Journal of the Korean Institute
of Industrial Engineers
Vol.22, No.2, June, 1996

비대칭적 조건하에서 기업간의 신시장 개척 유인 분석*

Incentives to Pioneer the Next Generation Market for Two Firms with Asymmetric Conditions*

임종인**, 오형식***

Jong-in Lim**, Hyung-sik Oh***

Abstract

In this paper, a market share competition model for two firms with asymmetric conditions is considered with. In the model, the asymmetry between two firms is given by *the difference of market shares* in the existing market and the change of market share is supposed to be occurred only through *pioneering a new market.* Since the timing decision of market pioneering is based on the continuous time domain, a super game structure which has infinitely many numbers of subgames is employed for the modeling. In the course of equilibrium finding, we show that there exists no subgame-perfect pure strategy equilibrium in this game. So, we apply a mixed strategy concept and find a unique *subgame-perfect equilibrium behavior strategy.* As a result of equilibrium analysis, we know that the relative sizes of pioneering incentives between two firms are varying with parameter conditions. However, the global speed of market pioneering is proven to be independent with the level of asymmetry between two firms.

Key words: Asymmetric market share, Market pioneering game, Subgame-perfect equilibrium

* 본 연구는 학술진흥재단의 94년 신진연구인력 선발 지원금에 의해 수행되었음

** 과학기술정책관리연구소(STEPI)

*** 서울대학교 산업공학과

I. 서론

산업사회 이후 경제발전의 원동력은 끊임없이 이어져 온 기업들의 경쟁적인 기술혁신 노력에서 대부분 찾을 수 있다. 최근에 이르러서는 기술혁신 경쟁이 기업 차원에서 뿐만 아니라 국가간 생존권을 건 경쟁으로까지 확대되고 있어 그 전략적 중요성에 더욱 더 관심이 모아지고 있다. 이같은 상황에서 기술개발 동기에 내재된 시장메카니즘을 밝히고, 기업간의 전략적 경쟁상황을 이해하는 일은 경쟁 당사자인 기업은 물론, 기술정책의 입안자인 국가의 입장에서도 매우 중요하고 시급한 과제라 하겠다. 따라서 본 연구에서는 이론적 모형을 이용하여 경쟁시장에서 기업들의 기술혁신(신시장개척) 유인을 분석하고, 여러가지 경제적 상황변화에 따른 기업들의 전략적 대응양식을 규명하고자 한다.

기술개발의 경쟁양상이 치열해 짐에 따라 전반적인 기술발전 속도는 기하급수적으로 증가하고 있으며, 이에따라 기술개발 성과물의 시장 수명주기는 급격히 줄어들고 있는 실정이다. 전통적으로 Schumpeter주의자들은 기업의 이같은 기술혁신에 대한 유인(Incentive)을 혁신 이후에 펼쳐질 신시장으로부터 누릴 수 있는 독점이윤에 대한 기대로부터 찾고 있다. 즉, 독점적 이윤을 끊임없이 추구하는 **기업가정신(Entrepreneurship)**에 의해 기존시장에 대한 창조적 파괴가 부단히 이루어지고, 이에따라 기술혁신의 부산물인 신제품의 시장이 끊임없이 열리게 된다는 시각이다[23]. 이러한 시각은 최근의 시장상황에도 기본적으로 적용될 수 있다. 비록 오늘날의 시장에서 신기술개발에 의한 완전 독점력의 확보는 거의 기대하기 힘들게 되었지만, 기존제품의 개선 차원에서 이루어진 혁신의 결과로 기업들은 부분적으로나마 다양한 형태의 시장독점력을 누리고 있다. 시장동태학(Market dynamics)의 측면에서 보면, 오늘날의 기업들은 기술혁신을 통해 기존시장과는 질적으로 차별화된 신시장을 먼저 개척함으로서 얻을 수 있는 소위, **선도기업의 이득(Pioneer's advantage)**을 확보하고자 노력하고 있는 것이다. 선도기업의 이득에는 신제품 생산기술에 대해 먼저 경험을 쌓음으로서 얻어지는 학습효과와 R&D의 결과물에 대한 특허권 등을 포함하는 **기술적 선도이득(Technological leadership)**, 희소자원이나 유통경로 및 유리한 제품시장을 선점함으로서 얻을 수 있는 **선점효과(Preemption effect)**, 그리고 소비자들의 인식확대 및 수요관성에 기인하는 **상표충실성(Brand loyalty)** 등이 포함된다[10]. 이렇게 해서 얻어진 경쟁우위는 궁극적으로 시장에서 성과(시장점유율)의 차이로 집약되어 실현되기 마련이다([2],[22]). 따라서 본 연구에서는 기업간 기술혁신 경쟁과정상의 유인을 그 성과 측면에서 시장점유율 경쟁모형으로 조명하고자 한다. 아울러 기존시장에서의 기업간 시장성과 차이를 모형에 명시적으로 도입하여 참여기업간의 비대칭성이 기술혁신에 의한 신시장개척유인에 미치는 영향에 대해서도 살펴보기로 한다. 모형에서 기업간의 경쟁상황은 시간(Timing)을 전략공간으로 하는 무한게임(Super game)으로 묘사되며, 해의 개념으로는 **하위게임-완전 평형행위전략(Subgame-perfect equilibrium behavior strategy)**이 사용된다.

기술혁신에 의한 신시장개척과 관련된 기업간의 경쟁적 행태에 관한 연구는 선도기업의 이득을 획득하기 위한 미시적 경쟁상황을 게임 모형으로 분석한 것이 대부분이다. 이들 연구는 크게 대칭적 모형(Symmetric models)과 비대칭적(Asymmetric models) 모형으로 나눌 수 있는데, 그 분류기준은 경쟁에 참가하고 있는 기업들의 기존시장 지배력이나 기술수준 등의 조건이 동등한가 그렇지 않은가에 따른다[21]. 이 중 대칭적 모형들은 주로 시장경쟁도(참여기업 수)와 기술발전 속도와의 상관관계를 밝히고자 것들로서, 이에대한 고전적 연구로는 Loury[14]의 것을 들 수 있다. 그는 연구개발투자에 확률적으로 비례하는 R&D 성공함수를 가정하여 기업간 R&D 투자경쟁의 평형해를 분석하였다. 연구결과에 의하면 R&D 투자경쟁에 참가한 기업의 수가 많아질수록 기술개발 성공 가능시기는 앞당겨지게 되나, 전체 기대시간의 측면에서는 오히려 늦어질 수 있다는 것을 보였다. 또한 대칭적 모형 중 신시장 개척유인 분석에 관한 최근의 연구로서 Lim and Oh [13]는 기업간 경쟁으로 인해 신시장의 개척시기는 선도개척의 이득이 거의 다 무산될 정도로 앞당겨질 수 있다는 결론을 이론적으로 유도했다.

기업간 신시장 개척경쟁 모형 중 비대칭적 모형의 주요 연구과제중 하나는 기존시장에서 우위를 점유하고 있는 기업과 그렇지 못한 기업간 시장개척유인의 차이를 분석하는 것이다. 이에 대해 Gibert and Newbery[4]는 기존시장에서 독점력을 확보하고 있는 기업이 잠재적 경쟁자의 시장 진입을 막기 위한 진입장벽으로서 신시장을 선점(Preemption)하려는 유인이 존재함을 보였다. 그러나 그들은 이같은 선점이 항상 실현되는 것은 아니며, 잠재적 경쟁자들의 기술수준이 현저히 낮은 경우에는 기존의 기술수준보다 열등한 제품을 내놓는 식의 소위 **수면특허(Sleeping patent)**가 등장할 가능성이 있다고 주장하였다. 반면 Reinganum[20]은 신시장 개척의 성공여부가 불확실할 경우, 기존시장의 우등기업(Superior firm)이 열등기업(Inferior firm)보다 연구개발에 적게 투자함으로서 신시장을 개척할 확률이 더 작아지게 된다고 주장하였다. 이와 비슷한 결과를 보인 연구로서 Aron and Lazear[1]도 후발기업의 추격비용(Follow-up cost)가 그리 크지 않고 신시장 개척의 성공여부에 불확실성이 내포되어 있을 경우, 기존시장에서의 우등기업은 열등기업에 의한 신시장 개척의 성공여부를 확인한 이후에야 비로소 신시장에 참여하게 된다는 **기다림의 평형해(Following equilibrium)** 개념을 제시하였다. 또 Vickers[25]는 기술혁신에 의한 비용우위 획득 경쟁에서 시장점유율 경쟁이 그리 심하지 않은 경우에는 여러 기업들이 번갈아가며 시장개척을 선도하는 조화로운 균형이 이루어질 수 있으나, 경쟁이 극심할 경우(예를들어 Bertrand경쟁상황)에는 가장 기술력이 뛰어난 기업에 의한 독주가 예상된다고 하였다. Katz and Shapiro [7]는 신시장 개척유인을 자가유인(Stand-alone incentive)과 선점유인(Preemption incentive)로 나누어 이들의 크기 비교에 의한 비대칭적 결과를 제시한 바 있다.

Ⅱ. 모형의 설정

기업이 최적 신시장 개척시점을 결정하는 데에는 두가지 측면의 전략적 의사결정이 고려되어야 한다. 그 하나는 정성적인 측면에서 선도기업(Pioneer)이 될 것인가 아니면 후발기업(Follower)이 될 것인가의 결정이고, 다른 하나는 정량적 측면에서 과연 어느 시점에 시장진입을 실행할 것인가의 결정이다[12]. 이 두가지 결정은 비록 하나의 시간축 위에 압축되어 표현될 수는 있으나 전략적 차원에서 분리시켜 고려되어야 한다. 왜냐하면, 후자는 개별기업 자신의 단독적 의사결정 문제이지만, 전자의 경우는 상대방의 전략에 의해 자신의 이득이 직접적으로 영향을 받는 이른바 **게임 상황(Game situation)**을 수반하기 때문이다. 만약 경쟁 상대가 없는 상황에서 최적 신시장 개척시점의 결정을 고려한다면 문제는 간단하다. 물론 불확실성의 문제는 따르겠지만, 각 시점에 있어서의 수요조건, 기술적 완성도 및 기존시장의 수명주기 등을 예측하여 총 기대이익을 최대화하는 시점을 비교적 간단하게 계산해낼 수 있을 것이다. 그러나 여기에 선도기업의 이득을 차지하기 위한 경쟁이 도입될 경우에는 **행위의 불확실성(Behavioral uncertainty)** 문제가 추가되어 상황은 보다 복잡해지게 된다. 이 때는 경쟁 당사자간의 전략이 쌍방에 영향을 미치게되므로 최적해(Optimal solution)보다는 평형해(Equilibrium solution)의 개념으로 문제에 접근해야 한다.

기존시장에서 비대칭적 시장점유율을 보이고 있는 두 기업(우등기업과 열등기업)간의 신시장개척 경쟁모형을 구축함에 앞서, 모형에서 사용될 기호 및 기본가정들을 정리하면 다음과 같다.

[기호정의 및 기본가정]

T : 모형의 연구기간(Study period)

s_1 : 우등기업의 전략변수, $s_1 \in [0,T]$

s_2 : 열등기업의 전략변수, $s_2 \in [0,T]$

m : 기존시장에서 우등기업의 시장점유율, $0.5 < m \leq 1$

$\delta(t)$: 시점 t에서 신시장을 개척할 경우의 시장잠식율, $0 \leq \delta(t) \leq 1$, $\delta'(t) > 0$, $\delta''(t) < 0$, $\delta'''(t) \geq 0$, $\forall t \in [0,T]$

$C(t)$: 시점 t에서 신시장을 개척할 경우의 개척비용, $C(t) > 0$, $C'(t) < 0$, $C''(t) > 0$, $\forall t \in [0,T]$

여기서 집합 $t \in [0,T]$는 경쟁에 참가한 기업들의 전략공간을 의미하는데, 이때 $t=0$의 시점은 기존 제품이 처음 시장에 도입된 시점이라 볼 수 있다. 또 모형을 설정함에 있어 시간에 대한 할인율(Discount rate)을 고려하지 않기 위해 연구기간을 T까지로 제한하였는데, 이같은 제한이 분석결과의 일반성에는 아무런 영향을 주지 않을 것이다. m은 기존시장에서 더 큰 시장지배력을 가지고 있는 기업의 점유율로서, 우등기업의 시장 수익흐름이라 볼 수도 있을 것이다. $\delta(t)$는 시점 t에서 신시장개척이 일어날 경우, 기존시장이 신시장에 의해 잠식당하게 될 정도를 비율로서 나타낸 것이다. 이 값은 기존시장의 크기에 대한 비율을 나타내기 때문에 0과 1 사이의 값을 가지게 되며, 신시장이 개척될 경우 우등기업과 열등기업은 각각 기존시장에서의 점유율에 비례하여 기존시장을 잠

식당한다고 가정할 수 있다. 이때 수명주기 후반으로 갈수록 기존제품의 시장 지배력이 감소할 것이기 때문에 신시장의 잠식율은 커질 것이라는 예상이 가능하므로 $\delta(t)$의 1차 도함수를 양으로 가정하였다. 또 2차 도함수의 값이 음이라는 가정은 $\delta(t)$의 증가율이 시간이 지남에 따라 감소하여 궁극적으로는 0에 수렴하게 된다는 것을 반영한 것이다. $\delta(t)$의 3차 도함수 값에 대한 가정은 계산상의 편의를 위한 것이다. 한편 $\delta(t)$의 값이 시장의 수익흐름을 나타내고 있음을 고려할 때, 시점 s에서 신시장을 먼저 개척한 선도기업이 연구기간내에 얻을 수 있는 수익의 총량은 식(1)과 같이 쓸 수 있다(단, 계산의 편의상 할인율은 고려하지 않는다).

$$\begin{aligned}\Delta(s) &= \int_s^T \delta(s)\,ds \\ &= (T-s)\,\delta(s)\end{aligned} \tag{1}$$

식(1)에서 $\Delta(s)$는 시점 s에서 신시장을 개척할 경우 얻을 수 있는 선도기업의 이득 총량을 나타내며, 이 값에는 앞서 살펴 본 바와 같이 여러 가지 요인들이 복합적으로 함축되어 있다. 이와같은 특성을 고려하여 신

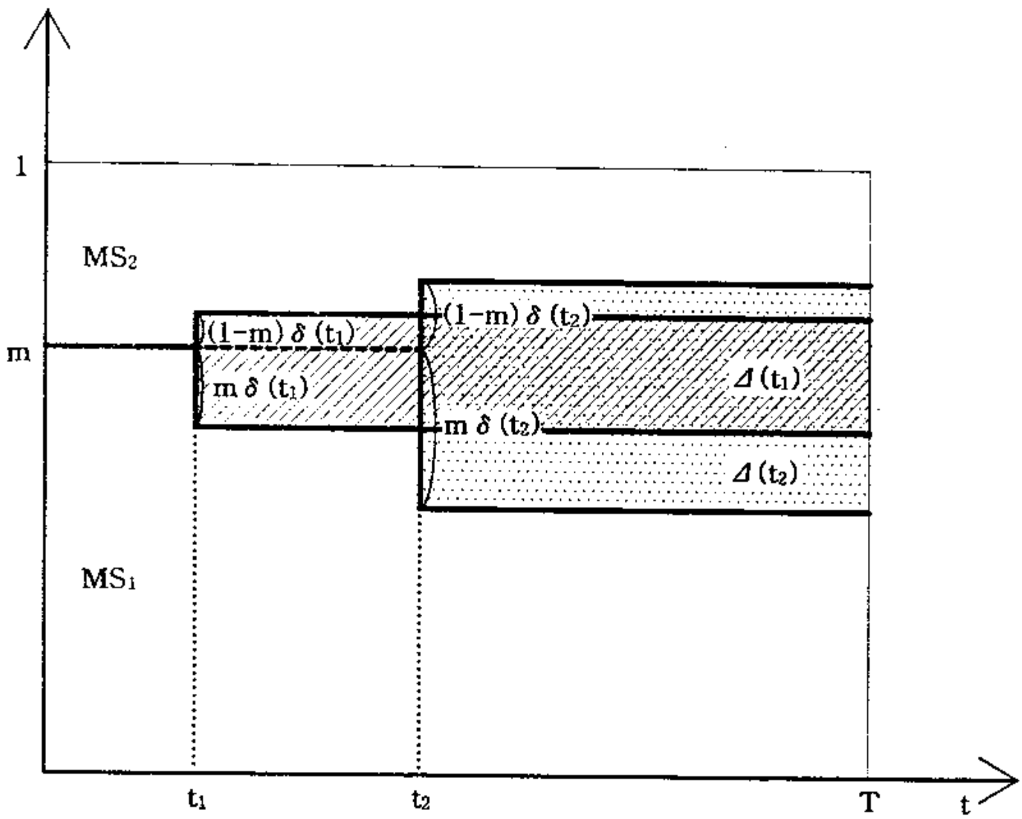

그림 1. 신시장개척에 따른 선도기업의 이득 변화

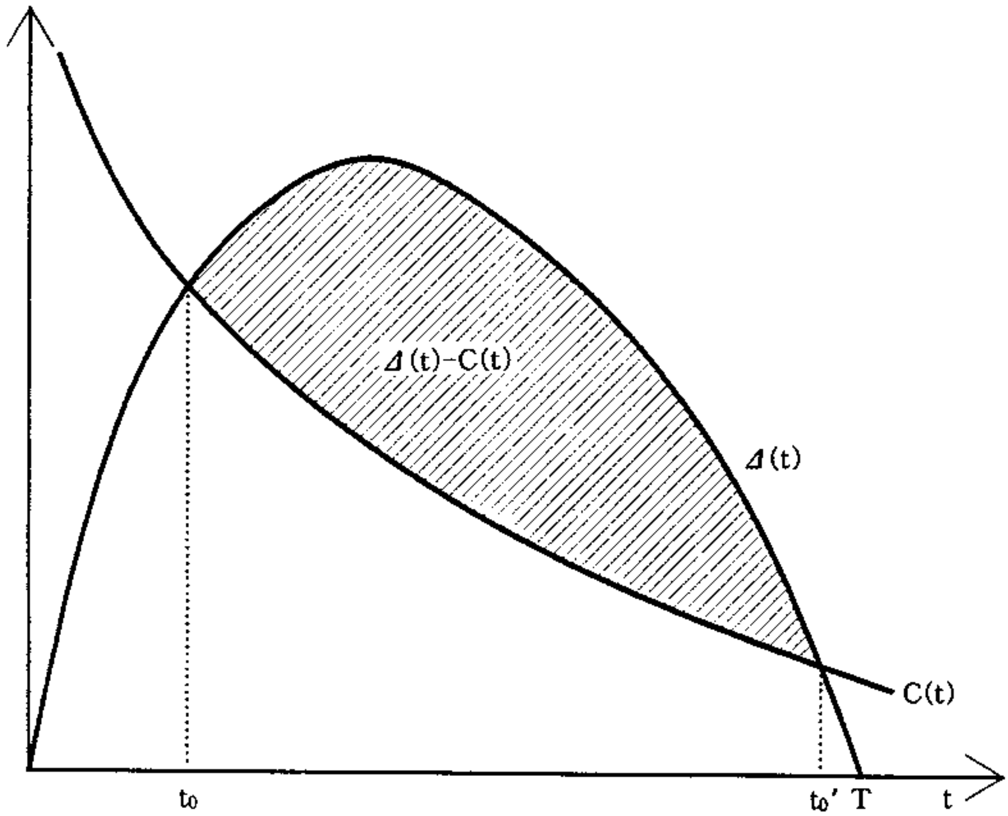

그림 2. 선도기업의 이득(Δ)과 개척비용(C)

시장개척 시점에 따른 선도기업의 이득 변화를 그림으로 나타내면 그림 1과 같다. 그림에서 알 수 있듯이 시점 s에서 우등기업은 만약 자신이 먼저 신시장을 개척할 경우에는 $(1-m)\Delta(s)$만큼을 추가적으로 얻게 되고, 열등기업이 먼저 개척할 경우는 $m\Delta(s)$만큼을 기존시장에서 잃게 된다. 반대로 열등기업은 자신이 먼저 신시장을 개척할 경우에는 $m\Delta(s)$만큼을 얻게 되고, 우등기업이 먼저 개척할 경우는 $(1-m)\Delta(s)$만큼을 잃게 된다.

다음으로 $C(t)$는 신시장개척에 수반되는 비용항목들을 모두 합해서 시장 수익흐름에 맞추어 정규화시킨 일괄비용(Lump-sum cost)이다. 여기에는 기술혁신을 위한 연구개발비용, 기존제품시장에 대한 기회비용 및 시장실패 위험 등이 포함된다. 개척비용은 선도기업의 이득(Δ)와 마찬가지로 우등기업과 열등기업 모두에게 동일한 크기로 발생한다고 볼 수 있다. 또한 이 비용은 시간이 지남에 따라 감소한다고 볼 수 있으므로 1차 도함수가 음의 값을 가진다고 가정할 수 있다. 개척비용 역시 궁극적으로는 일정한 값에 수렴하게 될 것이므로, 2차 도함수를 양으로 가정하였다. 신시장개척 경쟁에 있어 참여 기업들의 기대이익은 결국 이들 두가지 값(Δ, C)의 함수로서 표현될 수 있는데, 이 둘을 하

나의 그래프에 나타내면 그림 2와 같다. 이 그림에서 t_0와 t_0'은 신시장개척에 의한 선도기업의 이득과 개척비용이 같아지는 시점으로서, 모형의 가정에 의해 이같은 시점이 존재한다면 두 개가 존재하게 되며 두 시점의 사이 영역에서는 항상 선도기업의 이득이 개척비용보다 큰 값을 가지게 된다.

이러한 가정하에서 본 연구에서 설정하게 될 기업간 신시장개척경쟁 모형을 **게임** Γ라 할 때, 우등기업과 열등기업의 이득함수(Payoff function)는 다음 식 (2), (3)의 $\Phi_1(s_1, s_2)$, $\Phi_2(s_1,s_2)$와 같이 각각 쓸 수 있다. 이들 이득함수들은 신시장개척시의 변동폭만을 반영한 것으로, 총 이득함수에서 신시장개척이 일어나지 않을 경우의 이득함수 만큼을 각각 제한 값이다.

$$\Phi_1(s_1,s_2) = \begin{cases} (1-m)\Delta(s_1) - C(s_1), & 0 \le s_1 < s_2 \le T \\ -C(s_1), & 0 \le s_1 = s_2 \le T \\ -m\,\Delta(s_2), & 0 \le s_2 < s_1 \le T \\ 0, & T < s_1, s_2 \end{cases} \quad (2)$$

$$\Phi_2(s_1,s_2) = \begin{cases} -(1-m)\Delta(s_1), & 0 \le s_1 < s_2 \le T \\ -C(s_2), & 0 \le s_1 = s_2 \le T \\ m\,\Delta(s_2) - C(s_2), & 0 \le s_2 < s_1 \le T \\ 0, & T < s_1, s_2 \end{cases} \quad (3)$$

식 (2), (3)의 이득함수에서 연구기간내에 신시장의 개척이 일어나지 않으면 기존시장의 점유율은 그대로 유지되며, 만약 두 기업이 동시에 신시장개척결정을 내리는 경우에는 기존시장의 점유율이 그대로 유지된 채 개척비용만 발생한다고 가정하였다. 또 게임 Γ는 참가기업들이 현재까지 발생한 정보를 모두 알 수 있는 상황에서(Perfect recall), 어느 한 기업이라도 신시장개척을 결행하면 게임이 끝나는 것으로 가정하였기 때문에 게임에서 진 기업에게는 개척비용이 발생하지 않도록 이득함수를 설정하였다.

Ⅲ. 평형해의 도출

게임 Γ는 참가자들이 연속적인 시간선상에서 매시점 마다 신시장 개척 여부를 결정하는 형태이기 때문에 무한히 많은 하위게임들(Subgames)을 가지게 된다. 따라서 이 게임의 평형해 개념으로는 **하위게임-완전 평형전략(Subgame-perfect equilibrium strategy)**을 사용한다. 평형해를 도출하기 전에 우선 참가자들의 **개별적 합리성(Individual rationality)** 측면에서 신시장개척이 일어날 수 있는 전략공간을 살펴봄으로서 평형전략의 분석대상 구간을 좁힐 수 있다.

〈보조정리 1〉 게임 Γ의 전략공간 $\Omega_0 = \{ t \mid \Delta(t) < C(t) \}$에서는 신시장개척이 일어나지 않는다.

(증명) 우등기업과 열등기업 공히 게임 Γ에서 졌을 경우 총 기회비용의 크기는 Δ이다. 따라서 신시장의 개척비용이 게임에서 졌을 경우의 기회비용보다 큰 구간에서는 신시장개척을 감행할 아무런 동기도 찾을 수 없다.

〈보조정리 1〉에 의하면 신시장개척의 가능성이 있는 전략공간은 Ω_0의 여집합 구간인 $\Omega_1 = \{ t \mid \Delta(t) \geqq C(t) \}$이 된다. 이 전략공간은 그림 2로부터 $\Omega_1 = \{ t \mid t_0 \leqq t \leqq t_0'$

}와 같이 쓸 수도 있다. 다음으로 게임 Γ의 순수평형전략을 탐색해 보기로 하자. 이 게임은 두 참가자 중의 어느 한쪽이라도 신시장개척 결정을 내릴 경우 그 시점에서 게임이 끝나기 때문에 우등기업의 전략을 처음에 쓰고 열등기업의 전략을 두 번째 쓴 전략쌍으로 나타낼 경우 순수평형전략은 (t,t), (t, ∞), (∞,t), (∞,∞)의 네가지 유형으로 나눌 수 있다. 여기서 t는 연구기간내의 t 시점에 신시장개척 결정을 내리는 것을 의미하고, ∞는 연구기간내에 신시장개척을 하지 않음을 의미한다.

〈**보조정리** 2〉 게임 Γ에서 만약 $\{t \mid m\Delta(t) > C(t),\ t \in [0,T]\} = \phi$ 이면, 게임의 유일한 평형전략은 (∞,∞)이다.

(증명) 전략쌍 (∞,∞)와 다른 모든 전략쌍간의 전략적 우열관계(Strategic dominance relationship)을 살펴보기 위해 다음의 정규형 게임(Normal form game)을 고려하자.

우등 \ 열등	t	∞
t	-C, -C	(1-m)Δ-C, -(1-m)Δ
∞	-mΔ, mΔ-C	0, 0

여기서 $m\Delta(t) \le C(t),\ t \in [0,T]$ 이면 전략쌍 (∞,∞)이 모든 다른 전략쌍에 대해 전략적 우위를 가지므로 게임의 유일한 평형전략이 된다. ■

〈**보조정리** 3〉 게임 Γ에서 만약 $\{t \mid m\Delta(t) > C(t),\ t \in [0,T]\} \neq \phi$ 이면, 하위게임-완전 평형순수전략(Subgame-perfect equilibrium pure strategy)은 존재하지 않는다.

(증명) [부록 1] 참조.

〈보조정리 3〉의 결과에 의해 게임 Γ의 하위게임-완전 평형전략은 오직 혼합전략(Mixed strategy)의 형태로만 존재한다는 것을 알 수 있다. 이 게임에서의 혼합전략은 전략공간 [0,T]상의 확률밀도함수(Probability density function)로 정의할 수 있다. 이제 우등기업과 열등기업의 혼합전략을 각각 $f(s_1)$, $g(s_2)$, 단, $s_1 \in [0,T]$, $s_2 \in [0,T]$라 하자. 게임 Γ는 시점 0에서 출발하여 과거의 정보를 알고 있는 상태에서 게임을 지속하다가 두 기업 중 하나가 먼저 신시장을 선도할 경우 게임이 끝나기 때문에, 혼합전략 보다는 **행위전략(Behavior strategy)**으로 접근하는 편이 개념적으로 이해하기 편리할 것이다. 행위전략은 모든 정보집합(Information set)에서 독립적인 확률로서 대안을 선택하는 전략을 일컫는다. 즉, 행위전략하에서 게임의 참가자들은 이미 지나온 과정과는 상관없이 오직 현재의 정보집합에서 독립적인 선택을 하게 된다. 게임 Γ에서는 현재까지 발생한 정보를 참가자들이 모두 알 수 있다고 가정하기 때문에(Perfect recall), 혼합전략과 행위전략은 전략적으로 완전히 동등(Strategically equivalent)하다고 볼 수 있다[5]. 이 게임에서 우등기업과 열등기업의 행위전략은 각각 다음 식 (4), (5)와 같이 정의 된다. 여기서 행위전략이 가지는 의미는 한 기업이 시점 s까지는 신시장개척을 하지 않고 있다가, 바로 시점 s에서 신시장을 개척할 확률적 강도(Probabilistic intensity)라 할 수 있다.

$$p(s_1) = \frac{f(s_1)}{1-F(s_1)} \quad (4)$$

$$q(s_2) = \frac{g(s_2)}{1-G(s_2)} \quad (5)$$

단, $F(s) = \int_0^s f(t)\ dt,\ G(s) = \int_0^s g(t)\ dt.$

다음 그림 3은 게임 Γ의 평형행위전략을 탐색하는 과정에서 사용될 주요 함수와 시점들을 그림으로 표현한 것이다. 이 그림에서 나타나는 시점들간의 관계에 대해서는 〈보조정리 4〉에서 정리하기로 한다. 여기서 $\text{argmax}_t\{\cdot\}$는 목적함수의 값을 최대화시키는 변수 t의 값을 의미한다. 이 결과들을 이용하여 게임 Γ의 하위게임-완전 평형행위전략을 구하면, 다음 〈보조정리 5〉와 같으며, 게임 Γ의 최종적인 평형해는 〈정리 1〉과 같이 표현할 수 있다.

〈보조정리 4〉 게임 Γ의 전략공간상에서 t_0, $t^* < t_m < t_1 < t_2 < t_0'$ 의 관계가 항상 성립한다(그림 3 참조). 단, $t_0 = \inf\{t \mid \Delta(t) > C(t)\}$, $t_0' = \sup\{t \mid \Delta(t) > C(t)\}$, $t^* = \text{argmax}_t\{\Delta(t)\}$, $t_m = \text{argmax}_t\{\Delta(t) - C(t)\}$, $t_1 = \text{argmax}_t\{m\Delta(t) - C(t)\}$, $t_2 = \text{argmax}_t\{(1-m)\Delta(t) - C(t)\}$.

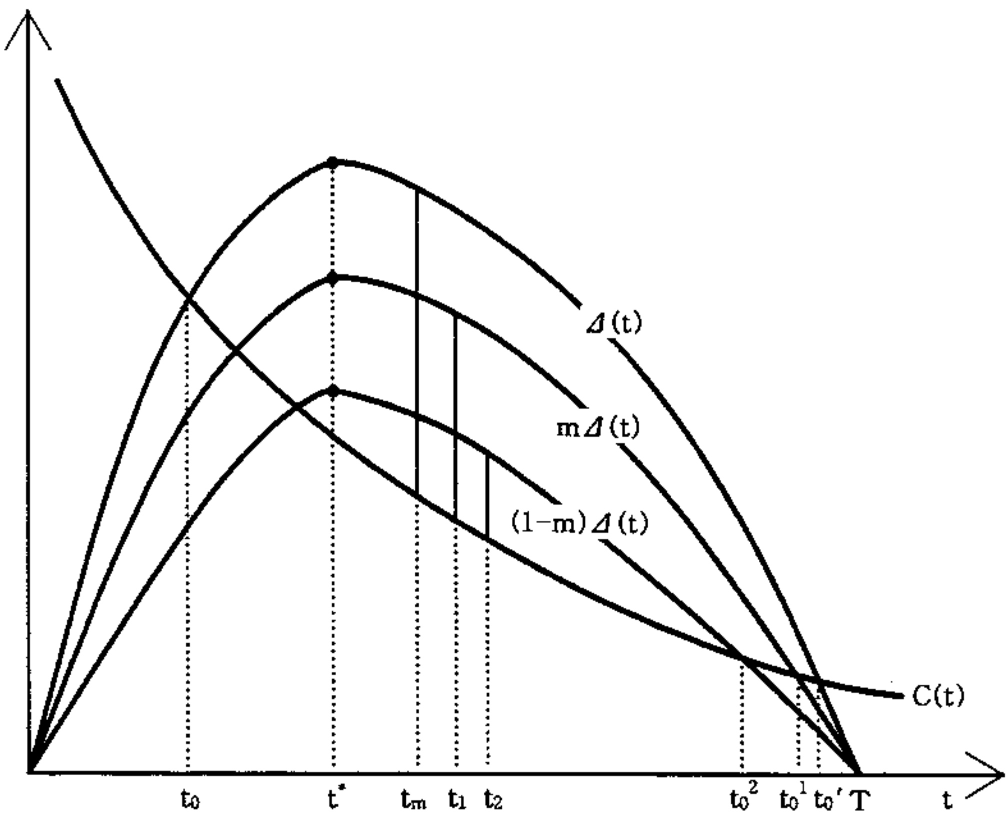

그림 3. 게임 Γ의 평형해에서 다루어질 주요 함수와 시점들

(증명) 그림 3에서 $t_0^1 = \sup \{t \mid m\Delta(t) > C(t)\}$, $t_0^2 = \sup \{t \mid (1-m)\Delta(t) > C(t)\}$ 이라 하자. 그러면 게임 Γ의 전략공간 중의 각 시점 $t = t_0', t_0^1, t_0^2$ 에서 $\Delta'(t) < m\Delta'(t) < (1-m)\Delta'(t) < C'(t)$ 이고, $(1-m)\Delta(t) < m\Delta(t) < \Delta(t)$ 이므로 $t_0^2 < t_0^1 < t_0'$의 관계가 성립한다. 또한 시점 $t = t_m, t_1, t_2$ 에서는 $C''(t) > \Delta''(t)$ 이고, $(1-m)\Delta'(t) > m\Delta'(t) > \Delta'(t)$ 이므로 $t_m < t_1 < t_2$ 의 관계가 성립한다. 그런데 $t_0 < t_m$, $t^* < t_m$ 이고 $t_2 < t_0'$이므로 $t_0, t^* < t_m < t_1 < t_2 < t_0'$ 이다. ■

〈보조정리 5〉 게임 Γ에서 만약 $\{ t \mid m\Delta(t) > C(t), t\in[0,T] \} \neq \phi$ 이면, 우등기업과 열등기업의 하위게임-완전 평형행위전략(Subgame-perfect equilibrium behavior strategy)은 각각 다음 식 (6), (7)과 같다.

$$p(s) = \begin{cases} \dfrac{m\Delta'(s) - C'(s)}{\Delta(s) - C(s)}, & s\in(t_0,t_1) \\ 0, & \text{그외} \end{cases} \tag{6}$$

$$q(s) = \begin{cases} \dfrac{(1-m)\Delta'(s) - C'(s)}{\Delta(s) - C(s)}, & s\in(t_0,t_2) \\ 0, & \text{그외} \end{cases} \tag{7}$$

(증명) [부록 2] 참조.

〈정리 1〉 게임 Γ의 하위게임-완전 행위평형전략(Subgame-perfect behavior strategy equilibrium)은 〈보조정리 2〉, 〈보조정리 5〉와 같다.

Ⅳ. 평형해의 의미분석

본 연구에서 비대칭적 기업간의 신시장개척 모형으로 다룬 게임 Γ의 평형전략은, 〈정리 1〉의 결과에서와 같이, 이득함수의 조건에 따라 두가지로 나누어 볼 수 있다. 그 중 보다 흥미로운 결과를 보여주고 있는 것은 〈보조정리 5〉의 것으로서, 여기서는 〈보조정리 5〉에서 구해진 평형해가 암시하고 있는 경제적 의미에 대해 분석해 보기로 한다.

〈종정리 1〉 게임 Γ의 전략공간 $s\in(t_0,t_2)$에서 $\text{sign}[p(s)-q(s)] = \text{sign}[\Delta'(s)]$이다.

(증명) $p(s) - q(s) = \dfrac{(2m-1)\,\Delta(s)}{\Delta(s) - C(s)}$ 이고, $2m - 1 > 0$, $\Delta(s) - C(s) > 0 \ \forall s\in(t_0,t_2)$ 이므로 증명완료. ■

〈종정리 1〉은 게임 Γ에서 우등기업과 열등기업간 신시장 개척 유인의 상대적 크기를 비교한 결과이다. 이 결과에 의하면, 두 기업간의 상대적 유인 크기는 시장조건에 따라 서로 다르다고 할 수 있다. 즉, 어느시점 s에서 선도기업의 이득이 증가하고 있는 경우 (Δ'>0)에는 우등기업의 신시장 개척 유인이 상대적으로 크고, 반대의 경우(Δ'<0)에는 열등기업의 유인이 크게 나타난다. 여기서 선도기업의 이득(Δ)을 다른 측면으로 해석하면, 상대기업의 시장선도에 의해 자신이 입을 수 있는 피해의 크기라고 볼 수 있다. 따라서 신시장개척 경쟁에서 질 경우 입게 될 피해의 정도가 상대적으로 큰 우등기업의 입장에서는, 이 값이 증가하고 있는 상황에서 신시장을 선점하려는 유인이 더 크게 나타날

수밖에 없을 것이다. 게임 Γ에서 선도기업의 이득 증가율과 두 기업의 하위게임-완전 평형행위전략과의 관계를 그림으로 나타내면 다음 그림 4와 같다. 이 그림을 통해 신시장 기업의 신시장 선도 가능성이 상대적으로 높고, 그렇지 않은 산업에서는 열등기업의 신시장선도 가능성이 높을 것이라는 예상이 가능하다. 그러나 그 어떤 경우라도 신시장의

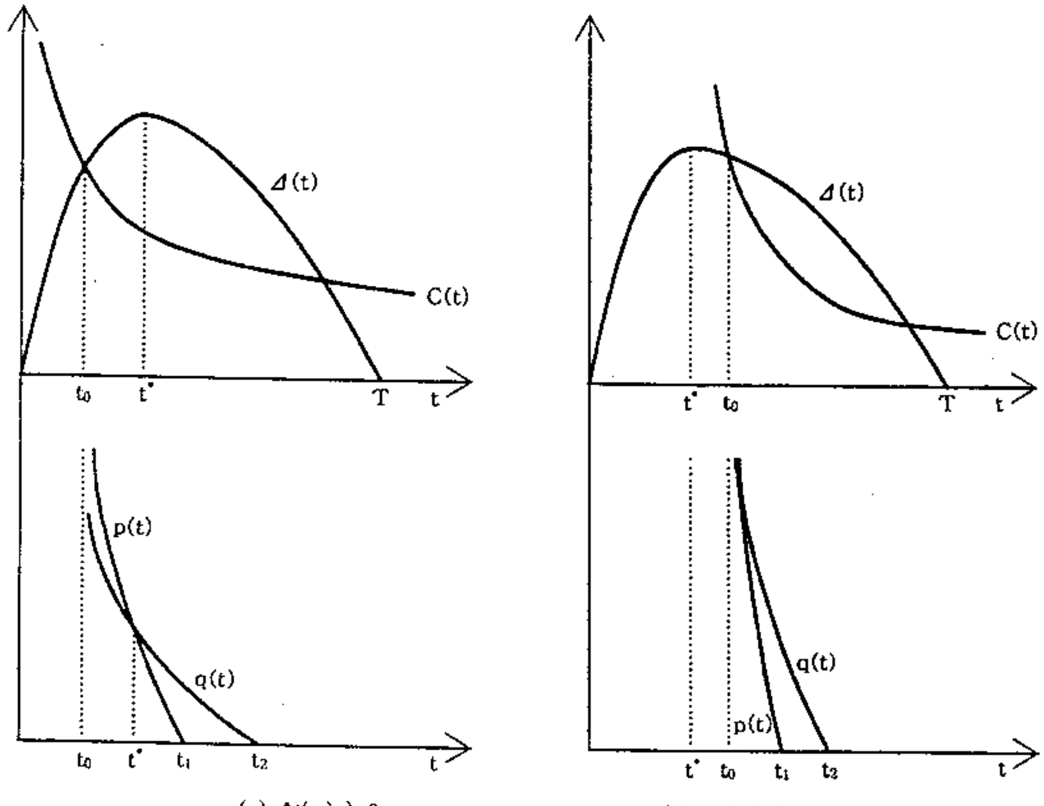

그림 4. 우등기업과 열등기업의 하위게임-완전 평형행위전략

개척비용(C)과 선도기업의 이득(Δ) 크기가 같아지는 시점(t_0)에서, Δ가 증가하는 경우에는 우등기업이 신시장을 선도개척할 가능성이 높게 나타나고(그림 4의 (a)), 반대로 Δ가 감소하는 경우에는 열등기업의 선도개척 가능성이 높게 나타난다는 것(그림 4의 (b))을 알 수 있다. 이로부터 기술발전속도가 빠르고 제품수명주기가 짧은 산업에서는 우등 개척은 t_0 근처($t_0+\varepsilon, \varepsilon>0$)에서 일어날 가능성이 높은데, 이같은 사실은 경쟁으로 인하여 신시장 개척시 기대되는 이득의 대부분이 개척비용으로 소모될 것임을 시사한다.

〈종정리 2〉 게임 Γ의 전략공간 중 t_0부근 ($t_0+\varepsilon, \varepsilon>0$)에서 다음의 부등식이 성립한다.

$$i)\ \frac{dt_0}{dC} > 0, \qquad \frac{d\Delta'}{dC} < 0$$

ii) $\frac{dt_0}{d\delta} < 0$, $\Delta'(T) < C'(t_0)$ · 이면 $\frac{d\Delta'}{d\delta} > 0$

(증명) [부록 3] 참조.

〈종정리 2〉에서는 신시장의 개척시점(t_0 부근)과 우등기업의 선도개척 가능성(Δ')에 대한 비교정태분석(Comparative statics) 결과를 보여주고 있다. 우선 〈종정리 2〉의 i)은 신시장 개척비용(C)이 커질 수록 신시장의 개척시점은 늦어지고, 우등기업의 선도개척 가능성은 상대적으로 줄어든다는 결과를 나타내고 있다. 이 두가지 결과는 일련의 연관성을 가지는데, 이는 개척비용의 과다로 인해 신시장 개척이 늦어짐에 따라 Δ의 증가율이 작아짐으로서 우등기업의 개척 유인이 상대적으로 줄어들게 되는 것으로 설명할 수 있다. 다음으로 〈종정리 2〉의 ii)는 신시장에 의한 기존시장의 잠식율(δ)이 클수록 신시장의 개척시점은 앞당겨지고, 개척시점에서의 비용감소율이 그리 크지 않은 상황에서 우등기업의 선도개척 가능성은 상대적으로 높아진다는 것을 보여준다. 신시장에 의한 기존시장의 잠식율은 선도기업의 이득(Δ) 크기와 직접적인 비례관계에 있기 때문에 이 값이 커질수록 경쟁이 심화되어 신시장의 개척시점은 앞당겨질 수밖에 없다. 또한 앞서 〈종정리 1〉에서 보았듯이 Δ값이 커질수록 우등기업의 부담은 커질 수밖에 없으므로, 신시장 선점을 위한 우등기업의 시장개척 유인이 더 크게 나타나는 것이다. 여기서 $\Delta'(T) < C'(t_0)$ 조건은 신시장 개척시 비용감소율이 너무 클 경우 생길 수 있는 개척 지연의 유인을 방지하기 위한 것이다.

〈종정리 3〉 게임 Γ의 전략공간 $s \in (t_0, t_2)$에서 다음의 식이 성립한다.

$$i)\ sign\left[\frac{\partial F(s)}{\partial m}\right] = sign\left[-\frac{\partial G(s)}{\partial m}\right]$$

$$= sign\left[\int_{t_0}^{s} \frac{\Delta'(t)}{\Delta(t)-C(t)}\,dt\right],$$

$$ii)\ \frac{\partial H(s)}{\partial m} = 0,$$

단, $H(s) = 1-[1-F(s)][1-G(s)]$.

(증명) [부록 4] 참조.

〈종정리 3〉은 기존시장에서 두기업간의 시장지배력 차이(비대칭성의 정도)가 신시장개척 확률에 미치는 영향을 살펴본 것이다. 우선 〈종정리 3〉의 i)은 신시장 개척시점에서 선도기업의 이득이 증가하고 있는 경우, 두 기업간의 비대칭성이 증가할수록 우등기업의 신시장 선도개척 가능성이 높아진다는 것을 의미한다. 그러나 신시장 개척시점에서 선도기업의 이득이 감소하고 있는 경우에는 반대로 비대칭성이 커질수록 열등기업의 선도개척 가능성이 커지게 된다. 이로부터 기존시장에서의 비대칭성 정도가 신시장개척 유인에 있어서의 비대칭성을 결과적으로 가속화시킨다는 것을 알 수 있다. 그러나 이같은 사실이 시장점유율상의 비대칭성 심화를 의미하지는 않는다. 다음으로 〈종정리 3〉의 ii)는 기존시장에서 기업간의 비대칭성과 사회 전체적인 측면에서 신시장 개척 가능성과의 관계를 밝힌 것이다. 여기서 H(s)는 시점 s까지 우등기업과 열등기업 중 어느 한 기업이라도 신시장을 개척할 확률을 의미한다. 따

라서 이 결과는 기존 시장에서의 비대칭성 정도가 사회 전체적인 차원에서의 신시장 개척 속도에는 아무런 영향을 미치지 않는다는 것을 보여주고 있다. 물론 현실적으로 볼 때 이같은 비대칭성이 전체 시장의 기술혁신 속도에 아무런 영향을 주지 않는다고 단정할 수는 없겠지만, 적어도 본 모형에서 설정한 경제적 유인 구조하에서는 상호 영향관계가 없다고 할 수 있다. 이는 개척비용을 무시할 경우 게임 **Γ는 영합게임(Zero sum game)**의 기본구조를 가지게 되어, 두 기업간의 평형전략상의 변화가 서로의 유인을 상쇄시키는 범위내에서 이루어지기 때문이라고 해석할 수 있다.

V. 결론

본 연구에서는 기존시장에서 비대칭적 시장 지배력을 가진 기업간의 신시장 개척 유인을 살펴보기 위해 시장점유율 경쟁모형을 구축하고, 그 평형전략을 분석하였다. 현실적으로 기업의 신시장개척 결정이 연속적인 시간축 위에서 이루어진다는 점에서 무한게임 모형을 적용하였고, 이 모형의 해를 도출하기 위해 하위게임-완전 평형전략의 개념을 사용하였다. 평형해의 분석 결과, 신시장 개척의 유인이 존재하는 경우라도 순수전략에 의한 평형은 존재하지 않으며 오직 혼합전략에 의한 평형만이 존재한다는 것을 알 수 있었다. 이때 우등기업과 열등기업의 평형전략은 비대칭적으로 존재하며, 이들간 개척유인의 상대적 크기는 시장상황(선도기업의 이득과 개척비용간의 관계)에 따라 다르게 나타났다. 또한 기존시장에서의 비대칭성 정도가 두 기업간의 신시장개척 유인에 있어서는 비대칭성을 심화시키지만, 사회 전체적인 차원에서의 신시장 개척 속도에는 아무런 영향도 미치지 않는 다는 것을 보였다.

본 연구는 기술혁신에 의한 신시장 개척 경쟁의 정성적 측면을 분석하기 위해서 간략한 이론적 모형을 설정하였기 때문에, 이를 곧바로 현실적인 문제에 적용하는 데에는 한계가 있다. 또 이론적으로도 기업간의 신시장 개척 경쟁상황을 보다 현실적으로 묘사하기 위한 노력이 필요하다. 그러나 본 연구의 결과는 동태적 비대칭 경쟁모형 분석의 시발점을 제시했다는 데 그 의의가 있으며, 향후 보다 다양한 기업전략 및 산업환경적 특성을 반영한 모형의 분석에 방법론적 기반을 제공할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] Aron, D.J. and Lazear, E.P., "The Introduction of New Products", *AEA Papers and Proceedings*, May, 421-426, 1990.

[2] Fershtman, C., Mahajan, V. and Muller, E., "Market Share Pioneering Advantage: A Theoretical Approach", *Management Science*, Vol.36, 900-918, 1990.

[3] Friedman, J.W., 「*Game Theory with Applications to Economics*」, 92-113, Oxford University Press, 1986.

[4] Gilbert, R.J. and Newbery, D.M.G., "Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly", *The American Economic Review*, Vol.72, 306-322, 1982.

[5] Hart, S., "Games in Extensive and

Strategic Forms", 「*Handbook of Game Theory*」, Vol.1, Ch.2, 20-40, 1992.

[6] Kalish, S. and Lilien, G.L., "A Market Entry Timing Model for New Technologies", *Management Science*, Vol.32, 194-205, 1986.

[7] Katz, M.L. and Shapiro, C., "R&D Rivalry with Licensing or Imitation", *The American Economic Review*, Vol.77, 402-420, 1987.

[8] Kerin, R.A., Varadarajan, P.R. and Peterson, R.A., "First Mover Advantage: A Synthesis, Conceptual Framework and Research Propositions", *Journal of Marketing*, Vol.56, 33-52, 1992.

[9] Lambkin, M., "Order of Entry and Performance in New Markets", *Strategic Management Journal*, Vol.9, 127-140, 1988.

[10] Lieberman, M.B. and Montgomery, D.B., "First Mover's Advantages", *Strategic Management Journal*, Vol.9, 41-48. 1988.

[11] Lilien, G.L., Kolter, P. and Moorthy, K. S., 「*Marketing Models*」, Prentice-Hall, 1992

[12] Lilien, G.L. and Yoon, E., "The Timing of Competitive Market Entry: An Explorative Study of New Industrial Products", *Management Science*, Vol.36, 568-585, 1990.

[13] Lim, J.I. and Oh, H.S., "Optimal Timing of Martket Pioneering in a Highly Competitive Market", *'95 IAMOT Proceedings*, 1995.

[14] Loury, G.C., "Market Structure and Innovation", *Quaterly Journal of Economics*, Vol.93, 395-410, 1979.

[15] Maynard, S.J., "The Theory of Games and the Evolution of Animal Conflicts", *Journal of Theoreticl Biology*, Vol.47, 209-221, 1974.

[16] Moorthy, K.S. and Png, I.P., "Market Segmentation, Cannibalization and the Timing of Product Introduction", *Management Science*, Vol.38, 262-282, 1992.

[17] Myerson, R.B., 「*Game Theory: Analysis of Conflict*」, 361-365, Harvard University Press, 1991.

[18] Parry, M. and Bass, F.M., "When to Lead or Follow? It Depends", *Marketing Letters*, Vol.1, 187-198, 1990.

[19] Reinganum, J.F., "Dynamic Games of Innovation: Patent Protection and Competitive Behavior", *Econometrica*, Vol.50, 671-688, 1982.

[20] ——————, "Uncertain Innovation and the Persistence of Monopoly", *The American Economic Review*, Vol.73, 741-748, 1983.

[21] ——————, "The Timing of Innovation: Research, Development and Diffusion", 「*Handbook of Industrial Organization*」, Vol.1, Ch.14, Elsevier, 1989.

[22] Robinson, W.T. and Fornell, C., "Source of Market Pioneering Advantages in Consumer Goods Industries", *Journal of Marketing Research*, Vol.22, 305-317, 1985.

[23] Segerstrom, P.S., Anant, T.C.A. and Dinopoulos, E., "A Schumpeterian Model of the Product Life Cycle", *The American Economic Review*, Vol.80, 1077-1091, 1990.
[24] Tirloe, J., 「*The Theory of Industrial Organization*」, 401-404, MIT Press, 1988.
[25] Vickers, J., "Notes on the Evolution of Market Structure When There is a Sequence of Innovations", *mimeo*, 1984.
[26] Wilson, L.O. and Norton, J.A., "Optimal Entry Timing for a Product Line Extension", *Marketing Science*, Vol.8, 1-17, 1989.

95년 12월 최초 접수, 96년 3월 최종 수정

부록

[부록 1] 보조정리 3의 증명

증명을 위해서는 i) 우선 $m\Delta(t) > C(t)$를 만족하는 t가 존재하면 (∞,∞)가 게임 Γ의 평형해가 될 수 없음을 보이고, ii) 〈보조정리 1〉의 결과에 따라 전략공간 $\Omega_1 = \{ t \mid t_0 \le t \le t_0' \}$ 내에서 하위게임-완전 순수평형전략이 존재하지 않음을 보이면 된다.

i) 게임 Γ의 전략공간 상의 임의의 시점 s에 대해 $C(s) = m\Delta(s) - \varepsilon$, $\varepsilon > 0$이라 하자. 이때 보조정리 2의 증명에서 사용했던 정규형 게임을 재구성하면 다음과 같다.

우등 \ 열등	s	∞
s	$-m\Delta+\varepsilon$, $-m\Delta+\varepsilon$	$(1-2m)\Delta+\varepsilon$, $-(1-m)\Delta$
∞	$-m\Delta$, ε	0, 0

이 게임에서 (∞,∞)는 더 이상 Nash 평형해가 아니다.

ii) 우선 전략쌍 (t_0,t_0)를 고려해보자. 이때 우등기업과 열등기업의 이득행렬은 $(-\Delta(t_0), -\Delta(t_0))$가 된다. 그러나 이 경우 두기업 모두 신시장개척을 포기함으로서 더 많은 이득을 얻을 수 있기 때문에 (t_0,t_0)는 평형해가 아니다.

다음으로 전략공간 $t \in (t_0,t_0']$에서 발생할 수 있는 임의의 순수전략에 대해 살펴보자. 지금 열등기업이 시점 s에서 신시장을 개척하기로 결정했다고 하자. 이에 대해 우등기업이 대응할 수 있는 전략과 그때의 이득함수는 다음의 세가지 중 하나이다.

① 시점 s에서 같이 신시장을 개척함: $-C$

② 신시장개척을 포기함: $-m\Delta$

③ 열등기업보다 σ만큼 빨리 신시장을 개척함: $(1-m)\Delta-C-O(\sigma)$, $\sigma>0$

대응전략 ③의 이득함수 중 $O(\sigma)$는 σ를 0에 근접시킬 때 자신의 값도 0으로 수렴하는 함수이다. 여기서 ① 또는 ②의 전략이 우등기업의 최적대응(Best response)이기만 하면 게임 Γ의 순수평형전략이 존재하게 되는 것이고, 그렇지 않으면 순수평형전략은 존재하지 않게 된다. 우선 σ를 0으로 근접시킬 때, 전략①은 전략③ 보다 항상 전략적으로 열등한 위치에 있으므로, 최적대응이 아니다. 따라서 전략공간 $s\in(t_0,t_0']$에서 모든 대칭전략쌍(Symmetric strategy pair), (s,s),는 평형전략에서 제외된다. 또한 전략공간 $s\in(t_0,t_0')$에서는 항상 $\Delta(s) > C(s)$ 이므로 σ를 0으로 근접시킬 때, 전략② 역시 전략③ 보다 열등하게된다. 같은 방법으로 열등기업의 최적대응도 전략③밖에 없다는 것을 보일 수 있는데, 이는 결국 게임의 전략공간 $t\in(t_0,t_0']$에서 두 기업은 어느 한 시점에도 머무를 유인이 없다는 것을 보여 주는 것이다. ■

[부록 2] 보조정리 5의 증명

게임 Γ의 전략공간 중 임의의 시점 s까지 신시장개척이 일어나지 않았다고 하자. 여기서 우등기업은 시점 s에서 바로 신시장개척 결정을 내릴 수도 있고, 신시장개척을 일정시간 h 만큼 미룰 수 도 있다. 이 두 가지 선택에 대해 우등기업이 기대할 수 있는 이득함수를 각각 ES_P와 ES_W라 하면, 이들은 다음과 같이 구할 수 있다. 단, 전략공간이 연속선이므로 두 기업이 동시에 신시장개척 결정을 내리는 경우의 확률은 무시할 수 있다(Probability measure zero).

$$ES_P = (1-m)\Delta(s)-C(s) \tag{2.1}$$

$$\begin{aligned} ES_W = & -m\Delta(s)\cdot\int_s^{s+h}\frac{g(t)}{1-G(s)}dt \\ & + \left[(1-m)\Delta(s+h)-C(s+h)\right]\cdot\left[1-\int_s^{s+h}\frac{g(t)}{1-G(s)}dt\right] \end{aligned} \tag{2.2}$$

이같은 상황을 열등기업이 알고 하위게임-완전 평형전략을 사용한다면, 우등기업이 지금 당장 신시장개척을 하거나 아니면 미루거나 기대이득에 있어서 무차별적이 되도록 전략을 구사할 것이다. 따라서 식 (2.1)과 식 (2.2)의 값이 같아지게 하는 $g(t)$가 열등기업의 하위게임-완전 평형혼합전략이 된다. 이를 정리하면 다음 식 (2.3)과 같다.

$$\begin{aligned} & (1-m)[\Delta(s+h)-\Delta(s)]-[C(s+h)-C(s)]-m\Delta(s) \\ & -\int_s^{s+h}\frac{g(t)}{[1-G(s)]}dt\left[(1-m)\Delta(s+h)-C(s+h)+m\Delta(s)\right]=0 \end{aligned} \tag{2.3}$$

식 (2.3)의 양변을 h로 나누고, h를 0으로 접근시키면 식 (2.4)를 얻을 수 있다.

$$(1-m)\Delta'(s) - C'(s) - [\Delta(s)-C(s)]\lim_{h\to 0}\frac{1}{h}\left(\int_s^{s+h}\frac{g(t)}{1-G(s)}dt\right)=0 \tag{2.4}$$

그런데

$$\begin{aligned}
&\lim_{h\to 0}\frac{1}{h}\left(\int_s^{s+h}\frac{g(t)}{1-G(s)}dt\right)\\
&= \lim_{h\to 0}\frac{1}{h}\left(\int_{-\infty}^{s+h}\frac{g(t)}{1-G(s)}dt - \int_{-\infty}^{s}\frac{g(t)}{1-G(s)}dt\right)\\
&= \frac{g(s)}{1-G(s)}
\end{aligned} \tag{2.5}$$

이므로 원래의 관계식 (2.4)로 부터 다음 식 (2.6)과 같이 열등기업의 하위게임-완전 평형행위전략을 구해 낼 수 있다.

$$q(s) = \frac{g(s)}{1-G(s)} = \frac{(1-m)\Delta'(s) - C'(s)}{\Delta(s)-C(s)},\quad s\in(t_0,t_0') \tag{2.6}$$

마찬가지 방법으로 우등기업의 하위게임-완전 평형행위전략을 구하면 다음 식 (2.7)과 같다.

$$p(s) = \frac{f(s)}{1-F(s)} = \frac{m\Delta'(s) - C'(s)}{\Delta(s)-C(s)},\quad s\in(t_0,t_0')\ \blacksquare \tag{2.7}$$

[부록 3] 종정리 2의 증명

게임 Γ의 전략공간 중 t_0 부근(조금 뒤)에서는 다음의 두 식이 성립한다.

$$\Delta(t_0) - C(t_0) = 0 \tag{3.1}$$

$$\Delta'(t_0) = (T-t_0)\delta'(t_0) - \delta(t_0) \tag{3.2}$$

또 식 (3.1), (3.2)를 전미분하여 정리하면 다음의 식 (3.3)과 (3.4)를 얻을 수 있다.

$$A_1\, dt_0 + A_2\, d\delta - dC = 0 \tag{3.3}$$

$$A_3\, dt_0 - d\delta = d\Delta' \tag{3.4}$$

단, $A_1 = [\Delta'(t_0) - C'(t_0)]$, $A_2 = (T-t_0)$, $A_3 = [(T-t_0)\delta''(t_0) - 2\delta'(t_0)]$.

그런데, $\Delta'(t_0) > C'(t_0)$이고, $\delta'>0$, $\delta''<0$ 이므로 $A_1 > 0$, $A_2 > 0$, $A_3 < 0$이다. 따라서 i), ii)에 대해서 다음과 같은 부등식을 얻을 수 있다.

$$\text{i)}\ \frac{dt_0}{dC} = \frac{1}{A_1} < 0, \tag{3.5}$$

$$\frac{d\,\Delta'}{d\,C} = A_3\frac{dt_0}{dC} = \frac{A_3}{A_1} < 0 \tag{3.6}$$

$$\text{ii)}\frac{d\,t_0}{d\,\delta} = -\frac{A_2}{A_1} < 0, \tag{3.7}$$

$$\frac{d\,\Delta'}{d\,\delta} = -\frac{A_2 A_3}{A_1} - 1 = \frac{-\int_{t_0}^{T}\Delta''(t_0)\,dt - [\Delta'(t_0)\text{-}C'(t_0)]}{\Delta'(t_0) - C'(t_0)} \tag{3.8}$$

그런데 $\delta'''(t) \geq 0$ 이므로, 만약 $\Delta'(T) < C'(t_0)$이면

$$\frac{d\,\Delta'}{d\,\delta} \geq \frac{-\int_{t_0}^{T}\Delta''(t)\,dt - [\Delta'(t_0) - C'(t_0)]}{\Delta'(t_0) - C'(t_0)}$$

$$= \frac{-\Delta'(T) + C'(t_0)}{\Delta'(t_0) - C'(t_0)} > 0 \text{ 이다. } \blacksquare \tag{3.9}$$

[부록 4] 종정리 3의 증명

$$\frac{d}{dt}\ln[1-F(t)] = \frac{-f(t)}{1-F(t)} = -p(t) \tag{4.1}$$

이므로, 시점 t까지 우등기업과 열등기업의 신시장개척 확률은 각각 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$F(s) = 1 - \exp[-\int_{t_0}^{s} p(t)\,dt] \tag{4.2}$$

$$G(s) = 1 - \exp[-\int_{t_0}^{s} q(t)\,dt] \tag{4.3}$$

$$\text{i)}\ \frac{\partial F(s)}{\partial m} = \frac{\partial[\int_{t_0}^{s} p(t)\,dt]}{\partial m} exp[-\int_{t_0}^{s} p(t)\,dt]$$

$$= \int_{t_0}^{s} \frac{\Delta'(t)}{\Delta(t) - C(t)}\,dt \cdot exp[-\int_{t_0}^{s} p(t)\,dt] \tag{4.4}$$

$$\frac{\partial G(s)}{\partial m} = \frac{\partial[\int_{t_0}^{s} q(t)\,dt]}{\partial m} exp[-\int_{t_0}^{s} q(t)\,dt]$$

$$= \int_{t_0}^{s} \frac{-\Delta'(t)}{\Delta(t) - C(t)}\,dt \cdot \exp[-\int_{t_0}^{s} q(t)\,dt] \tag{4.5}$$

$$\text{ii)}\ H(s) = 1 - [1 - F(S)][1 - G(s)]$$

$$= 1 - \exp[-\int_{t_0}^{s}[p(t) + q(t)]\,dt]\text{이므로,} \tag{4.6}$$

$$\frac{\partial H(s)}{\partial m} = \frac{\partial \int_{t_0}^{s} [p(t)+q(t)]\,dt}{\partial m} \cdot \exp[-\int_{t_0}^{s} [p(t)+q(t)]\,dt]$$

$$= 0. \blacksquare \tag{4.7}$$