

# 特許の価値と陳腐化率\*

中西泰夫  
山田節夫

## 概要

この論文の目的は、特許の質と特許の陳腐化率および特許の価値を調べることにある。特許の質と陳腐化率および特許の価値を実際のデータから計測して、特許の質が陳腐化率と特許の価値をどのように規定しているか明らかにする。そして特許の価値をもとめる。また質がどれだけの価値を持つかを計測して明らかにする。

この論文では、特許の陳腐化率と初期の価値のパラメータを推定して得ることにより、特許の価値を質を考慮して定量的に求めた。そこで特許の質についても定量的に評価額を求めることができ、社会的にも有用である結果を得た。

推定した結果、すべてのパラメータについて有意な推定結果を得た。化学産業と医薬品産業に関しては、陳腐化率が高く、初期の価値も高い値であった。特許の質を考慮すると、化学産業と医薬品産業では、大きな影響があった。特に被引用が7以上の特許については、価値がはなはだしく大きかった。

### キーワード

特許, 陳腐化率, 価値, ordered probit model, イノベーション

## I. はじめに

この論文の目的は、特許の質と特許の陳腐化率および特許の価値を調べることにある。特許の質と陳腐化率および特許の価値を実際のデータから計測して、特許の質が陳腐化率

---

\* 土井科研プロジェクト「イノベーション、知的財産権、寡占市場と競争政策」研究会（兵庫県立淡路夢舞台国際会議場）における本論文の発表に関して、土井教之教授をはじめとする研究会参加メンバーからのコメントに感謝します。本研究は、「技術的相互関連と企業のR&D戦略に関する総合研究」（平成21年度科学研究費補助金基盤研究A 課題番号19203015 研究代表者関西学院大学土井教之）および平成19年度専修大学研究助成（共同）研究課題「日本におけるパテントストックの作成と分析」（山田節夫、中西泰夫）の研究助成を受けていることをここに記し、感謝する。

と特許の価値をどのように規定しているか明らかにする。この分析は、質が考慮された特許の価値について理論的に定式化して導き、現実のデータを使用して、特許の陳腐化率と初期の価値を構造パラメータとして推定する。そして特許の価値をもとめる。次に特許の質によって陳腐化率、初期の価値、特許の価値がどのようになっているか比較し検討する。特許の質は、この研究では、被引用数で評価する。特許にとって質がどれくらい重要であるか、また質がどれだけの価値を持つかを計測して明らかにする。

Schumpeter (1942) 以来、企業の競争・成長にとってイノベーションは、大変重要であると認識されている。その関心は、近年の内生的成長理論 (Grossman and Helpman, 1991) や企業戦略理論 (Porter, 1990) でも続いている。企業は、イノベーションのための、研究開発を盛んに行うが、それがすぐ模倣されては、研究開発のインセンティブは損なわれ、産業・国家の競争力の低下を招く、そこで特許として権利が保護されている。市場は、企業の価値を判断する際に、多くの要因を参考にするが、特許もその一つとする。重要な特許は、その企業の市場における価値を高めることになる。

特許に関する分析としては、企業価値をトービンの  $q$  で表して、企業価値と特許に関する関係を調べるという分析が、Griliches (1981) 以来行われている。この種の分析は盛んに行われており、日本においても Haneda and Odagiri (1998) がある。また生産関数や費用関数の中で特許を含めて分析している場合もある。またこれらの分析から派生して、特許と企業の収益性、市場構造、企業成長などの分析も行われている。こうした分析は、特許にはある種の価値が存在しているため、それがそれぞれに効果を及ぼすということである。そこで特許の持つ価値は、その特許の生産、費用、企業価値、収益性、市場構造、企業成長へのインパクトによって計測されるということが出来る。しかしながら、もしそうであればより直接に特許の価値を調べる事が明解であろう。

近年は、特許に関する重要性が増している。それは、第一に、特許の発明人によるいわば発明者利益の要求が企業に対しておこなわれたり、企業間の特許に関する紛争や、パテントプールなどで特許費用の算定をする場合などに、特許の価値が把握できていることが望ましいからである。第二に、企業の価値には、無形の資産である特許の価値を含める必要がある。したがって企業の価値を正確に測るためには、特許の価値をより正確に計測する必要がある。またそれは企業間合併の場合にも必要になる。合併の際には、正確な企業価値の計測が必要になる。そうした場合の無形資産の正確な計測は重要である。

こうした分析を行うには、特許データの作成方法に問題が存在していた。はじめは、どの特許も価値は同じとされていた。しかし本来特許は一つ一つ質が異なるはずである。そこで、特許の被引用数により特許の質を考慮しデータを作成した。Hall, Jaffe and Trajtenberg (2005) は、米国の被引用のデータを作成して、トービンの  $q$  で表される企

業価値の決定に有意な貢献をしていることを、実証的に明らかにした。

また従来、研究開発や特許のストック化されたデータは、作成方法が限定されていて、陳腐化率（減耗率）が任意に与えられていた。10、15、20%が想定されていた場合がほとんどである。しかしながら陳腐化率は、産業や企業によって異なっている可能性があるし、特許に至っては特許ごとに異なる可能性がある。また陳腐化率は、特許の価値を示す指標にもなるため重要な変数である。

この論文の目的の一つは、日本における特許の陳腐化率をはかることにある。特に、われわれは、特許の陳腐化率のより適切な測り方を提案する。さらにわれわれは先行研究で計測された陳腐化率との比較を行う。

特許に関する分析は、Grilichesの先駆的な研究からなされているが、登録特許や研究開発が、イノベーションを反映しており、企業の生産活動や収益に貢献している考えられている。近年でもそうした分析は行われている（Hall, Jaffe and Trajtenberg, 2005）。近年ではさらに質を考慮した特許のデータを作成した分析が行われており、特許を分析するときには質を考慮することが重要であることが確認されている（Hall, Jaffe and Trajtenberg (2005)）。Hall, Jaffe and Trajtenberg (2005)らの質を考慮した特許のデータの作成方法は、過去の研究と比べてより適切な方法であった。しかしながらまだ不十分な点が残されており、その一つは、特許をストックとみたときの陳腐化率（減耗率）に関するものである。過去の研究では、特許ストックのデータの作成方法は、陳腐化率を10%か15%に設定してperpetual inventory methodによるものであった。しかしながら特許ストックは、陳腐化率の影響を強く受けるため、特許ストックの作成において陳腐化率は重要な役割を果たす。Parkes and Schankerman (1984), Schankerman (1998), and Nadiri and Prucha (1996)らの研究以外は、陳腐化率には、注目していなかった。しかし、陳腐化率を使って、特許の価値を計測することが可能になり（Schankerman, 1998）、したがって特許の価値を計測することは、特許や研究開発の経済分析のために有益である。

Parkes and Schankerman (1984)とSchankerman (1998)は、陳腐化率を計測した最初の分析である。かれらの方法は、特許の価値と特許登録の更新費用との関係を使って特許の更新確率を推定するというものである。日本では、後藤、本城、鈴木、滝野沢 (1986)と中島、新保 (1998)が、日本における特許の陳腐化率を計測している。後藤ら (1986)の陳腐化率の計測方法は、Bosworth (1978)の方法によっている。中島、新保 (1998)の方法は、Parkes and Schankerman (1984)とSchankerman (1998)の方法と同じである。しかしながらデータは集計データであり、推定結果も有意ではないため問題が残る。

われわれの研究は、Parkes and Schankerman (1984), Schankerman (1998)をもとにしている。彼らは更新料金を連続変数と仮定している。しかしながら一般には、更新料金

は登録期間に対して連続変数ではなく、離散的な変数である。更新料金は実際、3年または5年ごとに改訂される。したがってわれわれの研究は、ordered probit modelを採用することによって Parkes and Schankerman (1984) と Schankerman (1998) の分析から発展している。ordered probit model の採用により、われわれは、非連続な更新料金を考慮することが可能になる (Bessen, (2008)). さらにわれわれの分析が彼らの分析と決定的に異なるのは、質を十分に考慮して、質の重要性を明らかにしていることである。

以下では、2節において、陳腐化率に関する研究の概観がなされ、3節でモデルの説明がなされ、4節においてデータの説明がされる。実証結果が5節において論じられ、最後に結論が述べられる。

## II. 陳腐化率の先行研究の概観

技術知識の陳腐化率を計測した実証研究には、企業へのアンケート調査に基づくものと、特許更新率 (patent renewal rate) に基づくものがある。前者については、知的財産研究所 (1994) によるものがあり、産業全体の技術知識の陳腐化率を 10.2%、製造業のそれを 9.8%と推計している。こうしたアンケート調査により、多くの実証研究では技術知識の陳腐化率を 10%程度と仮定する人が多い。

特許更新率を用いて技術知識の陳腐化率をはじめ推計した実証研究に、Bosworth (1978) がある。現代の先進国における特許制度には、登録更新制度が設けられている。特許の登録更新には特許料が課され、しかも登録期間に比例して特許料が上昇する仕組みになっている。このため、特許権者は最適な特許保有期間の選択に迫られる。一般に、技術知識の陳腐化率が低くければ登録期間は長くなり、逆にそれが高ければ登録期間は短くなると予想される。この点に着目した Bosworth (1978) は次のような推計モデルを用いてイギリスにおける技術知識の陳腐化率を 10%程度と推計した。

$$\ln(g_s / g_0) = a_0 + a_1 s \quad (1)$$

ここで、 $s$  は登録からの経過年数、 $g_0$  は登録時の特許数、 $g_s$  は  $s$  において権利が存続している特許の割合を意味する。 $g_s / g_0$  は、 $s$  においてまだ登録が維持されている特許の割合を意味するので、これは特許更新率と呼ばれる。この特許更新率の対数値を登録からの経過年数で回帰し、推計された係数  $a_1$  の絶対値を技術知識の陳腐化率とみなすのである。

しかし、特許更新率は、企業の最適な登録期間の選択という意味決定に基づいて生成されているデータなので、実際に観察される更新率のデータには技術知識の陳腐化率以外の

情報が数多く含まれている点に注意する必要がある。そこでここでは、企業はどのように最適な登録期間を決定しているのかを考えてみよう。

出願時から審査請求時点までの時間距離を  $l$ 、審査請求時点から登録時点までの時間距離、すなわち審査期間を  $r$ 、登録期間を  $s$  とする。出願時における特許の私的価値（出願者が特許取得によって得られる金銭的価値）を  $V$  と表わす。ここでは、特許の私的価値は審査請求時点から発生すると考える。審査請求時点から権利消滅時点までに発生した特許の私的価値の累積を「特許保護の私的価値」と呼ぶことにすれば、特許保護の私的価値から登録期間中に支払った設定納付金と維持年金の累計を控除した特許保護の純私的価値  $\pi$  は、

$$\pi = Ve^{-\delta l} \int_0^r e^{-\delta t} dt + Ve^{-\delta(l+r)} \int_0^s e^{-\delta t} dt - C \int_0^s e^{\phi t} dt \quad (2)$$

と表わされる。ここで、 $\delta$  は技術知識の陳腐化率、 $C$  は設定納付金、 $\phi$  は維持年金の増加率を意味する。最適な登録期間は、特許保護の純私的価値  $\pi$  を最大化するように選択されると考えられる。(2)式を  $s$  について微分し、最大化の1階の条件を求めれば、

$$\frac{d\pi}{ds} = Ve^{-\delta(l+r+s)} - Ce^{\phi s} = 0 \quad (3)$$

となる。すなわち、特許の私的価値と維持年金がちょうど等しくなる時点まで特許登録が維持される。(3)式より最適登録期間  $s^*$  は、

$$s^* = \frac{\ln(V/C) - \delta(l+r)}{\delta + \phi} \quad (4)$$

と計算される。(4)式より、陳腐化率が高ければ最適登録期間は短くなり、逆にそれが低ければ最適登録期間が長くなることがわかる。しかし、最適登録期間は、陳腐化率のみによって決定されるものではない。まず、出願時の特許の私的価値  $V$  の大きさに左右される。また、設定納付金  $C$  や維持年金の増加率  $\phi$  の変更も最適登録期間に影響する。さらに、審査請求から登録までの期間  $(l+r)$  も最適登録期間に影響してしまう。

(4)式が示しているように、登録期間は様々な要因の影響を受けているので、Bosworth (1978) のアプローチによる陳腐化率の推計には、次のような問題がある。

第1に、特許の私的価値  $V$  の違いが考慮されていないので、仮に陳腐化率が同じでも、特許の私的価値が高いものを多く保有している産業や技術分野の陳腐化率は低く、それが少ない分野の陳腐化率は高く推計されてしまう。

第2に、設定納付金や維持年金の改定は最適登録期間に影響するので、陳腐化率の推計にバイアスが生じてしまう。たとえば、維持年金が引き上げられると最適登録期間が短期化するので技術知識の陳腐化率は高く推計されてしまう。

第3に、出願・登録ラグ  $(l+r)$  の特許による違いが陳腐化率の推計に影響してしまう。

出願・登録ラグは産業分野や技術分野によって大きく異なることが知られている。したがって、出願・登録ラグが長い特許を多く保有する産業分野や技術分野ほど、登録時の特許の私的価値が低くなり、その結果最適登録期間は短くなるので技術知識の陳腐化率は高く推計されてしまう。

特に日本では設定納付金や維持年金が頻繁に改定されており、諸外国に比べて出願・登録ラグが長いので第2と第3の問題は深刻化する。

Bosworth (1978) のアプローチによる陳腐化率の推計が持つ第1と第2の問題を克服した推計モデルが Pakes and Schankerman (1984) によって考案されている。彼らの推計モデルは以下のようなものである。

いま、0年に登録された特許の私的価値を  $V_0$  としよう。登録からの経過年数  $s$  において、維持年金が支払われ登録が継続される条件は、

$$V_0(1-\delta)^s \geq C(1+\phi)^s \quad (5)$$

と表わされる。ここで、特許の私的価値は毎年  $\delta$  で陳腐化し、維持年金は  $\phi$  で増加する。また、登録時の特許の私的価値  $V_0$  は、平均と分散が一定の確率分布に従っていると仮定される。これは、先の Bosworth (1978) のアプローチによる陳腐化率の推計が持つ第1の問題を克服するために仮定されている。特許の私的価値の分布は、次のような対数正規分布に従うと仮定される。

$$\ln V_0 = \mu + e, \quad e \sim N(0, \sigma^2) \quad (6)$$

ここで、 $\mu$  は特許の私的価値の分布の平均値、 $\sigma^2$  はその分散を意味する。

(5)式を変形すれば、

$$V_0 \geq z(s), \quad z(s) = C \left( \frac{1+\phi}{1-\delta} \right)^s \quad (7)$$

となるが、特許の価値の分布は対数正規分布に従うので、

$$\frac{\ln V_0 - \mu}{\sigma} \geq \frac{\ln z(s) - \mu}{\sigma} \quad (8)$$

の左辺は平均ゼロ、分散1の標準正規分布に従う。(8)式右辺の閾値を上回る分布の面積は、登録期間  $s$  で登録が維持されている特許の割合、すなわち登録更新率を意味する。したがって、標準正規分布の累積密度関数を  $F(\cdot)$  で表わせば、

$$F^{-1} \left( 1 - \frac{g_s}{g_0} \right) = -\frac{\mu}{\sigma} + \frac{1}{\sigma} \ln \{ C(1+\phi)^s \} - \frac{s}{\sigma} \ln(1-\delta) \quad (9)$$

となる。登録更新率  $g_s/g_0$ ，維持年金  $C(1+\phi)$ ，登録期間  $s$  はいずれも観察可能なデータなので，(9)式を用いれば特許の私的価値の分布の平均や分散，そして技術知識の陳腐化率が推計される。

Bosworth (1978) による技術知識の陳腐化率に関する推計式(1)と，Pakes and Schankerman (1984) による推計式(9)を比べると，(9)式には登録時における特許価値の違いが考慮されているので，先に指摘した Bosworth (1978) 推計の第1の問題が解決されている。また，説明変数に設定納付金や維持年金が加えられているので，第2の問題も解決されている。Pakes and Schankerman (1984) は以上のような推計モデルを用い，フランス，イギリス，オランダ，スイスの登録更新率のデータから，技術知識の陳腐化率を25%と推計した。

### III. モデル

この章では，われわれのモデルについて述べる。われわれのモデルは，Pakes and Schankerman (1984) と Schankerman (1998) を基礎としている。したがって，特許の価値が更新コストより大きいかどうかという意志決定を前提にしているモデルである。彼らのモデルは，意志決定を連続変数と仮定して分析していたが，われわれは，離散変数として分析する。

特許保有による初期の収入を  $r_0$ ，特許登録の権利確定からの  $(t+1)$  の更新コストを  $c(t+1)$  とすると，企業  $i$  が保有する特許を更新する意志決定は，以下の条件で判断される。

$$r_{0,i}(1-\delta_i)^{t+1} \geq c(t+1) \tag{10}$$

ここで  $\delta_i$  を  $i$  企業の特許の陳腐化率，出願から登録までの期間を  $l$  とする。この条件は，ある時点において特許の価値は，初期の価値から，陳腐化率にもとづいて，陳腐化した部分を除いた価値が，保有コストよりも大きいということを示している。

次に，更新コスト  $k_{ij}$  を定義するが，まず更新コストは，現実の期間が，5 期間に分けられるため，その5 期間を以下のように定義する。

$$k_{ij} = \begin{cases} k_{i1} = 1 & t \leq 2 \\ k_{i2} = 2 & 2 < t \leq 5 \\ k_{i3} = 3 & 5 < t \leq 8 \\ k_{i4} = 4 & 8 < t \leq 11 \\ k_{i5} = 5 & 11 < t \end{cases}$$

更新コストは、上記の5期間ごとに異なっており、連続には変化しない。この点は、Pakes and Schankerman (1984) と Schankerman (1998) と異なるところである。そこでこの5期間に対して、更新コストが、以下のように定義される。

$$c(t+1) = \begin{cases} c(1) & t \leq 2 \\ c(2) & 2 < t \leq 5 \\ c(3) & 5 < t \leq 8 \\ c(4) & 8 < t \leq 11 \\ c(5) & 11 < t \end{cases} \quad (11)$$

この枠組みで、実証分析のために、モデルの操作をおこなおう。まず初期の特許の値に関して、以下のように定義する。

$$\ln r_{0,i} = \mu_i + \varepsilon \quad (12)$$

これは、初期の特許の値が、平均  $\mu_i$  で、攪乱項が  $\varepsilon$  の対数正規分布にもとづいていることを示している。

ここで、 $z_i(t)$  を与えられた更新コストの下で、特許の登録を更新する確率とすると、その確率は以下のように書ける。

$$z_i(t) \geq \frac{1}{\sigma} [\ln c(t+1) - (1+t) \ln(1-\sigma) - \mu] \quad (13)$$

標準正規分布の累積密度関数を  $F(\cdot)$  とすると、 $i$  番目の特許が、それぞれの期間内で特許の登録を行わない確率は、以下ようになる。

$$\begin{aligned} \Pr(k_{ij} = 1) &= F(z(3)) \\ \Pr(k_{ij} = 2) &= F(z(6)) - F(z(3)) \\ \Pr(k_{ij} = 3) &= F(z(9)) - F(z(6)) \\ \Pr(k_{ij} = 4) &= F(z(12)) - F(z(9)) \\ \Pr(k_i = 5) &= 1 - F(z(12)) \end{aligned}$$

この確率にもとづいて、以下のような尤度関数が書ける。

$$l_i(\delta, \mu, \sigma) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^5 1[k_{ij} = j] \ln[\Pr_i(k_{ij})] \quad (14)$$

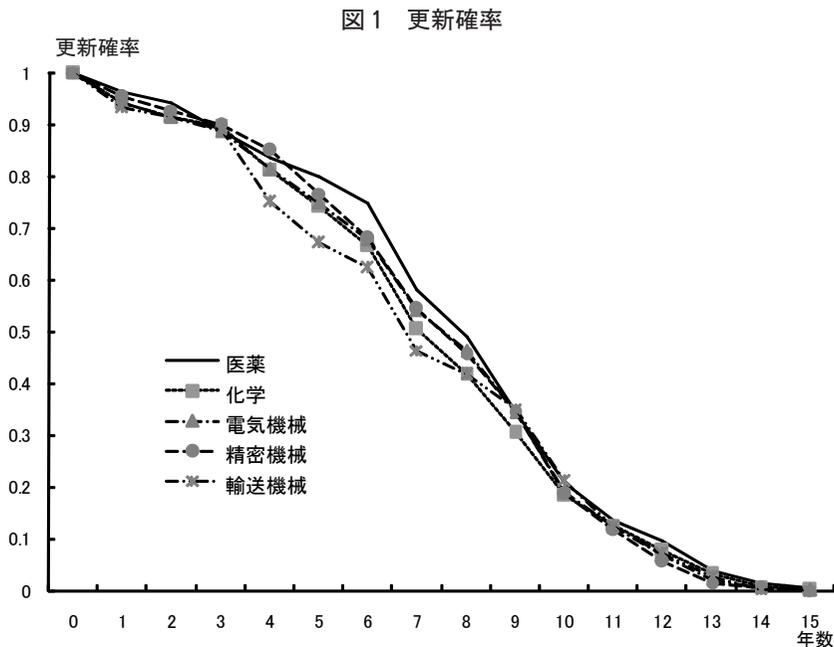
この尤度が最大になるようにそれぞれのパラメータの値を決定する。

## IV. データ

われわれは、101社の日本企業についての特許のデータを作成した。以前は日本では、特許のデータベースは、存在していなかったが、後藤、元橋（2005）によって、“知的財産研究所データベース（IIP Data Base）”という特許データベースが作成された。われわれはそのデータベースにもとづき101社の大企業が1985年に登録したデータを分析している。後藤、元橋（2005）による“知的財産研究所データベース（IIP Data Base）”は、もともと文書データであった特許の申請書から統計的な分析が可能になるように数値データを抽出したものである。この種データベースは、米国においては、NBERの特許データベースが存在しているが、質的な情報をはじめとして米国のデータベースよりも優れている点が多い。このデータベースの出現により、特許申請者にとって有用な情報が得られやすくなったというだけでなく、研究者にとってもきわめて重要な存在であり、このデータベースの存在によってわが国の特許に関する実証分析が可能になったといってもよい。

## V. 結果

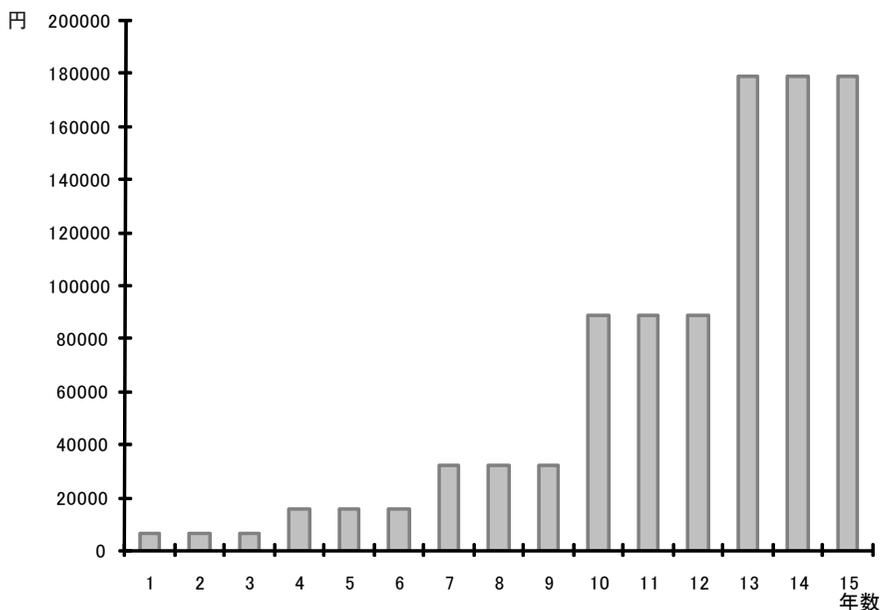
図1は特許更新確率を示したものである。更新確率は、15年間単調に減少していく。



登録更新率は、1年から3年までは、産業間でほとんど違いはないが、医薬品の登録更新率が比較的高い。4年から9年の間では、医薬品の登録更新確率が最も高く、ついで精密機械産業の登録更新確率が高かった。その反面化学産業の登録更新率がやや低く、輸送産業の登録更新確率が最も低かった。医薬品と輸送機械産業の登録更新率の差は、最大で約0.2%ポイントであった。9年以降はやはり医薬品産業の登録更新率が比較的高く、精密機械産業の登録更新率が比較的低かった。全体の10%の特許が、3年以内に廃棄され、全体の90%の特許が、12年後までに廃棄される。全体の半数の特許が7年から9年以内に廃棄される。

ドイツ、フランス、英国、米国に比べて日本の特許の廃棄率は比較的高い。これは、更新コストが登録の更新の継続によって上昇し、特に10年後はかなり高いことによる。特許の登録を維持するためには、維持年金を支払う必要がある。そこで維持年金の金額と特許の価値が見合わなければ特許は更新されなくなる。したがって特許の価値と特許の維持年金の額によって特許の更新確率は決定される。

表1 日本における維持年金の推移（1985年登録特許）



維持年金の額が表1にある。維持年金は、3年間は同じ金額であり、3年ごとに改訂され、登録期間とともに幾何級数的に増加する。特に10年目、13年目の金額は大きな金額である。したがって最終的な維持年金の金額は、初期の維持年金の26倍という大きな金額になる。維持年金は、特許に関する事務手数料という意味あるだろうが、より本質的には、特許技術の公共財への転換を促進するためのものである。維持年金が存在しなければ、

法定満期（20年）まで特許権は維持されるだろう。そのため新しい技術が社会的に広まっていくことを抑制することになる。そこで維持年金は特許制度において重要であることがわかる。

表 2-1 推定結果（基本モデル）

	医薬	化学	電気機械	精密機械	輸送機械
$\delta$	0.274** (0.092)	0.323** (0.036)	0.242** (0.021)	0.245** (0.021)	0.261** (0.104)
$\mu$	4.613** (1.929)	5.583** (0.803)	3.878** (0.417)	4.046** (0.428)	3.906* (2.014)
$\sigma$	1.886** (0.413)	2.257** (0.181)	1.944** (0.099)	1.854** (0.093)	2.132** (0.539)
対数尤度	-375	-3,747	-9,606	-9,524	-589
特許の価値	3,405	7,854	1,783	3,024	1,726
サンプル数	265	2,577	6,412	6,504	382
平均出願登録ラグ	6.682	7.275	7.148	7.442	6.660
平均登録年数	9	9	9	9	9

注) カッコ内は標準誤差, \*\*は 5%有意, \*は 10%有意を意味する。特許の価値は、万円。

推定結果が、2-1にある。すべてのパラメータがすべての産業で期待された符号で有意である。化学産業の推定された陳腐化率はかなり高い。他の産業間ではそれほど推定された陳腐化率に違いはない。化学産業以外の推定された陳腐化率は、24%程度である。

後藤他（1986）によって推定された日本のマクロの陳腐化率は、19%であった。Parkes and Schankerman（1984）では、産業平均としての推定された陳腐化率は 25%であった。Parkes and Schankerman（1984）では、英国、フランス、ドイツの推定された陳腐化率は、11%から 26%であった。Schankerman（1998）で推定された陳腐化率は、4%から 19%であった。これらの推定された陳腐化率は、われわれが日本について推定したものより低い値といえる。

特許の初期の価値に関しては、化学産業が最も高く、電気機械産業が最も低かった。化学産業に次いで医薬品産業の初期の価値が高かった。化学産業と医薬品産業の 2 産業が特に特許の初期の価値が高かった。電気機械産業、精密機械産業、輸送産業に関しては、それほど初期の価値の値に違いはなく、初期の価値の値については、高いグループと低いグループに 2 分されている。

特許の価値については、化学産業が最も高く、医薬品産業と精密機械産業でついで高かった。化学産業と医薬品産業に関しては、陳腐化率が高く、初期の価値も高い値であった。これらの産業では、特許がその特許単独で使われることが多く、特許の価値がより高い。電気機械産業などは、組み合わせの技術が多いため、特許単独での価値は相対的に低いと

考えられる。陳腐化率が高いのは、技術水準の進歩がより早いことを示している。

表 2-2 推定結果（被引用数を考慮した基本モデル）

	医薬	化学	電気機械	精密機械	輸送機械
$\delta$	0.323** (0.109)	0.321** (0.035)	0.258** (0.022)	0.254** (0.021)	0.268* (0.106)
const	5.495** (2.392)	5.244** (0.762)	4.077** (0.440)	4.042** (0.432)	3.956** (2.045)
被引用数	0.140* (0.080)	0.233** (0.031)	0.104** (0.010)	0.190** (0.018)	0.095** (0.046)
$\sigma$	2.083** (0.517)	2.199** (0.174)	2.008** (0.105)	1.869** (0.094)	2.161** (0.552)
対数尤度	-372	-3,698	-9,564	-9,436	-587
特許の価値	7,190	5,616	2,075	2,028	1,777
サンプル数	265	2,577	6,412	6,504	382

注) カッコ内は標準誤差, \*\*は5%有意, \*は10%有意を意味する。特許の価値は、万円。

初期の価値として、被引用を考慮した推計結果が、表 2-2 にある。陳腐化率の値は、医薬品で最も大きく、ほぼ同じ値であるが化学がわずかに低く 32%で、他の産業は、いずれも 25-26%であった。医薬品産業の陳腐化率は、被引用が初期の価値に影響する要因として考慮した場合は、それを考慮しない場合と比べて、かなり大きくなっている。他の産業の場合はそれほど大きな違いはない。次に初期の価値についてみていこう。初期の価値については、被引用を考慮して被引用と定数項に分けた場合の、被引用の項と定数項の値の合計は、医薬品産業が最も大きく、次に化学産業が大きかった。他の産業はそれほど違いがない値であった。次に被引用の値だけを見ていくと、被引用の値は、化学産業で最も大きく、ついで精密機械産業が大きかった。電気機械産業と、輸送産業はいずれも低い値であった。被引用を考慮しない場合の結果と比べると、電気機械と医薬品の陳腐化率および初期の値が大きくて、他の産業は、低いというのが共通な結果である。

特許の価値は、医薬品産業が最も大きく、最も小さい輸送機械産業の 4 倍以上になっている。化学産業も大きく、最も小さい輸送機械産業の 3 倍になっている。電気機械産業は、精密機械産業とほぼ同じであった。特許の価値は、陳腐化率と初期の価値と割引率で決定される。この結果では、陳腐化率が大きい産業は、初期の価値も大きい産業であったため、陳腐化率、初期の価値の結果と同傾向の結果になっている。

被引用を考慮していない推定結果では、化学産業が最も大きくて次に医薬品産業が大きかった。被引用を考慮した推定結果では、医薬品産業が最も大きく、次に化学産業が大きかった。したがって、化学産業と医薬品産業において特許の価値が大きいことがわかる。逆に電気機械産業と輸送機械産業では、どちらの推定結果でも特許の価値は低いという結

果になっている。

表3 推定結果（被引用あり・なし別）

	医薬		化学		電気機械		精密機械		輸送機械	
	被引用あり	被引用なし	被引用あり	被引用なし	被引用あり	被引用なし	被引用あり	被引用なし	被引用あり	被引用なし
$\delta$	0.533* (0.285)	0.180** (0.067)	0.405** (0.067)	0.252** (0.038)	0.276** (0.031)	0.234** (0.030)	0.277** (0.032)	0.222** (0.028)	0.499* (0.310)	0.175** (0.099)
$\mu$	11.841 (9.633)	2.602* (1.522)	7.984** (1.769)	3.748** (0.754)	4.822** (0.674)	3.475** (0.572)	5.018** (0.699)	3.336** (0.539)	10.064 (9.267)	2.116 (1.669)
$\sigma$	3.423 (2.043)	1.425** (0.324)	2.639** (0.373)	1.909** (0.178)	2.029** (0.150)	1.952** (0.143)	1.887** (0.138)	1.811** (0.124)	3.462 (2.271)	1.738** (0.468)
対数尤度	-186	-186	-1,810	-1,907	-4,900	-4,659	-4,476	-4,978	-261	-324
特許の価値	259 a	587 b	7 a	1,510 b	4,182 b	1,209 b	5,081 b	1,091 b	46 a	355 b
データ数	130	135	1,276	1,301	3,339	3,073	3,167	3,337	173	209

注) カッコ内は標準誤差, \*\*は5%有意, \*は10%有意を意味する. 特許の価値は, a: 億円, b: 万円.

被引用のある特許と被引用のない特許について別々にモデルの推定をおこなった結果が、表3にある。第一に被引用のない特許の陳腐化率に関しては、化学産業の陳腐化率が最も高かった。化学産業は、被引用のある特許とない特許に区別していない場合の前述の推定結果でも陳腐化率は高かった。輸送産業の陳腐化率が最も低かった。被引用のある特許とない特許に区別していない場合の前述の推定結果では、輸送産業の特許の陳腐化率はそれほど低くはなかった。被引用のない特許では化学産業、電気機械産業、精密機械産業の陳腐化率が比較的高く、輸送産業と医薬品産業の陳腐化率は低かった。医薬品産業の陳腐化率は高い場合が多かったため、引用されているかどうか、つまり価値のある特許かどうか大きな影響を与えている。

第二に被引用のある特許に関する推定結果を調べてみよう。医薬品産業の陳腐化率が最も大きかった。電気機械産業の陳腐化率が最も低かった。医薬品産業と輸送産業の陳腐化率は、かなり高い値であった。化学産業の陳腐化率も高い値であった。電気機械産業、精密機械産業の陳腐化率は値自体は絶対的には低くないが、他産業と比べるとかなり低かった。医薬品産業と輸送産業では被引用のある特許の陳腐化率と被引用のない特許の陳腐化率の差がかなり大きく、被引用のあるなしが決定的に影響している。化学は同様に影響しているが医薬品産業と輸送産業ほどではない。電気機械産業と精密機械産業では被引用の有無による違いは小さく、被引用の影響は弱いといえる。

次に初期の値を調べていこう。被引用のない特許の場合は、以下のとおりである。化学産業の初期の値が最も高く、輸送産業の初期の値が最も低かった。他の産業に関しは、電気機械産業、精密機械産業で高く、医薬品産業は低く、陳腐化率の推定結果と同様な傾向

であった。被引用のある場合も陳腐化率の推定結果と同様な傾向であった。

特許の価値については、医薬品産業の被引用ありで最も大きかった。ついで輸送用機械産業の被引用ありが大きかった。電気機械、精密機械産業の被引用ありは、ほぼ同じ値であり、小さい値であった。被引用のない特許については、化学産業が最も大きかった。電気機械、精密機械産業でついで大きかった。医薬品、輸送機械、化学産業では小さい値であった。医薬品、輸送機械、化学産業では、引用されている特許と引用されていない特許ではその価値はきわめて異なっていた。逆に電気機械、精密機械産業では、引用されている特許と引用されていない特許ではその価値はそれほど違っていなかった。したがって医薬品、輸送機械、化学産業では、特許の重要性がきわめて高いことがわかった。

表 4 推定結果（被引用数別）

	全体	被引用 0	被引用 1~3	被引用 4~6	被引用 7~
$\delta$	0.258** (0.013)	0.229** (0.017)	0.287** (0.025)	0.370** (0.051)	0.524** (0.149)
$\sigma$	1.964** (0.063)	1.871** (0.080)	2.045** (0.118)	2.307** (0.255)	2.756** (0.878)
医 薬	4.290** (0.304)	3.540** (0.379)	4.996** (0.591)	7.036** (1.312)	13.6981** 5.83102
化 学	4.160** (0.276)	3.296** (0.334)	4.858** (0.539)	7.544** (1.317)	13.380** (5.528)
$\mu$ 電気機械	4.200** (0.274)	3.384** (0.332)	4.945** (0.540)	7.265** (1.287)	12.448** (5.238)
精密機械	4.323** (0.281)	3.477** (0.340)	5.097** (0.554)	7.735** (1.338)	13.491** (5.571)
輸送機会	3.833** (0.276)	3.068** (0.338)	4.364** (0.548)	7.187** (1.278)	11.659** (5.097)
対数尤度	-23,853	-12,061	-8,107.7	-2,783	-513.18
サンプル数	16,140	8,055	5,560	2,013	412

注) カッコ内は標準誤差, \*\*は 5%有意, \*は 10%有意を意味する。

被引用を 4 種類に分けてモデルを推定した結果が、表 4 にある。陳腐化率に関して調べると、被引用が 0 つまりないケースは、陳腐化率が最も低い、逆に被引用が 7 以上の場合、陳腐化率が最も大きく、0.5 を超えている。被引用が 0, 1~2, 3~6, 7~ と被引用が増加するにつれて陳腐化率は、より大きくなっていく。

初期の価値については、被引用がない場合は、医薬品産業が大きく輸送産業で小さかった。すべての産業間でそれほど大きな違いはなかった。被引用が 7 以上でも同様の傾向であった。被引用が 7 以上では、被引用がない場合と比較して、約 4 倍大きくなっている。被引用が 1~2 のときも初期の価値の値の傾向は同じであったが、被引用が 4~6 の場合は、精密機械産業で初期の価値の値が最も大きく、医薬品産業で最も小さい値であった。

表5 特許の価値（被引用数別）

	被引用 0	被引用 1~3	被引用 4~6	被引用 7~
医 薬	1,315 万円	4,824 万円	2.9 億円	1,687 億円
化 学	1,021	4,196	4.9	1,227
特許の価値 電気機械	1,119	4,582	3.7	483
精密機械	1,232	5,341	6.0	1,371
輸送機会	805	2,544	3.4	219

特許の価値が表5にある。この結果では、医薬品の特許の価値が最も大きく、ついで精密機械、化学の順であった。特に被引用が7以上では医薬品は大きな値であった。被引用が1~3、4~6では、精密機械の特許の価値が大きかった。輸送用機械産業の特許の価値が最も低かった。全体としては、被引用が0と1~3では、特許の価値は小さいが、被引用が4~6以上では、特許の価値が飛躍的に上昇している。特に被引用が7以上の特許の価値は甚だしく大きい。

## VI. 結語

この論文では、特許の陳腐化率と初期の価値を推定することにより、特許の価値を質を考慮して定量的に求めた。そこで特許の質についても定量的に評価額を求めることができ、社会的にも有用である結果を得た。

われわれは、更新確率、維持年金のデータの構造から、ordered probit modelの利用が、離散的に変化する更新コストを的確に捉えられる望ましい手法であることを提示して、日本における陳腐化率を推定した。また特許の質として被引用数を用いることで、そのデータの性質を調べた。

まずすべてのデータで分析した結果、すべてのパラメータについて有意な推定結果を得た。化学産業の推定された陳腐化率は0.32でかなり高い。他の産業では0.25付近でありそれほど推定された陳腐化率に違いはない。後藤ら（1986）によって推定された日本のマクロの陳腐化率は、19%であった。英国、フランス、ドイツの推定された陳腐化率は、11%から26%であった。したがって、われわれが日本について推定したものより低い値といえる。

特許の価値は、化学産業が最も大きく、最も小さい輸送機械産業の4倍以上になっている。医薬品産業も大きく、最も小さい輸送機械産業の2倍になっている。精密機械産業では、1.7倍であった。電気機械産業は、輸送機械産業とほぼ同じであった。

被引用のある特許と被引用のない特許について別々にモデルの推定をおこなった結果では、第一に被引用のない特許の陳腐化率に関しては、化学産業の陳腐化率が最も高かった。輸送産業の陳腐化率が最も低かった。第二に被引用のある特許に関しては、医薬品産業の陳腐化率が最も大きかった。精密機械産業の陳腐化率が最も低かった。医薬品産業と輸送産業の陳腐化率は、全体的にかなり高い値であった。化学産業の陳腐化率の値も高い値であった。電気機械産業、精密機械産業の陳腐化率は、値自体は絶対的には低くないが、他産業と比べるとかなり低かった。医薬品産業と輸送産業では被引用のある特許の陳腐化率と被引用のない特許の陳腐化率の差がかなり大きく、被引用のあるなしが決定的に影響している。化学は同様に影響しているが医薬品産業と輸送産業ほどではない。電気機械産業と精密機械産業では被引用の有無による違いは小さく、被引用の影響は弱いといえる。

特許の価値については、医薬品産業の被引用ありで最も大きかった。ついで輸送用機械産業の被引用ありが大きかった。電気機械、精密機械産業の被引用ありは、ほぼ同じ値であり、小さい値であった。被引用のない特許については、化学産業が最も大きかった。ついで電気機械、精密機械産業の順に大きかった。医薬品、輸送機械では小さい値であった。医薬品、輸送機械、化学産業では、引用されている特許と引用されていない特許ではその価値はきわめて異なっていた。逆に電気機械、精密機械産業では、引用されている特許と引用されていない特許ではその価値はそれほど違っていなかった。したがって医薬品、輸送機械、化学産業では、特許の重要性がきわめて高いことがわかった。

被引用を4種類に分けてモデルを推定した結果は、陳腐化率に関して調べると、被引用が0つまりないケースは、陳腐化率が最も低い、逆に被引用が7以上の場合、陳腐化率が最も大きく、0.5を超えている。被引用が0、1~2、3~6、7~と被引用が増加するにつれて陳腐化率は、より大きくなっていく。特許の件数をより細分化すると、医薬品の特許の価値が最も大きく、ついで精密機械、化学の順であった。特に被引用が7以上では医薬品は大きな値であった。被引用が1~3、4~6では、精密機械の特許の価値が大きかった。

特許の陳腐化率は産業間で異なっており、われわれの結果は、化学と医薬品産業において他の産業よりも技術進歩率が高いことを示している。われわれは、同一産業においては、陳腐化率は時間を通して一定と仮定していた。そこで陳腐化率の時間に対する異質性を考慮することが必要である。そうした拡張は今後の課題となろう。

#### 参考文献

日本語文献

石井康之・山田節夫(2006)「知的財産政策のR&D促進効果」『知財管理』, Vol.56, No12.

岡田洋祐(1994)「特許データと産業分類の対応についての一考察」,『知的財産の経済的効果に関する基本問題調

- 査研究』, 第3章第3節, 知的財産研究所.
- 科学技術庁科学技術政策研究所 (2000) 「サーベイデータによるイノベーション・プロセスの研究」科学技術庁科学技術政策研究所.
- 後藤晃 (2003) 「共進化のプロセスとしての日本の特許制度と技術革新」後藤晃・長岡貞男編『知的財産制度とイノベーション』第10章, 東京大学出版会.
- 後藤晃・長岡貞男編 (2003) 『知的財産制度とイノベーション』東京大学出版会.
- 後藤晃・元橋一之 (2005) 「特許データベースの開発とイノベーション研究」『知財フォーラム』Vol.63.
- 後藤晃・玄場公規・鈴木潤・玉田俊平太 (2006) 「重要特許の判別指標」『RIETI ディスカッションペーパーシリーズ』06-J-018.
- 後藤晃・本城昇・鈴木和志・滝野沢守「研究開発と技術進歩の経済分析」(1986)『経済分析』第103号, 経済企画庁経済研究所.
- 知的財産研究所 (1994) 「知的財産の経済的効果に関する基本問題調査研究」委託調査研究報告書.
- 中島隆信・新保一成 (1998) 「企業 R&D による労働需要への影響について」『三田商学研究』第41巻第4号.
- 山田節夫 (2007) 「知財収益率推定の論理－パテントストックと企業価値－」『日本知財学会誌』Vol.3, No.2.
- 山田節夫 (2008) 「日本における patent stock と citation stock の作成－HJT モデルの日本への応用－」『経済分析』180号, 内閣府経済社会総合研究所.
- 山田節夫 (2008) 「特許制度は誰にとって重要か－パテントプレミアムの計測による特許制度の経済的評価」『専修経済学論集』第43巻第1号.
- 山田節夫 (2009) 『特許の実証経済分析』東洋経済新報社

## 英語文献

- Alcacer, J. and Gittelman, M. (2006) "Patent Citations as a Measure of Knowledge Flows: The Influence of Examiner Citations." *The Review of Economics and Statistics*, 88, 774-779.
- Bernstein, J.I. and Nadiri, M.I. (1988) "Interindustry R&D Spillover, Rate of Return, and Production in High-Tech Industries." *AER Papers and Proceedings*, 78, 429-434.
- Bessen, J. (2008) "The Value of U.S. Patent by Owner and Patent characteristics." *Research Policy*, 37, 932-945.
- Bosworth, D.L. (1978) "The Rate of Obsolescence of Technical Knowledge-A Note." *Journal of Industrial Economics*, 26, 273-279.
- Cornelli, F. and Schankerman, M. (1999) "Patent Renewals and R&D Incentives." *RAND Journal of Economics*, 30, 197-213.
- Geroski, P., Machin, S. and Van Reenen, J. (1993) "The Profitability of Innovating Firms." *Rand Journal of Economics*, 24, 198-211.
- Griliches, Z. (1981) "Market Value R&D and Patent." *Economic Letters*, 7, 183-187.
- Griliches, Z. (1990) "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey." *Journal of Economic Literature*, 28, 1661-1707.
- Grossman, G. and Helpman, E. (1991), *Innovation and Growth*, Cambridge: The MIT Press.
- Hall, B.H., Griliches, Z. and Hausman, J.A. (1986) "Patent and R and D: Is there a Lag?." *International Economic Review*, 27, 265-283.
- Hall, B.H., Jaffe, A. and Trajtenberg, M. (2005) "Market value and patent citations." *RAND Journal of Economics*, 36, 16-38.
- Haneda, S. and Odagire, H. (1998) "Appropriation of Returns from Technological Assets and the Value of Patents and R&D in Japanese High-Tech Firms." *Economic of Innovation and New Technology*, 7, 303-321.
- Harhoff, D., Narin, F., Scherer, F.M. and Vopel, K. (1999) "Citation Frequency and the Value of Patented Inventions," *The Review of Economic and Statistics*, 81, 511-515.
- Jaffe, A.B., Trajtenberg, M. and Fogarty, M.S. (2000) "The Meaning of Patent Citations: Report on the NBER/Case-Western Reserve Survey of Patentees." *NBER Working Paper Series*, 7631.
- Lanjouw, J.O. and Schankerman, M. (2004) "Patent Quality and Research Productivity: Measuring

- Innovation with Multiple Indicators,” *Economic Journal*, 114, 441-465.
- Nadiri, I. and Schankerman, M. (1996) “Estimation of the Depreciation Rate of Physical and R&D Capital in the U.S. Total Manufacturing Sector,” *Economic Inquiry*, 34: 43-56.
- Nakanishi, Y. and Yamada, S. (2007) “Market Value and Patent Quality in Japanese Manufacturing Firms.” *MPRA Paper No.10285*.
- Nakanishi, Y. and Yamada, S. (2008) “Patent Applications and the Grant Lag under Early Disclosure System: Empirical Estimates for Japanese Firms.” mimeo.
- Nakanishi, Y. and Yamada, S. (2008) “Measuring the Rate of Obsolescence of Patens in Japanese Manufacturing Firms.” mimeo.
- Pakes, A. (1986) “Patent as Options: Some Estimates of the Value of Holding European Patent Stocks.” *Econometrica*, 54, 755-784.
- Park, W.G. and Wagh, S. (2002) “Index of Patent Rights.” *Economic Freedom of the World, 2002 Annual Report*, 33-41.
- Pakes, A. and Schankerman, M. (1984) “The Rate of Obsolescence of Patent, Research Gestation Lags, and the Private Rate of Return to Research Resources.” Griliches.Z, ed. *R&D patents and Productivity*. Chicago Press.
- Porter, M. (1990), *The Competitive advantage of Nations*, New York: Free Press.
- Schankerman, M. (1998) “How Valuable Is Patent Protection? Estimates by technology field.” *RAND Journal of Economics*, 29, 77-107.
- Schumpeter, J. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York: Harper and Row.
- Trajtenberg, M. (1990) “A penny for our quotes: Patent citations and the Value of Innovation.” *RAND Journal of Economics*, 21, 172-187.