

テクノロジー・フロンティアからの乖離の程度，イノベーションの所有権と経済成長

大住，圭介
九州大学大学院経済学研究院：経済工学部門

谷，晶紅
九州大学経済学部：助教

<https://doi.org/10.15017/17083>

出版情報：経済學研究. 76 (6), pp.15-34, 2010-03-31. 九州大学経済学会
バージョン：
権利関係：



テクノロジー・フロンティアからの乖離の程度、 イノベーションの所有権と経済成長*

大住 圭介
谷 晶紅

1 はじめに

現代における研究開発は主として企業組織によって担われており、その組織形態は大まかに次の2つのタイプに類別される。1つは、同一の企業組織内で提供される研究材料・設備をもとに、内部の研究者によってイノベーションが生み出されるケースである。他の形態は、(技術を用いて財を生産する)企業が、別組織の研究ユニットと契約を締結し、それを通して研究開発を行う場合である。Aghion and Tirole(1994)では、この技術開発に関する契約は研究契約と呼ばれている。契約後の事後的結果は第三者に対して立証不可能など予測不能なコンティンジェンシーという状況にあることを踏まえると、技術開発に関連するすべての内容を研究契約に織り込むことは困難である。したがって、通常の研究契約においては、研究活動の決定権の配分、開発された技術に対する所有権の割り当てなどの限定した内容についてのみ規定されている。研究開発の成果を事前に具体的に特定しておくことは不可能であるため、研究成果に対する所有権の事前配分が企業および研究ユニットが事前にどれだけ(物的資本と人的資本に)投資するかというインセンティブに影響を及ぼし、ひいては研究開発の効率性に大きな影響を与えることになる。したがって、イノベーションを促進させるうえで、企業と研究ユニットの間でどのように(開発された技術に対する)所有権を事前に配分するか、という契約規定が重要になる。

Grossman and Hart(1986)は、不完備契約理論のフレームワークのもとで、所有権の配分が経営者の人的資本への投資インセンティブに影響を与えることを通じて企業価値を左右するため、所有権の割り振りを事前に適切に設定することで望ましい状態を達成できると指摘している。Aghion and Bolton(1992)は、私的利益について経営者と投資家の間に利害の不一致が存在するようなモデルのもとで、資金調達における意思決定権の配分を分析している。Aghion and Tirole(1994)は、Grossman and Hart(1986)によって定式化された不完備契約による所有権モデルを研究開発成果の所有権問題に応用し、知的財産権の企業間配分が研究開発に及ぼす効果について理論的分析を試みた。その結果、知的財産権の企業間配分がイノベーションの頻度や規模に大きな影響を与えることと、イノベーションの性質が望ましい所有権配分の決定要因になることを明らかにしている。Lerner and Merges(1998)はバイオ技術開発に携わる会社のデータにもとづいてAghion and Tirole(1994)の帰結の検証を行っている。

*本稿の作成、改正にあたっては金沢大学の池下研一郎先生、本誌の匿名査読者より貴重なコメントをいただいた。深く感謝申し上げたい。

このように、決定権や所有権配分に関する既存の研究は決定権や所有権の割り振りの仕方が企業の投資インセンティブ、さらに、パフォーマンスに大きな影響を与えるということを理論的・実証的に明らかにしている。しかし、企業にとっての望ましい所有権配分の仕方が、経済成長にどの程度貢献するかは明確にされていない。さらに、異なる経済発展の段階で、どのような所有権構造が望ましいかは、上記の文献における静学的なコンテキストでは議論されていない。本稿では、Aghion and Tirole(1994)によって展開された研究成果に対する所有権アプローチを内生的技術進歩を伴う経済成長モデルに組み入れ、イノベーションを源泉とする経済成長を促進させるうえで、どのような研究成果に対する所有権の配分が望ましいか、どのような所有権配分としての組織構造が重要であるかについて検討していく。Romer(1990)、Aghion and Howitt(1992)などに代表される内生的成長理論では、技術進歩が持続的経済成長の原動力であることが示されている。Romer(1990)による閉鎖経済の議論を先進国と途上国からなるモデルに拡張したものとしては、Grossman and Helpman(1991, chap.11, chap.12)、Barro and Sala-i-Martin(1997)、(2004, chap.8)などがあり、これらの文献は、「後発性の利益」に着目し、発展途上国における技術進歩は先進国からの技術導入に依存することを強調している。しかし、技術の進歩や普及という点に注目した Gerschenkron(1962)で指摘されたように、「後発性の利益」は先進国の経験を効率的に制度化できてこそはじめて実現できるのである。Acemoglu et al.(2006)は Gerschenkron(1962)の主張をモデル化して、制度、イノベーション、生産性に関する理論的枠組みを提示した。Acemoglu et al.(2006)では、当該国の生産性の向上には、世界の最先端テクノロジーを模倣することと、当該国の既存テクノロジーを革新することのいずれかが不可欠であると仮定されている。分析の結果、経済発展の段階によって2つの手段が生産性向上へ及ぼす効果が異なるため、どちらの手段に依存して技術進歩を遂げるかによって、長期的な経済成長パターンに差異が生じることが明らかにされている。さらに、Acemoglu et al.(2006)では市場競争に関する政策と経済成長に関する議論も提示している。テクノロジー・フロンティアに近い場合、技術進歩を促進するために完全競争的な市場制度が必要であるとしている。これに対して、フロンティアから乖離している国は、非競争的な政策を実施することで、より高い経済成長を達成できると主張している。

Acemoglu et al.(2006)は、内生的経済成長の枠組みで適切な制度とテクノロジーの開発水準の関連性を中心に論じているが、現実には複数の経済主体が研究開発に携わるにもかかわらず、技術開発の主体を単一のものとして取り扱っている。すなわち、技術を用いて財を生産する企業が同時にその技術の開発に資金を提供し、開発された技術に対する所有権を保有するとしている。そこで、より一層現実的な状況を描写するために、本稿では技術を用いて財を生産する企業と研究ユニットとが契約を締結し、それを通して研究開発を行うような状況を想定し、研究開発の成果に対する所有権の保有を「企業所有権ケース」と「研究ユニット所有権ケース」に分けて比較分析することによって、所有権の配分が経済成長に与える影響を考察する¹。分析の結果、企業にとっての望ましい所有権の割り振りが一意に決まるわけではなく、フロンティアからの乖離の程度によって異なることが示される。また、パラメータの条件によって経済成長パターンに差異が生じることと、経済を持続的成長経路へ導くために企

¹不完備契約理論の枠組みで組織の経済に関する分析を行った Hart and Moore(1990)では、前者は内部組織、後者は外部組織と呼ばれている。

業投資への補助政策が有効であることなどが明らかにされる。したがって、本稿の特徴は、Grossman and Hart(1986) により提唱され、Aghion and Tirole(1994), Aghion and Howitt(1998, chap.13) などによってさらなる理論的彫琢がなされた所有権アプローチを Acemoglu et al.(2006) と同様の内生的成長モデルのフレームワークに組み入れることにより、望ましい研究成果に対する所有権の配分と経済発展段階の関連性を理論的に解明したことである。

本稿は次のように構成されている。まず、第2節ではモデルの設定を行い、第3節では経済主体の行動を考察し、第4節で経済均衡を求める。最後に、第5節では結論および今後の課題を述べることにする。

2 モデル

リスク中立的な家計主体が若年期と老年期の2期間生存する世代重複モデルを用いて分析を行う。 t 期に生まれる主体を第 t 世代と呼ぶ。各世代は企業家と研究者からなり、それぞれの人口の数を1に基準化する。したがって、各世代の人口は2となる。すべての家計は若年期に $L/2$ 単位の労働を所有しており、それを非弾力的に供給し、賃金を得る。また、経済は家計部門、最終財部門、中間財部門、R&D 部門から構成される。

2.1 最終財部門

最終財市場は完全競争的であり、すべての企業は同質の財を生産する。本稿では最終財をニュメレール財とする。最終財の生産には労働と(生産性で調整された)中間財が使用されるものとし、 t 期における最終財の生産関数を次のように設定する²。

$$Y_t = \frac{1}{\alpha} L_t^{1-\alpha} \int_0^1 (A_t(\nu))^{1-\alpha} (x_t(\nu))^\alpha d\nu. \quad (1)$$

ここで、 Y_t は t 期における最終財の生産量、 $A_t(\nu)$ ($\nu \in [0, 1]$) は t 期における中間財企業 ν の生産性、 $x_t(\nu)$ ($\nu \in [0, 1]$) は t 期における中間財 ν の投入量である。また、 α は生産性パラメータであり、 $0 < \alpha < 1$ とする。

最終財企業は、賃金 w_t 、中間財の価格 $p_t(\nu)$ ($\nu \in [0, 1]$) を所与として、次の利潤を最大化するように生産要素 L_t と $x_t(\nu)$ ($\nu \in [0, 1]$) を決定しようとする。

$$\pi_t^y = \frac{1}{\alpha} L_t^{1-\alpha} \int_0^1 (A_t(\nu))^{1-\alpha} (x_t(\nu))^\alpha d\nu - w_t L_t - \int_0^1 p_t(\nu) x_t(\nu) d\nu. \quad (2)$$

²最終財の生産関数の設定は Acemoglu et al.(2006) の p.47 に依拠している。また、Vandenbussche et al.(2006) は類似な生産関数を定式化している。ただし、Vandenbussche et al.(2006) では、生産活動に労働ではなく土地が用いられると仮定している。

利潤の最大化の 1 階条件に関する考察より，最終財企業の間中財 ν ($\nu \in [0, 1]$) に対する逆需要関数は次のように求められる³．

$$p_t(\nu) = \left(\frac{A_t(\nu)L_t}{x_t(\nu)} \right)^{1-\alpha}. \quad (3)$$

2.2 中間財部門

中間財部門には先端企業と周辺企業が存在し，各企業は最終財を用いて中間財を生産できるものとする⁴． t 期に中間財 ν 部門の生産性を向上させた企業は，政府によって有効な特許が与えられるため，最先端の技術 $A_t(\nu)$ を用いて，1 単位 of 最終財で 1 単位 of 中間財 ν を生産できると想定する．一方，周辺企業は先端企業の技術を模倣し， χ ($\chi \in (1, 1/\alpha]$) 単位 of 最終財で 1 単位 of 中間財を生産できるものとする．ここで， χ は政府による独占規制の程度を表し， χ が大きいほど完全独占の程度が高いということを示している．先端企業が χ よりも高い価格を付ける場合には，周辺企業がその価格より少し低く， χ よりも高い価格を付けることによって正の利潤を獲得できる．このとき，新規参入が起こって，先端企業は市場シェアを失うこととなる．したがって，先端企業は周辺企業の参入を阻止し，市場シェアを完全に独占するため，価格を χ に等しいか， χ の以下に設定しなければならない．しかしながら， $(1, \chi]$ の範囲で先端企業の利潤は設定する価格が増加すると上昇する．したがって，周辺企業を市場から追い出し，中間財 ν のすべての需要を獲得するため，先端企業は独占価格を周辺企業の限界コストと一致するように設定するであろう．

$$p_t(\nu) = \chi. \quad (4)$$

ゆえに，(3) 式と (4) 式より，均衡における中間財の生産量は次のように表される．

$$x_t(\nu) = A_t(\nu)L_t\chi^{-1/(1-\alpha)}. \quad (5)$$

また，中間財企業 ν が獲得できる利潤は次のように与えられる．

$$\pi_t(\nu) = [p_t(\nu) - 1]x_t(\nu) = (\chi - 1)\chi^{\frac{-1}{1-\alpha}}A_t(\nu)L_t = \delta A_t(\nu)L_t. \quad (6)$$

ただし， $\delta \equiv (\chi - 1)\chi^{\frac{-1}{1-\alpha}}$ は市場の競争の程度を表す．また， $\frac{d \log \delta}{d \chi} = \frac{1-\alpha\chi}{(\chi-1)(1-\alpha)\chi} > 0$ となるため， $\frac{d \delta}{d \chi}$ の符号はプラスである．

t 期の当該国の生産性は， $[0, 1]$ の範囲で連続的に存在する中間財部門の t 期における生産性を合計したもので表すと仮定する．次のように，中間財市場の平均生産性を定義しよう．

$$A_t \equiv \int_0^1 A_t(\nu) d\nu. \quad (7)$$

このとき，(4) 式，(5) 式と (7) 式を (2) 式に代入し，最終財部門の利潤最大化の 1 階条件により，労働賃金が次のように求められる．

$$w_t = (1 - \alpha)\alpha^{-1}\chi^{-[\alpha/(1-\alpha)]}A_t. \quad (8)$$

³(3) 式の導出については，補論 1 を参照せよ．

⁴この部分のモデルの設定は Acemoglu et al.(2006) の p.47 の議論に依拠している．

2.3 家計部門

第 t 世代の個人 i ($i = E, R$) の効用 u_t^i は次式で表されるものとする⁵.

$$u_t^i = C_t^i + \rho C_{t+1}^i. \quad (9)$$

ただし, C_t^i と C_{t+1}^i は, それぞれ第 t 世代の個人 i の若年期の消費, 老年期の消費を表す. ρ は家計の時間選好因子である. 家計主体がリスク中立的であるという仮定のもとで, この時間選好因子は, $\rho = \frac{1}{1+r}$ となる. ここで, r は利子率であり, 一定であると仮定する.

第 t 世代の企業家は若年期に得る賃金を消費と貯蓄 S_t^E に振り分ける. 企業家は老年期に貯蓄の元利合計の一部, あるいはすべてをイノベーション・プロジェクトに投資する. また, 貯蓄の残った分と中間財企業の利潤からの取り分を消費に回す. 第 t 世代の企業家の若年期の所得を I_t^E で表すと, 企業家が若年期と老年期に直面している予算制約は次式のように与えられる.

$$I_t^E = C_t^E + S_t^E, \quad (10)$$

$$(1+r)S_t^E + I_{t+1}^E - K_{t+1} = C_{t+1}^E, \quad (11)$$

$$(1+r)S_t^E \geq K_{t+1}. \quad (12)$$

ここで, K_{t+1} はプロジェクト投資, I_{t+1}^E は中間財企業の利潤からの取り分を表す. (10) 式と (11) 式から S_t^E を消去すると, 企業家の生涯予算制約式は次のように求められる.

$$C_t^E + \frac{C_{t+1}^E}{1+r} = I_t^E + \frac{I_{t+1}^E - K_{t+1}}{1+r}. \quad (13)$$

このとき, 第 t 世代の企業家の効用は次のように表される.

$$u_t^E = I_t^E + \frac{I_{t+1}^E - K_{t+1}}{1+r}. \quad (14)$$

(14) 式より第 t 世代の企業家は若年期の所得 I_t^E と研究者の行動を所与として, 利得 $V_t^E \equiv \frac{I_{t+1}^E - K_{t+1}}{1+r}$ を最大化するように投資の規模を決定する⁶. 企業家の投資 K_{t+1} は, イノベーション・プロジェクトの規模 s_{t+1} の影響を受ける. ただし, s_{t+1} は σ か 1 の値のみをとる. $s_{t+1} = \sigma$ ($0 < \sigma < 1$) は規模の小さいプロジェクトを, $s_{t+1} = 1$ は規模の大きいプロジェクトを表す (Acemoglu et al.(2006) の p.49 を参照せよ). イノベーション・プロジェクトの規模が s_{t+1} であるとき, その投資コストは次式で与えられるとする.

$$K_{t+1}(s_{t+1}) = \begin{cases} \lambda \kappa \mu_{t+1} \bar{A}_t & (s_{t+1} = \sigma \text{ の場合}), \\ \kappa \mu_{t+1} \bar{A}_t & (s_{t+1} = 1 \text{ の場合}). \end{cases} \quad (15)$$

⁵本稿を通じて, 上付添え字 E は企業家, R は研究者を示している.

⁶本稿を通じて, 第 t 世代の企業家の中間財企業の利潤からの取り分からイノベーション・プロジェクト投資を差し引いたものの現在価値を企業家の利得と呼ぶことにする. また, 第 2.4 項と第 3 節で明らかにされたように, 第 t 世代の家計の中間財企業の利潤からの取り分は, 企業家のプロジェクト投資, 研究者の教育支出と所有権契約パターンに依存する.

また、 μ_{t+1} は次式で表される。

$$\mu_{t+1} = \begin{cases} \mu & (\text{企業所有権契約のケース}), \\ 1 & (\text{研究ユニット所有権契約のケース}). \end{cases} \quad (16)$$

ただし、 $\bar{A}_t$ は t 期におけるテクノロジー・フロンティアの技術水準を表す。 λ , κ , μ はパラメータである。本稿では、研究設備の購入のみならず、情報の収集や研究ユニットとの打ち合わせに時間を用いることによって費用が生じると想定している。企業所有権ケースが研究ユニットと企業が統合されているという現実の観察事実に対応しているため、企業所有権ケースのもとで、収集された情報が企業内部で使用される。したがって、同様の規模のプロジェクトに投資する場合、研究ユニット所有権契約と比較して、企業所有権契約のもとでのコストは小さい。ただし、投資のコストにおける研究設備の購入費用のシェアのほうがより大きいと考えられるため、次の仮定を置くことにする。

仮定 1 : $1/2 < \mu < 1$.

また、次の仮定を置くことにする。

仮定 2 : 規模の小さいプロジェクトと比較して規模の大きいプロジェクトの平均投資費用が小さい。すなわち、 $0 < \sigma < \lambda < 1$ 。

一方、第 t 世代の研究者は若年期に得る賃金を消費 C_t^R 、貯蓄 S_t^R と教育支出 E_t に配分する。研究者は若年期に $E_t = \beta e_t \bar{A}_t$ の教育支出によって、老年期の人的資本 h_{t+1} を he_t にすることができる。ただし、 h は定数である。また、 e_t は 0 と 1 の値をとる。すなわち、研究者は教育投資を行うか、行わないかを決定する。したがって、 h_{t+1} は 0 か h の値のみをとることになる。

研究者は老年期に貯蓄の元利合計と中間財企業の利潤からの取り分を消費に用いる。第 t 世代の研究者が若年期に得る所得を I_t^R で表すと、研究者が若年期と老年期に直面している予算制約は次のように与えられる。

$$I_t^R = C_t^R + S_t^R + E_t, \quad (17)$$

$$(1+r)S_t^R + I_{t+1}^R = C_{t+1}^R. \quad (18)$$

ただし、 I_{t+1}^R は中間財企業の利潤からの取り分を表す。(17) 式と (18) 式から S_t^R を消去すると、生涯予算制約式が次のように求められる。

$$C_t^R + \frac{C_{t+1}^R}{1+r} = I_t^R + \frac{I_{t+1}^R}{1+r} - E_t. \quad (19)$$

したがって、第 t 世代の研究者の効用は次のように表される。

$$u_t^R = I_t^R + \frac{I_{t+1}^R}{1+r} - E_t. \quad (20)$$

(20) 式より研究者は若年期の所得 I_t^R と企業家の行動を所与として、利得 $V_t^R \equiv \frac{I_{t+1}^R}{1+r} - E_t$ を最大化するように教育支出を決定する⁷。

本稿においては、異なる契約形態のもとで、第 t 世代の企業家は小さい規模のプロジェクトに投資をするか、あるいは大きい規模のプロジェクトに投資をするか、および第 t 世代の研究者は教育支出を行うかどうかについてのみ考察する。したがって、以下、議論の簡単化のために、次の仮定を置くことにする。

仮定 3 : 第 t 世代の家計主体の若年期の労働賃金はプロジェクト投資の現在価値、あるいは教育支出より大きいと仮定する。また、第 t 世代の家計主体は中間財企業の利潤からの取り分が 0 ではない限り、成功したイノベーションから獲得する利得はプラスである⁸。

2.4 R&D 部門

(新技術を用いて財を生産する) 企業と (新技術の研究開発を行う) 研究ユニットは研究契約を作成し、それを通して生産性を向上させると想定する。企業家はプロジェクトに投資をし、研究材料・設備を提供する。研究ユニットに属している研究者は研究開発を行い、高度に知的な創造活動を行う (研究契約の具体的な内容については次節で述べる)。中間財企業 ν の $t+1$ 期における生産性 $A_{t+1}(\nu)$ はテクノロジー・フロンティアからの模倣と、国内における既存の技術革新に依存するものとし、ここでは、次のような式で表されるものとする。

$$A_{t+1}(\nu) = s_{t+1}(\nu) [\eta \bar{A}_t + (\theta + P(h_{t+1}(\nu))) A_t]. \quad (21)$$

ここで、 A_t は t 期における当該国の技術水準である。フロンティアの技術水準 $\bar{A}_t$ は外生的な率 g で増加していくと仮定する。すなわち、 $\bar{A}_{t+1} = (1+g)\bar{A}_t$ 。また、 η はテクノロジー・フロンティアからの模倣効果、 θ は経験による学習 (learning by doing) の効果を表している。さらに、イノベーションの成功は確率的であるとし、研究者の人的資本水準が $h_{t+1}(\nu)$ であるときの成功確率を $P(h_{t+1}(\nu))$ と表示する。議論の簡単化のために、 $P(h_{t+1}(\nu))$ は次の関係を満たすものとする⁹。

$$P(h_{t+1}(\nu)) = \phi h_{t+1}(\nu), \quad 0 < \phi < 1/h. \quad (22)$$

仮定 4 : 生産性向上への模倣の効果、経験による学習の効果を表すパラメータ η , θ , およびイノベーションの効果 ϕh は次の関係を満たすものとする。

$$\phi h > \eta + \theta.$$

⁷本稿を通じて、第 t 世代の研究者が中間財企業の利潤からの取り分の現在価値から教育支出を差し引いたものを研究者の利得と呼ぶことにする。

⁸家計主体が所有している労働 $\frac{L}{2}$ が充分大きい場合、この仮定が成り立つことになる。詳しい条件については補論 2 で求められている。

⁹Aghion and Tirole(1994), Aghion and Howitt(1998, chap.13) などでは、 $P'(\cdot) > 0$, $P''(\cdot) < 0$, すなわち、 $P(\cdot)$ は凹関数であると仮定されている。

この仮定は、イノベーションの効果が生産性向上への模倣の効果と経験による学習効果の和より大きいことを意味している。

均衡においては、すべての企業が同じ規模のプロジェクトに投資し、すべての研究ユニットが同じ成功確率のイノベーションを行うため、 $s_{t+1}(\nu) = s_{t+1}$, $h_{t+1}(\nu) = h_{t+1} = he_t$ が成立する。したがって、(22) 式および $h_{t+1} = he_t$ を (21) 式に代入した結果を $\bar{A}_{t+1}$ で割ると、次の式が得られる¹⁰。

$$a_{t+1} = \frac{1}{1+g} s_{t+1} (\eta + (\theta + \phi h_{t+1}) a_t). \quad (23)$$

ただし、 $a_{t+1} \equiv A_{t+1}/\bar{A}_{t+1}$ は当該国の生産性のフロンティアからの乖離の程度を表す。 a_{t+1} が小さいほど、経済がフロンティアから離れていることを意味する。当該国の技術水準がテクノロジー・フロンティアから乖離しているとき、すなわち、 a_t が小さい場合、生産性を最大化するには模倣に依存せざるを得ないことになる。一方、フロンティアに近い国は、技術革新に力を入れることで得るものが大きいといえることができる。この定式化は Acemoglu et al.(2006) に類似している。ただし、Acemoglu et al.(2006) においては技術革新に影響を及ぼす経営者のスキルは、経営者にとっては外生的のものであるとしている。また、Acemoglu et al.(2006) では、経験による学習の効果は考慮されていない。

3 研究契約と経済主体の行動

本稿においては、新技術は中間財の生産に用いられてはじめて利益をもたらすものとする。この場合、研究ユニットが技術を用いて財を生産することができないため、中間財企業の所有者である企業家だけが新技術から直接利益を得ることになる。また、第 t 世代の企業家が t 期において契約形態を決定することと、イノベーションの成果を用いる段階で中間財企業の利潤の分配に関して再交渉が可能であることを想定する。企業家の投資と研究ユニットに属する研究者の人的資本水準は観察可能であるが、事前に具体的に契約しておくことは不可能である。したがって、事前の契約においては、研究ユニットと企業家は研究成果の所有権の配分のみについて決めることになる。具体的には、研究契約を以下の 2 つのタイプに分類する。

- (1) 企業所有権契約：技術開発に成功した場合、企業がその技術の所有権を持つ。
- (2) 研究ユニット所有権契約：技術開発に成功した場合、研究ユニットがその技術の所有権を持つ。

研究成果を事前に特定できないため、契約のあり方が企業家と研究者の投資インセンティブを左右し、その結果、研究開発の成果に影響を及ぼすことになる。本節の以下の部分では、上記の 2 つの研究契約のもとで、企業家と研究者の行動を分析する。

3.1 企業所有権契約

企業が所有権を保有する場合、イノベーションが成功したとき、企業がすべての利潤を獲得し、研究ユニットの取り分は 0 となる。第 t 世代の企業家は研究者の人的資本水準 he_t を所与として、 s_{t+1}

¹⁰ここでの計算には、 $\bar{A}_{t+1} = (1+g)\bar{A}_t$ という仮定が用いられている。

を選択し、利得 $V_t^E = \frac{\delta A_{t+1}L - K_{t+1}(s_{t+1})}{1+r}$ を最大化しようとする。(21) 式, (22) 式および $h_{t+1} = he_t$ をこの利得の式に代入すると、次式が得られる¹¹。

$$V_t^{E,0} = \frac{1}{1+r} [\delta L s_{t+1} (\eta + (\theta + \phi he_t) a_t) \bar{A}_t - K_{t+1}(s_{t+1})]. \quad (24)$$

明らかに、仮定 2 と仮定 3 のもとで、企業にとって最適な投資規模は次のようになる¹²。

$$s_{t+1}^0 = 1. \quad (25)$$

一方、研究ユニットの中間財企業の利潤からの取り分はゼロであるため、研究者には教育投資を行うインセンティブが全く存在しない。したがって、教育支出に関する決定は次のようになる。

$$e_t^0 = 0. \quad (26)$$

企業所有権契約のもとで、企業はファースト・ベストの水準の投資を行うが、研究者の人的資本投資は過小になる。Grossman and Hart(1986) で指摘されているように、関係特殊投資を行う場合、事前に完備契約を結ぶことができないため、投資水準が最適にならないというホールドアップ問題が生じる。

(25) 式と (26) 式を (24) 式に代入して計算することによって、企業所有権契約のもとでの企業の利得が次のように得られる。

$$V_t^{E,0} = \frac{1}{1+r} [\delta L (\eta + \theta a_t) - \mu \kappa] \bar{A}_t. \quad (27)$$

3.2 研究ユニット所有権契約

研究ユニットが所有権を有する場合、イノベーションが成功しても、新技術を利用できないため、技術開発から利益を得ることはない。したがって、研究ユニットが企業とライセンス料を決める再交渉を行うことになる。ここでは、2つの経済主体が対等な交渉力を持つと仮定することにする。経済主体がナッシュ交渉を行うとすれば、ライセンス料は中間財企業の事後的利潤の 1/2 となる¹³。すなわち、

$$\frac{1}{2} \delta L s_{t+1} (\eta + (\theta + \phi he_t) a_t) \bar{A}_t. \quad (28)$$

¹¹ 本稿を通じて、上付き添字の 0 は企業に所有権があるケースを示している。

¹² (24) 式より、 $V_t^{E,0}(s_{t+1} = 1, a_t) - V_t^{E,0}(s_{t+1} = \sigma, a_t) = \frac{1}{1+r} [(1 - \sigma) \delta L (\eta + (\theta + \phi he_t) a_t) - (1 - \lambda) \mu \kappa] \bar{A}_t$ は a_t が増加すると単調に増加することがわかる。したがって、 $V_t^{E,0}(s_{t+1} = 1, a_t = 0) > V_t^{E,0}(s_{t+1} = \sigma, a_t = 0)$ が成立すれば、任意の $a_t (a_t \in [0, 1])$ に対して、 $V_t^{E,0}(s_{t+1} = 1) > V_t^{E,0}(s_{t+1} = \sigma)$ となる。仮定 3 のもとで、 $V_t^{E,0}(s_{t+1} = 1, a_t = 0) = \frac{1}{1+r} [\delta L (\eta + (\theta + \phi he_t)) - \mu \kappa] \bar{A}_t > 0$ が成り立つ。さらに、仮定 2 により、 $V_t^{E,0}(s_{t+1} = 1, a_t = 0) > \sigma \cdot \frac{1}{1+r} [\delta L (\eta + (\theta + \phi he_t) a_t) - \mu \kappa] \bar{A}_t > \frac{1}{1+r} [\delta L \sigma (\eta + (\theta + \phi he_t) a_t) - \mu \lambda \kappa] \bar{A}_t = V_t^{E,0}(s_{t+1} = \sigma, a_t = 0)$ が成立する。したがって、企業家の最適な投資規模は $s_{t+1} = 1$ である。

¹³ 企業家の中間財企業の利潤からの取り分を π_{t+1}^E 、研究者の中間財企業の利潤からの取り分を π_{t+1}^R で表すと、このナッシュ交渉問題は次のように表される。

$$\begin{aligned} & \text{maximize } \pi_{t+1}^E \cdot \pi_{t+1}^R \\ & \text{subject to } \pi_{t+1}^E + \pi_{t+1}^R = \pi_{t+1}. \end{aligned}$$

企業家は e_t を所与として、次の利得を最大化するように s_{t+1} を決定する¹⁴。

$$V_t^{E,1} = \frac{1}{1+r} \left[\frac{1}{2} \delta L s_{t+1} (\eta + (\theta + \phi h e_t) a_t) \bar{A}_t - K_{t+1}(s_{t+1}) \right]. \quad (29)$$

仮定 2 と仮定 3 により、企業家によって選択されるプロジェクト規模は次のようになる¹⁵。

$$s_{t+1}^1 = 1. \quad (30)$$

また、 s_{t+1} を所与として、研究者は次の利得を最大化するように e_t を選択しようとする。

$$V_t^{R,1} = \frac{1}{2(1+r)} \delta L s_{t+1} (\eta + (\theta + \phi h e_t) a_t) \bar{A}_t - E_t(e_t). \quad (31)$$

そのとき、仮定 3 のもとで、最適な教育支出が次のように得られる。

$$e_t^1 = 1. \quad (32)$$

企業家所有権契約とは対照的となり、研究ユニット所有権契約のもとで、不完備契約によるホールド・アップ問題は発生していない。仮定 3 のもとで、他の条件が所与であるとき、企業家にとって、規模の小さいプロジェクトと比較して規模の大きいプロジェクトに投資したほうが獲得する利得は大きい。したがって、研究者が所有権を保持するケースにおいても、企業家は規模の大きいプロジェクトに投資を行う。 $0 < \lambda < \sigma < 1$ の場合には、企業の投資は過小となる可能性がある¹⁶。

(30) 式と (32) 式の結果を用いると、均衡における企業家の利得が次のように求められる。

$$V_t^{E,1} = \frac{1}{1+r} \left[\frac{1}{2} \delta L (\eta + (\theta + \phi h) a_t) - \kappa \right] \bar{A}_t. \quad (33)$$

4 均衡分析

4.1 均衡における所有権契約の決定

第 t 世代の企業家はフロンティアからの乖離の程度を所与として、企業所有権契約のもとの利得と、研究ユニット所有権契約のもとの利得を比較して、所有権契約パターンを選択する。以下では、ここで、 π_{t+1} は中間財企業の利潤である。(21) 式と (22) 式を (6) 式に代入して整理することにより、 $\pi_{t+1} = \delta L s_{t+1} (\eta + (\theta + \phi h e_t) a_t) \bar{A}_t$ が得られる。上記の問題を解くと、次の解が求められる。

$$\begin{aligned} \pi_{t+1}^E &= \frac{1}{2} \delta L s_{t+1} (\eta + (\theta + \phi h e_t) a_t) \bar{A}_t, \\ \pi_{t+1}^R &= \frac{1}{2} \delta L s_{t+1} (\eta + (\theta + \phi h e_t) a_t) \bar{A}_t. \end{aligned}$$

¹⁴本稿を通じて、上付き添字の 1 は研究ユニットに所有権があるケースを示している。

¹⁵証明は (25) 式の証明と同様である。

¹⁶(29) 式より、 $V_t^{E,1}(s_{t+1} = 1, a_t) - V_t^{E,1}(s_{t+1} = \sigma, a_t) = \frac{1}{1+r} \left[\frac{1}{2} (1 - \sigma) \delta L (\eta + (\theta + \phi h e_t) a_t) - (1 - \lambda) \mu \kappa \right] \bar{A}_t$ は a_t が増加すると単調に増加することがわかる。したがって、 $V_t^{E,1}(s_{t+1} = 1, a_t = 0) > V_t^{E,1}(s_{t+1} = \sigma, a_t = 0)$ が成立すれば、任意の $a_t (a_t \in [0, 1])$ に対して、 $V_t^{E,1}(s_{t+1} = 1) > V_t^{E,1}(s_{t+1} = \sigma)$ となる。同様に、 $V_t^{E,1}(s_{t+1} = 1, a_t = 0) < V_t^{E,1}(s_{t+1} = \sigma, a_t = 0)$ が成立すれば、任意の $a_t (a_t \in [0, 1])$ に対して、 $V_t^{E,1}(s_{t+1} = 1) < V_t^{E,1}(s_{t+1} = \sigma)$ となる。しかしながら、 $0 < \lambda < \sigma < 1$ の場合、 $V_t^{E,1}(s_{t+1} = 1, a_t = 0) < V_t^{E,1}(s_{t+1} = \sigma, a_t = 0)$ と $V_t^{E,1}(s_{t+1} = 1, a_t = 0) > V_t^{E,1}(s_{t+1} = \sigma, a_t = 0)$ とすることができ。したがって、企業家の最適な投資規模は $s_{t+1} = \sigma$ となる可能性がある。

均衡において決定される所有権契約がフロンティアからの乖離の程度 a_t との関係を見ていくことにする。そのために、まず、 $a_t = 0$ のときの2つの所有権契約のもとでの企業家の利得を比較する。 $a_t = 0$ を (27) 式と (33) 式に代入すると、次式が得られる。

$$\begin{aligned} V_t^{E,0}(a_t = 0) &= \frac{1}{1+r}(\delta L\eta - \mu\kappa)\bar{A}_t, \\ V_t^{E,1}(a_t = 0) &= \frac{1}{1+r}\left(\frac{1}{2}\delta L\eta - \kappa\right)\bar{A}_t. \end{aligned} \quad (34)$$

仮定 1 により、 $V_t^{E,0}(a_t = 0) > V_t^{E,1}(a_t = 0)$ ということが確認できる。また、 $V_t^{E,0}$ と $V_t^{E,1}$ を a_t に関して微分すると、次式が得られる。

$$\begin{aligned} \frac{dV_t^{E,0}}{da_t} &= \frac{1}{1+r}\delta L\theta, \\ \frac{dV_t^{E,1}}{da_t} &= \frac{1}{2(1+r)}\delta L(\theta + \phi h). \end{aligned} \quad (35)$$

仮定 4 により、 $\frac{dV_t^{E,1}}{da_t} > \frac{dV_t^{E,0}}{da_t}$ が成立する。当該国がテクノロジー・フロンティアから乖離している場合、企業所有権契約のもとでの利得が大きい。テクノロジー・フロンティアから遠いほど、イノベーションと比較して模倣から得るものが大きいため、研究ユニットとの利潤配分を避けたほうが利得は多くなる。また、テクノロジー・フロンティアから近いほど、イノベーションが重要になるため、外部の研究ユニットに研究開発を委託する(研究ユニットが所有権を有する)ほうが利得は多くなる。 a_t が大きくなるにつれて、中間財企業の利潤が増加すると同時に、研究ユニットに配分されるものも多くなる。一方、フロンティアから近いほど、イノベーションが重要となり、研究成果に対する所有権を研究ユニットに譲渡することによって、イノベーションの成功確率が高くなる。仮定 2 によって後者の効果が前者より大きいということが保証されているため、研究ユニット所有権契約のもとでの利得のほうが大きくなる。

したがって、 $V_t^{E,0} = V_t^{E,1}$ により、所有権契約のパターンが変化する臨界値 a_r は次のように求められる。

$$a_r = \frac{\eta + 2(1-\mu)\kappa/\delta L}{\phi h - \theta}. \quad (36)$$

$a_t < a_r$ のとき、企業は企業所有権契約を選択するのに対して、 $a_t \geq a_r$ のとき、研究ユニット所有権契約を選択する。また、この臨界値 a_r は η 、 θ 、 δ の増加とともに増加し、 ϕ の増加につれて減少する。具体的に、経済が模倣から得るものが大きい(η が大きい)ほど、また経験による学習効果が大きい(θ が大きい)ほど、企業は研究ユニットとの利潤配分を避け、企業所有権契約を選択しようとする。一方、イノベーションの成功確率が高い(ϕ が大きい)ほど、イノベーションに力を入れることで多くの利潤を獲得できるため、企業は早い段階で研究ユニット所有権パターンに移行することになる。

以上の結果を命題にまとめる。

命題 1： 仮定 1~4 のもとで、所与とした a_t に対して、唯一の均衡が存在する。また、 $a_t < a_r$ の場合、企業は企業所有権契約を選択する。 $a_t \geq a_r$ の場合、企業は研究ユニット所有権契約を選択する。

4.2 動学均衡

この項では、研究開発の成果に対する所有権契約のパターンが経済成長に与える効果を分析する。 $a_t < a_r$ とき、企業が所有権を保有する契約パターンが選択され、 $a_t \geq a_r$ のとき、研究ユニットが所有権を保有する契約パターンが選択される。したがって、(25) 式と (26) 式、(30) 式と (32) 式を (23) 式に代入すると、動学均衡の状況が次のように表される。

$$a_{t+1} = \begin{cases} \frac{1}{1+g} (\eta + \theta a_t) & (\text{企業所有権契約}), \\ \frac{1}{1+g} (\eta + (\theta + \phi h) a_t) & (\text{研究ユニット所有権契約}). \end{cases} \quad (37)$$

(37) 式から明らかなように、すべての時点において、研究ユニット所有権契約のもとでの成長率が大きいといえることができる。この結果は、先端部門や不確実性の高い部門に属する企業がその成長を活性化するために、所有権を分散することを奨励すべきであることを意味している。このことは Hellman(1998), Kaplan and Stromberg(2003) などの実証研究でも明らかにされている。Kaplan and Stromberg(2003) はアメリカのベンチャー・ビジネスの契約状況を対象にした実証分析を行い、資金調達権や決定権などのコントロール権を切り離すことが重要であることを示している。

また、研究ユニット所有権契約のもとで経済がフロンティアに収束するとしよう。そのとき、(37) 式の研究ユニット所有権契約のもとで動学均衡式に $a_{t+1} = a_t = 1$ を代入すると、フロンティアにある経済の成長率が次のように求められる。

$$g = \eta + \theta + \phi h - 1. \quad (38)$$

一方、(37) 式の企業所有権契約のもとでの動学均衡式に $a_{t+1} = a_t$ を代入すると、企業所有権が選択される場合の均衡におけるフロンティアからの乖離の程度 a_{trap} が次のように求められる。

$$a_{trap} = \frac{\eta}{1 + g - \theta}. \quad (39)$$

(38) 式より、 $a_{trap} < 1$ が明らかである。したがって、企業所有権契約のもとで、経済は $a_{t+1} = \frac{1}{1+g} (\eta + \theta a_t)$ にしたがって、 a_{trap} に向かって収束する。図 1 では、動学均衡の状況が図示されている。

図 1 から明らかなように、企業所有権のもとで、経済はフロンティアに辿り着くことは不可能となる。したがって、経済をフロンティアに導くために、 a_{trap} 前の時点で、企業所有権契約パターンから研究ユニット契約パターンに移行しなければならない。ところで、 $a_r \geq (<) a_{trap}$ を成立させるために、どのような条件が必要であろうか。(39) 式から、 a_{trap} は δ , μ に依存していないことがわかる。それに対して、 a_r は δ , μ が増加すると上昇する。したがって、 δ , μ が充分小さい場合、 $a_r < a_{trap}$ が成立する可能性が高いといえることができる。また、大きい δ , μ をとることによって、 $a_r > a_{trap}$ とすることができる。

以上により、初期時点の経済状態を a_0 とすると、仮定 1~4 のもとで次の命題が得られる (図 2, 図 3, 図 4 は命題 2 で得られた 3 つの経済成長パターンを示している)。

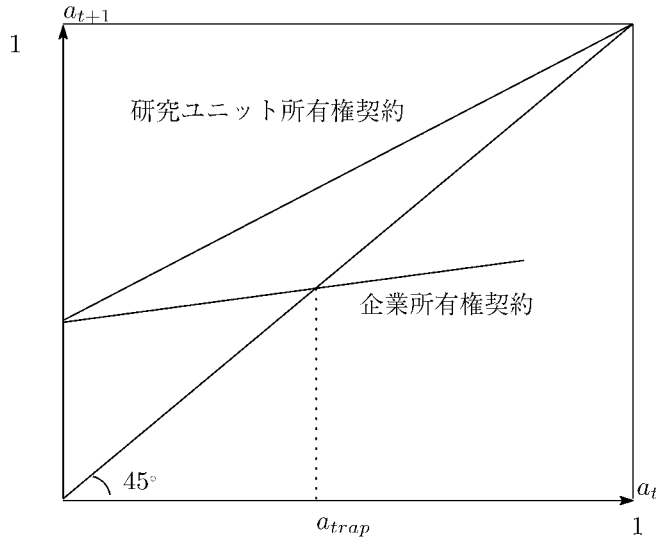


図 1 所有権契約パターンと技術収束

命題 2 :

- (1) $a_0 < a_r$, $a_{trap} < a_r$ であるならば、経済が企業所有権契約のもとで成長しつつ、テクノロジー・フロンティアに辿り着くことはなく、 $a = a_{trap}$ に収束する。
- (2) $a_0 < a_r$, $a_{trap} > a_r$ であるならば、企業は最初の段階で企業所有権契約を選択し、 $a = a_r$ となる時点に研究ユニット所有権契約のパターンに移行し、経済は最終的にテクノロジー・フロンティアに収束する。
- (3) $a_0 > a_r$ であるならば、経済は研究ユニット所有権契約のもとで、テクノロジー・フロンティアに収束する。

以上から明かなように、企業が研究ユニット所有権契約を選択しない理由は、研究ユニット契約のもとでの投資コストが比較的に高い (μ が小さい場合) からである。したがって、研究ユニットが研究成果に対する所有権を有するケースにおいて、政府が企業に補助金を与えることで、経済をテクノロジー・フロンティアに導くことができると考えられる。研究ユニットが所有権を所有する場合、政府が τ の率で企業の投資に補助するとしよう。この時、研究ユニット所有権ケースにおける企業の利得は次のように表される。

$$V_t^{E,1}(\tau) = \frac{1}{1+r} \left[\frac{1}{2} \delta L \sigma (\eta + (\theta + \phi h) a_t) - (1 - \tau) \kappa \right] \bar{A}_t.$$

したがって、企業所有権契約から研究ユニット所有権契約に変化する臨界値は次のように書き直される。

$$\bar{a}_r(\tau) = \frac{\eta + (1 - \tau - 2\mu) \kappa / \delta L}{\phi h - \theta}. \quad (40)$$

$\bar{a}_r(\tau) = a_{trap}$ を成立させるような τ を τ^* とすると、 τ^* より大きい率で企業の投資に補助すれば、図 2 で示されたような経済が a_{trap} に落ち着く前に研究ユニット所有権契約に転換し、最終的にテクノ

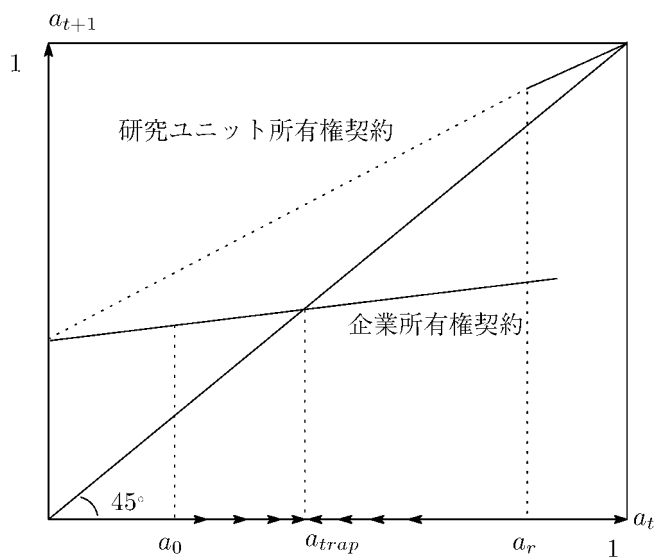


図 2 a_{trap} に収束する経済成長パターン

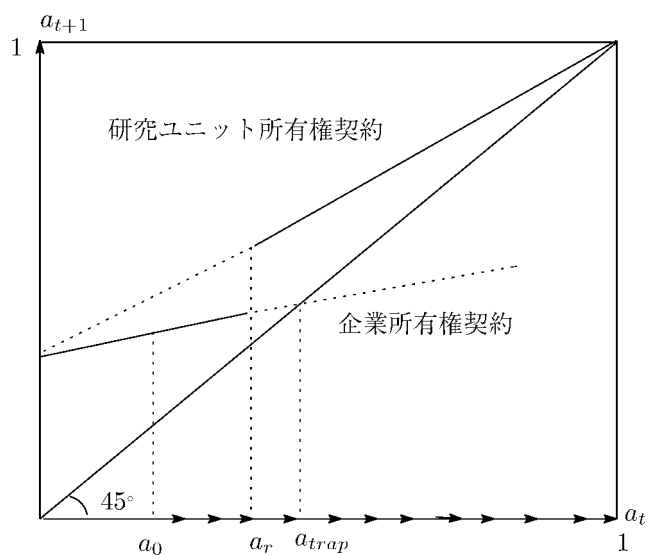


図 3 フロンティアに収束する経済成長パターン I

ロジー・フロンティアに収束できることになる。ただし、補助金の財源を所得税で充当することができるが、Acemoglu et al.(2006)で指摘されているように、企業がその補助金をプロジェクト投資に用いるかどうかについては観察不可能であるということは留意すべきである。

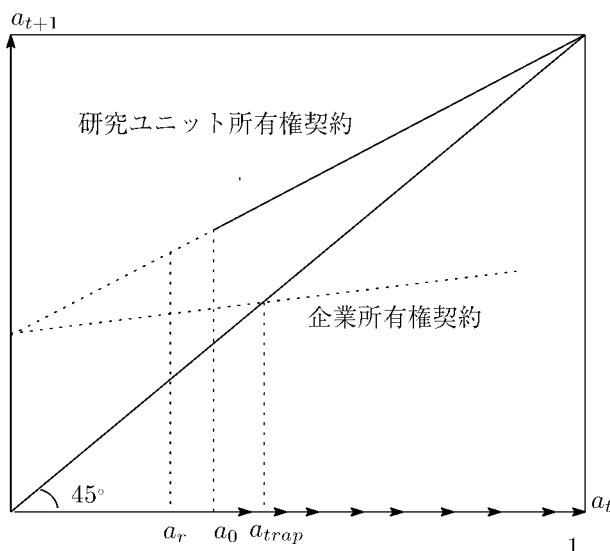


図 4 フロンティアに収束する経済成長パターン II

5 おわりに

本稿では、イノベーションを促進させるうえで望ましい研究成果の所有権の配分状況がどのようなになっているか、また、その所有権に関する契約形態がイノベーションと経済成長にどのような影響を与えるかについて分析した。分析にあたって、当該国の生産性の向上が最先端テクノロジーの模倣と、当該国の既存テクノロジーの革新の両方に依存しているような内生的成長モデルに、所有権アプローチを取り入れた。

分析の結果、フロンティアから乖離している場合には、企業所有権契約が選択されるのに対して、フロンティアに近い場合には研究ユニット所有権契約が選択されることと、経済成長にとって研究ユニット所有権契約が望ましいことが示された。研究開発の成果が事前に具体的に特定できないため、所有権契約の形態は経済主体のインセンティブへの影響を通じて研究開発の効率性に影響を及ぼすことになる。さらに、テクノロジー・フロンティアからの乖離の程度によって、テクノロジーの模倣と技術革新から得られるものが異なるため、企業にとって望ましい所有権契約の形態は一意に決まるわけではない。しかし、研究ユニット所有権契約のもとでは、企業家と研究者の投資が最適水準になるため、経済成長を促進させるうえで研究ユニットが研究開発に対する所有権を保有することが望ましい。このことは、事前の契約不完備性を前提にすれば、長期の視点から研究成果に関する所有権を適切に事前配分しなければ効率性が低下すると示している。

また、本稿では、(投資コストと市場の競争程度などを表す)パラメータの条件によってテクノロジー・フロンティアに収束する・しないという2つの経済成長パターンが存在することが明らかにされた。さらに、政府が適当な市場競争の制度を設定することと、研究ユニットのもとで企業の投資への補助政策を実施することで、企業家に企業所有権契約を研究ユニット所有権契約にスムーズに移行

させ、経済をフロンティアに収束するような成長パターンに導くことができるという帰結が得られた。

以上のような、長期的な観点から得られた、(開発された技術に対する) 所有権の制度設計と経済成長との相互依存性に関する結論は発展途上国にとって制度・政策を決める際、重要な意味を持つであろう。今後の課題としては、次の点があげられる。本稿では、事前的契約においては研究成果の所有権配分のみが定められると仮定しているため、所有権の配分を決めると、経済主体が技術開発から得る利潤は確定する。特に、企業が所有権を持つ場合、研究ユニットが得る利潤はゼロとなり、当然努力するインセンティブは存在しない。そこで、研究ユニットに投資インセンティブを与えるような条項を企業所有権契約に組み入れて分析する必要がある。また、理論モデルの帰結の有意性を評価するためにデータを収集し、実証分析に取り組むことも今後の課題である。

補論 1 : (3) 式の導出

$\{\hat{L}_t, \hat{x}(\nu)\} (\nu \in [0, 1])$ が (2) 式で表される利潤を最大にしているものであれば、次の最小化問題の解になるということができる。

$$\begin{aligned} & \text{minimize } w_t L_t + \int_0^1 p_t(\nu) x_t(\nu) d\nu \\ & \text{subject to } \hat{D}_t = \frac{1}{\alpha} \hat{L}_t^{1-\alpha} \int_0^1 (A_t(\nu))^{1-\alpha} (x_t(\nu))^\alpha d\nu. \end{aligned} \quad (41)$$

ここで、 $\hat{D}_t \equiv \frac{1}{\alpha} \hat{L}_t^{1-\alpha} \left(\int_0^1 (A_t(\nu))^{1-\alpha} \hat{x}_t(\nu)^\alpha d\nu \right)$ 。まず、 L_t を $\hat{L}_t$ に固定して、変分法を用いて、この問題を解くことにしよう。ある $\zeta \in R$ に対して、関数を次のように定義する。

$$J = w_t \hat{L}_t + \int_0^1 p_t(\nu) x_t(\nu) d\nu - \zeta \left[\frac{1}{\alpha} \hat{L}_t^{1-\alpha} \int_0^1 (A_t(\nu))^{1-\alpha} (x_t(\nu))^\alpha d\nu - \hat{D}_t \right].$$

この問題のオイラー方程式により、次式が得られる。

$$p_t(\nu) = \zeta \hat{L}_t^{1-\alpha} (A_t(\nu))^{1-\alpha} (\hat{x}_t(\nu))^{\alpha-1}. \quad (42)$$

(42) 式を $\hat{x}_t$ について解くと、 $\hat{x}_t(\nu) = \zeta^{\frac{1}{1-\alpha}} \hat{L}_t A_t(\nu) (p_t(\nu))^{\frac{1}{\alpha-1}}$ のように求められるため、これを (41) 式の制約条件式に代入して整理することにより、次の式が得られる。

$$\hat{D}_t = \frac{1}{\alpha} \hat{L}_t \zeta^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \int_0^1 A_t(\nu) (p_t(\nu))^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} d\nu. \quad (43)$$

さらに、(42) 式と (43) 式から、 ζ を消去すると、 $\hat{D}_t$ は次のように表される。

$$\hat{D}_t = \frac{1}{\alpha} \hat{L}_t^{1-\alpha} (A_t(\nu))^{-\alpha} (p_t(\nu))^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} (\hat{x}_t(\nu))^\alpha \int_0^1 A_t(\nu) (p_t(\nu))^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} d\nu. \quad (44)$$

次に、 $x_t(\nu)$ を $\hat{x}_t(\nu)$ に固定して、最終財企業の労働に対する需要を検討する。(2) 式の利潤最大化問題の 1 階条件により、 $w_t = \frac{1-\alpha}{\alpha} \hat{L}_t^{-\alpha} \int_0^1 (A_t(\nu))^{1-\alpha} (\hat{x}_t(\nu))^\alpha d\nu$ が得られる。したがって、総生産量のうち労働所得は次のようになる。

$$w_t \hat{L}_t = \frac{1-\alpha}{\alpha} \hat{L}_t^{1-\alpha} \int_0^1 (A_t(\nu))^{1-\alpha} (\hat{x}_t(\nu))^\alpha d\nu = (1-\alpha) \hat{D}_t. \quad (45)$$

最終財市場は完全競争的であるため、均衡において最終財企業の利潤はゼロになっている。したがって、次式が成立する。

$$\pi_t^y = \hat{D}_t - w_t \hat{L}_t - \int_0^1 p_t(\nu) \hat{x}_t(\nu) d\nu = 0. \quad (46)$$

(44) 式と (45) 式を (46) 式に代入すると、次式が得られる。

$$\hat{L}_t^{1-\alpha} (A_t(\nu))^{-\alpha} (p_t(\nu))^{\frac{-\alpha}{\alpha-1}} (\hat{x}_t(\nu))^\alpha \int_0^1 A_t(\nu) (p_t(\nu))^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} d\nu = \int_0^1 p_t(\nu) \hat{x}_t(\nu) d\nu. \quad (47)$$

(47) 式を $p_t(\nu)$ について解くと、最終財企業の間接財 $\nu \in [0, 1]$ に対する逆需要関数は次のように求められる。

$$p_t(\nu) = \left(\frac{A_t(\nu) L_t}{x_t(\nu)} \right)^{1-\alpha}. \quad (48)$$

これで、(3) 式が導出されることになる。

補論 2： 仮定 3 が成立するための条件の導出

まず、第 t 世代の家計主体の若年期の労働賃金がプロジェクト投資の現在価値、あるいは教育支出より大きいという仮定を成立させるための条件を確認する。経済の初期状態を $a_0 (a_0 > 0)$ で表し、所与とする。(10) 式と (12) 式により、次式が成立する。

$$C_t^E = I_t^E - \frac{K_{t+1}}{1+r} \geq 0. \quad (49)$$

ここで、第 t 世代の企業家の若年期の労働賃金 $\frac{w_t L}{2}$ は所得 I_t^E となる。(8) 式と (15) 式の $s_{t+1} = 1$ のときの投資コスト式を (49) 式に代入して整理することにより、次の関係式が得られる。

$$L \geq \frac{\kappa}{1+r} \cdot (1-\alpha)^{-1} \alpha \chi^{[-\alpha/(1-\alpha)]} a_t^{-1}. \quad (50)$$

(50) 式の右辺は a_t が増加すると減少するため、任意の a_t ($a_t \in [a_0, 1]$) に対して、(50) 式を成立させるための十分条件は次のようになる。

$$L \geq \frac{\kappa}{1+r} \cdot (1-\alpha)^{-1} \alpha \chi^{[-\alpha/(1-\alpha)]} a_0^{-1} \equiv L_1. \quad (51)$$

同様に、 $C_t^R \geq 0$ 、 $S_t^R \geq 0$ であるため、(17) 式により、次式が成り立つ。

$$I_t^R - E_t = \frac{w_t L}{2} - \beta e_t \bar{A}_t \geq 0. \quad (52)$$

ここで、 $E_t = \beta e_t \bar{A}_t$ (e_t は 0 と 1 の値をとる)。(8) 式を (52) 式に代入すると、次式が得られる。

$$L \geq \beta \kappa (1-\alpha)^{-1} \alpha \chi^{[-\alpha/(1-\alpha)]} a_t^{-1}. \quad (53)$$

(53) 式の右辺は a_t が増加すると減少するため、任意の a_t ($a_t \in [a_0, 1]$) に対して、(53) 式を成立させるための十分条件は次のようになる。

$$L \geq \beta\kappa(1-\alpha)^{-1}\alpha\chi^{[-\alpha/(1-\alpha)]}a_0^{-1} \equiv L_2. \quad (54)$$

次に、第 t 世代の家計の中間財企業の利潤からの取り分がゼロではない場合、投資を行う条件を確認する。中間財企業の利潤を π_{t+1} とすると、企業家の取り分は $\epsilon\pi_{t+1}$ で、研究者の取り分は $(1-\epsilon)\pi_{t+1}$ で表すことができる。ここで、 $\epsilon \in (0, 1)$ とする。 $s_{t+1} = 1$ の時、次式が成立しなければならない。

$$\epsilon\pi_{t+1} - \frac{1}{1+r}K_{t+1}(s_{t+1}) = \epsilon\frac{1}{1+r}\delta L[\eta + (\theta + \phi he_t)a_t]\bar{A}_t - \frac{\kappa\bar{A}_t}{1+r} \geq 0. \quad (55)$$

$\epsilon\frac{1}{1+r}\delta L[\eta + (\theta + \phi he_t)a_t]\bar{A}_t - \frac{\kappa\bar{A}_t}{1+r}$ は a_t が増加すると上昇するため、任意の a_t ($a_t \in [a_0, 1]$) に対して、(55) 式を成立させるための十分条件は次のようになる。

$$L \geq \frac{\kappa}{\epsilon\delta\eta} \equiv L_3. \quad (56)$$

また、 $s_{t+1} = \sigma$ のとき、次の関係が成り立つ場合、企業家はプロジェクト投資を行う。

$$\epsilon\pi_{t+1} - \frac{1}{1+r}K_{t+1}(s_{t+1}) = \epsilon\frac{1}{1+r}\delta L\sigma[\eta + (\theta + \phi he_t)a_t]\bar{A}_t - \frac{\lambda\kappa\bar{A}_t}{1+r} \geq 0. \quad (57)$$

したがって、任意の a_t ($a_t \in [a_0, 1]$) に対して、(57) 式を成立させるための十分条件は次のようになる。

$$L \geq \frac{\lambda\kappa}{\epsilon\delta\sigma\eta} \equiv L_4. \quad (58)$$

仮定 2 により、 $L_3 < L_4$ が得られる。

一方、他の条件を所与として、 $s_{t+1} = 1$ の場合と比較して、研究者にとって $s_{t+1} = \sigma$ の場合のほうの中間財企業の利潤からの取り分が小さい。したがって、 $s_{t+1} = \sigma$ のとき、研究者が教育支出を行う条件だけについて検証すればよい。次の関係が成り立つ場合、研究者は教育支出をしようとすることになる。

$$\frac{1}{1+r}(1-\epsilon)\pi_{t+1} - E_t(s_{t+1}) = (1-\epsilon)\frac{1}{1+r}\delta L\sigma[\eta + (\theta + \phi h)a_t]\bar{A}_t - \beta\kappa\bar{A}_t \geq 0. \quad (59)$$

$(1-\epsilon)\frac{1}{1+r}\delta L\sigma[\eta + (\theta + \phi h)a_t]\bar{A}_t - \beta\kappa\bar{A}_t$ は a_t が増加すると上昇するため、任意の a_t ($a_t \in [a_0, 1]$) に対して、(59) 式を成立させるための十分条件は次のようになる。

$$L \geq \frac{\beta\kappa(1+r)}{(1-\epsilon)\delta\sigma\eta} \equiv L_5. \quad (60)$$

以上により、 $L \geq \max\{L_1, L_2, L_3, L_5\}$ が成立すれば、仮定 3 が保証されることになる。

参考文献

- [1] Acemoglu, D., P. Aghion and F. Zilibotti (2006), “Distance to Frontier, Selection, and Economic Growth,” *Journal of the European Economic Association*, Vol.4(1), 37-74.

- [2] Aghion, P. and P. Bolton (1992), “An Incomplete Contracts Approach to Financial Contracting,” *Review of Economic Studies*, Vol.59, 473-494.
- [3] Aghion, P. and P. Howitt (1992), “A Model of Growth through Creative Destruction,” *Econometrica*, Vol.60, 323-351.
- [4] Aghion, P. and P. Howitt (1998), *Endogenous Growth Theory*, MIT Press, 1998.
- [5] Aghion, P. and P. Tirole (1994), “The Management of Innovation,” *Quarterly Journal of Economics*, Vol.109, 1185-1209.
- [6] Barro, R. J. and X. Sala-i-Martin (1997), “Technological Diffusion, Convergence, and Growth,” *Journal of Economic Growth*, Vol.2, 1-26.
- [7] Barro, R. J. and X. Sala-i-Martin (2004), *Economic Growth*, MIT Press. (大住圭介訳『内生的経済成長論 (I),(II)』九州大学出版会, 2006.)
- [8] Gerschenkron, A. (1962), *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Harvard University Press.
- [9] Grossman, G. M. and E. Helpman (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press. (大住圭介監訳『イノベーションと内生的経済成長—グローバル経済における理論分析』創文社, 1998.)
- [10] Grossman, S. and O. Hart (1986), “The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration,” *Journal of Political Economy*, Vol.94, 691-719.
- [11] Hart, O. and J. Moore (1990), “Property Rights and the Nature of Firm,” *Journal of Political Economy*, Vol.98, 1119-1158.
- [12] Hellman, T. (1998), “The Allocation of Control Rights in Venture Capital Contracts,” *Rand Journal of Economics*, Vol.29, 57-76.
- [13] Kaplan, S. and P. Stromberg (2003), “Financial Contracting Theory Meets the Real World: An Empirical Analysis of Venture Capital Contracts,” *Review of Economic Studies*, Vol.70, 281-316.
- [14] Lerner, J. and P. Merges (1998), “The Control of Technology Alliances: An Empirical Analysis of the Biotechnology Industry,” *The Journal of Industrial Economics*, Vol.46, 125-156.
- [15] Romer, P. (1990), “Endogenous Technological Change,” *Journal of Political Economy*, Vol.98(5), 71-102.

- [16] Vandenbussche, J., P. Aghion and C. Meghir (2006), “Economic Growth, Distance to Frontier and Composition of Human Capital ,” *Journal of Economic Growth*, Vol.11(2), 37-74.

大住 圭介〔九州大学大学院経済学研究院 教授〕

谷 晶紅〔九州大学大学院経済学府博士後期課程〕