

14 研究開発・特許出願行動の進化ゲーム理論的分析^(*)

特別研究員 石井良輔

本研究では、研究開発のインセンティブと特許権付与の結果として得られる独占の弊害のトレードオフに着目し、それらが社会厚生に与える影響を明示的に組み込んだ経済理論モデルを分析する。既存の理論研究で明確に定義されていない「特許権の強さ」や「特許権の存在自体」が経済成長率に与える負の影響などのモデルへの組み込みと併せて、研究開発投資量決定に進化ゲーム理論的要素を導入し、企業的意思決定を内生化する。特許の強さや特許権付与の基準の厳しさなどの外生的なパラメータを政策変数と解釈し、モデルにおける経済成長率を指標とする社会厚生を最大化する政策変数の定性的性質を求める。また、分野ごとに異なる特許権の存続期間を設けられるよう規制緩和がなされた際の最適存続期間決定問題において、政策上意思決定が経済成長に与える影響についても考察を行う。

I. はじめに

この研究では、知的財産権の強さが経済成長率に及ぼす影響を一般均衡モデルの下で分析する。先行する文献においては、特に理論モデルでは、知的財産権は強ければ強いほど良いと結論付けられるものが支配的である。しかし、これらの研究で、知的財産権の強さを取り入れたモデルを考えるに当たって通常考慮されるべき独占と外部性に関する問題が十分に考えられてきたと言い切れない。

そもそも知的財産権が必要とされる大きな理由の一つに外部性があることが挙げられる。仮に研究開発等の成果に関して何の権利も認められなければ、せつかく大金を投じて新技術の開発等に成功したとしても、全く貢献していない第三者に成果を模倣されるという「ただ乗り」問題が生じてしまう。ただ乗りされることを織り込んで企業などが研究開発水準を決定するのであれば、社会的に望ましい水準よりも過小な水準が均衡として実現してしまうかもしれない。このただ乗りによる社会厚生損失をより小さいものにするための一つの手段として、開発者に何らかの独占的な権利を与えることが必要になるのである。

その一方で、独占は通常の経済学の文脈においては望ましいことではない。独占供給者には価格支配力があり、社会的に望ましい水準よりも供給量を減らし、価格を吊り上げることによって自らの利潤を最大化するインセンティブが生まれてしまう。このただ乗りと独占の弊害のトレードオフを考慮して知的財産権に関するルールが定められるべきであり、その理論的裏付けとなる経済モデルも考えられるべきであろう。

直観的には、知的財産権が強過ぎれば独占の弊害が大きくなり過ぎ、弱過ぎれば研究開発のインセンティブが無くなるので、中間的な強さが社会的に望ましい水準になりそうである。しかし、大半の既存の理論モデルでは、知的財産権は強ければ強いほど良いという主張を部分的にはあっても支

持する結果となってしまっている。これは、ただ乗りの程度、独占の弊害などを外生的にパラメータとして与えるにとどまっていることが一因かもしれない。そこで、この研究では、一般均衡の枠組みの下で、知的財産権(具体的には特許権を想定)に関係する研究開発投資行動を内生化するモデルを構築・分析する。

上で、独占の弊害は過小供給であると述べたが、特許権を認めることからもう一つの「独占の弊害」が生じている可能性がある。既に他社が特許権を有している分野においては、既存の特許権を侵害しないように研究開発を行わなければならない。その結果、全く既存の権利が無い場合と同じ量の研究開発投資を行ったとしても、新技術を開発する確率は小さくなるだろう。技術革新は経済成長の大きな要因の一つなので、この観点からは、特許権の過剰な保護は、投資の無駄を生じさせることを通じて社会的な損失につながる可能性がある。そして、この要素は、生産性向上の意味で効率的とはいえないもののある程度の進歩性が見られる出願に対する対応、という形で政策的に左右できる部分が大きいと考えられる。この研究ではこれを政策変数の一つとして明示的にモデルに取り込んだ分析を行う。

この研究の報告書の構成は以下のとおりである。II章では、先行研究において実証的・理論的に得られている結果を簡単に見た後、特に理論研究において十分ではないと思われる箇所について議論する。III章ではモデルの定式化と簡単な最適化の計算を行う。IV章では、数値計算結果を概観し、政策変数が経済成長率に与える影響などを見る。V章ではまとめと今後の研究課題について述べる。

II. 先行研究との関係

独占の弊害については、実証研究において以前より指摘されており、特許権の存続期間の長さなどを示す「知的財産

(*) これは特許庁委託平成20年度産業財産権研究推進事業(平成20～22年度)報告書の要約である。

権の強さ」は強過ぎず弱過ぎずの最適な内点が存在することが支持されている。

これに対して、内生的成長モデルの拡張として知的財産権と経済成長の関係を調べた理論モデルは多数存在するものの、実証研究で得られた結果と反する結論を導いている、あるいは、実証的に考慮されるべき要素が完全に捨象されているか、縮約された形でしか入っていないなど、未解決の問題は多い。

理論面での先行研究では、「知的財産権の強さ」は、第一義的には「侵害行為」ととらえられており、実証研究における「特許権の存続期間」という解釈も同時に行えるとしている。しかし、直観的には、存続期間と侵害では、その変更が経済に与える影響に大きな違いがあると考えられる。それぞれの与える影響を明示的に取り込んだ一般均衡モデルは著者の知る限り存在しない。この研究では、これらの先行研究を踏まえて、Horii and Iwaisako (2007)^(*) の拡張型となる一般均衡動学モデルを構築・分析する。

Ⅲ. モデル

本章ではモデルの定式化を行う。各期、経済主体が、企業で何らかの形で働き、働きの結果に応じた収入を得、その収入を消費に充てる、という一般均衡の枠組みを組み立て、一期ごとの消費の伸び率、すなわち経済成長率を定義する。この経済成長率は社会厚生指標とみなすことができる。モデルにおける経済成長率を最大化する政策変数の水準を求めることがこの研究の大きな目標の一つである。

1. 家計と生産技術

有限人の、無限期間生きる同質な経済主体からなる閉じた経済を考える。最初に、経済主体が家計として消費から得る効用を定義する。ここでいう効用とは「満足水準」と考えておおむね間違いない。効用関数は以下のような性質を持つ。消費量が多くなればなるほど満足度は高まるものの、消費量が比較的少ない場合の追加的1単位の消費から得られる効用の増加分と、消費量が比較的多い場合の追加的1単位の消費から得られる効用の増加分を比較すると、前者が後者よりも大きくなる。また、他の条件を同じとして、ある固定された単位の消費を行うことを考えた場合、将来において消費するよりも今すぐに消費する方がより満足できる。

消費を行うためには、何らかの形で収入を確保して最終財を購入しなければならない。お金は(広義の意味において)「働く」ことによって手に入る。每期、経済主体には1単位の労働力が与えられるとする。1期を1日と考えるなら、24時間あるいは8時間が1単位であるし、1期を1年と考えるのであ

れば365日あるいは約280日が1単位と解釈できる。

次節で詳細に定義するように、経済主体は、これらの労働力を、自らの選んだ適当なセクターにおいて、労働者として働くことに充てるか、研究者として研究開発に充てるかを決定し、その働きに応じて賃金などの形で収入を得る。

無数の中間財を投入することにより最終財生産が行われる。中間財を生産するセクターは長さ1の線分上の点でラベル付けされている。

各セクターで生産される中間財は、潜在的には異なった品質グレードを持っている。同じセクターで生産されている中間財ならば、どの品質であっても同様に最終財生産に用いることはできるが、最終財の生産量への寄与度は品質により異なる。もちろん、高品質なものほど、生産性は高い。後に定義する技術革新が一回起こるごとのセクター間での品質改善の程度は異質であり、多数存在するセクターは高成長と低成長の二種類に分けられる。その違いは、一回の研究開発成功からもたらされる品質改善による生産性の向上の度合いにある。高成長セクターでは大きく生産性が向上するものの、低成長セクターではそれほどでもない。原則的に、どの企業も自分が所属するセクター内では任意の品質の中間財を生産することができるが、同じ量を投入するのであれば、品質が高ければ高いほど、生産される最終財の量に与える影響は大きくなる。どのセクターも同質であり、同品質・同量の中間財を生産・投入するのであれば、最終財の量に与える影響は同じになる。また、品質も加味した中間財投入量は均等な方がばらついているよりも望ましい。例えば、半分のセクターでは高品質・大量の中間財が生産・投入され、残り半分のセクターでは低品質・少量の中間財が生産・投入されるよりも、すべてのセクターで中品質・そこそこの量の中間財が生産・投入されている方が、生産される最終財の量は多い。

最終財生産技術は競争的に供給されているとし、各期、各セクターの企業から提示されたそれぞれの品質の中間財の価格に応じて自らの需要を決め、家計に対しては利潤最大化行動の結果、自らの利潤がゼロになるように、最終財価格を提示する。

どのセクターのどの品質の財であっても、1単位の中間財を生産するには1単位の労働力が必要である。したがって、同じセクターの中間財を生産するのであれば、そのセクターにおける最高品質のものだけが生産されるはずである。

每期、各セクターは競争的・独占的の二つの状態のいずれかをとり得る。競争的セクターとは、最高品質財を生産する技術に関連する特許権をどの企業も持っておらず、すべての企業が同じ条件で最高品質財を生産・供給できるセクターをいう。独占的セクターとは、一企業が最高品質財を生産

(*) Horii, R., and Iwaisako, T. (2007): "Economic Growth with Imperfect Protection of Intellectual Property Rights." *Journal of Economics* 90: 45-85.

する技術を取得しており、それ以外の企業は高々次善品質財の供給しか行えないセクターをいう。

最終財生産技術に対しては価格競争が行われるため、競争的セクターにおいては企業の利潤がちょうどゼロになる水準まで価格が引き下げられることになる。

これに対し、独占的セクターでは比較的価格競争は緩やかである。品質面において優位に立つ独占企業が、正の利潤を得られるように、賃金よりは若干高めに価格を設定する。もちろん、どれほど高値をつけてもよいということはない。余り高い価格をつけてしまうと、同じセクター内の他の企業に、低品質の中間財を安値で供給するインセンティブが生じてしまう。したがって、他の企業が次善品質財を利潤ゼロの価格で供給してもしなくても変わらない程度の水準に、独占販売価格を設定することになる。この結果、生産量は競争的セクターに比べて過小になる。

次善品質財は皆が生産可能であると仮定する。この仮定は、「独占企業には研究開発投資を行うインセンティブがない」ための十分条件になっている。この、独占利潤を得ることにより研究開発が過小になってしまう効果はアロー効果と呼ばれている。アロー効果は現実の経済活動においても観察されているものであり、その十分条件としての仮定を置くことはさほど不自然ではないと考えられる。

2. 研究開発

経済主体は、単純労働者か競争的セクターの研究者、独占的セクターの研究者のいずれかを毎期選択して働く。単純労働者を選択した場合、内生的に決定される一律の賃金の下で働く。研究者を選択した場合、自らの選んだセクターの企業の株式を取得し、研究開発投資を行う。その際、自らの投資水準に応じて定まる研究開発成功確率に従って新技術の開発に成功する。成功したらすぐさま新技術は特許出願がなされ、等確率で、研究に成功した研究者のうちの1人が特許権から生じる今後一切の便益を次期以降独占的に享受できる。研究開発の成功失敗にかかわらず、次の期に単純労働者あるいは他セクターの研究者を選択する場合には、当該セクターの株式はいったん売却する。株式市場は完備・効率的であると仮定し、実質価格は期間・企業を通じて一定である。

各研究者は、毎期幾らずつ研究開発投資を行うのかを、以下で述べるように近視眼的に決定する。どの研究者も、自分の新技術開発関数は正しく把握しているものの、他者のものについては知らず、したがって、他者が今期以降どれだけの研究開発投資を行うつもりであり、どの程度の確率で新技術を開発するかについては知らない。

予想には、過去に観察した当該セクターの他者の特許権取得状況を用いる。具体的には、直近の各セクターでの特

許権取得(すなわち技術開発成功)の平均を見て、自分が属するセクターと同じ状況にあるセクターにおける相対頻度に一致する確率で今期も特許を取得する可能性があるかと判断するのである。研究者は自らの形成した予想に基づいて、自社が属するセクターの他研究者の数及び研究開発投資水準の予想に対して、自分が幾ら投資すればどれぐらいの確率で新技術が開発され、また、どれぐらいの確率で他者が同様の技術を開発して自らが特許の恩恵にあずかれないのかなどを計算し、現状において他者のとりそうな行動を踏まえた上で自分の最適な投資水準を決定する。

(1) 競争的セクター

競争的セクターで研究者を選んだ経済主体は自らの研究開発投資水準を決定する。投資すればするほど成功確率が高くなる。投資水準ゼロのときには決して技術開発に成功することはなく、無限に投資水準を高めていくと成功確率は大きくなる。投資水準に応じて、自己資金・労力などを投入しなければならぬため、不効用は大きくなる。また、投資水準が大きいほど、追加的1単位の投資による不効用の大きくなり方は大きくなる。

他者との共同研究は考えない。各研究者は独立試行で成功、不成功が決定する。どの研究者も、投資水準を適切に選択することによって、自らの投資水準に応じて研究開発から得られるであろう利潤の期待値と、投資から得られる不効用の差を最大化する。

(2) 独占的セクター

前節での競争的セクターと同様に定義などを行っていく。競争的セクターと異なる点は、既に独占者がおり、前述のアロー効果により独占者には研究開発のインセンティブがないこと、独占者以外の研究者は新技術を開発する見込みが薄いという点にある。既存独占者以外が研究開発に成功することによって、独占利潤が得られない状態に移行させることをリープフロッギングという。独占的セクターでの研究開発は、新独占者として次期以降独占利潤を得ることが目的である。

この、リープフロッギングのやりやすさは政策変数と解釈できることに注意が必要である。最高品質を生産する技術が既に市場を独占しているにもかかわらず、権利を持っていない企業が、およそ効率的とはいえない研究プロセスを経て新技術を開発した場合、その技術を新しい生産技術として認めるのか、特許権の効力の及ぶ範囲(技術的範囲)内として販売差止めなどを行えるようにするのかについては、かなり政策的な自由度がある。前者の色合いが強いのであれば、リープフロッギングはしやすい状況、後者が強ければしにくい状況と解釈できる。いったん技術開発に成功している既存の最高品質技術を保護する方が良いのか、新たにリープフロッギングに成功したものを認めやすくする方が良いのかについては、直観的に答えを出すのは容易ではない。次章の数値計

算においては、リープフロッギングのやりやすさを色々に設定することで、どのような水準が経済成長率を最大化するのにかついで分析を行う。

3. 労働市場均衡

研究者の数は当該期の自由参入で定まる。一般に、セクターの研究者の数が多くなればなるほど、自分が技術開発に成功したとしても、他の研究者も同じように成功し、自分が特許権を付与されない確率が高まる。これは、参入人数が多いセクターにおいて研究開発投資水準を下げる効果だけでなく、他のセクターへの乗換えを促進する効果もある。

直観的には、賃金が低く、単純労働が魅力的でない場合には、すべての経済主体は研究者となることを志向するため、中間財生産に必要な労働力を確保できない。したがって、企業としては賃金を引き上げて当期の生産活動に支障を来さないようにしなければならない。賃金が高い場合には、これと逆の力が作用して賃金が下落する。その結果、均衡においては、すべての経済主体にとって労働者を選んででも研究者を選んで同じだけの期待利潤が得られるような状態になっているはずである。

4. 経済の進化

これまで、1期間の経済の均衡について諸々の定義を行ってきた。本節では、この1期間の経済を何度も繰り返す動学を考え、任意の初期状態からスタートする動学がどのように推移していくのかについて定義を行う。

競争的セクターでは、研究者のうち1人が特許権を付与されることによって次期に独占的セクターになり得る。一人も研究開発に成功しない場合には引き続き競争的セクターであり続ける。

独占的セクターでは、既存の独占者による独占はリープフロッギング・模倣によって終了する。リープフロッギングは上で定義したとおり、他者が研究開発に成功したときに起こるものである。模倣とは、特許権の存続期間切れあるいは侵害行為によって独占が終わることである。特許権の存続期間切れに関しては、当局は比較的容易に操作できる。現状では特許権の存続期間は一律20年であるが、この研究の報告書では、セクターごとに異なる存続期間を設定し得るものとして、分野に応じて期間の長短を設ける場合の経済成長率に及ぼす影響について分析を行う。

侵害行為に関しては政策当局が操作するのは容易ではない。特に、模倣をほぼゼロにしようとする、特許権の存続期間を十分長くとした上に、ほとんど侵害が起こり得ない環境を整備しなければならない。例えば最高品質財の生産に当たっては、情報漏洩が起こらないように、労働者の工場への出入りの際の携帯可能品目に制限を設けたり、コンピュー

タからデータを持ち出せない制度を設けたりなど、何らかの形で企業の自由な経済活動に対して制約を掛けざるを得ない。この研究の報告書では、この制約を、モデル設定の始めの方で定義した、1技術革新から得られる品質改善の程度が当該セクターの模倣確率に依存することで表現することにする。つまり、極端に小さな模倣確率に対しては制約が掛るため、品質改善の程度が低下する、と定義する。

独占的セクターにおいて模倣が起こった場合、次期にそのセクターは競争的セクターに移行するが、リープフロッギングと模倣が同時に起こる場合には、模倣が先に起こるとする。つまり、模倣により、既存の独占企業がその権利を失い、研究開発に成功した企業が新たに新独占企業として次期以降の独占利潤を手に入れるのである。

以上の定式化から、十分時間が経った後の定常状態における経済成長率を分析することができる。数学的には、時間ラベルに関係のない自律差分方程式を解く問題に帰着できる。次章では詳細な数値計算結果を見ていこう。

IV. 数値計算結果

本章では、数値計算により、政策変数・その他のパラメータが結果に与える影響を見る。

まずは特許権の存続期間が一律であるとの制約の下での最適政策とその結果を見てみよう。リープフロッギングは可能な限りやりやすくするのが最適である。つまり、政策当局は、独占的セクターにおいて、一定の進歩性が認められるもの、およそ効率的とはいえない研究プロセスを経て開発された新技術であっても、可能な限り特許権を付与するのが好ましいのである。この性質は、セクターの成長性の高低にかかわらず成り立つ。直観的には、リープフロッギングがやりやすくなることによって、独占的セクターにおける研究開発を促進し、中間財の品質向上を通じて最終財の供給量を増加させるという正の効果が、特許権取得以降の将来の利潤の期待値の減少を通じて、研究開発のインセンティブを失わせることによる負の効果を大きく上回っている、と説明できる。

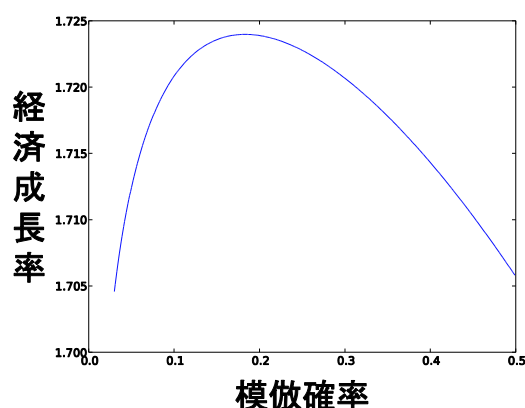
競争的セクターが独占的セクターよりも、高成長セクターが低成長セクターよりも研究者の人口密度は高い。期待される成果の高いセクターには人気が集まった結果、複数が同時に研究開発に成功し、一人を除いて特許権を付与されず成功の恩恵にあずかれない確率が高まるため、参入人数確定後に研究者の視点から見た魅力は、どのセクターも同一になる、という結果になる。

これは、研究開発投資量の値に面白い影響を及ぼす。特許権の存続期間に対する制約の有無にかかわらず、また、セクターの競争的・独占的の別にかかわらず、高成長セクターにおける研究者一人当たり研究開発投資量は、低成長セ

クターにおけるそれと同じになる。つまり、セクター間の成長性の違いは、研究者の参入の程度(対応する研究の活発さ)の違いによって完全に相殺され、研究者を選んだ経済主体が研究開発投資を行う段階での意思決定において全く同質となる。

独占的セクターの方が競争的セクターよりも研究者一人当たり研究開発投資量は多い。セクター内で競合する研究者の数が少ないので、研究開発投資が割高になったとしても、成功時に自分が特許権を取得できる可能性が高いため、投資により積極的であるからと考えられる。

模倣確率を色々に設定したときの定常状態での経済成長率をグラフで見てみよう。



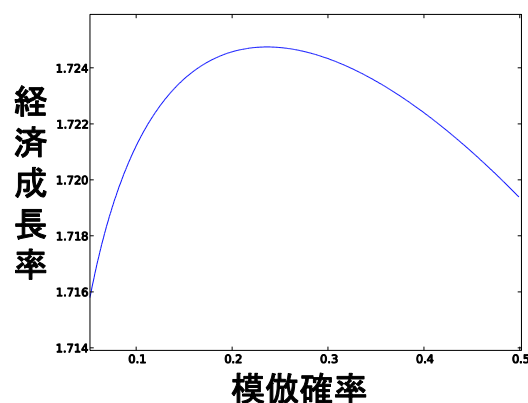
次に、特許権の存続期間に制約がなく、セクターに応じて二種類設定できる状況下での最適政策を考える。この研究の報告書では、例えば審査の複雑化にかかわる社会的費用など、特許権の存続期間に関する制約を取り払った場合の負の効果を全く考慮していない。そのため、制約がない方が社会的に望ましい結果になることは具体的な計算を待つまでもなく自明である。しかし、いざ政策変更を行う段階になると、何をどのように変更すれば最適になるのかは自明ではなく、以下に示す数値計算結果の考察は有用であろう。

ここでも、リーブフロッギングは可能な限りやりやすくするのが最適である。

最適政策の下では、高成長セクターの方が低成長セクターよりも特許権の存続期間は短い。二つの数値計算結果を比較しつつ、この理由を考えてみよう。高成長セクターでは、制約が有る場合よりも無い場合の方が、特許権の存続期間が短く、特許権付与から見込まれる価値は低下し、研究者の参入数も少なくなっている。低成長セクターでは、存続期間が長く、価値は上昇し、研究者の参入数は多くなっている。逆にいえば、同じ期間で比較するなら、高成長セクターの方が、低成長セクターよりも独占利潤は高くなり、研究開発投資が活発に行われる下地は既に出来上がっているため、さらに特許権の存続期間を長くするような政策的配慮は必要

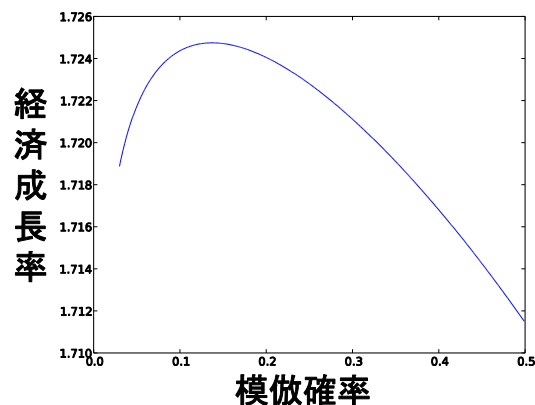
ないと解釈できる。もちろん、経済成長の源泉は技術革新であり、技術革新を効果的に進めるためにも、研究者の高成長セクターに参入するインセンティブを高めた方が良いのではないか、という意見はあり得る。しかし、一つのセクターに参入する研究者が多くなり過ぎると、複数の似たような技術革新が同時になされてしまい、それらが追加的に生産性を向上させることがないという「損失」がより高頻度で発生してしまうことも事実である。数値計算結果からは、前者のプラスの効果を後者の損失の程度が上回っていると推測される。

一方の模倣確率を最適な水準に固定して、他方を色々に設定したときの定常状態での経済成長率を以下で見る。



上図は、低成長セクターの模倣確率を固定して、横軸に高成長セクターの模倣確率、縦軸に経済成長率をとったグラフである。制約のある場合のグラフと比べて勾配が緩やかなのは、低成長セクターの模倣確率が固定されており、政策変更の影響が直接的には高成長セクターにしか及んでいないからであると考えられる。

対照的に、高成長セクターの模倣確率を固定して、横軸に低成長セクターの模倣確率、縦軸に経済成長率をとった下図では、特に模倣確率が高成長セクターの模倣確率を抜いた辺りから急激に傾きがきつくなっているような印象を受ける。



これは、研究者にとっての低成長セクターの魅力が低くな

り過ぎているからと考えるのが妥当だろう。低成長セクターは、その生産性向上の程度の低さから、そもそも研究開発に従事する魅力において劣っていることに加えて、高い模倣確率を政策的に実施してしまった場合、低成長セクターに研究者が集まらず、低成長セクターの研究開発水準が過少になってしまうのである。

上三つのグラフから、以下のような政策的含意があると考えられる。この研究の報告書で考えられている各パラメータが相互に及ぼす影響が現実の経済において重要な意味を持つてくるのであれば、現行の一律20年の特許権の存続期間が制約下での最適な水準である場合、制約が取り払われた後には成長性の高い分野ほど特許権の存続期間を短くするのが望ましく、間違っても低成長セクターに短い存続期間を割り当ててしまうと全体の経済成長率に多大な悪影響を及ぼしてしまうので注意が必要である。

V. おわりに

この研究では、先行研究において具体的には考えられていなかった「模倣」という概念について、「特許権侵害の起こりやすさ」と「特許権の存続期間の短さ」という二つの解釈を明示的に与えて、一般均衡動学の形で定式化し、定常状態における経済成長率を最大化する模倣の程度は中間的な水準が最適であるという、実証研究結果と整合する結論を得た。また、特許権の存続期間が必ずしも一律20年でなくとも構わない場合における最適政策についても分析し、成長性の高い分野ほど、短い存続期間を与える政策が望ましいという含意を得た。