第18輯 1995年

게 임 이 론 과　재 무 이 론**

-올해의 노벨경제학상 수상자인 내쉬, 젤텐, 하사니의 이론과 재무이론에의 적용가능성을 중심으로-

沈 昞 求*

<要 約>

올해는 게임이론가인 내쉬(Nash), 젤텐(Selten), 하사니(Harsanyi)가 노벨경제학상을 수상하였다. 내쉬는 내쉬균형을 통해 게임이론 전개에 기초를 놓았다. 젤텐은 완전균형(trembling-hand perfect equilibrium)을 통해 내쉬균형을 정치화하였고 '연쇄점의 역설'이란, 게임이론 발전에 중요한 문제를 제기하였다. 하사니는 불완전정보하의 게임을 간편하게 분석할 수 있는 이론적 모형을 개발하여 불완전 정보하의 게임이론 발전에 크게 공헌하였다.

이 논문에서는 먼저 내쉬, 젤텐, 하사니의 이론을 살펴보고 이를 바탕으로 이들 이론을 비롯한 게임이론의 재무이론에의 적용가능성을 모색한다.

I. 서 론

올해의 노벨경제학상은 게임이론가들인 내쉬(John, F. Nash), 젤텐(Reinhard Selten), 하사니(John Harsanyi)가 수상했다. 스웨덴의 왕립과학 아카데미는, 「게임이론을 이용하여 기업간의 상호작용과 시장의 반응을 예측케한 공로로 노벨상을 수상하게 되었다」라고 밝혔다. 게임이론이란, 합리적인 경기자(player)간에 발생하는 상호작용을 모형화하여 분석하는 이론이다. 고전적인 경제이론이 다른 경제주체들의 반응을 무시하고 자신의 효용극대화를 도모한다는 가정하에 성립된 것에 반하여 게임이론은, 특정한 행동이 다른 경제주체에게 미치는 영향과 이로 인한 상대방의 반응을 고려하여 의사결정을 한다는 가정하에 성립한다.

* 서울大學校 名譽敎授
** 本 論文은 韓國證券學會 第三代會長님의 特別寄稿文임.

게임이론에서 전제하는 합리적 경기자는 두가지 관점에서 살펴볼 수 있다. 그 하나는 베이지안(Bayesian)적인 합리성으로서, 발생가능한 각 상태에 주관적인 확률을 부여하고 이를 통하여 기대효용을 극대화한다는 의미이다.

특정한 상황을 게임이론을 통해 분석하기 위해서는 게임모형화가 필요하다. 게임모형화 방법에는 정규형게임(normal form game)을 통한 모형화와 확장형게임(extensive form game)을 통한 모형화가 있다. 특정 상황을 게임모형화했으면, 그 다음 단계는 게임의 균형(equilibrium)을 찾는 것이다. 게임에서 의미하는 균형은, 각 경기자들의 최적전략들을 모아 놓은 것이다. 균형을 찾았으면 이는 곧 각 경기자들의 최적 행동을 의미하기 때문에 이를 바탕으로 각 경기자들이 어떻게 행동할지를 예측할 수 있다. 결국 게임이론에서 가장 중요한 문제는, 특정한 상황에서 각 경기자들의 행동을 보다 정확히 예측할 수 있는 균형의 개념을 유도하고 이를 통해 각 경기자들의 행동을 예측하는 것이다.

올해의 노벨 경제학상 수상자들인 내쉬, 하사니, 젤텐은 게임이론의 발전에 지대한 공헌을 하였고 이로 인해 노벨상을 수상하게 되었다. 내쉬는 게임이론에서 가장 기본이 되는 균형의 개념 즉 내쉬균형을 통해 게임이론 전개의 기초를 마련하였다. 젤텐은 내쉬균형이 갖고 있는 단점중의 하나인 복수균형의 문제를 해결하기 위해 완전균형(trembling-hand perfect equilibrium)의 개념을 도입했다. 그리고 반복게임(repeated game)의 경우에 있어서, 그것이 유한번 반복되느냐 무한번 반복되느냐에 따라 균형이 달라지는 현상을 '연쇄점의 역설'(chain store paradox)로 모형화 하였다. 하사니는 불완전 정보하의 게임이론 발전에 지대한 공헌을 하였다. 그는 불완성 정보(incomplete information)게임을 불완전정보(imperfect information)게임으로 전환시키는 방법을 고안하였고 이를 통해 복잡한 게임모형을 단순화시켜 분석할 수 있는 이론적 기반을 마련하였다.

이하에서는 올해 노벨상 수상자인 내쉬, 젤텐, 하사니의 이론들을 먼저 살펴보고 재무이론에의 적용가능성을 모색한다. 제Ⅱ장에서는 내쉬균형의 개념과 이와 관련된 제반문제를 검토하고 제Ⅲ장에서는 내쉬균형의 정치화(refinement) 그리고 연쇄점의 역설과 관련하여 젤텐의 이론을 설명한다. 제Ⅳ장에서는 불완전 정보

하의 게임이론과 관련하여 하사니의 공헌, 또 이를 바탕으로 한 베이즈-내쉬 균형의 개념을 살펴본다. 제Ⅴ장에서는, 내쉬, 젤텐, 하사니의 이론을 중심으로 게임이론이 재무이론과 재무현상분석에 어떻게 적용될 수 있는가를 살펴본다. 제Ⅴ장은 요약과 결론이다.

Ⅱ. 내쉬 균형(Nash equilibrium)

1. 내쉬균형의 의미

상대방의 전략을 주어진 것으로 생각할 때, 내가 선택할 수 있는 전략중에서 최대의 이득을 가져다 주는 전략을 최적반응(best response)이라고 한다. 게임에 참가하고 있는 모든 경기자들의 최적반응을 모아 놓은 것을 내쉬균형이라고 한다. 즉 내쉬균형이란, 다른 전략으로 이탈할 유인이 없는 그런 전략들을 모아 놓은 것이다. 구체적의 정의는 다음과 같다.

[**정의**] 다음의 식을 만족하는 전략들 $S_1^*, \cdots\cdots S_I^*$을 내쉬균형이라고 한다.

$$U_i(S_i^*, S^*_{-i}) \geqq U_i(S_i', S^*_{-i}) \quad \forall S_i' \ \forall i$$

여기서 $S^*_{-i} = (S_1^* \cdots S_{i-1}^*, S_{i+1}^* \cdots S_I^*)$

내쉬균형에 대한 이해를 쉽게 하기 위해 다음과 같은 예를 생각해 보자. 두명의 공범자가 경찰에 붙잡혔다. 각 공범자는 서로 다른 방에서 심문을 받고 있다. 둘다 자백을 하지 않으면 각각 1년간 징역을 살게되고 둘다 자백을 하게되면 각각 5년씩 징역을 살게된다. 두명중 한명만 자백을 하고 다른 한명은 자백을 하지 않으면, 자백을 한 사람은 특전으로 풀려나 징역을 살지 않고 자백을 하지 않은 사람은 10년간 징역을 살게된다. 이 게임을 죄수의 딜레마게임(prisoner's dilemma game)이라고 하는데, 이를 정규형게임(normal form game)으로 나타내면 〈그림 1〉과 같다. 여기서 각 경기자의 이득에(−)부호가 붙은 것은, 각 숫자가 징역연

수를 의미하기 때문에 경기자들에게 (－)의 효용을 주기 때문이다. 각 사각형 내의 숫자 중에서 왼쪽 숫자는 경기자 1의 이득을, 오른쪽 숫자는 경기자 2의 이득을 나타낸다.

<그림 1> 죄수의 딜레마 게임

		경기자2 협조(비자백)	경기자2 비협조(자백)
경기자1	협조(비자백)	－1, －1	－10, 0
경기자1	비협조(자백)	0, －10	－5, －5

이 게임에서 가능한 전략의 집합은 (협조, 협조), (협조, 비협조), (비협조, 협조), (비협조, 비협조)의 네가지다. 괄호안의 전략중 첫번째 전략은 경기자1의 전략을, 두번재 전략은 경기자 2의 전략을 나타낸다. 내쉬균형을 구하기 위해서는 각각의 경우를 대상으로, 각 경기자의 전략이 상대방 전략에 대한 최적반응(best response)인가를 확인하면 된다. 예를 들어 (협조, 협조)의 경우에는 경기자 1, 경기자 2 모두 상대방의 전략이 '협조'로 주어졌다는 전제하에 비협조로 이탈할 유인이 있다. 왜냐하면, 상대방이 협조전략을 택할 때, 내가 협조를 택하면 －1을 얻지만, 내가 비협조를 택하면 0을 얻기 때문이다. 따라서 협조전략은 상대방의 협조전략에 대한 최적반응이 아니고 고로(협조, 협조)는 내쉬균형이 아니다. 이 같은 분석을 네가지 경우에 대해 적용하면 유일한 내쉬균형은 (비협조, 비협조)가 된다. 그 이유를 살펴보자. 경기자 1의 경우, 상대방이 비협조를 택하고 있다는 전제하에 비협조를 택하면 －5를 얻고 협조를 택하면 －10을 얻는다. 따라서 경기자 1의 경우 상대방의 비협조에 대해 비협조가 최적반응이다. 경기자 2의 경우에도 마찬가지 논리에 의해 비협조가 최적 반응이 된다. 즉(비협조, 비협조)는 각 경기자들의 최적반응들을 모아 논 것으로 아무도 다른 전략으로 이탈할 유인이 없다. 고로 내쉬 균형이다.

이 예에서는 내쉬균형이 유일하게 존재한다. 따라서 이런 상황에서 각 경기자들이 어떻게 행동할 것인가에 대해 정확한 예측을 할 수 있다. 그런데 게임에 따라서는 다수의 내쉬균형이 존재하는 경우가 있다. 이 같은 경우에는 어떤 내쉬균형이 실제로 발생할지 예측하기 힘들다. 내쉬균형이 다수 존재할 수 있다는 것은, 균형의 개념으로써 내쉬균형의 단점이라고 할 수 있다. 이제 다음과 같은 '성의 대결'(battle of sexes)게임을 통해 내쉬균형이 다수 존재하는 경우를 살펴보자.

<그림 2> 성의 대결

		여자	
		야구	발레
남자	야구	3, 2	1, 1
	발레	0, 0	2, 3

이 게임에서 남자와 여자의 이득은 다음과 같이 계산된다. 남자는 발레보다 야구를, 여자는 야구보다 발레를 좋아한다. 좋아하는 전략을 택하면 남·녀 모두 1의 이득을 얻고, 싫어하는 전략을 택하면 0의 이득을 얻는다. 그런데 이 남·녀는 서로 사랑하는 사이이기 때문에 야구장이든 발레공연장이든 함께 가고자 한다. 즉 어디든 함께 가면 각각 2의 이득을 얻고, 따로 가면 0의 이득을 얻는다. 예를 들어 남·녀가 모두 야구장에 가면, 둘이 함께 가니까 둘 모두 2의 이득을 얻고 특히 남자는 자신이 원하는 야구장에 가므로 추가로 1의 이득을 얻게되어 3의 이득을 얻게 된다.

이 게임에서 내쉬균형은 (야구, 야구)와 (발레, 발레)의 두가지다. 이 중 어느 것이 발생할지에 대해 내쉬균형은 아무런 기준도 제공하지 못한다. 내쉬균형이 다수 존재할 경우, 어느 것이 더 합리적인 가를 판단하고 비합리적인 내쉬균형을 제거하여 내쉬균형의 집합을 줄여가는 것을 내쉬균형의 정치화(refinement)라고

한다.[1)]

2. 내쉬균형의 중요성

게임에서 각 경기자들이 어떻게 행동할 것인가를 예측할 수 있게 해 주는 규칙을 게임의 '해'(solution concept)라고 한다. 즉 해란 게임의 집합에서 전략의 집합으로 가는 사상(mapping)이라고 할 수 있다. 게임이론의 목적은 정확한 해를 생성해 내는 것이다. 정확한 해란, 주어진 게임의 상황에 합리적이라고 생각되어지는 모든 예측을 포함하고(필요조건), 합리적이라고 생각되어지지 않는 모든 예측을 배제해야 한다.(충분조건) 그런데 이 같이 필요·충분조건의 성격을 모두 만족하는 해를 찾는 것이 매우 어렵기 때문에 두가지 특징중 하나의 특성을 갖는 해를 찾는 것이 일반적이다.

필요조건을 만족하는 해란, 모든 합리적인 예측을 포함하지만 그 외에 비합리적인 예측도 포함하고 있다. 충분조건적인 성격을 갖는 해는, 모든 비합리적인 예측들을 배제하지만 동시에 합리적인 예측들도 배제할 수 있다. 이와 같은 관점에서 볼때, 내쉬균형은 필요조건적인 성격을 갖는 해이다. 즉 합리적인 예측을 위해서는 최소한 내쉬균형에서 요구하는 균형의 조건을 만족해야 한다는 것이다. 즉 상대방의 전략을 주어진 것으로 생각할 때, 이를 전제로 나에게 가장 유리한 전략 즉 최적 반응을 선택해야 한다는 것이다. 이 같은 요구는 직관적이고 합리적이다. 왜냐하면, 상대방의 전략이 주어진 상태에서, 지금의 나의 전략보다 더 유리한 전략이 있으면 그것을 선택하는 것이 합리적인 행동이기 때문이다.

---

1) 내쉬균형의 정치화는 정규형게임에 대한 정치화와 확장형게임에 대한 정치화로 구분할 수 있다. 전자의 경우에는 완전(trembling-hand perfect)균형, 적합(proper)균형등이 있고 후자의 경우에는 부분게임완전(subgame perfect)균형, 축차(sequential)균형, 직관적(intuitive) 기준등이 있다.

Ⅲ. 내쉬균형의 정치화(refinement)

1. 내쉬균형 정치화의 의미

내쉬균형은 바람직한 균형의 개념이 되기 위한 하나의 필요조건이다. 따라서, 다수의 내쉬균형이 존재할 경우 비합리적인 균형이 존재할 수 있다. 내쉬 균형의 정치화란, 내쉬균형에서 요구하는 조건 이상의 제약을 가하여 비합리적인 내쉬균형을 제거하는 것을 의미한다. 여기서의 제약이란, 조그마한 실수의 가능성에 대해 안정적이어야 한다든가, 경기자들이 실수를 하더라도 손실이 큰 실수는 그만큼 작은 확률로 한다든가, 이전에 어떻게 행동하였든지 각 시점 이후에 최적화를 도모하여야 한다는 것과 같이 다양하다. 여기서는 올해 노벨 경제학상 수상자인 Selten이 주장한 완전균형(trembling-hand perfect equilibrium)과 연쇄점의 역설(chain store paradox)을 중점적으로 설명하도록 한다. 연쇄점의 역설을 논하면서, 부분게임완전균형(subgame perfect equilibrium)에 대해서도 언급하도록 한다.

2. 완전균형((trembling-hand) perfect equilibrium : THP)[2)]

이제 다음과 같은 정규형게임(normal form game)을 생각하자. 경기자 1과 2가 게임을 하고 있다. 경기자 1의 선택가능 전략은 T와 B이고 경기자 2의 선택가능 전략은 L과 R이다. 이때 각 경기자의 이득은 다음과 같다. 각각의 사각형내에서 왼쪽의 숫자는 경기자 1의 이득을, 오른쪽의 숫자는 경기자 2의 이득을 나타낸다.

2) Selten(1975)

<그림 3> 완전균형(THP)의 예

		경기자 2	
		L	R
경기자1	T	1, 1	0, 0
	B	0, 0	0, 0

이 게임에는 (T, L)과 (B, R)의 두가지 내쉬균형이 존재한다. (T, L), (B, R)은 모두 내쉬균형이지만, 조그마한 실수의 가능성에 대해 얼마나 안정적인가 하는 관점에서 보면 (T, L)은 안정적이지만 (B, R)은 안정적이지 못하다. 이제 그 이유를 살펴보다.

내쉬균형 (B, R)의 경우, 이제 경기자 1이 실수로 T를 선택할 확률이 δ만큼 존재하고 경기자 2가 실수로 L을 선택할 확률이 ε만큼 존재한다고 가정하자. 경기자 1의 경우 T를 선택할 때의 기대이익은 $1\cdot\varepsilon+0\cdot(1-\varepsilon)=\varepsilon$이고 B를 선택할 때의 기대이익은 $0\cdot(1-\varepsilon)+0\cdot\varepsilon=0$이다. 고로 상대방이 전략 R을 $(1-\varepsilon)$의 확률로 선택하고 실수로 전략L을 ε의 확률로 선택할 때 경기자 1의 최적반응은 T이다. 경기자 2의 경우에도 동일한 논리를 적용할 수 있다. 즉 더 이상(B, R)은 내쉬균형이 아니다.

이제 내쉬균형(T, L)의 경우를 살펴보자. 경기자 2가 실수로 R을 선책할 확률을 ε이라고 가정하자. 이때 경기자 1의 기대이익은 T를 선택하면 $1\cdot(1-\varepsilon)+0\cdot\varepsilon=1-\varepsilon$이고 B를 선택하면 $0\cdot(1-\varepsilon)+0\cdot\varepsilon=0$이다. 경기자 2의 경우에도 마찬가지 논리가 적용된다. 즉 위와 같이 상대방이 조금 실수할 가능성이 있어도 (T, L)은 계속 내쉬균형이 된다. (T, L)은 조그마한 실수가능성에 대해 안정적이다.

경기자들이 항상 조금씩 실수할 가능성이 있다는 것을 전제로 할 때 이 같은 조그만 실수가능성에 대해 안정적이지 못한 내쉬균형은 적절한 균형이라고 할 수 없다. 이와 같은 관점에서, '조그만 실수가능성에 대해 안정적이어야 한다'는 제약

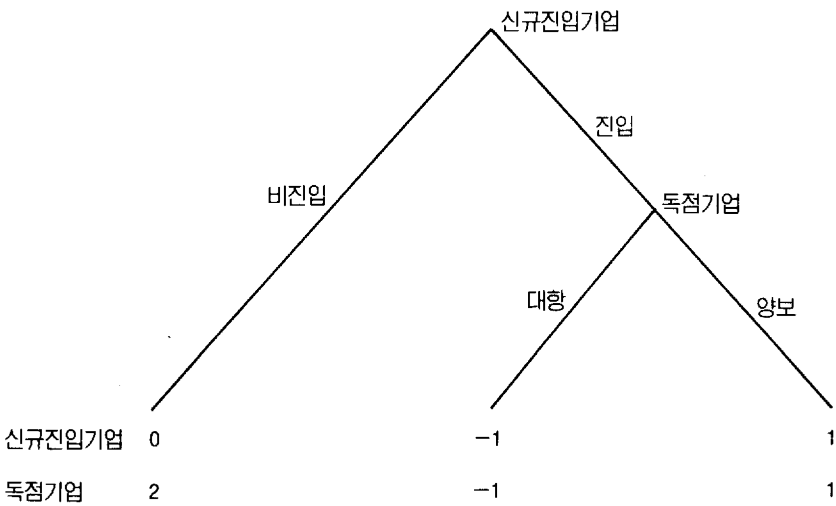
을 가하여 이 조건을 만족하지 못하는 내쉬균형을 배제할 수 있는 균형개념이 Selten이 제시한 완전균형이다.

그런데 Selten의 완전균형도 바람직하지 못한 특성을 가지고 있다. 즉, 어떤 균형이 합리적인 균형이 되기 위해서는 지배당하는 전략(strictly dominated strategy)을 도입하였을 때 균형의 집합에 변화가 없어야 한다. 그런데 완전균형의 경우에는 지배당하는 전략을 도입하였을 때 균형의 집합이 변화한다. 이 같은 완전균형의 단점을 극복하기 위한 균형개념이 Myerson의 적합균형(proper equilibrium)이다.[3] 적합균형에서는, 경기자가 실수를 하더라도, 손실이 큰 실수를 할 가능성이 손실이 작은 실수를 할 가능성보다 작다는 제약조건을 도입한다. 이 같은 제약을 통해, 지배당하는 전략을 도입하였을 때 변화하는 바람직하지 못한 완전균형을 배제할 수 있다.

3. 연쇄점의 역설(chain store paradox)

다음과 같은 확장형 게임(extensive form game)을 생각해 보자.

<그림 4> 독점기업과 신규진입기업간의 게임



3) Myerson(1978)

이 게임은 특정한 시장에서 독점적 지위를 향유하고 있는 기업과 이 시장에 새로이 진입하려고 하는 기업간의 게임이다. 먼저 신규기업이 이 시장에 진입할 것인가를 결정한다. 물론 이 같은 결정은, 시장에 진입했을 때 기존의 독점기업이 어떤 반응을 보일 것인가에 대한 기대에 의존한다. 만일 신규기업이 진입하게 되면 독점기업의 입장에서는 이에 대응하는 것보다 양보하여 시장점유를 공유하는 것이 유리한다. 왜냐하면 양보선택시의 이득(1)의 대항시의 이득(−1)보다 크기 때문이다. 이 게임에는 두개의 내쉬균형이 존재한다. 하나는 (진입, 양보)이고 다른 하나는 (비진입, 대항)이다. (비진압, 대항)이 내쉬균형이 되는 이유는, 독점기업이 신규기업에게, 만일 진입하면 대항하겠다라고 위협할 때 이를 신규기업이 믿기 때문이다. 그러나 대항하겠다는 위협은 신뢰가능하지 않다. 왜냐하면, 신규기업의 진입시, 독점기업의 입장에서는 대항하지 않고 양보하는 것이 유리하기 때문이다. (비진입, 대항)과 같은 비합리적인 내쉬균형을 제거하기 위해, 전체게임에서 뿐만 아니라 모든 의사결정시점에서 그 이후의 의사결정이 내쉬균형이 되어야 한다는 제약을 첨가하자. 이를 만족하는 내쉬균형을 하부게임완전균형(subgame perfect equilbrium)이라 한다. 이는 확장형게임에서의 내쉬균형에 대한 정치화이다. 이 게임의 두가지 내쉬균형중에서 (진입, 양보)만이 하부게임완전균형이다.

이제 이 게임이 한번만 수행되는 것이 아니라 10번에 걸쳐 반복적으로 수행된다고 가정하자. 즉 독점기업은 10번에 걸쳐 서로 다른 신규기업의 진입에 직면하게 된다. 각 신규기업은 단지 한번만 이 게임을 수행한다. 그리고 나중에 이 게임에 참가하는 신규기업은 초반부 게임에서 독점기업이 어떻게 행동하는가를 관찰할 수 있다고 가정한다.

만일 이 게임이 앞의 가정에서와 같이 유한번(finite) 반복되면 그 결과는 한번만 게임이 수행되는 경우와 동일하다. 후방추론(backward induction)의 논리에 의해 유일한 하부게임완전균형은, 모든 잠재적 신규기업이 진입하고 기존의 독점기업은 항상 양보하는 것이다. 그런데 이 게임이 무한번(infinite) 반복되면, 유한번 반복되는 경우와 다른 균형을 얻을 수 있다. 새로운 균형은, 기존의 독점기업

이 양보하지 않고 계속 진입기업에 대항하는 한, 어떤 경쟁기업도 진입하지 않는 것이다. 물론 한번 양보하게 되면 그 이후로는 계속 진입이 이루어진다. 기존의 독점기업은, 과거에 한번도 양보한 적이 없으면 계속 대항한다. 어떤 이유에서든 한번 양보하게 되면 그 이후로는 계속 양보하게 된다. 다시 말하면, 단기적인 관점에서는 양보하는 것이 독점기업에서 유리하지만, 단기적으로 불리한 대항전략을 택함으로써 이 기업이 강한 기업이라는 명성을 쌓을 수 있고 따라서 새로운 기업의 진입을 막아 장기적인 관점에서는 유리한 결과를 얻을 수 있다는 것이다.

이와 같이 게임이 유한번 수행되느냐 무한번 수행되느냐에 따라서 다른 균형이 존재하는 것을 Selten은 '연쇄점의 역설'(chain store paradox)이라고 하였다.[4] Selten의 '연쇄점의 역설'은 게임이론 분야에 새로운 문제를 제기했으며 그 이후에 이 문제를 풀기위해 많은 연구가 이루어졌다. 대표적인 연구들은 정보의 비대칭성, 명성효과(reputation effeet), 제한된 합리성(bounded rationality)을 이용한 해결방법이다.

Ⅳ. 불완성 정보(incomplete information)하의 게임

1. 불완성 정보시의 문제점

이제 까지는 게임을 수행함에 있어서 상대방의 전략이나 이득에 대해 완성정보(complete information)를 갖고 있음을 전제로 논의를 전개하였다. 그런데 상대방의 이득에 대해 불완성 정보(incomplete information)를 가지고 있을 경우에는 상대방의 최적반응(best response)이 무엇인지 예측할 수 없게 되고 따라서 자기자신의 최적반응도 결정할 수 없게 된다.

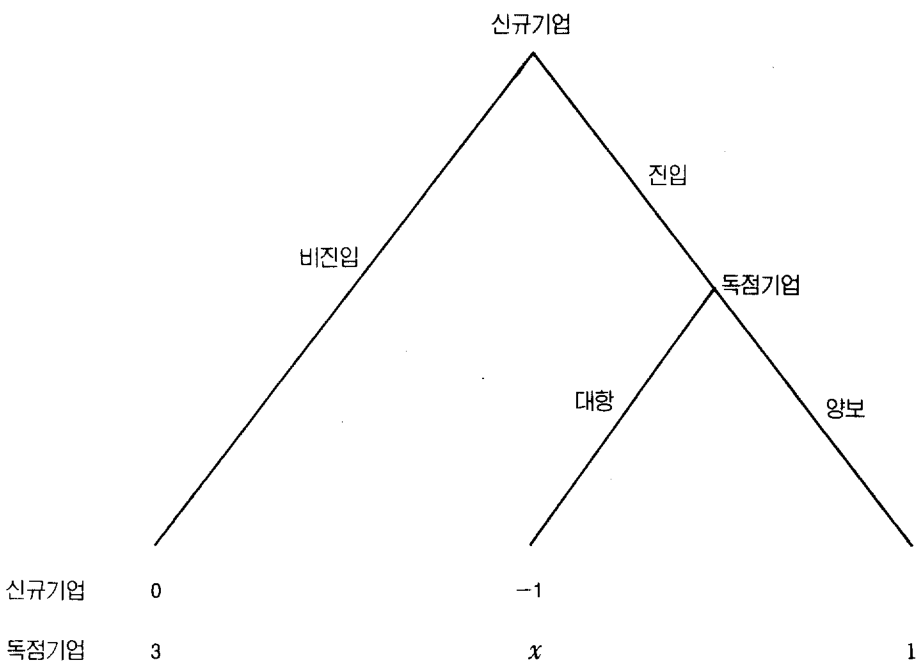
앞장에서 언급한 기존의 독점기업과 신규진입기업과의 게임예를 다시 생각해보자. 이때 보다 현실적인 가정은, 신규진입기업의 입장에서 볼 때, 진입했을 때 독점기업의 이익이 무엇인가에 대해 확실한 예측을 할 수 없다는 것이다. 예를 들

4) Selten(1978)

어, 신규기업 진입시 기존독점기업이 대항했을 경우 독점기업의 이익이 불확실하다고 가정하고 이를 x라고 표시하자. 이를 확장형 게임(extensive form game)으로 표현하면 〈그림 5〉와 같고 정규형 게임(normal form game)으로 표현하면 〈그림 6〉과 같다. 신규기업의 전략은 진입 또는 비진입이고 독점기업의 전략은 대항 또는 양보이다. 각 전략선택의 경우 이득은 그림에 표시되어 있다. 예를들어 신규기업이 진입하고 이에 대해 독점기업이 양보했을 경우에, 신규기업의 이득은 1, 독점기업의 이득도 1이다.

이 게임에서 신규기업이 진입했을 때, 기존의 독점기업이 어떤 반응을 보이느냐 즉 대항하느냐 양보하느냐는 x값에 달려 있다. 즉 x값이 1보다 크면 대항하는 것이 유리하고, 1보다 작으면 양보하는 것이 유리하다. 그러나 신규기업은 시장진입 전에는 이를 확인할 수 없다.

〈그림 5〉 불완성 정보하의 게임(확장형)



<그림 6> 불완성 정보하의 게임(정규형)

		독점기업	
		양보	대항
신규기업	진입	1, 1	$-1, x$
	비진입	0, 3	0, 3

이와 같이 상대방의 이득에 대해 불완성 정보를 가지고 있는 경우에는 상대방의 최적 전략이 무엇인지를 예측할 수 없고 따라서 자기자신의 최적전략도 결정할 수 없다.

2. Harsanyi의 이론과 베이지만 게임

Harsanyi(1967)는 이 같은 불완성 정보(incomplete information) 게임을 불완전 정보(imperfect information)게임으로 전환시키는 방법을 고안하였고 이를 통해 복잡한 게임모형을 단순화시켜 분석할 수 있는 이론적 기반을 마련하였다. 즉 상대방의 이익에 대해 불확실한 정보를 가지고 있는 경우를, 상대방의 유형(type)에 대해 불확실한 정보를 갖고 있는 경우로 전환시켜 생각할 수 있다는 것이다. 특정한 유형이 특정한 이득을 갖는다는 것은 확실히 알지만, 상대방이 어떤 유형인지를 확실히 알 수 없다는 것이다. 이 때 어떤 유형(type)이 어떠한 확률로 존재하는 가는 '가상의 경기자'인 자연(nature)에 의해 결정된다.[5]

이제 앞의 예에서 두가지 유형의 독점기업이 존재하는 경우 즉 x가 -1 또는 2의 값을 갖는 경우를 생각해 보자. 전자의 확률은 P이고 후자의 확률은$(1-P)$이다. 가능한 유형의 집합과 확률분포는 누구나 알고 있다.[6] 이를 확장형 게임으로

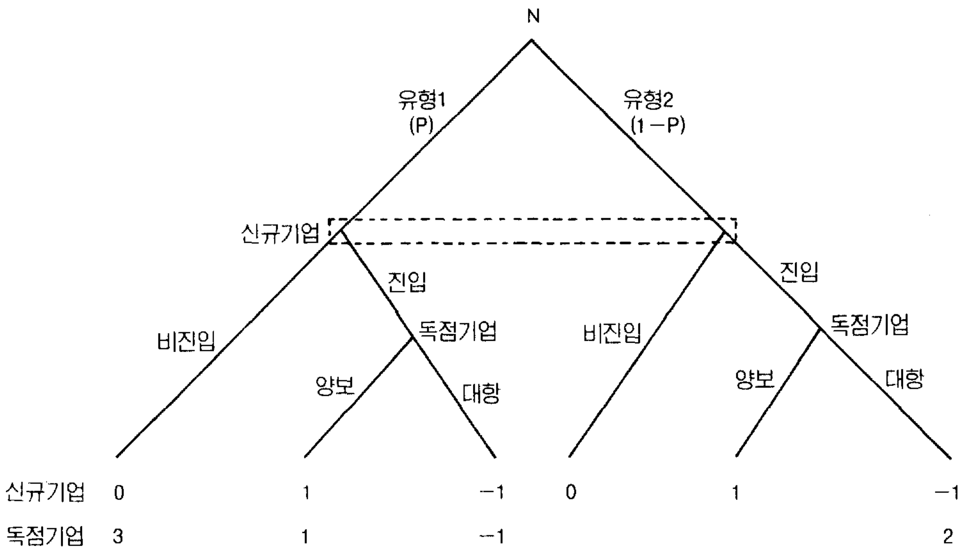
5) 가상의 경기자인 자연(nature)이 먼저 움직여 어떤 경기자의 유형을 선택하고 상대방 경기자는 이를 알 수 없을 때 이같은 게임을 불완성 정보(incomplete information)게임이라 한다. 불완전 정보(imperfect information) 게임은, 정보집합(information set)이 다수의 의사결정 node로 구성된 게임이다.

6) 게임이론적 용어로는 '공통의 지식'(common knowledge) 가정이라고 한다.

나타내면 다음과 같다.

이같은 게임을 베이지만 게임(Bayesian game)이라고 한다. 베이지만 게임에서는 특정한 경기자만이 알고 있는 정보가 유형(type)으로 표현되고 그의 전략도 각 유형에 대응한 함수로 표현된다. 이 예에서 신규기업은 독점기업이 어떤 유형인지 모르기 때문에 각 유형에 대한 기대를 형성해야 하는데 이는 베이즈규칙에 의해 형성된 사후확률(posterior probability)로 표현된다.

<그림 7> 독점기업의 유형이 둘인 경우



베이지안 게임에 적합한 균형의 개념은 베이지안 균형 또는 베이즈-내쉬(Bayes-Nash)균형이다. 베이지만 게임에서는 각 경기자가 유형에 조건부된 전략(type-contingent strategy) 즉 의사결정함수를 선택하기 때문에 내쉬 균형의 개념을 단순한 전략의 집합이 아닌 의사결정함수들에 적용해야 한다. 즉 각 경기자는 다른 경기자들의 의사결정함수에 대한, 유형에 조건부된 최적반응(type-contingent best response)를 선택한다. 베이즈-내쉬 균형을 구체적으로 정의하면 다음과 같다.

[정의] 베이즈-내쉬 균형은, 모든 경기자 $i \in I$와 모든 유형 $t_i \in T_i$에 대해 다음의 식을 만족하는 의사결정함수의 집합 $(S_1^*(\cdot),\ S_2^*(\cdot),\ \cdots\ S_I^*(\cdot))$이다.

$$\sum_{t_{-i} \in T_{-i}} U_i\left(S_i^*(t_i),\ S_{-i}^*(t_{-i}),\ t_i,\ t_{-i}\right) \cdot \mu_i(t_{-i} \mid t_i)$$

$$\geqq \sum_{t_{-i} \in T_{-i}} U_i\left(S_i\ S_{-i}^*(t_{-i}),\ t_i,\ t_{-i}\right) \cdot \mu_i(t_{-i} \mid t_i) \quad {}^{\forall}S_i$$

V. 게임이론의 재무이론에의 응용

게임이론은, 경기자들간의 상호작용에 촛점을 맞추어 논리를 전개한다. 따라서, 다수의 경기자가 존재하고 각자가 상대방을 의식하여 의사결정을 해야하는 상황은 모두 게임이론의 분석대상이 된다.

기업에서는 자금의 조달과 투자를 중심으로 하여 경영자, 주주, 채권자등이 상호작용을 하고 있다. 즉 때로는 협조의 관계를, 때로는 대립의 관계를 갖는다. 예를들어, 자금의 조달자로서의 기업과 자금의 공급자로서의 은행이나 채권자를 생각해 보자. 기업이 부채를 통해 자금을 조달한 경우이다. 기업의 전략은, 안전한 투자안과 위험이 높은 투자안으로 구성되고 은행의 전략은 낮은 이자율과 높은 이자율로 구성된다고 가정하자. 부채를 통하여 자금을 조달한 경우, 기업은 위험이 높은 투자안에 투자하려는 유인을 갖는다. 이를 예상하는 은행은 높은 이자율로 자금은 공급하게 된다. 즉 기업의 입장에서는 자신이 안전투자안을 선택할 것이라는 것을 신뢰가능하게 은행에게 약속할 수 없기 때문에 이 같은 문제가 발생한다. 이는 전형적인 죄수의 딜레마 게임이다. 기업, 은행 모두에게 파레토 우월한 전략이 존재함에도 불구하고 이 게임의 내쉬균형은, 기업은 위험이 높은 투자안을 선택하고 은행은 높은 이자율로 자금을 제공하는 것이다.

기업과 은행과의 게임이 죄수의 딜레마게임적 성격을 갖고 있기 때문에, 이에 대한 해결방안도 게임이론적 관점에서 제시될 수 있다. 예를 들어, 기업스스로 안

전투자를 선택하는 것이 유리하도록, 즉 그것이 부분게임완전균형이 되도록 스스로 조치를 취한다거나 이 게임을 여러번 반복해서 수행한다거나 하는 등의 방법이 있다. 게임이 반복되도, 유한번 반복되면 후방추론의 논리에 의해 일회게임에서의 내쉬균형과 동일한 내쉬균형 밖에 얻을 수 없다. 따라서 게임이 무한번 반복되거나, 유한번 반복된다면 상대방의 유형에 불확실성이 존재하여 기업이나 은행이 명성(reputation)을 쌓을 유인이 존재해야 한다. 이하에서는, 게임이론이 크게 적용될 수 있는 분야에 대해 간략히 언급하겠다.

자금의 조달과 투자결정에 관한 이론은, 대리인 모형을 통해 분석이 이루어져 왔다. 이 같은 대리인 모형은, 예를들어 주주와 채권자간의 게임모형으로 전환시켜 생각할 수 있다. 특히 다수의 대리인이 존재하는 경우, 대리인의 유인일치조건이 대리인들 간에 형성되는 게임의 내쉬균형이 되어야 한다는 조건으로 대치된다. 또한 대리인들 간에 단합의 가능성이 존재하는 경우에는 협조게임을 통한 분석이 적절하다.

재무이론에서 많이 다루고 있는 정보불균형하의 모형은, 게임이론적 관점에서 보면 베이지안 게임으로 모형화할 수 있다. 특히 신호전달모형은 베이지안 게임의 특수한 경우인 신호전달게임(signalling game)으로 모형화할 수 있다. 신호전달 상황을 게임이론을 통해 분석하면, 신호전달자와 수신자간의 상호작용을 보다 구체적으로 분석할 수 있다. 특히 완전베이즈(perfect Bayesian)균형, 축차(sequential)균형,[7] 직관적(intuitive)균형 등의[8] 균형개념을 이용하면, 정보를 덜 갖고 있는 수신자의 기대에 제약을 가해 특정안 성격을 갖는 보다 합리적인 균형을 얻을 수 있게 된다. 즉 투자자들이 어떤 기대를 가지고 어떤 추론과정을 거쳐야 분리균형(separating equilibrium)을 얻을 수 있게되는가, 반대로 분리균형을 얻기 위해 수신자의 추론 과정에 어떤 제약을 가해야하는가 등의 문제를 해결할 수 있다.

게임이론에서는, 게임의 상황이나 규칙등을 주어진 것으로 보고 균형을 찾았다. 이에 반해 원하는 균형을 얻기 위해 어떻게 게임을 구성할 것인가의 문제를 다루

7) Kreps and Wilson(1982)
8) Cho and Kreps(1987)

는 분야를 메카니즘 설계(mechanism design)라 한다. 이 이론은, 요즈음 기업재무이론에서 각광을 받고 있는 증권설계(security design)이론이나 재무계약(financial contract)이론에 크게 공헌하고 있고 앞으로도 더욱 공헌하는 바가 많은 것으로 기대된다.

주식시장에서는 수 많은 투자가들이 자신의 정보와 기대를 바탕으로 투기적인 거래를 행하고 있다. 주식의 매매시점이나 거래량등의 결정이 다른 거래자들을 의식하여 이루어지고 있다면 이 분야 역시 게임이론의 적용을 통해 많은 수확을 얻을 수 있는 분야라고 생각된다.

Ⅵ. 요약 및 결론

올해는 게임이론가인 내쉬, 젤텐, 하사니가 노벨경제학상을 수상하였다. 이들의 수상은, 그 동안 경제현상이나 재무현상의 분석에 지대한 공헌을 해온 게임이론이 공식적으로 인정받는 계기가 되었다. 경기자들간의 상호작용에 촛점을 맞추어 분석을 행한다는 측면에서, 게임이론은 하나의 이론의 차원을 넘어서 사회과학분야에 새로운 패러다임을 제공하였다. 특히 그 분석 방법이 고도로 분석적이고 정교하다는 측면에서 이론으로서의 큰 장점을 갖고 있다.

이 논문에서는 노벨상 수상자인 내쉬, 젤텐, 하시니의 이론들을 간략히 살펴보고 이의 재무이론에의 적용가능성을 살펴보았다. 기업재무이론에 있어서는 자금을 매개로 기업과 자금의 공급자간에 상호작용을 한다는 점에서, 증권시장이론에서는, 수많은 투자자들이 자신의 정보와 기대를 바탕으로 money-game을 벌이고 있다는 측면에서, 제반의 재무현상이나 증권시장의 현상은 게임이론의 적절한 분석대상이 된다. 어쩌면 게임이론이 적용될 가능성이 가장 높은 분야라고 할 수 있다. 앞에서는 단지 몇가지 측면에서 게임이론의 재무이론에의 적용가능성에 대해 언급했지만 앞으로 기업재무이론, 투자론, 금융기관경영론등 모든 재무이론분야에서 게임이론의 공헌도가 더욱 확대될 것으로 확신한다.

參考文獻

Banks, J.S. and J. Sobel "Equilibrium Selection in Signalling Games", Econometrica 55, 1987, pp647-662.

Cho, I and D. Kreps "Signalling Games and Stable Equilibria", Quaterly Journal of Econemics 102, 1987, pp179-221.

Harsanyi, J.C, "Games with Incomplete Information Played by Bayesian Players", Management Science 14, 1967-1968, pp159-182, 320-334, 486-502

Myerson, R.B. "Refinement of Nash Equilibirium Concept", International Journal of Game theory7, 1978, pp73-80

Nash, J.F. "Noncooperative Games", Annals of Mathmatics 54, pp289-295

Nash, J.F. "Two-Person Cooperative Games", Econometrica 21, pp128-140

Selten, R. "Reexamination of the Perfectness Concept for Equilibrium Points in Extensive Games", International Journal of Game Theory 4, pp25-55

Selten, R. "The Chain-Store Paradox", Theory and Decision 9, pp127-159

ABSTRACT

Game Theory and Finance Theory

–focusing on the theories of Nobel-prizers, Nash, Harsanyi, Selten and its application to Finance

Shim, Byung–Koo

This year, game theorists Nash, Selten and Harsanyi were the Nobel-prize winners. Nash contributed to the development of game theory through the concept of Nash equilibrium. This is the fundamental equilibrium concept in game theory. Selten refined the Nash equilibirium through trembling-hand perfect equilibrium and raised the question called 'Chain store paradox'. Harsanyi suggested a method for transforming game of incomplete information into game of imperfect information. The idea is that a player with incomplete information about some other player's payoff will be treated as if he were uncertain of the type of player he will face.

In this paper, I explain the theories of the Nobel-prizers first and suggest some fields of finance which will be fruitful through the application of game theory.