

## 가치평가기법의 최근 동향

- CVM, MAUA 그리고 Real Option Pricing -

Recent Developments on Economic Valuation Method

- CVM, MAUA and Real Option Pricing -

허 은 녕\*

### 〈 目 次 〉

I. 서 론

III. 투자를 위한 가치평가기법 - Real Option Pricing

II. 환경재의 가치평가기법 - CVM와 MAUA

IV. 참고문헌목록

### <Abstract>

본 글에서는 최근 기술가치평가에 적용되고 있는 조건부가치평가법(Contingent Valuation Method), 다속성효용평가법(Multi-attribute Utility Assessment), 그리고 조건부청구권가치평가법(Real Option Pricing Method)의 세 가지 가치측정기법들의 특징과 주요 관련문헌들을 간략하게 정리하여 소개함으로써 관심 있는 연구자들에게 유용한 정보를 제공하고자 한다. 소개하는 방법론들은 환경재화의 가치측정기법과 위험도가 높은 에너지프로젝트의 가치평가기법으로 개발된 기법들로서 신기술이 가지는 특징인 외부성 등의 비시장재적 특성과 높은 위험도에 따른 투자가치를 반영할 수 있어 기술 및 기업의 가치평가 사례연구에 응용할 수 있다.

Key word : CVM, MAUA, Real Options

\* 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 조교수

## I. 서론

정보통신산업의 발전과 함께 불어온 벤처기업 및 벤처기업에의 주식투자 붐은 이들이 가지고 있는 기술의 가치측정 및 이를 바탕으로 한 기업가치측정을 요구하게 되었다. 그러나 이들 벤처기업들이 가지고 있는 정보통신 및 생명공학분야 등의 이른바 첨단기술들은 기존의 전통적인 가치평가방법론들 만으로는 충분한 가치평가가 어렵다는 문제점이 지적되고 있으며 이는 다시 기술가치평가에의 새로운 분석의 틀에 대한 요구로 나타나고 있다. 본 글에서는 최근 이러한 요구에 부응하여 기술가치평가에 적용되고 있는 세 가지 가치측정기법들을 소개하고자 한다.

처음의 두 가지 기법은 환경재의 가치측정기법으로 개발된 기법들이다. 조건부가치평가법(Contingent Valuation Method: CVM)은 1990년대 초반 미국 학계에서 환경재의 가치측정에 가장 합당하다고 인정된 방법론으로서, 적절한 방법에 의하여 구성된 설문지를 사용하여 환경재에 대한 가상의 시장을 만들고, 여기서 응답자에게 환경재화의 거래를 유도함으로써 환경재의 가치를 측정하는 기법이다. 또 하나의 기법인 다속성효용평가법(Multi-attribute Utility Assessment: MAUA)은 재화의 속성이 한가지가 아니라 여럿임에 기초한 다속성효용이론(Multi-attribute Utility Theory: MAUT)에 바탕한 가치평가기법이다. 이 두 방법론들은 최근 환경재의 가치평가 이외에 다른 분야로 그 적용범위가 빠르게 확산되고 있다.

같은 시기인 1993년에 Laughton and Jacoby의 글에 소개된 이후로 주목받아온 real options 방법은 투자의 위험도, 투자연기 및 투자포기 등의 투자옵션을 가치평가속에 접목하는 기법으로서 1980년대부터 경영/경

제학 분야에서 현금흐름할인모형 및 CAPM, EVA 모형의 후속 모형으로서 이론적으로 연구되어 왔다. 특히 에너지프로젝트의 평가에 많은 사례연구가 있어 왔으나 최근 벤처기업이 가지는 높은 위험도에 착안, 기술평가에 적용한 사례연구들이 나타나고 있다.

위에 언급한 방법들 이외에도 real option의 응용기법인 현대적자산가격기법(Modern Asset Pricing), 투입산출표를 이용하여 여타산업으로의 기술과급효과를 측정하는 구조적분해분석(Structural Decomposition)기법 등 많은 가치평가기법이 있다. 그러나 본 글에서는 위에서 언급한 세 기법들에 초점을 맞추어 이들 기법들의 특징과 주요 관련문헌을 간략하게 정리함으로써, 관심있는 연구자들이 추후 연구를 수행함에 있어 유용한 정보를 제공하고자 한다.

## II. 환경재의 가치측정기법

환경서비스와 같은 비시장재의 경제적 가치 측정에 관한 연구는 그 동안 괄목할만한 발전을 이룩하였다. 본 장에서는 환경오염 개선 또는 악화에 따라 나타나는 경제적 가치수준의 변화를 화폐적 가치로 측정할 수 있는 여러 방법들 중 대표적인 방법인 조건부가치평가법과 다속성효용평가법의 기본이론을 간략히 소개하고 두 기법을 비교하고자 한다. 환경재의 가치를 평가하는 이론과 방법론은 현재도 계속 발전해가고 있기 때문에 이 글에서 미처 다루지 못한 부분이 있다.

### 1. 환경재 가치측정의 개요

환경재의 가치를 구분하는 방법에는 여러 가지 논

의가 있으나 여기에서는 이들을 대표하기에 가장 적절하다고 생각되는 ADI Nolan Davis et al.(1996)의 방식으로 분류해 보기로 한다. 환경재의 총 가치(total value)는 크게 사용가치(use value)와 비사용가치(non-use value)로 나뉜다(<표 1>참조). 사용가치는 세 가지로 분류되는데 이중 첫 번째인 직접사용가치(direct use value)는 환경재를 직접적으로 사용하는 경제활동에서 기인한다. 예를 들어 물의 경우 이를 직접 사용하는 경제활동인 가정용수, 산업용수, 영업용수 등의 직접 소비에 대응되는 가치 개념을 말한다. 두 번째는 휴양(recreation), 관광, 낚시 등 물의 간접사용과, 환경과 생태계를 일반적으로 옹호하는 것에 대응되는 가치개념으로서 간접사용가치(indirect-use value)라고 한다. 세 번째는 선택가치(option value)로 환경재를 현재 사용하는 대신에 미래에 사용하고자 하는 행동과 관련된 가치개념이다. 미래에 과연 그 재화를 소비할 수 있는지에 관해서 불확실성이 존재하기 때문에 선택가치가 발생하는 것이다.

비사용가치는 환경재를 사용하는 것 이외의 것에 대해 사람들이 갖는 인식에서 비롯된다. 비사용가치는 존재가치(existence value)와 보존가치(preservation value)로 나뉘어지는데, 먼저 존재가치란 환경 재화의 사용과는 무관하게 단지 어떤 보호된 환경 자체가 존재한다는 사실에서 비롯되는 가치를 뜻한다. 사람들

이 가치를 부여한 자원이 미래의 세대에 전해지리라는 기대는 존재(existence)와 구별된다. 이런 기대 하에서 미래의 사용을 선택하는데 할당하는 지불 의사 가치(willingness-to-pay value)가 곧 보존가치를 의미한다.

이런 가치들은 지불의사액(willingness-to-pay: 이하 WTP)과 보상의사액(willingness-to-accept compensation: 이하 WTA)으로 표현될 수 있다. WTP는 환경 재화의 증가 또는 개선이 없는 상태에서 그 재화의 증가 또는 개선을 얻기 위해 개인이 지불할 의사가 있는 최대금액으로 정의되며, 이 때 개인에게 있어 개선의 대가로 WTP만큼 지불하는 것과 개선 없이 그 금액을 기존에 소비하던 다른 재화에 지출하는 행위는 무차별해진다. 반면 WTA는 개인이 자발적으로 어떤 개선을 겪지 않고 지내게 하는 최소 보상금액을 말한다. WTA만큼의 보상을 받을 때 개인에게는 개선을 경험하는 것과 개선없이 보상을 받는 것이 무차별해진다.

WTP와 WTA 모두 대체성(substitutability) 가정에 기초하지만 서로 다른 기준점을 갖는다. WTP는 환경의 개선이 없는 상태를 기준점으로 하는 반면에 WTA는 환경이 개선된 상태를 기준점으로 한다. WTP와 WTA를 측정한 연구들에서는 거의 모든 경우에 WTA가 WTP보다 크게 분석되었고, 이 차이를

<표 1> 경제적 가치의 분류

|             |               |                    |
|-------------|---------------|--------------------|
| Total Value | Use Value     | Direct Use Value   |
|             |               | Indirect Use Value |
|             |               | Option Value       |
|             | Non-use Value | Existence Value    |
|             |               | Preservation Value |

설명하려는 많은 연구들이 있어 왔다. 또한 WTP와 WTA 중 어느 것을 사용하는 것이 타당한가에 관한 연구들도 수행되었다(엄영숙, 2000). 아직 이런 논의들이 확립된 것은 아니지만, 환경의 개선을 대상으로 하는 조건부 가치측정 연구는 주로 WTP를 이용한다(Mitchell and Carson, 1989). 그러나 본 글에서는 환경질의 변화가 후생에 영향을 미치는 경로에 대한 자세한 설명과 이러한 후생변화의 측정에 대한 여러 이론적 검토는 생략한다.<sup>1)</sup>

환경외부비용의 측정방법은 크게 피해비용 접근법(damage cost approach)과 제어비용 접근법(control cost approach) 등으로 나눌 수 있으며(<표 2> 참조), 제어비용이 WTP보다는 생산자의 입장에서 오염물질

을 줄이는데 드는 사적비용의 개념에 더욱 가깝다는 이유로 피해비용 접근법이 환경외부비용 측정에 있어서 원칙적으로 바른 방법이라는데 대부분의 학자들이 동의하고 있다. 조건부가치평가법과 다속성효용평가법은 바로 이 피해비용접근법에 속하는 기법이다.

## 2. 피해비용 접근법

### 1) 피해비용 접근법의 분류

피해비용 접근법의 핵심은 피해자의 지불의사액의 개념이다. 이 개념은 사람들이 외부효과를 회피하기 위해 기꺼이 지불하고자 하는 액수로서 훌륭한 직관적 의미를 제공한다. 예컨대, 사람들은 추가적인 한

<표 2> 환경비용 측정방법론의 개념적 구분

| 구 분      | 피 해 비 용 접근법   | 제 어 비 용 접근법  |
|----------|---|--|
| 측정대상     | - 환경오염에 의한 직·간접적인 피해를 계량화<br>- 오염물질이 환경에 미치는 효과를 분류하여 추정                        | - 환경오염 억제를 위해 지불해야 하는 추가적인 비용<br>- 규제의 한계비용, 오염저감 비용개념의 비용을 추정               |
| 측정방법     | - 헤도닉가격기법<br>- 의료비용접근법<br>- 조건부가치평가법<br>- 다속성가치평가법                              | - 피해완화 비용법<br>- 제어비용법  |
| 장 점      | - 환경오염에 따른 직·간접적인 피해를 정량화하므로 측정된 비용은 환경비용의 개념에 부합                               | - 비용측정이 용이<br>- 비용효과적인 오염배출 억제방법을 식별하는 것이 가능.                                |
| 단 점      | - 오염물질의 확산경로나 장단기효과 등을 측정하는 것이 필요<br>- 건강효과, 편익성 등 비시장성 재화의 가치평가는 많은 시간과 비용이 필요 | - 배출억제 목표설정이 선행되어야 함.<br>- 오염억제에 대한 편익을 계량화 할 수 없음.                          |
| 대표적 적용사례 | 엄영숙(1998)<br>엄미정(1999)<br>유승훈, 박승준, 김태유(1999)<br>이성태, 이명현(1999)                 | Pittman(1981)<br>Färe et al.(1989, 1993)<br>권오상(1996)<br>이정동, 박종복, 김태유(1998) |

1) 이에 대한 자세한 내용은 Freeman III (1993), 박승준 전영섭(1995), 권오상(1999), 또는 이정전(2000)을 참조하시오.

단위의 대기오염물질에 대해 회피비용, 완화비용, 불편감과 같은 불편비용 등을 고려하여 그 전체비용 이하의 비용에 대해서는 기꺼이 지불하고자 할 것이다.

현재 이용되고 있는 가치측정방법들은 학자들에 따라 여러 방법으로 분류된다. 여기서는 Mitchell and Carson(1989, pp.74-87)의 분류 중 행동의 연계(behavioral linkages)에 기초한 분류를 살펴보기로 하자. 행동의 연계에 기초한 방법들은 다시 두 가지 기준, 즉 가치측정이 직접적인지 간접적인지, 그리고 시장이 관측된 것인지 가상의 것인지에 따라 <표 3>처럼 분류된다. 행동연계의 경우 환경의 변화와 그 변화의 평가 사이의 관계는 어떤 확립된 물리적 관계에 의존하지 않고, 변화나 변화의 가능성에 직면한 개인의 행동에 의존한다. 이 범주 내에서 행동이란 실존하는 시장에서 관측된 것일 수도 있고, 가상의 시장에 기초한 설문을 통해 포착된 것일 수 있다.

먼저 관찰가능/직접적 접근법은 관찰하고자 하는 대상과 비슷한 시장이 존재할 경우 이들의 정보를 통하여 가치를 측정하는 방법이다. 이미 구현된 시장가치를 사용하므로 확정성은 좋으나 대표성에 문제가 있다. 이들은 주로 통상적으로 사용되어온 가치평가 기법들이다.

두 번째 범주인 관찰/간접 접근법(observed/indirect methods) 중 가장 대표적인 방법은 헤도닉 가격기법

(hedonic price method: HP)이다. HP는 재화와 생산요소(production factors)가 거래되는 시장의 형태를 밝히는 과정을 포함하고, 환경의 특성이 관심 재화와 어떤 관계가 있는가를 관찰하기 때문에 대리시장(surrogate market) 기법에 속한다. 예로서 어떤 집의 물리적 특성에 따라 주변의 소음수준, 경치 등이 결정되는 경우를 들 수 있다. 적절한 자료를 얻었다는 가정 하에서라면 그 집의 여러 특성을 설명하는 변수들을 설명변수로 하여 주택가격에 대한 회귀식을 구할 수 있으며 이로부터 환경질의 개선에 대해 사람들이 갖고 있는 WTP를 추론할 수 있다.

또 다른 잘 알려진 관찰/간접기법으로는 여행비용 접근법(travel cost approach: TCA)이 있다. 이 방법은 1947년에 Hotelling이 개발했으며 Clawson(1959)에 의해 응용되기 시작하였다. TCA를 사용하면 휴양에 사용한 비용과 시간을 이용하여 휴양시설(recreational facilities)의 환경변화에 대한 가치를 측정할 수 있다. 비교적 많은 실증연구들의 결과가 현실 결과와 유사하게 나타났지만 이 방법을 적용하는 데는 비용이 많이 들고, 특별히 사람들이 휴양 목적으로 방문하는 휴양지의 가치측정에만 적합하다는 한계점이 있다.

가상/직접(hypothetical/direct) 접근법에 있어 대표적인 방법은 조건부가치평가법(또는 임의가치평가법,

<표 3> 행동에 기초한 방법론의 구분

|         | 직접적  | 간접적   |
|---------|--|---|
| 관찰가능 시장 | Referenda<br>Simulated markets<br>Parallel private markets | Household production<br>Hedonic pricing<br>Travel cost<br>Averting behavior |
| 가상적 시장  | Contingent valuation                                       | Conjoint analysis<br>Contingent ranking                                     |

contingent valuation method: CVM, 이하 CVM)이다. CVM은 가상적으로 설계된 시장에 기초하여 그 시장이 존재한다는 조건하에서 설문에 대한 응답을 이용하여 환경 재화의 가치를 측정한다. 가상 시장은 대상 재화 자체와 제도적(institutional)이고 재정적인 배경을 포함하여, 제시된 가상 선택의 본질을 응답자가 올바르게 인식하도록 도와준다. CVM은 기본적으로 개인이 모든 종류의 환경 재화에 대해 선호를 가지고 있다는 견해에 기초한다. 그리고 각 개인은 자신의 선호를 금액단위의 가치로 감정할 수 있다고 가정한다.

네 번째 범주인 가상/간접(hypothetical/indirect) 방법들을 환경 재화에 대한 금액단위 가치를 직접 응답자에게서 얻는 조건부가치평가법등의 방법들과 비교하면, 이 방법은 관련 재화뿐 아니라 다른 재화라도 연관된 다속성(multi-attribute) 대안(alternatives)들 사이에 응답자가 나타내는 선호에 관한 자료를 얻을 수 있고, 각 응답자들의 효용함수를 추정함으로써 가치를 추론할 수 있는 중간 단계를 포함시킨다는 장점이 있다. 가상/간접 방법들은 이러한 장점으로 인하여 신제품에 대한 시장조사에 많이 쓰인다.

## 2) 연구절차

피해비용 접근법은 관련된 경제변수 즉 사람들의 후생에 미치는 영향의 화폐적 가치에 분석의 초점을 맞춘다. 피해비용접근법에 의해 환경재화의 가치를 측정하는 절차는 오염물 배출 및 자원의 활용, 환경질의 변화(대기확산모형), 환경 및 사회적 영향(농도-반응함수), 후생변화의 가치평가(지불의사함수), 그리고 피해의 종합화의 5단계로 나눌 수 있다. 먼저 오염배출이 환경질에 미치는 영향을 여러 가지 지형학적, 기후학적 자료를 이용하여 추정하고 이러한 환경질

변화가 미치는 영향을 검토한다. 다음으로 이러한 변화에 대해 개인이 가지는 화폐적 가치를 측정하여 생산으로 인해 생기는 사회적인 피해를 추정하고 마지막으로 모든 과정을 종합하여 오염물의 배출로 야기된 피해비용을 총괄적으로 계산한다. 원칙적으로는 이러한 단계들을 모두 수행해야 하나 연구의 범위에 따라서는 일부 생략될 수 있다.

## 3) 피해비용 접근법의 한계점

환경피해의 추정치를 얻는 것은 대체적으로 복잡하고 많은 비용을 요구한다. 이것이 피해비용 접근법의 가장 중요한 한계이다. 많은 자료가 요구되는데 환경피해와 관련된 이러한 자료는 구할 수 없거나 부정확한 경우가 많다. 대부분의 연구는 자료의 문제로 특정 외부성을 생략하게 되거나 부정확한 자료를 이용할 수밖에 없게 되어 연구 결과자체에 있어서 어느 정도의 불확실성을 초래하게 된다.

CVM의 경우 설문의 편의(bias)가 문제가 된다. 설문의 편의는 크게 (1) 반응을 속이려는 유인으로부터 발생하는 편의, (2) 암시된 가치에 의한 단서편의 그리고 (3) 시나리오의 잘못된 묘사에 의해 발생하는 편의로 나눌 수 있으며 시나리오의 잘못된 묘사에 의해 발생하는 편의는 다시 <표 4>와 같이 구분할 수 있다.

설문의 잘못된 설계는 그 발생근원에 따라 이론적인 것과 방법론적인 것으로 나눌 수 있다. 연구자가 경제이론이나 잘 알려진 사실의 관점에서 부정확한 시나리오를 묘사할 때 이론적으로 잘못된 묘사가 발생하여 응답자가 시나리오를 완전히 이해하더라도 응답자의 가치는 적절한 가치를 반영할 수 없다. 연구자가 설계한 시장이 이론적으로는 정확하다 할지라도 하나 또는 그 이상의 원소들이 부적절하게 전달

〈표 4〉 시나리오의 잘못된 묘사 편익

| 편익의 종류   | 내  | 용 |
|--|--|---|
| 1. 재화의 잘못된 설계<br>상징적<br>부분-전체<br>척도<br>공급가능성             | 평가되는 것으로 인식한 재화와 의도된 재화가 다른 경우<br>• 연구자가 의도한 재화대신에 응답자가 상징적인 존재에 대해 가치를 평가하는 경우<br>• 연구자가 의도한 재화보다 더 크거나 더 작은 존재에 대해 응답자가 평가하는 경우<br>• 연구자가 의도한 것과 다른 척도나 규모에 근거하여 응답자가 재화의 가치를 평가하는 경우<br>• 연구자가 의도한 것과는 다른 공급확률을 가진 재화에 대해 가치를 평가하는 경우 |   |
| 2. 문맥의 잘못된 설계<br>지불수단<br>재산권<br>공급방법<br>예산제약<br>지불의사유도질문 | 응답자가 인식한 시장의 설명이 연구자가 의도한 것과 다른 경우<br>• 지불수단이 잘못 인식되거나 연구자가 의도하지 않은 방식으로 평가하는 경우<br>• 재화에 대해 인식된 재산권이 연구자의 의도와는 다른 경우<br>• 공급방법이 잘못 인식되거나 연구자가 의도하지 않은 방식으로 평가되는 경우<br>• 인식된 예산제약이 연구자가 의도했던 것과는 다른 경우<br>• 지불의무를 제대로 전달하지 못하는 경우        |   |

출전) Mitchell and Carson(1989), 김태유외(1997)에서 재인용

되어 응답자가 연구자의 의도대로 인식하지 못할 때 방법론적으로 잘못된 설계가 발생하는데 이는 CV 설문조사의 신뢰도와 유효성에 심각한 위협이 되며 조사연구기법을 숙달하지 못한 연구자에 의해 과소 평가되는 경향이 있다.

그러나 CV 편익추정치가 편익될 가능성이 있다는 것이 CV 연구에서 편익이 불가피하다는 것을 의미하는 것은 아니다. 사람들이 CV 질문에 어떻게 대답할 것인가에 관하여 더 많이 이해할수록 오류의 원인을 최소화할 수 있고 보다 나은 편익추정치를 얻을 가능성을 더욱 높이기 때문에 이에 대한 지식은 필요한 것이다.

### 3. 조건부가치평가법과 다속성효용 평가법의 비교

#### 1) CVM의 장단점

조건부가치평가법(CVM)의 장점은 무엇보다도 수요함수를 직접 추정하여 간접적인 편익추정을 하는

다른 추정기법과는 달리 통상수요함수나 보상수요함수를 직접 추정하지 않고 적절한 Hicks적 측정치를 구할 수 있는 장점을 가진다. 또한 다른 기법에 비해 보다 많은 환경재에 적용될 수 있으며, 다양한 유형의 사용가치 및 비사용가치를 직접 측정할 수 있다는 장점과 함께 특정 유효성 및 신뢰성을 검사할 수 있도록 설계할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

한편 CVM의 단점으로는 반응자의 지불의도에 좌우될 수 있다는 것이 가장 크다. 또한 가상시장을 이용하고있어 응답자에게 친숙하지 않은 예산결정을 하도록 요구하며, 기술적으로는 이해되기 쉽고, 설득력 있고, 의미있는 설문시나리오를 만들어야 한다는 문제점을 들 수 있다.

#### 2) 다속성효용평가법

##### (1) 다속성가치평가이론과 다속성효용 평가법

다속성효용평가법(Multi-attribute Utility Assessment: MAUA)이 기초한 이론인 다속성효용이론

(Multi-attribute Utility Theory: MAUT, 앞으로 MAUT)은 의사결정분석에 주로 사용되다가 Gregory et al.(1993)에 의해 환경재의 가치평가에 적용할 것이 제안되었다. 그는 환경가치의 다차원적 성격과 인간 선호의 구조적(constructive) 성격에 보다 주의를 기울임으로써 MAUT를 통해 비시장 환경재의 가치평가를 개선시킬 수 있다고 주장하면서 통상적인 CVM으로부터 MAUT로의 전환을 통한 환경재의 가치측정을 처음으로 제안하였다. 이 방법은 '사회적으로 바람직함'을 의미하는 '사회적 가치(societal value)'에 근거하여 환경재의 가치를 평가한다. 이에 대해 경제학자들은 통상적인 MAUT가 환경재의 가치를 후생경제학(welfare economics)에 근거한 사람들의 WTP(또는 WTA)의 관점에서 바라보지 못하므로 여러 대안을 평가하는 하나의 지수로서는 충분히 그 역할을 수행할 수 있지만 비용-편익 분석이나 공공프로그램의 평가에 사용될 수 있는 후생개념으로는 사용할 수 없다고 주장한다(Hanemann and Kaninnen, 1996). 실제로

Gregory et al.(1993)은 WTP와 같은 후생경제학의 후생개념이 올바른 가치가 아니라고 지적하기도 하였다.

Dale et al.(1996)은 WTP를 사용하는 다속성효용평가법(MAUA)을 처음으로 적용하여 산림생태계 보존에 대한 가치를 측정하였다. 다속성효용평가법은 MAUT에서의 선호의 구조적 유도절차와 CVM의 설문기법 및 가치의 후생개념을 결합시킨 것으로서 다차원적인 가치측정에 대해 응답자들의 인식과정을 보다 단순화했으며, 통상적인 CVM에 비해 응답자에게 요구되는 판단과 결정이 획기적으로 단순화되어 인식상의 부담을 줄인 것으로 평가되고 있다. 통상적인 MAUT와 다속성효용평가법(MAUA)의 특징을 비교하여 정리하면 <표 5>와 같다.

(2) 다속성효용이론의 장점

다속성효용이론(MAUT)은 기존의 가치평가법에 비해 몇 가지 장점을 가진다. 첫째, 시장가치와 비시

<표 5> 통상적 다속성효용이론과 다속성효용평가법의 특징

| 구 분   |      | 통상적 다속성효용이론<br>(conventional MAUT) | 다속성 효용평가법<br>(MAUA)                 |
|-------|------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 공 통 점 | 근거이론 | 다속성 효용이론(MAUT)                     |                                     |
|       | 가치유도 | 구조적 접근방법을 이용한 설문조사                 |                                     |
| 차 이 점 | 배 경  | 의사결정분석<br>(decision analysis)      | 환경가치측정<br>(environmental valuation) |
|       | 대상가치 | 사회적 가치<br>(societal value)         | 지불의사액<br>(WTP)                      |
|       | 영 역  | 환경경영<br>(environmental management) | 환경경제<br>(environmental economics)   |
|       | 활 용  | 계획대안의 비교평가                         | 외부성(환경비용)의 계량화                      |
|       | 연구시간 | 상대적으로 짧음                           | 상대적으로 오래 걸림                         |
|       | 연구비용 | 상대적으로 저비용                          | 상대적으로 고비용                           |



장가치를 통합할 수 있다. 시장재 뿐만 아니라 비시장재에 강하게 보유된 가치는 MAUT 모형에 포함된다는 장점을 가진다. 경제모형들이 적절하게 그 모형 내에 포함될 수 있으며, 비시장 가치에 대해서는 명시적이고 단순한 척도가 사용될 수 있다.

둘째, 비구분 문제를 감소시킬 수 있다. 비구분효과(embedding effect)가 발생하는 데에는 크게 세 가지 이유가 있다. 먼저 재화에 대한 화폐적 표현의 부재가 비구분에 대한 중요한 이유가 될 수 있다. 이 경우 MAUT의 사용은 사람들이 적절하게 자신의 화폐가치를 나타내도록 하는 것을 도울 수 있다. 다음으로 사람들이 사실상 특정 문제에 반응하기보다는 도덕적 만족감을 위해 돈을 기부할 WTP를 밝히려 한다는 주장이 있다. 그러나 MAUT는 WTP를 묻는 질문이 단 하나밖에 없어 돈을 지출하는 것이 MAUT 유도 의 직접적인 초점이 아니므로 이러한 비구분의 원인은 발생하지 않는다. 마지막으로 사람들이 주어진 문제에 반응하려고 노력하지만 복잡성 때문에 묘사들에 충분히 민감하지 못하다는 것도 지적된다. MAUT 유도방법은 사람들에게 가치의 많은 측면들을 동시에 다룰 것을 요구하지 않으며 각 속성의 효용은 전 범위에 걸쳐 유도된다.

셋째, 변하는 조건에 대해 유연성이 있다. MAUT 모형은 각 속성에 대해 넓은 범위의 가치를 유도하므로 조건이 변하면 재계산에 필요한 정보를 얻을 수 있다. 이는 CVM에 비하여 많은 설문비용을 절약하는 효과를 준다.

넷째, 구조화에 적절하다. 사람들은 복잡한 비시장 재화에 대해 화폐가치를 구성하기 어려우므로 성공적인 CVM은 응답자가 가치를 형성할 수 있도록 재화에 대해 충분히 생각할 수 있게 도와야 한다. MAUT는 구조화와 가치평가단계에서 이러한 부분을

고려할 수 있도록 여러 배경을 제시한다. 모든 가치 유도방법은 유도되는 가치평가에 영향을 주기 마련이며 그것이 사람들의 가치에 미치는 정확한 영향을 알 수는 없지만 MAUT의 과정과 결과는 명시적으로 보고되어 엄밀한 검토를 할 수 있다.

### Ⅲ. 투자를 위한 가치측정기법

기업의 투자에 대한 의사 결정에 있어서 널리 사용되고 있는 현금흐름할인모형(discounted cash flow method)은 경영의 유연성을 의사결정과정에서 반영하지 못하기 때문에 정확한 투자 대안 분석을 기대할 수 없다는 단점이 있다. Real options 기법은 투자의 위험도를 반영하고 투자연기(waiting) 및 투자포기 등의 투자옵션을 가치평가에 접목한 기법으로서 경영의 유연성을 확보할 수 있는 기법이다. 특히 투자의 위험도가 높은 에너지프로젝트의 평가에 많이 응용되어왔으며 벤처기업이 가지는 높은 위험도의 특성을 감안할 때 신기술 및 벤처기업평가에 적용할 경우 투자 결정에 위험도를 고려할 수 있다는 기대효과가 있다. 본 장에서는 국내에서 조건부 청구권 가치평가법이라 불리고 있는 Real Option Pricing Method(이후 real options)에 대하여 소개하고자 한다.

#### 1. 현금흐름 할인모형과 Real Options

##### 1) 현금흐름 할인모형의 문제점

현금흐름 할인모형(discounted cash-flow: 이하 DCF)은 프로젝트의 가치평가를 위한 여러 가지 재무관리론 중에서 현재 가장 널리 활용되고 있는 분석 도구이다. 현금흐름 할인모형의 이론적 기반은 모든

자산의 가치는 자산을 보유함으로써 예상되는 미래의 모든 현금흐름의 현재가치의 합으로 측정할 수 있다는 것이다. 즉, 현금흐름 할인모형은 사업의 자산취득을 위해 소요된 자금의 조달방법별 가치를 합하여 구하는 방법이다. 순현재가법(Net Present Value Method, NPV법)으로 대표되는 이러한 현금흐름 할인모형은 그러나 경제성 분석에 대한 경험이 있는 사람이라면 다음의 특징을 가지고 있음을 쉽게 알 수 있다.

- 1) 장기적 가치를 상대적으로 저평가한다.
- 2) 생산능력을 많이 가지는 방향으로 결정이 나도록 편향되며 이는 불경기시 비효율을 야기한다.
- 3) 미래의 비용을 저평가하므로 예를 들어 고품질의 기계구입보다 낮은 유지비용을 선호하게 한다.
- 4) 동일한 위험요인이 다른 재무 제도 아래의 비슷한 프로젝트에서 어떻게 변화하는지에 대하여 평가하기 어렵다.
- 5) 하나의 큰 프로젝트에 대해 다단계로 이어진 소규모 프로젝트들이 가진 유연성(flexibility)을 측정하지 못한다.

이러한 특징을 가지는 현금흐름 할인모형은 사업의 가치평가에 적용할 때 다음의 세 가지 문제점이 있다고 알려져 왔다. 먼저, 현금흐름 할인모형은 평가단계 중 중요한 부분인 재무분석에 있어서 중요하고 조직적인 편향오류를 가져올 수 있다. 특히 미래를 너무 평가절하하며 또한 미래의 조건들에 대비하는 경영자의 경영수완을 과소평가 함으로 인하여 장기적 또는 전략적 의사결정을 방해 할 수 있다. 의사결정자들이 이러한 편향오류에 대한 정보가 충분할 경우 이를 수정 보완할 수도 있겠으나 처음부터 이러한 편향오류를 없애는 것이 당연히 더 좋은 방책일 것이다.

두 번째로, 현금흐름 할인모형은 그 결과가 사업의 할인율(discount rate)의 선택에 너무나 크게 의존하고

있으나 이러한 문제에 대하여 그 중요성이 잘 나타나 보이지 않는다. 이러한 선택의 문제를 쉽게 만들어 줄 수 있도록 하는 것이 또한 필요하다.

마지막으로, 현재의 현금흐름할인모형은 경영자들로 하여금 사업에 내재된 위험에 대한 고려를 사업의 할인율의 선택이나 여러 가지 시나리오에 따른 민감도 분석의 결과에 대한 의견에 따라 또는 이들의 조합에 따라 결정하게 하는 방식을 택하고 있다. 이러한 둘 또는 그 이상의 여러 조건을 조합하는 결정방식 보다는 위험에 대한 효과분석이 하나로 합쳐져 있는 방법이 의사결정의 입장에서 더 좋을 것이다.

## 2) Real Options과 현금흐름 할인모형

의사결정에 있어서의 유연성(flexibility)은 가치를 가지고 있다. 미래 시점에서 유용한 정보가 주어졌을 때 계획되었던 투자안을 미래에 변경할 수 있는 옵션인 경영 유연성(managerial flexibility)과 전략 유연성(strategic flexibility)은 의사 결정을 평가하고 계획하는데 있어 중요한 요소로서 작용한다. 위와 같은 옵션을 의사결정과정에 포함하여 평가하는 real option은 불확실성 하에서의 자원의 할당과 투자안의 평가에서 특정 대체 가격으로 자산을 취득하거나 교환하기 위한 자유 재량적인 의사 결정 혹은 권리를 말한다.

기업의 가치와 경쟁력은 기업의 자원 할당과 투자 대안들의 적절한 평가에 의해서 결정되는데, 투자 대안들을 평가하는 전통적인 기법으로 사용되어온 현금흐름 할인모형은 예측하지 못한 시장의 전개 상황에 대해서 의사 결정을 나중에 적응시키거나 변경할 수 있는 경영 유연성을 적절히 포착할 수 없을 뿐만 아니라, 기술의 검증으로부터 발생하는 투자 대안의 전략적인 가치와 상호 의존성, 그리고 경쟁적 상호작용의 영향 등을 포착할 수 없는 문제점들을 내포하

고 있다.

전통적인 현금흐름할인모형을 real options에 대비하여 비교하여 보면 이러한 DCF법은 구체적으로 두 가지 측면에서 불합리하다. 첫째, 현금흐름할인모형은 경영자가 미래에 어떤 결정을 내리거나 바꿀 수 있는 경영 및 전략 유연성을 고려하지 않고 있다. 둘째, 현금흐름할인모형은 미래에 더 추가로 투자될 지도 모르는 사실에서 기인하는 프로젝트의 옵션적 가치 즉 'strategic option(or growth option)'의 가치를 간과하고 있다. 이에 반해 real options approach는 프로젝트 가치의 비대칭적 분포를 잘 반영하고 있다. 또, 경영 유연성에 의한 이 비대칭성은 미래의 손실을 피할 수 있게 하여 결국 투자 대안의 가치를 현금흐름 할인모형에서의 순현재가치(NPV)보다 높게 평가할 수 있게 한다. Trigeorgis (1993)는 투자 대안에 option이 내재되어 있음을 자본예산에 반영한 가치 평가 등식을 다음과 같이 표시하였다.

$$\text{Expanded NPV} = \text{Static NPV} + \text{Option premium}$$

여기서 주의해야 할 사실은 real options 모형을 가지고 투자안의 가치를 평가한 값 자체가 option premium이나 time value(개념적으로 말하는 waiting option의 가치)를 말하는 것이 아니라는 점이다. Real options 모형을 통해 계산한 값 자체와 내재 가치와의 차이가 option premium이고 여기서 말하는 waiting option의 가치인 것이다. 즉, real option 모형이 단순히 투자 대안에 부여된 옵션의 가치만을 나타내는 모형이 아니라 그 자신이 투자 대안에 대한 하나의 완전한 가치 평가 모형이라는 사실이다.

Real options는 특히 현재가치 법에 비해 또 다른 두 가지의 장점이 있는데 첫째는 현금 흐름의 추정 문제에서 현재가치 법은 미래 현금 흐름을 확정적으

로 특정 수치로 예측할 수 있음을 가정하는데 실제 이것은 매우 어려운 일인 반면 real options approach에서는 현금 흐름이 parameter가 포함된 확률적 분포 모형에 의해 결정된다고 가정하고 있으므로 더욱 현실적이라는 것이다. 둘째는 순현재가치가 투자 대안의 '회복 불가능성(irreversibility)'을 무시하고 투자를 지연시킬 수 있는 가능성을 배제하기 때문이라고 해석하는 견해이다.(Dixit & Pindyck, 1995)

### 3) 대안 선택에서의 전통적인 현금흐름 할인모형과 real options의 차이

전통적인 현금흐름 할인모형을 사용하는 투자 대안의 결정은 순현재가치(Net Present Value)에 의존한다. 만약 계산된 순현재가치가 0보다 크다면 투자를 하고 0보다 작다면 투자를 하지 않으며, 상호 배타적인 투자 안일 경우에는 순현재가치가 더 큰 투자안을 선택한다. 그러나 이러한 방법은 기다리는 것이 차라리 더 나은 것임에도 투자를 한다거나, 미래의 전망이 좋은 연구 개발의 경우나 높은 기술적인 불확실성과 성장 옵션을 가지고 있는 투자 대안의 경우에서 static NPV가 0보다 작기 때문에 투자를 하지 않거나, 혹은 순현재가치가 더 크기 때문에 순현재가치가 더 적은 투자안을 희생하여 거대한 프로젝트를 선택하는 등의 잘못된 의사 결정을 내리게 할 수 있다.

real options approach에서는 대부분의 실물 투자를 특정 대체 가격으로 자산을 취득하거나 교환하기 위한 자유재량적인 의사결정 혹은 권리라는 option으로 보고 있다. 다시 말해 투자 대안의 가치는 무작위적(stochastically)으로 변동하며, 대부분의 투자 옵션(혹은 투자 기회)은 지금 당장 시작해야 하거나 그렇지 않으면 결코 실행할 수 없는 기회는 아니라는 것이다. 즉, 투자행위는 기다릴 수 있는 가치(waiting op-

tion)가 있으며 경영자들은 투자 대안이 이득이 될 때에만 투자 행위를 시행하게 된다는 의미이다.

즉, real options approach에서는 단순히 순현재가(NPV)가 0보다 크다는 것이 투자의 기준이 될 수 없다. 먼저, 투자 대안의 가치가 하락할 경우 투자 대안이 이익을 내지 못할 가능성이 존재하기 때문에 '순현재가가 0보다 크다'는 것 이상의 보다 많은 이득이 요구된다. 또한 미래의 더 정확한 정보를 기다리는 것이 의사결정의 실수를 방지할 수 있기에 더욱 높은 가격에서 투자안이 최적이 되어야 함을 지적하고 있다. 그리고 이러한 지적은 실무에서 투자 대안을 평가할 때 투자 가치가 전통적인 현금흐름할인모형보다 두세 배 이상이 되어야 투자를 시작하는 현상을 설명해 주고 있다.

반면 높은 기술적 불확실성이나 성장 옵션을 가지고 있는 투자 대안의 경우는 순현재가치가 0보다 작다고 하더라도 프로젝트를 시작하는 것이 더 최적이 된다. 왜냐하면 나중에 시행되는 투자는 기술적 불확실성의 분산을 감소시키며, 그리고 이러한 효용의 가치는 현금 흐름에서는 고려되지 않지만, 정보가 투자안에 내생적으로 작용되기 때문에 투자를 실행하면서 기술적 불확실성이 해결될 수 있기 때문이다. 따라서 기술적 불확실성은 만약 투자안이 단계, 단계마다 이루어진다면 투자안을 더욱 매력적으로 만드는 요인이 된다.

## 2. Real Options 모형

### 1) Real Options의 역사

Real options 기법의 기원은 Black and Scholes (1973)에서 소개된 이론에 근거, 단기간 스톡옵션의 가치를 평가하는 Black-Scholes공식이 바로 그것이

다. 이 공식의 소개 이후 금융시장의 구조와 운영방식은 급격히 변화하여 왔으며 1997년 Scholes 교수와 Merton 교수는 그 공로를 인정받아 노벨경제학상을 수상하였다. Black-Scholes공식에서 진일보한 Real options 평가기법은 일반적으로 contingent claim analysis (CCA)를 통해 이루어진다. 이러한 real options는 주로 위험관리와 사업재정 분야에 종사하는 기업들의 기금관리분야에 맨 먼저 사용되기 시작했다. 이후 여러 문헌에서 도시지역 토지, 실물 자본 투자, 천연 자원 등의 가치를 평가하는데 그 개념이 이용되고 있으며, 특히 천연가스등의 상품거래에 영향을 주기 시작하였다. 이는 다른 제품과 달리 천연가스의 거래 시에는 가격위험이 상이한 여러 천연가스 상품이 함께 묶음으로 거래되는 특징 때문에 위험부담에 대한 평가가 매우 중요하다는 것에 연유한 것이다.

1980년대 중반이후 투자안을 연기함에 따른 기다림의 가치에 대한 평가 모형이 McDonald & Siegel (1986)로부터 제시되었고, Majd & Pindyck(1987)은 연속 시간 투자안 평가 모형을 이용한 기다림의 가치 평가 모형을 소개하였다. 투자안의 최적 포기 전략과 관련된 논문으로는 McDonald & Siegel(1985)이 있고, Myers & Majd(1990)는 투자안의 잔여 가치에 대한 포기 전략의 가치를 평가하는 모형을, 그리고 Baldwin & Ruback(1986)은 대체안의 교환 전략의 가치를 다루는 모형을 제시한 바 있다. 이러한 real option에 대한 이론적, 계량적 연구와 더불어 최근에는 이들 모형을 구체적인 사례에 적용하려는 시도가 활발히 진행되고 있다. Brennan & Schwartz(1985)의 천연 자원 개발 모형과 Paddock, Siegel & Smith(1988)의 연근 해안의 천연 가스의 개발 전략 사례, 석유개발사업의 경제성 평가에 응용하여 보려는 Jacoby

and Laughton(1992)의 연구, Herbelot(1992)의 대기 오염 방지법과 관련한 사례 연구, 환경 정책의 실시 시기와 관련한 Pindyck(1993)의 연구 등이 대표적 사례이다.

## 2) Real options 모형의 실제적 의미와 모형전개

이제 위에서 살펴본 real options 모형에 대하여 좀더 엄밀하게 고찰하고자 한다. 일반적인 실물투자의 의사결정 원칙은 순현재가 0보다 큰 경우에 투자한다는 것이다. 위에서도 설명했듯이 이러한 기존의 결정 방식은 의사결정에 있어서 상당한 오류를 초래할 수 있다고 알려져 있다. 어떻게 오류가 발생하는지를 간단히 개념적으로 파악하면 다음과 같다.

투자안에 드는 비용을  $I$ , 투자안의 현재가치(예상되는 미래 수익의)를  $V$ 라 하자. 물론, 기존의 결정방식에 의한다면  $V - I > 0$ 일 경우에 이 투자는 이루어질 것이다. 그러나 McDonald & Siegel(1986)에 의한다면 이것은 잘못된 의사결정이다. 왜냐하면  $V$ 의 미래 가치는 우리가 알 수 없으며(매우 불확실하며), 이러한 상황에서 투자를 수행하는 것은 새로운 정보를 기다릴 수 있는 기회를 포기하는 것이고 동시에, 현재 투자를 수행함으로써 인하여 기다릴 수 있는 기회를 포기하는 기회비용을 고려하지 않고 투자 대안을 평가하는 것은 매우 잘못된 결과를 낳게 되기 때문이다. 곧, 현재 투자를 수행한다는 의사결정이란 기다릴 수 있는 기회(option)을 포기한다는 것이므로 이 포기한 옵션가치를 기회비용으로 의사결정에 고려해야 한다는 것이다.

앞의 내용을 간단한 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$V^* = F(V^*) + I \tag{1}$$

여기서  $V^*$ 는 기회비용까지 포괄할 수 있는 투자안의 가치이고,  $F(V^*)$ 는 의사결정의 유연성에서 기인한 옵션의 가치가 된다. 그리고,  $V^*$ 의 정의에 의해 등식이 성립하게 된다. 따라서 임의의 투자안의 가치를  $V$ 라고 하면 투자의사결정이 이루어질 충분조건은  $V > I$ 가 아니라,  $V > V^* > I$ 가 된다는 것을 알 수 있다. 따라서  $V^*$ 를 임계치(critical value)라하고 투자 대안의 가치가 이것보다 커야만 합리적인 투자가 된다. 바꾸어 말하면 투자대안의 가치( $V$ )가 직접비용( $I$ )보다 큰 경우에 투자를 해야 하는 것이 아니라,  $V$ 가 총비용(직접비용 + 기회비용)보다 클 경우에 투자를 해야 한다는 것이다. 그러면 이때 옵션가치를 계산하기 위해서 어떤 과정을 거치게 되는지 살펴보자.

McDonald & Siegel (1986)이 사용한 분석틀을 이용하면 다음의 설명이 가능하다. 단, 다음에 설명하는 수식들은 real options 모형을 가장 단순화 한 형태의 것임을 말해둔다. 어떤 프로젝트에 초기에 투자한 비용을 " $I$ " 라 하고 그 프로젝트의 가치를 " $V$ " 라 하자. 그리고 이  $V$ 가 다음의 geometric Brownian motion을 따르며 나타나고 변화한다고 하자.

$$dV = \alpha V dt + \sigma V dz \tag{2}$$

이때  $dz$ 는 Wiener process의 증분이고  $\alpha$ 는 투자 대안의 가치가 앞으로 일정한 추세를 보이며 증가하는 것을 반영하는 drift율(증가율)이며,  $\sigma$ 는 투자 대안 가치의 변동성이 된다. (2)식은 바로 투자대안의 미래 가치가 log-normal 분포를 따름을 의미한다. 이 경우 이러한 투자를 행하는 기업은 옵션의 가치로 나타나는 투자기회를 갖게 되며 이를 식으로 나타내면 아래와 같다.

$$F(V) = \max E[(V_T - I)e^{-\rho T}] \tag{3}$$

여기서 E는 기대값을, T는 투자가 시행되는 (알려지지 않은)미래 시점,  $\rho$ 는 할인율(discount rate)을 나타낸다. 위 식의 값의 극대화는 (2)의 제약조건 아래서 결정된다. 이 설정이 의미를 갖기 위해서는 " $\alpha < \rho$ "의 가정이 필요하다. 이 조건이 맞지 않으면 (2)식을 적분한 값이 T가 커짐에 따라 무한정 커지게 된다. 따라서, 투자하지 않고 계속 기다릴수록 유리하게 되어 최적해가 존재하지 않는다. 그러므로,  $\rho - \alpha = \delta$ 라 놓으면  $\delta > 0$ 이라는 가정이 필요하게 된다. 이때  $\rho$ 는 변동성에서 오는 요구수익률(required rate of return)의 성격을,  $\alpha$ 는 자료에서 구한 실질 성장률의 성격을 가지게 되며 이 경우  $\delta$ 는 통상 편의이율(convenience yield)의 역할을 가지게 된다. 이와 같은 설정에서 우리가 구하고자 하는 것은 결국 임계치인  $V^*$ 이며 이는 동적최적화기법(Dynamic Optimization)을 통하여 구할 수 있으며 도출된 식들은 다음과 같다.

$$\frac{1}{2} \sigma^2 V^2 F''(V) + (\rho - \delta) V F'(V) - \rho F = 0 \quad (4)$$

이때 F(V)는 다음의 경계조건(boundary condition)을 만족해야 한다.

$$F(0) = 0 \quad (5)$$

$$F(V^*) = V^* - I \quad (6)$$

$$F'(V^*) = 1 \quad (7)$$

(6)식은 1계 조건으로 "value-matching condition"이라고 하며 (1)식과 같다. (7)식은 2계 조건으로 "high-order contact or smooth-pasting condition"이라고 한다. 위 조건들을 만족하려면 옵션가치는 아래와 같은 형태를 가져야만 한다.

$$F(V) = A V^\beta \quad (8)$$

여기서 A는 아직 결정되지 않은 상수이고,  $\beta_1$ 은 다음에 구하여질 알려진 상수이다. 위의 임계조건중 (6), (7)은 상수 A와  $V^*$ 를 구하는데 쓰여진다. (8)에 (6)와 (7)을 대입하여 정리하면 우리는  $V^*$ 를 구할 수 있는데 그것은 다음의 (9)와 같으며 (10)을 만족하는 값이 된다.

$$V^* = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} I, \quad (9)$$

$$A = (V^* - I) / (V^*)^{\beta_1} \quad (10)$$

본 연구의 관심 대상인 '기회비용(option)'은 바로  $F(V^*)$ 의 값과 일치하게 된다(F(V)에  $V^*$ 를 대입). 또한 여기서  $\beta_1$ 의 값은, (4)식에서  $V = V^*$ 이고 또 위의 식들을 만족할 경우 (4)식을 정리하여 풀었을 때의 값이 되며 다음의 2차 방정식으로 나타난다.

$$\frac{1}{2} \sigma^2 \beta(\beta - 1) + (\rho - \delta)\beta - \rho = 0 \quad (11)$$

이상을 정리해 보면, 현재의 투자안의 가치( $V^*$ )는 투자 기회(option)에 초기 투자 금액인 I를 더한 만큼으로 평가될 수 있고 또 장래 수익을 할인한 현재 가치인 V가 ( $V^*$ )보다 커야만 투자 실행의 유인이 있다는 결론이 나온다. 즉, 앞에서도 말했듯이 투자 기회를 포기하고 현재 투자를 실행하려면 그 투자 기회만큼의 기회 비용이 소요된다는 이야기이다. 그리고 이 기회 비용은 분명히 투자에 소요된 비용에 해당하므로 기업이 이것을 간과하여 경영 활동을 안일하게 한다면 자신도 모르는 손실을 입게 되는 것이다.

### 3) Real options 기법의 미래

Real options는 다음의 네 가지 특징으로서 현금흐름 할인모형이 가지는 단점들을 극복할 수 있다. 먼

저 적절히 시행될 경우 위험정도가 다른 요소들의 평가에 단일 할인율을 이용함으로써 인한 편의오차를 줄이게 된다. 또한 미래의 사업경영 유연성에 대한 심사도 가능토록 한다. 두 번째로 개개의 사업에 대하여 가질 수 있는 미래의 불확실성을 투자 및 투자연기의 기회(option)의 평가로 반영할 수 있어 투자대안의 진실한 가치를 평가하게 된다. 세 번째로, 현금흐름할인모형이 여러 위험시나리오를 두고 개개의 시나리오의 가치를 평가한 후 이들 가치들을 놓고 결정을 내리는 순서를 거치는데 반하여 real options는 개개의 요소들의 가치와 위험에 대해 함께 평가해 모든 시나리오에 한꺼번에 사용될 수 있게 한다. 마지막으로, 이들 과정은 현금흐름 할인모형과 마찬가지로 운영과 조정이 용이하여 최고경영자의 의사결정과정에서 쉽게 사용될 수 있다.

최근에 연구되고 있는 real options의 연구들은 기본적인 아이디어 위에 다음의 세 가지 아이디어를 추가하여 발전시키는데에 그 초점을 맞추고 있다. 첫 번째 아이디어는 금융시장에서의 낮은 거래비용과 진입장벽으로 인해 동일 현금흐름을 가진 자산들이 동일 가격을 가지게 되는 성격을 보이는데 착안한다. 이를 가치일관성(value consistency) 또는 무거래원칙(no-arbitrage principle, no-free-lunch principle)이라 부른다. 여기서 발생하는 원칙 중 하나가 바로 가치합산의 원칙(principle of value additivity)이다. 이 원칙은 현금흐름을 가치평가에 맞도록 여러 개로 쪼갬 후 다시 합할 수 있도록 해준다. 이 원칙 역시 현금흐름 할인모형에도 사용되고 있다.

두 번째 아이디어는 미래의 여러 시나리오를 의사결정나무의 형태로 나타내려 하는 것이다. 각각의 가

지마다 다른 조건을 달아 여러 가능한 경우를 표시할 수 있게 해 가능한 여러 시나리오를 다시 그 안에 들어있는 여러 조건(의사결정나무의 가지)의 분석을 할 수 있게 한다. 세 번째 아이디어는 위에서 언급한 의사결정나무 형태의 미래 시나리오들에 미래의 사업경영 유연성을 첨가하는 것이다. 의사결정나무의 여러 단계마다 가능한 정책과 그 가치를 고려하여야 할 것이다.

Real options은 사업의 위험도와 미래의 경영유연성을 고려할 수 있는 방법의 특성상 특히 첨단기술사업이나 에너지개발사업 등 다단계이며 위험도가 높은 사업의 평가에 제일 먼저 사용될 것이며 우리나라에서도 빠른 시간 안에 real options에 대한 실증연구가 이루어져야 할 것이라고 생각한다. 관심 있는 관련 연구자들에게 유용한 정보가 되었으면 한다.

## 참 고 문 헌<sup>2)</sup>

### 1. 환경재의 가치평가

- 권오상 (1996), "산출물거리함수를 이용한 환경오염 규제의 한계비용 추정", 농촌경제, 19(2), pp.41-57.
- 김종원 (1997), "주택가격에 내재된 대기질의 가격측정", 한국자원경제학회지, 제7권 제1호, pp. 61-86.
- 김태유 외 (1997) 『전력산업의 사회적 비용에 관한 연구』, 한국전력공사.
- 문혜선, 허은녕 김태유, (1998) "최적가산자를 이용한 환경외부성의 내부화 정책", 한국자원공학회 제 70회 학술발표회 pp. 231-236.
- 엄미정 (1999) 『환경재 가치측정에 관한 연구』, 박사학위논문, 서울대학교.

2) 본 특집호 논문 중 관련논문의 참고문헌에 정리된 것은 제외하고 정리하였다.

- 염영숙 (1998) "대기오염이 건강에 미치는 영향에 대한 가치평가: 회피행위접근법을 사용하여," 환경경제연구 제 7권 1호 pp.1-23.
- \_\_\_\_\_ (2000) "먹는 물 수질변화에 대한 지불의사와 수용의사: 실험시장접근법을 이용하여," 1999년도 한국경제학회 정기학술대회(2000년 2월) 발표 41.
- 유승훈, 곽승준, 김태유 (1999) "서울시 대기질 속성의 가치측정: 다속성효용이론에 근거한 조건부 가치측정법," 환경경제연구, 제7권 제2호, pp. 243-270.
- 이기호, 곽승준 (1997) "수질개선의 화폐적 가치: CVM과 비구분 효과," 한국자원경제학회지, 제6권 제1호, pp. 87-110.
- 이성태, 이명헌 (1999) "대구 팔공산 자연공원의 편익 가치측정: 여행비용접근법을 통하여," 환경경제연구, 제7권 제2호, pp. 243-270.
- 이정동, 박종복, 김태유 (1998) "비효율성을 고려한 오염물질의 잠재가격 추정에 관한 연구," 환경경제연구, 제 7권 1호, pp. 59-83.
- 이정전 (2000), 『환경경제학』, 박영사.
- 허은녕 (1998) "환경오염 저감의 경제적 가치 분석" 한국기술혁신학회 1998년도 하계 콜로퀴엄.
- 황영순 (1999) 『CVM을 이용한 수돗물 공급 신뢰도 개선의 가치측정』 석사학위논문, 서울대학교.
- ADI Nolan Davis and Gardner Pinfold Consulting Economists Limited (1996) 『Canada-Newfoundland Agreement Respecting Water Resource Management: Assessment of the Economic Value of Water and its Contribution to the Economy of Newfoundland』, Government of Newfoundland and Labrador, Department of Environment Water Resources Division, Newfoundland, Canada.
- Coase, R.H. (1960) "The Problem of Social Costs", Journal of Law of Economics, pp.1-44.
- Dale, V., C. Russell, M. Hadley, M. Kane and R. Gregory (1996) "Applying Multi-Attribute Utility Techniques to Environmental Valuation: A Forest Ecosystem Study," presented at the Southern Economic Association Meetings, Washington, D.C., November.
- Freeman, III, A. M. (1979) "Hedonic Prices, Property Values and Measuring Environmental Benefits: A Survey of the issues," Scandinavian Journal of Economics, Vol. 81, pp.154-173.
- \_\_\_\_\_ (1993) 『The Measurement of Environmental and Resource Values-Theory and Methods』, Resources for the Future, Washington, D.C.Freeman III, A.M., D. Burtraw, W. Harrington and A.J. Krupnick (1992) "Externalities-How to Do It Right," The Electricity Journal, 5(7), pp.18-25.
- Färe, R., S. Grosskopf and C.A.K. Lovell (1994) 『Production Frontiers』, Cambridge Univ. Press.
- Färe, R., S. Grosskopf, C.A.K. Lovell and C. Pasurka (1989) "Multilateral Productivity Comparisons When Some Outputs Are Undesirable : A Non-parametric Approach," The Review of Economics and Statistics, 71, pp.90-98.
- Färe, R., S. Grosskopf, C.A.K. Lovell and S. Yaisawarng (1993) "Derivation of Shadow Prices For Undesirable Outputs : A Distance Function Approach," The Review of Economics and Statistics, 75(2), pp.374-380.
- Gregory, R., S. Lichtenstein and P. Slovic (1993),



- "Valuing Environmental Resources: A Constructive Approach", *Journal of Risk and Uncertainty*, 7, pp. 177-197.
- Hanemann, W.M. and B.J. Kanninen (1996) *The Statistical Analysis of Discrete -Response CV Data*, Department of Agricultural and Resource Economics, Working Paper, University of California. Berkeley, June.
- Hanemann, W. M., J. Loomis, and B. Kanninen (1991) "Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation," *American Journal of Agricultural Economics*, Nov., pp. 1255-1263.
- Hanemann, W. M. (1984) "Welfare Evaluation in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses," *American Journal of Agricultural Economics*, Aug., pp.332-341.
- \_\_\_\_\_ (1985) "Some Issues in Continuous-and-Discrete-Response Contingent Valuation Studies," *Northeastern Journal of Agricultural Economics*, pp. 5-13.
- \_\_\_\_\_ (1989) "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses Data: Reply," *American Journal of Agricultural Economics*, Nov., pp.1057-1061.
- Kopp, R. J., and V.K. Smith (1993) 『Valuing Natural Assets』 Resources for the Future.
- Mitchell, R.C. and R.T. Carson (1989) 『Using Surveys to Public Goods : The Contingent Valuation Method』, Resources for the Future, Washington, D. C.
- Pittman, R.W. (1981) "Issue in Pollution Control: Interplant Cost Differences and Economies of Scale," *Land Economics*, 57(1), pp.1-17.
- \_\_\_\_\_ (1983) "Multilateral Productivity Comparisons with Undesirable Outputs," *The Economic Journal*, 93, pp.883-891.
- Rosen, Sherwin, (1974) "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition," *Journal of Political Economy* 82, 34-55.
2. 투자대안의 가치평가
- Baker, M., S. Mayfield, and J. Parsons (1998) "Alternative Models of Uncertain Commodity Prices for Use with Modern Asset Pricing Methods," *Energy Journal*, Vol. 19, No. 1, pp. 115-148.
- Birge, J.R., (1995) "Option Methods for Incorporating Risk into Linear Planning Models," Technical Report 95-8, Department of Industrial and Operations Engineering, University of Michigan (Ann Arbor, Mich., 1995).
- Birge, J.R., (1997) "Stochastic Programming Computation and Applications: State-of-the-art Survey," *INFORMS Journal on Computing* 9, pp.111-133.
- Black, F and M. Scholes, (1973) "The Pricing of Options and Corporate Liabilities," *Journal of Political Economy* 81, 737-654.
- Bradley, P. (1998) "On the Use of Modern Asset Pricing for Comparing Alternative Royalty Systems for Petroleum Development Projects," *Energy Journal*, Vol. 19, No. 1, pp. 47-82.
- Brennan, Michael J., (1990) "Latent assets," *Journal of Finance* 45, 709-730.

- Brennan, Michael J., and Eduardo Schwartz, (1985) "Evaluating Natural Resource Investment," *Journal of Business* 58, 1135-1157
- Cox, J.C., S.A. Ross, and M. Rubinstein, (1979) "Option Pricing: A Simplified Approach," *Journal of Financial Economics* 7, 229-263.
- Dixit, Avinash K. and R.S. Pindyck, (1994) 『Investment under Uncertainty』, Princeton university press
- \_\_\_\_\_ (1995) "The Options Approach to Capital Investment," *Harvard Business Review* (May-June), pp.105-115
- Duffie, D., (1992) 『Dynamic Asset Pricing』, Princeton University Press
- Gibson, Rajna, and Eduardo S. Schwartz, (1990) "Stochastic Convenience Yield and the Pricing of Oil Contingent Claims," *Journal of Finance* 45, 959-976.
- Hull, J., (1993) 『Options, Futures, and Other Derivative Securities』, second edition, Prentice-Hall.
- Kemna, A. G. J., (1993) "Case Studies on Real Options," *Financial Management* 22, no.3, pp.259-270
- Laughton, D. (1998) "The Management of Flexibility in the Upstream Petroleum Industry," *Energy Journal*, Vol. 19, No. 1, pp. 83-114.
- Laughton, D. and Jacoby (1993) "Reversion, Timing Options, and Long-Term Decision-Making," *Financial Management*, Vol. 22, No. 3(Autumn), pp. 225-240.
- McDonald, Robert L., and Daniel R. Siegel, (1985) "Investment and the Valuation of Firms when there is an Option to Shut Down," *International Economic Review* 26, 331-349.
- \_\_\_\_\_ (1986) "The Value of Waiting to Invest," *Quarterly Journal of Economics* (Nov.): 101, 707-728
- Majd, S. and R.S. Pindyck, (1987) "Time to Build, Option Value, and Investment Decisions," *Journal of Financial Economics* 18, pp.7-27
- Merton, R.C., (1973) "An Intertemporal Capital Asset Pricing Model," *Econometrica* 41, 867-887.
- Morck, Randall, Eduardo Schwartz, and David Stangeland, (1989) "The Valuation of Forestry Resources under Stochastic Prices and Inventories," *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 24, 473-488.
- Paddock, James L., Daniel R. Siegel, and James L. Smith, (1988) "Option Valuation of Claims on Real Assets: The Case of Offshore Petroleum Leases," *Quarterly Journal of Economics* 102, 479-508.
- Quigg, Laura, (1993) "Empirical Testing of Real Option Pricing Models," *Journal of Finance* ,621-640.
- Smith, J.E., and R.F. NAU, (1995) "Valuing risky projects: Option Pricing Theory and Decision Analysis," *Management Science* 41, 795-816.
- Triantis, Alexander J., and James E. Hodder, (1990) "Valuing Managerial Flexibility" *Journal of Finance* 45, 549-566.
- Trigeorgis, L. (1993) "Real Options and Interactions with Financial Flexibility," *Financial Management* no.3, pp.202-224
- \_\_\_\_\_ (1996) 『Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation』, MIT Press
- Williams, Joseph T., (1991) "Real Estate Development as an Option," *Journal of Real Estate Finance and Economics* 4, 191-208.