

企業間における協調関係の形成 —ゲーム理論の視点から—

清水 剛

1. はじめに

近代組織論の金字塔とも言われる March and Simon (1958) の第5章は「組織におけるコンフリクト」の考察に当てられている。そして、その最後の節、組織間コンフリクトを扱った部分では、ゲーム理論をベースにして考察が進められている。そこでは von Neumann and Morgenstern (1944) をはじめ、ハルサニ (Harsanyi, J.) やルース (Luce, R. D.), ナッシュ (Nash, J. F.), ライファ (Raiffa, H.) 等ゲーム理論では馴染み深い名前が数多く出てくる。こうしたゲーム理論に対する期待感とともに、他方では実証研究がほとんどないために、組織論に対する貢献については最終的な判断を保留したままで考察は終わるのである。

残念ながら、その後組織論の分野で March and Simon (1958) のこの部分に関わるような研究は、直後の一部の例外を除いてほとんど現れなかった。ある意味で、ゲーム理論と組織論はたもとを分かったのである。しかし1990年代に入ってから、組織論の分野でも新しい動きが始まる。例えば高橋 (1996 a) のような一般ビジネス書の中でも、ゲーム理論の成果を取り入れた議論が行われるようになってきたのである。ただし、March and Simon (1958) の時代とはずいぶん異なる、協調行動の進化に関するゲーム理論ではあるが……。そこで最近になって組織論や経営学で取り上げられるようになってきた、この「協調行動の進化」に対するゲーム理論のアプローチについて紹介していくことにしよう。

経営学の分野においてこのようなアプローチが出てきた背景には、社会においてしばしば観察される企業間の協調的な関係がある。一般に、企業というのは自分の利益のみを最大化する存在として、利己的な存在として捉えられる。しかし、その利己的なはずの企業

の間で、相手を利するような協調的な関係がしばしば観察される。例えば、日本の自動車メーカーはサプライヤーとの間で協調的な関係を形成していることが知られている。もし企業が利己的な存在であるなら、一体どのようにしてこのような企業の間で協調的な関係が生まれるのだろうか。

この疑問はより一般化して言えば、生物、企業、国家といった利己的と思われる個体の中で、どのようにして協調関係が成立するのだろうかということになる。この疑問に対し、政治学者アクセルロッド (Axelrod, R.) はゲーム理論における「囚人のジレンマ」のシミュレーションを通じて利己的な個体の中で協調的な行動が進化することを示した。一方、この囚人のジレンマあるいは他のゲームに対する理論的な分析によっても、利己的な個体の中で協調的な関係が成立することが示されている。これらの分析について紹介する前に、まず「囚人のジレンマ」に関して簡単な解説をしておくことにしよう。

2. 囚人のジレンマ

囚人のジレンマとは、典型的には表1のような利得表によって表される2人ゲームである。各プレイヤーはプレイヤーがそれぞれ「協調 (Cooperation; C)」、 「裏切り (Defection; D)」のどちらかを選択し、両方とも「協調」を選択した時に R (表1の例で言えば3) の利得を、片方が「協調」、片方が「裏切り」を選んだ場合後者が T (同じく5)、前者が $S(0)$ の利得を、そして両方とも「裏切り」を選択した場合に $P(1)$ の利得を得るとする。一般に、これらの利得について、

表1 「囚人のジレンマ」の利得表

		Bの行動	
		協調	裏切り
Aの行動	協調	$R=3, R=3$	$S=0, T=5$
	裏切り	$T=5, S=0$	$P=1, P=1$

しみず たかし 東京大学 大学院経済学研究科
〒113-0033 文京区本郷7-3-1

$$T > R > P > S$$

の関係が成立する場合、「囚人のジレンマ」と呼ばれる。

なお、通常

$$R > (T + S) / 2$$

という条件が加えられる (Rapoport and Chammah, 1965)。これは、(協調, 裏切り) と (裏切り, 協調) を交互に繰り返すというメタ的な協調行動を排除するためである。

この「囚人のジレンマ」では、相手が「協調」を選択する場合でも「裏切り」を選択する場合でも、自分が「裏切り」を選択する方が高い利益を得られる。このため、(裏切り, 裏切り) という組み合わせが唯一の均衡解 (ナッシュ均衡解) となる。しかし、両方とも「裏切り」を選択した場合に得られる利得は両方とも「協調」を選択した場合に比べ低くなってしまふ。これが「ジレンマ」と呼ばれる理由である。

この「囚人のジレンマ」は、社会における様々なジレンマ的状况を上手く表現している。例えば、「核軍縮はしたいけど、自分だけが軍縮してしまうと相手に有利になるだけ」というかつての米ソの軍拡競争や、お互い足を引っ張るか、協力するかという会社における出世競争などがこの囚人のジレンマ的状况であると言える。

ここで問題となるのは、この囚人のジレンマ的状况においてどのようにして協調関係が成立するのかということである。つまり、先に述べたように、囚人のジレンマにおいては各プレイヤーがそれぞれ高い利得を得られるように行動すると、お互いにとってより良い解があるにも関わらずそれを達成できない。それでは、合理的な (利己的な) プレイヤーの間で (協調, 協調) が選択されるためにはどのようにすれば良いのだろうか。

この囚人のジレンマに関する実験から分かってきたことは、この囚人のジレンマを何回も繰り返す、繰り返し囚人のジレンマと呼ばれるゲームにおいては協調行動が起こるということであった。例えばラポポートとチャマーは (Rapoport and Chammah, 1965)、ミシガン大学の男子学生のペア 70 組を対象として 300 回の繰り返し囚人のジレンマをプレイさせ、その結果としてかなりの頻度で (利得表によっては 70% 以上) 「協調」がとられることを見出した。

この実験的なアプローチに対して、アクセルロッドは別なアプローチを考えた。それがコンピュータによ

る「選手権」という方法である。

3. アクセルロッドのシミュレーション

アクセルロッドが行ったのは、繰り返し囚人のジレンマについてその行動決定規則 (各回において協調と裏切りのどちらを選択するかを決めるルール、「戦略」とも呼ばれる) を記述したプログラムを様々な分野の人から募集し、そのプログラム同士で繰り返し囚人のジレンマゲームの試合を実際にやらせるという方法であった (Axelrod, 1980 a; Axelrod, 1980 b)。

この選手権はまず 15 のプログラムによって第 1 回が行われ、その結果をフィードバックした上で 63 のプログラムによって第 2 回が行われた。この第 1 回と第 2 回の違いは、第 1 回では繰り返しの回数が 200 回とあらかじめ決められていたのに対し、第 2 回では 1 回囚人のジレンマをプレイするごとに、「その回で終わり」か「次の回がある」かを確率的に決めていたという点である。つまり、例えば 1 回目が終わった時にサイコロを振って 1 の目が出たらそれで試合が終わり、それ以外の目なら次に続くとするわけである。そして次の囚人のジレンマのプレイが終わった時にまたサイコロを振り、1 の目が出たら終わり、そうでなければ続行とすることになる。なお、「その回で終わる」確率は、試合回数が大体 200 回になるように設定された。

この 2 回の選手権において優勝したプログラムは、驚くべきことに 2 回とも同じ、「お返し」あるいは「しっぺ返し」 (tit for tat; TFT) と呼ばれるものであった。

この「お返し」はまず最初の回は協調し、次からはその前の回に相手が出したものと同じものを出すというプログラムである。これ以外でも、上位に入ったプログラムはいずれも自分の方から裏切らない、上品な (nice) プログラムであった。これらのプログラムの間では、自分から裏切るといことがないため、自然発生的に協調関係が成立している。すなわち、協調的な行動パターンが有利に働いているのである。

しかし、この結果は常に成立するのだろうか。言い換えると、このような協調的な行動パターンは他の行動パターンの中で勝っていくことができるのだろうか。これを調べるために、アクセルロッドは「生態学的」なシミュレーションを行った (Axelrod, 1980 b)。すなわち、多数の参加者によってこの選手権が何度も繰り返され、その中で高い得点を挙げたプログラムは次

の選手権の中で大きなシェアを占めるようになると考えるのである。それぞれの選手権が「世代」、それぞれの戦略をとる参加者が生物だと考えれば、これは進化の過程と同じであると考えられる。つまり、このシミュレーションにより自然淘汰のプロセスの中でどのような行動パターンが進化していくかを見ることができるといえる。

このようなシミュレーションの結果、最大の比率を占めるようになったのはやはり「お返し」であった。また、その他に生き残った戦略も全て自分から裏切らない戦略であった。このようにして、アクセルロッドは個体間の相互作用の中から協調行動が「進化」することを示したのである。

4. 協調行動の合理性

なぜ、繰り返し囚人のジレンマにおいて協調行動は有利に働くのだろうか。簡単に言えば、囚人のジレンマが将来にわたって何回も繰り返される場合、今相手を裏切ることで得られるメリットより、将来も協調関係を維持することによって得られるメリットの方が大きくなり、協調行動が有利になるためである（註1）。

これを具体的に説明してみよう。表1のような利得表を考え、上で述べた「お返し」という戦略（行動パターン）をとる相手を想定する。「お返し」に対して自分も毎回協調をとり続ければ、毎回3の利得を得ることができる。これに対して自分が毎回裏切りを選択する場合、最初は相手を出し抜くことによって5の利得を手に入れることができるが、後は（裏切り、裏切り）の状態になって1の利得しか得られなくなってしまう。直感的には、裏切りを取ることによって最初5の利得を得ても、その後は毎回3得られるはずの利得が1になってしまうので協調の方がメリットが大きいということになる。

ただし、第2回選手権のところの説明した「その回で終わり」の確率が高ければ、裏切った方がメリットは大きい。例えば、「その回で終わり」の確率が0.9であれば、協調をとり続けた場合の利得の期待値は約3.3(=3+3×(0.1)+3×(0.1)²+……)，一方裏切り続

（註1）ただし、ここでの説明は第2回選手権のように繰り返しの回数が確率的に決定されるか、あるいは無限に繰り返されることを想定している。第1回選手権のように繰り返しの回数があらかじめ分かっている場合、理論的には協調関係は成立し得ないが、実際には「お返し」が優勝したことで分かるように協調行動が観察される。この点を検討したものととして清水（1997）がある。

ける場合の利得の期待値は約5.1(=5+1×(0.1)+1×(0.1)²+……)となり、裏切った方が良いわけである。また、例えば「1年後の1万円より今の1000円の方が大事」というように、将来得られる利得の価値が自分にとってかなり低い場合、やはり裏切った方が良いことになる（この点についてはGibbons, 1992参照）。

この二つは「次回の利得に対する重み付け」という言葉でまとめることができるだろう。つまり、本当に協調の方がメリットが大きいかどうかは、この重み付け（と利得表）に依存しているのである。

ここであるプレイヤーの次回の利得に対する重み付けを w で表すことにすると（なお、通常 $0 < w < 1$ である）、先ほどの例ですと協調するという行動は

$$3+3w+3w^2+3w^3+\dots=3/(1-w)$$

の価値を持つことになり、一方裏切り続けるという行動は

$$5+1w+1w^2+1w^3+\dots=5+w/(1-w)$$

の価値を持つことになり、ゆえに、協調をとり続けるという行動が有利になる（少なくとも不利にならない）のは

$$3/(1-w) \geq 5+w/(1-w)$$

$$w \geq 1/2$$

の時となる。つまり w が0.5以上であれば協調行動の方が有利となる。この「将来の利得に対する重み付け」をゲーム理論では割引因子と呼ぶが、ここでは「未来をどれくらい重視するか」という意味で「未来係数」と呼ぶことにしよう。そして協調行動が有利になるかどうかはこの未来係数に依存しているということになる。

アクセルロッドは、この未来係数が

$$w \geq \max \left\{ \frac{T-R}{T-P}, \frac{T-R}{R-S} \right\}$$

である場合には「お返し」は安定的（集団安定的）なパターンであることを示している（Axelrod, 1981）。つまり、この条件が成立していれば、いったん「お返し」が支配的になればこれ以外の行動パターンは発生してもすぐ消えてしまい、拡大することができないのである。

繰り返し囚人のジレンマにおいて、未来係数が高ければ協調関係が成立することは理論的な分析によっても示されてきた。すなわち、繰り返し囚人のジレンマゲームにおいて、未来係数が先のアクセルロッドの集団安定性の条件を満たす場合、双方が「お返し」戦略

をとることはナッシュ均衡となる（以下、証明は岡田、1996 及び Gibbons, 1992 を参照）。また、トリガー戦略と呼ばれる戦略（相手が裏切るまで協調をとるが、相手がいったん裏切ったらその後は裏切り続ける）の組み合わせであれば、

$$w \geq \frac{T-R}{T-P}$$

の時により強い均衡である部分ゲーム完全ナッシュ均衡となることが示されている。

さらにいえば、囚人のジレンマの場合だけでなく一般にあるゲームを繰り返すようなゲーム（繰り返しゲーム）において未来係数が1に十分近ければ、1回限りの場合でのゲームの均衡利得（あるいは留保利得）を越える平均利得をもたらすような、部分ゲーム完全ナッシュ均衡が存在することも証明されている。これは一般に「フォーク定理」と呼ばれている。

以上述べてきたことから、協調行動が成立するためには未来係数が重要であるということが分かる。つまり、今日儲かればそれで良いという人にとっては、将来の協調関係によるメリットよりも今裏切るメリットの方が大きいということになり、協調関係は成立しない。また、将来二度と会わないであろう人とは協調しても将来のメリットがないので、裏切る方が良いことになる。

この未来係数あるいは将来の重みという考え方を導入すると、特に日本企業において見られるような協調的な企業間関係が理解できる。

例えば桑嶋（1996）は、戦略的提携の例として武田薬品工業とアボット社の共同研究開発を取り上げ、そこでは「この調子でいけば画期的な新薬が創れる」という期待感のために共同研究が続く可能性が高いことが認識されており、またコミュニケーションが頻繁であったために未来係数が高まり、協調的な関係が発生したことが述べられている。なお、ここではその他にもお互いの貢献を信頼していた等の理由が指摘されている。

高橋（1996 b）にはこの戦略的提携の他にも協調的な企業間関係としてのサプライヤー・システムやクロスライセンシングについて分析がされている。なお、ここで述べてきたような論理に基づいて、将来の利益への期待によりかかって意思決定を行うという企業の行動原理を高橋（1996 b）は「未来傾斜原理」と呼んでいる。

また経済学の立場からは、松井・伊藤（1989）が日

本において特に見られる継続的な取引に注目し、中古車のディーラーを通じた取引などの間接的取引、いわゆる下請け制、そして日本的雇用システム等を例に挙げて、「評判」や「情報伝達」のメカニズムとともにここで述べてきたようなメカニズムが働いていることを指摘している。この内間接的取引について触れておくと、日本においてはディーラーの取引相手は地域的に限定されており、またディーラーと顧客は多面的な取引を行うために取引の回数は多くなる。この意味で未来係数が高いためにディーラーと顧客の間に協調関係が形成されることになる。

このように、繰り返し囚人のジレンマ的な状況において、未来係数が高ければ協調的な関係が成立するという論理は社会の中で見られる企業間の協調的な関係に対して有効な説明を与えることができると思われる。

ここではさらに上で取り上げられたものとは異なる企業行動について、それがこれまで述べてきたようなメカニズムによって理解できることを示してみよう。そのためにここで取り上げるのは企業の合併行動である。

5. 企業間関係としての合併

一般に、合併の効果としては資源配分の効率化、シナジー効果、投資コストの節約や投資リスクの回避、市場への参入や市場からの退出の期間の短縮などが指摘されている（山本、1997）。ここではそれらとは異なり、合併が企業間の協調関係を促進させるメカニズムとして働くことで効果が得られる可能性を示してみよう。

先に述べたように、協調的な関係が成立するためには未来係数が高いことが必要であった。これを言い換えれば、協調関係を育てるために未来係数を高めるという方法があることになる。未来係数を高める方法としては、つきあいを長続きさせるという方法と、付き合いを頻繁にするという方法がある（Axelrod, 1984, ch. 7）。つまり、次の付き合いが発生する確率を上げることで、未来係数を高めるわけである。

さて、ここで合併と提携という二つの行動を考えてみよう。いずれも外部からの資源の獲得方法であると考えられるが、合併と比較した場合の提携の特徴の一つはその戦略の自由度あるいは柔軟性の維持とされている（桑嶋、1996）。逆に言えば、合併の特徴はその関係の固定化にあると考えられる。すなわち、提携関係は解消が可能であるのに対し、合併は複数の企業を

制度的に同一の会社にしてしまうため、そこからの退出は不可能ではないにしろかなりのコストがかかる。この意味で、合併は柔軟性を失うかわりに企業間（ここで企業という言葉は実態としての一つの集団を指している）の関係を固定化させているわけである。

もちろん、合併を行った企業は最終的には一つの集団になっていくわけだが、その最終的な統合までの間は二つあるいはそれ以上の企業の間「固定化された関係」と見ることができる。そしてこの合併による関係の固定化は、相手が付き合いから退出する可能性を減少させ、次回対戦の発生の可能性を上げることで未来係数を上昇させる。そして未来係数が上昇することにより協調関係が形成されやすくなる（註2）。わかりやすく言えば、「一緒にやっていくんだから仲良くしよう」ということになるわけである。

これをもう少し具体的に示してみよう。まず、合併に参加する企業を2社とし、この2社間での提携や合併による関係は表1の利得表によって示されるようなゲームで表されるとしよう。これは「お互いに協力した方が得るものは大きい、できれば自分にはあまり資源を出さずにただ乗りしたい」という状況を表したものである。また、合併の初期段階には様々なコストが発生すると考えられるが、これについてはここでは考慮に入れないことにする。

ここで合併により、未来係数 w が $w+m$ に上昇するものとすると、

$$w+m \geq 1/2 > w$$

の時、合併は「お返し」による協調関係を安定的なものにすることができる。仮に合併により「お返し」が安定的なものになる前には双方とも裏切りを選択する（この場合、「お返し」は合理的な選択ではない）ものと考え、その時に双方が得る利得は

$$1/(1-w)$$

となる。一方、合併によって協調的な関係が安定した場合の利得は

$$3/(1-w-m)$$

となる。これより、

$$3/(1-w-m) - 1/(1-w)$$

が合併により得られるメリットとなる。

また、すでに協調関係が安定している場合 $w \geq 1/2$ や合併しても協調関係が安定しない場合 ($w+m < 1/2$) でも、未来係数を上昇させることによって双方

（註2）ただし、ここでは自分が自発的に退出するというオプションはないものとする。

の利得を上昇させることができることになる。

ここで注意すべき点は、仮に合併によって協調関係が安定的なものになったとしても、例えば合併の初期の段階で何らかの理由により「裏切り」という行動がとられるか、あるいは「裏切り」といったと認識されてしまうと（お返しやトリガー戦略がとられている場合）協調関係は形成できなくなり、合併のメリットはあまり得られないということになる。実際、Buono and Bowditch (1989) は、アメリカのある銀行の合併の事例について、「レイオフはしない」と公言してきた経営者がレイオフを行ったため、特にその経営者の出身でない側で働いていた従業員の不信感が高まり、摩擦が増大して統合がうまくいかなかったことを示している。

また、このモデルでは合併によるメリットは相互作用の中から発生すると考えている。この意味で、合併による効果は長期的である。合併によって短期間に成果が向上することはなく、むしろ一時的に低下することが多いことは Buono and Bowditch (1989) においても指摘されているが、先に触れた合併の初期段階におけるコストの存在を考慮に入ればこのような指摘とここで述べたモデルは整合的であると思われる。

これまで述べてきたように、ゲーム理論の枠組みから見ることで、様々な企業間の関係をより深く理解することができると考えられる。このような意味で、ゲーム理論による分析は経営学においてもますます重要になっていくと思われる。

参考文献

- Axelrod, Robert (1980 a) "Effective choice in the prisoner's dilemma," *Journal of Conflict Resolution*, 24, 3-25.
- Axelrod, Robert (1980 b) "More effective choice in the prisoner's dilemma," *Journal of Conflict Resolution*, 24, 379-403.
- Axelrod, Robert (1981) "The emergence of cooperation among egoists," *American Political Science Review*, 75, 316-318.
- Axelrod, Robert (1984) *The evolution of Cooperation*. Basic Books, New York. (松田裕之訳『つきあい方の科学』HBJ 出版局, 1987)
- Buono, Anthony F., and James L. Bowditch (1989) *The Human Side of Mergers and Acquisitions*. Jossey-Bass, San Francisco. (上田武・高梨智弘訳『合併・買収の人材戦略』日経 BP 社, 1991)

- Gibbons, Robert (1992) *Game Theory for Applied Economics*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. (福岡正夫・須田伸一訳『経済学のためのゲーム理論入門』創文社, 1995)
- 桑嶋健一 (1996) 「戦略的提携」高橋伸夫編著『未来傾斜原理—協調的な経営行動の進化—』白桃書房.
- March, James G. and Herbert A. Simon (1958) *Organizations*. John Wiley & Sons, New York. (土屋守章訳『オーガニゼーションズ』ダイヤモンド社, 1977)
- 松井彰彦・伊藤元重 (1989) 「企業：日本の取引形態」伊藤元重・西村和雄編『応用マイクロ経済学』東京大学出版会.
- von Neumann, John, and Oskar Morgenstern (1944) *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- 岡田章 (1995) 『ゲーム理論』有斐閣.
- Rapoport, Anatol, and Albert M. Chammah (1965) *Prisoner's Dilemma: A Study in Conflict and Cooperation*. The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan. (広松毅・平山朝治・田中辰雄訳『囚人のジレンマ』啓明社, 1983)
- 清水剛 (1997) 「有限反復囚人のジレンマにおける協調行動の進化」『行動計量学』24(1), 101-111.
- 高橋伸夫 (1996 a) 『できる社員は「やり過ごす」』ネスコ文藝春秋.
- 高橋伸夫編著 (1996 b) 『未来傾斜原理—協調的な経営行動の進化—』白桃書房.
- 山本哲三 (1997) 『M & A の経済理論—会社支配権市場の衝撃—』中央経済社.