

逐次的技術選択と Second-Mover Advantage

野 村 良 一

Sequential Technology Choice and Second-Mover Advantage

Ryoichi NOMURA

Abstract

This paper examines sequential technology choice under an existence of technology switching cost, and investigates whether the existence of technology switching cost brings second-mover advantage for technology choice. We construct the following two-period model: A first monopoly period consists of two stages. An incumbent chooses its production technology used in the monopoly period in the first stage, and enjoys monopoly profits in the second stage. A second duopoly period consists of three-stages. The incumbent determines whether it switches its technology chosen in the first period by paying the technology switching cost in the first stage. An entrant chooses its production technology after it observes incumbent's technology. Two firms compete *à la* Cournot in the third stage. We assume that there are two available technologies, called a large scale technology (with high fixed cost and low marginal cost) and a small scale technology (with low fixed cost and high marginal cost). Main conclusions are as follows: [I] suppose that technology switching cost is null. An incumbent, which is first-mover for technology choice, can earn more profit than an entrant in a (post-entry) duopoly market, and [ii] an existence of technology switching cost may bring second-mover advantage to the entrant, which means that the entrant can earn more profit than the incumbent in the duopoly market.

1 はじめに

産業全体の生産性の上昇の要因に関する見解として、新規参入企業の有する効率的な技術によるものと、既存企業による将来的な参入を考慮した技術開発によるものを挙げることができる。Van Biesebroeck (2002,2003) は、参入と技術選択という観点から、アメリカ自動車産業における既存企業と参入企業ごとのプラントレベルでの生産性の上昇を1963年から1996年の期間で比較している。この期間においてアメリカ自動車産業では、産業全体の生産性の上昇と新規参入が見られるが、Van Biesebroeck (2002,2003) は、生産性の上昇は、多くの場合、既存企業の新技术への切り替えによってもたらされていると指摘している。また、新技术の採用は、生産費用を引き下げる一方で、技術の切り替え費用 (*technology switching cost*¹⁾) がかかるため、そうした費用の存在は生産性上昇の阻害要因になり得るとも指摘している。

通常、既存企業は参入企業に先立って技術選択を行うことができると考えられる。したがって、限界費用の低い新技术の採用は、既存企業により多くの利潤をもたらすと考えられる (*first-mover advantage*)。一方で、*technology switching cost* を考慮すると、新規参入前後で異なる技術を採用することは、既存企業にとって必ずしもより多くの利益をもたらすとは限らず、技術選択に関しては後手である参入企業がより多くの利潤を得る状況が生じる可能性もある。本稿は、既存企業と参入企業による逐次的な技術選択が行われる状況において、*technology switching cost* の存在が既存企業と参入企業の技術選択および利潤にどのような影響を及ぼすのか、技術選択に関して追随者 (*follower*) である参入企業が既存企業よりも多くの利潤を獲得する状況 (*second-mover advantage*) が生じるのかを検討する。従来の諸研究において、*second-mover advantage* が生じる要因として、何らかの不確実性やスピルオーバー効果の存在が指摘されてきた。例えば、Hoppe (2000) は、技術的な不確実性のもとでの新技术を採用するタイミングを検討し、技術革新の採算性に関する不確実性と R&D 活動の不可逆性によって *second-mover advantage* がもたらされると指摘している²⁾。

企業の技術選択に関する研究は多岐にわたるが、代表的なものの1つとして Mills and Smith (1996) を挙げることができる。Mills and Smith (1996) は、技術選択 (費用削減的 R&D 投資) とクールノー競争からなる2段階ゲームを用いて、複占市場において事前に対称的な企業が、事後的には技術に関して非対称になり得ること、また、企業が異なる技術を用いる状況は厚生観点からは常に最適であることを示した。Elberfeld (2003) は、Mills and Smith (1996) を寡占モデルに拡張し、企業数が増えることによって、社

会的に過剰な R&D 投資（新技術の採用）が行われる傾向があること、また、3 企業以上が存在する場合には、異なる技術の採用が必ずしも社会的に最適とは限らないことを指摘した。これらの先行研究³⁾では、(i)市場構造は外生的である、(ii)各企業は技術選択を 1 度だけ行う、(iii)各企業の技術選択は同時に行われる、という 3 つの共通した想定がある。

こうした想定のもとでは、既存企業と参入企業による逐次的な技術選択や、既存企業による技術の切り替えを考察することはできない。このような問題意識から、Nomura and Okamura (2008) は、Mills and Smith (1996) モデルに基づいて逐次的な技術選択を考察している。ただし、Nomura and Okamura (2008) では、均衡における技術選択の社会的な望ましさは検討されているが、逐次的な技術選択および *technology switching cost* が先導企業と追随企業のどちらに有利に働くのかという観点からの考察は行われていない。本稿では、Nomura and Okamura (2008) に基づいて、次のような想定を置く。Mills and Smith (1996) モデルに新規参入を導入することで市場構造の変化を取り扱う。複数の技術が利用可能とし、既存企業は参入前後で異なる技術を選択することができる。また、参入企業は、既存企業の技術選択を所与として、技術選択を行う。このような想定のもと、以下の 2 期間モデルを構築する。第 1 期では、既存企業が技術選択を行った上で、独占利潤を享受する。第 2 期では、まず既存企業が、次いで参入企業が技術選択を行った上で、クールノー競争を行う。簡単化のために利用可能な技術は 2 種類とし、高い固定費用と低い限界費用からなる技術を *large scale technology* (技術 *L*)、低い固定費用と高い限界費用からなる技術を *small scale technology* (技術 *S*) と呼ぶ⁴⁾。また、既存企業は、第 1 期（独占）と第 2 期（複占）において異なる技術を用いる場合には、*technology switching cost* ε を支出しなければならない。

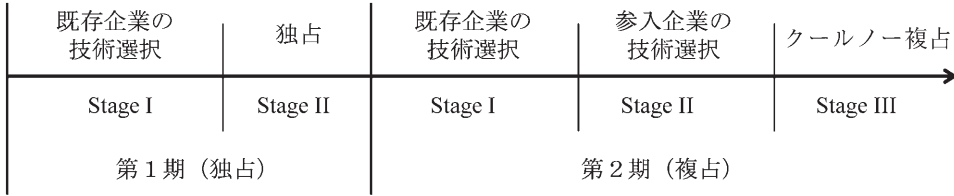
本稿の主要な結論は以下の通りである。(i) *technology switching cost* $\varepsilon=0$ のとき、技術選択に関して先手の既存企業は、複占市場において参入企業よりも多くの利潤を得る (*first-mover advantage*)。 (ii) 正の *technology switching cost* の存在は、技術選択に関して後手である参入企業に既存企業よりも多くの利潤をもたらさうる (*second-mover advantage*)。

本稿の次節以降の構成は以下の通りである。2 節でモデルを提示し、3 節で予備的考察を行う。4 節で結果を示し、5 節でまとめを行う。

2 モデル

既存独占企業（企業 1）と新規参入企業（企業 2）からなる産業を考える。各企業は、限界費用 c と固定費用 F の組み合わせ (c, F) で表現される技術を利用できる。簡単化の

図 1：ゲームの流れ



ために、large scale technology $(0, F)$ と small scale technology $(c, 0)$ の 2 種類の技術を想定し、それぞれを技術 L および技術 S と呼ぶ。

次のような 2 期間モデルを考える。第 1 期（独占）は 2 つのステージで構成される。既存独占企業は、第 1 ステージにおいて生産技術を選択し、第 2 ステージにおいて選択した技術を用いて生産を行い、独占利潤を享受する。第 2 期（複占）は 3 つのステージで構成される。第 1 ステージでは、既存独占企業が、利用する技術を切り替えるかを決定する。なお、第 1 期に利用した技術と異なる技術を選択する場合には、追加的な支出（technology switching cost ε ）を行う必要がある。第 2 ステージにおいて、新規参入企業が、既存企業の技術を観察したうえで、自身の生産技術を選択する。第 3 ステージで、両企業は、それぞれが選択した技術を用いてクールノー競争を行う。図 1 は、ゲームの流れをまとめたものである。

逆需要関数は $P^h = a - Q^h$ とする。ただし、 p^h は市場価格、 a は市場規模、 Q^h は総生産量、 h は第 h 期（ $h = \text{monopoly (M), duopoly (D)}$ ）を、それぞれ表している。また、簡単化のために $a/2 > c$ および $a = 1$ を仮定する。

3 予備的考察

本節では、後ろ向き帰納法を用いて上記のゲームを解き、均衡における企業の技術選択を求める⁵⁾。また、企業は将来の利潤を割り引かないと仮定する。

3.1 technology switching cost $\varepsilon = 0$ のケース

ここでは既存企業が第 1 期と第 2 期で技術を切り替える際に追加的な費用がかからない、すなわち technology switching cost $\varepsilon = 0$ のケースを検討する。この場合、既存企業は各期の利潤を最大にするような技術を各期ごとに選択すればよいので、第 2 期の技術選択は第 1 期に選択された技術に依存しなくなる。

第2期の複占市場における各企業 i ($i=1, 2$) の生産量 q_{ikk}^D および利潤 π_{ikk}^D は以下のよう求められる。ただし, kk ($kk=SS, LL, LS, SL$) は, 両企業の技術を表しており, 例えば, LS は, 既存企業 (企業1) が技術 L を, 参入企業 (企業2) が技術 S を用いる状況を示している。

$$\begin{aligned} q_{iss}^D &= \frac{1-c}{3}, \quad \pi_{iss}^D \frac{(1-c)^2}{9} \\ q_{iLL}^D &= \frac{1}{3}, \quad \pi_{iLL}^D \frac{1}{9} - F \\ q_{iLS}^D &= \frac{1+c}{3}, \quad \pi_{iLS}^D \frac{(1+c)^2}{9} - F \\ q_{iSL}^D &= \frac{1-2c}{3}, \quad \pi_{iSL}^D \frac{(1-2c)^2}{9} \end{aligned} \quad (1)$$

また, 第1期の独占企業が生産量 q_{ik}^M および利潤 π_{ik}^M は以下のように求められる。なお, k ($k=L, S$) は独占企業が選択する技術を表している。

$$\begin{aligned} q_{is}^M &= \frac{1-c}{2}, \quad \pi_{is}^M \frac{(1-c)^2}{4} \\ q_{iL}^M &= \frac{1}{2}, \quad \pi_{iL}^M \frac{1}{4} - F \end{aligned} \quad (2)$$

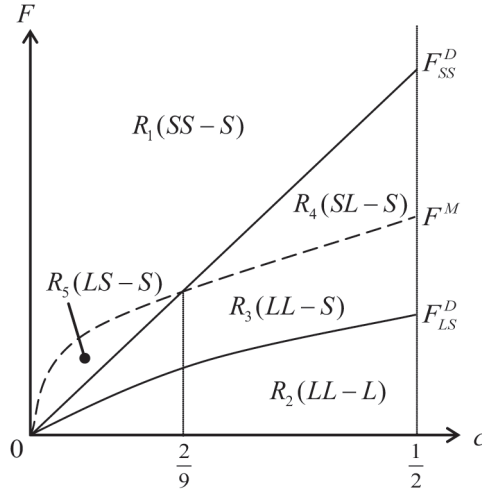
(1)式および(2)式より, 以下の補題を得る。

補題 1 (Nomura and Okamura (2008) Proposition 1) 既存企業は追加的な費用なし ($\varepsilon = 0$) に技術を切り替えられるとしよう。均衡における技術選択は次のようになる。
 (i) $F > F_{SS}^D \equiv 4c/9$ かつ $F > F^M \equiv c(2-c)/4$ のとき, 両企業とも技術 S を選択する ($SS-S$)。 (ii) $F < F_{LS}^D \equiv 4c(1-c)/9$ のとき, 両企業とも技術 L を選択する ($LL-L$)。 (iii) $F < F_{SS}^D \equiv 4c/9$ かつ $F < F^M \equiv c(2-c)/4$ のとき, 既存企業は技術 L を, 参入企業は技術 S を選択する ($LL-S$)。 (iv) $F_{SS}^D > F > F^M$ のとき, 既存企業は第1期に技術 S を, 第2期に技術 L を選択し, 参入企業は技術 S を選択する ($SL-S$)。 (v) $F^M > F > F_{SS}^D$ のとき, 既存企業は第1期に技術 L を, 第2期に技術 S を選択し, 参入企業は技術 S を選択する ($LS-S$)。

以上の結果は図2にまとめられる。

3.2 technology switching cost $\varepsilon > 0$ のケース

次に, 既存企業が第2期に第1期とは異なる技術を選択する際に追加的な費用が生じるケース ($\varepsilon > 0$) を考えよう。正の technology switching cost は, 参入企業の技術選択には

図2：均衡における技術選択 ($\varepsilon = 0$)

影響を及ぼさず, $\varepsilon=0$ のときに既存企業が技術を切り替える場合にのみ影響を及ぼしうる。したがって, 図2における領域 R_4 および R_5 について考察する。

領域 R_4 では, $\varepsilon=0$ の場合, 既存企業は独占市場では技術 S を採用し, 複占市場では技術 L に切り替えるのに対し, 参入企業は技術 S を選択する ($SL-S$)。この領域において, 正の technology switching cost の存在は, 既存企業に2期間を通じて同一の技術を採用させる効果を持ちうる。その場合, 既存企業は独占市場か複占市場のいずれかで適切でない技術 (*inadequate technology*) を採用することになる。ここで *inadequate technology* とは, 各市場単独で考えた場合に, 利潤最大化行動では選択されない技術を指している。したがって, 領域 R_4 において $\varepsilon>0$ の場合, 均衡における技術選択は $SL-S$ から $SS-L$ あるいは $LL-S$ に変化しうる⁶⁾。既存企業が独占市場と複占市場のいずれの市場で *inadequate technology* を採用するかを検討するために, 以下の定義をおく。

定義 1 (i) $L_{SL-S}^M \equiv \pi_S^M - \pi_L^M = F - F^M$ (ii) $L_{SL-S}^D \equiv \pi_{1LS}^D - \pi_{1SL}^D = \frac{2}{3}(2-c) - F$

$L_{SL-S}^M(L_{SL-S}^D)$ は, 既存企業が独占市場 (複占市場) で *inadequate technology* L (S) を採用することで被る損失を表している。既存企業は, $\varepsilon > L_{SL-S}^M > L_{SL-S}^D$ ($\varepsilon > L_{SL-S}^D > L_{SL-S}^M$) のとき, 独占市場 (複占市場) において *inadequate technology* を採用することで被る損失が複占市場 (独占市場) における損失を上回り, かつ technology switching cost ε がそれらを上回るため, 独占市場 (複占市場) において *inadequate technology* L (S) を選択

する。なお、 $F > \frac{7}{24}c(2-c) \equiv \bar{F}_{SL-S}$ ならば $L_{SL-S}^M > L_{SL-S}^D$ が成立する。ここから以下の補題を得る。

補題 2 (Nomura and Okamura (2008) Proposition 3) 領域 R_4 において、 ε の増加は均衡における技術選択を $SL-S$ から次のように変化させる。(i) $F_{SS}^D > F > \bar{F}_{SL-S}$ かつ $\varepsilon > L_{SL-S}^M$ のとき、 $SS-L$ になる。(ii) $\bar{F}_{SL-S} > F > F^M$ かつ $\varepsilon > L_{SL-S}^D$ のとき、 $LL-S$ になる。

補題 2 は、technology switching cost ε の存在は、既存企業が技術を切り替えるインセンティブを減じさせることを示している。 ε が inadequate technology を採用することで生じる損失を上回れば、既存企業は一方の技術にコミットせざるを得なくなる。固定費用 F が限界費用 c に対して相対的に大きくなれば、既存企業は技術 S にコミットするようになる。なぜなら、技術 L の採用には固定費用 F の支出を要するので、固定費用 F が大きくなると、複占市場で inadequate technology L を採用することで生じる損失 L_{SL-S}^D は、独占市場で inadequate technology S を採用することで生じる損失 L_{SL-S}^M を上回るようになるからである。

次に、領域 R_5 について考えよう。 $\varepsilon=0$ の場合、既存企業は独占市場で採用する技術 L から、複占市場では技術 S に切り替え、参入企業は技術 S を選択する ($LS-S$)。この領域において、 ε が正の場合、既存企業は一方の技術にコミットする可能性が生じるのに対して、参入企業の技術選択は影響を受けない⁷⁾。したがって、領域 R_5 において、 $\varepsilon > 0$ の場合、均衡における技術選択は $LS-S$ から $SS-S$ もしくは $LL-S$ に変化しうる。既存企業がいずれの市場で inadequate technology を採用するかを検討するために、以下の定義をおく。

定義 2 (i) $L_{LS-S}^M \equiv \pi_L^M - \pi_S^M = F^M - F$ (ii) $L_{LS-S}^D \equiv \pi_{1SS}^D - \pi_{1LS}^D = F - F_{SS}^D$

領域 R_5 において、既存企業は、 $\varepsilon > L_{LS-S}^M > L_{LS-S}^D$ のとき、複占市場（独占市場）において inadequate technology L (S) を採用する。なお、 $F < \frac{c}{72}(34-9c)$ が満たされれば、 $L_{LS-S}^M > L_{LS-S}^D$ が成立する。ここから以下の補題を得る。

補題 3 (Nomura and Okamura (2008) Proposition 4) 領域 R_5 において、 ε の存在は均衡における技術選択を $LS-S$ から以下のように変化させる。(i) $F^M > F > \bar{F}_{LS-S}$ かつ $\varepsilon > L_{LS-S}^M$ のとき、 $SS-S$ になる。(ii) $\bar{F}_{LS-S} > F > F_{SS}^D$ かつ $\varepsilon > L_{LS-S}^D$ のとき、 $LL-S$ になる。

補題 3 は, technology switching cost ε が大きくなると, 既存企業は一方の技術にコミットするようになること, また, 固定費用 F が大きくなれば技術 S にコミットする傾向があることを示している。

4 結果

本節では, technology switching cost ε の存在が, 各企業の利潤にどのような影響を及ぼすのかを検討する。前節で確認したように, ε の増加は既存企業に一方の市場において inadequate technology を採用させる可能性がある。そこで, ε の存在が技術選択に関して first-mover advantage と second-mover advantage のどちらをもたらすのかを考察する。

はじめに, 複占市場における利潤の大小関係を確認しよう。(1)式より, 複占市場において異なる技術が採用される場合, $F > c(2-c)/3$ が満たされれば $\pi_{iLS}^D > \pi_{jSL}^D$ ($i, j = 1, 2, i \neq j$) が成立する。複占市場で各企業が異なる技術を選択するインセンティブを有するのは $F_{SS}^D > F > F_{LS}^D$ が満たされるときである。 $1/2 > c$ の仮定より, $F_{SS}^D > c(2-c)/3 > F_{LS}^D$ は常に満たされる。ここから以下の補題を得る。

補題 4 複占市場において異なる技術が選択されるとき, $\pi_{iLS}^D > \pi_{jSL}^D$ は常に成立する。

補題 4 は, 複占市場において単独で技術 L を採用した企業の利潤の方が大きくなることを示している。本稿では既存企業が参入企業よりも先に複占市場において採用する技術を選択できると想定している。ここから技術選択に関する優位性について, 複占市場において, 既存企業が先に技術 L を選択した後, 参入企業が技術 S を選択する場合を *first-mover advantage*, 既存企業が先に技術 S を選択した後, 参入企業が技術 L を選択する場合を *second-mover advantage* と定義する。

補題 1 および補題 4 より以下の結果を得る。

命題 1 $F_{SS}^D > F > F_{LS}^D$ かつ $\varepsilon=0$ としよう。このとき, 技術選択に関して *first-mover advantage* が存在する。

命題 1 は, technology switching cost がかからない場合 ($\varepsilon=0$), 複占市場で異なる技術が採用されるならば, 既存企業が必ず技術 L を採用し, 新規参入企業よりも大きい利潤を得ることを示している。補題 1 および補題 4 に示した通り, $F_{SS}^D > F > F_{LS}^D$ のとき, 各企業は複占市場において異なる技術を選択するインセンティブを有するとともに,

$\pi_{iLS}^D > \pi_{jSL}^D$ が成立する。 $\varepsilon=0$ ならば、既存企業は独占市場における技術に依存することなく、複占市場で技術を選択できる。加えて、既存企業は参入企業に先立って技術選択を行うので、既存企業は技術 L を選択することで参入企業以上の利潤を得ることができるのである。

次に、正の technology switching cost の存在が、技術選択に関する順序の優位性にどのような影響を与えるのかを検討しよう。先述の通り、 $\varepsilon>0$ の場合、既存企業が一方の技術にコミットせざるを得ない状況が生じうる。補題 2(i)は、固定費用 F と限界費用 c の組み合わせが領域 R_4 に存在するとき、正の ε によって均衡における技術選択が $SL-S$ から $SS-L$ に変化しうることを示している。このとき、補題 4 より、既存企業は参入企業よりも先に技術選択を行えるにもかかわらず、複占市場で相手企業よりも少ない利潤をもたらす技術 S を選択することがわかる。正の technology switching cost の存在によって、既存企業は技術 S にコミットすることになり、技術選択に関しては後手である参入企業が、相手企業よりも多くの利潤をもたらす技術 L を選択できるようになる。一方、補題 2(ii)は、既存企業が技術 L にコミットする場合、参入企業の技術選択に影響を及ぼさないことを示しており、補題 4 より、複占市場において既存企業がより多くの利潤を得ていることがわかる。以上をまとめると以下ようになる。

命題 2 (i) $F_{SS}^D > F > \max\left[\frac{c}{3}(2-c)-\varepsilon, \bar{F}_{SL-S}\right]$ が成立するとしよう。technology switching cost ε の存在は、技術選択に関して second-mover advantage をもたらす。(ii) $\min[F^M + \varepsilon, \bar{F}_{SL-S}] > F > F^M$ が成立するとしよう。このとき $\varepsilon>0$ であっても、技術選択に関する first-mover advantage が生じる。

命題 1 および命題 2 は、 $F_{SS}^D > F > \bar{F}_{SL-S}$ が成立するとき、technology switching cost ε の増加によって、技術選択に関して first-mover advantage が second-mover advantage に転じることを示している。命題 2 が示していることを確認するために、 $SL-S$ の状況から、既存企業が一方の技術にコミットした場合にどのような効果が生じるのかを検討しよう。

既存企業が技術 L にコミットする場合、独占市場で採用する技術が技術 S から技術 L になる。このとき、(i)固定費用の増加、(ii)限界費用の低下、(iii)生産量の増加、(iv)価格低下の 4 つの効果が生じる。限界費用 c の水準が一定、すなわち新技術の採用による限界費用低減効果の大きさが一定であると考え、(ii)、(iii)、および(iv)の効果の大きさは一定になる。限界費用 c に比して固定費用 F が小さくなれば、(i)の固定費用増加効果が小さくなるため、独占市場において inadequate technology L にコミットすることで被る損失 L_{SL-S}^M は小さくなる。したがって、固定費用 F が小さくなれば、独占市場において inadequate

technology L にコミットするインセンティブが高まると考えられる。また、既存企業が技術 L にコミットした場合、参入企業は技術 S を選択する ($LL-S$) ので、技術選択に関する first-mover advantage は存在し続けることがわかる。

次に、既存企業が技術 S にコミットする場合の効果を考えよう。このとき、複占市場における技術が技術 L から技術 S に変化するので、(i)固定費用の減少、(ii)限界費用の増加、(iii)生産量の減少、(iv)戦略的效果の4つが生じる。領域 R_4 では、複占市場において異なる技術が採用されるので、既存企業が技術 S を選択すれば、参入企業は技術 L を選択することになる。したがって、既存企業の技術 S へのコミットは、相手企業が生産量を自身の生産量の減少分と同じだけ増加させることになり（戦略的效果）、複占市場における価格には影響を及ぼさない。限界費用 c の水準が一定だと考えれば、(ii)、(iii)、および(iv)の効果の大きさは一定となる。固定費用 F が大きくなれば、(i)の固定費用削減効果が大きくなり、複占市場で inadequate technology S にコミットすることで被る損失 L_{SL-S}^D は小さくなるため、複占市場において技術 S にコミットするようになる。したがって、 $F_{SS}^D > F > \max\left[\frac{c}{3}(2-c) - \varepsilon, \bar{F}_{SL-S}\right]$ が成立すれば、既存企業は技術 S にコミットすることになり、技術選択に関する second-mover advantage が生じる。

命題2は、 $\varepsilon=0$ のときに first-mover advantage が生じる領域において、 ε が既存企業に一方の技術にコミットさせるほどに大きく、かつ固定費用 F の水準が限界費用 c に対して相対的に大きければ、技術選択に関する second-mover advantage が生じることを示している。既存企業は、参入企業よりも先に技術を選択できるにもかかわらず、複占市場で低い利潤しか得られない技術 S にコミットし、その結果、参入企業は複占市場において既存企業よりも高い利潤を得る。

一方、補題3は、領域 R_5 において ε が大きくなれば、既存企業は一方の技術にコミットするため、均衡における技術選択は $LS-S$ から $SS-S$ あるいは $LL-S$ に変化することを示している。(1)式および補題4より、いずれの技術にコミットした場合でも、複占市場における既存企業の利潤は参入企業の利潤を下回らないことがわかる。ここから以下の結果を得る。

命題3 固定費用 F と限界費用 c の組み合わせが領域 R_5 にあるとしよう。*technology switching cost* ε の増加は、既存企業を一方の技術にコミットさせるが、技術選択に関する優位性に影響を及ぼさない。

命題3がもたらされる理由は単純である。領域 R_5 では、複占市場単独で考えた場合、どの企業も技術 L を選択するインセンティブを持たない。したがって、正の technology

switching cost の存在によって既存企業が技術 L にコミットすることで複占市場で採用する技術が変化しても、参入企業の技術選択に影響を及ぼさない。なお、領域 R_5 において、既存企業が技術 L にコミットした場合でも、 $\frac{c}{3}(2-c) > F^M > F > F_{ss}^D$ が成立するため、複占市場における利潤は既存企業の方が大きくなる ($\pi_{1LS}^D > \pi_{2LS}^D$)。したがって、既存企業は複占市場で inadequate technology を採用するが、技術選択に関する second-mover advantage は生じない。

結語と今後の課題

本稿の目的は、既存独占企業と新規参入企業からなる産業における逐次的な技術選択について考察し、technology switching cost の存在が技術選択に関する優位性にどのような影響を及ぼすのかを、Nomura and Okamura (2008) に基づいて検討することである。主要な結果は以下の通りである。(i) technology switching cost $\varepsilon=0$ のとき、技術選択に関して先手の既存企業は、複占市場において参入企業よりも多くの利潤を得る (first-mover advantage)。(ii) 正の technology switching cost の存在は、技術選択に関して後手である参入企業に多くの利潤をもたらす (second-mover advantage)。

技術選択に関する second-mover advantage が technology switching cost と参入が生じる以前の状況 (独占市場) の存在によってもたらされるという結果は、second-mover advantage に関する新たな解釈を提示している。先行研究において、技術選択に関する second-mover advantage は、何らかの不確実性や技術に関する波及効果の存在によって説明される場合が多い (例えば、Hoppe (2000), Kiyono and Okuno-Fujiwara (1988))。本稿では、新技術の効果に関する不確実性や波及効果は存在しない状況にもかかわらず、技術選択に関する second-mover advantage がもたらされている。本稿の結果は、市場への参入行動が生じる状況においては、technology switching cost の存在によって、既存企業は単一の技術にコミットせざるを得ず、参入前後のそれぞれの市場で利潤を最大にする技術を採用できない可能性を示唆している。

Kopel and Löffler (2008) は、2 企業が費用削減的 R&D 投資と生産量の決定に関する権限移譲 (managerial incentive) に関する選択を同時に行った後、シュタケルベルク競争を行うモデルを構築し、均衡において、両企業が R&D 投資を行い、追随企業のみが権限移譲を行うことで、追随企業が先導企業よりも多くの利潤を得ることを示している。Kopel and Löffler (2008) は、費用削減的 R&D 投資は先導企業の競争上の優位性を高めるが、managerial incentive の選択が同時に行われる場合には、second-mover advantage が生じることを指摘している。これに対し本稿は、managerial incentive は考慮せず、逐次

的な技術選択のみによって second-mover advantage がもたらされることを示した。本稿と Kopel and Löffler (2008) では、技術選択と生産量の決定のタイミングが異なっている。このことは、技術選択や権限移譲などのコミットメントが second-mover advantage をもたらすかは、それらがどのような順序で行われるかに依存することを示唆している。

本稿では新規企業の参入は必ず生じるとの想定のもとで分析を行った。既存企業が参入阻止行動を採りうる場合に、本稿の結果が成立するのかを検討することが今後の課題として挙げられる。また、本稿では市場規模は一定と想定しているが、参入が生じる要因の1つとして市場規模の拡大が考えられる。市場規模の拡大が first-mover advantage および second-mover advantage に与える影響を考察することも1つの方向性である。加えて、寡占市場への拡張ならびに逐次的な参入のケースを取り扱うことも有意義だと考えられる。

注

- 1) technology switching cost は、例えば以下のように解釈できる。既存企業が異なる技術に切り替える場合、設備の更新、労働者の配置転換、異なる技術を用いるための訓練などが必要になる。これらの費用が本稿における technology switching cost に相当する。
- 2) Kiyono and Okuno-Fujiwara (1998) や Reinganum (1985) も同様の問題を考察している。
- 3) Mills and Smith (1996) を拡張した他の研究には、独占的競争モデル (Elberfeld and Götz (2002)) や自由参入モデル (Götz (2005)) などがある。
- 4) 本稿の技術選択は Mills and Smith (1996) モデルに依拠している。Mills and Smith (1996) は、費用削減的 R&D 投資を行うことで限界費用の低い新技術を採用できるというものである。Elberfeld and Götz (2002) は、Mills and Smith (1996) を2種類の技術を利用可能な状況と解釈し、それぞれを large scale technology と small scale technology とした。本稿における技術選択の捉え方は、Elberfeld and Götz (2002) に倣ったものである。
- 5) 本節は、Nomura and Okamura (2008) に基づいている。本節の各補題の導出方法および解釈に関しては、Nomura and Okamura (2008) を参照のこと。
- 6) 限界費用 c と固定費用 F の組み合わせが領域 R_4 にあるとき、複占市場では各企業は相手企業と異なる技術を選択するインセンティブを有している。したがって、正の technology switching cost の存在によって既存企業が複占市場で採用する技術が変化すると、それに応じて参入企業の採用する技術も変化することになる。
- 7) 領域 R_5 では、複占市場だけを考えると、各企業にとって技術 S を選択することが支配戦略になる。したがって、正の technology switching cost によって既存企業が複占市場で採用する技術が変化しても、参入企業は技術 S を採用する。

参考文献

- [1] Van Biesebroeck, J. (2002), "The Effect of Technology Choice on Automobile Assembly Plant Productivity," *Economic and Social Review*, 33 (1), 65-73.
- [2] Van Biesebroeck, J. (2003), "Productivity Dynamics with Technology Choice: An Application to Automobile Assembly," *Review of economic Studies*, 70, 167-198.

- [3] Elberfeld, W. (2003), "A Note on Technology Choice, Firm Heterogeneity and Welfare," *International Journal of Industrial Organization*, 21, 593-605.
- [4] Elberfeld, W. and Götz, G. (2002), "Market Size, Technology Choice, and Market Structure," *German Economic Review*, 3 (1), 25-41.
- [5] Götz, G. (2005), "Market Size, Technology Choice, and the Existence of Free-Entry Equilibrium," *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 161, 503-521.
- [6] Hoppe, H. C. (2000), "Second-Mover Advantage in the Strategic Adoption of New Technology under Uncertainty," *International Journal of Industrial Organization*, 18, 315-338.
- [7] Kiyono, K. and Okuno-Fujiwara, M. (1988), "Second-Mover Advantage in R&D Innovation and Imitation in Dynamic Oligopoly," *The Economic Studies Quarterly*, 39 (4), 356-377.
- [8] Kopel, M and Löffler, C. (2008), "Commitment, First-Mover, and Second-Mover Advantage," *Journal of Economics*, 94, 143-166.
- [9] Mills, D. E. and Smith, W. (1996), "It Pays to be Different: Endogenous Heterogeneity of Firms in an Oligopoly," *International Journal of Industrial Organization*, 14, 317-329.
- [10] Nomura, R. and Okamura, M. (2008), "Sequential Technology Choice and Welfare," *International Journal of Economic Issue*, 1 (1), 57-68.
- [11] Reinganum, J. (1985), "A Two-Stage Model of Research and Development with Endogenous Second-Mover Advantages," *International Journal of Industrial Organization*, 3 (3), 275-292.