

## 情報技術産業における技術公開戦略とクールノー競争

日下部, 義博

<https://doi.org/10.15017/3000267>

---

出版情報 : 経済論究. 109, pp.69-80, 2001-03-31. 九州大学大学院経済学会  
バージョン :  
権利関係 :

# 情報技術産業における技術公開戦略とクールノー競争

日下部 義博

## 目次

- 1 はじめに
- 2 モデル
  - 2.1 ネットワーク外部性を考慮した需要の設定
  - 2.2 技術公開後の複占市場：クールノー/シュタッケルベルグ競争
  - 2.3 技術非公開と技術公開戦略の決定
- 3 おわりに

## 1 はじめに

情報技術産業においては、自社の技術製品購入者およびサービス利用者のネットワーク規模を背後に市場競争を行う側面があり、技術製品の購入者間で形成されるネットワーク効果を考慮に入れた企業戦略が戦略的に採用される事例が多く見られる。

技術競争力や技術普及率を上昇させる戦略の例として、自社製品の製品技術・規格・仕様といった技術情報を積極的に技術開発元企業が他企業に公開・提供する技術公開戦略が挙げられる。この技術公開戦略を採った企業は、自社技術を提供することで他企業と技術情報を共有し、同時に同一技術製品市場での競争を行なっている。技術保有企業が技術情報を公開・提供すると、同一技術に基づいたクローン製品が生産され、技術を公開した企業はライバル技術製品だけでなく自ら技術情報を公開・提供したことで他企業のクローン製品とも市場で競争することになるのである。ここで、技術情報を公開・提供することによって生じるネットワーク外部性を考慮すると、クローン製品の販売によって技術開発元企業の売上は競争によって減少する可能性があるが、その一方でクローン製品の販売数は、技術開発企業が提供する技術製品全体のユーザー数（インストールベース）を拡大させる効果による利益が考えられる。技術開発元企業は、このような技術情報の公開・提供に伴うトレード・オフ関係を考慮して戦略を決定することになる。このような文脈の中で、本稿では情報技術産業における企業間競争での戦略的企業行動として技術公開戦略についての考察を行なう。

特に本稿と関連のある先行研究として以下の論文が挙げられる。

Conner and Rumelt (1)は、情報財、特にソフトウェア産業で問題となる違法コピー製品使用者の存在の影響をネットワーク外部性の観点から分析した。一般的にユーザーによる違法コピー（海賊版）の存在は、企業により低い収益と消費者により高い購入価格をもたらし、双方に損害を与えるものであると考えられている。Conner and Rumeltは、たとえ違法ユーザーであっても製品のインストールベースを増加させる点に着目することで、均衡においてネットワーク外部性の大きさと違法コピー防

止策（プロテクション）の水準によっては、プロテクションコストがゼロの場合でもプロテクトしない戦略が企業に高い収益と消費者に低い購入価格をもたらすという意味で最適な戦略となりえることを示した。

Shy and Thisse (3)は、(1)で独占企業として設定されていたモデルを差別化されたソフトウェア製品の複占モデルに拡張して分析を行なった。また、正規販売ソフトウェアにはサポートサービスがバンドルされているものとし、正規購入者にはサポートによる便益が追加されることと違法コピー使用者には製品サポートが無いことを考慮して、消費者をサポートから追加的便益を受けるタイプと、たとえ正規購入者になってもサポートから追加的便益を受けないタイプが存在することを導入している。Shy and Thisseは市場を複占モデルに拡張することによって、競争環境下にある企業が違法コピー使用者の存在に対してプロテクトするかどうかの戦略的インセンティブを考察している。分析の結果、ネットワーク外部性が十分大きい場合、両企業ともプロテクションしない戦略の組がナッシュ均衡となり、このとき利潤が最も高くなることが示された。

Conner (2)は、(1)のモデルを応用し、技術開発元のイノベーター企業が他企業に技術公開・提供を戦略的に行う可能性についての考察に分析を広げた。モデルでは、技術情報非公開の下で技術開発元企業が独占販売を行なうケースと、技術情報を公開した場合に技術情報を提供されたクローン企業とベルトラン／シュタッケルベルグ競争を行なうケースの分析がなされている。このモデル設定の下での分析結果では、クローン企業が先手で価格設定を行い、技術を開発したイノベーター企業が後手となって価格設定をする価格設定戦略の組がナッシュ均衡となることが示された。さらに、このときネットワーク外部性の大きさがオリジナル製品とクローン製品の品質比を上回っているならば、イノベーター企業の利潤は独占利潤よりも後手イノベーターの利潤の方が大きいことが示された。これは新しい技術分野で独占的ポジションになれるときでさえ、市場での競争環境によってはクローンを奨励することが技術開発元企業にとって利潤増加につながる可能性があることを意味している。

本稿では、Conner (2)のモデルで設定されていた市場環境をもとに、技術製品購入者間で形成されるネットワーク外部性を考慮したモデル設定の下で、技術開発元企業がクローン企業に技術公開を行なったとき、両企業が生産量を戦略変数としたクールノー／シュタッケルベルグ競争を行なうものとして分析を行なう。このとき、どのような市場条件の下で、技術開発元企業が独占販売ではなく戦略的に自社の技術情報を公開する誘因をもち公開決定を行なうのかを示す。

## 2 モデル

ある技術を開発した企業がその技術をもとに独占的に製品を販売するのか、それともその技術情報を公開・提供してクローン製品を他企業が販売できるようにするのか、という選択に直面している状況下での技術開発元企業の戦略決定について考察を行なう。

まず、第2.1節でConner (2)モデルに従ってネットワーク外部性を導入した逆需要関数を設定する。その逆需要関数をもとに、第2.2節で技術情報が公開された複占市場におけるクールノー／シュタッケルベルグ競争を分析し、両企業が生産量設定手番についてのナッシュ均衡を求める。そして、第2.3節で

技術開発元企業の技術公開戦略の決定問題について考察する。

モデルの主な仮定として、技術開発元企業が他企業に技術情報を提供する際、提供される企業は1社のみであり、無償ライセンスが行なわれるものとする。また、両企業は技術製品の生産について同一の費用構造を持っているとする。なお、技術開発元企業が開発した技術製品と競争関係にある非互換製品を販売しているライバル企業がない市場環境を想定する。

## 2.1 ネットワーク外部性を考慮した需要の設定

経済全体の人数を $K$ 、開発された技術製品に対する消費者 $i$ の嗜好を $\tau_i$ とする。この $\tau_i$ は、その技術製品の購入に対する各消費者の留保価格といえる。ある一定の潜在的購入者数を $N$  ( $\tau \geq 0$ )とする。 $K = aN$  ( $a > 1$ )とおくと、どのような価格でも購入することのない消費者は $K - N = N(a - 1)$ と表せる。ここで、嗜好 $\tau$ は $\tau \in [-(a - 1), 1]$ で一様に分布していると仮定する。

技術製品購入者間で発生するネットワーク外部性の概念を導入するために、技術製品の全購入者数を $Q$ で表し、ネットワーク外部性のパラメータを $\gamma$  ( $> 0$ )とする。 $\gamma$ は、技術製品に対するインストールベース単位当たりの追加的価値の大きさを表す。ここで、消費者の嗜好 $\tau$ は $\gamma Q$ に関して増加関数であり、ネットワーク効果の上昇は技術製品に対する消費者の嗜好(留保価格)を高くするものとする。これにより、各消費者の技術製品に対する便益が、同一技術製品の利用者が大きいほど高くなるというネットワーク効果を考慮することになる。本稿の議論での需要(購入者数) $Q$ は、消費者がある価格の下で予想した製品購入者数 $Q^e$ と実際に実現した購入者数が一致している合理的期待均衡を考える。なお、技術情報が提供されて生産されたクローン製品は、オリジナル製品と完全な互換性があるものとする。これは、オリジナル製品・クローン製品のどちらを購入したとしても、購入者は製品を利用するにあたっては同一技術のネットワークに属することを意味する。以上のようにネットワーク外部性を考慮すると、嗜好 $\tau$ の分布は $\tau \in [-(a - 1) + \gamma Q, 1 + \gamma Q]$ となる。また、このときの潜在的購入者は $N = K(1 + \gamma)/a$ と表せる。したがって、ネットワーク外部性を考慮した消費者の嗜好を考えると、潜在的購入者は $N(1 + \gamma Q)$ に増加することになる。

企業1(技術開発元企業)と企業2(クローン製品企業)の価格と品質をそれぞれ $p_i$  ( $i = 1, 2$ ),  $s_i$  ( $i = 1, 2$ )で表す。ここでの品質は、評判・製品デザイン・サポートなどを含んだ広い意味での品質とする。ただし、技術開発元企業のオリジナル製品の方がクローン製品よりも品質に関して優れている( $s_1 > s_2 > 0$ )と仮定する。また、両企業は同一の限界費用・固定費用と仮定し、簡単化のためゼロとおく。技術製品を購入した消費者が製品の使用によって得られる便益を $s_i \tau_i$  ( $\gamma Q$ )とする。すなわち、消費者が製品から得られる便益は、購入した製品の品質と製品購入者間で形成されるネットワーク効果を考慮した技術製品に対する嗜好との積とする。また、各消費者は技術製品を1単位購入するか購入しないものとし、便益を最大化する選択行動を行なうものとする。

ここで、技術開発元企業がクローン企業に技術情報を公開・提供する場合を考える。このとき、この技術製品市場には同一技術に基づいているが品質が異なるオリジナル製品とクローン製品が存在することになる。このケースでの消費者の購入選択問題は、以下のように表せる。

・オリジナル製品の購入者

$$s_1\tau_i - p_1 \geq 0 \tag{1}$$

$$s_1\tau_i - p_1 \geq s_2\tau_i - p_2 \tag{2}$$

・クローン製品の購入者

$$s_2\tau_i - p_2 \geq 0 \tag{3}$$

$$s_2\tau_i - p_2 > s_1\tau_i - p_1 \tag{4}$$

・非購入者

$$s_1\tau_i - p_1 < 0 \tag{5}$$

$$s_2\tau_i - p_2 < 0 \tag{6}$$

このとき、各技術製品の限界的購入者と非購入者は、以下のようになる。

$$\text{オリジナル製品： } \tau_i \geq (p_1 - p_2) / (s_1 - s_2) \tag{7}$$

$$\text{クローン製品： } p_2 / s_2 \leq \tau_i < (p_1 - p_2) / (s_1 - s_2) \tag{8}$$

$$\text{非購入者： } \tau_i < p_2 / s_2 \tag{9}$$

潜在的購入者 ( $\tau \geq 0$ ) についての条件付分布関数を  $F(\cdot)$  とすると、実際に製品の購入をした消費者の割合は、図 1 のように表せる。ここで、クローン製品が売れるには  $p_2/s_2 < (p_1 - p_2)/(s_1 - s_2)$  が満たされていなければならない。これより、クローン企業が存在する条件は  $p_1/s_1 > p_2/s_2$  となる。これは、クローン製品はオリジナル製品よりも品質の単位当たりの価格が低くなければならないことを意味している。

各企業の製品購入者数は、相手企業の価格に依存している。技術開発元企業の価格を一定としてクローン製品の価格が下がると、オリジナル製品の購入でなくクローン製品を購入する消費者と非購入者からクローン製品購入者となる消費者がいるためオリジナル製品購入者の割合は減少するが、全体の購入者数は増加する。また、クローン製品の価格は一定としてオリジナル製品の価格が下がると、クローン製品でなくオリジナル製品を購入する消費者がいるためクローン製品購入者の割合は減少するが、この場合には技術製品の購入者全体数は変化しない。ここで、技術製品に対して高い嗜好をもつ消費者は、オリジナル製品かクローン製品かを価格と品質にしたがって購入選択をすることになる。

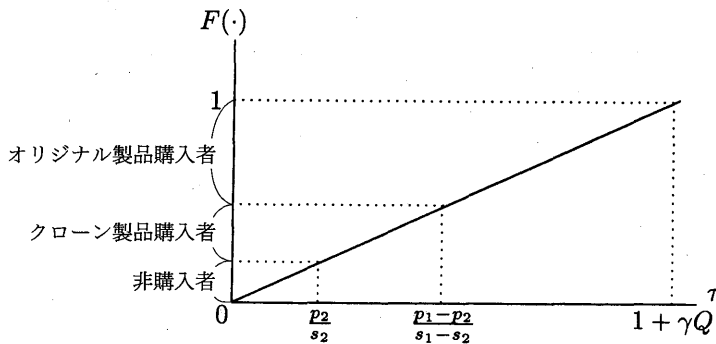


図 1：条件付分布関数と購入選択

一方、非購入者はクローン製品の価格と品質のみに依存しており、技術製品購入者全体としての限界的購入者はクローン製品の限界的購入者となる。一様分布の仮定とクローン製品の価格についての制限より、クローン製品購入者は比較的低い嗜好の消費者と技術製品全体の限界的購入者に近い低嗜好の消費者が混在していることになる。

以上の設定から、予想と現実の購入者が一致 ( $Q = Q^e$ ) している合理的期待均衡における各技術製品の需要を求めるために、まず技術製品の全体に関する需要を求める。

オリジナル製品もしくはクローン製品を購入する全体の需要 ( $Q = Q_1 + Q_2$ ) は、次式のように潜在的購入者数と実際に購入する消費者の割合との積で表せる。

$$Q \equiv N(1 + \gamma Q^e) \left[ 1 - F\left(\frac{p_2}{s_2}\right) \right]$$

$\tau$  が一様に分布しているとの仮定より  $F\left(\frac{p_2}{s_2}\right) = \frac{p_2/s_2}{1 + \gamma Q^e}$  であり、期待均衡において以下のような需要が実現することになる。

$$Q = \frac{N \left[ 1 - \left( \frac{p_2}{s_2} \right) \right]}{1 - \gamma N} \tag{10}$$

ここで、右下がりの線形需要曲線として  $\gamma N < 1$  とする。

オリジナル製品についての需要関数を求める。オリジナル製品の購入者数は、潜在的購入者数と実際にオリジナル製品を購入する消費者の割合との積で表せる。

$$Q_1 \equiv N(1 + \gamma Q^e) \left[ 1 - F\left(\frac{p_1 - p_2}{s_1 - s_2}\right) \right]$$

上式に  $F\left(\frac{p_1 - p_2}{s_1 - s_2}\right) = \frac{p_1 - p_2/s_1 - s_2}{1 + \gamma Q^e}$  を代入し、さらに  $Q^e$  に式(10)を代入すれば、オリジナル製品の需要関数が求められる。

$$Q_1(p_1, p_2) = \frac{N}{1 - \gamma N} \left[ 1 + \frac{p_2}{s_2} \left( \frac{s_2 - s_1 \gamma N}{s_1 - s_2} \right) \right] - \frac{N p_1}{s_1 - s_2} \tag{11}$$

クローン製品の需要関数についても同様に求めることができる。

$$Q_2 \equiv N(1 + \gamma Q^e) \left[ F\left(\frac{p_1 - p_2}{s_1 - s_2}\right) - F\left(\frac{p_2}{s_2}\right) \right]$$

上式に  $F\left(\frac{p_1 - p_2}{s_1 - s_2}\right) = \frac{p_1 - p_2/s_1 - s_2}{1 + \gamma Q^e}$ ,  $F\left(\frac{p_2}{s_2}\right) = \frac{p_2/s_2}{1 + \gamma Q^e}$ , 式(10)を代入すれば、クローン製品の需要関数が求められる。

$$Q_2(p_1, p_2) = \frac{N s_1}{s_1 - s_2} \left( \frac{p_1}{s_1} - \frac{p_2}{s_2} \right) \tag{12}$$

クローン製品が存在するには  $p_1/s_1 > p_2/s_2$  が成立していなければならないことが確認できる。

ここで、企業の戦略変数が生産量であるクールノー競争を考察するために、各技術製品の価格を期待均衡で実現する生産量の関数として表す。このとき、消費者が予想した購入者数と実際が生産量が一致しており、その生産量の組によって決まる各技術製品の価格で消費者は購入選択をしている。式(11)と式(12)より、それぞれの逆需要関数を求めると次のようになる。ここで、 $Q_i$  を  $q_i$  ( $i=1, 2$ ) に置き

換え各企業の生産量とする。

$$p_1(q_1, q_2) = -\frac{s_1(1-\gamma N)}{N} q_1 + \frac{(s_1\gamma N - s_2)}{N} q_2 + s_1 \tag{13}$$

$$p_2(q_1, q_2) = -\frac{s_2(1-\gamma N)}{N} (q_1 + q_2) + s_2 \tag{14}$$

ここで、式(12)にはネットワーク外部性のパラメータがないことから直接的にクローンの需要に外部性は影響しないが、生産量の関数として表現されたクローンの逆需要関数にはネットワーク外部性が直接的に影響することになる。

### 2.2 技術公開後の複占市場：クールノー／シュタッケルベルグ競争

技術開発元企業が技術を公開した場合、市場は同一技術に基づいた技術製品（オリジナル製品とクローン製品）が供給される複占競争となる。ここでは、企業が生産量設定手番を採ることで複占競争の形態をケース分けし、それぞれの競争形態についての考察を行なう。

生産量を戦略変数とした各企業の利潤関数は、 $\Pi_i(q_i, q_j) = p_i(q_i, q_j)q_i$  ( $i, j=1, 2; i \neq j$ ) となる。ここで、各企業の反応関数  $R_i(q_j)$  ( $i, j=1, 2; i \neq j$ ) を求めると以下ようになる。

$$R_1(q_2) = \frac{(s_1\gamma N - s_2)}{2s_1(1-\gamma N)} q_2 + \frac{N}{2(1-\gamma N)} \tag{15}$$

$$R_2(q_1) = -\frac{1}{2} q_1 + \frac{N}{2(1-\gamma N)} \tag{16}$$

式(16)より、クローン企業の生産量は、技術開発元企業の生産量が増加すると減少する戦略的代替関係をもつ。一方、クローン企業の生産量に対する技術開発元企業の生産量の戦略的關係は、式(15)の第1項の分子に依存しており、 $s_1\gamma N - s_2 < 0$  ならば戦略的代替関係、 $s_1\gamma N - s_2 > 0$  ならば戦略的補完関係をもつことになる。これは、ネットワーク外部性の大きさ  $\gamma N$  と技術製品の品質比  $s_2/s_1$  との不等号関

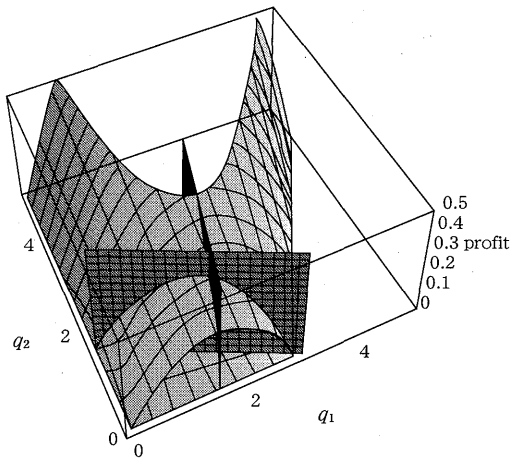


図 2：反応直線と等利潤曲面  $\gamma N > \frac{s_2}{s_1}$

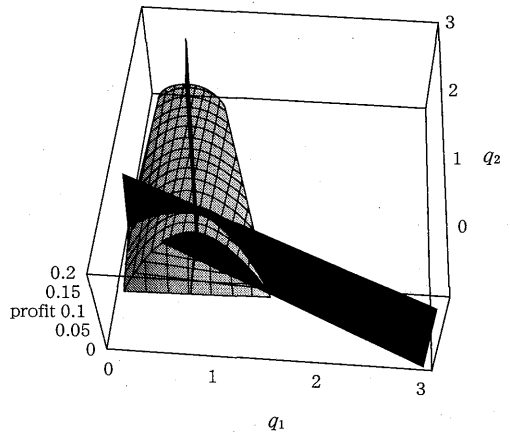


図 3：反応直線と等利潤曲面  $\gamma N < \frac{s_2}{s_1}$

係によって技術開発元企業のクローン企業の生産量に対する戦略的關係が決まることを意味している。図2 ( $s_1=2/5, s_2=1/5, \gamma=2/3, N=1$ )と図3 ( $s_1=2/5, s_2=1/5, \gamma=1/3, N=1$ )は、各企業の反応直線と等利潤曲面を数値例を用いて図示したものである。

各企業の生産量設定手番の組み合わせによって4つの競争形態が考えられる。

- CASE 1：両企業追従者のケース
- CASE 2：技術開発元企業先導者—クローン企業追従者のケース
- CASE 3：クローン企業先導者—技術開発元企業追従者のケース
- CASE 4：両企業先導者のケース

以下では、それぞれのケースでの均衡生産量・均衡価格・均衡利潤を求め、生産量設定手番を純戦略とする手番ゲームのナッシュ均衡を求める。なお、求めた均衡値に  $L$  (先導者)・ $F$  (追従者)・ $C$  (同時手番) を付けて各手番での均衡を区別する。

<CASE 1>

両企業とも追従者として行動する場合には、お互いが相手の生産量を所与として生産量を決定することを意味する。したがって、この場合は同時手番クールノー・ナッシュ均衡を求める。このときの均衡となるのは  ${}^Cq_i^* = R_i({}^Cq_j^*)$  ( $i, j=1, 2; i \neq j$ ) であり、反応関数の交点が均衡点となる。

それぞれの均衡生産量、均衡価格、および均衡利潤を求めると以下ようになる。

$${}^Cq_1^* = \frac{N[s_1(2-\gamma N)-s_2]}{(1-\gamma N)[s_1(4-3\gamma N)-s_2]}, \quad {}^Cq_2^* = \frac{Ns_1}{s_1(4-3\gamma N)-s_2} \quad (17)$$

$${}^Cp_1^* = \frac{s_1[s_1(2-\gamma N)-s_2]}{s_1(4-3\gamma N)-s_2}, \quad {}^Cp_2^* = \frac{s_1s_2(1-\gamma N)}{s_1(4-3\gamma N)-s_2} \quad (18)$$

$${}^C\Pi_1^* = \frac{Ns_1[s_1(2-\gamma N)-s_2]^2}{(1-\gamma N)[s_1(4-3\gamma N)-s_2]^2}, \quad {}^C\Pi_2^* = \frac{Ns_1^2s_2(1-\gamma N)}{[s_1(4-3\gamma N)-s_2]^2} \quad (19)$$

<CASE 2>

技術開発元企業が先に生産量を決定する生産量設定の先導者として行動し、追従者としてクローン企業が生産量を決定するというシュタッケルベルグ競争の場合について考える。この2段階ゲームのシュタッケルベルグ競争の均衡は、サブゲーム完全均衡を求めることになる。

クローン企業は技術開発元企業の実生産量をもとに最適反応生産量を設定する。一方、技術開発元企業はそのようなクローン企業の行動を読み込んだ上で利潤を最大化する生産量を設定する。よって、相手の反応直線と自社の等利潤曲線が接する点が均衡点となる。このとき、技術開発元企業は1段階目で次のような最適化問題を解くことになる。

$${}^Lq_1^* = \max_{q_1} {}^L\Pi_1(q_1, R_2(q_1))$$

2段階目でクローン企業は決定された  ${}^Lq_1^*$  をもとに最適反応生産量  ${}^Fq_2^* = R_2({}^Lq_1^*)$  を設定する。

それぞれの均衡生産量、均衡価格、および均衡利潤を求めると以下ようになる。



$${}^L q_1^* = \frac{N}{2(1-\gamma N)}, \quad {}^F q_2^* = \frac{N}{4(1-\gamma N)} \tag{20}$$

$${}^L p_1^* = \frac{s_1(2-\gamma N) - s_2}{4(1-\gamma N)}, \quad {}^F p_2^* = \frac{s_2}{4} \tag{21}$$

$${}^L \Pi_1^* = \frac{N[s_1(2-\gamma N) - s_2]}{8(1-\gamma N)^2}, \quad {}^F \Pi_2^* = \frac{Ns_2}{16(1-\gamma N)} \tag{22}$$

<CASE 3>

同様に、クローン企業が生産量設定の先導者で技術開発元企業が追従者の場合の均衡生産量、均衡価格、均衡利潤を求めると以下ようになる。

$${}^F q_1^* = \frac{N[s_1(4-\gamma N) - 3s_2]}{4(1-\gamma N)[s_1(2-\gamma N) - s_2]}, \quad {}^L q_2^* = \frac{Ns_1}{2[s_1(2-\gamma N) - s_2]} \tag{23}$$

$${}^F p_1^* = \frac{s_1[s_1(4-\gamma N) - 3s_2]}{4[s_1(2-\gamma N) - s_2]}, \quad {}^L p_2^* = \frac{s_2}{4} \tag{24}$$

$${}^F \Pi_1^* = \frac{Ns_1[s_1(4-\gamma N) - 3s_2]^2}{16(1-\gamma N)[s_1(2-\gamma N) - s_2]^2}, \quad {}^L \Pi_2^* = \frac{Ns_1s_2}{8[s_1(2-\gamma N) - s_2]} \tag{25}$$

<CASE 4>

両企業が共に自社の生産量設定によって相手の生産量をコントロールしようとする先導者手番を採る場合について考える。このとき、どちらかの企業もしくは両企業が手番戦略を変更しない限り、シュタッケルベルグ不均衡と呼ばれる状態となる。ここで、先導者手番を採ることについて争った結果は、各企業が先導者を採るインセンティブの程度に影響を受けるものと考えられる。

$\gamma N > s_2/s_1$  の状況では、式(26)の均衡利潤の不等式関係より、技術開発元企業は先導者から手番変更しないが、クローン企業は追従者に変更するインセンティブをもつ。したがって、結果として技術開発元企業先導者—クローン企業追従者の均衡利潤の組となると考えられる。ただし、 $\gamma N < s_2/s_1$  の場合、クローン企業の均衡利潤の不等式関係は  ${}^L \Pi_2^* > {}^C \Pi_2^* > {}^F \Pi_2^*$  となるが、次小節での議論でこのケースでは、技術開発元企業は技術情報を公開しないことが独占利潤との比較によって示される。

$${}^L \Pi_1^* > {}^C \Pi_1^* > {}^F \Pi_1^*, \quad {}^F \Pi_2^* > {}^L \Pi_2^* > {}^C \Pi_2^* \quad \text{if} \quad \gamma N > \frac{s_2}{s_1} \tag{26}$$

以上の4ケースを戦略形ゲームを表すと、表1のようになる。この生産量設定手番ゲームに関するナッシュ均衡は、技術開発元企業先導者—クローン企業追従者という手番戦略の組となる。したがっ

表1：企業の生産量設定手番と利得行列

	企業2	
企業1 \	先導者	追従者
先導者	( ${}^L \Pi_1^*, {}^F \Pi_2^*$ )	( ${}^L \Pi_1^*, {}^F \Pi_2^*$ )
追従者	( ${}^F \Pi_1^*, {}^L \Pi_2^*$ )	( ${}^C \Pi_1^*, {}^C \Pi_2^*$ )

て、もし技術開発元企業が技術情報を公開してクローン企業と生産量を戦略変数とした市場競争を行なう場合、内生的に生産量設定手番の組が決まり、技術開発元企業先導者—クローン企業追従者という競争形態となる。

反応直線と等利潤曲線 ( $\gamma N > s_2/s_1$  のケース) を図示し、これまでの均衡の結果をまとめると図4のように表せる。

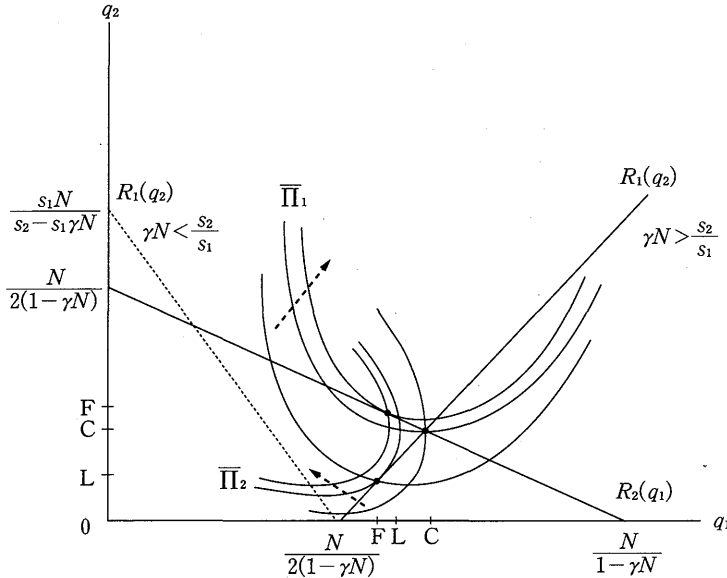


図4：反応直線とクールノー/シュタッケルベルグ均衡

### 2.3 技術非公開と技術公開戦略の決定

技術開発元企業が技術情報を非公開とし、独占販売を行なった場合の利潤は容易に求められる。独占の場合、市場に存在するのは技術開発元企業のオリジナル製品のみであり、消費者の選択問題は式(1)と式(5)で購入者而非購入者が決まる。このとき、限界的購入者は  $t_i > p_i/s_i$  である。したがって、独占販売の場合の需要関数は、 ${}^M Q_i(p_i) = N[1 - (p_i/s_i)]/1 - \gamma N$  となる。なお、この場合の購入者間で形成されるネットワーク効果はオリジナル製品の購入者数のみの大きさとなる。

逆需要関数は次式のとおりである。

$${}^M p_i(q_i) = -\frac{s_i(1-\gamma N)}{N} q_i + s_i \quad (27)$$

技術開発元企業が独占販売を行なった場合の均衡生産量、均衡価格、均衡利潤は次のようになる。

$${}^M q_i^* = \frac{N}{2(1-\gamma N)}, \quad {}^M p_i^* = \frac{s_i}{2}, \quad {}^M \Pi_i^* = \frac{s_i N}{4(1-\gamma N)} \quad (28)$$

ここで、技術開発元企業が技術情報を非公開とし独占販売をする場合の均衡利潤と技術情報を公開した場合に内生的に決まる生産量設定手番の下での複占競争の均衡利潤を比較すると、以下のような

不等式関係が成立する。

$${}^M\Pi_1^* < {}^L\Pi_1^* \quad \text{if} \quad \gamma N > \frac{s_2}{s_1} \tag{29}$$

したがって、ネットワーク外部性の大きさがオリジナル製品とクローン製品の品質比を上回っているならば、技術開発元企業は技術情報を公開することを選択する。また、式(29)の条件式が満たされているとき、技術開発元企業は追従者となったとしても独占の場合より均衡利潤が高くなることから、技術情報を公開するインセンティブをもつといえる。しかし、この条件が満たされていないときには、どのような手番であっても独占での均衡利潤の方が高くなることから、技術情報は非公開とすることになる。

技術公開条件式  $\gamma N > s_2/s_1$  が成立する場合、需要関数式(11)、逆需要関数式(13)でも確認できるようにクローン製品は技術開発元企業の製品にとって補完財の性質をもつことになる。一方、オリジナル製品はクローン製品にとって常に代替財の性質をもっている。

ネットワーク外部性によって、クローン製品の存在はユーザーベースを拡大しオリジナル製品の価値を高める効果が働くことになる。これは、技術開発元企業が独占販売での均衡生産量と同一の生産水準を技術公開後の生産量設定先導者で設定しており、このとき独占販売での均衡価格よりもクローン製品が存在する場合の方が高くなっていることにも現れている。

また、オリジナル製品とクローン製品の品質差が小さい場合、品質比の値は大きくなる。したがって、品質差が小さく条件式が満たされないような場合には、お互いの技術製品は代替財の性質をもつようになることから、品質比の値は同一技術製品としての競争の程度を表している。

このことから、技術開発元企業が技術情報を公開する際の判断基準となるのは、技術情報を公開して自ら競争環境を創出した場合に直面する競争の程度よりも同一技術に基づいた技術製品によって形成される購入者間のネットワーク効果から得られる製品価値の上昇の方が大きいかどうかということができる。

Connerによる価格を戦略変数とするベルトラン競争での分析結果は、クローン企業先導者—技術開発元企業追従者という手番の組が価格設定戦略のナッシュ均衡となることが示されていたが、本稿での分析結果として企業が生産量を戦略変数して競争を行なう場合では、Connerの分析結果とは反対に技術開発元企業先導者—クローン企業追従者の手番の組が生産量設定戦略のナッシュ均衡となった。また、このときネットワーク外部性の大きさがオリジナル製品とクローン製品の品質比を上回っているならば、技術開発元企業の利潤は独占利潤よりも生産量先導者の利潤の方が大きくなり、技術開発元企業は技術情報を公開することが最適戦略となることが示された。この技術公開に関する式は、企業の戦略変数がどちらの場合でも同一の公開条件式となる。

全購入者数の比較を行なうと、公開した場合 ( ${}^Lq_1^* + {}^Rq_2^*$ ) の方が独占販売の場合 ( ${}^Mq_1^*$ ) よりも大きいことから、消費者の観点からも技術開発元企業の技術公開は技術製品のユーザーベースが大きくなり技術製品利用から得られる便益が高くなる。

本稿のクールノー競争での分析結果(開発元企業先導者—クローン企業追従者)とConnerのベルトラン競争での分析結果(クローン企業先導者—開発元企業追従者)との比較を公開条件式  $\gamma N > s_2/s_1$  が

満たされている市場環境で行なうと、均衡におけるクローン製品購入者数は同一数となるが、オリジナル製品購入者数は生産量を戦略変数とするクールノー競争の場合の方が多くなっていることから、全購入者数はクールノー競争の場合が大きくなっている。均衡価格に関しては、クールノー競争に比べてベルトラン競争の方が両技術製品とも高くなっている。技術公開後に企業が出荷台数となる生産量を戦略変数として競争を行なう場合、これがネットワーク規模の拡大競争につながり、結果的に価格競争の場合よりも製品価格が低くなっていることになる。それぞれの均衡利潤を比較すると、クローン企業はベルトラン競争の方が均衡利潤が高く、逆に技術開発元企業はクールノー競争の方が均衡利潤が高くなっている。これより、技術開発元企業が技術公開を行なうにあたって競争の戦略形態を選択できる場合には、生産量を戦略変数とするクールノー競争を選択すると考えられる。また、このときの技術製品購入者について考えると、ベルトラン競争の場合よりも両技術製品ともにその購入価格は低価格であり、高品質のオリジナル製品を購入する消費者数が多くなっている。さらに、技術製品全体の購入者数についてもクールノー競争の場合の方が多く、より大きい購入者間ネットワークが形成されることから、技術製品利用から得られる各購入者の便益はクールノー競争の方がベルトラン競争よりも大きくなり、購入者にとっても企業が生産量を戦略変数とする競争を行なった場合の方が望ましい結果となる。

### 3 おわりに

本稿では、ネットワーク外部性を考慮した企業戦略として、技術公開戦略についての分析を行なった。技術開発元企業が技術情報を公開する際の判断基準は、クールノー競争・ベルトラン競争のどちらの場合でも同じ技術公開条件式となるが、内生的に決定される手番についてはその競争形態によって反対の手番を採ることが示された。また、クールノー競争下でのナッシュ均衡手番で先導者となる技術開発元企業は、独占販売の場合の均衡生産量と同水準の生産量を設定することが可能であり、このときネットワーク外部性の効果による製品価値の上昇がオリジナル製品の価格に反映していることをみた。さらに、Connerによるベルトラン競争モデルの均衡との比較では、技術開発元企業と技術製品購入者の観点から考察を行なった。

今後の課題として、次のようなモデルの拡張が考えられる。

まず、技術開発元企業と競争状態にある非互換ライバル技術製品の存在の導入である。この導入によって、技術標準獲得競争についての考察、さらに技術開発元企業の技術製品が、ある技術製品領域のプラットフォーム技術として機能し関連補完製品を持つような場合を想定した非互換ライバル技術製品とのプラットフォーム間競争についての考察が考えられる。このとき、自社技術製品のユーザーベースの拡大、および自社と同一技術に基づいた製品を生産販売する企業を増加させる目的で技術公開を戦略的に行なう可能性がある。このような状況を想定することによって、情報技術産業における事実上の技術標準をめぐる企業間競争で技術公開戦略がどのような影響を与えるのかを考察することができるだろう。

また、知的財産権（特に特許・著作権）が含まれる自社の技術情報を他企業に提供する際には、技

術ライセンス契約の下で技術情報が取引されるのが一般的である。技術ライセンスでは技術開発元企業がその技術情報の知的財産権自体は保有し、技術情報を利用して製品を製造・販売できる使用权を他企業に許諾する。このライセンス戦略を採った知的財産権保有企業（ライセンサー）は、使用权を与えた対価として技術使用料を技術情報使用权を受ける企業（ライセンシー）から受け取る。このことを考慮し、技術開発元企業が技術情報を公開する際にクローン企業から技術使用料（ロイヤルティ）を受け取るという設定の下での分析と、技術的には補完関係にあるライバル企業とのクロスライセンスを含めたライセンス戦略についての分析が考えられる。

以上のような問題意識の下で、ネットワーク外部性を導入した企業間競争モデルでの戦略的な技術公開と技術ライセンスについての分析へ拡張することを今後の課題としたい。

#### 参 考 文 献

- (1) Conner, K. R. and R. P. Rumelt, (1991) "Software Piracy: An Analysis of Protection Strategies," *Management Science*, Vol.37, pp.125-139.
- (2) Conner, K. R., (1995) "Obtaining Strategic Advantage from Being Imitated: When Can Encouraging "Clones" Pay?," *Management Science*, Vol.41, pp.209-225.
- (3) Shy, O. and J. F. Thisse (1999) "A Strategic Approach to Software Protection," *Journal of Economics & Management Strategy*, Vol.8, pp.165-190.
- (4) Economides, N., (1996) "The Economics of Networks," *International Journal of Industrial Organization*, Vol.14, pp.673-99.
- (5) Economides, N., (2000) "Durable Goods Monopoly with Network Externalities with Application to the PC Operating Systems Market," *Quarterly Journal of Electronic Commerce*, Vol.1, no.3.
- (6) Lerner, J. and J. Tirole, (2000) "The Simple Economics of Open Source," NBER Feb 25.
- (7) Friedman, J., (1983) *Oligopoly Theory*, Cambridge University Press.
- (8) Tirole, J., (1988) *The Theory of industrial Organization*, MIT Press.
- (9) Shapiro, Carl and Varian, Hal R., (1998) *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Harvard Business School Press.
- (10) 國領二郎 (1999) 『オープン・アーキテクチャ戦略—ネットワーク時代の協調モデル—』ダイヤモンド社