



ゲーム理論で見る社会

武藤研究室 ~ 価値システム専攻



武藤 滋夫 教授

皆さんはチェスや将棋をするとき、相手の手を読みながら自分の手を考えているだろう。このような駆け引きはゲームの中だけのものではない。国同士の交渉、企業間の競争など現実の社会にも数多く存在している。現実の社会の中での駆け引きを考え、分析するためにあるのがゲーム理論である。

武藤研究室ではゲーム理論を用いた社会現象の分析やゲーム理論そのものの発展を目指して研究が行われている。



ゲーム理論って？

駆け引きとはどのようなことを指すのだろうか。例えば、次のような状況について考えていこう。M社、L社の二つのハンバーガーショップが競争をしており、価格をいくらにするかを考えている。M社、L社共に少しでも安い方で買おうとする消費者を引きつけるため、相手の出方をうかがおうとする。ゲーム理論はこのような駆け引きを分析するための理論なのだ。

M社がある地区にハンバーガーショップを構えていて、そこにL社が出店しようとしている。それに対し、M社はL社の出店を阻止しようと思っている。この状況をゲーム理論を用いて記述し、M社が価格 p をいくらにすればよいかを考えよう。まず、ハンバーガーの需要は2000個で、テナント料は10万円だとする。また、話を簡単にするのために両社ともにハンバーガーは同じ品質で、原価は30円としておく。品質が同じなので、消費者は全員、常に安い価格をつけた方から買い、同じ価格のときはM社、L社に半分ずつ分かれる。

M社はL社がどう行動するかを考えた上で、価格 p を決める。もし、L社がM社の価格 p より安い価格でハンバーガーを売ると、M社は消費者を

奪い返すためにより安い価格で販売し、両社は価格引き下げ競争に突入する。その結果、ハンバーガーの価格が原価に限りなく近づき、テナント料が払えなくなってしまう。また、L社がM社と同じ価格をつけると、M社は消費者の半分は確保できるので、敢えて価格引き下げ競争に突入しようとはしない。このため、L社は出店するのであれば、M社と同じ価格 p をつけることになる。このときM社とL社は同じ数、つまり1000個ずつハンバーガーを売る。別の見方をすれば、M社と同じ価格 p をつけても利益が見込めなければ、L社は出店してこないだろう。これを式で表すと、

$$p \times 1000 - 30 \times 1000 - 100000 \leq 0$$

収益
原材料費
テナント料

$$\Leftrightarrow p \leq 130$$

となる。以上より、L社の出店を阻止するためにM社は130円以下の価格をつける。この条件でM社が最も利益を上げるのは等式の成り立つときであり、M社は価格 p を130円に設定する。

このように、ゲーム理論を用いることで社会における現象を明確な形で記述することが出来る。



新技術はどこまで浸透するか？

ゲーム理論は経済学の分野において最もよく使われている。武藤先生は企業が開発した新技術の情報がどのように売買されるかについての研究を行った。

ある商品を生産する、 n 社からなる産業があるとしよう。その中の一つの企業が、商品の生産コストを下げる新技術を開発した。新技術の開発企業はその技術を自社だけで使うこともできるが、他の企業に技術情報売ることもできる。

企業は技術情報売るにより代金を得ることができるが、技術情報を持つ企業が増えると市場競争が激しくなるので、市場からの収益は減少する（図1）。このとき、もし技術情報を買った企業が別の企業に転売するなら、さらに技術情報を持つ企業が増えるので、市場からの収益の減少が大きくなってしまふ。開発企業の利益を保護するため、我々の社会では特許法のような法律で転売を禁止している。

それでは、特許法のような法律の存在は技術情報の売買にどのような影響を与えるのだろうか。

法律のある場合は技術情報売ることのできるのは開発企業だけである。よって、開発企業の意思のみで技術情報がどこまで広がるかが決まる。

それに対し法律のない場合は、技術情報の転売が行われる。そのため、たとえ技術情報売って一時的に利益を得たとしても、その後転売によって技術情報を持つ企業が増え、最終的には損失が出てしまう可能性がある。このことから、技術情報を持っている企業は他の企業がどう行動するか

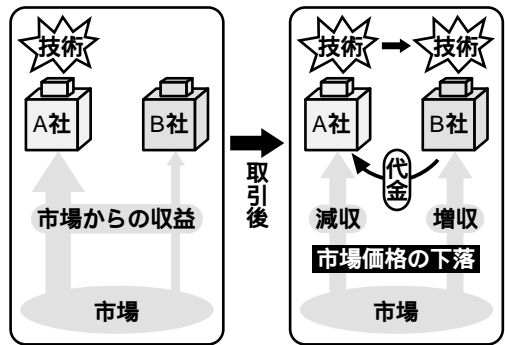


図1 技術情報の取引による変化

まで考えて売るかどうかを決める。武藤先生はこの駆け引きをゲーム理論を用いて考えることで、技術情報がどこまで広がるかを分析した。

法律のない場合の技術情報の売買でゲーム理論をどのように使ったかを示すために、企業が3社であったときの例について考えていこう。技術情報を持っている企業Aと、技術情報を持っていない企業B、Cがいる。この例の取引の流れは次のようになる。まず、AがBとCに対して技術情報の価格 p を提示する。BとCはそれぞれAの技術情報を価格 p で購入するかどうかを決定する。このときBとCのうち片方だけが技術情報を購入すると、転売の可能性がある。この取引を考えていく際に重要となるのは各企業の行動は他企業の動きを読んだ上で決定されるということだ。転売の起こる条件を p を変数として、Bが購入した場合、Cが購入した場合、それぞれについて数式として表す。その数式を元にB、Cが購入するときの条件を p を含む数式に表せば、それを解くことで p を求めることができる。

以上のようにゲーム理論を使い、技術情報の革新度という変数を動かしていくことで図2のような結果を得た。この図から、技術が革新的になればなるほど、技術情報の広がりには小さくなるのがわかる。

また、この二つのグラフを比べることで特許法の果たす役割についても考えることができる。技術情報がそれほど革新的でない場合、法的保護によって新技術が広く使われるようになる。しか

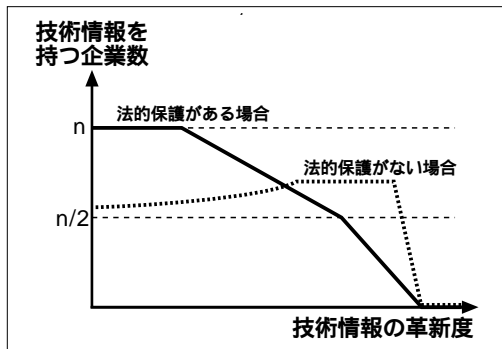


図2 技術情報の革新度と広がり

し、技術が革新的になると法的保護のない場合の方が技術が広まることもある。この結果から、ある分野に法的な保護をするべきか否かということも考えられる。例えば、消費者の立場に立って考えてみると、できるだけ技術が広く使われ、商品が安くなる方がいい。そのため消費者にとって

は、革新的な情報が次々と生まれる最先端の分野では法的保護を緩め、発展の行き詰まった分野では法的保護を強めた方がいいと考えられる。

このように武藤先生はゲーム理論を用いることで、今まで考えにくかった情報の売買などの経済現象を分析している。

政党の真の力関係

武藤先生はゲーム理論を用いて理論的なモデルを作るだけでなく、世の中で起こった社会現象に対してゲーム理論を適用していくことも重要だと考えて研究を行っている。武藤先生はゲーム理論の指数を使うことで政党の影響力を調べることにした。

実際に武藤先生が研究された1996年10月の衆議院における政党の影響力について見ていこう(表1)。政党の影響力は議席数に比例するのではないかと考える人もいるだろう。しかし、政党にとって重要なことは自分の意思を議案として通すことである。こう考えると、本当に政党の影響力は議席数に比例すると言っていいだろうか。

衆議院で議案を成立させるためには過半数の賛成が必要である。しかし、単独で過半数の議席を持つ政党はいないため、議案を通すにはどの政党も他の政党と協力しなくてはならない。このことから政党は議案を通す目的で、過半数を占めるグループを作る駆け引きをしていると考えられる。それでは当時の状況を見ていこう。自民党が議案を成立させようとするなら、新進・民主・共産・社民の4党のうちいずれか1党と協力すればよい。しかし、新進党は自民党と組む時を除くと、民主・共産・社民の3党と協力した上にまだ2議席必要である。このことから、新進党の議案の通しやすさは自民党と比べると大きな差があると考えられる。さらに、民主・共産・社民の3党も自民党と組まないときは3党の協力と2議席が必要であるという点では新進党と同じである。

全ての政党についてこのような状況を記述すると非常に煩雑になり、政党同士の影響力の違いもわかりにくい。ここで、武藤先生はゲーム理論のシャープレイ・シュービック指数(SS指数)を用いれば簡単に政党の影響力を表すことが出来るのではないかと考えた。

	議席数	SS 指数
自民党	239	0.600
新進党	156	0.099
民主党	52	0.099
共産党	26	0.099
社民党	15	0.099
さきがけ	2	0.0003
民改連	1	0.0002
無所属	9	0.0002

表1 1996年10月の衆議院の情勢

衆議院の現状をSS指数を元に見ていこう。SS指数では自民党と新進党の差は6倍近くの開きあり、議席数だけからでは考えられない程の大きな差がある。また、新進・民主・共産・社民の4党のSS指数は全て同じ値であることから、議席数にして10倍以上の差がある新進党と社民党が同じ影響力しか持たないという現実をSS指数は良く表している。このように、ゲーム理論のSS指数を使うことで観念的にしか分からなかった政党の影響力を数値という形で簡単に表すことができたのだ。

さらにSS指数の適用例として、武藤先生が研究された1997年7月の選挙前後の都議会についても考えていこう(表2)。

この事例を過半数を占めるグループを作るという観点から見ると興味深い結果をもたらす政党がある。それは公明党と民主党である。改選前において、公明党は自民党と単独で組んで過半数をとれる唯一の政党であった。しかし、改選後においては、公明党のみならず、共産党、民主党までもが単独で自民党と組むことによって過半数になる。改選によって公明党は自民党と単独で組んで過半数をこえる唯一の政党であるという有利さを

失い、逆に民主党は公明党、共産党と並ぶ影響力を得た。

これをSS指数を使って見ていこう。公明党と民主党は両方とも1議席減らしているが、SS指数については公明党は減少しているのに対して民主党は増加している。このことは他の政党の議席数の変化によっては、議席数が減ったからといってその影響力が下がるとは限らないということを示している。

このように武藤先生はゲーム理論を用いて複雑に絡み合った社会現象を明確な形で示していくことで研究を行っている。

	改選前 SS 指数 (議席数)	改選後 SS 指数 (議席数)
自民党	0.404(38)	0.502(54)
共産党	0.116(13)	0.160(26)
公明党	0.182(25)	0.160(24)
民主党	0.116(13)	0.160(12)
ネット	0.021(3)	0.002(2)
社民党	0.028(4)	0.002(1)
新進党	0.028(4)	0.000(0)
無所属	0.007(15)	0.002(8)

表2 1997年7月選挙前後の東京都議会

そして様々な分野へ

もともとゲーム理論は社会という常に変化しているものを対象としていた。このため、ゲーム理論は様々な考え方を取り入れることの出来る柔軟な理論である必要がある。こうした理論だからこそ様々な分野で応用されるようになってきている。ゲーム理論は経済学を始めとして、政治学、社会学など多くの社会科学へとその応用される範囲を広げ、そして現在では工学にまで応用されるようになった。

社会を分析するゲーム理論が工学に応用されているというのは意外かもしれない。工学へ応用している例としてはインターネットなどのデータ送信方式である、パケット通信方式への適用が挙げられる。パケット通信の最適なルートを考える際に、ゲーム理論の手法を用いた研究が実際に行われている。

このようにゲーム理論は幅広い分野において応用され、それぞれの分野を進展させている。こう

したゲーム理論の特徴から、武藤研究室に集まってくる学生たちの出身も幅広い。例えば数学科、情報科学科、情報工学科、経営システム工学科、社会工学科、他大学の経済学部、商学部などである。武藤先生はこうした多様な出身の学生たちに対して、ゲーム理論の基本を学ばせた後は、自分の得意分野を活かしたゲーム理論の研究に取り組みさせている。例えば、数学科出身の学生は解の数学的性質を研究したり、情報系出身の学生は複雑な問題をコンピュータシミュレーションを用いて解いたりしている。武藤研究室でゲーム理論を学んだ学生たちは、やがてそれぞれの分野のゲーム理論研究者として活躍することになるだろう。こうした研究者達によって多くの分野でゲーム理論が使われることがゲーム理論の発展を促すだけでなく、多くの分野の発展にもつながることになる。

本記事では取り上げることができなかったが、取材の中で武藤先生から将来的にゲーム理論で分析できると考えられているものについて数多くのお話を伺った。それらの中にはこのようなこともゲーム理論で考えられるのかという意外なものも含まれており、我々の社会でゲーム理論で表せないものはないのではないかとすら思われ、ゲーム

理論の奥深さを感じた。

最後になりましたが、お忙しい中度々の取材に快く応じてくださり、懇切丁寧にゲーム理論の基本から教えてくださった武藤先生にこの場を借りて厚くお礼申し上げます。

(芥川 晋)