

## 投資リスクに関するゲーム理論的考察 －リスクマネジメントの視点から－

山田 麻以\*

本稿は、企業による費用削減の投資戦略について寡占の Cournot モデルにより考察している。分析の結果、たとえ投資が失敗するというリスクがあるとしても、企業の投資量は総余剰の観点から過剰になることが分かった。しかし、企業が投資リスクを考慮しない場合の投資量よりは過剰ではない。これは、投資リスクを考慮した意思決定が、企業による過剰投資を緩和させる効果を持つことを意味している。

## Cost-Reducing Investment with Uncertainty and Risk Management

Mai Yamada

Using a triopoly Cournot model with cost-reducing investment with uncertainty, we examine firm's strategic investments and welfare implications. We find that when firms consider uncertainty of cost-reducing investment, equilibrium investment levels are excessive from the viewpoint of social welfare. However, it is smaller than equilibrium investment levels when firms ignore uncertainty of cost-reducing investment. This implies that considering uncertainty of that leads to constrain excess investment.

---

\*昭和女子大学ビジネスデザイン学科助教/現代ビジネス研究所所員。Email: maiyamada22@swu.ac.jp

## 1 はじめに

国内外における多くの企業は、より優れた自社製品やサービスをより多くの消費者へ提供するために、社内の研究部門における独自技術の開発、つまり、R&D (research and development) に多額の投資を行なっている。R&D 投資により費用面において優位になることから、Volkswagen や Toyota のような製造業界において R&D 投資が重要視されている。近年では、製造業界だけでなく Amazon をはじめとするインターネット・ソフトウェア業界においても R&D 投資は盛んになっている (Table 1 を参照)。

企業名	R&D 支出 (10 億ドル)	売上高 (10 億ドル)	対売上高 R&D 支出比率 (%)
<i>Amazon.com</i>	16.1	136.0	11.8
<i>Alphabet (Google)</i>	13.9	90.3	15.5
<i>Intel</i>	12.7	59.4	21.5
<i>Samsung</i>	12.7	167.7	7.6
<i>Volkswagen</i>	12.1	229.4	5.3
<i>Microsoft</i>	12.0	85.3	14.1

Table 1: 2017 年調査 R&D 支出上位 6 社 (出所: Bloomberg, Capital IQ, PwC Strategy& 2017 グローバルイノベーション 1000 調査)

しかし、R&D 投資は必ずしも成功するとは限らない。巨額の資金を投じたものの、投資が失敗に終わり費用削減が実現できないというリスクも十分にあるため、投資リスクへのマネジメントを誤ると、企業自体の存続が危うくなるケースは多くある。本稿では企業による広義のリスクマネジメントと R&D の投資戦略について、ゲーム理論の手法を用いて考察を行う。本稿のモデルの基本設定は、Matsumura (2003) の R&D 投資の不確実性 (リスク) を含む 2 社による Cournot モデル (生産量の同時決定モデル) に基づいているが、本稿では 2 社ではなく 3 社による Cournot モデルへ拡張し考えている。

また、本稿では企業が被る費用について次のような想定をおいている。生産過程でかかる限界費用は 3 社間で等しく、R&D 投資にかかる費用は投資量に関して逓増である想

定している。これは Matsumura (2003) と同様である<sup>1</sup>。ただし、本稿では、企業1と企業2が生産量の決定前に限界費用の削減に向けた R&D 投資を行うと想定しており、2社の限界費用はこの投資の分だけ削減される。つまり、事前の限界費用は3社間で等しいが、事後の限界費用は3社間で異なるとしている。ゲーム構造は次の通りである。市場に企業1と企業2、企業3の3社が存在する。このとき、第1段階では企業1と企業2が同時に費用削減のための投資量を決定する。そして第2段階では、第1段階の結果に基づいて3社が同時にそれぞれの生産量を決定する。

本稿では次のような結果を得た。企業が投資リスクを考慮して行動する場合とそれを考慮しないで行動する場合の双方において、企業1と企業2による投資量は、総余剰（消費者余剰と企業利潤）の観点から過剰になる<sup>2</sup>。これは、競合企業による費用削減の投資が成功する可能性がある場合（この成功確率がどの程度であれ）、投資を行う企業には、費用削減投資に成功して生産効率性が改善した競合企業が生産量と企業3の生産量を、自社の投資量を増やすことで奪うインセンティブが作用するからである。しかし、企業が投資リスクを考慮する場合における投資の過剰度合いは、投資リスクを考慮しない場合よりは小さく、総余剰の観点から望ましい投資量に近づく。つまり、投資リスクを考慮した上での意思決定（リスクマネジメント）には、企業による過剰投資を緩和させる効果があることを示している<sup>3</sup>。

本稿は R&D 投資に関する研究と関連している。先行研究は数多く存在し、例えば Brander and Spencer (1983), Spence (1984), d'Aspremont and Jacquemin (1988), Kamien et al. (1992), Suzumura (1992), Okuno-Fujiwara and Suzumura (1993), Matsumura (1995),

---

<sup>1</sup>Ishida et al. (2009) も費用削減の R&D 投資を含む Cournot モデルであり、本稿では彼らの基本設定にも基づいているが、本稿とは異なり、彼らは市場に  $n$  企業存在するとし、事前の限界費用は企業間で異なるとして分析している。また、彼らは投資の不確実性を考慮していない。

<sup>2</sup>Matsumura (2003) は、本稿の結果とは異なり、投資リスクを考慮して行動している企業の投資量は、総余剰の観点から過剰になると述べている。

<sup>3</sup>柳瀬・石坂・山崎 (2018) によると、リスクを考慮した上で企業の利潤を高めることを目的とする意思決定をリスクマネジメントという。彼らは、本稿のようなゲーム理論による分析は行っていないが、リスクマネジメントには企業の過剰投資を緩和させる効果があると述べている。本稿のゲーム理論による分析では、リスクマネジメントには企業の過剰投資を緩和させる効果があることが分かった。

Lahiri and Ono (1999), Amir (2000), Ishida et al. (2009) が挙げられる。これらの先行研究は、R&D 投資が必ず成功すると想定して企業の投資戦略を考察している。しかし、冒頭で述べたように企業による投資は失敗する可能性も十分にある。そこで、本稿は投資が失敗するリスク（投資の不確実性）がある場合での企業による投資戦略について考察している。不確実性を考慮した戦略的な R&D 投資について考察した先行研究は数少ない。例えば、Matsumura (2003), Kitahara and Matsumura (2006), Xing (2018) が挙げられる。本稿のモデルは、Matsumura (2003) における投資リスクを含んだ 2 企業による Cournot モデルに近いが、本稿では 3 企業による Cournot モデルに拡張している。

本稿の構成は次の通りである。第 2 章では、モデルの基本設定を説明する。第 3 章では、企業が投資リスクを考慮しない場合と、投資リスクを考慮する場合との企業による投資行動の差について考察する。最後に、第 4 章でまとめと今後の展望を述べる。

## 2 モデルの基本設定

モデルの基本設定は Matsumura (2003) を参考に行っているが、本稿では 3 社による Cournot モデルとしている。市場における逆需要関数は  $P(X) = 1 - X$  とする。ここで、 $X$  は 3 社の合計生産量であり、企業  $i$  ( $i = 1, 2$ ) の生産量を  $x_i$  とすると、これは  $X = x_1 + x_2 + x_3$  で表される。各企業は生産過程において限界費用を被るが、議論の簡単化のため、限界費用は事前では 3 社間で対称であると想定している。ただし、3 社のうち企業 1 と企業 2 は費用削減に向けて投資をする。その投資量を  $I_i$  とおき、企業 1 と企業 2 の限界費用はこの投資量の分だけ削減されるとすると、企業 1 と企業 2 が投資をした後の限界費用は、 $c_i(I_i) \equiv z - I_i$  で表される。ここで、 $z$  は事前の限界費用である。 $I_i$  の投資にかかる費用は  $rI_i^2$  で、 $r$  は投資のパラメーターで正の定数とする。また、本稿では、企業 1 と企業 2 の投資量と、3 社の生産量が非負になるように、パラメーター  $r$  と  $z$  に関して次のような条件を仮定している： $2/3 < r, 0 < z < 1$ 。

この基本設定のもとで、次のような 2 段階ゲームを考える。第 1 段階では、企業 1 と企業 2 が同時にそれぞれの費用削減のための投資量  $I_i$  を決定する。次の第 2 段階では、第 1 段階の結果を考慮した上で、3 企業が同時にそれぞれの生産量  $x_i$  を決定する。

### 3 分析

#### 3.1 投資リスクが考慮されない場合の均衡値

はじめに、企業が投資リスク（投資の不確実性）を考慮せずに投資量を決定する場合の均衡値を導出する。2段階ゲームを後方帰納法により解いていくので、まず、第2段階における企業*i*の最適生産量を導出する。企業*i*の利潤関数は次式のEq.(1)で表される。企業3は費用削減投資を行わないので、Eq.(1)に $I_3 = 0$ を代入したものが企業3の利潤関数となる。

$$\pi_i = (1 - X - (z - I_i))x_i - rI_i^2. \quad (1)$$

よって、第2段階の企業*i*の利潤最大化条件は $\partial\pi_i/\partial x_i = 0$ より、

$$x_i = R(x_j) = \frac{1}{2}(1 - z + I_i - \sum_{j \neq i} x_j) \quad (i, j = 1, 2, 3). \quad (2)$$

Eq.(2)を $x_j$ について微分すると $\partial^2\pi_i/\partial x_i\partial x_j < 0$ となるため、各企業の生産量は戦略的代替関係にあることが分かる。この利潤最大化条件より、各企業の最適生産量 $x_i^c$ は次のように得られる。

$$x_1^c(I_1, I_2) = x_2^c(I_1, I_2) = \frac{(1 - z + 3I_i - I_j)}{4}, \quad x_3^c(I_1, I_2) = \frac{(1 - z - I_1 - I_2)}{4}. \quad (3)$$

これらは、第1段階における企業*i*の投資量 $I_i$ の関数となっている。Eq.(1)に各企業の最適生産量 $x_i^c$ を代入して、第1段階における企業*i*の利潤最大化条件を求めると次式のようになる。

$$\frac{\partial\pi_i(I_1, I_2)}{\partial I_i} = \frac{3}{8}(-I_i + 3I_j + 1 - z) - 2rI_i = 0. \quad (4)$$

この利潤最大化条件から各企業の均衡における投資量を求めると、

$$I_1^* = I_2^* = \frac{3(1 - z)}{2(8r - 3)}. \quad (5)$$

#### 3.2 投資リスクが考慮される場合の均衡値

前節まで、企業の投資は必ず成功するということを前提に議論していた。しかし、「はじめに」で述べたように、実際には何らかの理由で投資が失敗することもある。本節で

は、企業が投資リスクを考慮している場合の投資行動について考察する。

松島 (2012) を参考にして、モデルの基本設定に少しだけ変更を加える。<sup>4</sup>市場における逆需要関数  $P(X)$  や企業  $i$  の限界費用関数  $c_i(I_i)$  は基本設定と同じであるが、費用削減に向けた投資が成功してこの  $c_i(I_i)$  が実現するのは確率  $p \in (0, 1)$  で、確率  $1 - p$  で投資が失敗して  $c_i(0)$  から変わらないという想定を加える。このような想定をおくと、次の4通りの事象が生じることになる：(i) 2企業とも投資に成功する；(ii) 企業1のみ投資に成功する；(iii) 企業2のみ投資に成功する；(iv) 2企業とも投資に失敗する。これらの事象は第2段階の生産量の決定前に生じるとする。

前節と同様にゲームを後方帰納法により解いていく。第2段階における企業  $i$  の最適生産量  $x_i^c$  は前節と同様である。Eq.(1) に最適生産量  $x_i^c$  を代入した利潤関数  $\pi_i(I_i, I_j)$  から投資費用  $rI_i^2$  を除いた式を  $\tilde{\pi}_i$  とすると、第1段階における企業1と企業2の期待利潤はそれぞれ次式のようにになる。

$$E[\pi_1(\cdot)] = p(p\tilde{\pi}_1(I_1, I_2) + (1-p)\tilde{\pi}_1(I_1, 0)) + (1-p)(p\tilde{\pi}_1(0, I_2) + (1-p)\tilde{\pi}_1(0, 0)) - rI_1^2. \quad (6)$$

$$E[\pi_2(\cdot)] = p(p\tilde{\pi}_2(I_1, I_2) + (1-p)\tilde{\pi}_2(0, I_2)) + (1-p)(p\tilde{\pi}_2(I_1, 0) + (1-p)\tilde{\pi}_2(0, 0)) - rI_2^2. \quad (7)$$

Eq.(6) と Eq.(7) から期待利潤の最大化条件を求めると、

$$\frac{\partial E[\pi_1(\cdot)]}{\partial I_1} = p^2 \frac{\partial \tilde{\pi}_1(I_1, I_2)}{\partial I_1} + p(1-p) \frac{\partial \tilde{\pi}_1(I_1, 0)}{\partial I_1} - 2rI_1 = 0, \quad (8)$$

$$\frac{\partial E[\pi_2(\cdot)]}{\partial I_2} = p^2 \frac{\partial \tilde{\pi}_2(I_1, I_2)}{\partial I_2} + p(1-p) \frac{\partial \tilde{\pi}_2(0, I_2)}{\partial I_2} - 2rI_2 = 0. \quad (9)$$

この期待利潤の最大化条件から、各企業の均衡における投資量  $I_i^{e*}$  を求めると次の値が得られる。

$$I_1^{e*} = I_2^{e*} = \frac{3p(1-z)}{3p^2 - 9p + 16r}. \quad (10)$$

<sup>4</sup>松島 (2012) では投資にかかる費用を逡増ではなく線形としている。

### 3.3 総余剰の観点からみる投資量

前節で導出した、投資リスクを考慮する場合とそれを考慮しない場合の均衡における投資量は、総余剰の観点から最適なものであるのか。このことについて調べるために、この節では総余剰が最大になる投資量を導出する。

総余剰とは消費者余剰と企業利潤の合計である。第2段階で導出した企業*i*の最適生産量  $x_i^c(I_1, I_2)$  を考慮すれば、総余剰は次式 Eq.(11) のような投資量  $I_1$  と  $I_2$  の関数となる。Eq.(11) の第1項目が消費者余剰であり、第2項から第4項は各企業の利潤である。

$$SW(I_1, I_2) = \left( \int_0^{X^c} (1-m)dm - (1-X^c)X^c \right) + \pi_1(I_1, I_2) + \pi_2(I_1, I_2) + \pi_3(I_1, I_2), \quad (11)$$

Eq.(11) から投資費用  $rI_i^2$  を除いた式を  $\tilde{S}W(I_1, I_2)$  とすると、期待総余剰は次式 Eq.(12) のようになる。

$$\begin{aligned} E[SW(\cdot)] &= p(p\tilde{S}W(I_1, I_2) + (1-p)\tilde{S}W(I_1, 0)) \\ &\quad + (1-p)(p\tilde{S}W(0, I_2) + (1-p)\tilde{S}W(0, 0)) - rI_1^2 - rI_2^2, \end{aligned} \quad (12)$$

Eq.(12) より、期待総余剰の利潤最大化条件を求める。各企業の投資量  $I_i$  で微分すると、

$$\frac{\partial E[SW(\cdot)]}{\partial I_i} = p^2 \frac{\partial \tilde{S}W(I_1, I_2)}{\partial I_i} + p(1-p) \frac{\partial \tilde{S}W(I_1, 0)}{\partial I_i} - 2rI_i = 0. \quad (13)$$

これより期待総余剰を最大にする投資量  $I_i^{s*}$  を求めると次の値が得られる。

$$I_1^{es*} = I_2^{es*} = \frac{5p(1-z)}{9p^2 - 23p + 32r}. \quad (14)$$

ここで、次の命題が得られる。

#### 命題 1

企業が投資リスクを考慮しない場合、企業1と企業2による投資量は消費者余剰の観点からすると望ましいが、総余剰の観点からみると過剰なものになる。

証明：基本設定で述べた  $r$  と  $z$  の条件より  $I_i^{es*} < I_i^*$  となるので、企業がリスクマネジメントをしない場合の投資量は総余剰の観点から見て過剰であることが分かる。企業による

投資量が過剰であると、均衡の生産量が増加して価格が下がるので消費者余剰にとっては望ましい。しかし、企業利潤の観点からするとどうであろうか。第1段階における企業利潤の最大化条件は次式の通りになる。

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^3 \pi_i(I_1, I_2)}{\partial I_i} = \frac{1}{8}((11 - 16r)I_i - 5I_j + (1 - z)) = 0. \quad (15)$$

ここで、 $\sum_{i=1}^3 \pi_i(I_1, I_2) \equiv \pi_1(I_1, I_2) + \pi_2(I_1, I_2) + \pi_3(I_1, I_2)$  としている。この企業利潤の最大化条件から投資量  $I_i^{f*}$  を求めると、

$$I_1^{f*} = I_2^{f*} = \frac{1 - z}{16r - 6}. \quad (16)$$

$r$  と  $z$  の条件より  $I_i^{s*} < I_i^{f*}$  といえるので、投資リスクを考慮しない場合の企業1と企業2による投資量は、企業利潤の観点から過剰になっていることが分かる。この理由は、企業1と企業2による投資の戦略上の意味を考えると理解できる。Brander and Spencer (1983) と松島 (2012) を参考に、需要関数と限界費用関数をそれぞれ一般形の  $P(X)$  と  $c_i(I_i)$  にした上で、第2段階における企業  $i$  の利潤最大化条件を求めると次式のようなになる。

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial x_i} = (P(X) - c_i(I_i)) + P'(X)x_i = 0. \quad (17)$$

これより導出された最適生産量  $x_i^c(I_1, I_2)$  を代入した利潤関数  $\pi_i(x_1^c(I_1, I_2), x_2^c(I_1, I_2))$  から企業  $i$  の第1段階における利潤最大化条件を求めて包絡線定理を用いると次式が得られる。

$$\frac{\partial \pi_i(I_1, I_2)}{\partial I_i} = P'(X)x_i^c(I_1, I_2) \frac{\partial x_j}{\partial I_i} - c'_i(I_i)x_i^c(I_1, I_2) - 2rI_i = 0. \quad (i, j = 1, 2, j \neq i) \quad (18)$$

この Eq.(18) の第2項目と第3項目は企業  $i$  による費用最小化条件の部分である。第1項目が企業による投資の戦略上の意味を理解する上で重要な部分である。まず、 $\partial x_j / \partial I_i$  は企業  $i$  による投資量  $I_i$  が企業  $j$  の生産量  $x_j$  に与える影響を表している。企業の生産量は前述した通り戦略的代替関係にあるので、企業  $i$  の投資により限界費用  $c_i$  が下がり生産効率が上昇することで、企業  $i$  の生産量は増加して企業  $j$  の生産量は減少するといったことが生じる。さらに、このことが価格の上昇につながり、企業  $i$  にとっての追加利益が発生することが  $P'(X)$  の部分から読み取れる。つまり、企業  $i$  による費用削減投資には、生産前に自社の生産効率の上昇とそれにより相手の生産量を奪うことを戦略的に確約する機



能があると解釈できる。実際には企業  $j$  も同時に費用削減投資をしているので、結果、投資リスクを考慮しない企業による投資量は企業利潤の観点からするとかなり過剰なものになる。

次に、投資リスクを考慮する場合の企業 1 と企業 2 による投資量が総余剰の観点からすると望ましい水準であるのかについて調べると、以下の命題が得られる。

## 命題 2

企業が投資リスクを考慮する場合、企業 1 と企業 2 の投資量は総余剰の観点からは過剰になる。しかし、リスクマネジメントがない場合の投資量よりは過剰ではなく、総余剰から望ましい投資量に近づく。

証明：  $r$  と  $z$  の条件より  $I_i^{es*} < I_i^{e*}$  となる。これは、企業 1 と企業 2 の投資量が総余剰の観点からは過剰になることを意味している。ただし、企業が投資リスクを考慮する場合の投資量  $I_i^{e*}$  とそうでない場合の投資量  $I_i^*$  を比較すると、 $I_i^{e*} < I_i^*$  となる。これは、各企業によるリスクマネジメントが、企業による過剰投資行動を緩和させる機能として作用することを意味している。この直観は次の通りである。企業 1 の期待利潤の最大化条件である Eq.(6) の  $\partial\pi_1(\cdot)/\partial I_1$  の計算を詳細に書くと次式のようにになる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial E[\pi_1(\cdot)]}{\partial I_1} &= p^2 \left( P'(X^c)x_1(I_1, I_2) \frac{\partial x_2}{\partial I_1} + P'(X^c)x_1(I_1, I_2) \frac{\partial x_3}{\partial I_1} - c'_1(I_1)x_1^c(I_1, I_2) \right) \\ &\quad + p(1-p) \left( P'(X^c)x_1(I_1, 0) \frac{\partial x_2}{\partial I_1} + P'(X^c)x_1(I_1, 0) \frac{\partial x_3}{\partial I_1} - c'_1(I_1)x_1^c(I_1, 0) \right) \\ &\quad - 2rI_1 = 0. \end{aligned} \tag{19}$$

Eq.(19) で  $p^2$  が乗せられている式の第 1 項目と第 2 項目から、投資に成功して生産効率性が改善した企業 2 の生産量と企業 3 の生産量を奪うために自社の投資量を増加させるインセンティブが作用していることが分かる<sup>5</sup>。これが効いて投資量が総余剰の観点から過剰

<sup>5</sup>仮に 3 企業ではなく 2 企業だとすると、企業 1 が投資量を増やすことで企業 3 の生産量を奪う効果 ( $x_1(I_1, I_2)\partial x_3/\partial I_1$ ) は存在しないので、2 企業の場合は、その分、2 企業を想定している Matsumura(2003) と同様に、企業 1 による投資量は過少となる。

になっている。しかし、一方で、 $q(1-q)$  が乗ぜられている式では、企業2が投資に失敗して生産効率性が改善していないため、企業1にとって投資量を増やして生産量を奪う便益は少なくなり、その分、企業1の投資量は過少となる。このことが効いて、投資リスクを考慮する場合の企業1と企業2の投資量は、総余剰の観点からみて過剰になるものの、投資リスクを考慮しない場合の投資量よりは抑えられ、各企業の投資量は総余剰の観点から望ましい水準に近づくことになる。実際には企業2も投資をしているが、企業2にも企業1と同様のインセンティブが作用する。

#### 4 おわりに—まとめと今後の展望—

国内外における多くの企業は、より優れた自社製品やサービスをより多くの消費者へ提供するために、社内部門における独自技術の開発、つまり、R&Dに多額の投資を行なっている。この企業によるR&D投資は、必ず成功するものではなく失敗に終わるケースが多く存在する。本稿では、R&D投資の中でも費用削減投資に着目し、その投資が失敗するリスクがある場合における企業の投資戦略を調べ、企業による投資量が総余剰（消費者余剰と企業利潤）の観点からみて望ましい水準であるのかについて、ゲーム理論による手法を用いて考察している。

本稿では、企業による投資が失敗する可能性を含む3社によるCournotモデル（生産量の同時決定ゲーム）を用いている。本稿では次のような2段階ゲームを考えている。第1段階では、企業1と企業2が同時に投資量を決定する。この時、企業1と企業2が被る投資費用は逓増であるとしている。また、生産過程において被る限界費用は、企業1と企業2による投資量の決定前は3社間で等しいが、それらによる投資量の決定後は3社間で異なると想定している。そして、次の第2段階では、第1段階の結果に基づいて3社が同時にそれぞれの生産量を決定する。

分析の結果、次のようなことが分かった。企業が投資リスクを考慮して行動する場合とそうでない場合の双方において、企業1と企業2による投資量は総余剰の観点からは過剰なものになる。これは、競合企業による費用削減投資が成功する可能性がある場合（この成功確率がどの程度であれ）、投資を行う企業には、費用削減投資に成功して生産効率

性が改善した競合企業の生産量と企業3の生産量を、自社の投資量を増やすことで奪うインセンティブが作用するからである。しかし、企業が投資リスクを考慮する場合の投資量の過剰度合いは、投資リスクを考慮しない場合よりは小さく、総余剰の観点から望ましい投資量に近づく。つまり、これは投資リスクを考慮した上での意思決定（リスクマネジメント）が、過剰投資を緩和させる機能を持つということの意味する。

本稿では非常に簡素なモデルにより分析を行ったが、様々な拡張が可能である。例えば、本稿では事前の費用効率性は企業間で対称であるとしているが、これを非対称にすると結果がどのように変わるかは分析する必要がある。また、本稿では、企業が直面するリスクとして生産過程の費用削減を目的とした投資が失敗するというリスクを扱ったが、これ以外にも様々なリスクが存在する。例えば、企業による生産過程で技術が漏出するというリスクである。d'Aspremont and Jacquemin (1988) は複占市場における技術漏出が企業の投資戦略に与える影響について分析しており、Suzumura (1992) は寡占市場に拡張して技術漏出と企業の投資戦略について分析している<sup>6</sup>。今後、本稿の分析の枠組みで技術漏出がある場合の企業によるリスクマネジメントのあり方についても検討していきたい。

## 参考文献

1. Amir, R., 2000, Modelling imperfectly appropriable R&D via spillovers. *International Journal of Industrial Organization* 18(7), pp. 1013-1032.
2. Brander, J. A., and Spencer, B. J., 1983, Strategic Commitment with R&D: the symmetric case, *Bell Journal of Economics*, 14(1), pp. 225-235.
3. d'Aspremont, C., and A. Jacquemin., 1988, Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers, *American Economic Review*, 78(5), pp. 1133-1137.
4. Ishida, J., T. Matsumura, and N. Matsushima., 2011, Market competition, R&D and firm profits in asymmetric oligopoly, *Journal of Industrial Economics* 59, pp. 484-505.

---

<sup>6</sup>本稿のモデルの基本設定と同様であるので、寡占ゲームにおける技術漏出と企業の投資戦略の関係については d'Aspremont and Jacquemin (1988) と Suzumura (1992) を参照されたい。

5. Kamien, M. I., E. Muller, and I. Zang, 1992, Research Joint Ventures and R&D Cartels, *American Economic Review* 82, pp. 1293-1306.
6. Kitahara, M., and Matsumura, T., 2006, Realized cost-based subsidies for strategic R&D investments with ex ante and ex post asymmetries, *Japanese Economic Review* 57(3), pp. 438-448.
7. Lahiri, S., and Y. Ono, 1999, R&D Subsidies under Asymmetric Duopoly: A Note, *Japanese Economic Review* 50, pp. 104-111.
8. 松島法明, 2012, 大阪大学経済学研究科講義資料, 105-108.
9. Matsumura, T., 1995, Endogenous timing in multi-stage duopoly games, *Japanese Economic Review* 46, pp. 257-265.
10. Matsumura, T., 2003, Strategic R and D investments with uncertainty, *Economics bulletin* 12(1), pp. 1-7.
11. Okuno-Fujiwara, M., and K. Suzumura, 1993, Symmetric cournot oligopoly and economic welfare: A synthesis, *Economic Theory* 3, pp. 43-59.
12. Spence, M., 1984, Cost reduction, competition, and industry performance, *Econometrica* 52, pp 101-122.
13. Suzumra, K., 1992, Cooperative and noncooperative R&D in oligopoly with spillovers, *American Economic Review*, 82(5), pp. 1307-1320.
14. Xing, M., 2018, The impact of spillovers on strategic R&D under uncertainty, *Economic Research* 31(1), pp. 428-439.
15. 柳瀬典由, 石坂元一, 山崎尚志, 2018, 「リスクマネジメント」, 中央経済社.