

〈論 文〉

不確実性下の数量競争における先行者利益の理論研究

中 村 友 哉*

1 はじめに

イノベーションは経済発展の原動力である。時代のニーズを的確に捉えた革新的な製品やサービスを生み出した企業は、新たな市場を生み出して経済を発展させていく。GAFAM等の企業はその代表例である。彼らは、それぞれの市場において革新的な製品やサービスを生み出して、リーダーとしての地位を確立している。しかし、革新的な製品やサービスを生み出した企業が、常に、GAFAMのように成功するとは限らない。革新的であるがために時代を先取りしすぎて、市場から受け入れられないこともある。つまり、経済発展の原動力になるようなイノベーションを起こそうとする企業は、需要が不確実な市場に飛び込むリスクを取らなければならない。

革新的な製品やサービスの市場は、不確実な需要というリスクがある一方で、競合他社がほとんど存在しないという利点がある。GAFAM等の企業は、追従者が参入する前に市場における優位な地位を確立して、市場のリーダーとしての地位を享受している。Googleの共同創設者であるLarry Page氏は、2009年のミシガン大学の卒業式のスピーチで次のように述べている。

「私は、とてつもなく野心的な夢の方が簡単に前進させられるものだと常々考えています。完全に馬鹿げたことを言っているように聞こえることは分かっています。しかし、それを前進させようとするほどクレイジーな人は他に誰もいないので、競争相手がほとんどいないのです。」¹⁾

革新的な製品やサービスを創出する企業が活躍できる市場環境の整備は、成熟経済を成長させる上での重要な政策課題である。この課題を解決する手掛かりを得るためには、まず、Page氏のような企業家が不確実な新市場に飛び込む先行者としてのリスクとリターンのトレードオフを理解する必要があるだろう。

経済学の理論においては、シュタツケルベルグ数量競争を用いた先行者利益の分析がこの課題の解決に示唆を与えている。リーダーとフォロワーがそれぞれ1社のみ存在するシュタツケルベルグ数量競争では、需要の不確実性がない場合、先に生産するリーダーにコミットメント・アドバンテージがあることが知られている。例えば、完全競争市場では価格が一定なので、限界費用がゼロ

* 明治学院大学経済学部准教授

1) 原文は <http://googlepress.blogspot.com/2009/05/larry-pages-university-of-michigan.html> を参照。著者による訳。

である場合、企業は生産量を増やすほど利潤が増加する。しかし、シュタッケルベルグ数量競争のように、各企業が右下がりの逆需要関数に直面している場合に生産量を増やしすぎると、価格が下がって利潤が減少してしまう。そのような状況のもとでリーダーが生産量を増やすと、価格が下がりすぎないように、フォロワーは生産量を減らさざるをえなくなる。つまり、リーダーとフォロワーは戦略的代替関係になる。フォロワーが生産量を減らした結果、価格の低下は抑えられ、リーダーはフォロワーよりも多くの利潤を得ることができる。

その一方で、需要の不確実性がある場合は、リーダーが不利になる効果が生じる。リーダーは先に生産量を決定するので、フォロワーはリーダーの生産量を観察できる。リーダーは意思決定に私的情報を利用しているため、そのリーダーの生産量には需要に関する私的情報が反映されている。したがって、フォロワーはリーダーの生産量からリーダーの私的情報を推測することで、需要の不確実性に関する追加的な情報を得ることができる。これによって、フォロワーはリーダーよりも、需要の不確実性に対して適切な対応が可能になる。つまり、フォロワーは情報アドバンテージを持つことになる。

上記の問題を初めて分析した研究は Gal-Or (1987) である。需要が不確実な状況で、リーダー1社とフォロワー1社が数量競争を行う市場をモデル化している。リーダーが持っている市場の不確実性に関する私的情報の精度が高い場合、リーダーの生産量の需要環境に関するシグナリング効果が強くなる。その結果、フォロワーにリーダーの行動に追随するインセンティブを与えて、つまり、戦略的補完関係が生じる。Gal-Or (1987) は、需要が不確実な市場では、そもそものシュタッケルベルグ競争構造が持つ戦略的代替関係（リーダーのコミットメント・アドバンテージ）よりも、この戦略的補完関係（フォロワーの情報アドバンテージ）が強くなることで、先行者が不利益を被る可能性を指摘している。

Gal-Or (1987) は、リーダー1社とフォロワー1社という非常に単純な市場を分析しているが、フォロワーは必ずしも1社とは限らない。たしかに、革新的な製品やサービスの市場は、技術的な困難さや市場の大きさの問題から、非常に限定的なフォロワーしか存在しないこともあるだろう。しかし、技術的な参入障壁が低い場合や、市場規模が非常に大きい場合は、より多くの企業が参入してくることが考えられる。競争相手になる企業数は、先行者利益に異なる影響を与えるだろう。また、リーダーの参入直後に多くのフォロワーが一度に参入してくる場合と、時間を通じて次々と参入してくる場合でも、先行者利益への影響は異なるだろう。なぜなら、意思決定が遅れた企業は、より多くの企業にコミットメント・アドバンテージを与えることになるが、その分より多くの企業の意思決定を観察できるので、より大きな情報アドバンテージを獲得することになるからである。

本稿では、これらの問題に取り組んだ研究を二つ紹介する（表1）²⁾。一つ目は Amemiya et al. (2021) である。1社のリーダーと複数のフォロワーが存在する不確実性下の2ステージ数量競争ゲームを分析している。リーダーの参入直後に多くのフォロワーが一度に参入してくる場合に対応している。二つ目は Cumbul (2021) である。複数の企業が各ステージで1社ずつ意思決定を行う不確実性下の n ステージ数量競争ゲームを分析している。リーダーの参入後に、時間を通じて次々と参入してくる場合に対応している。これらの研究を理解することで、需要が不確実な市場における先行者利益の理解を深めるとともに、今後の研究の展望を得ることが本稿の目的である。

第2節では、Amemiya et al. (2021) と Cumbul (2021) を統一的に理解するための基本モデル

表 1

	企業数	ステージ	私的情報の精度
Gal-Or (1987)	2	2	異質
Amemiya et al. (2021)	n	2	異質
Cumbul (2021)	n	n	同質

を提示する。第3節ではそのモデルに仮定を追加することで、二つのモデルを分析するとともに、今後の展望を述べる。最後に第4節で結論を述べる。

2 モデル

2.1 基本設定

■企業 本稿では、複数の企業が数量競争を行っている同質財の寡占市場を考察する。特に、先行者利益の問題を分析するために、手番がある状況（シュタツケルベルグ競争）を考察する。したがって、各企業 $i \in N = \{1, 2, \dots, n\}$ は、外生的に与えられた順番 $s \in S = \{1, 2, \dots, t\}$ 、ただし $t \leq n$ 、に従って自社の生産量を決定する状況を考えていく。一般性を失うことなく、各企業には i の順序に従って生産のステージ s が割り当てられると仮定する。つまり、 $i, j \in N$ に対して、 $i < j$ のとき、 j は i と同じステージで生産することはあり得るが、 j が i よりも先に生産することはないと仮定する。以降、本稿では、 s ステージ目に手番が回ってくる企業 i が選択する生産量を q_{is} 、生産量の組を $q \equiv \{q_{1s}, q_{2s}, \dots, q_{ns}\}$ 、市場全体の総生産量を $Q \equiv \sum_{i=1}^n q_{is}$ と表記する。また、 $j, k \in N, j \leq k$ に対して、ステージ s で手番が回ってくる企業の生産量の組を $q_s \equiv \{q_{js}, q_{(j+1)s}, \dots, q_{ks}\}$ で表す。一般性を失うことなく、各企業の限界費用はゼロと仮定する。

■逆需要関数と企業の利潤 財に対する需要が不確実な市場を分析するために、逆需要関数を次のように定義する：

$$p = a - \bar{\theta} + u - Q,$$

ただし、 u は平均 $\bar{\theta}$ で分散 $1/\gamma > 0$ の確率変数として、 a と θ は定数とする。この右下がりの逆需要関数は、確率変数 u によって、切片の値が不確実になっている。確率変数 u の期待値が $\bar{\theta}$ なので、切片の期待値は a であるが、 u の実現値によってこの市場の需要は変動する。また、 γ は、そのような需

2) この他にも、不確実性下の数量競争における先行者利益に関する問題に示唆を与える研究がある。DeWolf and Smeers (1997) と Xu (2005) は、複数のフォロワーがいる2段階シュタツケルベルグ競争で、リーダーのみが需要の不確実性に直面している状況を分析している。Eliaz and Forges (2015) は、需要が不確実性なクールノー複占市場を分析して、総利得を最大化する最適な情報開示政策を導出している。Mailath (1993) は、不確実性下の複占市場において一方の企業が完全な情報を入手しているときに、その情報をシグナリングとして機能するように生産タイミングを決定できる状況を分析している。Norman (1997) はこのモデルを拡張して、参入のタイミングを内生的に決定する問題を分析している。また、情報の社会的価値に関する研究 (Morris and Shin, 2002; Angeletos and Pavan, 2007; Ui and Yoshizawa, 2015; Vives, 2017; Arato et al., 2021) も本稿で扱う問題に有益な示唆を与えてくれる。

要の不確実性の程度を表現するパラメータと解釈することができる。つまり、 γ が小さいほど需要の不確実性の程度は小さく、 γ が大きいほど需要の不確実性が大きいと言える。

以上の設定の下で、市場の不確実性 u と他の企業の生産量 q_{is} を所与とすると、企業の（事後の）利潤は

$$\pi_i(q, u) \equiv p \cdot q_{is} = (a - \bar{\theta} + u - Q)q_{is}$$

と定式化することができる。

■情報 不確実性に直面している企業行動を分析するために、各企業は需要の不確実性を表す確率変数 u を直接観察できないと仮定する。その代わりに、各企業は需要の不確実性 u に関する私的情報 x_i を入手する。企業が独自に市場を調査した需要に関する情報と考えても良い。私的情報 x_i は、市場の不確実性 u の実現値に（ホワイト）ノイズが加わったものとして定義する。つまり、 $x_i \equiv u + \varepsilon_i$ とする。ただし、 u と $\varepsilon_i \in \{0, 1, \dots, n\}$ は互いに独立した確率変数とする。また、各 $i \in \{0, 1, \dots, n\}$ に関して、 ε_i は $E(x_i | u) = u$ 、 $Var(x_i | u) = 1/\alpha_i > 0$ を満たすものとする。したがって、 x_i は u に関する偏りのない推定値であり、 α_i は私的情報の精度と解釈できる。 α_i の値が大きいほど、私的情報 x_i が需要の不確実性 u をより正確に捉えている可能性が高いと言える。

ここで、需要の不確実性 u と私的情報 x_i の事後的な期待値は線形性を満たすものと仮定する。線形性を満たす事前と事後の分布の組み合わせの具体例には、ガンマ分布とポワソン分布、ベータ分布と二項分布、正規分布と正規分布がある³⁾。また、線形性の仮定から、需要の不確実性 u と私的情報 x_i の事後期待値は次の補題で表すことができる⁴⁾。

補題 1. 任意の $m \in \{0, 1, \dots, n\}$ と任意の $j \in \{0, 1, \dots, m\}$ 、任意の $k \in \{m+1, m+2, \dots, n\}$ に対して、

$$E_m(u | \bar{\theta}, x_0, x_1, \dots, x_m) = E_m(x_k | \bar{\theta}, x_0, x_1, \dots, x_m) = \frac{\gamma \bar{\theta} + \sum_{j=1}^m \alpha_j x_j}{\gamma + \sum_{j=1}^m \alpha_j}$$

が成り立つ。

■戦略 本稿で考察するシュタッケルベルグ数量競争における各企業 i は、生産量を決定する際に2種類の情報を利用することができる。一つ目は、各企業が保有する私的情報 x_i である。もう一つは、自分よりも前のステージで生産を行なった企業の生産量 q_{is} 、ただし $j \neq i$ かつ $s' < s$ 、である。

企業 i よりも前のステージで生産量を決定する企業 j の生産量 q_{is} には、企業 j の私的情報 x_j が反映されている。したがって、企業 i が企業 j の均衡戦略を正しく予想できるのであれば、企業 i は自分よりも早く生産を決定する企業 j の私的情報 x_j を推測して利用できる。逆に言うと、先に生産を行う企業 j は、フォロワーである企業 i に需要の不確実性に関する私的情報 x_i を提供することになる。私的情報 x_j の値は企業 j のタイプとも解釈できるので、先に生産を行うことは私的情報 x_j を知らせる

3) 通常、産業組織論の文脈において、需要は非負と考えられる。事前と事後の分布の組み合わせがガンマ分布とポワソン分布、ベータ分布と二項分布の場合は非負制約を満たす。

4) より詳しい議論は DeGroot (1970) を参照。

シグナリング効果を生じさせている。

以上の状況を踏まえて、 $j \neq i$ と $s' < s$ に対して、ステージ s で意思決定を行う企業 i が「自分の私的情報 x_i 」と「自分よりも前のステージで意思決定を行なった企業 js' の生産量 $q_{js'}$ 」に生産量を依存させる線形戦略 q_{is} を次のように仮定する。

仮定 1 (線形戦略). $A_i \in \mathbb{R}$ を定数として、 $B_i \in \mathbb{R}$ を私的情報 x_i にかかる係数、 $C_i^{js'} \in \mathbb{R}$ をステージ s' で生産する企業 j の生産量 $q_{js'}$ にかかる係数とする。このとき、企業 i は次の線形戦略に従って意思決定を行う。 $j \neq i$ と $s' < s$ に対して、

$$q_{is} = A_i + B_i x_i + \sum_{s'=1}^{s-1} C_i^{js'} q_{js'} \geq 0.$$

特に注目すべき係数は $C_i^{js'}$ である。 $C_i^{js'}$ は企業 i の企業 j に対する反応である。したがって、 $C_i^{js'} > 0$ のときは企業 j が生産量を増加させると企業 i が生産量を増やすことを意味するので、戦略的補完関係にあると言える。その一方で、 $C_i^{js'} < 0$ のときは戦略的代替関係にあると言える。

■期待利潤最大化問題 ステージ s で意思決定を行う企業 i は、自分の私的情報 x_i と、自分よりも前のステージで意思決定を行なった企業の生産量 $\{q_{js'}\}_{j \neq i, s' < s}$ を情報として利用できる。したがって、企業 i の期待利潤最大化問題は次のようにかける。

$$\max_{q_{is} \in \mathbb{R}^+} E[\pi_i(q, u) \mid x_i, \{q_{js'}\}_{j \neq i, s' < s}]$$

本稿で考察するシュタッケルベルグ数量競争では、この期待利潤最大化問題を s が最も大きな企業から後向き帰納法によって解いていく。

3 需要の不確実性と先行者利益

本節では、リーダーの参入直後に多くのフォロワーが一度に参入してくる状況を分析している Amemiya et al. (2021) と、リーダーの参入後に時間を通じて次々と参入してくる状況を分析している Cumbul (2021) を紹介する。

3.1 2ステージ数量競争問題

■企業 Amemiya et al. (2021) は、需要が不確実な市場において、ステージ1で企業1が生産の意思決定を行い、ステージ2でその他の企業が生産の意思決定を行う数量競争を分析している⁵⁾。つまり、本稿のモデルでは $N = \{1, 2, \dots, n\}$ 、 $S = \{1, 2\}$ の場合に対応する。また、生産量の組は $q = \{q_{11}, q_{22}, q_{32}, \dots, q_{n2}\}$ となる。特に、 $N = \{1, 2\}$ 、 $S = \{1, 2\}$ で $q = \{q_{11}, q_{22}\}$ の場合は Gal-Or (1987) と一致する。

以下の分析では、ステージ2で生産する企業を $k \in \{2, 3, \dots, n\}$ で表す。

■情報 Amemiya et al. (2021) は、リーダーとフォロワーの私的情報の精度に関する異質性を許

5) Amemiya et al. (2021) は、Nakamura (2015) の理論モデルに依拠して拡張的な分析を行っている。

容したモデルを構築している⁶⁾。したがって、私的情報の性質は前節のモデルを $\alpha_k = \beta$ とした場合と一致する。

■**戦略** Amemiya et al. (2021) のモデルでは、企業1のみがステージ1で生産して、その他の企業はステージ2で生産するので、 $S = \{1, 2\}$ であり、 $q = \{q_{11}, q_{22}, q_{32}, \dots, q_{n2}\}$ である。この状況では、企業1は私的情報 x_1 のみに依存させる線形戦略を用いる。一方、企業 k は私的情報 x_k と企業1の生産量 q_{11} に依存させる線形戦略を用いる。したがって、次のように線形戦略を定義できる。 $k \in \{2, \dots, n\}$ に対して、

$$\begin{aligned} q_{11} &= A_1 + B_1 x_1 \\ q_{k2} &= A_k + B_k x_k + C_k^{11} q_{11} \end{aligned}$$

■**状態の予想** 企業1の均衡における生産量は $q_{11} = A_1 + B_1 x_1 \Leftrightarrow x_1 = (q_{11} - A_1) / B_1$ と書き換えることができる。つまり、均衡において企業 k が企業1の線形戦略を正しく予測していれば、観察した生産量から企業1の私的情報 x_1 を知ることができる。 x_1 は不確実性 u に関する情報なので、フォロワーである企業 k は x_k に加えて x_1 を用いることで、より正確に需要の不確実性 u を予測できる。企業 i が利用可能な情報に基づく予想を $E_i(\cdot | \cdot)$ と定義すると、補題1より、次が成り立つ。 k に対して、

$$\begin{aligned} E_1(u | \bar{\theta}, x_1) &= E_1(x_k | \bar{\theta}, x_1) = E_k(x_1 | \bar{\theta}, x_1, x_k) = x_1, \\ E_k(u | \bar{\theta}, x_1, x_k) &= \frac{\gamma \bar{\theta} + \alpha_1 x_1 + \beta x_k}{\gamma + \alpha_1 + \beta}. \end{aligned}$$

■**期待利潤最大化と均衡** 均衡は後向き帰納法を用いて導出する。ステージ2において、企業 k は私的情報 x_k と企業1の生産量 q_{11} を所与として次の最大化問題を解く。

$$\max_{q_{k2} \in \mathbb{R}^+} E[\pi_2(q, u) | x_k, q_{11}]$$

次に、ステージ1において、企業1が私的情報 x_1 を所与として次の最大化問題を解く。

$$\max_{q_{11} \in \mathbb{R}^+} E[\pi_1(q, u) | x_1]$$

その結果、次の均衡戦略が導出される⁷⁾。

$$\begin{aligned} q_{11}^* &= A_1 + B_1 x_1 \\ q_{k2}^* &= A_k + B_k x_k + C_k^{11} q_{11}^*, \end{aligned}$$

ただし、

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{X(\alpha_1, \beta, \gamma, n)}{2Y(\alpha_1, \beta, \gamma, n)} \left(a - \frac{\alpha_1 \bar{\theta}}{\alpha_1 + \gamma} \right), \quad B_1 = \frac{X(\alpha_1, \beta, \gamma, n)}{2Y(\alpha_1, \beta, \gamma, n)} \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \gamma} \right), \\ A_k &= \frac{\beta(a - \bar{\theta})}{Y(\alpha_1, \beta, \gamma, n)}, \quad B_k = \frac{\beta}{Y(\alpha_1, \beta, \gamma, n)}, \quad C_k^{11} = \frac{2(\alpha_1 + \gamma) - \beta}{X(\alpha_1, \beta, \gamma, n)}, \end{aligned}$$

6) 本稿は、すべての企業が完全に統合された同質財市場でシュタッケルベルグ競争を行う状況に焦点を当てている。その一方で、Gal-Or (1987) は分割された市場も分析できるより一般的な状況を分析している。

7) 均衡戦略、期待生産量、期待利潤の詳細な導出方法 Nakamura (2015) と Amemiya et al. (2021) を参照。

であり, $X(\alpha_1, \beta, \gamma, n) \equiv (n+1)\beta - 2(n-1)(\alpha_1 + \gamma) > 0$, $Y(\alpha_1, \beta, \gamma, n) \equiv (n+1)\beta + 2(\alpha_1 + \gamma) > 0$ とする。特に注目すべき結果は C_k^1 である。

結果 1. $C_k^1 \cong 0 \Leftrightarrow 2(\alpha_1 + \gamma) > \beta$

C_k^1 が $2(\alpha_1 + \gamma) > \beta$ のとき, つまりフォロワーである企業 k の私的情報の制度が十分に低いとき, 企業 1 と企業 k は戦略的補完関係になる。フォロワーの私的情報の精度と比較して, リーダーの私的情報の精度が相対的に高いため, その情報を利用できるフォロワーの情報アドバンテージが高い状況だと言える。反対に, $2(\alpha_1 + \gamma) < \beta$ のときは, リーダーのコミットメント・アドバンテージが優位に影響して, 戦略的代替関係になる。

また, 期待生産量は

$$Eq_{11} = \frac{\alpha X(\alpha_1, \beta, \gamma, n)}{2Y(\alpha, \alpha_k, \gamma, n)}, \quad Eq_{k2} = \frac{a[2(\alpha_1 + \gamma) + \beta]}{2Y(\alpha, \alpha_k, \gamma, n)},$$

であり, 期待利潤は

$$E\pi_0^f = \frac{(2\alpha_1 + \beta + 2\gamma)X(\alpha_1, \beta, \gamma, n)[a^2\gamma(a + \gamma) + \alpha_1]}{4\gamma(\alpha_1 + \gamma)[Y(\alpha_1, \beta, \gamma, n)]^2},$$

$$E\pi_1^f = \frac{\gamma(\alpha_1 + \gamma)[2(\alpha_1 + \gamma) + \beta]^2 a^2 + (\alpha_1 + 2\beta)^2(\alpha_1 + 4\gamma) + 4\gamma^2(\alpha_1 + \beta)}{4\gamma(\alpha_1 + \gamma)[Y(\alpha_1, \beta, \gamma, n)]^2}$$

である。このとき, 次の結果が得られる。

結果 2. $k \neq 1$ とする。

1. $Eq_{11} \cong Eq_{ks}$ である必要十分条件は, $\beta \cong 2(\alpha_1 + \gamma)$ である。
2. $E\pi_1 < E\pi_k$ である十分条件は $\beta \leq 2(\alpha_1 + \gamma)$ 。
3. $\beta > 2(\alpha_1 + \gamma)$ とする。
 - (a) $E\pi_1 > E\pi_k$ である必要十分条件が $a > \hat{a}$ である \hat{a} が存在する。
 - (b) $E\pi_1 > E\pi_k$ である必要十分条件が $n > \hat{n}$ である \hat{n} が存在する。

リーダーの私的情報の精度が相対的に高い場合 ($\beta \leq 2(\alpha_1 + \gamma)$), つまり結果 1 で戦略的補完関係になる場合, リーダーの期待生産量はフォロワーよりも小さくなっている。また, この場合, 期待利潤もフォロワーの方が高くなり, リーダーがアドバンテージを得られない理論的な可能性が示されている。

その一方で, リーダーの私的情報の精度が相対的に低い場合は, 他の要因も先行者のアドバンテージに影響を与えている。逆需要曲線の切片 a , つまり確定的な需要が十分に大きい場合, 総需要に対する需要の不確実性の影響は相対的に小さくなる。この場合, 先に生産を決定する情報のディスプレイアドバンテージも相対的に小さくなるので, 先行者が有利なる。また, フォロワーの数が十分に大きくて, フォロワー間での競争が激しい場合, リーダーが生産量を決定した後の需要の取り合いが起きるため, 各フォロワーの利潤は小さくなってしまふ。その結果, フォロワーよりもリーダーの利潤が高くなる。つまり, リーダーの参入直後に十分に多くのフォロワーが一度に参入する場合は, 先行者がアドバンテージを獲得する理論的な可能性が示唆されている。

3.2 n ステージ数量競争問題 (Cumbul (2021))

本小節では、Cumbul (2021) を紹介する。複数の企業が各ステージで1社ずつ意思決定を行う不確実性下の n ステージ数量競争ゲームを分析している⁸⁾。リーダーの参入後に、時間を通じて次々と参入してくる状況に対応している。Cumbul (2021) は n 社のモデルを解析的に解いているが、 $n \geq 5$ ケースは複雑で、直感的な理解を十分に得られていない。そこで、本稿でも、必要な場合は $n \leq 4$ で得られた結果を説明する。

■**企業** Cumbul (2021) は、需要が不確実な市場において、 n 社の企業が各ステージで1社ずつ生産量を選択する n ステージゲームを分析している。つまり、本稿のモデルでは $N=S=\{1,2,\dots,n\}$ の場合に対応して、 $i=s$ となる。また、生産量の組は $q=\{q_{11},q_{22},\dots,q_{nn}\}$ と表記される。特に、 $N=S=\{1,2\}$ で $q=\{q_{11},q_{22}\}$ の場合は、Amemiya et al. (2021) と同様に、Gal-Or (1987) と一致する。

■**情報** Cumbul (2021) は、私的情報の精度に同質性を仮定している。つまり、前節で説明した私的情報に関して、任意の $i \in N$ に対して $\alpha_i = \alpha$ という仮定を追加した場合のみを考察している。

■**戦略** Cumbul (2021) のモデルは集合 N と S が一致していて、任意の企業で $i=s$ が成り立っているので、企業のインデックス i は i で十分である。したがって、各企業の線形戦略は次のように表記できる。

$$q_i = A_i + B_i x_i + \sum_{j=1}^{i-1} C_j q_j.$$

■**状態の予想** Amemiya et al. (2021) と同様に、各企業が線形戦略を用いていけば、企業 i は自分よりも前に意思決定してる企業の生産量 $q_{j < i}$ から企業 j の私的情報 x_j を知ることができる。したがって、Cumbul (2021) ではすべての企業の私的情報が同質的であることに注意すると、利用可能な情報に基づく予想は、補題1より、次のようになる。任意の $m \in \{0,1,\dots,n\}$ と任意の $j \in \{0,1,\dots,m\}$ 、任意の $k \in \{m+1,m+2,\dots,n\}$ に対して、

$$E_m(u \mid \bar{\theta}, x_0, x_1, \dots, x_m) = E_m(x_k \mid \bar{\theta}, x_0, x_1, \dots, x_m) = \frac{\gamma \bar{\theta} + \alpha \sum_{j=1}^m x_j}{\gamma + m \alpha}$$

が成り立つ。

■**期待利潤最大化と均衡** ステージ n で意思決定を行う企業 n の問題から、後向き帰納法を用いて均衡を導出する。各企業の最大化問題は

$$\max_{q_i \in \mathbb{R}^+} E[\pi_i(q, u) \mid x_i, q_1, \dots, q_{i-1}]$$

であり、企業 $i \neq 1$ の最適反応戦略は次のようになる⁹⁾。

8) $n=2$ のケースはGal-Or (1987) および Amemiya et al. (2021) 一致する。

9) 均衡戦略、期待生産量、期待利潤の詳しい導出方法 Cumbul (2021) を参照。

$$q_i^* = F_i(x_i, q) = A_i + B_i x_i + \sum_{j \leq i-2} C_i^j q_j + C_i^{i-1} q_{i-1}$$

ただし,

$$\begin{aligned} A_i &= \frac{\alpha^2 a}{2(\gamma + i\alpha)K_i}, & B_i &= \frac{\alpha^2}{2(\gamma + i\alpha)K_i}, \\ C_i^j &= \frac{-\alpha^2}{2(\gamma + i\alpha)K_i}, & C_i^{i-1} &= \frac{(\gamma + i\alpha)[2\gamma + (2i-3)\alpha]}{2(\gamma + i\alpha)K_i}, \\ K_i &= \begin{cases} \alpha & \text{if } i = n, \\ \gamma + (i+1)\alpha & \text{if } i \neq 1, n. \end{cases} \end{aligned}$$

企業間の戦略的關係は C_i^j と C_i^{i-1} で捉えることができる。Cumbul (2021) は次の結果を導出している。

結果 3. $i \neq 1$ と $j \leq i-2$ に対して、 $C_i^j > 0$ かつ $C_i^{i-1} < 0$ が成り立つ。

$i \neq 1$ に関して $C_i^{i-1} > 0$ であるため、直前に意思決定をする企業 $i-1$ に対しては戦略的補完関係である。つまり、リーダーのコミットメント・アドバンテージよりもフォロワーの情報アドバンテージが優位になっている。その一方で、 $C_i^j > 0$ より、企業 i は、二つ以上前に意思決定をする企業 j とは戦略的代替関係である。Cumbul (2021) のモデルは、すべての企業で私的情報の精度が同質的である。直前の企業 $i-1$ との関係に関しては、Amemiya et al. (2021) におけるフォロワーの私的情報が相対的に低い状況に対応している。しかし、二つ以上前に意思決定をする企業 j に関しては、その間に意思決定する企業の私的情報も利用できるため、企業 i の私的情報の精度が、企業 j と比較して相対的に十分に高い状況が生じる。つまり、フォロワーである企業 i は企業 j の情報を重視する必要がなくなる。結果として、企業 j の生産量への荷重を減らせるので、戦略的代替関係になる。これらの効果によって、期待生産量と期待利潤に関する次の結果を得ている。

結果 4. 期待生産量は企業 1 から企業 $n-1$ の順で減少する。その一方で、 $n \leq 4$ の場合、最後に意思決定を行う企業 n の期待生産量が最も多くなる¹⁰⁾。

結果 5. $a \geq \frac{1}{\gamma} - \bar{\theta}$ のとき、期待利潤は企業 1 から企業 $n-1$ の順で減少する。その一方で、任意の a に関して、 $n \leq 4$ の場合、最後に意思決定を行う企業 n の期待利潤が最も高くなる。

結果 5 は最後発企業がもっともアドバンテージを得るという結果を示している。ただし、最後発企業を除くと、最も早く意思決定を行う企業がアドバンテージを得ている。コミットメント・アドバンテージは、企業 1 が最も大きく、徐々に小さくなっていく。その一方で、情報アドバンテージは企業 1 が最も小さく、企業 n が最も大きくなる。また、このモデルでは直後の企業からの戦略的補完関係の影響を受けると生産量が減少するが、最後発の企業はそれ以降に意思決定を行う企業がないため、戦略的補完関係による負の影響を受けない。その結果、私的情報の精度が同質的な場

10) $n=3$ のケースを分析した Shinkai (2000) とも整合的な結果である。

合、最後発の企業がもっとも期待利潤が高くなり、最先発の企業の期待利潤が次に高くなる。中間の企業は二つのアドバンテージをともに十分に得ることができずに利潤が下がってしまう。

3.3 今後の展望

Amemiya et al. (2021) と Cumbul (2021) は、ともに通常のシュタッケルベルグ数量競争を拡張したモデルを分析している。より広範な市場環境に分析の対象を広げるためには、利潤関数の一般化が必要である。不確実性下の同時手番ゲームに関する研究文脈は、この課題の解決に示唆を与えている。Ui and Yoshizawa (2015) は、情報精度が同質的な経済主体による同時手番 LQG ゲーム (Linear-quadratic Gaussian game) を定式化している。LQG ゲームとは、経済主体の利得が行動に関する 2 次関数であり、情報構造が正規分布に従うゲームのことである。需要が不確実なクールノー数量競争をはじめとする、多様な市場構造の分析が可能である。Ui and Yoshizawa (2015) は同時手番ゲームのみを分析しているので、彼らのモデルを動的的に拡張することができれば、より広範な市場構造において先行者利益の問題を分析することが可能になるだろう。

内生的参入問題も未解決である。Amemiya et al. (2021) と Cumbul (2021) は、外生的に与えられた企業数の下で先行者利益の問題を考察している。Amemiya et al. (2021) と Cumbul (2021) の違いのように、競争の形態が異なれば、企業の参入のインセンティブも異なるだろう。参入のタイミングの構造や参入コストの違いが企業行動に与える影響の分析は、研究課題として残されている。この課題の解決によって、市場環境の整備に関する政策的含意が得られるだろう。

4 おわりに

本稿では、需要が不確実な市場における数量競争に関する先行者利益の問題を整理した。特に、Gal-Or (1987) のモデルを拡張した研究である Amemiya et al. (2021) と Cumbul (2021) の結果を紹介した。先に動くことで得られるコミットメント・アドバンテージと後で動くことで得られる情報アドバンテージのトレードオフ、および企業数が増えることによる競争の効果によって、先行者が有利になる場合と不利になる場合があるという理論研究の結果を紹介した。

Golder and Tellis (1993) 等の実証研究では、後発企業が先発企業よりも失敗の可能性が低いことや、長期的な成功を享受していることが示されている。この結論は、本稿で紹介した結果の一部とも整合的である。しかし、これまで存在しなかった革新的な製品やサービスを生み出す力を持っているのは、開拓者としての先発企業である。彼らが適切な先行者利益を享受できる環境を整えることによって、新たな市場を積極的に創出していくインセンティブを与えなければならない。イノベーションを起こしながら持続的に経済を発展させていく市場環境を整備するために、理論と実証の両面から、先行者利益に関するより一層の研究知見の蓄積が必要である。

参考文献

- Amemiya, Y., Ishihara, A. and Nakamura, T., 2021. Pre-emptive Production and Market Competitiveness in Oligopoly with Private Information. *Journal of Economics & Management Strategy* 30 (2), 449-445.
- Angeletos, G. M. and Pavan, A., 2007. Efficient Use of Information and Social Value of Information. *Econometrica* 75

- (4), 1103-1142.
- Arato, H., Hori, T., and Nakamura, T., 2014. Endogenous Information Acquisition and the Partial Announcement Policy. *Information Economics and Policy* 55, 100898.
- Cumbul, E., 2021. Stackelberg versus Cournot Oligopoly with Private Information. *International Journal of Industrial Organization* 75, 102674.
- DeGroot, M. H., 1970. *Optimal Statistical Decisions*. McGraw-Hill, New York.
- DeWolf, D. and Smeers, Y., 1997. A Stochastic Version of a Stackelberg-Nash-Cournot Equilibrium Model. *Management Science* 43 (2), 190-197.
- Eliasz, K. and Forges, F., 2015. Information Disclosure to Cournot Duopolists. *Economic Letters* 126, 167-170.
- Gal-Or, E., 1987. First Mover Disadvantages with Private Information. *Review of Economic Studies* 54 (2), 279-292.
- Golder, Peter N. and Tellis, Gerard J. 1993. Pioneer Advantage: Marketing Logic or Marketing Legend?. *Journal of Marketing Research* 30 (2), 158-170.
- Mailath, G., J., 1993. Endogenous Sequencing of Firm Decisions. *Journal of Economic Theory* 59 (1), 169-182.
- Morris, S. and Shin, H. S., 2002. Social Value of Public Information. *American Economic Review* 92 (5), 1521-1534.
- Nakamura, T., 2015. One-Leader and Multiple-Follower Stackelberg Games with Private Information. *Economics Letters* 127, 27-30.
- Normann, H-T., 1997. Endogenous Stackelberg Equilibria with Incomplete Information. *Journal of Economics* 66 (2), 177-187.
- Shinkai, T., 2000. Second Mover Disadvantages in a Three-player Stackelberg Game with Private Information. *Journal of Economic Theory* 90 (2), 293-304.
- Ui, T. and Yoshizawa, Y., 2015. Characterizing the Social Value of Information. *Journal of Economic Theory* 158, 507-535.
- Vives, X., 1988. Aggregation of information in large Cournot markets. *Econometrica* 56 (4) 851-876.
- Vives, X., 2017. Endogenous Public Information and Welfare in Market Games. *Review of Economics Studies* 84 (2), 935-963
- Xu, H., 2005. An MPCC Approach for Stochastic Stackelberg-Nash-Cournot Equilibrium. *Optimization* 54 (1), 22-57.