

## 複雑系モデルに基づくアカデミック・ソサエティの盛衰予測に関する研究 大学における研究組織と効率に関する考察

### A Study on Ups-and-Downs Prospect of Academic Society Based on Complexity Model

A trial study focussing on the research organization, personnel system and its efficiency in universities

谷本 潤\*, 藤井 晴行\*\*

Jun TANIMOTO and Haruyuki FUJII

Authors have been interested in the ups-and-downs prospect of an academic society including both a University and Academy, and then endeavored to develop the *University-Academy Coupling Model* in last a couple of years. In this paper, focussing on how different efficiency observed in different types of organizing process or personnel system for research activity in Universities, a simulation model based on the Multi Agent Type Simulation and their numerical solutions were shown.

**Keywords:** Human-Academic Society Model, Ups-and -Downs Prospect, Complexity Science  
人間-アカデミック・ソサエティ・モデル, 盛衰予測, 複雑系科学

#### 1. 緒言

筆者らは、アカデミックソサエティの健全性を阻害する、あるいは助長する環境素因を明らかにすべく、複雑系科学の手法を援用して、大学-学会モデルの構築を行っている。本研究の最終目的は、現下の我が国における多くの学会、大学組織に胚蔵されつつあると思われる学問的デカダンスを乗り越え、真に科学技術立国の核となりうる健全性を取り戻すため、有意な提言をなすことにある。斯様の研究を Research on Research (R on R) と云う。国内での関心は必ずしも高いとは思えないが、その理由の一端に、戦後の経済発展とともに拡大の一途を辿ってきた大学、学会組織がいわば既得権益の中で自足し、あまつさえ縦割りの学問分野体系に自閉して、身軽にスクラップ&ビルドが行い得ない状況があるのだとしたら、きわめて遺憾とすべきであろう。

ここで一連をなす本研究の発表経過について概観しておきたい。一連研究の inception については、日本建築学会計画系論文集で発表した[1]。そもそも本研究の社会的背景は、広く他学問分野、他学会についても当てはまることから、その後、同趣の関心を寄せる者が集う研究・計画技術学会での発表を行っている[2]。また、研究手法として援用している複雑系科学への関心については、数理手法の理論構成から適用サイドを俯瞰した際、そのカスケード上、最上端に位置すると思われる電子情報通信学会において発表を行った[3],[4]。確かに、一部の読者諸賢が推量されるように、本一連研究で主張する言説の社会的意義や数理工学上の貢献を発表する場として、果たして日本建築学会が好適であるか否かについては、一抹の疑問を禁じ得ない向きもあるだろう。しかし、同学会は著者らのドメイン学会であり、研究の発端を得たのは他ならぬ日本建築学会の現下の有り様[5]にあったわけだから、同学会へは今後の継続的に研究発表を行っていく[6],[7]つもりである。

\* 九州大学大学院総合理工学研究院・助教授・工博

Associate Prof., Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu Univ., Dr.Eng.

\*\* 東京工業大学大学院理工学研究科・助教授・工博

Associate Prof., Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology., Dr.Eng.

さて、本稿は、大学における組織構成の違いが、研究効率に如何なる影響を及ぼすかについて検討した結果について報告するものである。

以下では、本稿で検討する話柄の背景を若干述べておこう。

現在の大学改革の中であって、在来の、所謂、「講座制」は旧来因習の悪しきものとされ、解体が進んでいる。しかし、ごく少数の教授、その下に複数の助教、さらに講師が、多くの助手からなる、拡大的な講座システムや類似の形態をとる研究チーム制による組織運営は、それらが有効に運営されれば、研究業務と研究外業務の分業達成や同一職層内での競争原理が働くなどと云った、研究生産性向上に寄与する可能性も捨てきれないものがある。大学教官は、教育と研究に大別される業務を要求されている。付随して管理運営業務に関しても応分の負担が求められる、さらには昨今は産学連携や社会貢献などその他の事項についても評価の対象になりうるとの雰囲気も醸成されている。しかし、研究活動一つ採ってみても、例えば、純然たる研究行為と研究資金獲得は、ジョブとしてみた場合、完全にベクトルの向きが同一とは云えない向きもあるのではないかとすれば、大学と云う機構の中で、組織構成上のユニットないしチームが、講座と云う陽的な形態をとっていたにせよ、いなかたにせよ、現下の制度改革のトレンドが、個々の教官に omnipotent な在りようを求めているのだとすれば、果たしてそれが大域的利得最大化に結びついているか、甚だ心許ないものがあると云わざるを得ない。本稿は、組織の創発崩壊過程を組み込んだマルチエージェントシミュレーションにより、これらの事項に関する議論の足がかりを提示しようとするものである。

#### 2. モデル

本章では、マルチエージェントシミュレーションのモデルフレームについて叙述する。正鵠を期すなら、モデルは数式から

なる一連の命題群により記述すべきであるが、本稿では理解の容易さを探って、それらをことば書きで説明していこうと思う。モデルの実装には MAS[8]を用いた。

なお、モデル中には、例えば“収奪率”とか“春闘”と云った用語が出てくる。人工社会は、デフォルメを伴いながらも現実社会に対する何某かのメタファになっていなければならない。その意味で、モデルの片々は現実社会の比喻のつもりであるわけだが、それが故に、例えば“教授と助手の関係を収奪、被収奪と観るのは不穏当である”と云った批判が予想される。然りとも云えるが、著者らが試みようとしている言説の本質とは関わりのないはなしとも云える。そこで、これらの批判は甘んじて受けることとし、読者諸賢には、本稿に限って著者らの表現の自由を寛恕頂きたいと願うのである。

また、この種のシミュレーション研究に一体学術的な意義があるのかという批判も想起される。モデルを手前勝手に仮構し、パラメータも恣意的に定めておいて、結果がこうなると主張されても、それは自作自演の一人芝居であろうとの批判である。実は、この手の論難は、マルチエージェント研究に常に注がれてきたものであり、為替や株価のダイナミクスを取り上げ複雑系研究をスタートさせた物理学者に対して、合理的期待仮説、効率的市場仮説を墨守した、所謂、均衡理論の新古典派経済学者たちが感情的とも云える難じ方をしたのも同じロジックであった。本研究が取り扱うアカデミックソサエティや経済活動と云った社会システムは、そもそも自然科学が観察対象とする主体とは、根本的に異なるものである。システム工学者の W.Karplus が system rainbow と名付けた研究対象スペクトラム[9]の中でも、人間-社会システムとはその内部構造を従前試みられてきたが如き微分方程式の組として単純に表現すること自体が困難な対象であるとされている。であるならば、複雑な内部構造をエージェントベースのシミュレーション空間に仮構し、その結果と現実社会の観察事実とを繰り返してつき合わせることで、システム構造を明らかにしていこう、との発想は有意な営為と云えるのではないか。

## 2-1 人工社会

本人工社会は研究フィールド、資金フィールドより構成される。両フィールドは  $50 \times 50$  のトーラス 2 次元平面を構成し、それぞれには、研究ネタ、研究資金が散布している。次節で述べるエージェントは、両フィールドを同時に移動し、両資源を掘削により獲得する行為を各ステップ毎に繰り返す。シミュレーションにおける 1 ステップは現実社会における 1 ヶ月に相当する。

## 2-2 エージェント

一匹狼、教授、助手の 3 種よりなる。一匹狼は、研究グループに属さず、自前で研究ネタ、研究資金の獲得を行う。各エージェントが獲得した両資源の収支をそれぞれ研究成果、資金レベルと云う。後段述べるが、研究成果と資金レベルは等価交換が可能である。教授は、研究グループを主宰し、研究グループには複数の助手が所属している。教授と助手は研究グループ内で、研究資金獲得行為と研究行為を分掌することで協調している。各エージェントは、年齢、職位（一匹狼、教授 or 助手）、研究成果、資金レベル、研究能力、資金獲得能力や後段述べる行動戦略に関する変

数などの属性値を持つ。年齢や能力などに関する属性変数は、人工社会へ当該エージェントが発生する際に、ある幅で定義された乱数として付与される。全てのエージェントは、初期発生時は、一匹狼で、人工社会での生存年数が 2 年を経過すると、後述のルールに基づき、職位の変更が許容される。

研究能力は、研究フィールド上を移動する能力（研究フィールド移動能力）と研究ネタを掘削する能力（研究ネタ掘削能力）により表される。同様に、資金獲得能力は、資金フィールドを移動する能力（資金フィールド移動能力）と研究資金を掘削する能力（研究資金掘削能力）よりなる。ある一匹狼が助手へ職位変更した際には、生得的に定められた資金掘削能力を全て研究ネタ掘削能力に転換し、元々の研究ネタ掘削能力に上乗せする。また同様に、教授へ職位変更したエージェントは、研究ネタ掘削能力を研究資金掘削能力へ転換する。当該エージェントが再び一匹狼となった際には、元の研究ネタ掘削能力、研究資金掘削能力に戻る。

各エージェントは、研究ネタ、研究資金を求めて、両フィールドを移動する（移動のロジックは後節で述べる）が、これはより効率的な研究成果獲得を目指して研究分野を変えることの比喻に相当する。移動には、研究成果、資金レベルの両収支にマイナスに作用するコストが伴う。また、研究ネタ掘削には資金レベル収支のマイナス、研究資金掘削には研究成果収支へマイナスに作用するコストが発生する。前者について云えば、研究成果を上げるためには金銭的資源の消散が伴い、研究費の獲得が重要である、との現実社会でままた観察される現象を模擬していることになる。

全てのエージェントは 60 歳に達すると定年退官する。

## 2-3 エージェントの生存条件

全てのエージェントは、研究成果、資金レベルの両収支に各々設定されたクライテリアを両方ともに同時に満たさなければならない。これを生存クライテリアと云う。それに抵触したエージェントは、直ちに研究者生命を絶たれる。これをバージと云う。

## 2-4 世代交代

定年退官もしくはバージが発生すると、新たな一匹狼エージェントが発生する。この新規発生エージェントは、初期発生エージェントと同様、能力その他の属性値は乱数により定められ、世代交代時に形質遺伝は生じないとする。この仮定は、本人工社会のヒンターランドには、能力的に等価な候補者集団が無尽蔵に存在することを意味し、人的資源が有限である現実社会の実体を反映していないと云える。ここでは、候補者集団の規模が及ぼす影響をモデルに入れない primary な状況を想定することにする。

定年退官もしくはバージされたエージェントが教授の場合、直ちに当該研究グループ内で研究成果最大の助手が後任教授に選任される。

## 2-5 行動戦略の学習プロセス

全てのエージェントは、属性値として行動戦略に関する意志  $Str.n$  を持つ。 $Str.n$  は 4 要素からなるベクトルである。

$Str.1$  は、次ステップの移動の際に、研究ネタフィールド上の

自己の研究ネタ移動能力範囲内で、研究ネタから移動距離に応じたコストを差し引いた獲得期待研究成果が最大となる位置に移動する確率、すなわち研究ネタ志向強度を示す。一方、(1-Str.1)は研究資金フィールド上、獲得期待資金レベルが最大の位置に移動する確率である。Str.1 は、当該エージェントが一匹狼か教授である場合にだけ意味がある。

Str.2 は、後節で述べる助手の公募があった際に、それに応募する意志強度、換言すると、助手願望強度を表す。Str.2 は当該エージェントが一匹狼である場合にだけ意味がある。

Str.3 は、助手として上司の教授に対して不満を表明する強度を表し、当該エージェントが助手の場合にのみ意味がある。

Str.4 は、逆に教授として配下の助手の突き上げをどれだけ許容するかの意志を表し、教授エージェントにだけ意味がある。

以上述べた *Str.n* の各 4 要素は、 $[0,1]$  の実数値をとる。

全てのエージェントは、研究成果の時間変化率を最大にすべく、3ヶ月毎に *Str.n* の各 4 要素の値を調整する。言い換えると、この過程は、研究成果の時間 1 階微分値を目的関数、*Str.n* の各 4 要素の値を制御変数とする動的最適化プロセスである。“動的”を冠したのは、目的変数のピークが、全エージェントの振る舞い、具体的には研究ネタ、研究資金獲得行為により残留研究ネタ、研究資金が変化し、これにより当該エージェントの獲得研究成果が時々刻々影響を被る点で、一般に数理工学で云うところの最適化の概念と異なるが故である。この動的最適化プロセスは、各エージェントが彼の研究者人生の中で、周囲環境に応じて自己の行動戦略を変化させていく過程に相当し、いわば学習プロセスであると云える。学習プロセスにより、各エージェントは各自の過去履歴、現在の状況に応じて、多様な振る舞いをみせるのである。動的最適化ゆえ、目的関数のピークが変化することは既述した通りだが、これにより、あるフェイズで学習により獲得してきた行動戦略が、環境の激変により、新局面ではまるで通用しなくなると云った場面が発生するだろう。斯様の場合には、そのエージェントは、移ろった新たなピークに向けて、更なる学習を継続していくことになる。こう云った場面は、現実社会でもまま観察される事象であろう。実際の、最適化計算には、逐次シンプレックス法を適用した[10]。

## 2-6 移動ロジック

一匹狼エージェント、教授エージェントは、Str.1 により研究フィールド、資金フィールド上の移動方針を定める。助手は、上司である同研究グループを主宰する教授に盲従して移動する。従って、研究グループは一種の運命共同体であり、リーダーである教授の移動方針如何によっては、グループ構成員の研究成果、資金レベルの両収支に甚大な影響を与えるだろう。

## 2-7 教授と助手の協調

既述したように、同一グループに属する教授と助手は、自らの研究者生命維持のため協調行動をとる。掘削能力の転換の項で述べたが、教授は資金獲得に、助手は研究活動に専従する。ただし、2-3 節で述べた生存クライテリアを満たすため、それぞれが獲得した資源をグループ内で share する。教授は、配下の助手たちが新規に獲得した研究成果に対して、収奪率に応じて研究成果のオーバーヘッドを徴収する。一方、教授は、助手に対

して、配分率に応じて自らが新規獲得した資金レベルを配布する。すなわち、研究成果と資金レベルは、取引上同単位を有し、等価交換されることを前提にしている。研究成果の収奪率、研究資金の配分率は、教授とそれぞれの助手との対一関係ごとに定められており、後段述べる春闘時にそのレートの見直しを行う。

## 2-8 研究グループの生成

研究グループは、所謂、小講座のように所与の組織として固定されたものではなく、各エージェントの局所的な利害判断に従って偶発的に発生、崩壊するダイナミックな組織である。グループの発生は、具体的には、以下の 4 段階のルールによるが、それらから発生、規模拡大、崩壊のパターンが観察されれば、それは創発的であるといえる。

- ・一匹狼もしくは教授（既に配下の助手があり自らの研究グループを主宰している）で、自分の研究成果収支より資金レベル収支の方が良好な者、換言すると、金は余っているが人手不足で研究成果が思うように上がっていない者は、助手の公募を行う。

- ・全ての一匹狼のうち、自らの資金レベル収支より研究成果収支が良好（金欠で成果があがらない）で、かつ助手の願望強度が強い（一様乱数を比較して Str.2 の方が大きい）者は、助手公募にアプライする。

- ・複数の一匹狼から応募があった場合は、研究能力に最も優れた者が選ばれる。

- ・教授（助手採用により新たに一匹狼から教授に属性変更した者を含める）と新規採用助手は、教授の言い値の収奪率、配分率で、契約を結ぶ。この収奪率、配分率は、教授の属性変数として、エージェント新規発生時にランダムに定められたものである。

## 2-9 春闘および研究グループの崩壊

助手は毎年度末、過去 1 年を振り返り、教授との被雇用関係が適正であったか否かを内省する。つまり、過去 1 年で収奪された研究成果の方が、配分された研究資金よりも多く、かつ不満表明強度が強い（一様乱数を比較して Str.3 の方が大きい）者は、教授に対して春闘交渉を求める。交渉では、まず、収奪率の低減か、配分率の引き上げか、どちらで妥結をはかるかを定める。助手にとって究極の収奪率は 0、配分率は 1 であり、教授にとってのそれらは、1 であり 0 であるから、両者の利害は真っ向から対立する。そこで両者は、助手の Str.3 と教授の Str.4 に応じて定まる値をもって妥結する。

もし、既に当該助手の収奪率が 0、配分率が 1 である場合には、両者に妥協の余地は存在しないので、その助手は当該研究グループを離脱して、一匹狼に職位変更する。全ての助手が逃散してしまった研究グループは、組織崩壊したものと看做し、教授は一匹狼となる。なお、助手がグループを離脱するロジックとしては、次節で述べる教授逆春闘もある。

## 2-10 教授の逆春闘

春闘は助手から教授への要求をベースにする unilateral な内容なので、オプションとして教授逆春闘を定義する。オプションとは、シミュレーションの際にそのルールを入れる、入れないのスイッチをパラメータにするとの意味である。教授は、過去累

算の配分研究資金より、過去累算の収奪研究成果の方が少ない場合には、いわば研究グループを維持運営しているメリットがないことになるから、直ちに配下の助手の一人を誅首する。解雇される助手は、当該教授との間に定められた収奪率を配分率で除した値が最も小さい者とする。彼は、教授にとって雇用関係上最もメリットの薄い助手である。

2-11 Winner Takes All 条項 (WTA 条項)

このルールもオプションとする。相対的に研究成果を上げている研究グループには、周囲から一層大量の研究資金が集まり、益々そのグループは成果を上げていく、と云う状況を我々は現実世界でまま目にする。いわば、組織構成上のスケールメリットであり、英諺に云う“Winner Takes All”の状況である。そこで、本モデルでは、全エージェント平均の一人当たり研究成果と研究グループを主宰する教授の研究成果を比較して、後者が前者の  $n$  倍以上あれば、それに応じて当該教授の研究資金掘削能力に能力増大が生じるとする。具体的には、2-2 節の研究資金掘削能力を生得能力とするなら、これに  $n$  倍に応じて後天性の研究資金掘削能力を付加するものである。

3 . 数値実験

シミュレーションの 1 試行、すなわち 1 エピソードは 900 ステップとする。これは、75 年間に相当するが、あくまで名目的なものである。エージェント数は 50 とする。図 1 は、ある試行

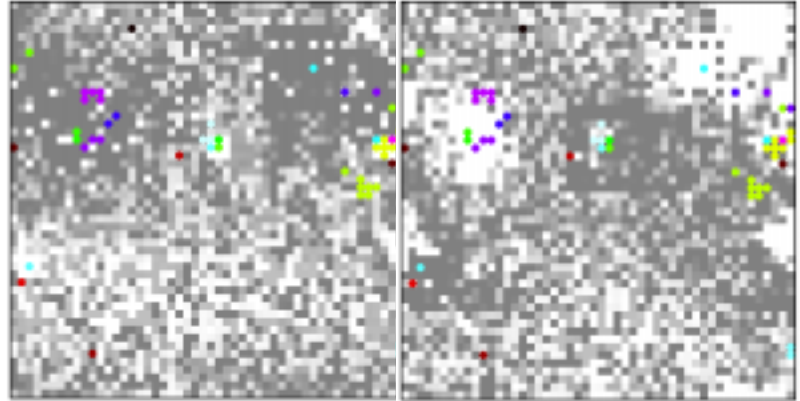


図 1 資金フィールド(左)と研究フィールド(右)のアニメーション画面

における 792 ステップ(初期状態から 66 年経過後)の研究フィールド、資金フィールドである。同色のエージェントは同一研究グループに所属している状況を表している。

なお、実験結果は、あくまで本人工社会が仮構したモデル構造、パラメータに依存したものであることを再度確認しておく。

3-1 実験条件

実験条件をまとめて表 1 に示す。Case1 は標準ケース、Case2 は組織化せず一匹狼だけ、Case3 は生存条件を緩和した場合、

表 1 数値実験条件

	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
研究グループあり		×			
生存クライテリア	0	0	-500	0	1
教授逆春闘あり	×	×	×		
WTA 条項あり	×	×	×	×	

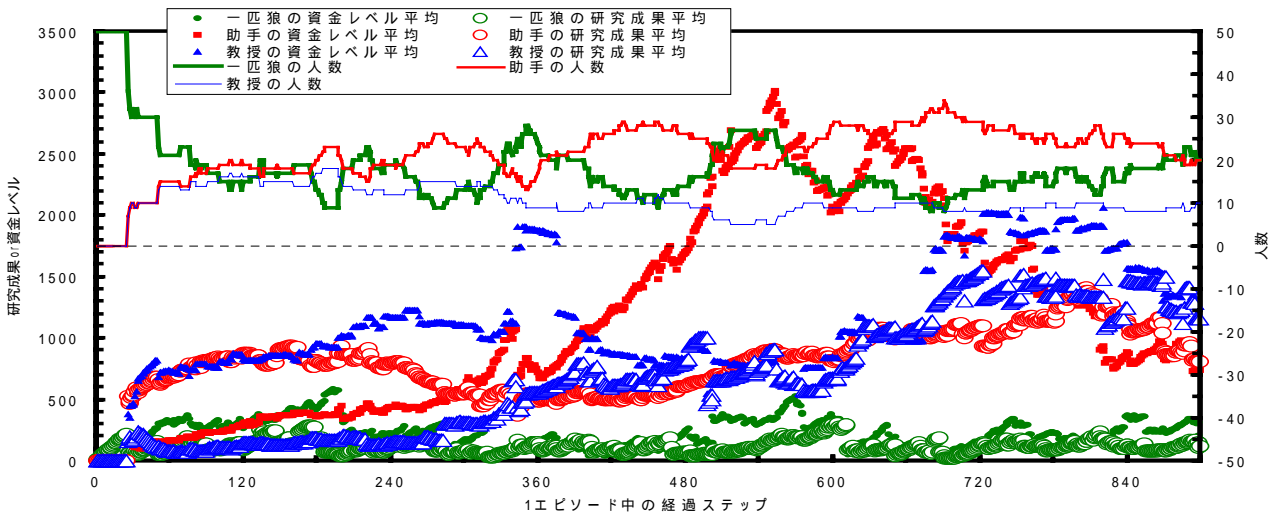
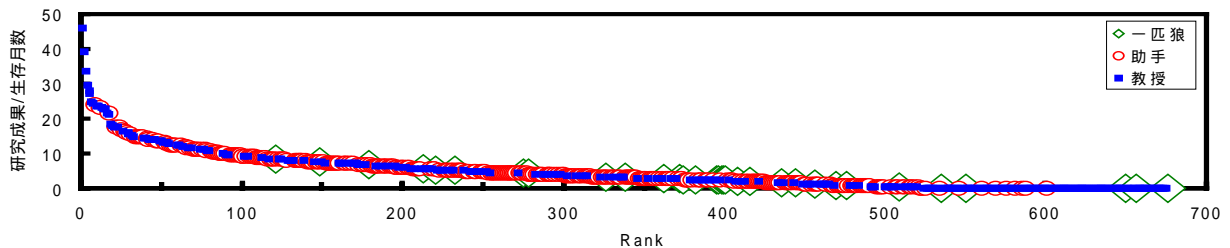


図 2 Case1 の 1 エピソード時系列結果



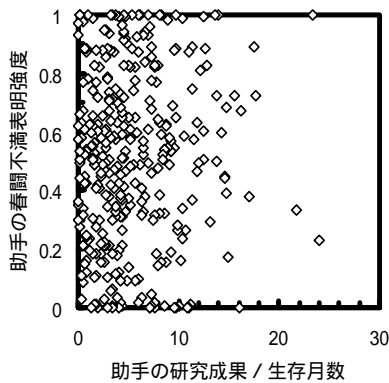


図 4 助手の生存月当たり研究成果と春闘時不満表明強度の関係

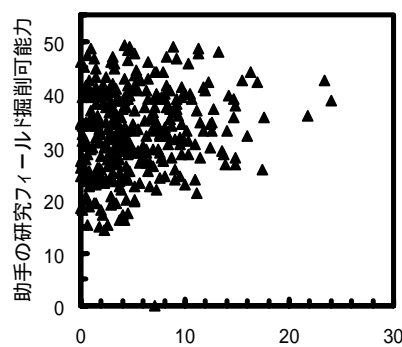


図 5 助手の生存月当たり研究成果と研究フィールド掘削可能能力の関係

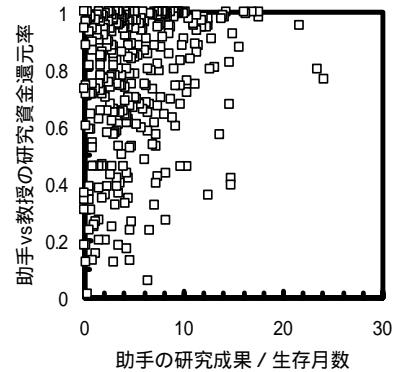
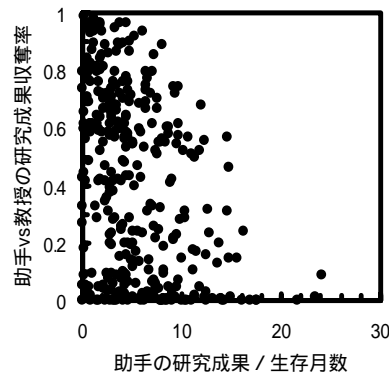


図 6 助手の生存月当たり研究成果と教授からの研究資金還元率の関係



教授からに依る研究成果収奪率の関係

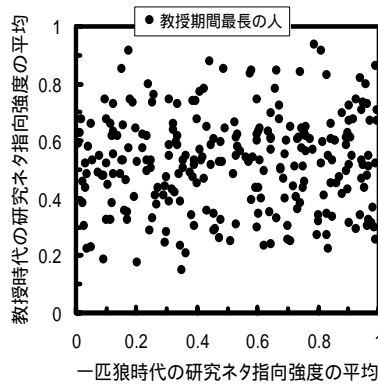


図 8 教授期間最長エージェントの一匹狼時代の研究ネタ指向強度と一匹狼時代の研究ネタ指向強度の関係

Case4 は教授逆春闘、Case5 は加えて WTA 条項を入れた場合の影響（さらにごく僅少であるが生存条件を厳しい側にチューニングしてある）を各々みようとの意図である。各 Case は 10 エピソードの繰り返し試行とし、統計的処理には 10 試行のアンサンブル平均をもってする。

### 3-2 Case1 の結果

図 2 は Case1 の 1 試行について、各エージェント構成割合、一匹狼、教授、助手エージェントの平均研究成果、資金レベルを時系列でみたものである。一匹狼の収支が相対的によくない。Case1 の 10 試行で、パージされることなく研究者生命を全うした全エージェント 676 人の定年時の研究成果を生存年数で除した値順にソートをとると、図 3 の如くなる。一匹狼がきわめて少ないことがわかる。トップ 20 の内、3 個体を除けば、全て教授エージェントである。このことから、本人工社会では一匹狼には厳しく、研究成果を上げるには教授になることが必須であることがわかる。なお、以下の 4 図から図 8 では全て、パージされることなく研究者生命を全うしたエージェントだけを対象にみていくことにする。また、図 3 から図 7 に示したエージェントの職位は定年時のものである。

助手について、定年時における累積生存月数当たりの研究成果の高低が何によって説明されるかを観てみる。

図 4 は、助手の唯一の意思表示戦略である春闘時の不満表明

強度との関係である。縦軸は横軸を説明しているとは言い難い。不満表明強度はいわば潜在的な意志である。実際、教授からの配布研究資金が、自分が過去 1 年間に上げた研究成果より少なくなければ、春闘は起きないわけだから、その場合は、不満表明強度は意味がないものとなる。図 5 は研究フィールド掘削可能能力との関係を観たものである。研究能力が高い者が必ず研究成果を上げているわけではないが、成果を上げている者は研究能力が概ね高い傾向にあると云える（プロットが 状に散布している）。図 6, 7 は、春闘の結果妥結した研究資金還元率と成果

収奪率との関係を観たものである。図 5 同様、プロットは もしくは 状の散布を示している。配布資金の潤沢な者、収奪成果の少ない者ほど、自らの成果を上げやすいことがわかる。

教授、一匹狼について、どんな性質を持ったエージェントが研究成果を上げているかを社会全体で眺めてみると、上記同様、プロットは もしくは 状の散布状況、すなわち「何某が高い（or 低い）者が必ず研究成果を上げているわけではないが成果を上げている者は何某が概ね高い（or 低い）傾向にあると云える」様の傾向が認められた（紙面の都合で詳述は割愛する）。

図 8 では、教授期間が自らの研究者人生で最長のエージェントについて、教授時代と一匹狼時代（少なくとも発生時の 2 年間は一匹狼）、双方の研究ネタ指向強度平均値の関係をみてみた。これも、ばらつきが大きく、確固たる傾向を看取することは難しいが、一匹狼時代は研究ネタ指向強度に 0.2 以下、0.9 以上の値があり得ても、教授時代にはほとんど存在しないことがわかる。グループを主宰するには、適度に研究指向（でない配下の助手の研究ネタがない）、適度に資金指向（でない助手の雇用が困難）が要諦である。従って、出だしの一匹狼時代を含む横軸の散布状況からすると、学習により、研究オンリー、資金オンリーと云った極端な指向性が矯められた、と解釈できるだろう。

### 3-3 Case1 のパーソナルエピソード

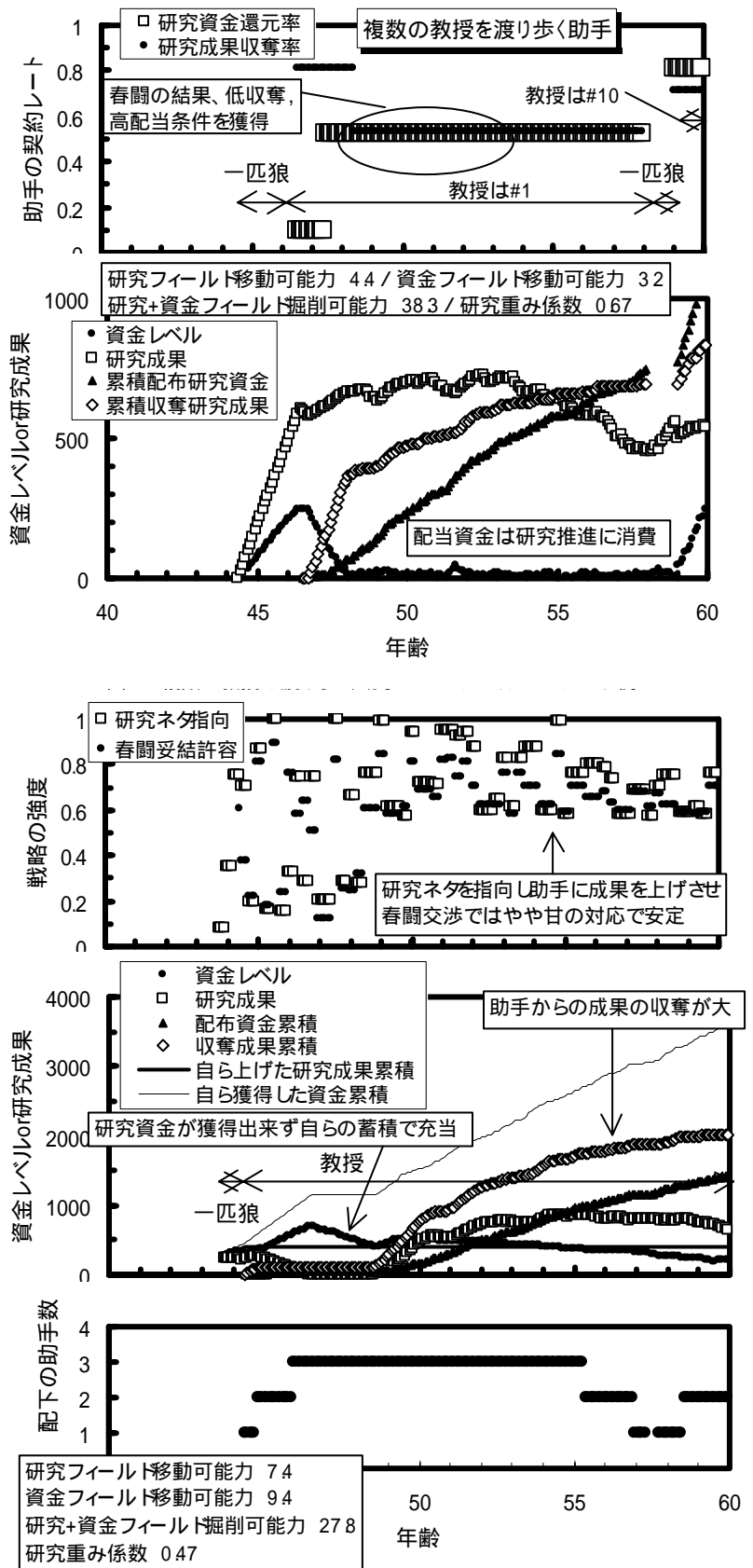
以下では Case1 の内、興味深いパーソナルエピソードをみている。

図 9 は、複数の教授を渡り奉公した助手の例である。教授#1 の定年退官後に若干一匹狼の時代を挟むが、自らの定年は教授#10 の助手として迎えている。教授#1 との雇用関係では、当初、高収奪率、低還元率で、彼にとって望ましい状況ではなかったが、春闘交渉の結果、両者が歩み寄って、その後、ほぼ一定の値で推移している。彼の 48 歳以降の資金レベル収支が低調なのは、教授#1 からの配分資金を全て自らの研究推進に充当しているためである。研究に真摯な助手といえる。

図 10 は、収奪に長けた教授の例である。“収奪に長けた”と云ったのは、過去累積の配分資金レベルよりも、過去累算の収奪研究成果の方が大きいからである。この教授は、最大時 4 名の助手を雇用し、自らの研究成果も良好である。Str.1 (研究ネタ指向強度) と Str.4 (春闘妥結許容度) の推移を見えると、50 歳を過ぎる頃から、学習の結果、自らの処世術を確立していることがわかる。つまり、比較的高い研究ネタ指向強度と春闘妥結許容度の組み合わせで処すと云うもので、これにより、配下の助手に存分に研究させ、収奪するが、突き上げを喰った際には、甘めの対応をし、収奪率の低減、配分率の引き上げを認めてしまうと云うやり方である。

図 11 は、図 10 との比較からいえば、グループ運営に長けた教授とも云うべき例である。過去累積の配分資金レベルと過去累算の収奪研究成果はバリエーションであるが、自らは高い研究成果収支を上げている。彼の処世術は、図 10 のそれと異なり、40 歳を過ぎる頃から、高い研究ネタ指向強度と春闘妥結許容度の時期と低いそれらの時期が交互に現れている。これは、助手に存分に研究させ、突き上げには甘い対応をする時期が続くと、自らの配分研究資金が底をつくので、今度は、自ら資金を獲得すべく、研究資金指向でグループを主導し、その間は配下には引き締め政策で望むと、云う二枚舌の戦略である。

図 12 は、研究者人生をほぼ一匹狼で通している例である。学習の結果、彼は 45 歳以降、ほぼ一貫して、研究ネタ指向で過ごしている。50 歳過ぎに助手を一人雇用するが、収奪成果、配分資金とも少なく、両者は希薄な関係であり、研究グループ運営にあまりメリットはなかったため、助手の退官後は、元の一匹狼を通して。助手雇用期間中、彼の資金レベルが悪化するの



一方で、環境の悪化で、研究資金がさして獲得できていないためである。

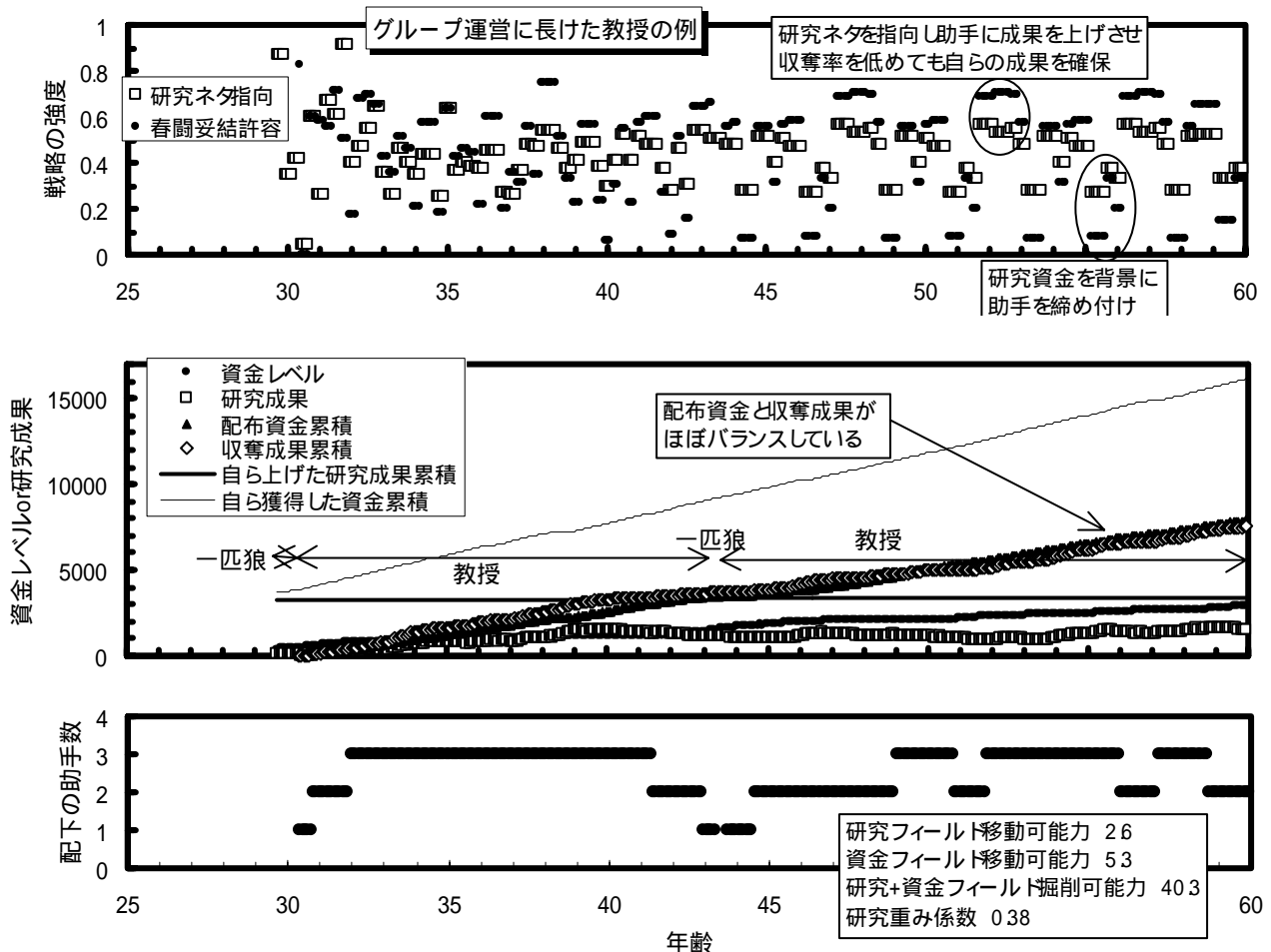


図 11 グループ運営に長けた教授のパーソナルエピソード例

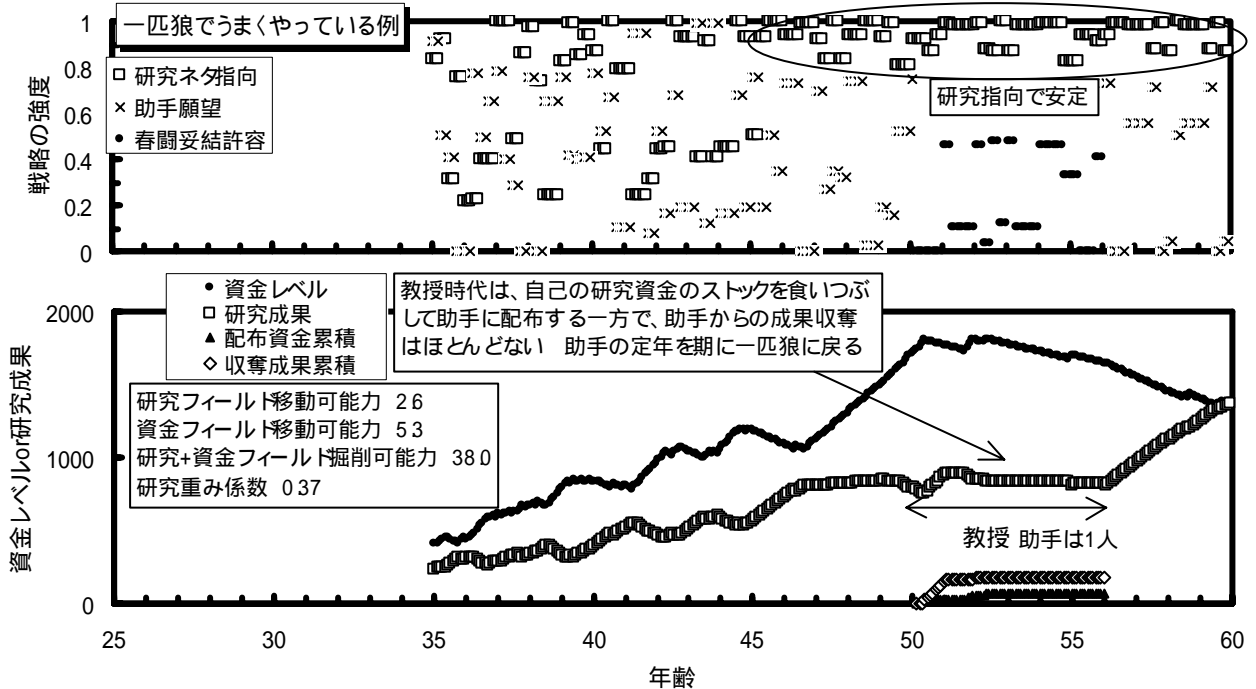


図 12 一匹狼でうまくやっているパーソナルエピソード例

以上のように、個々のパーソナルエピソードを子細にみると、各エージェントは個別事情や周囲環境に応じて、それぞれ合理的に振る舞っていることがわかる。ところが、前節の図 4 から図 8 でみたように社会全体で単純化した俯瞰法で何かを説明し

ようとすると、ばらつきが大きくなる。複雑系たる所以である。

### 3-4 数値実験結果

数値実験の結果を表 2 に示す。表中の数字は 10 試行のアンサンプル平均、± は標準偏差を示す。研究ネタ残量が、各 Case に



表2 数値実験結果

	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
研究資金残存率	74.5±1.34	61.7±1.10	85.3±1.33	69.9±1.31	56.1±1.90
研究ネタ残存率	70.0±2.37	62.3±0.81	85.1±1.37	66.0±1.25	60.5±1.06
一匹狼の資金レベル平均	182±85.9	520±112.3	180±119.2	485±179.0	514±183.6
一匹狼の研究成果平均	104±47.4	517±103.0	-34±54.8	207±76.5	246±73.7
助手の資金レベル平均	758±499.8	-	248±224.8	364±326.6	345±156.8
助手の研究成果平均	721±238.7	-	235±157.3	598±145.8	781±217.9
教授の資金レベル平均	1031±262.7	-	570±246.1	1060±346.9	1413±563.8
教授の研究成果平均	642±406.1	-	154±188.4	1000±864.5	234±130.5
一匹狼の停年退官数	2.8±1.03	56.2±5.81	28.5±5.50	16.7±3.13	26.6±4.35
助手の停年退官数	34.5±4.84	-	29.7±7.72	25.7±3.16	17.9±3.00
教授の停年退官数	32.7±4.11	-	31.2±4.66	22.6±5.51	12.1±3.93
一匹狼のバージ数	350.5±47.27	660.6±70.66	44.2±10.71	362.2±42.8	461.0±30.27
助手のバージ数	64.6±12.60	-	49.1±9.47	481±16.31	84.9±14.52
教授のバージ数	36.2±7.02	-	27.9±6.49	67.4±10.12	75.5±9.92
一匹狼の人数	18.2±4.28	50	23.8±4.28	25.47±5.07	31.79±4.42
助手の人数	21.3±3.67	-	16.2±3.23	16.01±3.85	10.64±2.93
教授の人数	10.5±1.95	-	10.0±1.73	8.52±2.27	7.57±1.89
教授による解雇者	-	-	-	1.29±1.28	0.93±0.94
一匹狼の平均年齢	39.0±1.76	43.1±1.16	44.3±1.88	41.46±1.17	41.77±1.47
助手の平均年齢	46.1±1.80	-	46.5±2.04	46.24±2.17	45.80±2.72
教授の平均年齢	49.0±2.25	-	49.2±2.31	47.55±2.72	45.62±2.96

900ステップ時の10試行アンサンプル平均  
それ以外は240-900ステップの時間平均を10試行アンサンプル平均

における社会全体の研究進行状態を示し、この値が小さいほど結果として分野全体の研究が進捗したことを表す。

標準ケースである Case1 との対比でみると、生存条件を緩和すると社会に弛緩状況が蔓延して分野全体の研究進捗度が落ち (Case3)、教授に助手の解雇権を付与すると、この弛緩状況を抑止する側に働くことがわかる (Case4)。Case2 をみると、組織化せずに一匹狼で全研究者が活動する方が研究効率は高くなると云う結果になっている。ただし、エージェントの平均寿命やバージ数をみてもわかるように、Case2 は適応能力のない者は容赦なく切り捨てられる過酷な社会である。組織化を許容し、かつ WTA 条項的な状況が加味されると、Case2 ほどの過酷さはなしに、より研究効率の高い社会が実現されるとの Case5 の結果はきわめて示唆的である。

#### 4. 結論

大学における研究組織形態が研究効率に及ぼす影響を把握するため、マルチエージェントシミュレーションモデルを構築した。モデルは、著者らの一連研究で云う大学-学会モデルの一翼をなすものである。モデルの主な特徴は、組織の発生、拡大、崩壊の現象的ふるまいを各エージェントの利害に基づく仕組みによって創発させる点と各エージェントは学習プロセスに基づき自己の行動戦略を刻々に変化させていく点である。数値実験において、各エージェントベースでは合理的行動として観察される特質が、社会全体で現象を俯瞰すると包括的説明がしにくい典型的な複雑系の様相を呈することが確認された。また、ケース

比較の結果についても論じた。

大学-学会モデルは、いまだ仮構の域を脱しておらず、現実社会との対比を考えねばならない。著者らは、大学や学会内でアンケート調査を行うことで、これに応えるべく企画しており、一部の予備的調査を九州大学で始めた段階である。それらについては、いずれ稿を改めて報告したい。

#### 【参考文献】

- [1] 谷本潤, 藤井晴行, 片山忠久, 萩島理, 複雑系モデルに基づくアカデミック・ソサエティの盛衰予測に関する研究 日本建築学会・建築関連大学における実事求是の模索, 日本建築学会計画系論文集 第 547 号, pp.255-262, 2001.9
- [2] 谷本潤, 藤井晴行, 複雑系モデルに基づくアカデミック・ソサエティの盛衰に関する研究, 研究・技術計画学会第 16 回年次学術大会, pp.241-244, 2001.10
- [3] J. Tanimoto and H. Fujii, A Study an Ups-and-Downs Prospect of an Academic Society Based on Complexity Model -What is an Appropriate personnel system in a Japanese University? The Multi Agent Type Simulation knows!-, 電子情報通信学会 技術研究報告 Vol.101 No.535, pp.79-86, 2002.1
- [4] H. Fujii and J. Tanimoto, Multi-Agent Simulation of the Transition of the Quality of Research Association Focusing on the Referee Process, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.101 No.535, pp.87-93, 2002.1
- [5] 発表体系検討委員会報告書 ( 答申 ), 建築雑誌 Vol.116 No.1470, pp.6-12, 2001.4
- [6] 谷本潤, 藤井晴行, 学術組織の盛衰に関する計算事例 - 大学人事システムに焦点を当てた計算 - 大学-学会モデル考, 日本建築学会情報システム技術委員会第 24 回情報システム利用技術シンポジウム, pp.285-292, 2001.12
- [7] 藤井晴行, 谷本潤, 論文査読審査に着目した学会の質の推移のマルチエージェントシミュレーション, 日本建築学会情報システム技術委員会第 24 回情報システム利用技術シンポジウム, pp.293-300, 2001.12
- [8] MAS, 構造計画研究所, <http://www2.kke.co.jp/>
- [9] W.Karplus, The Spectrum of Mathematical Modeling and System Simulation, Proc. 8<sup>th</sup> AICA Cong. On Simulation of Systems, pp.5, 1976
- [10] 近藤次郎, 最適化法, コロナ社, 1984



**【付録 1】日本建築学会および建築関連大学における背景**

本稿の論旨からすると迂路に踏み入ることになるが、ここで、日本建築学会および建築関連大学とで構成されるアカデミックソサエティの現況について概観しておきたい。

付図 1 に、日本建築学会会員総数の推移（上段）、査読付き論文である日本建築学会論文集（通称、黄表紙）掲載論文数の推移（中段）、建築関連大学における学生定員数と教員ポストの推移（下段）を過去 40 年近く遡及して示してみた。教員数（専任の講師以上の実員）および学生定員数は、日本建築学会が継続的に発行している「大学（建築関係学科）名簿」に依ったが、それ以外は本会事務局に著者らが個人的に照会して入手したデータである。

戦後の経済成長に軌一して、建築需要が急増し、建築技術者の社会需要が大学定員の増員、ひいては教員の増加、そして学会の規模拡大をもたらしたことは、今更説明の要はないだろう。興味深いことに、バブル崩壊以降、経済的には“失われた 10 年”と形容された 90 年代にも、大学学生定員と教員ポスト数は堅調に伸びている。これについては、国立大学の重点化や、昨今の“環境”や“デザイン”を冠した新学科の叢生が想起されるかもしれない。これらと 90 年以降、異様な更進を示す黄表紙掲載論文数との関連はないのだろうか。論文数の増大を学問の深化、裾野の広がりの絶対的証左とし、組織拡大の意味付けに利用するようなことが、間接的にも、我々の意識下の問題としても、なかったと云えるのだろうか。

付図 2 は、伊香賀らが示している向後（1998 年以降）、建物寿命が 3 倍に長寿命化した際に予測される新築工事床面積と改修工事床面積[付文 1]とを工事額でみるとどうなるかを示している。図中には、付図 1 で示した建築関連教員数のこれまでの推移を併記している。2000 年から 2005 年をピークに急激に業界は shrink していく。画期的技術革新により、単位面積当たりの建築単価が昇騰でもせぬ限り、建築業界には未曾有の“The Great Depression”時代が到来する。その折り、大学社会は、過去 10 年の如く、世の呻吟をどこ吹く風と安居しておられるのだろうか。無論、アカデミズムは単なる職業訓練教育に非ずとの主張もあり得るだろう。それを入れたとしても、業界時況と大学教員数のコヒーレンスを未来にわたって外挿してみるイメージが銷亡しないのは、ひとえに著者らのベシズムがしからしめているからなのか。

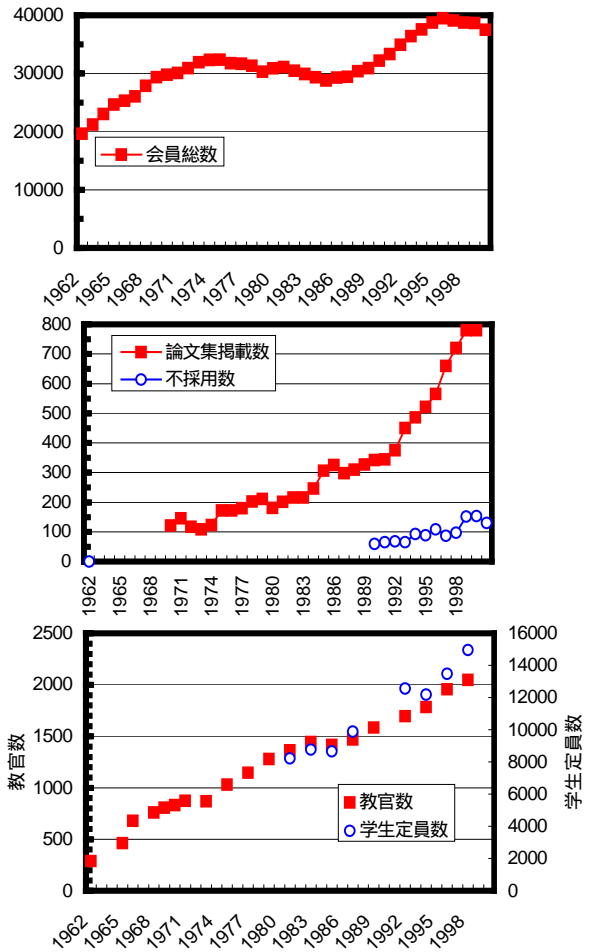
\* 黄表紙不採用数のデータが一部欠落していることについては、事務局に不明との説明を受けた。

\*\* 伊香賀らのデータに以下の仮定を元に予測した。

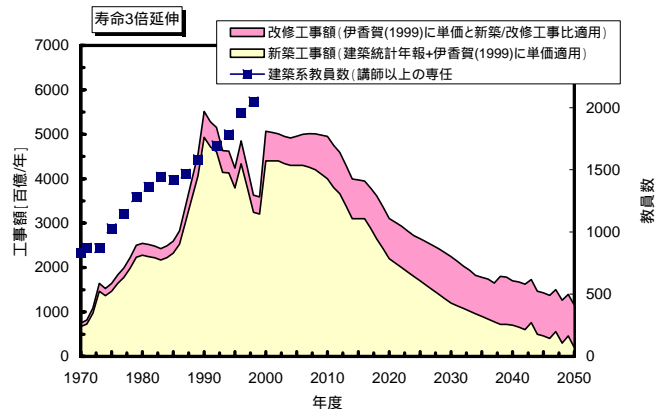
(1)平成 12 年度版の「建築統計年報」着工床面積ベースでみた 1999 年度までの新築工事の単位面積当たりの工事単価推移から、2000 年以降、新築工事の単価が 20 万円/m<sup>2</sup> になったとする。これは、現下のデフレ傾向からするとやや高めの見積もりといえる。

(2)平成 10 年度版「建設工事施工統計調査報告」を参照し、住宅と非住宅を合計した新設工事と維持・修繕工事の工事高の比、5.1:1 を得、これに、先の「建築統計年報」平成 10 年の新築工事面積と改修工事面積比、1:1.7 とを併せ、新築工事と改修工事の面積単価比を、8.4:1 とし、これが向後も変わらないとした。

[付文 1]伊香賀俊治,村上周三,加藤信介,白石靖幸, 建築・都市の環境負荷評価に関する研究 我が国の建築関連 CO<sub>2</sub> 排出量の 2050 年までの予測, 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境), pp.995-996, 1999



付図 1 組織としての日本建築学会の隆盛の様子



付図 2 建築物の長寿命化に伴う工事額推移予測と建築系教員数の推移