

신제품 개발에 있어서의 Timing에 관한 모델*

김남영

계명대학교 경영학과
(nyk@kmucc.keimyung.ac.kr)

요즈음 제품개발의 가속화 현상을 볼 수 있다. 그러나 기업이 제품 개발을 가속화 해야 하는 지에 대하여는 아직도 논란이 있다. 현재까지 많은 실증 연구가 있었으나, 일치되는 결론을 얻지 못하였다. 따라서 본 논문은 이론적으로 기업이 제품개발을 가속화해야 하는 지에 대하여 살펴본다. 기업의 제품개발에 대한 가속화 문제는 상황에 따라 다르다는 것이 본 논문의 결론이며, 그 상황이란 R&D 효율성, R&D에 드는 비용, 경쟁관계, R&D에 허용된 시간, 프로젝트의 질 등이 다. 일반적으로 만일 기업이 급격히 움직이는 시장 (제품의 수명이 짧아 신제품 개발에 허용된 시간이 짧은 경우)에 참여하는 경우, 새로운 프로젝트간의 가치 차이가 적은 시장(혁신적인 신제품이 아닌 신모델 개발에 참여할 경우)에 참여하는 경우, 그리고 경쟁이 심한 산업에 속한 경우에는 개발을 가속화 하는 것이 유리하다. 하지만 R&D 효율성이 낮은 기업의 경우는 오히려 가속화를 하지 않는 것이 유리할 때도 있다. 본 논문에서 얻은 결론으로 현재까지의 실증 연구에서 서로 상반되는 결과를 얻은 이유를 설명할 수 있으며, 요즈음 기업들이 의사결정 기간을 단축하려는 노력 과 제품 개발에 걸리는 시간이 특정 산업에 특히 두드러지게 나타나는 현상을 설명할 수 있다. 또한 본 논문은 어느 특정 기업이 제품개발을 가속화 해야 하느냐에 대한 의사결정에 도움을 줄 수 있다. 본 논문에서 적용된 모델은 일종의 R&D 경쟁 모델이며, 경쟁관계 분석을 위하여 게임이론이 이용된다.

I. 서 론

요즈음 신제품 개발 부문에 있어 가장 두드러지게 나타나는 현상은 제품 개발에 걸리는 시간이 단축되고 있다는 것이다. 예를 들어 기업들이 36개월 걸리던 제품 개발 기간을 18개월로 단축하는 것이 보통이다 (Crawford, 1992; Griffin, 1993; Zangwill, 1993). 소위 "가속화된 제품 개발" (accelerated product development) 이라 불리는 이 추세는 주로 경쟁의 심화와 제품 수명의 단축에 기인한다(Karagozoglu & Brown, 1993). "가속화된 제품 개발"에 관하여 크게 두 부류의 의견들이 있는데, 하나는 "first mover advantage"

이론을 옹호하여 제품 개발의 가속화는 항상 옳다는 것을 주장하며(Golder & Tellis, 1993; Green & Ryans, 1990; Griffin, 1993; Kalyanaram & Urban, 1992; Karagozoglu & Brown, 1993; Millson, Raj, & Wilemon 1992; Pavia, 1991), 다른 하나는 "first mover advantage" 이론이 항상 맞는 것은 아니라고하며 제품 개발에 있어 가속화에 대하여 회의적이다 (Crawford, 1992; Lilien & Yoon, 1990; Moore, Boulding, & Goodstein, 1991). 이와 같은 일치되지 않는 의견이 나오게된 이유는 위의 두 의견이 기존에 개발된 제품의 성공 여부, 시장 점유율, 수익률 등을 표본 조사하여 결론을 내렸기 때문에, 조사 대상이 된 산업 혹은 제품에 따라 다

른 결과가 나올 수 있기 때문이다.

결론적으로, 제품 개발을 가속화하는 것이 좋은지는 상황에 따라 다르다는 것이 본 논문의 논지이며, 그 상황이라는 것은 앞으로 명확하게 언급이 있겠지만, 기업마다의 특성과 산업별 특성에 관련이 있다는 것이다. 본 논문에서는 이론적으로 어떤 구체적인 상황하에서 제품 개발을 가속화하는 것이 유리한지를 살펴본다. 제품 개발의 timing을 모델화하는 데 있어 본 논문에서 사용된 모델은 승리자가 모든 것을 갖는(winner takes all) 것을 원칙으로 하는, 하나의 R&D race 모델 형태를 취하게 된다. 이는 신제품 개발은 매우 중요하나 또한 위험이 뒤따른다는 것을 고려하기 위한 것이다. 여기서 말하는 위험이란 개발에 착수한다고 하여 꼭 성공하리라는 보장이 없을 뿐만 아니라, 개발에 성공한다고 해도 수익성이 보장되지 않는다는 것이고, 이 위험성이 경쟁 상태 하에서 더 높아지는데 그 이유는 경쟁 상대가 먼저 개발에 성공할 경우 특허 제도에 의해 보호를 받게 되기 때문이다.

제품 개발의 가속화의 방법은 Page(1993)에 기술된 전형적인 제품 개발의 여러 단계 중 몇 단계를 건너뛰는 것부터 시작하여 모든 단계에서 시간을 단축하는 것까지 다양하다. 여기서 요즘 가장 많이 행하여지는 방법은 제품 개발의 단계 중 프로젝트 선발 과정 (project screening process)을 거치지 않거나 혹은 이 과정에 걸리는 시간을 대폭 단축하는 것이다 (Pavia, 1991). 프로젝트 선발 과정과 관련하여 두 가지의 상반되는 효과가 있다. 즉 프로젝트 선발 과정을 거치면 시간과 자금이 소요되나 확률적으로 좋은 프로젝트를 선택할 수 있다는 이점이 있고, 반면에 그 선발 과정을 안 거치면 시간과 자금이 절약되나, 선택된 프로젝트가 좋으리라는 보장이 없는 것이다. 이것이 바로 기업이

제품 개발의 가속화를 결정할 때에 가장 중요하게 고려해야 할 점들 중의 하나이다. 본 논문에서는 신제품 개발에 있어 중요한 변수로서, 기업의 R&D 효율성, project의 가치, R&D에 드는 비용, R&D에 허용된 시간, 경쟁 상태 등을 고려하며, 이 변수들을 R&D race 모델에 포함하여 각 요소의 영향을 조사하고, 거기에 따른 기업의 제품 개발의 가속화와 관련된 의사 결정에 있어 의견을 제시한다.

앞에서 언급했듯이, 본 논문에서 사용된 모델은 Dasgupta and Stiglitz(1980), Lee and Wilde(1980), Loury(1979), and Reinganum (1981,1985)에서 보여준 것과 같은 일종의 "exponential patent race" 모델이다. 하지만 그들의 논문들과 근본적으로 다른 점은 그들이 산업 집중(industry concentration)과 혁신 강도 (innovation intensity)와의 관계를 다룬 것에 비하여, 본 논문에서는 어느 특정 기업의 혁신 정책의 성과를 다룬다는 점이다. 본 논문에서 가장 중요하게 고려하는 요소 중의 하나는 시기(timing), 즉 누가 먼저 제품 개발에 착수하느냐 하는 것인데, 이 점에서 본 논문은 Fudenberg et al.(1983) 과 Harris and Vickers(1985)와 관련이 있다. Fudenberg et al. 은 불변의 누적 경험(immutable cumulative experience) 혹은 완전 감시(perfect monitoring)의 조건하에서 어느 한 기업이 균형 상태에서 조금만 먼저 제품 개발을 시작하면 경쟁 상대는 경쟁을 포기하는 것이 유리하다는 " ϵ -preemption" 결과를 얻는다. Harris and Vickers 또한 어느 기업이 제품 개발에 있어 시간적으로 충분히 앞서 있을 경우 경쟁 상대가 포기하는 것이 유리하다는 비슷한 결과를 얻는다. 비록 이 논문들이 timing 문제를 다루고

있기는 하나 어느 기업의 특정 정책과의 관계를 논하지 않는 점과, 또한 프로젝트의 질에 대하여는 전혀 고려치 않은 점이 본 논문의 모델과의 큰 차이점이다. 이러한 차이점으로 인하여, 본 논문에서 얻은 결과는 그들의 것과 달라, 먼저 제품 개발을 시작하는 것이 항상 유리하지만은 않다는 것을 보여주고, 그 유리함은 여러 산업별 특성 즉 경쟁 수준(level of competition), 산업별 평균 발견률(industry average discovery rate) 그리고 발견에 허용된 시간(time available for discovery) 등에 달려 있음을 보여준다. Aghion and Tirole(1994)은 "principal-agent" 관계에 있어서의 timing 문제를 다루는데, 그들의 결론은 계약 기간이 짧을 경우, 고용주가 서둘러 결정을 내리는 것이 유리하다는 것인데, 이 논문은 허용된 시간을 제품 수명과 관련시켰다는 점이 본 논문과 비슷하나, 경쟁 상태를 고려치 않은 점이 큰 차이점이다.

본 논문에서 얻은 주요한 결과는 다음과 같다.

1. 경쟁이 없는 상태에서, 프로젝트간의 가치 차이가 어느 차단 수준(cutoff level, 본문에 언급됨) 이상이면 기업은 제품 개발을 가속화하는 것이 유리하다. 발견률과 발견에 허용된 시간은 그 차단 점과 부정적인 관계가 있으며, 프로젝트 선발 과정에 드는 비용은 차단점과 긍정적인 관계에 있다.

2. 경쟁이 있는 경우에는, 기업들이 경쟁이 없는 경우에 비하여 제품 개발을 가속화해야 하며, 발견률이 높을 경우, 기업들은 가속화를 해야한다. 반면에 프로젝트간의 가치 차이가 매우 클 경우, 기업들은 프로젝트 선발과정을 거치는 것이 유리하다는 것이다. 만일 기업들이 서로 다른 발견률을 가지고 있는 경우에는 발견률이 높은 기업은 프로젝트 선발 과정을 거치는 것이 유리하고, 발견률이 낮은 기

업은 그 과정을 거치지 않는 것이 유리하다.

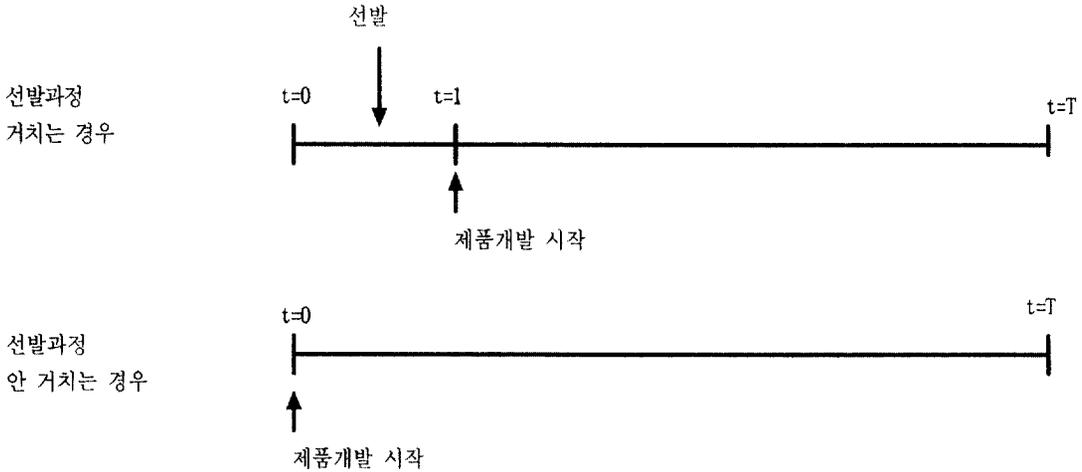
제 2 절에서는 제품 개발에 있어서의 timing에 관한 기본 모델을 제시하며, 제 3 절에서 분석을 하고, 마지막으로 제 4 절에서 결론을 제시한다.

II. 기본 모델

본 절에서는 신제품 개발에 대한 기본 모델을 제시한다. 기본 모델을 설정하는 데 있어 어느 기업이 한정된 자금(1 unit of money)을 가지고 신제품 혹은 개량품을 개발하려 한다고 가정한다. 물론 자금이 한정되어 있다는 가정은 현실성이 없을 수도 있으나, 본 논문에서의 관심은 최적 자금 수준의 결정에 있는 것이 아니라 기업 혹은 산업 특성에 관련된 개발 시기와 R&D 경쟁에 있어서의 주안점을 살펴보는데 있으므로 큰 무리는 없을 것으로 사려된다. 프로젝트 수행에 허용된 시간은 T 라고 가정한다. 이 가정은 T 시간 이후에는 책정된 자금이 고갈되거나, 혹은 기업이 현재 생산 판매하는 기존의 제품이 T 시간 이후에는 더 이상 수익성이 없을 것이므로(기존 제품의 남은 수명이 T 시간) 그 전에 신제품을 개발해야 한다는 것으로 이해할 수 있다. R&D 과정에 있어서는 기업들이 프로젝트 선발 과정을 거치거나 안 거칠 수 있고, 만일 그 과정을 거친다면, 그 과정은 일정 기간(1 period)이 걸리고, 소요되는 비용은 C 라고 가정한다. 그 과정을 안 거치는 경우는, 바로 개발에 착수한다 (<표 1> 참조).

프로젝트의 질을 모델에 반영하기 위하여, 두 가지의 프로젝트가 있다고 가정한다. 하나는 그 가치가 V 이고, 다른 하나는 그 가치가 kV ($k > 1$) 이

〈표 1〉 프로젝트 선발과정을 거치는 경우와 안거치는 경우



다. 이 가정은 프로젝트 선발과정을 거치고 안 거치느냐에 따른 차이점을 반영하는 것으로, 만일 선발과정을 안 거칠 경우, 둘 중 더 좋은 프로젝트를 선택할 확률은 1/2 이 되는 것이고, 선발과정을 거치는 경우에는 더 나은 프로젝트를 선택할 확률이 1/2 이상 되어, 선발과정을 거치는 것이 프로젝트의 질 면에서 유리하다는 것이다. 여기서 한가지 덧붙일 것은 기본 모델에서 프로젝트 선발과정을 거칠 경우 더 나은 프로젝트를 선택하는 확률이 1 이라고 가정한다는 것이다. 물론 그 확률을 P 라는 변수로 할 수도 있으나, 확률이 1 이라는 가정은 우리가 추구하는 목적에 위배되지 않으며 계산을 아주 단순화할 수 있다는 장점이 있다.

기본 모델에서 가장 중요한 점은 프로젝트 선발과정을 거치고 안 거치느냐의 결정에는 장단점이 있다는 것이다. 선발 과정을 안 거칠 경우, 제품 개발에 바로 착수하여 선발 과정을 거치는 기업에

비하여 확률적으로 먼저 개발에 성공할 가능성은 있으나, 선택한 프로젝트의 가치가 높지 않을 가능성이 크고, 선발 과정을 거치는 경우는, 비록 선택된 프로젝트가 그 가치 면에서 높으나, 선발 과정을 안 거치는 기업과 경쟁할 경우 경쟁 상대가 먼저 제품 개발에 성공할 확률이 높다는 것이다. 이를 모델화 하기 위하여, 첫 번째 개발 성공까지 걸린 시간이 $1/\lambda(x)$ 의 평균을 가진 지수분포를 가진다고 가정한다. 이 가정은 R&D race 모델에서 상용되는 가정이다. 여기서 $\lambda(x)$ 는 단위 기간당 평균 발견수를 말하며, 이는 투자된 자금을 따라 달라지는 것이다. 분석을 간단히 하기 위하여, $\lambda(x)=ax$ 라고 가정한다. 여기서, a 는 단위 투자 자금당 발견률을 말하며, x 는 투자 자금 단위를 말한다.

III. 분 석

본 절에서는 경쟁이 있는 경우와 없는 경우하에 서의 모델을 제시하고 분석을 한다.

3.1 모델 1(경쟁이 없는 경우)

경쟁이 없는 경우는 독점(monopoly) 사례가 된 다. 만일 독점 기업이 프로젝트 선발 과정을 거칠 것인 지를 결정해야 한다고 하자. 이 때 그 의사 결 정은 선발 과정을 거치고 안 거칠 때의 예상 수익을 비교하여 이루어지는데, 잠시 후 분석에서 보여주듯 이 a, k, C, T 의 수준에 따라 좌우된다. 여기서

a = 단위 투자 자금당 발견률,

k = 두 가지 프로젝트의 가치 차이를 나타내는 계수,

C = 프로젝트 선발 과정에 소요되는 비용,

T = 제품 개발에 허용된 시간 을 말한다.

먼저 선발 과정을 거칠 경우의 예상 수익을 살펴보면 다음과 같다.

예상 수익 = (프로젝트의 가치) × (개발 성공 확 률) - 투자 비용. 이것을 수식으로 나타내면

$$[kV \cdot \int_0^{T-1} a(1-C) e^{-a(1-C)t} dt] - 1 = kV \cdot (1 - e^{-a(1-C)(T-1)}) - 1 \quad (1)$$

여기서 kV는 선발 과정을 거쳤을 때에 선택되는 프로젝트의 가치이다. 앞에서 언급이 있었듯이, 선 발 과정을 거치면 어느 프로젝트가 더 나은 지 알 게 되므로 가치가 V가 아닌 kV (k>1)인 프로젝트를 선택하게 되는 것이다. 적분 부분은 선발 과정

을 거칠 때에 필요한 기간(1 period)을 제외한 T-1 기간 동안에 개발에 성공할 누적 확률을 나타 낸다. a(1-C)는 지수분포의 λ이며, 1-C는 전체 투자 금액 1에서 프로젝트 선발 과정에 소요된 비 용 C를 제외한 제품 개발에 투자되는 자금이다.

다음으로 선발 과정을 안 거칠 경우의 예상 수익 을 살펴보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} V \cdot \int_0^T a e^{-at} dt \\ & + \frac{1}{2} kV \cdot \int_0^T a e^{-at} dt - 1 \\ & = \frac{1}{2} V \cdot (1 - e^{-aT}) + \frac{1}{2} kV \cdot (1 - e^{-aT}) - 1 \end{aligned} \quad (2)$$

위 수식에서 두 개의 적분이 나오는 이유는 선발 과정을 안 거치는 경우 선택되는 프로젝트 가치가 V 혹은 kV가 되는 확률이 각각 1/2이기 때문이 며, 선발 과정을 안 거칠 경우 개발에 허용된 시간 은 선발 과정을 거치는 경우와 달리 T가 된다. 따 라서, 독점 기업은 만일 수식 (1) > 수식 (2)이면, 선발 과정을 거치는 것이 유리하다. 그 조건을 간 략하게 정리해보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} k & > \frac{1 - e^{-aT}}{1 - 2e^{-a(1-C)(T-1)} + e^{-aT}}, \\ & \text{if } 1 - 2e^{-a(1-C)(T-1)} + e^{-aT} > 0 \\ k & < \frac{1 - e^{-aT}}{1 - 2e^{-a(1-C)(T-1)} + e^{-aT}}, \\ & \text{if } 1 - 2e^{-a(1-C)(T-1)} + e^{-aT} < 0 \end{aligned} \quad (3)$$

위의 두 조건 식을 살펴보면 둘 중 아래 조건식은 고 려 대상에서 제외됨을 알 수 있다. 그 이유는 조건

식에서 $1 - e^{-aT} > 0$ 이고 $1 - 2e^{-a(1-C)(T-1)} + e^{-aT} < 0$ 이므로 $k < 0$ 인데, 이는 앞에서 $k > 1$ 이라는 가정에 어긋나기 때문이다.

다음의 정리 1은 위에서 도출한 것을 요약한다.

정리 1: 독점 기업이 프로젝트 선발 과정을 거치는 조건은 k (프로젝트 가치 차이를 나타내는 계수)가 차단 수준, $\frac{1 - e^{-aT}}{1 - 2e^{-a(1-C)(T-1)} + e^{-aT}}$, 이상일 때이다.

위의 정리 1에서 차단 수준 (cutoff level) 은 a, T, C 의 수준에 따라 달라지는데, 그 것들과 k 와의 관계를 알아보면 다음과 같다. 우선 $k = \frac{1 - e^{-aT}}{1 - 2e^{-a(1-C)(T-1)} + e^{-aT}}$ 라 놓고, $\partial k / \partial a$,

$\partial k / \partial T$, $\partial k / \partial C$ 의 부호를 살펴보면 각각 $\partial k / \partial a < 0$, $\partial k / \partial T < 0$, $\partial k / \partial C > 0$ 임을 알 수 있다. $\partial k / \partial a < 0$ 의 의미는 a (단위 자금당 발견률)가 높아지면, 기존보다 낮은 수준의 k (프로젝트 가치 차이를 나타내는 계수)에서도 독점 기업이 선발 과정을 거치는 것이 유리하다는 것이다. 즉, 만일 발견률이 높아지면 개발 성공률이 높아지고, 따라서 독점 기업은 비록 프로젝트간의 가치 차이가 적더라도 선발 과정을 거칠 여유가 있는 것이다. 그렇지만 이 결과는 후에 언급이 있겠지만, 경쟁 상태 하에서 달라진다. $\partial k / \partial T < 0$ 의 의미는, 개발에 허용된 시간이 많아질수록 기존보다 낮은 수준의 k 에서도 독점 기업이 선발 과정을 거치는 것이 유리하다는 것이다. 즉, 만일 개발에 허용된 시간이 커지면 상대적으로 선발 과정에 소요되는 기간의 중요성은 감소되므로, 독점 기업은 비록 프로젝트간의 가치 차이가 적더라도 선발 과정을 거칠 여유가 있는 것이다. 반면에 개발에 허용된 시간이 작을

경우, 프로젝트 가치 차이가 매우 크지 않는 한 독점 기업은 선발 과정을 거치지 않는 것이 유리하다. 이 점은 경쟁 상태 하에서 두드러지게 나타난다. $\partial k / \partial C > 0$ 의 의미는 선발 과정에 소요되는 비용이 커지면 실제 개발에 투자되는 금액이 작아지므로, 개발 성공률이 작아져서, k 가 상대적으로 크지 않는 한 독점 기업은 선발 과정을 거처서는 안 된다는 것이다.

다음의 정리 2는 위에서 도출한 것을 요약한다.

정리 2: a (단위 투자 자금당 발견률)와 T (개발에 허용된 시간)는 k (프로젝트간 가치 차이 계수)와 부정적인 관계에 있고, 반면에 C (선발 과정에 소요되는 비용)는 k 와 긍정적인 관계에 있다.

3.2 모델 2(같은 수준의 발견률을 가지고 있는 기업들 간의 경쟁)

경쟁 상태 하에서는 정리 1에서 본 것과 같은 식으로 기업이 결정을 내릴 수 없다. 그 이유는 경쟁 상대가 먼저 개발에 성공하여 특허법에 의하여 보호를 받을 가능성이 있기 때문이다. 경쟁 상태를 모델화하기 위하여 복점(duopoly) 사례를 다룬다. 두 기업이 신제품 개발을 위해 경쟁한다고 하자. 이 때에 그 경쟁 상태는 2x2 matrix 게임으로 나타낼 수 있다. 2x2 matrix 게임이라는 것은 경쟁자가 둘이고, 각각 두 개의 정책을 가지고 있을 때 (표 2)에서와 같이 나타낼 수 있는 상황을 말한다. 즉 각 기업은 두 개의 정책 중 하나를 선택할 수 있는데, 그 두 개의 정책 중 하나는 선발 과정을 거치는 것이고, 다른 하나는 선발 과정을 안 거치는 것이다. 이 게임 상황은 각 기업이 서로 상대방의 결정을 모르는 상태에서 정책 결정을 하게 되므로 동시

〈표 2〉 2 x 2 matrix 게임

		기업 B	
		선발과정 거침	선발과정 안 거침
기업A	거 침	Cell 1 (X ₁ , X ₂)	Cell 2 (Y ₁ , Y ₂)
	안 거 침	Cell 3 (Y ₂ , Y ₁)	Cell 4 (Z ₁ , Z ₂)

참고: 괄호 안의 첫 번째 것은 기업 A의 수익을, 그리고 두 번째 것은 기업 B의 수익을 나타냄.

행동(simultaneous move) 게임이 되는 것이다.

〈표 2〉를 보면 각 기업이 두 개의 정책(선발 과정 거침, 선발 과정 안 거침) 가지고 있는데 옆면에 있는 선발 과정 거침과 안 거침은 기업 A의 정책을 말하고, 뒷면의 거침 안 거침은 기업 B의 정책을 나타낸다. 만일 기업 A가 선발 과정을 거치고 기업 B가 선발 과정을 안 거치는 경우, 기업 A의 예상 수익은 〈표 2〉에서 Y₁이고 기업 B의 예상 수익은 Y₂이다. 이와 비슷하게 나머지 cell에서도 각 기업의 정책 결정에 따라 첫 번째 것은 기업 A의 예상 수익을 나타내고, 두 번째 것은 기업 B의 예상 수익을 나타낸다.

분석을 위해 해야할 것은 〈표 2〉에 있는 각 cell의 예상 수익을 계산한 뒤, 게임 이론에서 나오

는 Nash equilibrium을 찾는 것이다. Nash equilibrium이라 함은 게임에 참가한 어느 누구도 일방적으로 그 equilibrium 정책으로부터의 변환을 피할 동기가 없는 상태의 균형점을 말한다. 자세한 것은 앞으로 분석 과정을 통해 설명이 있을 것이다. 예상 수익을 계산하기 전에, 유용한 확률 하나를 유도하기로 한다. 예상 수익 계산시 유용한 확률이란, 하나의 동시(joint)확률로서 하나의 기업 혹은 두 기업 모두가 개발에 성공하고 그 중 어느 특정 기업이 먼저 개발에 성공할 확률을 말한다. 즉, 예를 들어 Prob.(개발 성공, 기업 A가 성공) = Prob.(기업 A가 성공 | 개발 성공) x Prob.(개발 성공). 여기서 경계(marginal)확률 Prob.(개발 성공) = 1 - Prob.(두 기업 모두 성공치 못

함)이며, 조건부(conditional)확률, Prob.(기업 A가 성공 | 개발 성공)은 기업 A와 B의 단위 투자 금액당 발견률이 각각 λ_A 와 λ_B 라고 했을 때, $\frac{\lambda_A}{\lambda_A + \lambda_B}$ 이다 (Ross 1989, P.208). 위에서 유도한 확률을 가지고, <표 2>에 있는 각 cell의 예상 수익을 계산한다.

Cell 1: (두 기업 모두 선발 과정을 거치는 경우) 이 경우 경쟁이 T-1 기간 동안 일어나며, 두 기업의 예상 수익은 같다. 즉 <표 2>에서 $X_1 = X_2$. 그 예상 수익은 다음과 같이 계산된다. 우선 프로젝트의 가치는 선발 과정을 거치기 때문에 kV 가 된다. 그리고 개발에 성공할 확률은 $1 - e^{-a(1-C)(T-1)} \cdot e^{-a(1-C)(T-1)}$ 이다. 또한 개발에 성공하고 어느 특정 기업이 성공할 확률은 발견률이 같기 때문에, $\frac{\lambda}{\lambda + \lambda} = \frac{1}{2}$ 이다. 따라서 각 기업의 예상수익은 $\frac{1}{2} kV [1 - e^{-a(1-C)(T-1)} \cdot e^{-a(1-C)(T-1)}] - 1$ 이다.

Cell 2와 Cell 3: (어느 한 기업만 선발 과정을 거치는 경우)

먼저 선발 과정을 거치는 기업의 예상 수익(<표 2>에서 Y_1)을 계산한다. 이 때에 두 가지 경우를 생각해야 한다. 즉 어느 기업이 선발 과정을 거치는 동안 상대방 기업이 개발에 성공하는 경우와 성공을 하지 못하는 경우를 고려해야 한다. 만일 상대방 기업이 개발에 성공하는 경우에는 선발 과정을 거치는 기업은 선발 과정에 소요되는 비용만 낭비한채, 개발의 기회를 갖지 못한다. 이 경우 $1-C$ 의 자금이 남는다. 이런 경우가 발생할 확률은 $1 - e^{-a}$ 이다. 만일 상대방이 개발에 성공 못하

는 경우는 두 번째 기간부터 개발 경쟁이 시작되는 것이다. 이런 경우가 발생할 확률은 e^{-a} 이고, 이 때의 선발 과정을 거치는 기업의 예상 수익은 $kV [1 - e^{-a(T-1)} \cdot e^{-a(1-C)(T-1)}]$.

$\frac{a(1-C)}{a+a(1-C)} - 1$ 이다. 따라서 종합적으로 선발 과정을 거치는 기업의 예상수익은 $(1 - e^{-a}) \cdot (1 - C) + e^{-a} \cdot kV [1 - e^{-a(T-1)} \cdot e^{-a(1-C)(T-1)}] \cdot \frac{a(1-C)}{a+a(1-C)} - 1$ 이다.

반면에 선발 과정을 안 거치는 기업의 예상 수익은 다음과 같이 계산 된다. 이 경우도 위와 마찬가지로, 선발 과정을 안 거치는 기업이 다른 기업이 선발 과정을 거치는 첫 번째 기간 동안 개발에 성공할 경우와 성공 못할 경우를 고려해야 한다. 이 경우의 확률은 위와 같이 각각 $1 - e^{-a}$ 와 e^{-a} 이다. 이 때의 수익은 각각 $\frac{1}{2} V + \frac{1}{2} kV - 1$ 과 $(\frac{1}{2} V + \frac{1}{2} kV) \cdot (1 - e^{-a(T-1)}) \cdot e^{-a(1-C)(T-1)} \cdot \frac{a}{a+a(1-C)} - 1$ 이다. 따라서 종합적으로 예상 수익은 다음과 같다.

$$(1 - e^{-a}) \cdot (\frac{1}{2} V + \frac{1}{2} kV - 1) + e^{-a} \cdot [(\frac{1}{2} V + \frac{1}{2} kV) \cdot (1 - e^{-a(T-1)}) \cdot e^{-a(1-C)(T-1)}] \cdot \frac{a}{a+a(1-C)} - 1$$

Cell 4: (두 기업 모두 선발 과정을 안 거치는 경우)

이 경우 두 기업의 예상 수익은 같고 (<표 2>에서 $Z_1 = Z_2$), 그 예상 수익은 다음과 같다.

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} V(1 - e^{-aT} \cdot e^{-aT}) + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} kV(1 - e^{-aT} \cdot e^{-aT}) - 1$$

여기서

$\frac{1}{2}(1 - e^{-aT} \cdot e^{-aT})$ 는 개발에 성공했을 경우 어느 특정 기업이 성공할 확률을 말하고, 두 프로젝트의 값이 동시에 식에 나타나는 이유는 기업들이 선발 과정을 안 거치기 때문에 어느 특정 프로젝트를 선택할 확률이 1/2이기 때문이다. 이제 <표 2>에 있는 cell 들의 예상 수익이 구해졌으므로, 게임의 결과를 예측해야 한다. 그러기 위해 Nash equilibrium이라는 개념을 사용한다. 앞에서 언급이 있었듯이 Nash equilibrium이라 하면, 게임 참가자들의 어느 누구도 일방적으로 균형점에서부터의 이탈을 꾀할 동기가 없는 상태의 균형점을 말한다. 그 균형점을 찾기 위해서는 <표 2>에 있는 예상 수익을 비교하여 결정해야 하는데 예를 들어 cell 1이 즉 두 기업 모두 선발 과정을 거치는 것이 Nash equilibrium이라면 $X_1 > Y_2$ 와 $X_2 > Y_2$ 라는 조건이 만족되어야 한다. 불행하게도 본 모델에서는 분석적으로(analytically) 그 답을 구할 수가 없다. 그 이유는 모델에 포함된 변수가 많기 때문이다. 그래서 숫자를 대입하여 numerically 그 답을 구한다. 이 경우에도 a, C, k, T의 값의 모든 조합에 따른 예상 수익을 계산해야 하는데, 이는 거의 불가능한 일이다. 그러므로, 일단 각 변수에 대하여 기본이 되는 값을(benchmark numbers)을 정한 후에 각 변수가 변할 때의 그 영향을 살펴본다.

우선 T(발전에 허용된 총 시간)에 대하여 살펴본다. T는 보통 산업별로 차이가 있다. 예를 들어 자동차 산업에서는 4년, 컴퓨터 산업에서는 1년, 프

린터 산업에서는 2년 등이다 (Zangwill 1993, p.7; Griffin 1993). 모델을 일반화하기 위하여, T와 선발 과정에 걸리는 시간과의 관계를 고려하여 T의 크기를 표준화하여야 하는데, 선발 과정에 소요되는 시간은 보통 전체 개발 과정에 소요되는 시간의 1/3을 차지함으로(Page 1993; Pavia 1991) 선발 과정에 걸리는 시간을 단순히 1 period 걸린다고 하면 그 때의 T는 3 period가 되는 것이다. 여기서 한가지 덧붙일 것은 위에서 말한 period 단위는 실질적인 시간으로 쉽게 전환시킬 수 있다는 것이다. 예를 들어 프린터 산업에서 T가 보통 2년이므로, 이 때의 1 period는 2/3년 즉 8 개월이 된다.

a(단위 투자액당 발견률)는 물론 기업마다 다르다. 그 기본값으로서의 단위 기간당 평균 발견률은 위에서와 같이 평균적으로 개발의 성공에 걸린 시간이 T(=3)라는 가정하에서 1/3이 되는 것이다.

C는 선발 과정에 드는 비용인데, 이것의 기본값은 비용이 시간에 비례한다는 가정하에, 선발 과정이 전체 개발에 걸리는 시간의 1/3을 차지함으로, 전체 투자액을 1 unit라고 했을 때 1/3 unit가 되는 것이다.

k의 경우에는 기본값을 정하지 않는데, 그 이유는 기본값으로 정할 만한 근거가 되는 자료가 없기 때문이다. 그래서 이 변수는 그대로 둔 상태로 분석을 한다.

위의 가정하에 다음과 같은 절차로 분석을 한다. 우선 기본값을 대입하여 그때의 Nash equilibrium을 찾고, 다음에 변수 하나씩 그 값을 바꾸어 그에 따른 Nash equilibrium의 변화를 알아보고, 이에 따라 일반적인 결론을 도출한다. <표 3>은 기본값을 사용했을 때의 Nash equilibrium을 보여준다. <표 3>에서 보듯이, k의 값이 무엇이든 간에 cell

〈표 3〉 Benchmark값 하에서의 Nash equilibrium

a	k	C	k*	X ₁ =X ₂	Y ₂	Y ₁	Z ₁ =Z ₂	Equilibrium cell
1/3	2	1/3	7.28	5.46	3.32	7.53	4.87	4*
1/3	3	1/3	7.28	7.62	5.25	10.37	7.81	4
1/3	4	1/3	7.28	9.77	7.17	13.21	10.74	4
1/3	5	1/3	7.28	11.93	9.10	16.06	13.68	4
1/3	6	1/3	7.28	14.08	11.03	18.90	16.61	4
1/3	7	1/3	7.28	16.24	12.95	21.74	19.55	4
1/3	8	1/3	7.28	18.39	14.88	24.59	22.48	4
1/3	9	1/3	7.28	20.55	16.81	27.43	25.42	4
1/3	10	1/3	7.28	22.70	18.73	30.27	28.35	4
1/3	11	1/3	7.28	24.86	20.66	33.12	31.29	4
1/3	12	1/3	7.28	27.01	22.59	35.96	34.22	4
1/3	13	1/3	7.28	29.17	24.51	38.80	37.16	4
1/3	14	1/3	7.28	31.32	26.44	41.64	40.09	4
1/3	15	1/3	7.28	33.48	28.36	44.49	43.03	4
1/3	16	1/3	7.28	35.63	30.29	47.33	45.96	4
1/3	17	1/3	7.28	37.79	32.22	50.17	48.90	4
1/3	18	1/3	7.28	39.94	34.14	53.02	51.83	4
1/3	19	1/3	7.28	42.10	36.07	55.86	54.77	4
1/3	20	1/3	7.28	44.25	38.00	58.70	57.70	4

4* : Equilibrium cell=4 의 뜻은, 기업들이 모두 선발 과정을 거치지 않는 것이 균형점이라는 것이다.

$$k^* = \frac{1 - e^{-aT}}{1 - 2e^{-a(1-C)(T-1)} + e^{-aT}} \text{ (정리 1로부터)}$$

4가 Nash equilibrium인데 이 뜻은 기업들이 모두 선발 과정을 거치지 않아야 함을 보여주는 것이다. 이 결과는 요즘 기업들이 경쟁 심화와 제품의 수명 단축으로 인하여 제품 개발을 가속화하는 현상과 일치하는 것이다. 또 〈표 3〉은 기업이 경쟁이 있을 때 경쟁이 없을 때보다 개발을 가속화한다는 점이다. 즉 독점의 경우를 분석할 때에 $k > k^*$ 이면 독점기업이 선발 과정을 거치는 것이 유리하다는 결론을 얻었다. 그러나 경쟁 하에서는 〈표 3〉에서 보듯이 k 가 $k^*(=7.28)$ 보다 클 때에도, 기업

들은 선발 과정을 거치지 않는 것이 유리하다.

이제 각 변수의 크기를 변환시켜 그것에 따라 어떻게 균형점이 변하는 지를 조사하여 본다. 첫 번째로 k 와 C 와의 관계를 살펴본다. 〈그림 1〉은 기업이 균형점에서 선발 과정을 거치는 것이 유리할 때의 C 의 크기 변화에 따른 k 의 범위를 보여준다. 그림1에서 보듯이, C 가 0일 경우 k 가 3보다 크면 기업은 선발 과정을 거치는 것이 유리하다. 또한 C 가 크면 k 가 매우 크지 않는 한 기업은 선발 과정을 거치지 않는 것이 유리하다. 이 결과는

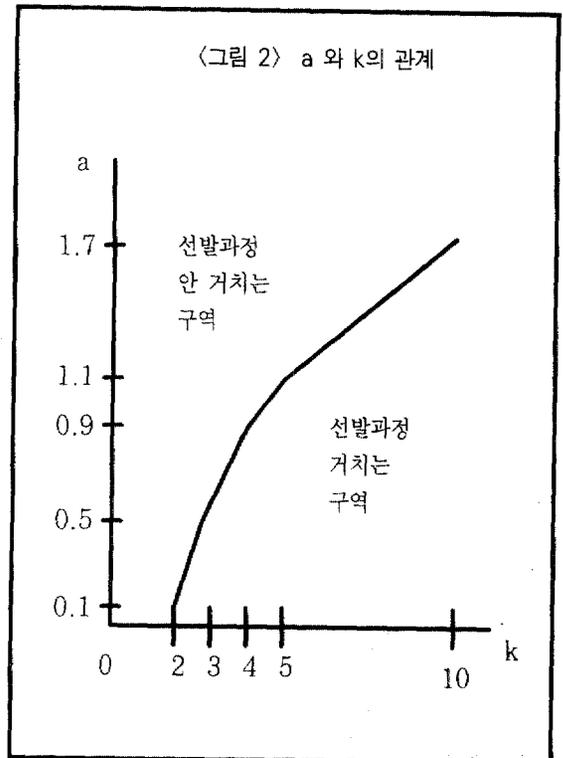
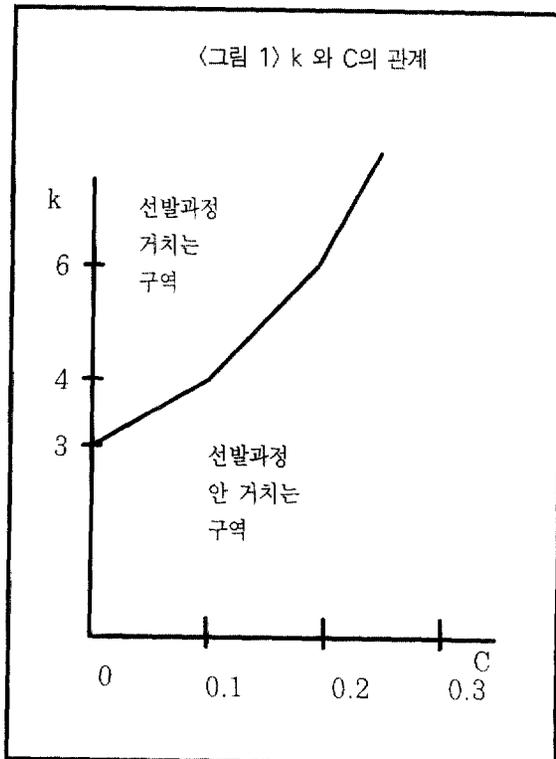
기업이 신제품이 아닌 단지 모델만 바꾸는 시장 (reformulated product market)에서 경쟁을 할 때 일어나는 현상으로 이해될 수 있다. 그 이유는 reformulated 제품 시장에서는 프로젝트들 간의 가치 차이 (k)가 상대적으로 작기 때문이다(Yoon and Lilien, 1985). 반면에 만약 기업들이 신제품 개발을 위하여 경쟁을 한다면, 기업들은 프로젝트 선발 과정을 거치는 것이 좋다. 그 이유는 신제품 시장에서는 프로젝트간 가치 차이가 많이 나기 때문이다. 위의 결과는 a 를 $1/3$ 로 고정시킨 상태에서 얻어진 것인데, 다음에 a 가 미치는 영향을 알아보기 위하여 C 를 0으로 고정한다.

〈그림 2〉는 k 의 변환에 따른 기업이 균형점에서 선발 과정을 거치지 않는 것이 유리한 a 의 범위를

보여준다. 예를 들어 k 가 2일때 a 가 0.1 이상이면 기업은 선발 과정을 거치지 않는 것이 유리하다. 이 결과는 경쟁이 있을 때의 영향을 명확하게 보여주는 것이다. 즉, a 가 크다는 것은 개발에 성공할 확률이 크다는 것이고, 이 것은 어느 기업이 선발 과정을 거치고, 상대방은 그 과정을 안 거치는 경우, 그 선발 기간 동안 상대방이 개발에 성공할 확률이 크다는 것이다.

따라서 기업들은 a 가 큰 경우, 선발 과정을 안 거치는 것이 유리하다. 전자 산업 부문에서 기업들이 제품 개발을 가속화하고 있는 현상을 위의 결과로 설명할 수 있는 것이다.

다음으로 C 와 T 의 관계를 알아본다. 이를 위해 우리는 선발 과정이 pT 가 걸리고, 비용은 걸리는



시간에 비례한다고 가정한다. 여기서 p 는 프로젝트 선발 과정에 걸리는 시간이 전체 개발에 허용된 시간에 차지하는 비율을 말한다. 우선 k 의 변환에 따른 기업이 균형점에서 선발 과정을 거치지 않는 것이 유리한 p 의 범위를 조사한다. <그림 3>에서 k 가 2일 경우 p 가 0.05 이상이면 기업은 선발 과정을 거치지 않는 것이 유리하다는 것을 볼 수 있다. 이것은 기업들이 reformulated 제품 개발을 할 때에는(이 경우 프로젝트간 가치 차이를 나타내는 계수 k 가 작음) 선발 과정에 걸리는 시간이 매우 작지 않는 한 선발 과정을 거치지 않는 것이 유리하다는 것이다.

마지막으로 p 와 a 의 관계를 알아보면 다음과 같다. <그림 4>에서 a 가 0.6보다 작을 때에 p 가

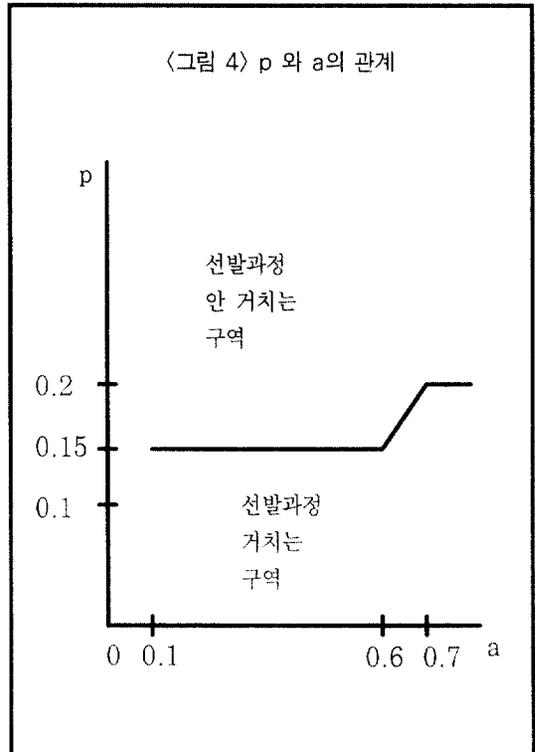
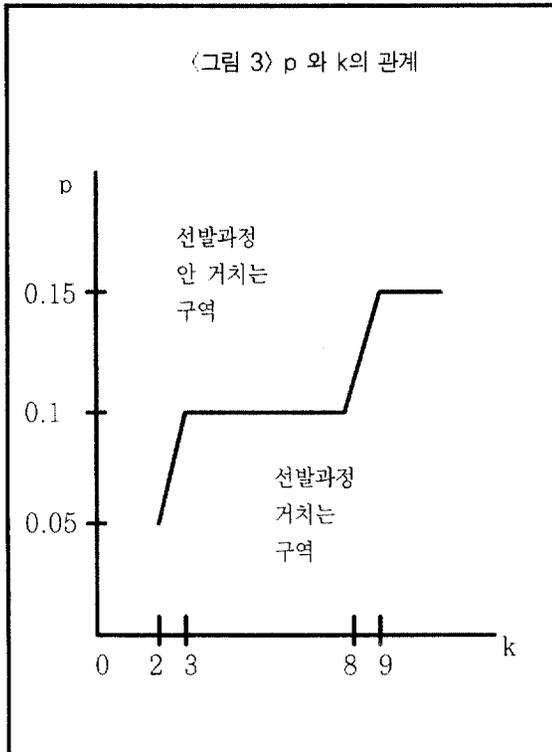
0.15 이상이면 기업은 선발 과정을 거치지 않는다. 이것은 a 가 비록 작더라도, 그 선발 과정에 걸리는 시간이 짧지 않는 한 기업은 선발 과정을 안 거치는 것이 유리하다는 것이다.

위의 결과를 요약하면 다음과 같다.

결과 1: 기업들은 경쟁이 없을 때보다 있을 때에 제품 개발을 가속화한다.

결과 2: reformulated 제품 개발시 기업의 평균 성공률이 아주 작지 않는 한 선발 과정을 거치지 않는 것이 유리하고, 반대로 신제품 개발 시에는 평균 성공률이 크더라도 선발 과정을 거치는 것이 유리하다.

결과 3: reformulated 제품 개발 시에는 선발 과정에 걸리는 시간이 아주 작지 않는 한 선발 과



〈표 4〉 2 x 2 matrix 게임

		기업 B	
		선발과정 거침	선발과정 안 거침
기업 A	거 침	Cell 1 (X ₁ , X ₂)	Cell 2 (Y ₁ , Y ₂)
	안 거 침	Cell 3 (Z ₁ , Z ₂)	Cell 4 (W ₁ , W ₂)

참고: 괄호 안의 첫 번째 것은 기업 A의 수익을, 그리고 두 번째 것은 기업 B의 수익을 나타냄.

정을 거치지 않는 것이 유리하고, 반대로 신제품 개발 시에는 선발 과정에 걸리는 시간이 크더라도 선발 과정을 거치는 것이 유리하다.

3.3 모델 3(서로 다른 발견률을 가진 기업들 간의 경쟁)

이 경우는 모델 2와 비슷하다. 단지 비효율적인 기업의 발견률은 a, 효율적인 기업의 발견률은 2a 라고 가정하는 것이 모델 2와 다른 점이다. 이 경우에도

역시 경쟁 상황은 2x2 matrix 게임으로 볼 수 있다.

〈표 4〉는 그 matrix 게임을 보여주는데, 〈표 2〉와 다른 점은 모델 2에서와는 달리 모델 3에서는 대칭이 되는 예상 수익이 없다는 점이다. 즉 이 경우 〈표 4〉에서 $X_1 \neq X_2$, $W_1 \neq W_2$. 각 cell의 예상 수익은 모델 2에서와 같은 방법으로 계산되며 다음과 같다.

$$X_1 = \frac{2}{3} kV(1 - e^{-3a(1-C)(T-1)}) - 1$$

$$X_2 = \frac{1}{3} kV(1 - e^{-3a(1-C)(T-1)}) - 1$$

$$Y_1 = (1 - e^{-a})(1 - C) + e^{-a} \cdot [kV(1 - e^{-2a(1-C)(T-1)} \cdot e^{-a(T-1)}) \cdot \frac{2a(1-C)}{3a-2aC} - 1]$$

$$Y_2 = (1 - e^{-a})(\frac{1}{2}V + \frac{1}{2}kV - 1) + e^{-a} \cdot [(\frac{1}{2}V + \frac{1}{2}kV) \cdot (1 - e^{-2a(1-C)(T-1)} \cdot e^{-a(T-1)}) \cdot \frac{a}{3a-2aC} - 1]$$

$$Z_1 = (1 - e^{-2a})(\frac{1}{2}V + \frac{1}{2}kV - 1) + e^{-2a} \cdot [(\frac{1}{2}V + \frac{1}{2}kV) \cdot (1 - e^{-2a(T-1)} \cdot e^{-a(1-C)(T-1)}) \cdot \frac{2a}{3a-aC} - 1]$$

$$Z_2 = (1 - e^{-2a})(1 - C) + e^{-2a} \cdot [kV(1 - e^{-a(1-C)(T-1)} \cdot e^{-2a(T-1)}) \cdot \frac{a(1-C)}{3a-aC} - 1]$$

$$W_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot (1+k)V(1 - e^{-3aT}) - 1$$

$$W_2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot (1+k)V(1 - e^{-3aT}) - 1$$

〈표 4〉의 예상 수익을 비교하여 Nash equilibrium 을 찾아야 하는데, 모델 2에서와 마찬가지로 분석 적으로(analytically) 답을 구할 수 없다. 따라서 숫자를 대입하여 (numerically) 그 답을 구한다.

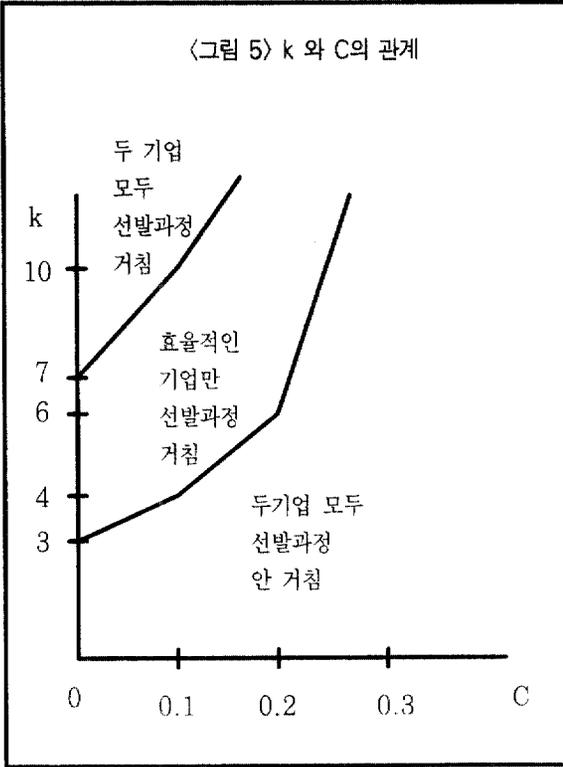
〈표 5〉는 a 와 C를 1/3의 benchmark 숫자로 고정한 뒤에 얻어진 결과인데, 효율적인 기업과 비 효율적인 기업 모두 선발 과정을 거치지 않는 것이 유리함을 보여준다.

〈표 5〉 Benchmark값 하에서의 Nash equilibrium

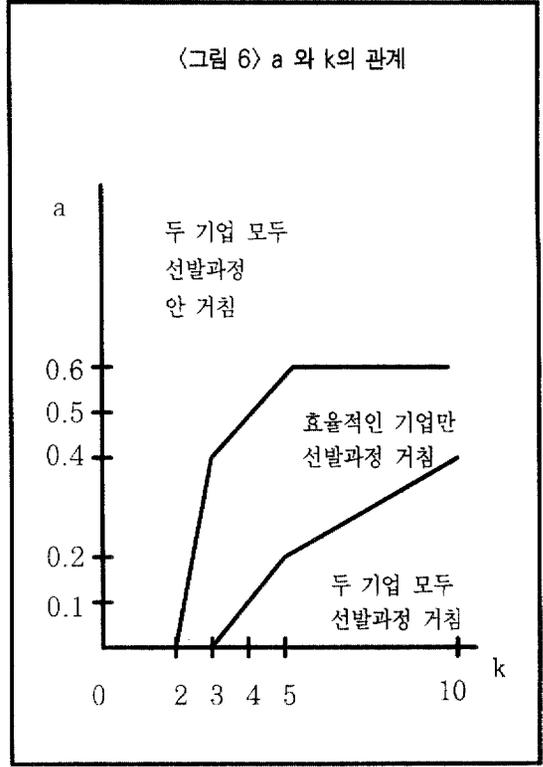
a	k	C	k*	X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	Z ₁	Z ₂	W ₁	W ₂	균형 cell
1/3	2	1/3	7.28	8.84	3.85	5.95	6.84	11.06	1.71	8.53	3.70	4*
1/3	3	1/3	7.28	13.77	6.27	9.18	9.45	15.08	2.67	11.71	5.26	4
1/3	4	1/3	7.28	18.69	8.70	12.42	12.07	19.10	3.62	14.89	6.83	4
1/3	5	1/3	7.28	23.61	11.12	15.66	14.68	23.12	4.57	18.07	8.39	4
1/3	6	1/3	7.28	28.53	13.55	18.90	17.30	27.13	5.52	21.25	9.96	4
1/3	7	1/3	7.28	33.45	15.97	22.14	19.91	31.15	6.48	24.43	11.52	4
1/3	8	1/3	7.28	38.38	18.39	25.37	22.52	35.17	7.43	27.60	13.09	4
1/3	9	1/3	7.28	43.30	20.82	28.61	25.14	39.19	8.38	30.78	14.65	4
1/3	10	1/3	7.28	48.22	23.24	31.85	27.75	43.21	9.33	33.96	16.22	4
1/3	11	1/3	7.28	53.14	25.67	35.09	30.36	47.23	10.29	37.14	17.78	4
1/3	12	1/3	7.28	58.06	28.09	38.33	32.98	51.25	11.24	40.32	19.35	4
1/3	13	1/3	7.28	62.99	30.52	41.57	35.59	55.27	12.19	43.49	20.91	4
1/3	14	1/3	7.28	67.91	32.94	44.80	38.20	59.29	13.15	46.67	22.48	4
1/3	15	1/3	7.28	72.83	35.36	48.04	40.82	63.31	14.10	49.85	24.05	4
1/3	16	1/3	7.28	77.75	37.79	51.28	43.43	67.33	15.05	53.03	25.61	4
1/3	17	1/3	7.28	82.67	40.21	54.52	46.05	71.35	16.00	56.21	27.18	4
1/3	18	1/3	7.28	87.60	42.64	57.76	48.66	75.36	16.96	59.38	28.74	4
1/3	19	1/3	7.28	93.52	45.06	61.00	51.27	79.38	17.91	62.56	30.31	4
1/3	20	1/3	7.28	97.44	47.49	64.23	53.89	83.40	18.86	65.74	31.87	4

4* : Equilibrium cell=4의 뜻은, 기업들이 모두 선발 과정을 거치지 않는 것이 균형점이라는 것이다.

〈그림 5〉 k 와 C의 관계



〈그림 6〉 a 와 k의 관계



모델 2에서와 같이 k와 C의 관계를 살펴보면, 〈그림 5〉에서와 같다. 여기서 한가지 특기할 사항은 그림에서 오직 효율적인 기업만 선발 과정을 거치는 구역이 있다는 것이다. 이 구역이 말하는 것은 비록 효율적인 기업이 선발 과정을 거침으로 인하여 비효율적인 기업에 개발의 착수 시기면에서 뒤지나, 상대적으로 높은 발견률이 이를 보상하기 때문이다. 〈그림 5〉와 〈그림 1〉을 비교하면 〈그림 5〉에서 비효율적인 기업이 선발 과정을 거치는 k의 수준이 〈그림 1〉에서 보다 높는데, 이는 모델 3에서 효율적인 기업과 경쟁에서 개발 착수 시점이 같을 경우 비효율적인 기업이 이길 수 있는 확률이 모델 2에서 보다 훨씬 작기 때문이다. a와 k의 관계는 〈그림 6〉에서 보듯이 효율적인 기업이

비효율적인 기업에 비하여 선발 과정을 거치는 구역이 넓다는 것과 기업이 reformulated 제품 개발의 경쟁에 임할 때에 기업들이 같은 발견률을 가지고 경쟁을 할 때보다 더 낮은 수준의 a에서도 선발 과정을 거치지 않는 것이 유리하다는 것이다. 또한 〈그림 6〉은 a가 0.6 이상일 때에 k가 비록 크더라도 선발 과정을 안 거치는 것이 유리함을 보여준다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 결과 4: 효율적인 기업이 비효율적인 기업에 비하여 선발 과정을 거치는 경우가 많다.
- 결과 5: 선발 과정에 소요되는 비용이 아주 작지 않는 한 두 기업이 모두 선발 과정을 안 거치는 것이 유리하다.

결과 6: a (발견률)가 크면 두 기업 모두 선발 과정을 안 거치는 것이 유리하다.

IV. 결 론

본 논문은 기업의 신제품 개발에 있어서의 timing에 관하여 살펴보았다. 기업이 결정해야 할 것은 프로젝트 선발 과정을 거칠 것인지 아닐 것인지에 대한 것이다. 그 과정을 거치게 되면 실제의 제품 개발에 착수하는 시기가 늦게 되고 또한 비용이 발생한다. 반면에 선발 과정을 거치면 좋은 즉 가치가 높은 프로젝트를 선택할 수 있다는 장점이 있다. 이 의사 결정에 영향을 미치는 요소로는 경쟁, 발견률, 허용된 시간, 프로젝트들 간의 가치 차이 등이 있고 이 변수들을 R&D race 모델에 대입시켜 게임 이론을 이용하여 분석하였다.

본 논문에서 얻어진 결론은 다음과 같다. 먼저 기업들이 경쟁이 없을 때보다 있을 때에 선발 과정을 거치지 않는 것이 유리하다는 것이다. 이는 경쟁이 있을 때에 시간의 문제, 즉 누가 먼저 개발에 착수하느냐가 매우 중요하기 때문이다. 둘째로, 기업들이 같은 발견률을 가지고 경쟁을 하는 경우에, 발견률이 클 경우, 프로젝트간의 가치 차이가 작을 경우, 선발 과정에 많은 시간이 필요한 경우들에 선발 과정을 안 거치는 것이 유리하다. 만일 기업들이 서로 다른 발견율을 가지고 있을 경우에도 발견률이 크거나, 프로젝트간의 가치 차이가 작을 경우 선발 과정을 안 거치는 것이 유리하다. 그러나, 어떤 k 범위 안에는 효율적인 기업은 선발 과정을 거치고, 비효율적인 기업은 선발 과정을 안 거치는 것이 유리하다.

위의 결과는 실제로 나타나는 현상을 설명하는데 도움이 된다. 즉 현재 많은 전자 산업에 종사하는 기업들이 선발 과정을 아예 안 거치거나, 그 과정에 시간을 아주 작게 투자하는 경향 (Fannin, 1989; Pavia, 1991)을 이해하는 데 도움이 되는 것이다. 전자 산업을 살펴보면 제품의 수명이 짧고, 또한 발견률이 높다는 것을 알 수 있다. 이는 본 논문의 모델에서 각각 허용된 시간이 작을 경우(다시 말해서 선발 과정에 걸리는 시간이 전체적으로 개발에 허용된 시간에 비하여 상대적으로 클 경우)와 발견률이 클 경우에 해당되어, 이 때에 기업들이 선발 과정을 안 거치는 것이 유리하다는 결과를 얻은 바 있다. 이렇게 정상적인 현상을 설명을 할 수도 있고 또한 본 논문의 모델로 비정상적인 현상도 설명할 수 있다. 예를 들어, 어떤 산업에서 제품의 평균 수명이 짧은데도 불구하고, 기업들이 제품 개발을 가속화하지 않는 것은 프로젝트간 가치차이가 크고, 선발 과정에 드는 비용이 작은 경우로 해석하면 된다.

마지막으로 본 논문에서 얻어진 결과는 Yoon and Lilien(1985)의 결과와 관련이 있다. 그들의 결과는 신제품을 시장에 내놓을 때에 신제품 시장에는 늦게, 개량품 시장에는 빨리 내놓는 것이 유리하다는 것이다. 이 결과는 신제품 개발 뒤의 시장 출고에 관계되는 것이긴 하나, 본 논문의 모델에서 프로젝트간의 가치차이 변수가 바로 신제품 시장과 개량품 시장을 구분한다는 점이 비슷한데, 즉 신제품 시장에서는 개량품 시장과 비교하여 프로젝트간 가치 차이가 크다는 것이다. 본 논문의 결과를 보면 가치 차이가 큰 경우(신제품 시장), 기업들이 프로젝트 선발 과정을 거침으로서, 개발에 늦게 착수하기 때문에 시장에 제품을 늦게 내놓을 확률이 큰 것이다. 반대로 가치 차이가 작을 경

우(개량품 시장)에는 기업들이 프로젝트 선발 과정을 안 거치므로 상대적으로 시장에 빨리 내놓을 확률이 큰 것이다.

본 논문의 모델이 완벽한 것은 결코 아니다. 예를 들어, 본 논문에서는 발견률이 개발 기간 동안 일정하다는 가정을 했다. 이는 분석을 간명히 한다는 이점은 있으나, 결코 현실과 맞는다고 할 수가 없다. 이것을 현실에 맞게 수정하려면, learning effect를 고려해야 한다. 또한 투자액이 일정하다는 가정을 했으나, 최적 투자액을 찾아내기 위한 모델도 생각해 봄이 바람직하다. 그리고 본 논문에서는 기업들이 상대방의 개발 상황에 대한 정보가 없다는 가정을 하였는데, 이 가정을 개발 기간 동안 상대방의 진척도를 아는 경우로 바꾸어 연구하는 것도 앞으로의 과제라 생각된다. 마지막으로 기존 제품과의 관계를 고려한 모델을 만드는 것이 보다 현실적이라 생각된다. 즉 기존제품의 수익과 신제품의 수익을 총체적으로 극대화하는 의사결정을 하는 것이 바람직할 것이며, 이 경우에는 cannibalization effect, synergy effect 등을 고려하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- Aghion, Philippe and Jean Tirol (1994), "Formal and Real Authority in Organizations", Working Paper, 94-13, Department of Economics, Massachusetts Institute of Technology.
- Crawford, C. Merle (1992), "The Hidden Cost of Accelerated Product Development", *Journal of Product Innovation Management*, 9, 188-199.
- Dasgupta, Partha and Joseph Stiglitz (1980), "Uncertainty, industrial structure, and the Speed of R&D", *Bell Journal of Economics*, Vol.11, 1-28.
- Fannin, Rebecca (1989), "Where are the New Brands?", *Marketing & Media Decisions*, 24(7):20-27.
- Fudenberg, Drew, Richard Gilbert, Joseph Stiglitz, and Jean Tirole (1983), "Preemption, Leapfrogging and Competition in Patent Races", *European Economic Review*, 22, 3-31.
- Golder, Peter N. and Gerard J. Tellis (1993), "Pioneer Advantage: Marketing Logic or Marketing Legend?", *Journal of Marketing Research*, May, Vol. XXX, 158-170.
- Green, Donna H. and Adrian B. Ryans (1990), "Entry strategies amd Market Performance: Causal Modeling of a Business Simulation", *Journal of Product Innovation Management*, 7, 45-58.
- Griffin, Abbie (1993), "Metrics for Measuring Product Development Cycle Time", *Journal of Product Innovation Management*, 10, 112-125.
- Harris, Christopher and John Vickers (1985), "Perfect Equilibrium in a Model of Race", *Review of Economic Studies*, Vol.LII, 193-209.
- Kalyanaram, Gurusurthy and Glen Urban (1992), "Dynamic Effects of the Order of Entry on Market Share, Trial Penetration, and Repeat Purchases for Frequently Purchased Consumer Goods", *Marketing Science*, Vol.11, No.3, Summer, 235-250.
- Karagozoglu, Necmi and Warren B. Brown (1993), "Time-Based Management of the New Product Development Process", *Journal of Product Innovation Management*, 10, 204-215.
- Lee, Tom and Louis L. Wilde (1980), "Market Structure and Innovation: A Reformulation", *Quarterly Journal of Economics*, Vol.94, 429-436.
- Lilien, Gary L. and Eunsang Yoon (1990), "The Timing of Competitive Market Entry: An Exploratory

- Study of New Industrial Products”, *Management Science*, Vol.36, No.5, May, 568-585.
- Loury, Glenn C. (1979), “Market Structure and Innovation”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.93, 395-410.
- Millson, Murray R., S. P. Raj and David Wilemon (1992), “A Survey of Major Approaches for Accelerating New Product Development”, *Journal of Product Innovation Management*, 9, 53-69.
- Moore, Michael J., William Boulding, and Ronald C. Goodstein (1991), “Pioneering and Market Share: Is Entry Time Endogenous and Does It Matter?”, *Journal of Marketing Research*, Vol.XXVIII, February, 97-104.
- Page, Albert L. (1993), “Assessing New Product Development Practices and Performance: Establishing Crucial Norms”, *Journal of Product Innovation Management*, 10, 273-290.
- Pavia, Teresa M. (1991), “The Early Stages of New Product Development in Entrepreneurial High-Tech Firms”, *Journal of Product Innovation Management*, 8, 18-31.
- Reinganum, Jeniffer F. (1981), “Dynamic Games of Innovation”, *Journal of Economic Theory*, 25, 21-41.
- Reinganum, Jeniffer F. (1985), “Innovation and Industry Evolution”, *The Quarterly Journal of Economics*, February, 81-99.
- Ross, Sheldon M. (1989), *Introduction to Probability Models*, 4th ed. Academic Press, Inc., San Diego, CA.
- Yoon, Eunsang and Gary L. Lilien (1985), “New Industrial Product performance: The Effects of Market Characteristics and Strategy”, *Journal of Product Innovation Management*, 3, 134-144.
- Zangwill, Willard I. (1993), Lightning strategies for innovation: how the world’s best firms create new products, Lexington Books, New York, N.Y..

A Timing Model for New Product Development

Nam Young Kim*

Abstract

Currently we see a phenomenon called "accelerated product development". However, with regard to whether a firm should accelerate the product development, there are two streams of empirical researches which show the opposite results. This paper theoretically examines whether a firm should accelerate the product development. Our results show that a firm's decision regarding acceleration of product development depends on several factors such as R&D efficiency, the value variation among the available projects, the cost of R&D, the total time available for R&D, and competition. In general, if a firm is in a fast moving market and in a reformulated new product market where we do not expect to see a wide value variation among the available projects and the intensity of competition is strong, a firm should accelerate the product development. However there is a case where a firm with a low R&D efficiency would be better off by not accelerating the development. For the analysis, we utilize an R&D race model and adopt game theory to deal with a competitive situation.

* Department of Business Administration Keimyung University