいやおうなく影響を及ぼしている。また、消費の低迷や外資系企業の参入も市場様々な影響を与えており、これらは、生活者の態度、行動に対して複雑な影響を与えている。

本稿では、日本の生命保険市場に焦点を当て、保険市場の変化を対象とする。特に、マクロデータによる将来予測と、アンケートの個票データをもとにエージェントの属性を与えたエージェント・ベース・シミュレーションを試みる。結果をもとに、生命保険市場の

推移について考察する。

## 2. 2 日本の人口

統計調査によると、2005年に日本の人口は減少しはじめていたことが発覚し、日本でついに人口減少時代が到来した。この人口減少の状況は将来においてもほぼ確実に続き日本は縮小均衡の時代に突入したといえよう。図1に示すように、日本の総人口は2005年からの10年間でそれまでの10年間で増加した分だけの人口減少が予想されている。また、図2に示すように少子高齢化は加速の一途をたどっている。これらのグラフに示すように、過去10年の人口の変化が向こう10年で完全に元に戻るという推計値が出ている。さらに高齢者の割合が増加し続ける。ただし、景気については同じことは言えず、2000年前後のITバブル終焉後の日本の景気については明るいニュースに乏しい。統計上はいざなぎ景気を上回る期間の景気上昇期がありながら、多くの国民はそのことは実感できていなかった。さらに2008年におこったリーマン・ショックをきっかけとした景気の後退以降、生活者を中心とした景気のニュースには明るいものは少なく、社会全体の生活水準の回復は実感がわからないのが現状である。このような中で、貯蓄や投資においても、消費者の行動に劇的な変化がみられる。



図1 人口推移（2005年まで実数，2006年から推計，単位は千人．[2]より）

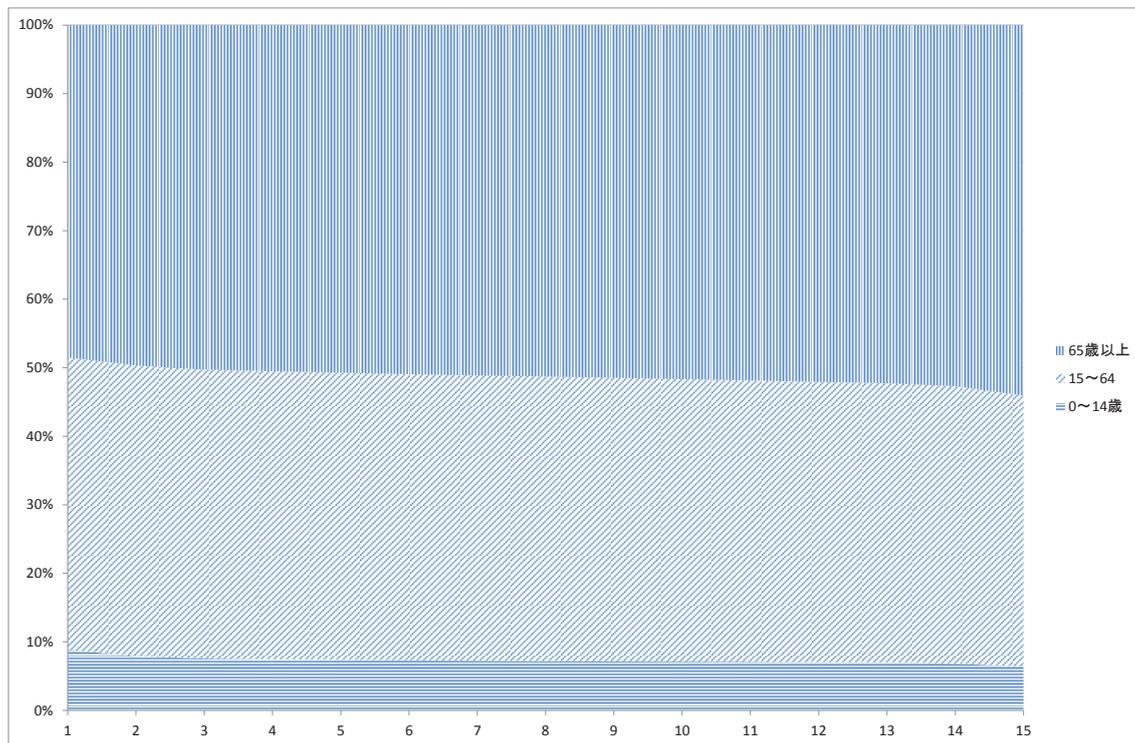


図2 年代別構成割合の推移 ([2]より)

### 2. 3 生命保険市場の推移

生命保険は発行体により大きく「民間生命保険（民間生保）」「簡易保険（(株)かんぽ生命保険）」「共済（共済組合もしくは JA など）」に分けられる。また本稿では、生命保険の分野は「死亡保険」「貯蓄保険」「医療・介護保険」「老後保険」に大別した。現時点では、簡易保険には「医療・介護保険」のいわゆる第三分野の保険商品はない。後のシミュレーションで利用するデータの項目上、商品区分別にアンケートが取られていないため、全体の保有件数のみを目的変数とする。

図3は1996年～2005年の上記4分野の保有件数の推移である（データは生命保険協会[6]、およびかんぽ生命[4]のウェブサイトより作成した）。従来は死亡保障と貯蓄保障が主な加入形態であったが、2000年を超えて貯蓄保障は減少の一途をたどっている。これに対して、従来は保有件数が多くなかった医療・介護分野の保険が伸びていることがわかる。しかし、全体的には保有件数は減少傾向にある。

なお、本稿では上記の1996年～2005年までの過去10年間の統計データを観測値として用いて各種パラメータを推定し、2006年以降の市場の予測を行う。また2006年以降データが公表されている期間の実績値との比較を通じ考察する。

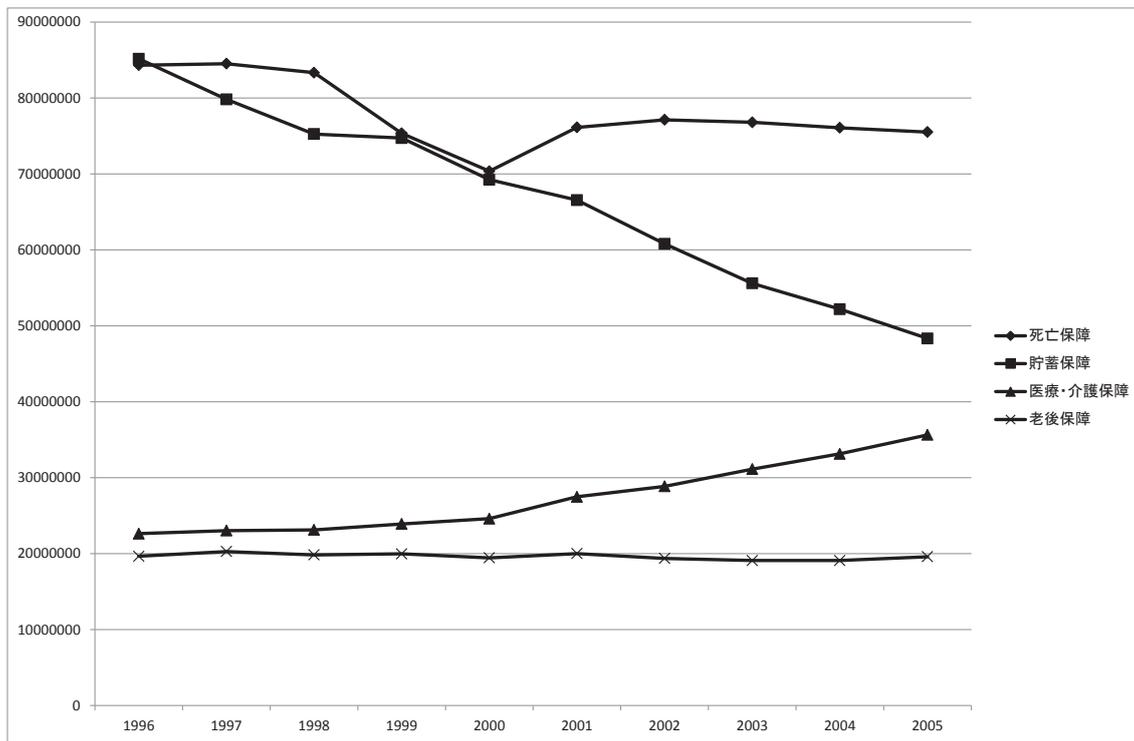


図3 10年間の分野別契約保有件数の推移

## 2.4 エージェント・ベース・シミュレーション

エージェント・ベース・アプローチは、複数のエージェント（意思決定体）が相互に作用するような複雑なシステムを対象とした解析を行う手法の総称である。

その多くは、各エージェントの属性に従った確率シミュレーションを行い、システム全体の挙動を分析する。適用分野としては、生体系や医療分野でも使われている他、エージェント間の相互作用を考慮できることから、さまざまな分野で広く適用されている。

社会科学の分野では、古くは待ち行列シミュレーションはこの類の分析にはいると考えられる。最近では、計算機環境の進展、優れたソフトウェアなどの登場により、より広範囲で複雑なシミュレーションを行うことができるようになってきた。

経済分野では、生活者や組織を自律的に意思決定するエージェントとして扱うことが多い。したがって、各エージェントは固有の属性を持ち、互いに影響を及ぼしながらシステム全体の挙動の変化が起こる。

近年の日本のエージェント・ベース・アプローチに関する研究の一端としては、たとえば、学会誌でも特集が組まれ、最新の理論研究・適用事例が紹介されている[11,12]。また、市場を対象とした、生活者の購買行動をシミュレーション・モデルとして扱った著書や論文も多く発表されている[5,7-10]。

## 2. 5 マクロ指標による市場予測

前述したように、まず、マクロ指標を用いて、生命保険市場の将来予測を行った。目的変数は各年の生保各社の保有件数の合計であるが、これらは統計値より集計した[3,5] 説明変数としては「人口動向」「経済動向」「就労者数」「労働力率」「女性就業率」「失業率」を説明変数候補として、回帰分析による予測を行った。なお、労働力率は15歳以上の人口に占める就業者数と完全失業者数とを合わせた人口の割合である。

年次データでサンプル数が少ないため、説明変数をいたずらに増やさないために、人口動向と経済動向については主成分分析を行い、第1主成分に関する主成分得点を説明変数候補としている。2006年以降についても公表されている推計値をもとに主成分得点を求めて用いている。人口動向については、人口と保有件数は負の相関関係があるが、今後の人口減少とともに市場が大幅に大きくなることは予想できないため、各年代の構成割合を用いている。

F値をもとに変数選択を行ったところ、図4に示すように人口、経済、失業率が選択された。

重回帰式										
説明変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F値	有意差判定確率	判定マーク	T値	標準誤差	偏相関	単相関	符号チェック
人口主成分	12965990.92	0.770787014	7.160	0.037	[*]	2.676	4845684.584	0.738	0.872	
経済主成分	3323333.173	0.140176922	0.178	0.688	[ ]	0.422	7883872.185	0.170	-0.846	x
失業率(%)	-8669960.554	-0.464716328	6.959	0.039	[*]	-2.638	3286638.102	-0.733	-0.747	
定数項	234797782.7					11.528	20366924.01			

[精度]		
決定係数	R <sup>2</sup> =	0.900740567
自由度修正済み決定係数	R <sup>2</sup> ' =	0.85111085
重相関係数	R =	0.949073531
自由度修正済み重相関係数	R' =	0.922556692
ダーヴィンフトソン比	DW =	1.621498725
赤池のAIC	AIC =	339.9232653

[分散分析表]						
変動	偏差平方和	自由度	不偏分散	分散比	P 値	判定
全体変動	1.53461E+15	9				
回帰による変動	1.38229E+15	3	4.60762E+14	18.14921839	0.002	[**]
回帰からの残差変動	1.52325E+14	6	2.53874E+13			

図4 回帰分析の結果

「民間生保」と「簡保」をあわせた市場サイズの将来10年間の予測結果は図5のグラフのようになった。市場サイズの縮小幅が小さいのは、人口は減少傾向にはあるものの、将来の経済予測は成長が予測されているため、減少幅を抑制することになったと考えられる。ただし、この結果は保有件数であり、保有金額ではない。近年では、契約金額の安い保険商品も人気があり、平均契約金額の推移も下降調子である。ここに示した結果のほか、商品区分ごとに市場規模の推移を予測したところ、医療・介護保障などが伸びる反面、死亡保障の減少が激しく、全体としては保有件数が若干減少傾向にあることが確かめられた。

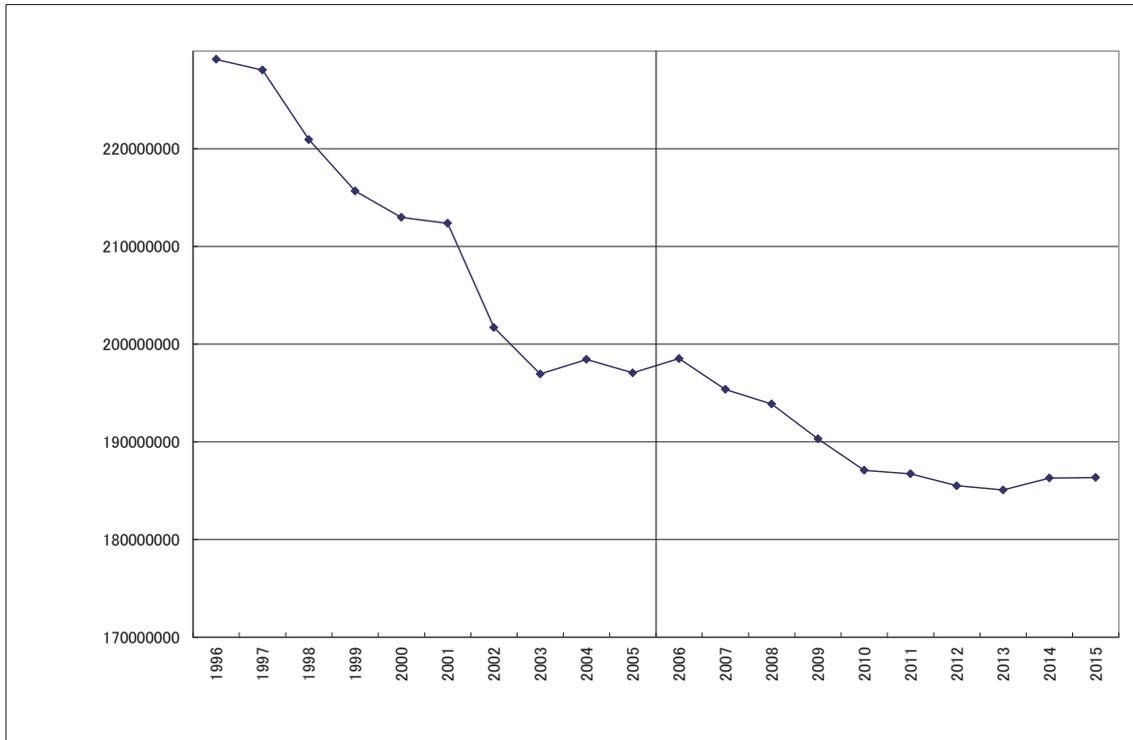


図5 回帰分析の結果の推移（縦線より右が予測範囲）

## 2.6 マルチ・エージェント・シミュレーションによる予測

ここでは、各エージェントの特性を生命保険に関するアンケートより作成し、シミュレーションを通じて市場予測を行う。データはSSJアーカイブの「生命保険に関する全国実態調査（2003年調査）」を利用した。この調査は、3年に一度行われている調査で、世帯属性、保険の利用状況とその理由、将来の保険利用および解約に関する意向調査などが含まれ、調査項目は調査年度にかかわらず同一である。

サンプルは4657件であるが、実際の人口構成と比較すると、調査サンプルにはバイアスがある。そこで、年代ごとに人口構成割合にあわせてサンプリング補正し、サンプリングされたデータをエージェントとして用いた。なお、このデータでは民間生保へ加入しているサンプルは3678件、簡保は2423件、そのうち両者に加盟しているサンプルは1937件であった。加入していないサンプルは383件であった。

モデルは大きく2段階に分かれる。

まず第1段階では生保の契約があるかどうかについてモデル化する。この際に「契約あり」「契約なし」を目的変数とした二項ロジット・モデルにより契約の有無の確率を求める。共変量としては、「年齢」、「世帯人数」、「収入」、「保険に期待すること」の4つの項目を用いた。なお、最後の「保険に期待すること」については、回答項目をバイナリデータとして用いた。回答者*i*の反応確率は二項ロジット・モデルで以下のように表される。 $x$ は説

明変数ベクトルであり  $\beta$  はそのパラメータベクトルである。

$$p_i = \frac{\exp\{\beta^T x\}}{\exp\{\beta^T x\} + 1}$$

2段階としては、どの発行体を選択するかについてのモデル化であり、本稿では「民間生保」「かんぽ生命」「その両方」という3値である。変数としては「遺族補償に関する期待」「老後保障に関する期待」「医療保障に関する期待」「年金保障に関する期待」「必要なコスト」の5つの項目とした。なお、本稿は試論的な意味もあり、モデル選択やこれらの結果に対する詳細な考察は省く。

これらより得られた各エージェントの行動モデルについて、乱数を発生させ加入の有無、発行体の選択を行った。世帯属性により加入件数が異なるため、加入しているとされたエージェントについてはさらに乱数を発生させて件数を与えている。なお、加入件数の分布はデータをもとにした経験分布による。

したがって、分析に用いたデータのうち世帯主が年齢層  $j$  のセグメントの人数を  $k_j$  とし、世帯主の年齢層  $j$  の日本の世帯数 [3] を  $m_j$  とすると、生命保険加入の世帯数  $n_j$  は、上記ロジット・モデルによる選択確率に対して、乱数を振り選択したかどうかの指示関数を  $1_{ij}$  とすると、

$$n_j = m_j \frac{\sum_i 1_{ij}}{k_j}$$

として表すことができる。なお、年齢層別世帯数の推計値については国立社会保障・人口問題研究所のレポート [3] を用いた。これを年齢についてすべて足し合わせることで、市場サイズを推定した。

また、前年まで契約があった世帯が、ある年に契約しないという結果になった場合、その後復帰するかどうかについては、公開されているデータからその割合に応じて乱数を振ることで、再契約を求めている。

こうした、シミュレーションを複数回繰り返して、契約件数の推移と年ごとの分布を得る。図6は市場サイズを推計した結果である。図6の上側の線はシミュレーション結果の上側5%の推移であり、下の線は下側5%の推移である。この図から、前節でおこなったマクロ推計と比較して、全体に保険市場が下回っていることが確認できる。

なお、各種パラメータの推定および、乱数を発生させてのシミュレーションは Microsoft Excel のワークシートですべて行っている。

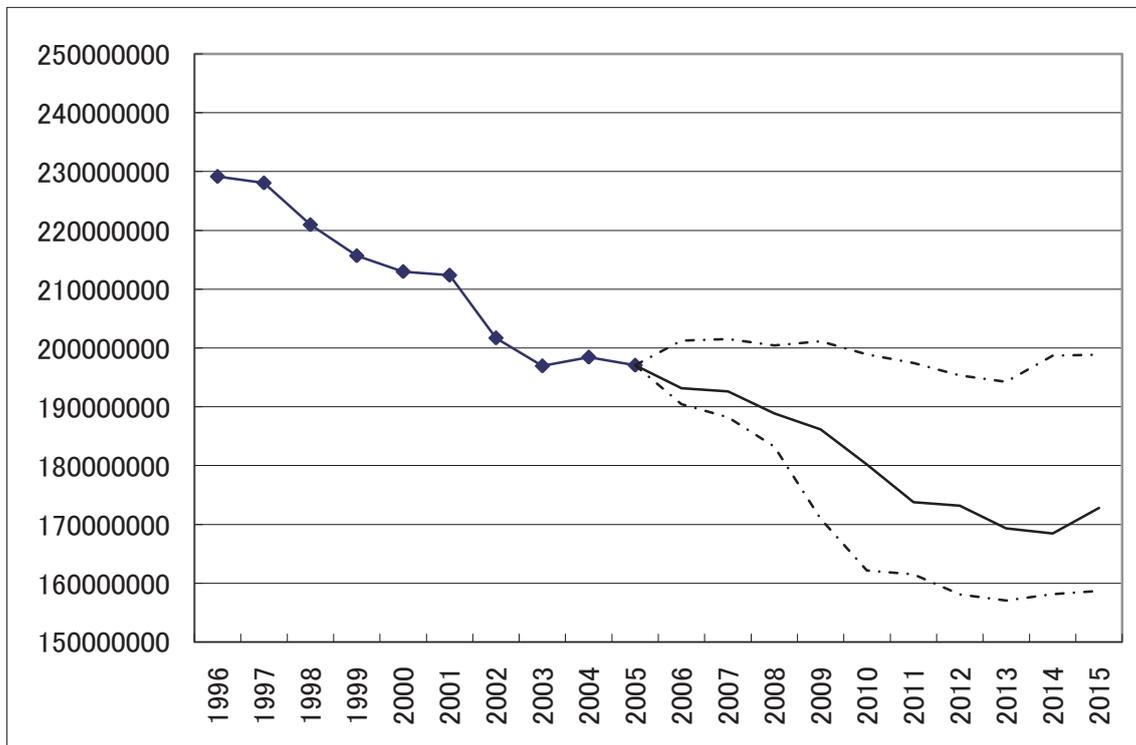


図6 シミュレーション結果（上：95%，中央：50%，下：5%）

表1 2006年から2008年の結果の評価

年	回帰予測	シミュレーション予測	実際の件数	誤差 (回帰)	誤差 (シミュレーション)	誤差率 (回帰)	誤差率 (シミュレーション)
2006	198,523,241	193,148,874	190,333,962	8,189,279	2,814,912	4.3%	1.5%
2007	195,365,523	192,629,205	185,670,188	9,695,335	6,959,017	5.2%	3.7%
2008	193,865,614	188,851,040	184,955,217	8,910,397	3,895,823	4.8%	2.1%

2006年から2008年について予測値と実際の値を比較する（表1）。

わずか3年の結果の比較なので、定量的な考察に一般性を持たせるのはむづかしいかもしれないが、この3年間の結果のみを見ても、マクロデータによる予測は過剰な予測になっていることがわかる。

2006年以降の大きな動きとしては、かんぽ生命の民営化が何より挙げられよう。民間生保が件数を維持する中で、かんぽ生命は毎年5%程度の前年割れを続けている。また民間生保についても、件数は下げ止まりをみせつつも、契約金額については前年割れの状態が続いている。

## 2.7 シミュレーション分析結果の評価

本章では、日本の生命保険市場の将来予測について、マクロ分析とシミュレーションを試み比較検討した。生命保険市場は、規制緩和や新規参入、業界再編などここに示した以上のような市場環境の変化、および消費者の態度の変化などが考えられるが、本モデルで

は保険市場環境についての変化は考慮しなかった。また、今回はエージェント相互の行動の影響は考慮しなかったが、発行体の市場での評判や不安感など、発行体に対する市場全体の評価が各エージェントの行動に影響を与えることも想定できる。これらを考慮したモデル構築が今後の課題である。

民間生保については、2008年以降契約件数は微増ではあるが、契約金額については前年比で5%程度の落ち込みとなっており、市場全体としては縮小期に入ったといえよう。また近年では低額の掛け金の保険が数多く提案されており、これらが市場にどのような影響を及ぼすかについては、さらなる考察が必要である。

また、かんぽ生命については、近年では毎年前年割れの状態が続いており、今回の契約件数の推移についても押し下げる大きな原因となっており、このことから抜本的な改革が必要であろう。本稿はあくまでも市場全体を評価したが、かんぽ生命のみに着目した分析も今後の課題と言えよう。

### 3. シミュレーション・システムの教育現場への適用可能性の検討

本研究のマクロ指標の分析で用いた生命保険の分野別の保有件数のデータ、および生命保険の分野別の保有件数に影響を与えると思われる指標（人口動向、経済動向、就労者人口、女性就業率、失業率）のデータは、ホームページ等で公開されており、容易に入手することができる。同様に、マルチ・エージェント・シミュレーションの分析で用いた、「生命保険に関する実態調査（2003年調査）」も、学術目的（教育目的や学部生の研究目的）であれば、無償にて利用することができる。

すなわち、本研究で実施した、マクロ指標の分析とマルチ・エージェント・シミュレーションの分析は、データ入手が容易であるため、シミュレーション技法を理解することができれば、だれでも容易に今回と同じシミュレーションを実施することができる。

以上のことから、シミュレーション・システムを教育現場へ適用するためには、シミュレーション技法の説明と実際の統計データや調査データを用いた演習の組み合わせが有効であり、このような講義が実施できれば、シミュレーション技法の理解とともに、その他の様々なデータを用いた分析も実施可能である。

### 4. おわりに

本研究では、社会シミュレーションとして、日本の生命保険市場の将来予測を取り上げ、マクロ指標による分析とエージェント・シミュレーションを実施し、比較検討した。さらに、シミュレーション技法の教育現場への適用可能性について検討した。

その結果、マクロ指標による分析とエージェント・シミュレーションでは、マクロデータによる予測は過剰な予測になっていることを示した。日本の生命保険市場の将来予測で

は、生命保険市場は、市場での評判や不安感など、発行体に対する市場全体の評価が各エージェントの行動に影響を与えることも想定できることを示した。また、本研究で実施したシミュレーションは、公開データをもとに実施していることから、シミュレーション技法が理解できれば、容易にシミュレーションを実施できることを示した。また、シミュレーションのプラットフォームとして大学で広く利用されている Microsoft Excel を用いており特別な実装環境を用意する必要もない。さらに、シミュレーション技法の説明と演習を与えることで、講義として利用可能であることを示した。

### <付記>

本稿は、平成 21 年度情報科学研究所共同研究「シミュレーション・システムの教育現場への適用可能性に関する研究～社会シミュレーションのシミュレーション技法の評価を通じて～」による成果の一部である。

### 参考文献

- [1] SSJ アーカイブ, 「生命保険に関する全国実態調査」 2003
- [2] 国立社会保障・人口問題研究所, 「日本の将来推計人口 (平成 18 年 12 月推計)」 <http://www.ipss.go.jp/>
- [3] 国立社会保障・人口問題研究所, 「日本の世帯数の将来推計 (全国推計) (2008 年 3 月推計)」  
<http://www.ipss.go.jp/>
- [4] かんぼ生命, かんぼ生命の現状 2010  
[http://www.jp-life.japanpost.jp/aboutus/disclosure/abt\\_dsc\\_index.html](http://www.jp-life.japanpost.jp/aboutus/disclosure/abt_dsc_index.html)
- [5] 後藤裕介, 高橋真吾, “組織行動のもつ不確実性が業績評価制度の効果に与える影響の分析”, 経営情報学会誌, Vol.18, No.2, pp.139-166 (2010)
- [6] (社) 生命保険協会, 年次統計  
<http://www.seiho.or.jp/data/statistics/annual/index.html>
- [7] 鈴木正昭, 井上善喬, 奥田洋司, “シネマコンプレックスにおけるサービス戦略分析のためのエージェントベース映画鑑賞行動モデリング”, 経営情報学会誌, Vol.19, No.2, pp.101-117 (2009)
- [8] 高嶋大輔, 高橋真吾, 大野高裕, “エージェントベースモデリングによる有料顧客の特徴分析”, 経営情報学会誌, Vol.15, No.1, pp.1-14 (2006)
- [9] 出口弘, 高木晴夫, 木嶋恭一, 複雑系としての経済学—自律的エージェント集団の科学としての経済学を目指して, 日科技連合出版社 (2000)
- [10] 出口弘, 木嶋恭一, エージェントベースの社会システム科学宣言—地球社会のリベラルアーツめざして, 勁草書房 (2009)
- [11] 「特集 エージェント・ベース・モデリング」, オペレーションズ・リサーチ, Vol.49, No.3 (2004)
- [12] 「特集 エージェントベース社会シミュレーションの動向と展望」, オペレーションズ・リサーチ, Vol.53, No.12 (2008)