

タイトル	<論文>戦略的提携と企業行動
著者	牛丸, 元
引用	北海学園大学経営論集, 1(2): 29-41
発行日	2003-09-30

# 戦略的提携と企業行動

牛 丸 元

## I はじめに

1980年代まで、企業は、M&Aや経営資源の内部育成によって競争優位を実現してきた。巨大市場を支配する企業や差別的技術を有する企業を内部化するか、もしくは、自社資源を育成することで市場開拓や技術開発をし、競争優位を確立していた。しかし、今日のスピードが要求される激しい環境変化においては、時間のかかるこうした方法は以前ほどは有効とは言えなくなってきた。90年代以降は、こうした方法に替わって、戦略的提携が重要視されるようになってきた。Booz・Allen & Hamilton社の調査によれば、1987年以降、米国企業の戦略的提携は年率25%で成長していること、米国企業トップ1000社の収益の15%が戦略的提携によるものであること、戦略的提携に積極的である企業のほうが投資収益が高いこと、等が報告されている(Harbison & Pekar Jr., 1998)。

しかしながら、戦略的提携はライバル企業との協調であることから、双方の関係が囚人のジレンマに陥りやすい(桑嶋, 1996)。協調関係を維持すれば双方にとって大きなメリットがある一方で、相手を裏切って自社だけが得をしようとする動機も働きやすいのである。Bleeke & Ernst (1991)の調査によれば、戦略的提携を行なっている企業の50%以上が提携先企業の目的を満たしておらず、期待されたほどの成果を修めていないこ

と、提携関係が不安定なものであること、等が報告されている。また、Doz & Hamel (1998)は、大半の提携が学習し進化することなく、3年以内に危機な状況に陥ってしまうと述べている。

このように、戦略的提携は、提携双方の協調関係を巧みに引き出すことができれば、短期間で大きな成果をあげることができるものの、パートナー関係が囚人のジレンマ状況にあるため、常に失敗の可能性をはらんだ不安定な性質を有している。したがって、戦略的提携を成功裡に導くには、この囚人のジレンマ問題をいかにして解決するかにかかっていると見える。囚人のジレンマ問題は、ゲーム理論において提起され、多くの研究蓄積がある。しかし、経営学の分野に応用されるようになったのは、ここ10年ほどのことである。その理由としては、経営学において最も関心の高い時系列的な戦略の展開を分析することが困難であったことが指摘できる。すなわち、どのような戦略が最もすぐれており、長く生き残れるのかといった経営学上の最大の関心点に答えることができなかったためであると考えられる。しかし、現在では、コンピュータ技術の発達によってこの問題を解決できるようになってきた。とくに、Axelrod(1984)による反復型囚人のジレンマ・ゲームのシミュレーション研究によって、ゲーム理論が、戦略的提携をはじめとする企業行動の説明理論として積極的に取り入れられるようになって

きた。コンピュータによるシミュレーション技術の発達で、競争と協調のさまざまな組合せパターンからなる企業戦略の時系列分析が可能にさせたのである。

Axelrod (1984) のシミュレーション研究は、「しっぺ返し」と呼ばれる「協調型」の戦略を採用する企業がわずかでも存在すれば、それが最終的には支配的な戦略として生き残ることを示した。企業はその存続と成長のために、よりよい戦略を採用しようとする。シミュレーション結果が正しければ、賢明な企業ならば、「しっぺ返し」に代表されるような「協調型」の戦略を採用するはずである。しかし、実際の戦略的提携が不安定であるという事実は、シミュレーション結果とは異なっている。多くの企業は、「競争型」すなわち「裏切り型」の戦略を採用しているのである。

この理由として次の2点をあげることができる。1つは、『現実にもみられる戦略はあくまでも一時なもので、長期的に見ると企業の戦略は、淘汰を繰り返しながら最終的には「しっぺ返し戦略」のような「協調型の戦略」に収斂されていく』というものである（仮説1）。もう1つは、『そもそも先行研究で展開されるシミュレーション自体に問題があるため、シミュレーション結果と現実の戦略との間に乖離がある』というものである（仮説2）。

そこで、本研究では、ゲーム理論をベースとしたシミュレーション研究を再検討する。「しっぺ返し」をはじめとする「協調型」の戦略が有効であることを証明したのは、Axelrod (1984) が最初である。わが国における諸研究<sup>1)</sup>は、このAxelrod研究の成果を採用しているが、その後、「ノイズ」、「遺伝的アルゴリズム」といった変数を付加した研究結果が報告されている。これらによると、「しっぺ返し戦略」が必ずしも支配的な戦略であるとは報告されていない。そこで、本研

究は、これらの研究結果を検討し、なぜ実際の戦略的提携においてさまざまな「競争（裏切り）」と「協調」のパターンをもった企業が存在するのかを解明する。

## II 理論面からの検討

### 1 囚人のジレンマの基本的性質

囚人のジレンマの基本的性質は、互いに協調し合った方が得をするにもかかわらず、どちらか一方が競争した（裏切った）ときの利得が高いために互いに競争して（裏切って）しまい、結局、双方とも低い利得しか獲得できないというところにある。すなわち、ナッシュ均衡は、双方とも競争する（裏切る）ことにあるが、協調したほうがより高い利得を獲得できるところにある。

たとえば、競合関係にある2つの企業AとBが共同開発（戦略的提携）を行なうと仮定する。そこでは、互いに研究成果を正直に提供しあうか（協調）、重要な情報については秘匿しておくか（競争＝裏切り）といった2つの戦略があるとする（図1参照）。協調しあった場合は双方とも3、競争した（裏切った）場合は双方とも1、どちらか一方が協調して一方が競争した（裏切った）場合は、協調した方が0競争した方が5の利得を獲得する。双方とも相手がどのような戦略をとるのか事前にわからないとすると、リスク回避的な企業であるならば、とりあえずは競争して（裏切って）おけば、最低でも1、うまくゆくと5の利得を獲得できるので、双方とも「競争戦略（裏切り戦略）」を選択してしまい、結局利得は1にとどまることになる。このように、囚人のジレンマの場合、両企業とも協調した方が、競争する（裏切る）よりもより高い利得を獲得できることになるのだが、どうしても競争（裏切り）を選択せざるを得なくなってしまい低い利得に留まってしまうので、ジレンマに陥るのである。協調すれば3

の利得を獲得できるのに、実際は1にとどまってしまう。これが、囚人のジレンマの基本性質である。

こうした囚人のジレンマの基本性質は、1回限りでも1000回でも、有限回である限りは変わらない。協調するよりは競争した(裏切った)方が利得が高くなるため、双方とも競争し(裏切り)あい、互いに低い利得にとどまるのである。有限回では、最終回に競争した(裏切った)としても、後々のことを考える必要がないので、双方とも協調しようとはせず、競争する(裏切る)ことを選択してしまう。したがって、どんなに付き合う回数を増やしても、有限回である以上は最初から最後まで競争する(裏切る)ことが最善の戦略となってしまうのである。

有限回では「競争戦略(裏切り戦略)」を選択した方が得をするが、無限回ではある一定の条件を満たせば、双方とも「協調戦略」を選択した方が得をすることがある。これは、フォークの定理として一般的に知られている。フォークの定理によれば、将来の価値を現在価値に割り引く「割引率<sup>2)</sup>」が十分高ければ、「競争戦略(裏切り戦略)」を選択するよりも互いに「協調戦略」を選択した方が得であることが明らかにされている。図1の利得表で計算するならば、「割引率」が0.5以上になった場合は、「協調戦略」を選択したほうが得であることが計算上求められる<sup>3)</sup>。

図1 囚人のジレンマゲームの利得表

	協調	競争(裏切り)
協調	R = 3, R = 3	S = 0, T = 5
競争(裏切り)	T = 5, S = 0	P = 1, P = 1

(注1) R = reward (協調による報酬), S = sucker (お人よし)  
T = temptation (裏切りの誘惑), P = punishment (裏切りへの罰)

## 2 基本シミュレーションモデル

囚人のジレンマ問題における競争と協調の

パターンに関するシミュレーション研究の嚆矢となったのは、Axelrod (1984) の研究においてである。以後、Axelrodの研究をベースとして、さまざまな研究がなされている。わが国においても、経営学の分野では、高橋(1996)と清水(1996)が追加的研究をおこなっている。Axelrodは、反復型囚人のジレンマゲームにおいて、競争と協調のさまざまな組合せからなる戦略のうちで、どの戦略が最も支配的になるかについて一連のシミュレーション実験を行なった。彼の研究が、戦略的提携の研究にとって重要な意味をもつのは、戦略的提携そのものが反復型囚人のジレンマになっているからである(桑嶋, 1996)。戦略的提携は、相手企業とのスポット的な取引ではなく、有限回あるいは無限回の反復的な取引である。したがって、反復型囚人のジレンマについて検討することで、戦略的提携をいかにしてマネジメントすべきかが解かるのである。

Axelrodは、反復型囚人のジレンマゲームにおいて、どの戦略が最もすぐれているかを調べるため、世界各国の研究者から戦略をつのり、コンピューター選手権を2回にわたり実施した。各戦略は、コンピュータープログラムによって書かれているが、それらは「上品なプログラム」に属するものと「卑劣なプログラム」に属するものの2つに大別された。その結果、2回の大会とも、上品なプログラムに属するものが卑劣なプログラムに属するものよりも相対的に高い得点をあげた。とくに、「しっぺ返し戦略」と呼ばれるプログラムが最も高い得点をあげた。

「上品な戦略」というのは、最初はとにかく協調し自らは裏切らないという「協調型戦略」である。最高得点をあげた「しっぺ返し戦略」は、相手が何であれ最初は協調し、その後は相手が前にとったのと同じ行為を選択するというものであった。一方、「卑劣な戦略」というのは、「競争型(裏切り型)の戦

略」である。代表的な戦略である「JOSS」は、まず最初に裏切ることから始まり、裏切られた後はときおり裏切って食い逃げしようとするもので、9割は協調して1割は裏切るというプログラムからなっていた。第1回目の大会では、参加15戦略中、「JOSS」は、第12位とふるわなかった。

第2回大会では、好成績の戦略は次回も参加し不振の戦略は撤退するという、生態学的手法によってゲームが進められた。たとえば、戦略Aが戦略Bの2倍の得点であるならば、次回は戦略Aの参加数が戦略Bの2倍に増加するというものであった。参加戦略数は63にまで増やされた。結果は、第1回の結果同様、「協調型の戦略」に属する戦略が高い生存率を示した（図2参照）。なかでも、「しっぺ返し戦略」が最高であった。傾向をみると、「協調型の戦略」は、最初から高得点をあげているわけではなかった。むしろ、「競争型（裏切り型）の戦略」の方が高得点をあげていた。これは、最初のうちは、相対的にみて相手の協力に応答するような戦略の数が少な

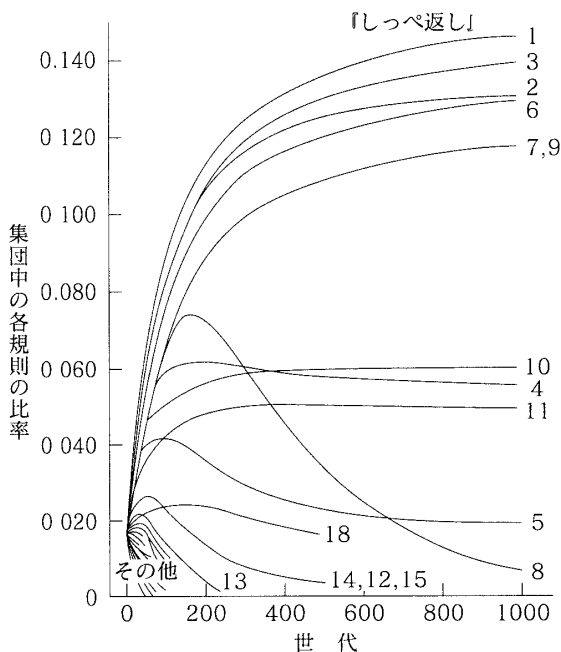
いため、当初は、ただひたすら裏切った方が得をするからである。しかし、同じ相手と再戦する段階になると「しっぺ返し戦略」のようなお返しをするプレイヤーは協力してくれなくなり、「競争型（裏切り型）戦略」は得点を稼ぐことができなくなる。一方、「しっぺ返し戦略」は他の「協調型戦略」と協力し合って得点を伸ばしていくことができたのである。その結果、「協調型戦略」が支配的になり、「競争型（裏切り型）戦略」は衰退してしまっただのである。

### 3 基本モデルの理論面からの検討

基本モデルである初期Axelrodのシミュレーション研究は、「しっぺ返し戦略」が有効であることを主張するものであった。しかし、現実には、「しっぺ返し戦略」のような「協調型の戦略」は、戦略的提携において支配的にはなっていない。そこで、まず、理論面からAxelrodの初期のシミュレーション研究の問題点について考察する。

第一には、実際の提携関係においては、提携期間が決められているものが存在することである。有限回の囚人のジレンマにおいては、最初から裏切った方が得であった。提携関係において期限が設けられていることは、当事者双方の関係が有限であることを意味するから、双方とも競争した（裏切った）方が得となる。したがって、現実には、「しっぺ返し戦略」のような「協調型の戦略」が支配的にはならないことが考えられる。

第二には、実際の提携関係においては、提携による将来的メリットが不十分であるものが存在することである。たとえ無限回であったとしても、「割引率」が低い場合は、双方が協調しても利得は低い。提携期間があらかじめ定められていない場合でも、将来的な展望がなく継続的につきあっても将来的なメリットがないような提携においては、競争した（裏切った）方が得策になる。したがって、



(出所) Axelrod (1984) 邦訳 51 頁, 図 2 より転載。

図2 各戦略プログラムの生態学的推移

現実には「しっぺ返し戦略」のような「協調型の戦略」が支配的にならないことが考えられる。Axelrod も、「自分のほうから協調することもある戦略が集団安定となりうるのは、 $\omega^4$ が十分大きな場合に限られる(命題4)」として、「協調型の戦略」が生き延びる条件として、「割引率」が十分高いことをあげている。

第三には、実際の提携関係においては、「協調型の戦略」を採用する企業をみつけて付き合うことが困難であることがあげられる。すなわち、自社が付き合うパートナーがすべて「競争型(裏切り型)」に属する場合もあるということである。とくに、戦略的提携はグローバルなレベルでなされることから、初対面の企業同士が付き合うケースが多い。さまざまな戦略バリエーションをもった企業が存在するため、協調型のパートナーをみつけることは困難であることが想定される。裏切り者ばかりの世界では、どんな戦略でも単独でやってくる場合には、たとえそれが「しっぺ返し戦略」であっても無敵である。「全面裏切り」は必ず集団安定(命題5)(Axelrod, 1984)なのである。

ただしこの第三点は、「割引率」に依存する。たとえば、割引率を0.9に仮定した場合、「しっぺ返し戦略」同士が互いに付き合う比率が5%あれば、「しっぺ返し戦略」は全面裏切り戦略のなかで生き残っていくことができる。一方、「割引率」を0.5とした場合、「しっぺ返し戦略」同士が互いに付き合う比率は20%程度が必要とされる<sup>9)</sup>。現実の提携における、「割引率」は0.9と考えるよりも、将来性があるかないかは五分五分の確率、すなわち0.5と考えるほうが妥当であると思われる。その際の「しっぺ返し」の生存条件としての2割という数値は、相当大きなものであり、現実的な数値とは思われない。そう考えるならば、「しっぺ返し戦略」が多くの戦略のなかから同じ「しっぺ返し戦略」を発見

して、現実の世界で生き残っていくのはなかなか困難であると考えられる。

### III 実証面からの検討(1): ノイズの存在

初期 Axelrod のシミュレーションは、進化的型囚人のジレンマゲームの萌芽的研究であった。そのために、理論面からだけでなく、実証分析においてもいくつかの問題点がある。その大きなものとして「ノイズ」の存在があげられる。「ノイズ」とは、①「誤認」、すなわち、相手のとった戦略をまちがって理解してしまうことと、②「誤実行」、すなわち、自分の意図とは異なる戦略を実行してしまうことの2つからなる(Kollock, 1993)。「誤認」は組織の外部環境の不確実性を意味し、外部環境の不確実性が高まるほど誤認は多くなると考えられる。一方、「誤実行」は組織内部の不確実性を意味し、内部不確実性が高まるほど誤実行は多くなると考えられる。

現実の企業においては、組織内外に存在する「ノイズ」を無視することはできない。初期の Axelrod 研究は、この「ノイズ」を考慮していなかった。すなわち、戦略は意図どおりに実行されるし、相手のとった戦略は誤解されることなく受け入れられた。戦略として協調を選択した場合、必ず協調が実行されるし、自分が協調した場合、相手にはその手が必ず協調であると理解されたのである。しかし、現実の企業間取引では、本社の意図に反するようなことを支社が行っていたり、コミュニケーション不足などにより相手の戦略を逆にとらえてしまうことは多々あることである。

したがって、こうした「ノイズ」の存在を考慮することによって、初期 Axelrod 研究における「協調型の戦略」が必ずしも支配的とはならない可能性が出てくる。以下では、この「ノイズ」の影響を考慮した、Axelrod

のその後の研究と、必ずしも協調型が支配的とはならないことを示した Kollock (1993) のシミュレーション研究を検討する。

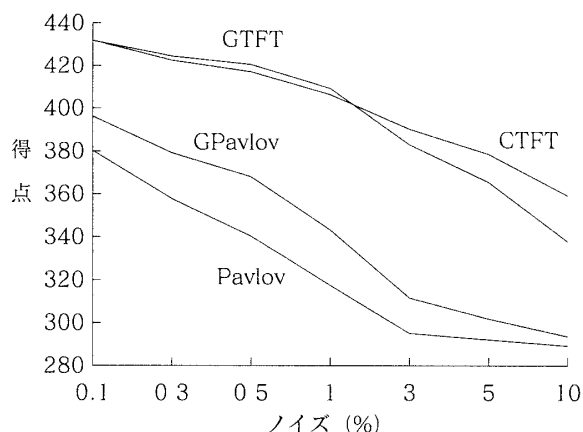
### 1 Axelrod の「ノイズ」を組み込んだ研究

Axelrod は Wu と共同で、「ノイズ」を考慮したシミュレーション実験を行った (Wu & Axelrod, 1995)。これは、Axelrod (1984) の第2回コンピューター選手権における63種類の戦略に新たに次の4種類の戦略を加え67戦略で検討したものである。

- ① 寛容型しっぺ返し戦略 (GTFT)：相手が裏切りをしたうちの何%かは懲罰を加えないしっぺ返し戦略である。シミュレーションでは、裏切りは裏切りで対応する場合のうち10%は協調する。
- ② 改悛型しっぺ返し戦略 (CTFT)：自分が意図に反して裏切りをしてしまったことによって相手が裏切った場合、その報復をするのをやめるというものである。
- ③ パブロフ型戦略 (Pavlov)：勝てばそのまま、負ければ変えるというものである。直前の利得が高ければ同じ戦略を繰り返す、そうでなければ戦略を変えるというものである。
- ④ 寛容型パブロフ戦略 (Gpavlov)：パブロフと同じ戦略をとるが、普通なら裏切るときの10%に関しては協調するというものである。

シミュレーションは2段階に分けて行なわれた。まず、最初に、「ノイズ」のレベルによってどの戦略が高得点となるかが調べられた。すなわち、意図した戦略に何%かの割合で、反対の戦略が使われた。図3は、新しい4つの戦略が既存の63種類の戦略と対戦した結果である。ノイズレベルは0.1%から10%である。

結果によれば、どんな「ノイズ」においても、「寛容型しっぺ返し戦略」と「改悛型しっぺ返し戦略」の成績がよく、「パブロフ



(出所) Wu and Axelrod (1995), p. 186, Figure 1 より転載。

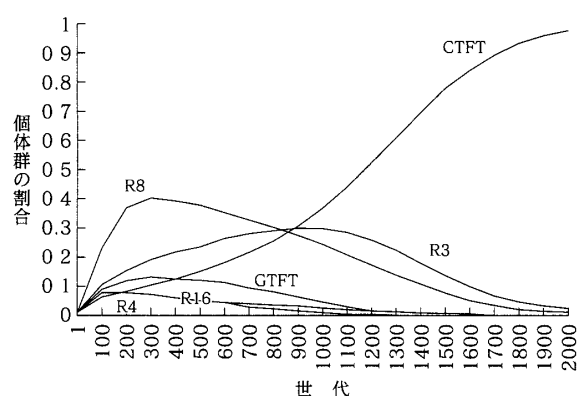
図3 ノイズと各戦略のパフォーマンスとの関係

型戦略」と「寛容型パブロフ戦略」の成績が悪かった。「ノイズ」が低い場合は、「寛容型しっぺ返し戦略」が「改悛型しっぺ返し戦略」よりも良かったが、「ノイズ」が1%以上になると、改悛型の方が多少よくなる傾向にあった。

次に、生態学的シミュレーションが行なわれた。これは、既存の63種類の戦略に先の4種類の戦略を加えた計67種類の戦略の、時系列的盛衰をみたものである。初期のAxelrod研究同様、ある戦略が次の世代の個体群に占める割合が、前世代で獲得した得点の大きさに比例するという方法でシミュレーションがなされた。「ノイズ」は1%で、2000世代にわたる動向が分析された。図4は最終2000世代において高い個体群比率を示した6つの戦略の推移を示したものである。結果は、「改悛型しっぺ返し戦略」の一人勝ちとなった。R8はもともとのシミュレーションにおいて8位だった規則で、最初のうちは好調であったが、徐々に比率を下げた。一方、改悛型しっぺ返し戦略は、1000世代を超えるあたりから急激に比率をあげ、最終的には97%を占めるにいたった。

この結果から、Axelrodらは、「しっぺ返し戦略」のような「協調型の戦略」は、「寛

容」かもしくは「改悛」のいずれかの性質が伴ってれば、ノイズが存在する場合においても有効であることを明らかにした。とくに、自分の戦略の間違いを修復できる「改悛型のしっぺ返し戦略」が、有効であることを示した。このことは、学習能力をもった「協調型の戦略」をとる組織が最終的に生き残ることを示すものであり、重要な意味をもつと考えられる。



(注) 戦略は、63のオリジナルなものに寛容型しっぺ返し戦略 (GTFT)、改悛型しっぺ返し戦略 (CTFT)、パブロフ、寛容型パブロフからなる。R3は、最初のトーナメントで第3位、R4は第4位 (以下同) であったものである。結果は、2000世代を経て上位6つの成績が示されている。(出所) Wu and Axelrod (1995), p. 187, Figure 2 より転載。

図4 生態学的シミュレーション

## 2 Kollockの研究

Kollock (1993) は、「しっぺ返し戦略」の特徴は、相手の戦略に対して即座に反応する「制限的 (restrictive)」なものであるとしている。すなわち、相手が裏切れば即座に裏切り返し、協調すれば協調するという「目には目を」的、即時的なものであるとしている。そこには、相手が誤った戦略を選択したことに対する理解も相手に対する信頼も存在しない。しかし、現実をみると、長期にわたって維持されるシステムは、より「柔和的システム (relaxed system)」をとっている。現実の世界では、「ノイズ」<sup>9)</sup>が存在するため、

相手の戦略を誤認する場合がある。また、「ノイズ」によって「誤認」しても、相手を信頼していれば、たとえ相手が裏切った場合でも即座に応答しないで、協調関係を続ける場合がある。家族関係はそうしたシステムの代表的なものであるとする。したがって、長期にわたり成功を修める戦略というのは、「しっぺ返し」のような「制限的戦略」よりもむしろ、「柔和的戦略」ではないかとして、「柔和的戦略」の優位性を主張した。

そこでKollockは、戦略システムを①制限的採算システム (restrictive accounting system)、②柔和的採算システム (relaxed accounting system)、③懲罰的採算システム (punitive accounting system) の3つに分けた。そして、各戦略システムを代表する戦略プログラムを2つずつ考案し、それらに協調と裏切りを交互に繰り返すCYCLEと呼ばれるプログラムを加え、合計7つの戦略で、3つのシミュレーションを行なった。

シミュレーション1は、同一戦略プログラム同士が、ノイズの変化に伴いどのように得点を稼ぐかをみたものである。シミュレーション2は、7つの戦略を互いに戦わせて、それらがノイズの変化に伴いどのように得点を稼ぐかをみたものである。シミュレーション3は、7つの戦略の生態学的変遷をみたものである。シミュレーション1は、多様な戦略が存在する現実の世界とは状況が異なること、また、シミュレーション3は、方法論上の問題が指摘されている (Bendor, Kramer & Swistak, 1993) ことから検討しない。ここでは、多様な戦略の相互のふるまいをみたシミュレーション2についてのみ検討する。

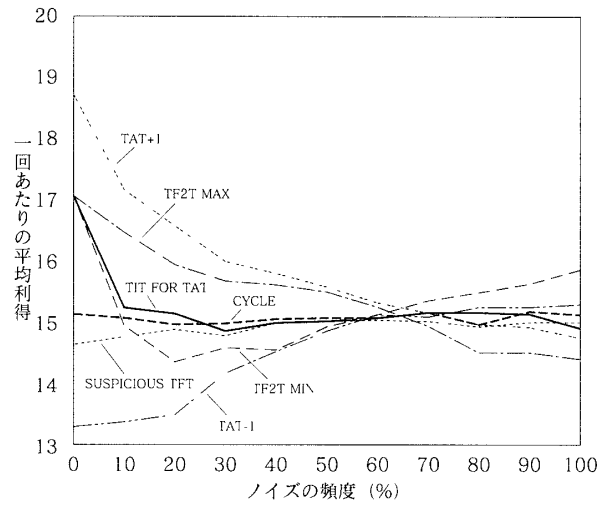
シミュレーション2では、7つの戦略からなる異質な環境において、各戦略の支配率が「ノイズ」の変化とともに、どのように変わるのかがシミュレートされた。「ノイズ」は頻度と規模により構成された。頻度は、「ノイズ」が実行される回数を示し、0から



10%きざみで100%までの範囲で変化する。0%は「ノイズ」が発生しないこと、100%はすべての対戦において何らかの規模の「ノイズ」が発生するというものである。規模は、利得表の得点を増減させる大きさを、マイナス5から1点きざみでプラス5までの範囲でランダムに変化した。シミュレーションでは、3つの戦略の対戦から始まり、7戦略まで段階的に戦略数が増やされた。そして、ノイズの頻度を10%ずつ増やしなが、各段階でノイズの規模をランダムに変えて、対戦1回ごとの平均利得の推移が測定された。図5は最終結果、すなわち7つの戦略がすべて対戦した結果である。

結果は、ノイズが60%よりも低い場合、「TAT+1」や「TF2T MAX」といった「柔軟的採算システム」に属する戦略プログラムが、「しっぺ返し戦略（TIT FOR TAT）」や「SUSPICIOUS TFT」といった「制限的採算システム」に属する戦略プログラムよりも高い得点を稼いだ。「懲罰的採算システム」に属する「TF2T MIN」や「TAT-1」といった戦略プログラムは、もっとも成績が悪かった。しかし、「ノイズ」が60%を超えるあたりから、「柔軟的採算システム」に属する戦略プログラムも「制限的採算システム」に属するプログラムも成績を落とし始めた。逆に、今まで最低の成績であった「懲罰的採算システム」に属する戦略プログラムが上位2つを占めるに至ったのである。

こうしたKollockのシミュレーション研究の意義は、第一に、一般的に想定される「ノイズ」のある状況、すなわちある程度の不確実な状況のもとでは、「しっぺ返し戦略」よりも「柔軟的協調型戦略」が優位であることを示した点、第二に、極めて不確実な状況では、「しっぺ返し戦略」よりも「懲罰的戦略」が有効であることを示した点にあるといえる。



(出所) Kollock (1993), p 775, Figure 1 より転載。

図5 ノイズの頻度と一回あたりの平均利得との関係

#### IV 実証面からの検討(2): 遺伝的アルゴリズムの導入

##### 1 概念

初期のAxelrod研究における生態学的シミュレーションは、各戦略は変わらないことを仮定し、その中でもっとも利得の高かった戦略が生き残る様子を探ったものであった。しかし、現実の企業では、戦略は一定というよりも常に変化している。有効な戦略を探索し学習することで、自らの戦略を変化させるという進化的行動をとる。

「遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithm)」は、生物進化の適者生存の原理(ダーウィニズム)のエッセンスをコンピュータ・モデルで表現したものである。これは、より環境に適応している個体が生き残り、その個体が、他の適応度の高い個体とともに、両方の特徴を受け継ぐ子供を生むといった「交叉」やランダムに染色体が書き換えられるといった「突然変異」によって、より環境に適合した個体が生み出されるといった、生物進化の原理を一般的最適化問題のアルゴリズムに応用したものである。この遺伝

的アルゴリズムの開発によって、配送トラック経路の最短化に代表される「巡回セールスマン問題」のように、これまでの最適化アルゴリズムではなかなか解がみいだせなかった問題に対して、より効率的に最適解が求められるようになった。

こうした、遺伝的アルゴリズムの考え方は、実際の企業行動を分析する上で非常に有効である。企業は、戦略を立てる際に優れた成績をおさめた他社の戦略を取り入れ、それに自社の戦略的特徴を付加しなら戦略を策定するといったベンチマーク戦略をとることで、既存の戦略よりもより強い戦略を編み出そうとする。また、模倣することなく自社独自のすぐれた戦略を突如として考案する場合もある。前者は遺伝的アルゴリズムの「交叉」、後者は「突然変異」に相当するものと考えられる。実際の企業行動においても交叉と突然変異からなる遺伝的アルゴリズムが働いていると考えることができる。

初期の Axelrod 研究では、この遺伝的アルゴリズムの概念が加味されていなかった。そのため、「しっぺ返し戦略」は、より優れた戦略に変えられることなく支配的戦略として生き残った可能性がある。ここでは、この遺伝的アルゴリズムをシミュレーションに加えた、Axelrod (1987) の研究と高増 (1999) の研究をみていく。

## 2 Axelrod の進化型シミュレーション

Axelrod (1987) は、「協調」と「競争(裏切り)」の選択を、過去3回分のゲーム結果をもとに決定するというゲームを設定した。初期集団として20個からなる個体群が作成され、それぞれにランダムに生成した戦略プログラムが与えられた。そして、各戦略プログラムと8種類の代表的なプログラムとを戦わせた。プログラム同士の1回の対戦数は151試合である。各個体の適応度は、151試合の結果の平均によって測定された。そして、

適応度の高い個体が次世代の生成に用いられた。成績のよい戦略プログラムがランダムに2つ組まされて、子孫(新たなプログラム)をつくった。平均的なものには1回の交配、平均よりも標準偏差で1よりも大きいものは2回の交配、標準偏差で1よりも小さかったものは、そのままというルールのもとで行なわれた。交配に際して、両親から子供に継承されるプログラムは、その両親のプログラムに、「交叉」と「突然変異」の遺伝的操作を行うことで処理された。「交叉」は、両親のプログラムを同じ位置で切り、接合するものである。切断位置はランダムに選ばれた。「突然変異」は、子供の染色体が「協調」から「競争(裏切り)」へ、または「競争(裏切り)」から「協調」へ変わることである。1回の交配では、2個の子孫をつくることができる。したがって、成績のよいプログラム2つから生まれた子孫の数は倍の4に増加する。平均的なプログラム2つの子孫数は2つと変わらない。劣ったプログラム2つからは、何も生まれず死滅することになる。このプロセスが50世代分繰り返し実行された。そして、妥当性を確かめるために、このシミュレーション・パターンが40回実行された。

シミュレーションの結果、スタート時点でまったくランダムであった戦略プログラムが進化させたプログラムは、「しっぺ返し戦略」と似通ったものになった。40回の実行のうち11回で、平均的プログラムが「しっぺ返し戦略」よりも好成績をあげた。平均的プログラムの特徴は、①8種類の対戦相手がどれであるかを、相手の行動だけを頼りに識別できる、②食い物にできると特定した相手を食い物にできる、③前者2つの行為をする際に、他の対戦相手とトラブルを起こさずにできる、の3つであった。これら3つの特徴は、絶対に自分からは最初に裏切らないという「上品な」規則を破って進化したものであり、つねに第一手では「裏切り」を選択するもので

あった。

以上の結果は、戦略が変化する状況では、「協調型の戦略」だけではなく、「競争型（裏切り型）の戦略」も対等に生き残る可能性があることを示している。またこの結果は、現実の戦略的提携において依然として「競争戦略（裏切り戦略）」が用いられる理由が、戦略の進化にあること、すなわち、実際の企業が組織学習を行い自らの戦略をよりよいものに変えていくことを常に行っていることの裏づけを示すものであり重要である。

ただし、Axelrodは20の戦略プログラムが8種類の戦略と戦うのではなく、20の戦略プログラムと自身の双子も含んだより複雑な環境で戦わせるシミュレーションを行っており、その結果、最終的には相手の協調に報いるような、「協調型の戦略」が支配的であることを発見した。したがって、「卑劣な戦略」も「協調型の戦略」同様対等に生き残る可能性は、限定的であると言わざるを得ないということがいえよう。

## 2 高増の研究

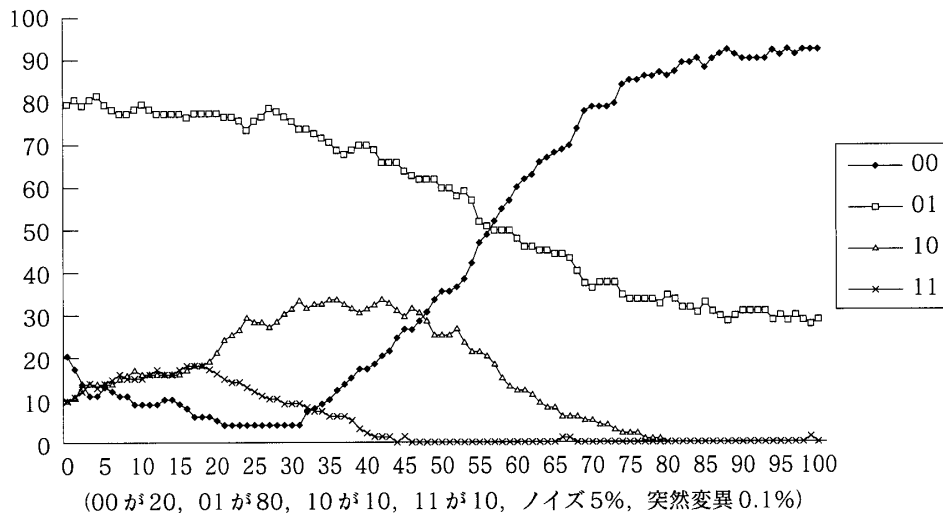
わが国においては、高増（1999）が、ノイズと遺伝的アルゴリズムの両方を考慮した進化型シミュレーションを行った。シミュレーションは、メモリーサイズ、初期の個体比率、ノイズの程度、突然変異の発生率を変えながら、7パターンが試行された。そして、数多くの戦略パターンのなかから、次の4タイプの戦略の動向が分析された。

- ① 00：ALLD「裏切り者」。相手がどのような手を打っても裏切る
- ② 01：TFT「しっぺ返し戦略」。
- ③ 10：ATFT「逆しっぺ返し戦略」。最初は裏切る。2回目からは、相手が前回裏切れば協調し、協調すれば裏切る。しっぺ返し戦略の逆。
- ④ 11：ALLC「正直者」。相手がどのような手をうっても協調する。

分析結果は次のようになった。まず、メモリーが1で、突然変異、ノイズが存在しない場合は、「裏切り者」00、「逆しっぺ返し」10、「正直者」11の初期個体数が、「しっぺ返し」01よりも十分大きいときには、「裏切り者」が生き残った。逆に「しっぺ返し戦略」の数が十分に大きいときには、「しっぺ返し」と「正直者」が勝利した。次に、この状態に突然変異を付加した場合は、「正直者」の初期個体数が十分大きいところに突然変異によって「裏切り者」が復活すると、「裏切り者」が勝利した。そして、ひとたび「裏切り者」と「しっぺ返し」による支配が成立すると、「正直者」や「逆しっぺ返し」は進入できなかった。図6は、「しっぺ返し」の初期比率を80%、「ノイズ」を5%、突然変異を0.1%に設定したシミュレーション3の結果である。これは、「ノイズ」や「突然変異」の状況によっては、「しっぺ返し」よりも「裏切り者」が幅を利かせる可能性があることを示すものである。

次に、メモリーサイズが2と3のシミュレーションが実施された。結果は、確定したものではなかった。多くのケースにおいて、戦略の種類、個体数が収束せず、最終的には多様な戦略が共存し、個体数も変動するという結果になった。

同様の結果は、Lomborg（1996）においても得られている。Lomborgは、「ノイズ」と「遺伝的アルゴリズム」の両方をシミュレーションに組み込んだ研究を行なった。シミュレーションは1億の戦略プログラムからなる大掛かりなもので、結果は、かなりの「ノイズ」がある場合でも、「協調型戦略」が発展するが、ある特定の戦略が常に支配的になるというのではなくて、複数の戦略が組み合わせられて安定するというものであった。こうしたLomborgの研究結果は、高増の結果同様、必ずしも「協調型の戦略」だけが成功するわけではないことを示している点で重要



(出所) 高増 (1999), p. 114, 図3より転載。

図6 ノイズと突然変異を考慮した生態学的シミュレーション

であると思われる。

## V むすびにかえて

本研究は、Axelrod (1984) が提示した「しっぺ返し戦略」のような「協調型の戦略」が、実際の戦略的提携における支配的戦略とは決してなっていないという事実について検討したものである。検討にあたり2つの仮説が提示された。1つは、『現実にもみられる戦略が支配的なのはあくまでも一時的なものであり、長期的に見ると企業の戦略は、淘汰を繰り返しながら最終的にはしっぺ返し戦略のような協調型の戦略に収斂されていく』というものである(仮説1)。もう1つは、『そもそもAxelrodが展開した初期のシミュレーション自体に問題があるため、理論と現実の戦略との間に乖離がある』というものである(仮説2)。

これら2つの仮説を検討するために、初期Axelrod研究に対する理論面・実証面からの検討を行なった。理論面からの検討によって、「しっぺ返し戦略」のような「協調型の戦略」が有効となるのは、①戦略的提携が無期限であること、②将来の「割引率」が十分

高いこと、③「しっぺ返し」のような「協調型の戦略」が個体群のなかにある一定の割合で存在しなければならないこと、等が指摘された。

次に、実証面からの検討によって、Axelrodの初期のシミュレーション研究には、「ノイズ」や「遺伝的アルゴリズム」の影響が考慮されていなかったことを指摘した。そして、「ノイズ」と「遺伝的アルゴリズム」を加えた諸研究を検討した結果、「ノイズ」や「遺伝的アルゴリズム」をある一定の割合で組み込むことによって、「しっぺ返し戦略」のような「協調型の戦略」が必ずしも支配的にはならないことがわかった。

こうした理論面・実証面双方からの検討結果から言えることは、『現実にもみられる戦略が支配的なのはあくまでも一時的なものであり、長期的に見ると企業の戦略は、淘汰を繰り返しながら最終的にはしっぺ返し戦略のような協調型の戦略に収斂されていく』という仮説1の妥当性が低いことを示している。現実の戦略的提携は、「ノイズ」に満ちている。戦略的提携は、グローバルな企業レベルにおいて顕著に見られることに特徴がある。グローバルになるほど「ノイズ」は大きなもの

となることが想定されることから、実際の戦略的提携においては、「協調型」よりも「競争型（裏切り型）」の戦略が幅を利かせやすいと解釈できる。また、組織が学習し常に新たな戦略を生み出しているという事実をみるならば、相手や状況に応じて「協調型」や「裏切り型」を使い分ける、混合型の戦略プログラムが幅を利かせるものと解釈できよう。したがって、現時点では、『Axelrodが展開した初期のシミュレーション自体に問題があるため、シミュレーション結果と現実の戦略との間に乖離がある』とする仮説2の妥当性のほうが高いと結論づけられよう。

今後の課題としては以下の4点を指摘することができる。

第一は、シミュレーションに多くの改善点を加えることである。メモリーのサイズを多くしたり、メモリーサイズ自体が増加するプログラムを開発したり、ノイズの構成要素を多様にししたり、遺伝的アルゴリズムをより複雑にすることで、より現実に近い環境を作り出すことが必要である。その結果、新たなシミュレーションによって、今までの研究結果が異なってくることも考えられよう。

第二は、シミュレーション結果に対する、理論面からの検討である。本研究では、なぜそのようなシミュレーション結果になったのかといった理論面からの検討はなされなかった。シミュレーション結果を理論的に説明できなければ、結果の説明力は低いものになってしまう。今後は、シミュレーションの理論的検討が必要である。

第三は、組織論や戦略論との融合である。組織論や戦略論では、環境と戦略と組織は整合関係にあること、戦略は環境に応じて異なること、環境の認識はその組織のタイプにより異なることが指摘されている（Miles & Snow, 1978）。すなわち、「ノイズ」の発生程度（環境の不確実性の程度）により、組織に適した戦略が異なること、そして、「ノイ

ズ」（環境の不確実性）の認識は、組織のタイプ<sup>7)</sup>によって異なるとされる。「誤認」や「誤実行」が組織のタイプに依存するとなると、組織文化（組織メンバーに共有化された価値）などによって、競争と協調のパターンがどのように変わってくるのかを検討する必要があると思われる。今後は、組織論や戦略論の研究成果を組み込む必要があろう。

第四は、ゲーム理論的アプローチによる、理論的・実証的研究成果をもとに、どのようにして戦略的提携をマネジメントしていくべきかを検討することである。本研究の成果から、戦略的提携をより安定したものにしていくには、①将来の「割引率」を高めるようにすることでパートナー間の将来への期待度を高め、協調のメリットを高めること、②「ノイズ」を極力低く押さえることで、協調型の戦略の優位性を高めることがあげられる。この点については、経営学における最大の関心点でもあり、大きな課題として指摘できよう。

## 注

- 1) 高橋（1996）、清水（1996）、桑嶋（1996）を参照。
- 2) 割引因子とも呼ばれる。また、Axelrod(1984)は、これを「次回の重み」、「未来係数」と表現している。
- 3) 拙著（2000）を参照。
- 4) 「割引率」もしくは、「割引因子の値」あるいは「次回の重み」を意味する。
- 5) 拙著（2000）を参照。
- 6) 原文では「ディストーション（distortion）」という用語で使用されているが、ノイズとほぼ同義であることから、ここでは「ノイズ」に置き換えて使用した。
- 7) Miles & Snow（1978）によれば、ディフェンダー（防衛型）、プロスペクター（探索型）、アナライザー（分析型）、リアクター（受身型）かあるとしている。

## 参考文献

Axelrod, R (1984) *The Evolution of Cooperation*.

- Basic books. (松田裕之訳『つきあい方の科学』ミネルヴァ書房, 1998)
- Axelrod, R. (1987) The Evolution strategies in the Iterated Prisoner's Dilemma. In Davis, L. (ed.), *Genetic Algorithms and Simulated Annealing*. Pitman Press, 31-41.
- Bendor, J., Kramer, R., and Swistak, P. (1996) Cooperation under Uncertainty: What is new, What is true, and What is important. *American Sociological Review*, 61(3): 333-346.
- Bleeke, J. and Ernst, D. (1991) The Way to Win in Corss-Border Alliances. *Harvard Business Review*, Nov.-Dec.: 27-135.
- Doz, Y. L., and Hamel, G. (1998) *Alliance Advantage: The Art of Creating Value through Partnering*. Harvard Business School Press.
- Harbison, J. R and Peaker, P. Jr (1998) *Smart Alliances*. Jossey-Bass.
- Kollock, P. (1993) An Eye for Eye Leaves Everyone Blind: Cooperation and Accounting Systems. *American Sociological Review*, 58: 768-786.
- Lomborg, B (1996) Nucleus and Shield: The Evolution of Social Structure in the Iterated Prisoner's Dilemma. *American Sociological Review*, 61: 278-307.
- Miles, R. E. and Snow, C. C. (1978) *Organizational Strategy, Structure, and Process*. McGraw-Hill. (土屋守章・内野崇・中野工訳『戦略型経営』グイヤモンド社, 1983)
- 桑嶋健一 (1996) 「戦略的提携」高橋伸夫編『未来傾斜原理』第5章, 白桃書房, 107-130.
- 清水 剛 (1996) 「進化のシミュレーション」高橋伸夫編『未来傾斜原理』第2章, 白桃書房, 29-54.
- 高橋伸夫 (1996) 「協調行動の進化と未来傾斜原理」高橋伸夫編『未来傾斜原理』第1章, 白桃書房, 3-28.
- 高増 明 (1999) 「戦略の進化・繰り返し囚人のジレンマ・ゲームのコンピュータ・シミュレーション」『経済論叢 (京都大学)』, 164 (5) : 100-120.
- 牛丸 元 (2000) 「国際戦略提携と協調行動」『北海学園大学経済論集』, 48 (1) : 75-89.
- Wu, J. and Axelrod, R. (1995) How to Cope with Noise in the Iterated Prisoner's Deilemma. *Journal of Conflict Resolution*, 39(1): 183-189.