

# KK-MAS を利用した雇用政策シミュレーション

服部 正太, 木村 香代子, 織田 瑞夫

(株)構造計画研究所創造工学部では、「人間および人間集団の意思決定と行動に情報技術がどのように活用できるか」を命題として、コンサルティング業務、パッケージ販売およびシステム開発を行っているが、その一環として、マルチエージェントシミュレーションを行うことができるプラットフォーム (KK-MAS) を自社開発するとともに、これを利用したコンサルティング活動を進めている。今回は、対外的に発表が認められている事例として、経済産業省でのプロジェクトである、「雇用政策に関する制度設計に対してマルチエージェントシミュレーションを適用した事例」を紹介する。

キーワード：マルチエージェントシミュレーション, 雇用政策, 制度設計

## 1. 社会事象を対象としたシミュレーションツールの必要性

著者らが勤務する(株)構造計画研究所創造工学部では、「人間および人間集団の意思決定と行動に情報技術がどのように活用できるか」を命題としてコンサルティング業務、PKG 販売およびシステムの開発を行っている (図 1)。当社の新規事業として活動を開始した 1989 年以来、政府の政策担当者や企業の経営企画担当者あるいは商品企画担当者が戦略を考えるうえで必要なシミュレーションツールやサービスを提供してき

た。具体的には、マーケティングサイエンス分野におけるコンジョイント分析手法の活用や 1993 年からのリスクマネジメントツール CrystalBall の販売などがある。パソコンを利用して個人別の効用値を測定し、そのデータを基に仮想商品やサービスの評価を推定するマーケティングシミュレーションは、マーケティングサイエンス分野の重要な手法として確立されている [1, 2]。

また CrystalBall は、Microsoft 社 Excel 上のアドオンソフトウェアとして提供されており、企業の事業計画、生産管理、品質管理に確率分布やモンテカルロ

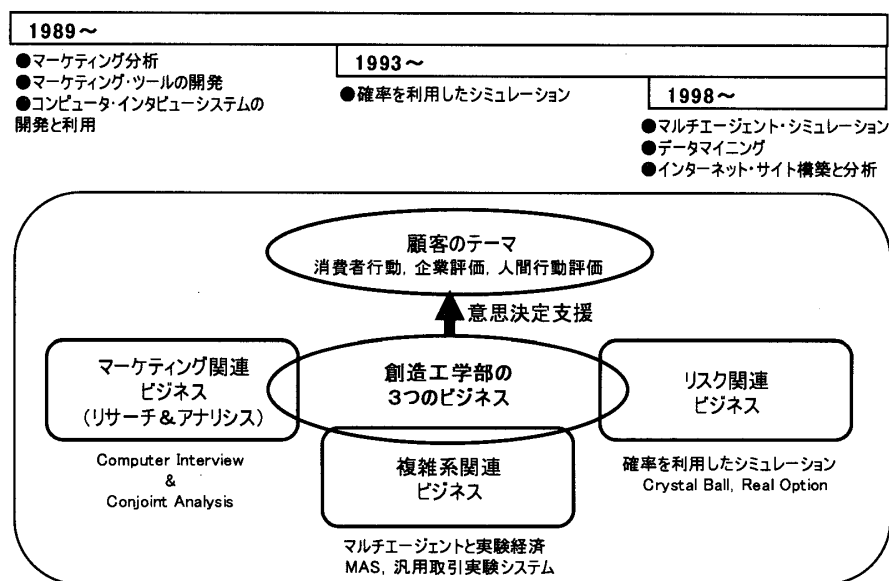


図1 創造工学部のビジネス展開

はっとり しょうた, きむら かよこ, おだ みずお

(株)構造計画研究所

〒164-0021 中野区本町 4-38-13

シミュレーションを容易に活用できるツールとして、日本でも数千人のユーザーがいる。近年のリスクマネジメントへの関心の高まりにより利用者も急速に増え続けている。

しかしながら、これらのシミュレーション手法では、シミュレーションに含まれる要素同士の相互作用や全体系からの影響を表現することは困難である。その点を補完するシミュレーション手法として、我々はエージェントシミュレーション手法に注目した。1997年以来、当時 Swarm というエージェントシミュレータを提供していた米国ニューメキシコ州サンタフェ市にあるサンタフェ研究所のプログラムに参画し研究を続けてきた。1998年には独自のシミュレータ開発の必要性を認識し、通産省（当時）およびIPA（情報処理振興事業協会）の教育の情報化推進プログラムの支援を受け、GLOCOM（国際大学グローバルコミュニケーションセンター）および東京大学の山影進教授や田中明彦教授らと共同で、社会科学研究者向けのマルチエージェントシミュレータの開発を開始した。この開発プロジェクトの目的は、プログラム言語に馴染みの薄い初心者でも比較的簡単に利用可能なシミュレーションシステムを開発することにあった。またシミュレーション手法を普及するために米国のブルッキングス研究所のエプスタイン博士の著作を翻訳[3]したり、あるいは同氏を招聘しシンポジウムを開催したりして啓蒙活動を進めてきた。さらに大学研究機関には同プログラムを無償貸与し、研究成果の発表の場としてコンペティションを開催し、知のフィードバックをかけたコミュニティ形成を行っている。

当社創造工学部でも、このシミュレータを利用したコンサルティング活動を進めているが、今回は対外的に発表が認められている事例として経済産業省でのプロジェクト、「雇用政策に関する制度設計に対してマルチエージェントシミュレーションを適用した事例」を紹介する。

エージェントシミュレーションを利用したコンサルティングは欧米でも普及している。参考例としては、サンタフェ研究所をスピンオフして創設された旧 BIOS 社（現 NuTech 社）などのホームページ (<http://www.nutechsolutions.com>) が有益であろう。

## 2. 雇用政策に関するシミュレーション

### 2.1 概要

本節では、雇用政策に関する制度設計に対してマル

チエージェントシミュレーションを適用した事例を紹介する。本シミュレーションでは、労働市場内に存在する種々の問題のうち、大きく分けて次の四つのテーマを取り扱う。

#### ① 雇用保険に関するシミュレーション

雇用保険の条件設定と、失業率との関係を扱う

#### ② ワークシェアリングに関するシミュレーション

ワークシェアリングの条件（労働時間、給料）と、個々の労働者の満足度および労働生産性との関係を扱う

#### ③ 職業紹介機関に関するシミュレーション

職業紹介機関のサービスメニューの設定と、失業率や労働生産性との関係を扱う

#### ④ 短時間労働に関するシミュレーション

短時間労働者に対する雇用保険の条件と、失業率や労働生産性との関係を扱う

本事例では、アンケート調査によって労働者の労働条件、生活全般、および労働条件に対する選好等についてデータ収集を行い、得られたデータをもとにモデル化を行った。アンケート調査においては、一般的な質問と合わせてコンジョイント分析手法を用い、労働条件とその対価、サービス内容と対価のトレードオフ関係、あるいは失業保険の各種条件（給付日数、給付額など）間のトレードオフ関係を調べ、労働者が潜在的に持っている選好について定量的なデータを収集した。

以降、本稿では①「雇用保険に関するシミュレーション」について、その概要およびシミュレーション結果について述べる。

なお、本事例は、経済産業省の平成14年度総合的産業人材供給環境整備調査事業に基づいたものである。

### 2.2 アンケート調査

アンケート調査の概要を次に示す。

#### ① 平成14年3月度個人調査

##### ○対象者

- ・東京、名古屋、熊本で正規社員、契約社員嘱託、派遣、パート・アルバイトとして就業している、15～69歳の男女
- ・東京で、未就業であるが現在仕事を探している25～69歳の主婦
- ・東京で、未就業であるが現在仕事を探している60～69歳の男性

##### ○サンプル数

1,069名（男性：576名、女性：493名）

○サンプリング方法

ストリートインターセプト

○調査期間

2002年3月9日～24日

○調査方法

会場集合方式によるコンピュータインタビュー調査

②平成14年5月度失業者調査

○対象者

・東京都および東京都近郊在住で、現在失業中の20～69歳の男女

○サンプル数

273名（男性163名、女性110名）

○サンプリング方法

ハローワーク前での事前リクルート

○調査期間

2002年5月22日～29日

○調査方法

事前登録を行った回答者による、会場集合方式によるコンピュータインタビュー調査

2.3 コンジョイント分析

本事例では、コンジョイント分析という手法を用いて、労働者および失業者の雇用保険制度の条件に対する定量的な選好データを収集した。

コンジョイント分析とは、ある対象物（製品やサービス等）に対する、個人の選好（好ましさ）の度合いを定量化する手法である。その際、対象物に複数の属

性を定義し、それら各属性に対して何段階かの水準（レベル）を設ける。ここで、各属性からレベルを一つずつ選んで作った仮想的な組み合わせを複数用意し、回答者に各組み合わせ間の好ましさの比較を行わせることにより、各レベルに対して、それがどれだけ好ましいかを表す数値（効用値）を求めることができる。

算出された効用値を用いて、ある対象物に対する好ましさ（満足度）を定量的に扱うことが可能となる。すなわち、各属性から任意のレベルを選んで作った組み合わせについて、各々のレベルに対する効用値の総和（総合効用値）を算出し、これを、その組み合わせに対する満足度とみなすことができる。

ここでは、雇用保険制度の条件として、給付日数・

表1 属性とレベル

属性	レベル
給付日数	3ヶ月
	6ヶ月
	12ヶ月
	24ヶ月
給付額	月収の20%
	月収の40%
	月収の60%
	月収の80%
雇用保険料	月収の3.0%
	月収の2.0%
	月収の1.2%
	月収の0.6%
	月収の0.3%

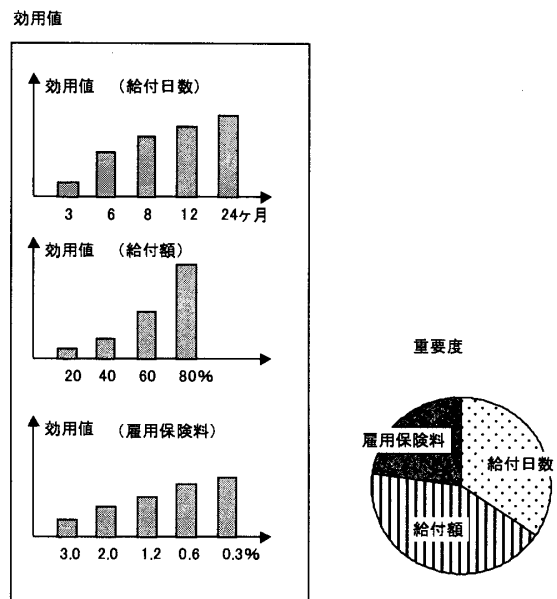
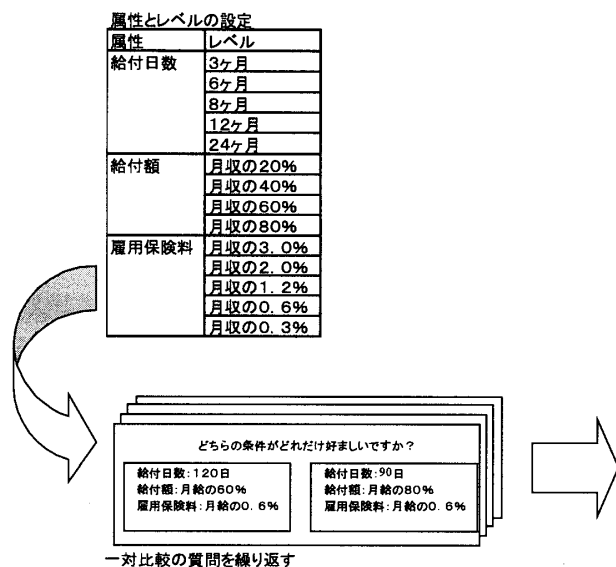


図2 「雇用保険の条件」に関するコンジョイント分析

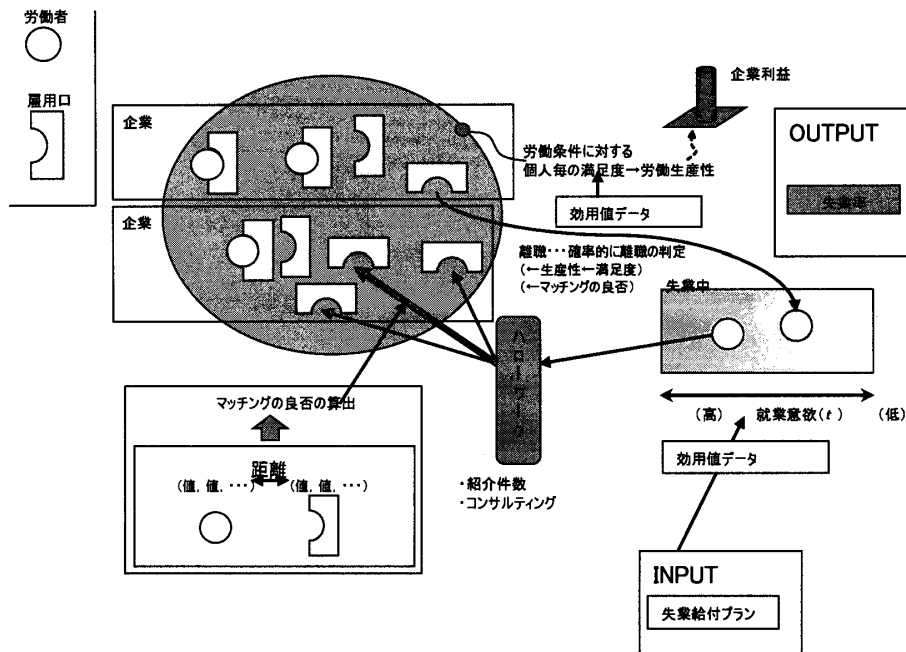


図3 シミュレーションモデルの概念

給付額・雇用保険料の3属性を表1のような水準（レベル）で設定し、これらを組み合わせた条件に対する満足度を測定した（図2）。

## 2.4 雇用保険に関するシミュレーションモデル

### 2.4.1 モデルの全体構造

今回のシミュレーションでは、年代別の労働者構成比が現実の労働人口における構成比に合致するように、労働者をエージェントとして生成し、それぞれの労働者エージェントに対して、調査により収集した個人の効用値データを割り当てた。このような手続きにより、現実の労働者に近い選好パターンを持ったエージェントの集合が得られ、計算機上に仮想的な労働市場が構築される。労働者エージェントは退職・求職・就職・生産等を行い、企業は解雇・採用を行う。労働者エージェントが自身の行動を決定する際には、調査から得られた個人毎の回答データおよび効用値のデータを用いる。これにより、労働者エージェントに対して、実際の回答者の個性を反映した行動パターンを与えることができる。シミュレーションモデルの概念を図3に示す。

### 2.4.2 雇用保険制度と就業意欲

今回のシミュレーションでは、雇用保険の制度（給付日数、給付額等）が、労働者が失業した際の就業意欲に影響を与えるものとしてモデル化を行っている。失業時に適用される失業給付（雇用保険給付）に対する満足度が高ければ、給付期間中はその失業者の就業意欲が低下し、逆に満足度が低ければ就業意欲が高く

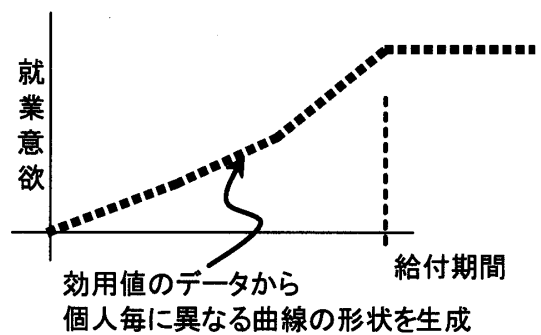


図4 就業意欲の変動

なるという、モラルハザードを仮定したモデルを採用した。雇用保険の条件（給付日数および給付額の設定内容）により、エージェント毎に就業意欲を算出し、この就業意欲の大小に応じて、失業した各エージェントが再就職するか、あるいは失業状態に留まるかが決定される。こうして各エージェントが退職・就職を繰り返すことにより、グローバルなアウトプットとして、社会全体の失業率を得る。

就業意欲は失業後の経過期間により変動し、失業直後が最小で、給付期間が切れる時点で最大となるものとする（図4）。また、給付額が大きいほど、失業直後における就業意欲が低くなるものとする。就業意欲の時間的な推移は、各エージェントが持つ給付日数についての効用値（満足度）のデータによってそれぞれ異なり、失業後比較的早い期間に就業意欲が高まる者、給付期間が終了する直前に就業意欲が高まる者など、就業意欲の変動について様々なパターンを示すエー

表2 ベースケース（現状）の雇用保険の設定

雇用保険料 0.6%					
自発的退職	給付日数	給付額	非自発的退職	給付日数	給付額
20代	90日	70%	20代	90日	70%
30代	120日	60%	30代	180日	60%
40代	150日	60%	40代	270日	60%
50代	180日	60%	50代	330日	60%

退職種別	シミュレーション結果			
	総収入額	総支出額率	効用変動	効用上昇者率
自発	100.0%	100.0%	0.0	100.0%
非自発	100.0%	100.0%	0.0	100.0%
計	100.0%	100.0%	0.0	100.0%

失業率：5.0%

表3 ケース①：給付日数を延長したケース

雇用保険料0.6%									
自発的退職	給付日数	増減(日)	給付額	増減(ポイント)	非自発的退職	給付日数	増減(日)	給付額	増減(ポイント)
20代	120日	30	70%	—	20代	120日	30	70%	—
30代	150日	30	60%	—	30代	210日	30	60%	—
40代	180日	30	60%	—	40代	300日	30	60%	—
50代	210日	30	60%	—	50代	360日	30	60%	—

退職種別	シミュレーション結果			
	総収入額	失業給付総額	満足度の変化	満足度上昇者率
自発	100.0%	123.8%	3.4	77.8%
非自発	100.0%	112.7%	3.3	75.8%
計	100.0%	116.0%	3.3	76.7%

失業率：5.2%  
(+0.2ポイント)

メントが存在する。

## 2.5 シミュレーション結果

ここでは、種々の異なる雇用保険制度の設計に対してシミュレーションを行った結果を示し、その結果を

- ・雇用保険財政の収支を改善する
- ・失業率を現状の水準で保つ（あるいは減少させる）
- ・労働者の満足度の平均を現状程度に保つ

という三つの観点から評価する。

まず、表2に示す「給付日数」、「給付額」、「雇用保険料」の組み合わせをベースケース（現状の制度に相当）と設定する。これに対して、様々な「給付日数」、「給付額」、「雇用保険料」の組み合わせを設定し、失業給付総額<sup>1</sup>、個人の満足度の変化<sup>2</sup>、満足度上昇者比率<sup>3</sup>、失業率の変化を分析した。

<sup>1</sup> 失業給付総額（%）：ベースケースにおける失業給付総額に対する各ケースにおける失業給付総額の割合。

<sup>2</sup> 満足度の変化：平均満足度（各個人における満足度の平均値）の変化（なお、ベースケースにおける満足度は75.6）。

<sup>3</sup> 効用上昇者率（%）：ベースケースと比較して満足度が上昇した人数比率。

このベースケース（現状）に対して、

ケース①：給付日数を単純に延長する

ケース②：個人のニーズに配慮し、給付日数について年齢間や退職種別で差をつけた設定とする

という、2ケースについての結果を表3、4に示す。

ケース①では、平均満足度は向上し、約8割の者の満足度が上昇するが、一方、失業給付総額がベースケースに比べて16%増加し、失業率は0.2ポイント上昇する。つまり、給付日数の単純延長は、雇用保険財政の収支を悪化させるとともに、失業率の上昇につながるおそれがあるということが示唆される。

ケース②では、平均満足度は上昇し、約5割の者の満足度が上昇する。また、失業給付総額は約15%減少し、失業率は0.2ポイント低下する。これにより、個人のニーズを反映したメリハリのある制度設計をすることで、「満足度」をある程度高め、かつ保険料を引き上げずに、雇用保険財政の収支を改善しうる可能性があることが示唆される。この結果から、今後、離職者・失業者が増大するような場合が生じて、安易な保険料引き上げや給付期間の延長に頼ることなく、

表4 ケース②：個人のニーズに配慮し、給付日数について年齢間や退職種別で差を大きくしたケース

雇用保険料0.6%									
自発的退職	給付日数	増減(日)	給付額	増減(ポイント)	非自発的退職	給付日数	増減(日)	給付額	増減(ポイント)
20代	30日	-60	90%	20	20代	60日	-30	90%	20
30代	60日	-60	80%	20	30代	150日	-30	80%	20
40代	90日	-60	70%	10	40代	240日	-30	70%	10
50代	180日	—	50%	-10	50代	330日	—	50%	-10

退職種別	シミュレーション結果			
	総収入額	失業給付総額	満足度の変化	満足度上昇率
自発	100.0%	65.9%	0.6	47.5%
非自発	100.0%	92.4%	2.3	52.7%
計	100.0%	84.6%	1.5	50.3%

失業率：4.8%  
(▲0.2ポイント)

制度設計の工夫によって、個人の満足度をできる限り維持しつつ、保険財政の収支の改善、失業率の低減を図っていくことが重要であると考えられる。

## 2.6 今後の発展性

雇用政策については、本稿で取り上げた雇用保険制度の制度設計の他にも、節2.1に挙げたような、公共の職業紹介機関（ハローワーク）のサービスメニューの改善、短時間労働者に対する雇用保険制度の見直し、ワークシェアリングの導入の検討など、様々な政策課題が存在する。これら各種の政策課題における制度設計について、個別の制度設計の効果のみでなく、それらが全体としてどのような複合的な効果をもたらすかを検討することが、本シミュレーションシステムの発展方向として考えられよう。

## 3. 今後のKK-MASを巡っての活動計画

### 3.1 エージェントシミュレーションの課題

アクセルロッドは、シミュレーションの目的を七つあげている[6]。それらは予測、成果測定、訓練、娯楽、教育、証明、発見である。

一般にはシミュレーションは予測のための手法として位置づけられることが多く、シミュレーションを行えば容易に予測ができるものと過剰な期待が寄せられる。しかし現実にはそれほど容易ではなく、過大な期待が裏切られることも多々あり、シミュレーション手法そのものが否定されかねない危険性がある。

この課題を解決するための方向性として、著者らは次のような三つのアプローチがあると考え、

#### (i) エージェントの記述について

それぞれのエージェントがどの程度の判断能力を所持するように設定するか、前節の雇用シミュレーションのように、効用値データ等をアンケートから取得し組み込む方法以外にも、強化学習をさせたり、

遺伝的アルゴリズムを内包させることも可能である。またアンケート結果からIF-THENルールを組み込むことも現実を取り込む上では貴重な一歩である。

#### (ii) メタシミュレーションの必要性

多くの研究成果は、1回あるいは数回のシミュレーション結果に満足してしまい、シミュレーションを繰り返さない場合がある。しかしモデルの安定性・頑健性を検討するうえでもメタシミュレーションは重要であり、シミュレータにこの機能を持たせることは有効である。

#### (iii) 実験経済学との連動

コンピュータのなかに人工社会を構築するマルチエージェントシミュレーション手法と対照的な手法として、実験経済学環境による制度設計手法がある。いずれの手法も相互補完的であり、両方の長所を取り入れ、一部人間、一部コンピュータの混合した方法も想定される。こういったアプローチは、公共政策の制度設計などのモデル構築とその検証作業においては非常に重要な役割を果たすであろうと考える。しかし予測はそれほど容易でない。マルチエージェントシミュレーションに限らず、予測のためのシミュレーションは非常に難しい課題である。むしろ社会現象を対象にその相互作用を表現する手法として、シミュレーションは思考訓練のフィードバックツールであり、教育の道具立てとして大学人あるいは研究者だけでなく、今後は高校生や中学生などの教育にも利用可能になっていく可能性がある。こうした思考法を次世代の人材に伝播していくことも重要な使命だと考える。

そういった点では、初学者がまず勉強するには、ハードルが低くわかりやすく可視化された、物理空間をモデル化した仮想モデル（シェリングの分居モデル等に代表される）を教材とし、自分で操作し学習することが有益であろう。さらにアドバンスユーザは、実証

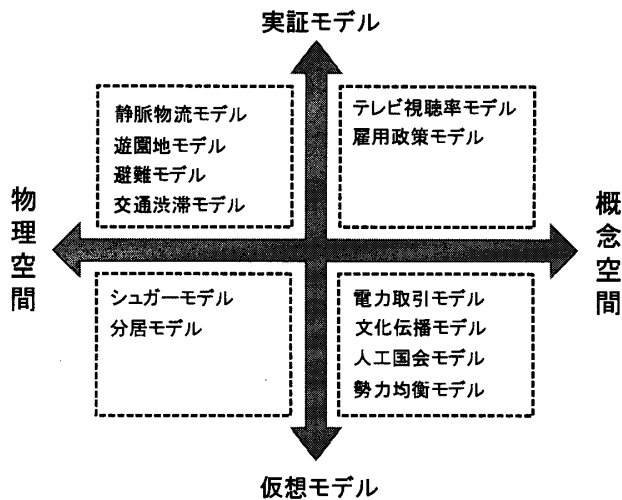


図5 各種モデルの位置づけ

データ（行動データやアンケートによる意図データ）を組み込んだ実証モデルを構築したり、物理空間から概念空間を対象としたモデルにも取り組むことで、より一層シミュレーションの対象領域を拡張することが可能となるであろう。図5は、当社のサンプルモデルや当社発行の書籍『コンピュータのなかの人工社会』[4]に記載されているいくつかのモデルを位置づけたものである。これらのモデルは当社のHPにも掲載されており、KK-MAS 試用版と共にダウンロードが可能となっているので試用されたい。

### 3.2 KK-MAS の今後

著者らが属する研究グループは、平成15年度の科学研究費補助金（学術創成研究費）の16プロジェクトの一つに選定された。このプロジェクトでは、社会

秩序の変動を「下からの視点」で分析する新しい方法論を開拓し、コンピュータの中に人工社会を創出し、社会について深い洞察を得ることを目的として掲げている。今後5年かけて進めていくが、具体的には、日本語環境でコンピュータのOSに依存しないJAVA版のKK-MASへのバージョンアップ（平成16年3月予定）や、普及のための教科書の出版（平成16年10月予定）を計画している。また従来から進めてきたシミュレータの利用者によるコンペティションも継続していきたい。詳細については、下記HPを参照されたい。

<http://www2.kke.co.jp/mas>

### 参考文献

- [1] 片平秀貴：“マーケティング・サイエンス”，東京大学出版会，1987.
- [2] 古川一郎，守口剛，阿部誠：“マーケティング・サイエンス入門”，有斐閣，2003.
- [3] エプスタイン，J. M.，アクステル，R.（服部正太，木村香代子訳）：“人工社会 複雑系とマルチエージェント・シミュレーション”，共立出版，1999.
- [4] 山影進，服部正太編：“コンピュータのなかの人工社会 マルチエージェントシミュレーションモデルと複雑系”，共立出版，2002.
- [5] 和泉潔：“人工市場 市場分析の複雑系アプローチ”，森北出版，2003.
- [6] アクセルロッド，R.（寺野隆雄訳）：“対立と協調の科学”，ダイヤモンド社，2003.