

Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning

국가R&D사업 예비타당성조사에서 실물옵션분석법의 적용 방안 모색

이 윤 빈

- 작성 배경
- 국가R&D사업 예비타당성조사에서 경제성 분석
- 실물옵션분석 개요
- 실물옵션분석 종류 및 R&D사업 예비타당성조사 적용방안
- R&D사업 예비타당성분석에서 실물옵션분석의 의미
- 결어

[발 간 사]

최 근 과학기술은 거대화 및 융합화 추세와 더불어 그 수명 주기가 점차 짧아지고 있어 연구개발 계획의 수립, 진행, 평가 등의 과정 전반에 보다 객관적이고 정밀한 자료의 중요성에 제고되는 동시에 치열한 국제경쟁에서의 생존을 위해 속전속결식의 투자와 성장전략보다는 엄밀한 투자타당성 평가에 기반한 객관적이고 장기적인 투자전략 수립이 요구되고 있다.

이러한 상황에서 한국과학기술기획평가원은 구성원들의 전문적 역량과 축적된 경험을 응집하여 국가R&D사업의 기획, 중간평가, 사후평가뿐만 아니라 예비타당성조사에 대한 다양한 방법과 틀을 고안·제공하여 성과중심 R&D 예산의 운용과 우리나라 R&D전반의 수준향상에 기여하고 있다.

본 이슈페이퍼에서는 예비타당성 조사에 활용되는 기존 방법론에 대한 고찰과 더불어 미래의 불확실성과 의사결정자의 능동적인 의사결정을 고려하는 실물옵션분석의 개념을 국가R&D사업 예비타당성조사에 접목시키는 방안에 대해 제시하였다.

아무쪼록 본 이슈페이퍼가 국가R&D사업의 다양한 참여자들에게 보다 창조적이고 실용적인 아이디어 창출을 위한 실마리를 제공하기 바란다.

마지막으로 본 이슈페이퍼의 내용은 필자의 견해이며, kistep의 공식적인 의견이 아님을 밝힌다.

2008년 5월

한국과학기술기획평가원 원장 조영화

ISSUE PAPER 2008-04

Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning

kistep

국가R&D사업 예비타당성조사에서 실물옵션분석법의 적용 방안 모색

1. 작성 배경 / 1
2. 국가R&D사업 예비타당성조사에서 경제성 분석 / 5
3. 실물옵션분석 개요 / 8
4. 실물옵션분석 종류 및 R&D사업 예비타당성조사 적용방안 / 13
5. R&D사업 예비타당성분석에서 실물옵션분석의 의미 / 20
6. 결어 / 25

1 작성 배경

▶ 우리나라는 R&D 예산의 절대 규모 확대와 함께 기초원천 분야에 대한 지원 비중을 상향조정

- 경제발전으로 인한 예산규모가 증대하는 가운데 정부는 국가경쟁력 향상을 위한 기술 수요에 대응하기 위하여 국가R&D사업에 대한 지속적인 투자 확대를 유지하였고 국가R&D 예산 10조 시대를 맞이하였음

▶ 복잡한 내용과 계획을 포함하고 있는 R&D사업의 불확실성은 사업 규모의 확대와 더불어 실패 시 국가적 부담 증가로 인해 예산집행 의사결정자의 부담을 가중시킴

- 근본적인 경쟁력 확보를 위한 기초원천기술개발의 중요성에 대한 공감대가 형성
 - 하지만 기초원천기술의 경우 고난이도로 인한 기술개발 성공 자체의 불확실성뿐만 아니라 기술 발전방향의 불확실성, 시장에서의 기술표준 확보 경쟁, 개발한 기술을 활용한 제품에 대한 시장 반응 등의 불확실성이 상존
- 한번 추진이 결정된 사업의 경우 중간에 사업 포기의 의사결정은 현실적으로 매우 어려움
- 정부가 추진하는 R&D사업이 성공하지 못할 경우 R&D에 투자된 정부 재원의 손실뿐만 아니라 국가 전체의 경제사회적인 손실이 발생 가능
 - 가령 민간이 추진하기 어려운 큰 규모이며 시장실패로 인해 국가지원에 의해 추진되던 R&D사업이 도중에 중단되거나 폐지될 경우 상당기간동안 해당 기술 분야의 연구개발이 위축되거나 장기적인 기회 박탈로 이어질 수 있음

R&D사업의 본격적인 시작 전에 사업에 대한 타당성을 분석할 필요성이 증대됨에 따라 정부는 기존의 재정사업에 대해 실시되던 예비타당성 조사를 R&D사업에도 확대 실시하여 타당성 분석 결과를 예산심의에 반영

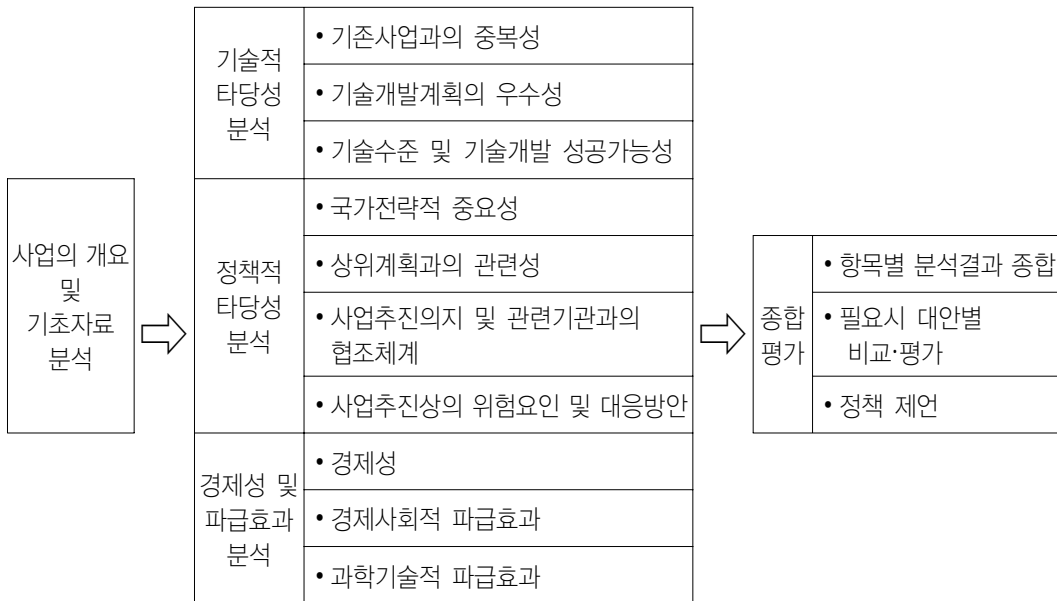
- ◎ '06년도 시범 사업을 거쳐 '07년도에 시행되었던 사전타당성조사¹⁾는 '08년 정부개편과 함께 국가 재정사업에 대한 예비타당성조사와 동일한 법적 근거로 추진
- ◎ 총사업비 500억원 이상의 국가R&D사업에 대해 기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제성 및 파급효과 등의 분석을 수행하고 종합적 판단을 통해 사업의 시행/미시행 결과를 도출

〈표 1〉 국가R&D사업 타당성조사 결과

대상 사업명	총사업비 (억원)	사업기간	조사 결과
미래유망 파이오니어 기술개발 사업	2,340	08~20	사업 추진
단백체 연구 선도를 위한 고자기장 바이오 연구장비 개발 사업	945	08~15	사업 미추진
KSTAR를 활용한 핵융합 중장기 연구개발 사업	4,215	08~25	사업계획 수정 후 추진
광주레이저공학센터 설립 및 기반 구축 사업	330	08~11	사업 미추진
IT핵심부품 공동개발 사업	750	08~11	사업 추진
나노·광 응용 고감도 센서를 이용한 해양조사장비 및 모니터링 기술개발 사업	572	08~12	사업 미추진
U-기반 해운물류 체계구축을 위한 기반기술연구 사업	2,731	08~17	사업계획 수정 후 추진
농산품수출연구사업단 사업	4,000	08~17	사업 추진
출연(연)-대학간 전략적 제휴	1,250	08~12	사업 미추진
뇌연구원 설립·운영사업	3,786	08~20	사업 추진
제4세대 방사광가속기 구축	996	08~11	사업 미추진
KIST 전북분원 복합소재기술연구소 설립·운영	1,935	08~12	사업 축소추진
토양·지하수 오염 확산 방지기술 개발 사업	1,616	08~17	사업 추진
디지털 액터 제작 사업	300	07~09	사업 추진
허혈성혈관질환치료제 개발 사업	89	07~10	사업 미추진
대형광학망원경 개발 사업	1,600	07~16	사업계획 수정 후 추진

※ 허혈성 혈관질환 치료제 개발 사업, 디지털 액터 제작 사업은 실용화 사업에 대해 시범사업으로 진행되었음.

1) 국가연구개발사업 사전타당성조사에 대한 상세한 내용은 '사전타당성조사 지침'(한국과학기술기획평가원, 2007년)이나 '국가연구개발사업 사전타당성조사 제도의 효과성 제고 방안'(이윤빈, 2007년)을 참고하기 바람

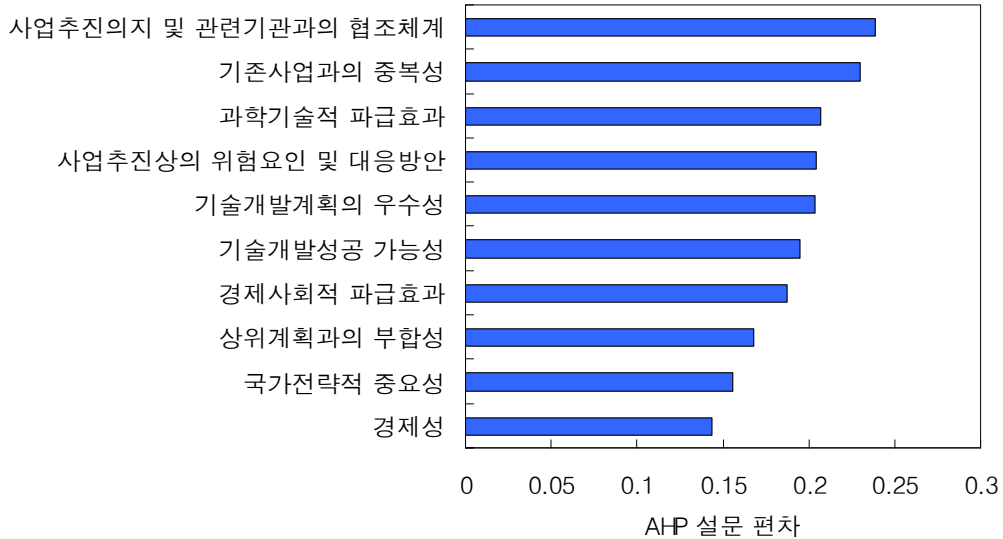


〈그림 1〉 R&D사업 타당성조사 분석 및 결론 도출과정

▶ 효율적인 분석을 위해 R&D사업의 성격을 적절히 반영할 수 있는 분석 방법의 지속적 개발이 필요

- ◎ R&D사업 타당성 분석의 기준으로 여러 가지 사항들이 고려되었으며 그 중 정량적 결과를 제시하는 경제성 분석에 대한 전문가 의견 일치도가 가장 높음
 - 전문가들 간의 활발한 의견공유를 거친 후 실시된 AHP²⁾ 설문에서 경제성 분석에 대한 의견 일치가 가장 높았다는 것은 정보의 객관성과 인지의 측면에서 숫자가 갖는 의미를 대변함
- ◎ R&D사업의 종합적 분석에 있어서 정성적 분석 결과들도 매우 중요하나 명시적인 금액 등의 숫자로 제시되는 결과는 직관적인 이해와 상대비교의 가능성 등에 있어 매우 유용하므로 정량적 결과 산출 방법의 고도화를 위한 다양한 이론의 적용 시도가 필요

2) Analytic Hierarchy Process



〈그림 2〉 국가R&D사업 사전타당성조사 AHP 설문 편차†

† AHP참여자들의 사업에 관련된 각 항목에 대한 의견의 평균값으로부터 차이를 나타내는 것으로 편차가 낮을수록 참여자들의 의견일치도가 높음을 뜻함.

▶ **기존 국가R&D사업 예비타당성조사에 활용됐던 비용편익분석법이 외에도 장기적이며 미래의 불확실성이 반영된 조건부의 편익을 인식하고 능동적이며 유연한 의사결정을 고려하는 실물옵션분석법에 대한 관심이 높아짐**

◎ 현재까지 적용된 비용편익분석법은 미래에 발생하는 편익과 비용을 확정적인 개념으로 분석에 반영하거나 제한적인 확률을 곱하여주는 주는 방식으로 적용하여 대규모 초기투자가 요구되는 사업을 불리한 사업으로 판단할 가능성이 높다는 문제가 제기

▶ **본 이슈페이퍼는 미래의 불확실성과 의사결정자의 상황적 판단을 고려하는 실물옵션분석법에 대해 소개하고 국가R&D사업의 타당성분석 과정에 적용할 수 있는 방안 및 적용의 범위에 대해 논의하고자 함**

2 국가 R&D사업 예비타당성조사에서 경제성 분석

▶ R&D사업에 대한 경제성은 사업을 통해 발생하는 편익과 소요되는 비용을 추정하고 편익과 비용의 차인 NPV(Net Present Value, 순현재가치), B/C(benefit/cost ratio, 편익비용비율), IRR(Internal Rate of Return, 내부수익률)을 통해 판단³⁾

- ◎ NPV란 사업에 수반되어 사업의 최종년도(T)까지 발생한 모든 비용과 편익을 기준년도의 현재가치로 할인한 후 총 편익의 현재가치에서 총 비용의 현재가치를 차감한 값
 - NPV의 경우 0보다 크면 경제성이 있는 것으로 판단하며 여러 개의 사업이 있을 때는 NPV가 클수록 선호됨. 비용과 편익이 유사한 비율을 갖는 사업들의 경우 사업규모가 클수록 NPV가 커짐

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

B_t : 사업의 편익, C_t : 사업의 비용, r : 할인율

- ◎ B/C란 현 시점으로 할인된 총 편익 대 총 비용의 비율로서, 장래에 발생될 비용과 편익을 현재가치로 환산하여 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 값임

3) 분석과정에서 추정된 미래의 비용과 편익을 현재가치로 환산할 때 할인율을 적용하게 됨. 사업의 편익과 비용에 대한 위험(또는 불확실성)을 고려하기 위해 할인율로 무위험 수익률(risk-free interest rate)을 적용하여 도출된 결과에 해당 사건에 대한 확률을 곱해주는 방법, 무위험 수익률에 위험을 고려한 값을 더한 위험고려할인률(risk adjusted discount rate)을 적용하는 방법 등이 있으며 할인율에 대한 연구는 다양한 관점에서 진행되고 있음. 민간기업의 경우 비용절감 프로젝트의 경우 10%의 할인율, 공장 확장투자의 경우 15%의 할인율, 신제품개발 또는 연구개발 프로젝트의 경우 20%의 할인율 등 프로젝트의 성격에 따라 차별적인 할인율을 적용하기도 함. 2007년 시행된 국가R&D사업에 대한 사전타당성조사에서는 사회적할인율을 적용하였음.

- B/C가 1보다 크면 경제성이 있다고 판단하며 여러 개의 사업을 비교할 때 B/C가 클수록 선호
- 하지만 사업간 비교분석 시 수확체감의 법칙에 따라 소규모 사업이 대규모 사업에 비해 높은 B/C를 가지거나, 특정 항목을 편익의 추가로 처리하느냐 비용의 차감으로 처리하느냐의 선택에 따라 B/C가 달라지는 한계 존재

$$B/C = \sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r)^t} / \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

- ◎ IRR은 투자사업이 원만히 진행된다는 전제 하에 기대되는 예상수익률로서 편익흐름의 현재가치의 합이 비용흐름의 현재가치의 합과 같아지는 할인율로 투자사업의 예상수익률
- IRR의 경우 사업의 내용연한이 짧고 편익이 빨리 발생하는 사업이 상대적으로 유리하게 판명되는 단점 존재

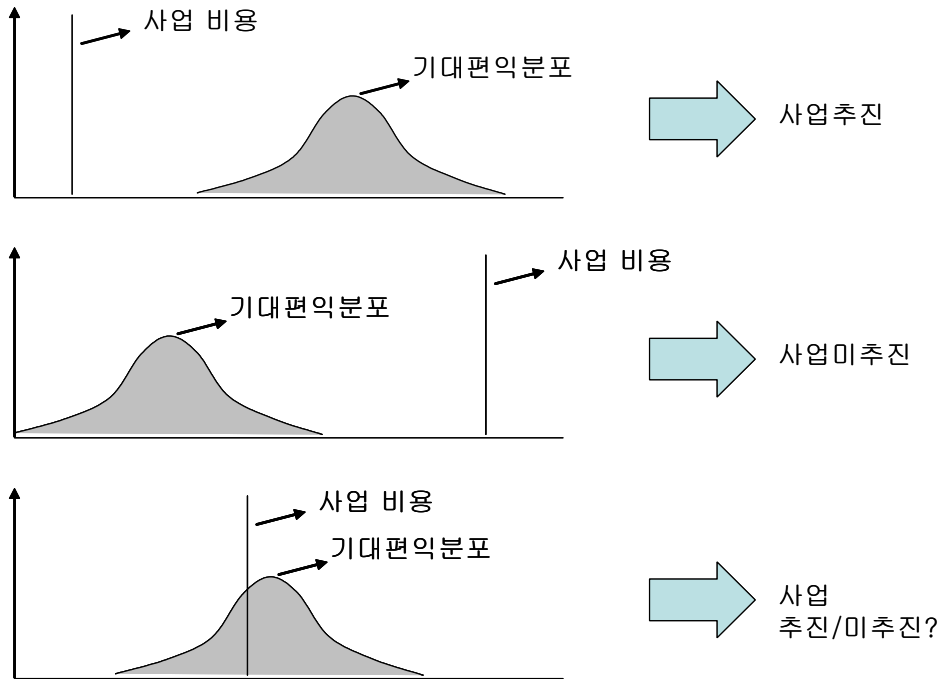
$$IRR : \sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+R)^t} = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+R)^t}$$

▶ 사업의 편익이 확정적이지 않고 확률분포를 갖고 있는 경우 사업의 타당성 여부 결정에 있어서 보다 신중한 판단이 요구됨

- ◎ 이 경우, 분포된 영역이 사업의 비용과 차이가 크다면 사업에 대한 의사결정은 명료해 질 수 있으나 그렇지 않은 경우는 사업의 NPV가 0근처의 값을 갖게 되고⁴⁾ 다각적인 검토에 근거한 신중한 판단이 요구됨

4) B/C의 경우는 1 근처의 값을 갖게 됨.

- ◎ 사업의 특성에 따라 의사결정자의 유연한 의사결정이 있을 수 있고 이러한 가치를 포함시켜 사업이 갖는 순현재가치인 ‘전략적 NPV’⁵⁾를 도출하는 과정에서 실물옵션분석법을 적용할 수 있음.



〈그림 3〉 사업의 비용과 편익의 분포에 따른 의사결정

5) Strategic NPV. 저자에 따라서는 expanded NPV라고 명명하기도 함.
 전략적 NPV = NPV + 옵션가치

3 실물옵션분석 개요

가. 실물옵션분석 개요

▶ 옵션은 기초자산의 가치에 대한 미래의 불확실성이 존재할 경우 발생 가능한 위험을 대비하거나 회피하기 위해서 만든 개념

- 미래에 대한 불확실성은 전통적인 관점에서 보면 자산가치에 대해 부정적인 입장을 갖도록 하지만 투자에 대한 의사결정 기준으로 사용될 수 있는 실물옵션의 관점에서 보면 미래의 불확실성⁶⁾은 투자의 기회를 의미하고 이는 더 높은 옵션 가치를 나타냄

– 이는 기초자산의 변동성이 클수록 발생 가능한 위험을 회피하기 위한 필요성이 커져서 옵션의 가치가 증가하는 것으로도 이해할 수 있음

▶ 옵션분석은 Fischer Black과 Myron Scholes, 그리고 Robert C. Merton에 의해 제시된 Options Pricing Model을 기초로 하며 이후 Cox, Ross, Margrabe 등 다수의 학자들에 의해 다양한 연구가 진행됨⁷⁾

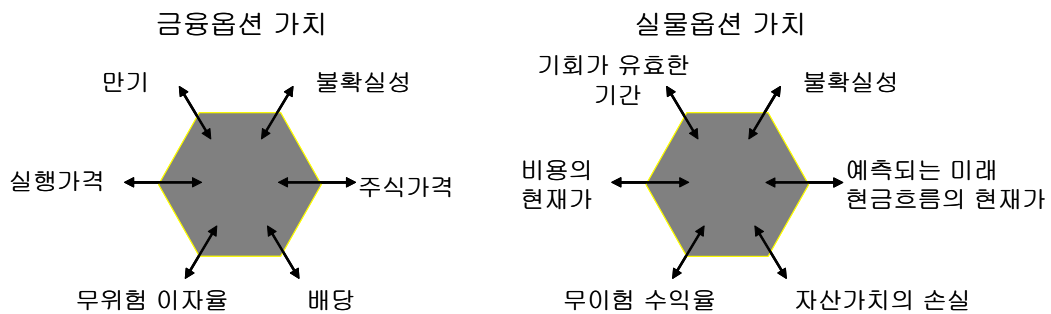
- 옵션가치에 대한 편미분 방정식의 풀이방법으로 콜옵션에 대한 블랙-숄츠모델과 같은 해석해 도출의 연구가 있었으며 엄밀한 해석해를 구할 수 있는 경우에서 벗어난 다양한 확장된 경우에 대해 유한차분법등을 적용한 수치해석적 방법론이 연구·발표됨

6) 이 경우 불확실성이란 성장의 가능성을 적용하는 개념임.

7) 옵션과 관련된 체계적인 이론이 제시되고 활발한 연구가 진행된 것은 비교적 최근에 시작되었다고 할 수 있지만 옵션관련 사례로 자주 등장하는 탈레스(Thales, BC 624? ~ BC 546?)의 예를 보면 옵션의 개념은 더 오랜 역사를 갖고 있다고 볼 수 있음.

▶ **금융자산의 가치평가를 위한 금융옵션분석법은 주식 등 금융시장에 성공적으로 적용되었으며 이를 실물자산으로 확장한 것이 실물옵션임**

- 시장에서 자유로이 거래되는 금융자산과 달리 유동성이 떨어지는 실물자산에 옵션의 개념을 적용하는 것은 수학적인 과정상으로는 차이점이 존재하나 개념적으로는 유사⁸⁾.
- 옵션을 구성하는 자산가치, 옵션기간, 옵션 실행가, 무위험 이자율⁹⁾, 자산가치 유출, 자산가치의 변동성 등의 요소는 금융옵션과 실물옵션에 동일하게 적용할 수 있음



출처: Keith J. Leslie and Max P. Michaels, 'The real power of real options', The McKinsey Quarterly, 1997

〈그림 4〉 금융옵션과 실물옵션의 비교

- 금융옵션분석과 마찬가지로 실물옵션분석에도 편미분방정식의 해석해 도출, 차분을 통한 수치해석해 도출, 시뮬레이션, 격자 모델적용 등의 방법이 사용됨

8) 옵션가치산정에 있어 전형적인 가정들은 다음과 같음.

- 효율적이고 마찰 없는 시장이며 연속적인 거래가 이루어짐(거래비용이나 세금 등이 없고 단기 거래에 대한 제약이 없는 시장)
- 옵션기간동안 무위험이자율은 변하지 않음.
- 옵션기간동안 기초자산가치의 유출이 없음(옵션기간동안 기초자산가치의 유출이 없다는 가정은 배당을 고려한 해석방법을 통해 고려할 수 있으며 이 경우 기본가정에서 제외될 수 있음)
- 자산가치는 Wiener process의 통계적 확산을 따름.

9) 무위험 이자율이란 화폐의 시간적 가치를 고려한 것으로서 투자에 있어서 위험이 전혀 내포되지 않는 순수한 투자의 기대수익률을 말함. 무위험 수익률 또는 순수이자율이라고도 함. 정기예금, 국채, 보증사채 등의 이자율이 무위험 이자율에 해당된다고 할 수 있음.

나. 옵션가치산출

 옵션가치를 산출¹⁰⁾하기 위한 다양한 방식이 있으며 대표적으로 블랙-숄츠모형, 몬테카를로 시뮬레이션, 격자 모형 등이 있음

● 블랙-숄츠모형은 유럽식 콜옵션¹¹⁾의 가치를 산출하기 위한 대표적인 방식으로 보유자산의 가격, 가격변동성, 옵션의 권리행사 가격, 만기까지의 기간, 무위험자산의 금리 등의 데이터로부터 옵션 이론을 도출하여 옵션가격결정이론을 제시한 Black과 Scholes의 이름을 따서 명명됨

● 콜옵션에 대한 편미분방정식의 풀이에 해당하며 그 해는 다음과 같음

$$C(S, \tau, X) = S_0 N(d_1) - Xe^{-r\tau} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/X) + (r + \sigma^2/2)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{\tau}$$

$N(d)$: d 에서의 표준누적정규분포함수 값

S_0 : 기초자산의 현재가치

X : 투자 또는 콜옵션 실행가

τ : 콜옵션 만기까지의 기간

σ : 기초자산의 미래 현금 흐름에 대한 연간 변동성

r : 무위험이자율

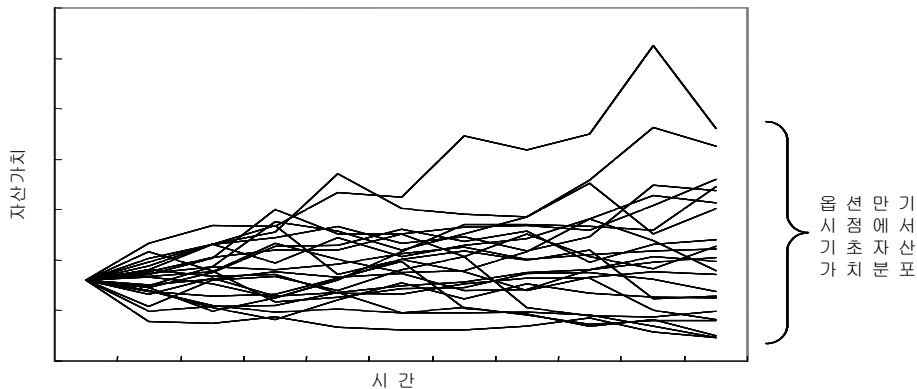
● 블랙-숄츠모형은 응용이 제한되어 있고 고유의 복잡성으로 인해 직관적인 이해가 어려울 수 있음. 또한 적용 틀과 가정에 대한 정확한 이해 없이 기계적으로 산출된 옵션가치는 실용적인 의사결정의 기준이 될 수 없으므로 주의를 요함¹²⁾

10) 이동률과 변동성을 갖고 로그값이 Wiener process를 따르는 자산가치에 대해 기하학적 브라운 운동을 따른다고 가정하고 이토렘마(ito's lemma)를 적용하고 콜옵션에 대한 일련의 과정을 수행하여 편미분방정식을 얻을 수 있음. 편미분방정식의 해를 구하기 위해 해석적 풀이, 차분에 의한 수치적 풀이, 격자를 구성한 단계적 풀이 등을 적용함.

11) 옵션이 만기시점에서만 실행될 수 있는 것을 유럽식 옵션이라 함.

▶ **몬테카를로 시뮬레이션(Monte-Carlo Simulation)은 기초자산의 가격이 미래의 옵션 기간동안에 변동성의 범위 안에서 변화하는 것에 대한 다수의 시뮬레이션을 수행하여 얻어진 결과의 평균값을 통해 옵션가치를 산출하는 것임**

- 시간 간격을 설정하고 각 시간 증분별로 기초자산의 변화값을 계산하는 과정을 반복하여 옵션 만기시점에서 기초자산의 가치를 산출하는 계산을 수행한 후 옵션만기시점에서 기초자산의 가치와 옵션 실행가격을 비교하여 옵션가치를 산출



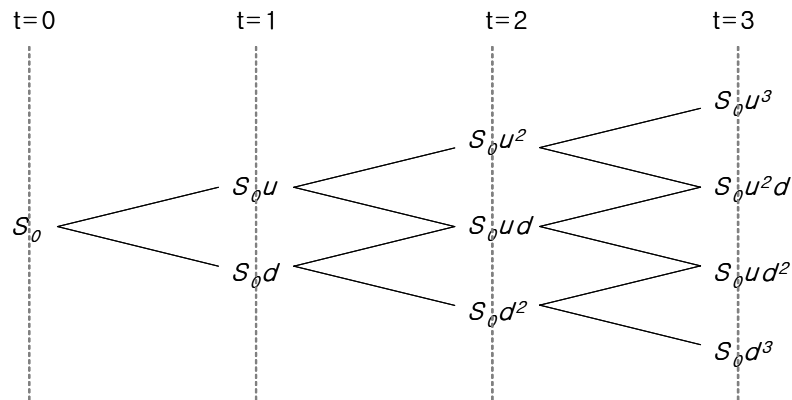
〈그림 5〉 몬테카를로 시뮬레이션: 기초자산가치 분포

▶ **격자모형은 전체 분석기간을 여러 개의 구간으로 나누고 각 시간구간별로 기초자산가치의 변동이 가능한 경우로 나눈 것으로 의사결정나무와 유사**

- 각각 의사결정노드에서 나누어지는 경우의 수에 따라 Binomial Lattice, Trinomial Lattice, Quadrinomial Lattice 등으로 분류됨
- 국가R&D사업은 일반적으로 사업추진과 방향에 대한 의사결정 시점이 정해진 것으로 볼 수 있음. 이는 만기가 고정되어 있는 유럽식 옵션과 같은 것으로 볼 수 있으며 이러한 경우 격자모형을 적용한 해석이 용이

12) 금융옵션의 블랙-숄츠모형에 있어 중요한 가정 중 하나가 arbitrage가 존재하지 않는다는 것임. 금융상품이 거래 되는 시장은 효율적 시장에 근사한 것으로 볼 수 있으나 유동성이 떨어지는 실물자산의 경우 옵션이론을 적용하는 것이 무리라는 의견도 있음. 실물옵션이 갖는 효율적 시장 가정에 대한 문제점을 극복하기 위해 무위험이자율 보다 다소 높은 이자율을 사용하거나 기초자산의 초기값으로 사용하기 위한 현가산출과정에서 더 높은 할인율을 적용하기도 함. 경우에 따라서는 최종 옵션가치에 비유동성 할인율을 반영함.

- ◎ 격자모형 중 단순한 형태이고 널리 사용되는 형태로 CRR Binomial Tree¹³⁾ 가 있음
 - 각 노드는 시간 진행에 따라 상승과 하락 노드로 나뉘며 상승인자와 하락인자는 기초자산의 변동성과 시간증분을 사용하여 계산할 수 있음
 - 위험중립확률¹⁴⁾은 무위험이자율, 상승률, 하락률을 사용하여 구하며¹⁵⁾ 연속복리 할인¹⁶⁾을 적용하여 역방향 유도를 수행하면 해당 노드에서의 옵션가격을 구할 수 있음



〈그림 6〉 이항격자모형; recombine의 경우

- CRR Binomial Tree의 경우 가치의 분포를 정규분포로 가정하고 있으나 분석의 대상이 되는 R&D사업의 특성으로 인해 편익에 대한 강도의 차이나 낙관적 편향/비관적 편향 등을 고려해야 할 필요가 있을 경우에는 왜도(skewness)나 첨도(kurtosis)를 정규분포와 다르게 변형하여 적용할 수 있음
- 이러한 경우는 에지워스 급수전개(Edgeworth Series Expansion)를 활용한 Edgeworth Binomial Tree를 사용

13) Cox, Ross, Rubinstein(1979)

14) 위험중립확률은 어떠한 사건이 발생하는 확률과는 다른 개념임.

15) 상승률 $u = \exp(\sigma\sqrt{\Delta t})$, 하락률 $d = \exp(-\sigma\sqrt{\Delta t})$, 위험중립확률 $p = \frac{\exp(r\Delta t) - d}{u - d}$

16) 이산복리할인의 경우 현재가의 산출은 다음의 식으로 산출함.

$$PV = \frac{FV}{(1+r)^n} \quad PV: \text{현재가} \quad FV: \text{미래가} \quad r: \text{연간 할인율} \quad n: \text{기간}$$

연속복리할인의 경우 현재가의 산출은 다음의 식이 적용됨.

$$PV = FV \cdot \exp[-r \cdot n]$$

4

실물옵션분석종류 및 국가 R&D사업 예비타당성조사 적용방안

- ▶ 기초자산에 대한 변동과 상황에 따른 의사결정을 통해 사업의 연기, 확장, 축소, 전환, 폐지 등의 행동을 취할 수 있을 것이며 이를 반영한 단순옵션으로 포기옵션, 확장옵션, 축소옵션 등이 있음
- ◎ 단순옵션에서 확장된 형태로 최적값 선택에 있어 의사결정자 등이 결정한 기준값을 적용하는 베리어옵션, 복수개의 선택이 순차적/병렬적으로 성립하는 것을 반영하는 복합옵션, 불확실성이 다수의 원천으로부터 각각 발생하는 레인보우옵션 등이 있음

가. 단순옵션

- ▶ 포기옵션은 편익은 적으나 큰 손실이나 비용이 발생할 가능성이 있는 경우에 적용되며 수익성에 대한 불확실성이 해소되어 사업 시행의 장점이 없는 것으로 판단되면 사업을 포기하는 의사결정과정을 고려
- ◎ 금융옵션의 풋옵션과 유사하여 사업의 잔존가치를 옵션 실행가로 볼 수 있으며 상황적 의사결정은 사업 추진을 통해 기대되는 수익이 사업포기의 경우 회수할 수 있는 잔존가치보다 낮아질 경우에 사업을 포기하는 옵션을 행사하는 것임
- ◎ 사업에 귀속된 양도 가능한 지식재산권이 있는 R&D사업의 경우 개발완료 후 상업화를 통해 창출 가능한 수익이 지식재산권의 판매가보다 낮은 것으로 판단될 경우 개발을 중단하고 특허를 매도하는 것이 가능하다면 특허 매도가를 사업 포기시의 잔존가치로 볼 수 있으며 동시에 풋옵션 형태인 포기옵션의 실행가로 볼 수 있음¹⁷⁾

- ◎ 실제로 사업을 포기하는 경우 잔존자산매도를 통한 현금 회수도 가능하겠지만 사업 포기를 위한 별도의 비용이 발생하거나 국가전략적으로 완전한 포기는 불가능할 경우 사업의 포기보다는 축소 후 계속 진행하는 것으로 의사결정하는 것이 타당할 수 있음¹⁸⁾

▶ 확장옵션은 성장률이 큰 분야의 사업에 대해 적용이 가능한 옵션으로 사업을 진행하는 도중 주위 환경이 긍정적으로 바뀌는 경우 사업의 확장에 대한 의사결정이 이루어질 수 있음

- ◎ 사업확장에 소요되는 비용이 옵션 실행가격이고 향후 기대되는 수익이 실행가격 이상인 경우 옵션을 실행하는 콜옵션의 형태
- ◎ 확장옵션의 경우 전체 사업 중 기존 진행되는 사업과 확장되는 부분을 별도의 사업으로 간주할 수 있는 경우 확장되는 부분만을 별도의 대기옵션으로 분석하는 것도 가능

▶ 축소옵션은 사업추진 중에 외부환경이 부정적으로 변화하여 사업축소의 의사결정이 이루어지고 자산의 일부 매각을 통한 현금 확보나 비용 절감의 실현이 가능할 경우의 분석에 적용

- ◎ 기초자산의 가치가 감소할수록 옵션가치가 증가하며 옵션 실행이 현금 확보의 의미를 갖는다는 점에서 금융옵션의 풋옵션과 같은 개념
- ◎ 대규모 시설을 갖추어 연구개발을 진행하는 도중에 시장상황, 국제정세, 기술개발 결과물의 수준 등을 기준으로 판단하여 시설이나 사업의 규모를 줄이는 의사결정을 내릴 수 있는 연구개발사업에 적용 가능

17) 사업의 잔존자산가치의 크기에 따라 포기옵션의 가치가 달라지며 포기옵션의 가치가 0이 되도록 하는 옵션 실행가를 임계 실행가라 함.

18) 이러한 의사결정을 반영하기 위한 분석방법은 축소옵션에 준함

▶ **선택옵션은 의사결정 시점에 상황에 따라 사업의 지속, 포기, 확장, 축소 등을 결정할 수 있는 경우에 적용될 수 있으며 포기옵션, 확장옵션, 축소옵션 등의 다수의 옵션들이 합쳐진 것으로 볼 수 있음**

- ◎ 선택옵션에 있어서 격자모형을 적용할 경우 의사결정의 유연성과 함께 시각효과에 의한 이해증진을 도모할 수 있다는 장점이 있음
- ◎ 격자모형을 통한 분석의 경우 각 노드에서 옵션유지인 기본값과 확장, 축소, 포기의 각 값을 비교하여 최대값을 선택하며 의사결정의 유연성에 대한 도식화를 통한 시각효과 및 이해증진을 도모할 수 있음

나. 대기옵션

▶ **시간의 진행에 따라 상황이 변화하여 사업 추진을 통한 수익이 사업 시행을 위한 투자보다 클 경우 사업 시작의 의사결정을 할 수 있는 옵션**

- ◎ 사업투자 비용을 옵션 실행가로 볼 수 있으며 금융옵션의 콜옵션과 같은 형태임. 기술에 대한 지식재산권 등 배타적 소유권이 있거나 높은 기술 진입장벽이 존재하여 사업진입을 유보할 수 있는 경우에 적용할 수 있음

▶ **대기옵션의 경우 실제로 시간경과에 따른 지식재산권 가치의 감소, 잠재매출의 감소, 지식재산권 만료까지의 기간 감소 등을 통해 전체 자산의 가치가 줄어들게 됨¹⁹⁾**

- ◎ 실물옵션의 대기옵션은 금융자산의 배당금 지급 등과 같은 자산 유출과 같은 성격을 갖게 되며 동일한 방식으로 계산에 반영할 수 있음

19) 자산가치유출률(leakage)이라 함

- ◎ 격자모형의 경우 무위험수익율에서 자산유출율을 차감한 값을 사용하여 위험중립확률을 산출하는 방식으로 자산 유출효과를 반영
- ◎ 자산가치의 유출률이 커질수록 사업 추진 연기에 따른 자산가치손실이 커져 대기옵션의 가치는 떨어짐. 사업지연으로 인한 가치의 하락을 나타내줄 수 있으며 사업 추진의 시급성에 대한 정량화로 연결될 수 있음

다. 배리어옵션

옵션실행에 대한 의사결정의 기준값이 실행가와 자산가치 이외의 값에 영향을 받는 경우 배리어 옵션이 성립

- ◎ 배리어 풋옵션은 사업포기 의사결정에 실행가보다 낮은 배리어값을 설정하면 자산가치가 배리어값 이하가 될 때 옵션이 금전적 가치를 가짐
- ◎ 배리어 콜옵션은 사업 추진의 의사결정에 실행가보다 높은 배리어값을 설정하면 자산가치가 배리어값 이상일 경우 옵션이 금전적 가치를 가짐
- ◎ 사업추진 및 지속에 대한 긍정적인 외부인자²⁰⁾가 사업 포기 결정시에 영향을 미치는 인자로서 존재할 경우 배리어 풋옵션이 성립하며 사업추진 및 지속에 대한 부정적인 외부인자²¹⁾가 사업 추진 결정시에 영향을 미치는 인자로서 존재할 경우 배리어 콜옵션이 성립
- ◎ 단순 풋옵션의 경우 옵션실행가(잔존가치)가 기초자산의 가치보다 낮을 때 옵션의 금전적 의미가 있는데 반하여 진행사업에 대한 국가 전략적 중요성으로 인하여 기초자산의 가치가 일정가격 이하일 때 비로소 사업에 대한 포기의 의사결정을 내릴 수 있는 경우 배리어 풋옵션으로 접근이 가능하며 이는 포기옵션의 변형된 분석으로 볼 수 있음

20) 사업에 대한 의사결정자의 높은 집착 등

21) 사업에 대한 의사결정자의 반감 등

※ **베리어옵션 예:** 구축한 장비에 대해 사업 포기 및 시설 폐지에 대한 의사결정을 할 수 있는 생명공학분야 가치 ‘Bio-K 사업’이 5년간 진행을 통해 향후 발생할 수 있는 편익이 2,000억원이고 사업 포기 시 연구장비 및 지식재산권 매도 등을 통한 잔존가치가 700억원인 경우 단순 풋옵션으로 분석한다면 잔존가치가 선택의 기준이 됨. Bio-K 사업이 가진 특정한 국가 전략적 의미²²⁾를 지니고 있을 때 사업 포기에 대한 의사결정 기준은 사업포기 실행가인 700억원보다 낮게 잡혀질 것임. 종합적 논의를 거쳐 설정된 베리어 가격이 500억원이라고 하면 베리어옵션분석을 적용하여 산출한 전략적 NPV는 2,020억원임²³⁾.

- 베리어값이 설정되어 있지 않은 단순 포기옵션에 의해 산출되는 전략적 NPV 2,032억원과 12억원의 차이가 존재하며 이 차이는 의사결정자가 동 사업에 대한 국가 전략적 중요성을 인정하여 베리어값을 설정하기 위해 지불해야하는 비용으로 생각할 수 있음.
- 동 사업에 대한 베리어값을 400억원으로 설정하면 사업의 전략적 NPV는 2,015억원으로 떨어지게 됨. 종합적 판단에 의한 베리어값을 설정할 때 추가 지불해야 하는 비용으로 인한 실물옵션가치의 하락을 고려한 신중한 판단이 요구된다는 것을 알 수 있음.

라. 복합옵션

관련된 복수개의 선택이슈가 있을 경우 복합옵션의 방법으로 분석

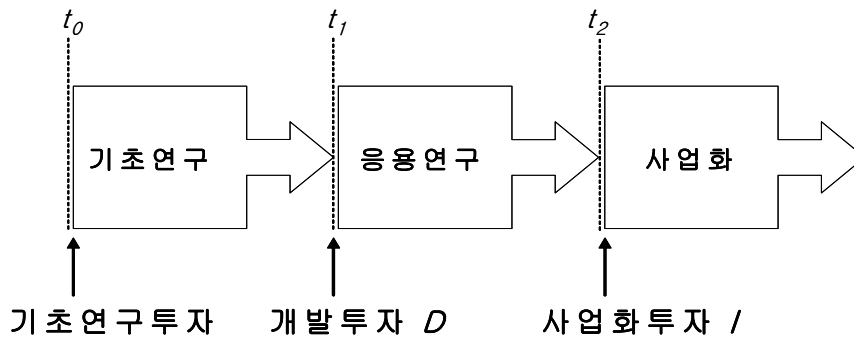
- ◎ 복합옵션은 크게 순차복합옵션과 병렬복합옵션으로 분류
- ◎ 사업진행에 있어 여러 단계가 존재하여 각 단계별로 투자에 대한 의사결정이 이루어져야 하는 경우 다음 단계의 옵션가치가 전단계의 옵션가치 산출에 사용되며 전형적인 순차복합옵션이 성립
- ◎ 사업진행에 있어 두 가지 이상의 옵션이 존재하고 옵션유효시기가 동일 기간인 경우는 병렬복합옵션이 성립

22) 국민의 삶의 질 향상이나 수입제품의 방어 등

23) 변동성은 40%, 무위험 수익률은 5%로 가정

▶ R&D사업의 기초연구투자, 개발투자, 사업화 투자로 이어지는 일련의 과정을 고려한 Geske Model²⁴⁾을 적용 가능

- Geske Model을 사용하여 연구, 개발, 사업화에 걸쳐 진행되는 순차적 복합옵션가치를 산출²⁵⁾하며, 이를 기초연구투자의 최대 상한선으로 설정하여 평가에 반영



〈그림 7〉 단계적 투자에 대한 도식도

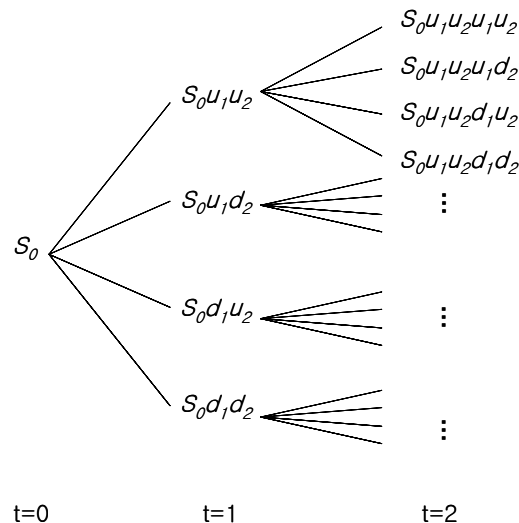
마. 레인보우옵션

▶ 사적인 불확실성이 시장의 불확실성과 함께 불확실성의 원천으로 작용하여 다수의 불확실성을 갖는 경우 레인보우옵션 적용 가능

$$\begin{aligned}
 24) \quad G = & C M \left\{ d_1 \left(\frac{C}{C^* \exp(-r t_1)}, t_1 \right), d_1 \left(\frac{C}{I \exp(-r t_2)}, t_2 \right), \rho \right\} \\
 & - I \exp(-r t_2) M \left\{ d_2 \left(\frac{C}{C^* \exp(-r t_1)}, t_1 \right), d_2 \left(\frac{C}{I \exp(-r t_2)}, t_2 \right), \rho \right\} \\
 & - D \exp(-r t_1) N \left\{ d_1 \left(\frac{C}{C^* \exp(-r t_1)}, t_1 \right), t_1 \right\} \\
 & d_1(x, t) = \frac{\ln(x) + (r + \sigma^2/2)t}{\sigma \sqrt{t}}, \quad d_2(x, t) = d_1(x, t) - \sigma \sqrt{t} \\
 & N: d\text{에서의 누적정규분포함수}, M: \text{이변량누적정규분포함수} \\
 & C: \text{기초자산의 현재가치}, I: \text{사업화 투자비}, D: \text{개발투자비} \\
 & \sigma: \text{기초자산의 미래 현금 흐름에 대한 연간 변동성}, r: \text{무위험이자율}
 \end{aligned}$$

25) 개발비와 사업화비를 결정적 값이 아닌 통계적 변동성을 고려할 경우 Carr Model을 사용.

- ◎ 대다수의 R&D사업의 경우 기술수준에 대한 단계적 목표 설정을 하며 도달한 기술 수준에 따라 기술이 적용되는 제품/서비스의 대상 시장이 달라짐
- 일례로 신소재개발사업의 경우 자원의 시장가격 변동성과 사업을 통해 개발된 소재의 품질은 각각 독립된 불확실성의 원천을 갖는 변동성으로 고려되며 rainbow 옵션으로 분석을 수행할 수 있음
- 이와 같이 두 개의 독립적 불확실성 인자가 존재할 경우이므로 Quadrinomial Lattice Method를 적용하여 분석할 수 있음²⁶⁾.



〈그림 8〉 두개의 불확실성이 존재하는 경우 기초자산가치 격자

- ◎ 레인보우옵션의 경우 해석하는 존재하지 않고 수치해석적 방법이나 격자 모델을 적용하여 옵션가치를 산출할 수 있음
- 격자모델의 경우 고려해야 하는 불확실성의 수에 따라 격자의 수가 기하급수적으로 증가

26) 기초자산가치 격자에서 옵션가치 격자의 각 노드값 산출은 역방향으로 이루어지며 각각 독립인 두개의 불확실성을 고려함. 그림의 $S_{0u_1u_2}$ 노드의 옵션을 고려한 전략적 가치는 다음과 같이 구함.

$$EV_{S_{0u_1u_2u_1u_2}} = \text{MAX}\{ [p_1p_2EV_{S_{0u_1u_2u_1d_2}} + p_1(1-p_2)EV_{S_{0u_1u_2d_1u_2}} + (1-p_1)p_2EV_{S_{0u_1u_2d_1u_2}} + (1-p_1)(1-p_2)EV_{S_{0u_1u_2d_1d_2}}] \exp(-r\delta t), Su_{1u_2} - X \}$$

5

국가R&D사업 예비타당성분석에서 실물옵션분석의 의미

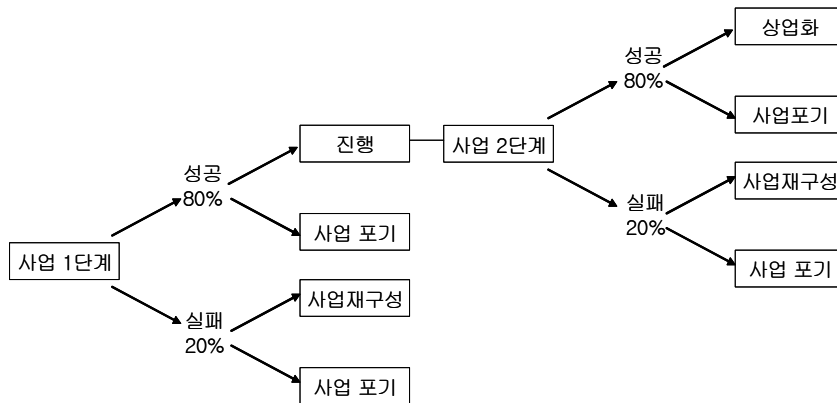
가. 경제성 및 파급효과 분석에서의 의미

▶ R&D사업의 경제성 분석에 적용할 경우 실물옵션분석법은 다양한 경우에 대한 의사결정을 고려하는 DTA(Decision Tree Analysis, 의사결정나무 분석)와 별개로 수행되는 분석은 아니며 DTA를 보완하는 도구임

- ◎ 기초자산의 가치에 대한 산출은 실물옵션분석 이외의 방법으로 수행
 - － 실제 상품이나 자산에 대한 옵션가치의 산출에 비하여 연구개발이 발생시킬 미래의 산출물에 대한 정의의 어려움과 확립되어 있는 시장에 대한 범위 설정의 근본적인 어려움은 별도의 방법으로 해결되어야 함
- ◎ R&D사업 결과로 인해 발생된 제품/서비스 생성에 대한 기술의 기여 정도²⁷⁾와 지속여부²⁸⁾에 대한 판단문제, 경쟁 및 기술진부화에 따른 소멸에 대한 고려도 실물옵션분석법에서 해결될 수 있는 사항이 아님
- ◎ 연속적으로 투입되는 R&D비용의 문제(연구자 임금, 재료비 등), 연구개발의 부분적 또는 전체 실패가능성은 DTA와 실물옵션분석을 조합하여 고려 가능

27) 기술개발기여도에 대한 다양한 연구는 진행 중임. UNIDO 연구사례, 미국 판례, 기술거래 시 로열티 산정 등의 다양한 경우를 참고로 하며 실물옵션분석을 통해 산출된 옵션가치에 기술기여도 인자를 곱함으로써 기술이 생산한 편익을 고려하는 방식을 취하는 경우도 있음.

28) 기술의 진부화 등



〈그림 9〉 R&D사업에 대한 의사결정나무분석

▶ R&D사업의 경제성 분석에 실물옵션방법을 본격적으로 적용하기 위해서는 기술이 갖는 불확실성 등의 사적 불확실성을 처리하기 위한 적절한 자료가 있어야 하며 시장 불확실성²⁹⁾을 도출하기 위한 객관적 자료의 마련이 필요

- 신약개발, 전자상거래기술개발, 천연자원탐사 프로젝트 등에 대한 실물옵션 분석의 적용이 있었으나 대부분의 경우 가치를 산출하는 경우에 있어 상업화의 위험이 지배적이라고 가정
- R&D사업이 갖는 변동성은 관련 업종의 기업에 대한 주가의 변동성보다는 높다는 것이 보편적인 의견이나 그 정확한 값을 추정하는 방법에 대한 동의는 아직 이루어지지 않음³⁰⁾
- 기술의 유효성, 연구개발 조직의 효율성 등의 사적 불확실성은 실물옵션분석법의 기본 가정을 만족시키기에 어려움이 있으나 적절한 변환 및 복합옵션 등의 적용을 통해 유용한 분석 결과를 얻는 것이 가능

29) 실물옵션에서 불확실성은 변동성으로 대변되며 전체 분석에 있어서 매우 중요한 요소임. 변동성을 추정하기 위한 방법으로 Logarithmic cash flow returns method, Monte-Carlo Simulation, Project Proxy Approach, Market Proxy Approach, Management Assumption Approach 등 다양한 방법이 적용될 수 있음.

30) 변동성을 상수로 가정하는 것이 어느 정도 타당한지, 사업초기와 사업 후기의 변동성의 더 변경에 대한 연구가 진행 중임.

- ◎ 연구개발 기술의 난이도가 높고, 기초 및 원천기술의 개발로 가까워질수록 외적 요소의 영향은 줄어들고 기술 본연의 불확실성이 증대
 - 이는 순수한 사적 불확실성의 영역이 되며 변동성에 대한 객관적 데이터 구축의 가장 큰 난점이므로 체계적 방안의 마련이 필요

▶ 보수적 관점에서 분석을 수행하는 예비타당성조사의 경제성 분석에서 가치를 적극적으로 산정하는 실물옵션분석의 적용은 제한적일 수밖에 없음

- ◎ 의사결정자의 유연한 선택을 고려한 실물옵션방법을 적용하여 국가R&D 사업의 경제성 분석에 적용하는 것이 가능
 - 전략적인 의사결정을 통해 가치를 제고할 수 있음에도 불구하고 확정적 이론에 근거한 분석결과로 인하여 사업 추진의 기회를 잃게 되는 경우를 줄일 수 있음
- ◎ 하지만, 과도한 편익설정을 통해 사업에 대한 긍정적인 판단을 하는 도구로 사용되는 것은 경계해야 함

▶ 직접적인 시장을 예측하기 어려운 기초원천기술, 공공복지기술을 개발 하는 국가R&D사업의 경우 실물옵션이 갖는 상업화를 통한 현금흐름 외에 사회적 비용절감이나 환산을 통한 기타 편익을 기초자산으로 설정하는 것도 가능

- ◎ 편익 창출에 기술이 기여하는 정도나 편익에 대한 변동성 추정 등의 난제들이 있으며 이는 향후 폭넓은 자료조사와 분석 및 국가적 DB구축을 통해 해결해야 함
- ◎ R&D투자를 투입으로 보는 견해와 마케팅이나 상업화를 위한 예비적 단계의 정보 탐색이라고 보는 견해가 있으며 많은 실물옵션분석에서는 후자의 견해를 취함
 - 국가가 진행하는 장기적 연구개발은 향후 기술적, 상업적 환경에 대한 정보를 획득하는 작업으로 볼 수도 있으며 이러한 경우 민간주체가 개별적으로 각각 부담해야 하는 사업기회와 관련된 정보비용을 감소시켜 주는 역할을 한다고 볼 수 있음³¹⁾

나. 경제성 분석 이외의 분석에서의 의미

▶ 자산가치를 산출하는 실물옵션분석법은 국가R&D사업의 경제성 분석 이외에도 적용 가능

▶ 실물옵션분석은 사업 추진을 위한 계획의 구체성과 유연성 등을 고려하여 기술개발계획의 우수성을 판단하는 도구로 활용 가능

- R&D 사업의 진행도중 사업의 포기, 축소, 확대 등의 복안을 마련하는 기준으로 실물옵션가치의 비교·분석을 수행하면 기술개발계획의 우수성에 대한 정량적 결과 도출이 가능
- 기술개발계획의 우수성을 사업이 가진 옵션가치로 환산하여 산출할 경우 R&D사업 추진 주체로 하여금 보다 효율적이며 우수한 계획을 수립하도록 하는데 강한 동기부여가 될 수 있음
 - 중간평가시점 선정에 대한 객관적 설명이 가능할 것이며 중간평가의 규모와 재원에 대한 계획도 상세히 고려하여 포함하게 될 것임

▶ 실물옵션분석법은 사업의 국가전략적 중요성이나 기타 사항을 고려하여 베리어가격을 산출하는 정량 도구로의 사용도 가능

- 베리어옵션분석을 통해 사업의 지속을 위해 지불해야할 비용을 산출할 수 있고 설정값의 변화에 따른 옵션가치의 변화는 의사결정 과정에 적용될 수 있음

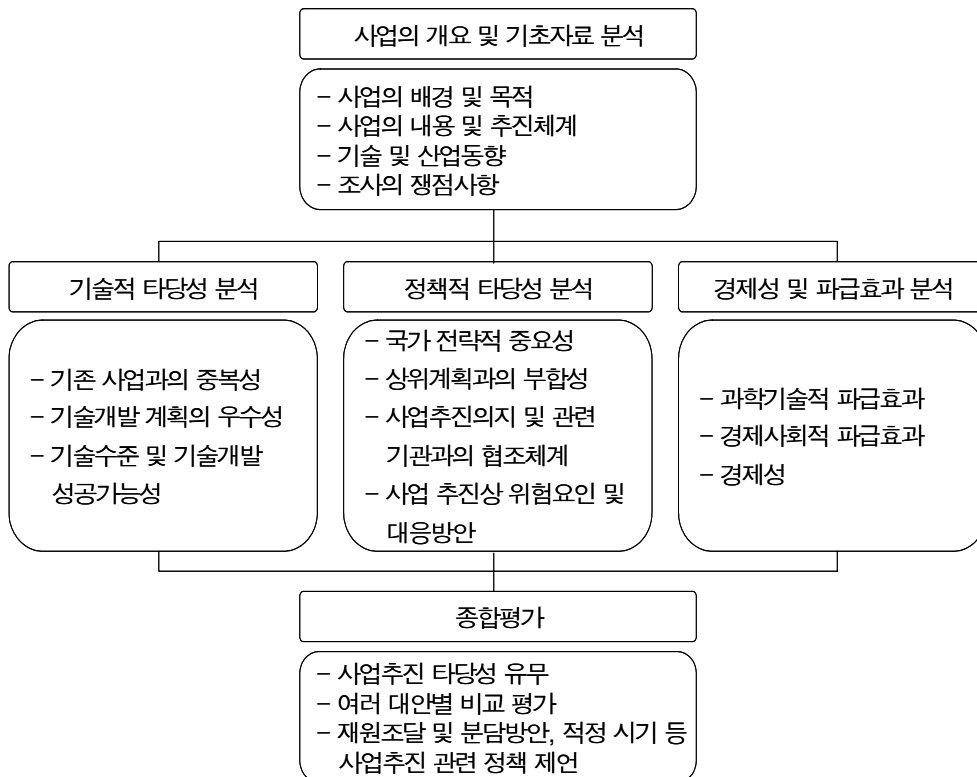
31) 국가가 A, B, C 라는 매우 도전적인 기술 중에서 A에 대한 R&D 사업을 추진하여 실용적이지 않다는 결과를 얻었다면 민간기업은 B, C에 대한 연구개발만을 진행하게 되고 이는 민간기업들이 자체적으로 각각 진행하여 지출하였을 비용을 줄여주는 기능이라 볼 수 있음. 이러한 접목을 위해서는 비용절감의 통계적 분포에 대한 해석이 필요함.

▶ 국가R&D사업의 타당성조사의 종합결론도출을 위한 의사결정 네트워크를 구성할 때 실물옵션분석을 통해 도출된 사업 가치는 경제성과 기술성, 정책성 등의 기준간 피드백을 설정하는 유용한 기준으로 사용될 수 있음.

◎ 국가R&D사업의 예비타당성조사에서 기술적 타당성의 세부기준*은 각각의 기준이 독립적으로 존재하기보다는 서로의 상관성이 존재한다고 보는 것이 타당

* 기술개발계획의 우수성, 정책적 타당성의 세부기준인 국가전략적 중요성과 사업 추진상의 위험요인, 경제성 및 파급효과의 세부기준인 경제성, 경제사회적 파급효과, 과학기술적 파급효과 등

◎ 동일한 사업에 대해 다양한 옵션기법을 적용하여 의사결정을 위한 각각의 성분에 대한 피드백 역할을 수행할 수 있음



〈그림 10〉 국가R&D사업 예비타당성조사 결론 도출; 계층적 의사결정구조 이용

6 결 어

- ▶ **실물옵션분석법은 불확실성과 의사결정자의 상황적 판단을 고려하며, 단순옵션 이외에 배리어옵션, 복합옵션, 레인보우옵션 등 다양한 유형의 실물옵션분석법을 적용하여 R&D사업의 가치 산출 가능**
 - ◎ 실물옵션분석결과의 객관성 향상을 위해서는 국가R&D사업이 창출한 편익의 범위와 기술의 기여비율 등에 대한 기술별 체계적인 데이터분석과 축적이 필요
 - ◎ 이는 민간R&D 및 사업과 연계된 전주기적인 국가R&D사업의 관리·평가 시스템의 구축과 운영을 통해 이루어질 수 있음.
- ▶ **실물옵션분석법이 사업에 대한 긍정적 판단의 수단으로 오용되지 않도록 주의가 필요**
 - ◎ 한정된 재원에 대한 배분을 목적으로 보수적인 관점에서 진행되는 예비타당성조사의 경제성 분석에 적극적으로 가치를 산출하는 실물옵션분석을 적용하는 것은 한계가 있음
- ▶ **실물옵션분석법은 기술개발계획의 우수성 등 경제성 이외의 분석과정의 정량화에 적용될 수 있으며 이는 사업 추진주체로 하여금 효율적이고 유연한 계획을 수립하도록 하는 동기가 될 수 있음.**

 정부지원 과제의 시스템을 현재의 선지급시스템³²⁾에서 후지급시스템으로 전환, 기술유동화³³⁾ 등 기술의 가치평가를 위한 시장수요가 늘고 객관적 비교가능 데이터들이 축적될수록 실물옵션분석의 적용가능성은 높아질 것임

- ◎ 사업 종료 후 사업의 성공정도에 따른 차액보상을 국가보증의 형태로 공급하는 방법 등의 후지급 시스템을 구축한다면 시장 예측과 국가보증을 통한 R&D사업의 위험감소³⁴⁾ 및 사업의 의사결정 변화를 동시에 고려한 사업의 가치 산출 등에 실물옵션분석을 적용할 수 있음

32) 현재 정부지원 연구개발과제의 경우 정부가 과제비용의 일정부분을 지급하고 과제 종료 이후에 성공/실패 경우에 따라서 일정부분을 회수함. 중소기업에서 진행하는 기술개발과제를 지원하기 위해 기금 등을 조성하여 정부가 보증서를 발급(기술보증기금 등에서 발급)하는 지급보증의 형태로 민간금융기관으로부터 자금을 대출할 수 있도록 지원하는 제도도 시행중임. 지급 보증의 경우 수혜자의 입장에서는 선지급시스템으로 볼 수 있음. 선지급시스템의 경우 예산 수혜자의 도덕적 해이 등으로 인해 정부 부담이 커질 수 있으므로 대한 보완이 요구됨.

33) 회계상 기업의 특정 연구개발비의 구분이 명확하지 않은 현실에서 연구개발에 대한 투자주체들의 참여를 활성화 시키기 위한 방법의 하나로 볼 수 있음. 기술유동화에 대한 설명은 '기술금융 선진화를 위한 기술유동화 도입방안' (이승현, 2007년)을 참고

34) 연구개발로 예상되는 매출의 범위가 있을 경우 국가가 총사업비 중 어느 정도를 지원해야 하는지 또는 일정부분을 국가가 보증할 경우 사업의 위험성은 어느 정도 감소하게 되는지 등에 대한 분석 등.

참고문헌

- Han T. J. Smit and Lenos Trigeorgis, 2006, Strategic planning: valuing and managing portfolios of real options, R&D Management, Vol. 36, No. 4, pp. 403-419
- Johnathan Mun, 2002, Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions, John Wiley & Sons Inc.
- Jyh-bang and Tan Lee, 2001, R&D investment decision and optimal subsidy, R&D management, Vol. 31, No. 2, pp. 137-148
- Keith J. Leslie and Max P. Michaels, 1997, The real power of real options, The Mckinsey Quarterly, No. 3, pp. 97-108
- Lenos Trigeorgis, 1996, Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation, The MIT Press
- Malte Schneider, Mauricio Tejeda, Gabriel Dondi, Florian Herzog, Simon Keel and Hans Geering, 2008, Making real options work for practitioners: a generic model for valuing R&D projects, R&D Management, Vol. 38, No. 1, pp. 85-106
- Prasad Kodukula and Chandra Papudesu, 2006, Project Valuation using Real Options, J. Ross Publishing
- Thomas E. Copeland and Philip T. Keenan, 1998, Making real options real, The Mckinsey Quarterly, No. 3, pp. 129-141
- Tuukka J. Seppa and Tomi Laamanen, 2001, Valuation of Venture capital investments: empirical evidence, R&D Management, Vol. 31, No. 2, pp. 215-230

- 김동건, 2004, 비용-편익분석, 박영사
- 김태운·김상봉, 2004, 비용-편익분석의 이론과 실제: 공공사업평가와 규제영향분석, 박영사
- 이승현, 2007, 기술금융 선진화를 위한 기술유동화 도입방안, ISSUE PAPER 2007-13, 한국과학기술기획평가원
- 이운빈, 2007, 국가연구개발사업 사전타당성조사 제도의 효과성 제고 방안, ISSUE PAPER 2007-08, 한국과학기술기획평가원
- 한국과학기술기획평가원, 2006, 광주레이저공학센터 설립 및 기반 구축 사업 사전 타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2006, 국가연구개발사업의 사전타당성조사를 위한 방법론 개발에 관한 연구
- 한국과학기술기획평가원, 2006, 단백질 연구 선도를 위한 고자기장 바이오 연구장비 개발 사업 사전타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2006, 대형광학망원경개발사업 사전타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2006, 디지털 액터 제작 사업 사전타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2006, 허혈성혈관질환치료제개발 사업 사전타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2006, KSTAR를 활용한 핵융합 중장기 연구개발 사업 사전타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2007, 나노·광 응용 고감도 센서를 이용한 해양조사장비 및 모니터링 기술개발 사업 사전타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2007, 미래유망 파이프라이너 기술개발 사업 사전타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2007, 토양지하수 오염 확산 방지기술 개발 사업 사전타당성조사 보고서

- 한국과학기술기획평가원, 2007, IT핵심부품 공동개발 사업 사전타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2007, U-기반 해운물류 체계구축을 위한 기반기술연구 사업 사전타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2008, 농산품수출연구사업단 사업 사전타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2008, 뇌연구원 설립·운영사업 사전타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2008, 제4세대 방사광가속기 구축 사전타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2008, 출연(연)-대학간 전략적 제휴 사전타당성조사 보고서
- 한국과학기술기획평가원, 2008, KIST 전북분원 복합소재기술연구소 설립·운영 사업 사전타당성조사 보고서
- 한국산업기술평가원, 2006, 실물옵션을 활용한 R&D투자 효과 분석
- 황석원, 2006, R&D 프로그램의 유형별 경제성평가 방법론 구축, 과학기술정책연구원
- 황석원, 정종욱, 2006년 12월, 전략적 유연성을 고려한 연구개발사업의 경제성 평가, 기술혁신연구 14권 3호, pp. 237-261

<2006년도 발간목록>

◎ kistep 홈페이지(www.kistep.re.kr)내 『이슈페이퍼』 코너에서 원문을 보실 수 있습니다.

발간호	제 목	저자 및 소속
2006-01	기업 R&D의 양극화 현황진단과 정책과제	문혜선 (kistep)
2006-02	미국의 이공계 대학 교육 혁신정책 추이와 시사점	김기완 (kistep, 現 KDI)
2006-03	국가연구개발사업 평가체계의 효과적 구축을 위한 제언	오동훈 (kistep)
2006-04	국가연구개발사업 지식관리 현황 분석과 정책과제	윤권순 (지식재산연구원)
2006-05	韓·美 FTA 관련 주요 과학기술정책 이슈와 시사점	백철우, 손병호 (kistep)
2006-06	국가연구개발사업의 새로운 성공모델 탐색 : FTTH 기술개발 사례 분석	이병현 (광운대)
2006-07	통신·방송 융합 관련 주요 과학기술 정책 이슈와 시사점	김윤중, 정상기 (kistep)
2006-08	기초연구 결과물의 활용과정 분석 및 평가방식 개선에 관한 제언	양혜영 (kistep)
2006-09	융합기술분야 연구개발 활성화를 위한 정책제언	유경만 (kistep, 現 기초연)
2006-10	자립적 지방화를 향한 지역혁신사업 추진 전략	한주연 (kistep)
2006-11	산학협력 활성화 방안 - 산학협력 선순환구조 구축을 중심으로 -	송완흠 (포항공대)
2006-12	SBIC 현황 및 성과분석을 통해 고찰한 기술금융 정책의 이슈와 시사점	장용석 (조지 워싱턴대학)

<2007년도 발간목록>

발간호	제 목	저자 및 소속
2007-01	한국형 기술영향평가의 기본방향 정립 및 정책활용도 제고	임현, 유지연 (kistep)
2007-02	‘제3세대’ 혁신정책 패러다임의 등장과 정책과제	이장재, 오해영 (kistep)
2007-03	자체평가의 신뢰성 향상을 위한 국가연구개발사업 표준성과지표 개선방안	박지현, 정상기 (kistep)
2007-04	이공계 박사의 노동시장 특성과 유동성 분석	김진용 (kistep)
2007-05	민군 기술협력 강화를 위한 정책방안 모색	이춘주 (국방대학원)
2007-06	주요국의 R&D 투자동향 분석 및 시사점	박수동 (kistep)
2007-07	기술확산 촉진을 위한 표준화와 특허폴 연계 전략	윤성준(kistep), 길창민(IITA)
2007-08	국가연구개발사업 사전타당성조사의 효과성 제고방안	이윤빈 (kistep)
2007-09	와해성 기술혁신의 현황진단 및 정책적 지원방안	채재우(한국기계연구원) 이길우(kistep)
2007-10	주요국의 고위험 혁신적 연구지원 정책 동향 및 시사점	차두원(kistep), 김현철(한국과학재단) 손병호(kistep)
2007-11	공공연구기관의 연구성과 관리·활용 현황 및 활성화 방안	고윤미, 김병태 (kistep)
2007-12	과학기술예측조사를 위한 미래사회 전망 방법론 개선방안	임현, 안병민 (kistep)
2007-13	기술금융 선진화를 위한 기술유동화 도입방안 - 기술신탁을 중심으로 -	이승현 (한국지식재산연구원)
2007-14	국내 기업의 연구개발활동 통계의 비교와 시사점	박선영(kistep) 조성표(경북대)
2007-15	국내 과학기술인력 규모 분석	김진용, 이정재 (kistep)

<2008년도 발간목록>

발간호	제 목	저자 및 소속
2008-01	새 정부 과학기술정책 이슈와 과제	이장재, 이정재 (kistep)
2008-02	융합기술 연구개발조직의 발전방안 - 한·미·일 사례 비교분석을 중심으로 -	하태정 (과학기술정책연구원)
2008-03	국제공동연구 성과의 귀속과 활용에 관한 주요 이슈와 대응방안	최치호 (한국과학기술연구원)

저자
소개

■ 이 윤 빈

- (現) KISTEP 조정평가단 R&D타당성조사팀 부연구위원
- 서울대학교 공학박사('03)
- 전화 : 02) 589-2290
- e-mail : yblee@kistep.re.kr

kistep Issue Paper 2008-04

| 발 행 | 2008년 5월

| 발행인 | 조 영 화

| 발행처 | 한국과학기술기획평가원

서울시 서초구 양재동 275 동원산업빌딩 8~12층

전화 : 02) 589-2200 / 팩스 : 02) 589-2222

<http://www.kistep.re.kr>

| 인쇄처 | 드림디앤디 [TEL : 02)2268-6940 / FAX : 02)2268-6941]