

規制下での技術革新

周, 玉麟

<https://doi.org/10.15017/3000100>

出版情報 : 経済論究. 91, pp.135-150, 1995-03-31. 九州大学大学院経済学会
バージョン :
権利関係 :

規制下での技術革新

周 玉 麟

目 次

1. はじめに
2. コスト削減研究開発活動のインセンティブ
 - 2.1 コスト削減と規制ラグ
 - 2.2 規制者と企業との間の相互作用
3. インプット偏りと誘発された技術革新
 - 3.1 技術革新の性格
 - 3.2 要素拡大技術進歩
4. むすび

1. はじめに

資源配置問題はいままで技術を所与として捉え、議論されてきた；したがって、規制を受けている独占者はその生産関数に関して選択の余地をまったく有していなかった。しかしながら、今日の最も重要な政策課題は独占者の研究開発活動に対するインセンティブと規制が技術革新のペースとパターンにいかに関与を及ぼすかに関係している。このような問題に対する答えは簡単に見出されないが、数多くのモデルは構築された。これらのモデルは規制を受けている企業の持つインセンティブが新製品の導入の決定にいかに関与に立つか、様々な生産インプットの品質を向上させる傾向、及びコスト削減率など問題認識に示唆を与えてくれた。

本稿は以下のように構成される；まず、第二節ではコスト削減R&Dプログラムのモデルを説明する。このモデルを通して、われわれは既述機会、規制ラグ、及び研究開発活動の間の関係を検討する。コスト削減を可能にする技術革

新の特質を正確に具体化することによって、規制のポテンシャルインパクトに関してさらなる洞察を得ることができるであろう。要素拡大技術革新に対して規制を受けている企業と受けていない企業がいかに反応するかを第三節で調べた後、要素拡大の度合いが内生的に決まるので、企業は技術革新の特質を選択することができる。最後に第四節では本稿の結論をのべる。

2. コスト削減研究開発活動のインセンティブ

資源節約をもたらすインプットの比較的減少を顧慮せずにR&D投資を通じて企業のそのコストを減らそうとするインセンティブを考えよう。このモデルが Bailey (1978) によって開発されたが、最適特許期限という理論によるものである。そこでその特許によって、発明の時期とライバルがこの新しい技術を模倣できる時期の間にラグは生じる。したがって、特許によって、R&D活動を行うインセンティブが与えられることができる。このモデルでは、利益最大化する企業が既知のコスト削減機会に直面し、そして、特許ラグが規制ラグにとって代わられる。後者はイノベーションを促進する手段である。

2.1 コスト削減と規制ラグ

Bailey は単一製品企業をコスト削減活動に投資し、そして、規制者が製品価格が平均コストに等しくなるようと要求するまで超過利益を享受すると特徴づける。従って、仮定された規制行為は Joskow の特徴づけ線に沿って行われる：天井価格と時差は規制の手段になる。Bailey はR&Dコストが生産コストより大きな収益でカバーされなければならないと仮定する；したがって、ゼロの時差はR&Dに対するゼロのインセンティブをもたらす。もし企業がそのコストが下がるとすぐその価格を強制的に下げられるならば、この企業はそのR&Dコストでさえカバーすることができない。

言い換えれば、もしR&Dがその正確な収益が不確実であるというリスクな活動とみなされるならば、規制者が収益条件を確立するとき成功しないR&Dプロジェクトへの支出を認可しないかもしれない。成功したR&Dプロジェク

トからの利得は規制ラッグの後、消費者に譲渡される。このモデルの重要な特徴はイノベーションへの支出とそれによるコスト削減との関係を描写しているところである。図1はR&Dによる収益の増減を表している。

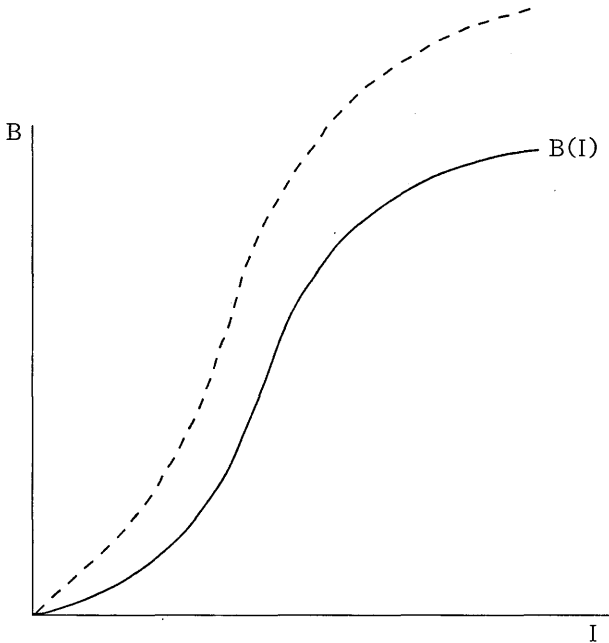


図1 コスト削減とイノベティブアウトプット

R&Dはここではイノベーションインプット、 I として描かれる；この投資は縦軸、 B で測られる企業へのトータル利得を持つ、企業がイノベーションに支出(cI 、ただし c はイノベーションインプットの単位当たりコストである。)を行う状況を仮定する。これらの支出は $B(I)$ だけでコストを削減する、ただし企業への利益は I の関数である。初期価格と生産量は I と標準化される、したがって $B(I)$ は期間単位当たりコスト節約幅に相当する。市場需要とコスト削減は図2で描かれている。

イノベーションの前に一定の限界コストは1に等しいがその後は B だけ下がる。割引率は、 r は現在価値を将来金額と比較するために用いられる。時点 T

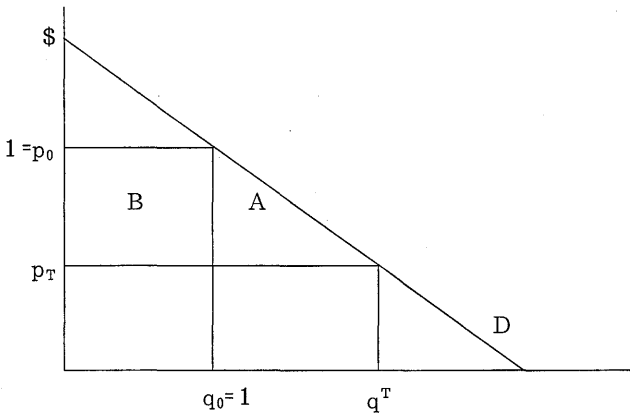


図2 コスト削減のインパクト

で、規制者は新しい限界コストに等しい価格 (p_T) を設定する；したがって、この点以降正の利益は得られない。企業は目標としてその正味収益流列の現在価値の最大化を追求する、ただし (1) で積分される項は時間単位当りのコスト節約幅であり、そして、イノベーションへの投資 (cI) はこれらの節約から引かれる：

$$\max_I V = \{p_0 - [p_0 - B(I)]\} q_0 e^{-rt} dt - cI \quad (1)$$

(1) 式からもし $T=0$ ならば、 $I=0$ ということに注意されたい：もし時間ラグがなければ、イノベーションへ投資するインセンティブが存在しない。 $p_0 = q_0 = 1$ と設定することによってこの式を標準化する。したがって

$$\begin{aligned} V &= B(I)e^{-rt} dt - cI \\ &= (1/r)(1 - e^{-rT})B(I) - cI = 0 \end{aligned}$$

V の最大値を求めるためにイノベーション投資 (I) の変化について V を微分すると

$$dV/dI = V' = (1/r)(1 - e^{-rT})B'(I) - c = 0 \quad (2)$$

企業の価値は流列、 $B'(I)$ の現在価値が追加的投資の限界コスト、 c に等しい

ところで最大化される。B'(I) は I への追加的投資の限界価値製品である。企業は時点 T まで追加的コスト節約の成果を獲得することができる；そして価格は規制者によって p_T と強制的に設定させられる。図 2 で示されているようにこの時点で企業は B を失うが、消費者は A+B を得る。

最大化の二階十分条件が満たされると仮定する；したがって $B'' < 0$ 、われわれは (2) 式を I と T に関して全微分し、そして導出された式をゼロにおき、再整理することによってパラメーターの変化による、最適値に与えるインパクトを決定することができる。

$$dI/dT = (-re^{-rT}B') / (1 - e^{-rT})B'' > 0 \quad (3)$$

ラグが増加するにつれ、イノベーションへの追加的投資は行われる。(2) 式を I と r に関して全微分すると、割引引き率の変化によるインパクトは

$$dI/dr = [1 - (1+rT)e^{-rT}]B' / r(1 - e^{-rT})B'' < 0 \quad (4)$$

割引率が高ければ投資は少なくなる。同じようにイノベティブインプットのコストが高ければ、R&Dの量は減少する：

$$dI/dc = r / (1 - e^{-rT})B'' < 0 \quad (5)$$

さらに B(I) 関数の形がいかにイノベーションに影響を及ぼすかを示す。例えば、図 2 の点線はイノベーションの容易度の増加を表している。もし $B(I) = ib(I)$ ならば、(ただし i はイノベーションの容易度である) したがって、

$$dI/di = -b'/ib'' > 0 \quad (6)$$

すなわちより大きな i はより大きなイノベーションにつながる。

規制者が直面しているトレードオフは図 3 で表されている。企業は時点 T までコスト削減成果を享受する；消費者は低価格による利益 (A+B) を獲得する。問題は規制者の目標関数がどんなものなのか。企業はすでに B 部分を最大化しようとしている；したがって規制者の目標関数を消費者への利益 (A+B) の割引きされたフローとする。この定式化は企業をスターゲルベルグ寡占問

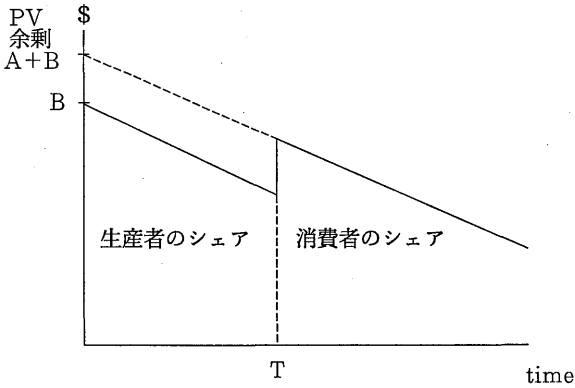


図 3 余剰の時間パターン

題における追随者として捉えている。この企業は時点 T を所与として I にわたる正味収益流列を最大化し、そして規制者はイノベーション、 I を所与として、 T にわたる消費者への割引きされた利益フローを最大化する：

$$\begin{aligned} \max_T W &= \{B[I(T)] + A[I(T)]\}e^{-rt} \\ &= (1/r)\{B[I(T)] + A[I(T)]\}e^{-rT} \end{aligned} \quad (7)$$

(7) 式問題の一階条件は

$$W' = -r(B+A) + (B' + A')dI/dT = 0$$

比較静学分析によって割引率 (r)、イノベーションの容易度 (i)、そして需要の弾力性的変化に反応し、規制者がいかに T を変化させるかは示される。例えば、 r が高くなるにつれ、企業のイノベーションへの投資が少なくなる；したがって厚生を最大化するために T を増加させる必要がある。資源節約による利益は消費者利得を延期することから生じる利益の減少を上回る。またイノベーションがより容易になったとき、規制者はラグを減らすことができ、依然として高い限界利益を達成する。同じように需要がより弾力的になるにつれ面積はより大きくなり、そしてより長いラグ（より大きい T ）を伴う追加的負担ロスがより大きくなる。

2.2 規制者と企業との間の相互作用

規制者がラグを設定し、そして企業がそれに反応するという Bailey のモデルでの仮定は企業の行動が非常に幼稚であることを意味している。Wendel (1976) は規制ラグが企業にとって外生的ではないと主張した。むしろ、企業の行動が規制者の行為にも影響を及ぼしている。従って、問題は制約条件付きの利益最大化からゲーム論概念を含む問題に移り変わる。企業が規制者ラグに影響を与えることができるので、選択されたコスト削減努力水準は二人のプレーヤが取る戦略を依存する。Wendel の拡張では、企業は R&D 支出 (cI) の選択、及び規制者との交渉を通じて規制ラグに影響を与える。

図5で描写されたようにゼロの利益はゼロのラグとゼロの R&D によるものである。ゼロの利益は R&D 支出が十分に大きい場合、正のラグの時でも発生しうる。より低い水準 R&D 支出 (cI) でのより高い水準の場合、例えば $\pi_1 > 0$ 、コスト節約による利益はイノベーションのコストを上回らなければならない、低い投資水準では $\pi = \pi_1$ 式を成立させるために I の増加は T の減少をとまわなければならない。しかしながら、より高い水準の R&D 支出では収益逓減のために追加的なイノベーションのアウトプットのコストはその利益を上回る；したがって企業の利益を一定の水準をキープするために cI の増加はより長い規制ラグを要求する。各より高い等利益曲線における最少点は連続的に右に位置している。なぜならより高い利益は比較的 cI では増分 R&D による利益が増分コストを上回らなくなることを意味している。

規制者の目標は再び生産者の利益と消費者の余剰の和で図られる厚生を最大化することであると考えられる。消費者余剰を一定にする様々な cI と T の組合せを定義することができる。消費者余剰が R&D とともに向上する。なぜならコスト削減効果がより大きくなるからである。消費者余剰水準を一定にキープするためにラグ、 T が増加しなければならない。図5は等利益マップを描写している。 T を所与として、余剰は cI とともに増加する。この傾きはコスト削減効果が収益逓減を呈しているという事実を反映している。所与の T と企業投資との組合せの場合、もし T 増加するならば、消費者余剰の現在価値を初期の水準に戻すために R&D への支出が比例的に大きくなることは要求される。

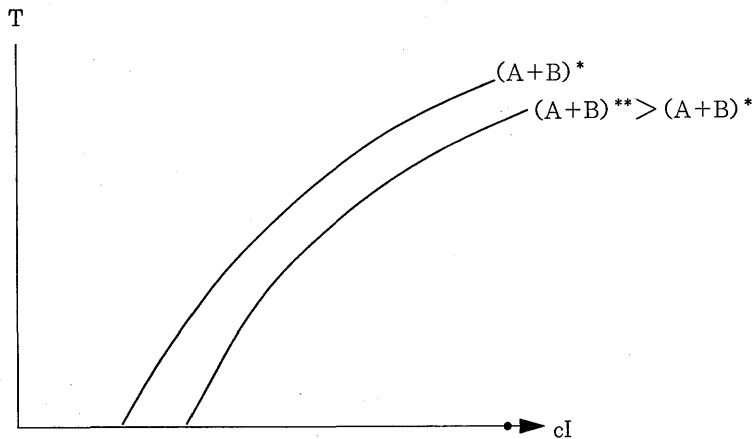


図 5 等利益マップ

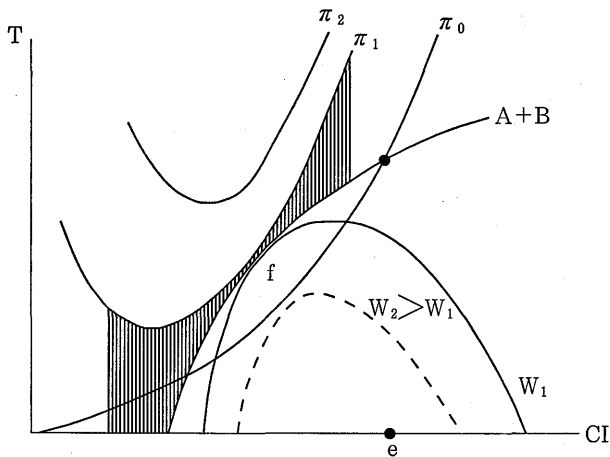


図 6 等余剰マップ

等利益曲線と等余剰曲線から、われわれは等厚生曲線を導くことができる。図 6 における点 f は消費者余剰水準 $(A+B)$ を一定にした場合に達成されうる利益の最大水準を表している。しかしながら f に対応する厚生 (W) の水準は T と cI との他の組合せによって達成されうる。 f を通過する等余剰線は図 6 の影の部分にありえない、なぜなら利潤と消費者余剰両方とも f でのそれより低いからである。等厚生曲線は下から凹であり、消費者余剰にインサイドに位

置している。eへ収れんするにつれてその価値の増加する厚生曲線に族が存在する。

Wendel は前述の三つの図を一つに組み合わせて、その結果は図7になる。軌跡 OA は等利潤曲線の最少点を結合させることによって得られ、そして軌跡 De は等余剰と利潤曲線との接点を結合させることによって得られる。OA は企業のクールノー反応関数を表す点の結合である。規制ラグを所与としてそれは利益最大化するR&D水準を表している。従ってそれはクールノー均衡点も示している。

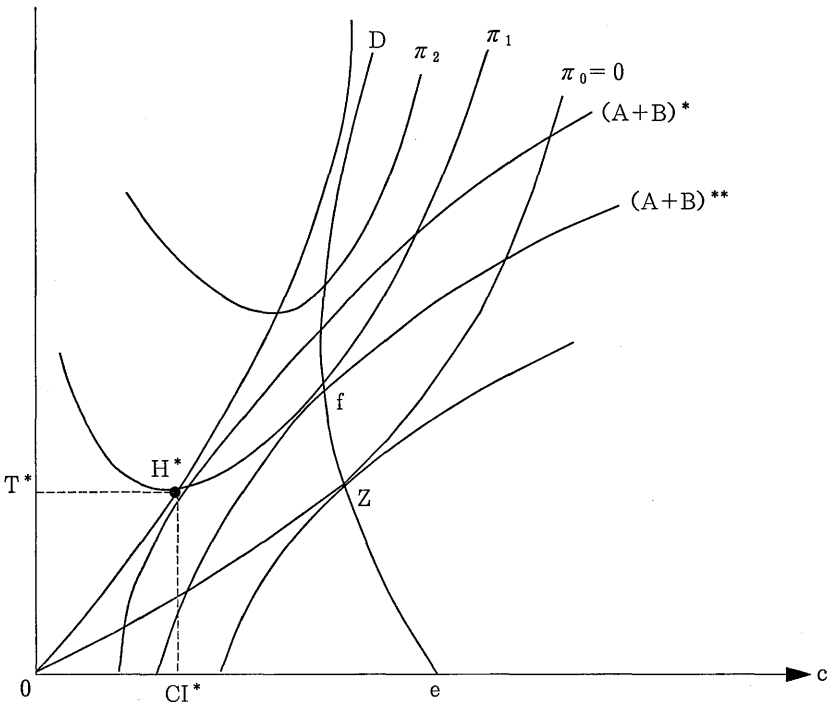


図7 企業と規制者の間の相互作用

規制者が選択したラグの長さはTとされる。従って企業は利益を最大化する cI 水準を選択し、それは点Hになる。この結果は消費者余剰として (A+B) をもたらす。OA を所与とすれば点Hは厚生を最大化する点を示す。しかしわれわれ

これは企業と規制者の間の交渉を認めるならばパレート向上が可能になる。図7における f を考えよう。この点は H と同じような企業への利益水準を持つが、消費者への便宜は $(A+B)$ と増加する (H から f への移動はパレートの向上を表している)。Wendel は企業と規制者の間に相互作用が存在する場合、 $R\&D$ 水準は曲線に沿って選択されると主張する。それは規制ラグとイノベーション投資のパレート最適組合せを表している。どんな特定の配置が選択されるかは両者の交渉力に依存する。点 e は厚生最大化するところではあるが企業にマイナスの利益を与えてしまう。点 Z はゼロの利益をとらない、 $R\&D$ コストをカバーする。

この定式化が規制者は $R\&D$ の如何なる投資額を認められたコストとして認めないかと仮定していることを注意されたい。まずコスト削減努力は規制者にとって観察不可能である；それは経営者にとっての追加的負担を表している。経営効用は企業利益と努力の関数として捉えられる；後者はマイナスのファクターである、付け加えにコミットメント問題は交渉モデル内で生じる、なぜなら企業が実現した余剰利得の分配によって $R\&D$ へのコミットメントを続けるかどうかを検討するからである。

3. インプット偏りと誘導された技術革新

いままでこのモデルは基礎になる生産関数の変化の性格を特定化せず生産コスト削減に焦点を合わせてきた。ここでわれわれはインプットミックスに対する技術革新の意味合いを特定化する。ある仮定のもとで技術革新の方向に影響を与えるために収益率規制は示される。

3.1 技術革新の性格

技術革新はたくさんの分析に値する特徴を有している。それは連続でありあるいは不連続であり、特許取得可能あるいは特許取得不可能である；それはコスト削減あるいは新しい製品の導入に関わる。われわれはこれらの特徴の典型的な性格に注意する。実際に如何なる技術発展もこれらのいくつかの特徴をと

もなっているように思われる。

技術革新が生産コストを減らすとき、生産関数を変える。変えられる四つの特徴は (1)代替の弾力性、(2)インプットの密度、(3)規模に対する収益、及び(4)効率である。まず所与の等量曲線にインプット代替の比較的容易度の変化は資源を節約することができる(固定要素比例技術は可変比例に代わるとき)。二番目は所与のインプット価格率に関して、均衡資本労働率が変わりうる。三番目は規模に対する収益は増加しうる；すなわち任意の所与のインプット組合せに対してアウトプットを増加させる。四番目は資源利用の全体効率は向上しうる。技術革新は企業のこれらの任意のパラメーターを変えることができ、所与のアウトプットに対するより低いコストをもたらす。

3.2 要素拡大技術進歩

生産関数の a_1 あるいは a_2 の変化によってイノベーションは労働あるいは資本拡大と呼ばれる。その生産関数は

$$q=f(a_1L, a_2k)$$

このような変化は有効労働と資本を増加させる。したがって a_1L はトータルコストが $wL+rK$ に等しいときの質を調整された労働インプットと説明される。 a_1 と a_2 の変化は生産関数を通してアウトプットに影響を与える。われわれはこの変化は disembodied されたものであると仮定する。つまりそれは資本と労働のすべての単位に適用する。労働拡大技術変化は a_1 を増大させるので、所与のインプット価格比率では資本労働比率が増加する(1より低い代替の弾力性のため)。このような変化の後、トータルコストのシェアが高くなるのは資本によって説明される。したがって、ある規制的インセンティブ間の潜在的関連と比較可能なイノベーションの間の選択は見られる。図9で描かれている等数量線を参照にして、この企業が最初に等数量線 $q_0=f(a_1L, a_2K)$ で操業していると仮定する。規制を受けていない企業が労働拡大と資本拡大技術変化の間の選択、つまり点EとFの間の選択を持つ場合、それは無差別的である。所与のインプット価格に関して、生産コストが同じになるであろう。

しかしながら A-J 率をベースに規制を受けている、資本コスト (r) より高い認められた収益率 (s) を持つ企業にとって過剰資本化するインセンティブは労働拡大のイノベーションの採用につながる。

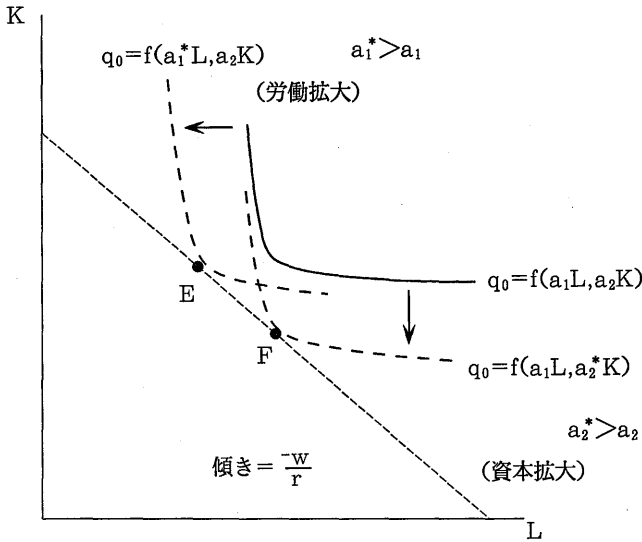


図 8 要素拡大技術革新

規制を受けている企業に与える技術革新の影響を総合的に検討するに当たって、Westfield (1971) は企業のインプットの利用とその利益に与える技術進歩の影響を調べた。彼は異なるタイプの外生的に決定された技術進歩を取り入れる企業のインセンティブに三タイプの規制がいかに関与を及ぼすかを検討した。シーリング価格規制の下では企業は $p \leq m$ という制約付きで利益を最大化する、マークアップ規制の場合、 $R \leq h(rK + wL)$ 、ただし $h > 1$ 、収益率制約は Westfield によって模索された三つ目の規制タイプであり、すでに検討された、不確実性が存在しない場合、企業は最初に初めの二タイプの規制のため効率的なインプットミックスを選択するが、 $s > r$ の場合 A-J バイアスが三つ目の規制に関して成り立ち、そしてこの企業は最初に過剰資本化される。Westfield は企業がいかに関与に外生的に与えられる技術進歩に適応するか調べた。”中

立的” 進歩 ($a_1/a_2 = a_1/a_2$) の場合、三タイプの規制が異なる結果を生み出すのである。

シーリング価格規制はイノベーションを採用するインセンティブを所与として、企業がすべてのコスト節約分を獲得することを認める；この結論は規制ラグが無限大であるという Bailey のモデルと一致している。Westfield は資本インプット供給者がイノベーションを作り出すインセンティブを減らしてしまう、なぜなら、シーリング価格規制のもとでは製品アウトプットが技術革新から影響をまったく受けないからである。しかしながら、利用されるインプットの量が減らされるのに対して、個人発明者は確実にコスト節約分の多くを獲得することができる。

Sweeney のモデル (1981) におけるマークアップ規制の場合、需要が弾力的でないあるいは規制ラグが存在しない限り、企業はイノベーションを採用するインセンティブを持たない。従って、非常に弾力的需要はアウトプットとインプットの使用の増大をもたらす。企業への利益の増加がシーリング価格規制のもとでのそれより少ないが、インプット供給者はこのような技術革新を促進させる強いインセンティブを持っている。要素拡大中立的な技術革新のインパクトは rate-base 規制を受けている企業にとってもっと複雑になる。最初の A-J インプットミックス、と他の二つの形態の規制のもとで同じ様な最初のアウトプット水準の場合、利益増加はマークアップの規制のもとでより低い、Westfield はアウトプット需要が弾力的である場合資本量が増加するに連れ、Lへの需要に対する影響が正にもなるし、あるいは負にもなる。

資本あるいは労働拡大イノベーションの場合に rate-base 規制を受けている企業への利益と他の二つの制度のもとでの企業への利益を比較することは生産関数のパラメーターと平均収益関数にかかっている。マークアップ規制のもとではイノベーションを行う動機が強ければトータルコストに占める拡大された要素のシェアが高くなる。図9で示されたように所与のインプット価格に対する均衡労働資本家拡大変化は収益率規制を受けている企業によって異なる評価を下される。従って、理論的にはR&Dに取り組む（生産等数量線における内向き移動を生み出す）インセンティブは規制制約にかかっている。Sとrの

間の違いは a_1 と a_2 の変化からの正味利益に影響を与える。

言うまでもなく、異なる規制制度のもとでの選択を特徴づけることは企業が独占者に支配されていた市場に参入することを可能にする。技術変化の破壊的性格を捉えていない。同じように新技術の利用可能性に対する規制者のおそらくの反応は現在のインプット供給者による意志決定に強く影響する。例えば規制を受けている企業が経済的に古くなった、資産の原価償却された book 価値を取り戻せることが不可能ならば、企業は新しい資本設備に embodied された新技術を採用することを望まない。その代わりに disembodied された要素拡大変化は生産能力を利用不足な状態にし rate-base に対する規制的扱いに関して問題を提起している。

4. むすび

規制はしばしば消極的の反応行動をするとして特徴づけられてきた。このような規制の特徴において委員会は制度を混乱させる事件を持ち、そしてその展開に反応する。政治エージェンシは多くの持ち上がる問題に関してイニシアティブをとり、企業に新しい比率構造を考案させ、減価償却に対する税制的扱いを変え、レートベースからの特別的項目を認めなく、エネルギー保護プログラムに課税し、剝奪と垂直的な統合の撤廃強制的に実行する。しかしながら規制者はおそらく技術革新を強要することができない。経済的効率性のためのインセンティブを生み出すことと比べて、イノベーションの効率性を促進させるプログラムを設計し、実行することはより一層難しい。

例えば、Neslon (1984) は1951年から1978までの電力産業における技術変化率を見積りした：1970まで年率3.3、そしてその後は年率2.6ある。環境に関する一層厳しい規制は後のスピードダウンの原因であると考えられる。かれはより厳しい規制(認められる収益率の1パーセント減少)1.5パーセントぐらいだけ技術進歩率を低下させるという結論に達した。したがって研究開発活動の促進は収益率以外の手段によって行われるのは一番いいかもしれない。

明らかに、技術の開発は政府と企業間の相互作用において多くの問題を持

ち上げている。規制者はインセンティブを確立するかもしれないが、最終的に経営者がR&D支出水準とミックス、そして新しい技術が採用される率を決定するのは一番いい。

規制がイノベーションのインセンティブにいかに関与を及ぼすかを検討するために、われわれは経済の規制を受けていない。セクターで行われる意志決定に新しい技術情報の特徴がいかに関与を与えているかを理解しなければならない。われわれはR&Dの決定要因を述べた後、規制ラグとマークアップ価格づけのもとでコスト削減のインセンティブに関するいくつかのモデルを検討した。規制者と企業間の相互作用はこれらの分析において重要なテーマである。

そしてわれわれは技術革新における潜在的偏り（資本あるいは労働拡大技術か）の課題を論じることにかかわる。これらのモデルは要素拡大の選択を内性的なものにする IPF を特徴づけることを含める。A-J の様な結果はであるがそれらは IPF の安定性、不確実性と規制ラグが存在しないことに依存している。技術機会に関する不確実性が存在する場合、規制はR&Dのミックスよりその水準の方に多くの影響を与えるかもしれない。また Schumpeterian 技術革新が滑らかに連続的、蓄積のコスト削減の効果を上回るかもしれないことに注意しなければならない。多製品関数が推測されたが基礎になるコスト構造に対するR&Dの影響は完全には検討されていない。われわれはライバルから製品を分離させる、あるいはジョイントインプットを利用するインセンティブが技術革新のパターンにいかに関与を与えることができるかを見てきた。

参 考 文 献

- [1] Bailey, E. E. 1972. "Peak-Road Pricing under Regulatory Constraint," *J. P. E.*, 80, 662-79
- [2] Joskow, P. 1. 1972. "The Determination of the Allowed Rate of Return in a Formal Regulatory Hearing," *Bell j.*, 3, 632-44
- [3] Kamien, M. I. and Schwartz, N. L. 1982. *Market Structure and Innovation*. Cambridge U. P.
- [4] Nelson, R. H. 1984. "Regulation, Capital Vintage, and Technical Change in the Electric Utility Industry," *J. P. E.*, 25 (1), 49-91
- [5] Sweeney, G. 1981. "Adoption and Cost-Saving Innovations by a Regul-

ated Firm," *A. E. R.*, 71, 437-47

- [6] Westifield, F. M. 1971. "Innovation and Monopoly Regulation," in W. M. Capron (ed), *Technological Change in Regulated Industries*, pp. 13-43. Washington, DC: Brookings Institution.