

기술 가치평가 기법과 연구방향

황규승

고려대학교 경영대학 교수
(kswhang@korea.ac.kr)

본 논문은 기술 가치평가 기법들을 체계화하여, 관련 기법 연구의 방향을 제시하기 위한 것이다. 학계 및 실무에서 개발한 기술 가치평가 기법들을 정리하고, 가치평가 요인들의 중요도를 측정하기 위한 경영과학 기법들을 제시하였다. 또한 연구개발 프로젝트 평가 기법의 합리적 대안으로 외국 학계에서 권장되고 있는 실물옵션 기법의 도입 가능성을 탐구하기 위하여 벤처기업 가치평가 및 기술 가치평가를 위한 시나리오를 개발하고 가치평가 기법의 연구 방향을 제시하였다.

1. 서론

첨단 기술이 주도하는 요즈음의 소위 '신경제'라는 마술은 불과 10년 전에만 하더라도 상상하기 어려운 엄청난 변화를 연출하고 있다. 1997년 Coopers & Lybrand의 조사에 의하면 미국의 주식시장에서 거래되는 기업들의 시장가치의 3분의 1만이 재무제표에 나타나 있다고 한다. 스탠포드대학의 Paul Romer는 지식경제 시대에 가장 중요한 것은 제품이나 서비스 자체가 아니라 오히려 이것들을 창출하는 아이디어와 지식재산권이라고 강조한다. 무역관련측면(TRIPS: Trade- Related Aspects of Intellectual Property Rights)에 대한 국제무역기구(WTO: World Trade Organization) 협정은 금년까지 WTO 가입국들이 자국의 지식재산권 법규를 개정·강화할 것을 협약하여 지식재산권 보호의 새로운 세계 질서를 예고하고 있다. 1998년 7월 미국 연방순회고등법원이 시그너 처피넬설그룹(Signature Financial Group)의 허

브랜즈스포크(hub-and-spoke) 시스템이라는 독특한 뮤추얼펀드(mutual fund) 운영기법의 특허출원을 승소 판결한 것이 영업방법(business model) 특허를 가능하게 하였다(Rivette, 2000b). 이에 따라 과거 과학자나 기술자만의 영역으로 여겨졌던 특허출원이 만인의 광장으로 인식되게 되었다.

지식재산권에 대한 국내외적 변화에 부응하여, 2000년 2월 29일 민·관 연구소, 기업, 학자들이 모여서 기술이전협의회를 창립하였으며, 향후의 구체적인 연구를 분담하는 모임으로 기술 가치평가, 기술 전략, 기술 마케팅 및 기술 상업화에 대한 분과 연구회를 구성하였다. 또한 4월 10일에는 한국 기술거래소가 출범하여 본격적인 기술거래 시대의 막이 오르게 되었다.

기술거래에 있어서는 거래가격 결정에 영향을 주는 거래 당사자 사이의 협상 내용은 물론 거래의 구체적 결과가 공개되는 경우는 매우 드물다. 또한 지식재산권은 새롭고 진보적이며 유용한 기술에 대한 것이다. 따라서 거래가격 결정에 벤치마크가 될 만한 유사한 거래에 대한 정보가 매우 부족할 수밖에

에 없으므로, 기술의 합리적 가치평가는 기술거래의 가장 주요한 절차라 할 수 있다.

기술의 가치평가는 연구개발 투자나 기술거래 이외에도 법적 분쟁 또는 세무 등의 목적을 위하여 수행되어 왔으며, 이 업무에 종사하는 사람들은 경영학보다는 법학, 자연과학에 소양을 갖춘 기술평가 전문의 평가사(appraiser) 혹은 기업의 연구개발 전문가이다. 따라서 이들의 기술 가치평가는 실무 평가 경험에 입각한 주관적 판단에 의존하거나 혹은 특정한 산업이나 기업의 연구개발 투자 평가를 위하여 독자적으로 개발한 경험적 모형을 재무 관리 기법과 병행하여 사용하고 있다.

본 논문은 이제까지 학계와 실무에서 개발된 기술 가치평가 기법들을 정리해 보고, 가치평가의 계량화를 위한 경영과학 기법을 소개하며, 또한 연구개발 투자에 대한 평가 기법의 대안으로 외국 학자들이 적극적으로 거론하고 있는 실물 옵션(real option) 기법의 적용가능성을 제시하기 위한 것이다.

논문은 5장으로 구성된다. 제2장에서는 기술 가치평가의 개념으로서 평가 대상, 평가 환경, 기술 평가와의 차이를 기술한다. 제3장에서는 기술 가치평가 요소와 가치평가 기법들을 체계적으로 설명하고 또한 현행 기법들을 보완하기 위한 경영과학 기법들을 소개한다. 제4장에서는 실물 옵션의 개념과 블랙-숄즈 옵션가격결정모형을 기술하고, 연구개발 프로젝트 평가, 벤처기업 투자안 평가 및 기술 가치평가에 응용하는 네 가지의 옵션 시나리오를 예시한다. 또한 실물 옵션 모형의 실용성에 대하여 논의한다. 제5장은 결론으로 기술 가치평가 기법의 연구 방향을 제시한다.

II. 기술 가치평가의 개념

2.1. 기술 가치평가의 대상

기술 가치평가의 대상은 물론 기술이다. 본 절에서는 먼저 기술의 개념을 정의 한 후 연구의 초점이 되는 기술의 범위를 한정하고, 기술 가치평가의 효율적 수행을 위한 가치평가의 구체적 대상을 제시한다.

Capon과 Glazer(1987)는 기술이란 넓은 의미의 노하우(know-how)로서, 기업의 관점에서 보면 제품 또는 서비스의 생산 및 판매에 요구되는 정보(information)이며 제품기술, 공정(process) 기술, 경영(management)기술의 세 가지로 구성된다고 정의하였다.

Boer(1999)는 기술을 유용한 목적을 위한 지식의 응용이라 정의하고, 기술은 기존의 기술에 새로운 기술적 요소 또는 과학적 지식을 추가함으로써 창출된다고 하였다. 또한 성공적 기술의 기준은 유용성으로서 비록 기술에 대하여 무지한 사용자에게라도 유용하여야 하는 점과 아무리 유용한 기술이라도 필연적으로 진부화(obsolescence)된다는 점에서 과학(science)과 구별된다고 하였다.

위의 정의로 미루어 볼 때 기술이란 '상품적 가치'를 전제로 하는 지식을 의미한다고 할 수 있다. 다시 말하면 기술은 거래가 가능한 제품 또는 서비스와 결합되어 부가가치 창출에 기여하여야 한다. 따라서 기술이 적용되는 제품이나 서비스를 떠나서 기술을 논하는 것은 적어도 기업의 관점에서는 무의미하다.

기술은 자산으로서의 가치를 지니고 있으므로 무형자산(intangible asset)으로 분류된다. 기술무형

자산(technology intangible asset)은 특허권, 특허가능 발명, 마스크 워크(mask works), 영업 비밀(trade secret), 노하우, 대외비 자료(confidential information) 및 컴퓨터 소프트웨어, 데이터베이스, 운영 지침서 등의 저작권을 포함한다. 무형자산 중에서 그 소유가 법적으로 인정되고 보호받는 경우를 특히 지식재산권(intellectual property)이라 칭한다. 지식재산권은 상표, 저작권, 컴퓨터 소프트웨어 등의 창조적(creative) 유형과 특허권, 산업 디자인, 영업 비밀 등의 혁신적(innovative) 유형으로 나누어 볼 수 있다. 또한 지식재산권이 직접 연계되는 분야에 따라 시장 관련(market-related), 기술 관련(technology-related), 예술 관련(artistic-related), 자료 처리 관련(data processing-related), 공학 관련(engineering-related) 지식재산권의 다섯 가지로 구분하기도 한다(Reilly & Schweih, 1999).

위에서 기술무형자산의 구성을 보면, 기술무형자산의 대부분이 일정 기간동안 법적인 인정과 보호를 받을 수 있는 자산에 속하므로 지식재산권에 포함된다고 할 수 있다. 본 연구에서는 기술, 기술무형자산, 지식재산권을 엄밀히 구분하지 않고 기술이란 용어로 총칭하여 사용하기로 한다.

기업에서는 기술을 실용적 목적에서 일반(generic)기술, 기반(basic)기술, 핵심(key)기술로 분류하기도 한다. 일반기술이란 컨베이어와 같이 업계 전반에 걸쳐 널리 활용되는 보편적 기술이며, 기반기술이란 POS(point of sale) 처리 시스템과 같이 약간의 전략적 우세나 유연성을 제공하는 기술이다. 이러한 기술들은 관련 제품이나 시스템을 취급하는 시장이나 전문 회사를 통하여 대부분 획득이 가능하다. 이와 달리 핵심기술은 기업에 있어서 독점적(proprietary)이며 고유(indigenous)한 기술로서 기업이 경쟁우위를 지속하기 위한 전략적 무기

(strategic weapon)이다(Noori, 1990).

일반기술과 기반기술은 이를 탑재한 제품(혹은 부품, 시스템)을 취급하는 공급자가 다수일 수 있으므로 시장 메커니즘(mechanism)에 의하여 제품가격이 결정된다고 할 수 있다. 또한 일반기술과 기반기술은 누구나 외부로부터 구입이 가능하므로 기업의 경쟁우위가 이러한 기술들로부터 비롯된다고 하기보다는 기업이 보유하고 있는 다른 생산요소, 즉 원자재, 인적 자원, 재무관리, 생산 및 운영 관리 등의 경영능력에서 창출되는 것으로 볼 수 있다. 그러므로 기업은 일반기술이나 기반기술부터 직접적으로 얻을 수 있는 렌트(rent)는 없다고 가정하여도 무방하고, 이들 기술의 가치 또한 영(zero)이라 할 수 있다. 따라서 본 연구가 목적으로 하는 기술 가치평가의 범위는 핵심기술로 압축된다.

제품(혹은 부품, 시스템)이 하나의 핵심기술로 구성되어 있는 경우에는 기술에 대한 가치평가는 제품에 대한 가치평가와 일치한다. 다만 제품 개발이 완료된 상태인가 아니면 연구개발(R&D) 단계인가로 구분 될 수 있다. 만일 제품이 여러 가지의 핵심기술로 구성되어 있는 경우에는 먼저 제품의 가치평가를 수행한 후, 구성 요소 기술의 제품에 대한 가치 기여를 측정할 수 있다.

한편 창업 초기의 벤처기업과 같이 한 두 가지의 기술이나 제품이 기업의 가치를 창출하는 경우는 기업가치를 평가하는 것도 기술이나 제품의 가치평가 대안이 될 수 있다. 따라서 본 연구에 있어서 실제적인 가치평가의 대상은 연구개발 프로젝트, 제품, 요소기술, 벤처기업이 된다.

2.2. 기술 가치평가와 기술 평가

기술 가치평가(valuation)와 기술 평가(assessment)의 차이를 설명하기 위하여 먼저 기술 평가를 정의하기로 한다.

조직이 갖고 있는 자원과 환경을 명확히 파악하는 것은 기업이 효과적인 사업전략(business strategy)을 수립하기 위한 필수적인 사항이다. 기술 평가는 이러한 전략적 관점에서 수행되는 것으로 첫째, 어떠한 기술적 자원이 기업의 전략적 우위를 창조하며 또한 기업이 선택한 사업전략에는 어떠한 자원이 소요되는가를 결정하고 둘째, 어떠한 미래 기술 동향(technological trends)이 경쟁 전략을 추진하기 위한 기업의 능력에 지대한 영향을 미치게 될 것인가 결정한다. 이때 기업이 보유한 자원의 능력과 소요량은 유연성(flexibility)의 관점에서 조사되며, 미래 기술 동향은 기술 예측(technology forecasting)을 통하여 평가될 수 있다(Noori, 1990).

기술 평가는 전략 지향적이므로 기업에 미치는 기술의 전략적 가치가 평가의 기준이 되는 것이 당연하다. 이와는 달리 기술 가치평가는 기업의 전략으로부터 독립적인 경우가 일반적이다. 기술 가치평가에서는 대체로 기술 자체가 갖고 있는 공정한 시장 가치(fair market value)를 평가하는 것이 중요하며, 가능한 한 중립적 거래(arm's-length transaction) 상황에서 기술의 금전적 가치(monetary value)를 측정하는 것이다.

실제 거래가 이루어지지 않은 상황에서는 기술이 지닌 가치를 화폐가치로 환산한다는 것이 대체로 용이하지도 않거니와 또한 측정 결과에 대한 신뢰성이 확보될 가능성도 매우 희박하다. 따라서 대부분의 기술 가치평가는 평가 대상 기술의 금전적 가

치를 서열로서 파악한다거나 혹은 등급으로 구분하는 수준에서 이루어질 수밖에 없고, 다만 설득력 있는 근거 자료가 충분하다거나 또는 꼭 필요한 경우에 한하여 금전적 가치평가를 수행하게 된다. 이러한 맥락에서 기술 가치평가 모형은 기술의 가치 등급평가 모형과 화폐가치평가 모형으로 나누어지게 된다.

기술 가치등급평가 모형은 화폐가치로 기술의 가치를 제시하지 못하는 취약점이 있다 하겠으나 기업의 필요에 따라 전략에 관련한 평가요소들을 모형에 도입할 수 있는 장점이 있다. 투자위험이 큰 연구개발 프로젝트 혹은 벤처(venture) 프로젝트 등에 투자하는 경우에는 프로젝트의 금전적 가치평가 못지 않게 프로젝트가 지니고 있는 가능성과 위험을 분명히 파악할 수 있다는 것이 중요하므로 전략적 요소를 고려할 수 있는 기술 가치등급평가 모형이 유용하게 활용될 수 있다.

2.3. 기술 가치평가 환경

기술 가치평가의 결과는 가치평가가 객관적으로 수행되는 경우에도 목적이나 상황에 따라 달라질 수 있다. 이는 기술 가치평가의 객관적 기준이 목적과 상황에 따라 다를 수 있기 때문이다. 또한 기술 가치평가의 결과는 기술 개발의 단계 혹은 시기에 따라서도 다르게 된다.

기술 가치평가의 목적

기술 가치평가를 요구하는 개별적 요구는 매우 다양하나, 이를 유형별로 분류하여 보면 다음과 같다(Reilly & Schwehs, 1999).

거래: 기술의 구입, 판매, 라이선싱(licensing)

을 위한 거래 가격 산정.

금융: 기술의 재무 증권화 또는 대출 담보 설정.

세무: 기술의 기증, 처분, 상각을 위한 세무 계획 수립 및 세금 납부.

전략: 기업의 가치 증진, 기술 상품화, 분사(spin-off), 기타 장기 전략적 경영계획 수립.

청산: 기업의 파산 또는 구조 조정에 따른 자산 평가, 채무 상환 계획 수립.

소송: 특허권 침해, 채무 불이행, 기타 재산 분쟁 관련 법적 소송.

위에서 기술의 거래는 개별적으로 이루어질 수도 있고 M&A(Merger and Aquisition)에서처럼 일괄적으로 이루어지기도 한다.

기술 개발 단계

기업에 있어서 연구개발(R&D)은 여러 단계를 거쳐 수행되며, 각각의 연구개발 프로젝트를 단계별로 관리하는 것이 보편화되어 있다. 각 단계에 대한 명칭이나 혹은 단계별로 수행되는 활동의 내용은 프로젝트, 기업 혹은 업종에 따라 상이하다. 또한 각 단계에 따라 성공 확률, 집행 예산, 연구 인력이 갖추어야 할 자질 등에서 많은 차이가 있다. 대부분의 연구 인력은 하나나 둘 정도의 특정한 단계에서 평생을 봉직하는 것이 일반적이고 프로젝트의 처음부터 끝까지 참여하는 경우는 매우 드물다. 연구개발 단계는 다음과 같다(Boer, 1999).

단계 0 (아이디어 탐색 및 선정): 상업적으로 성공 가능성 있는 아이디어를 찾아내어 연구개발 프로젝트화 가능성을 심의하고 이들 중에서 기업의 전략과 능력을 고려하여 선정한다.

단계 1 (개념적 연구): 초기 목표시장, 주요 고객, 연구 방법, 기술적 우위 요소, 국내외 특허 출원 가능성, 플랫폼(platform) 기술이 될 가능성 등을 연구 조사하여 연구 개발 제안서(proposal)를 승인 받고 다음 단계 연구를 위한 작업계획과 일정계획을 수립한다. 실험실 검사 수준의 연구가 수행되며, 특허 출원을 준비한다.

단계 2 (타당성 연구): 초기 목표시장에 대한 시장조사를 수행하고 기술의 응용 분야가 많은 경우 선발 응용 분야를 집중 검토한다. 선발 응용 제품에 대한 예비 규격을 비용과 성능을 검토하여 설계한다. 실험실 수준의 규모에서 벤치(bench) 규모로 연구 장비가 확대된다. 예비 생산 공정에 따라 상업적 생산을 위한 투입 자본을 산출한다.

단계 3 (개발): 제품 생산을 위한 제품 규격과 생산 공정을 확정한다. 여기서 제품 규격이란 제품의 외형적, 기술적, 기능적 규격뿐만 아니라 유통 채널, 마케팅, 포장, 법적 사항, 환경 문제 등의 다양한 고려 사항을 의미한다. 파일로트(pilot) 생산라인이나 공장을 건설하고 외부 기관과의 성능 검사 계약 등을 체결하는 등 막대한 비용이 지출된다. 경영진은 제품의 독자적 생산 대안으로서 합작투자, 자회사설립, 기술 양도, 라이선싱 등이익 최대화를 위한 방안들을 다각도로 검토한다.

단계 4 (초기 상품화): 시장 진출의 교두보를 구축하고 제품 디자인, 품질 및 생산에 관한 문제점이 파악되는 대로 해결책을 마

련한다. 소비재인 경우에는 지역에 대한 테스트 마케팅으로서 제품이 판매된다. 본격적인 제품 생산을 위한 생산라인이나 공장 건설이 추진된다.

위의 다음 단계는 성공적인 상품화 단계이다. 물론 모든 프로젝트가 각각의 단계를 모두 거치는 것은 아니며, 경우에 따라서는 중간 단계 혹은 마지막 단계로 바로 진입하는 경우도 있을 수 있다.

III. 기술 가치평가 모형

3.1. 기술 가치평가의 요소

대부분의 제품과 서비스는 거래가 이루어지는 시장이 존재하므로 공정한 시장가치(fair market value)의 대안으로 시장가치(market value)의 파악이 가능하다. 그러나 이러한 시장가치 또한 수많은 사회경제적 변수가 역동적으로 작용하는 수요, 공급에 의하므로 비록 시장가치에 관련하는 주요 요인들을 도출한다 하더라도 이 요인들은 특정 산업이나 특정 시기에만 적용 가능한 한계를 내포하고 있다.

더구나 기술은 일반 상품처럼 거래하는 시장이 발달되어 있지 않을 뿐만 아니라 거래가 은밀하게 이루어지거나 거래 내용을 공개하지 않는 경우가 허다하다. 따라서 기술의 가치를 시장가치로 파악하는 것이 매우 어려우므로 가치에 영향을 미치는 요인들을 통계적으로 검정하는 것이 용이하지 않다. 이에 대한 연구나 보고들은 기술관리 내지 경영 전략적 관점에서 수행한 문헌연구와 실무 전문

가들이 오랜 현장 경험을 통하여 주관적으로 개발한 요인들을 정리한 내용들이다.

McGrath(1997)는 기술개발 투자에 있어서 미래 이익 창출에 대한 불확실성과 전략적 기회에 영향을 미치는 주요 요인들을 체계화하였다. 그는 불확실성의 원천을 투자로부터 얻게될 총 누적순수익(total cumulative net revenue), 수익 유지능력(sustainability), 상업화 비용, 기술개발 비용의 네 가지로 크게 구분하였다. 총 누적순수익은 제품의 수요구조, 시장 적응 속도, 진입 저지, 판매 금지의 불확실성에 좌우되며, 수익의 유지능력은 제품 기술대체 가능성, 제품 모방 가능성에 기인한다고 하였다. 또한 상업화 비용은 기업의 하부구조, 병행 기술 개발, 공조 전문자원 소요에 영향을 받으며, 기술개발 비용은 기술축적 효과와 기술수명주기의 상태에 의한다고 하였다. 이를 구체적으로 기술하면 다음과 같다.

수요구조(structure of demand): 제품 수요의 성장 곡선 형태 및 성장 가능성.

시장 적응 속도(speed of adoption): 제품 발매 초기에 소비자의 구매 수준 및 급성장이 시작되는 임계 구매량(critical mass)의 규모.

진입 저지(blocking): 경쟁회사의 자사 제품 시장 보호를 위한 신제품 진입 방해.

수용(expropriation): 정부 시책에 의한 수용 또는 판매 제한, 협회 등의 방해.

기술대체(matching): 제품의 주요 기능을 다른 기술로서 달성하는 제품의 출현.

모방(imitation): 제품의 성능을 모방한 유사 제품의 출현.

하부구조(infrastructure): 판매 인적자원, 유통 채널, 통신 기술, 물류 시스템 등의 영업경쟁

력 관련 요소.

병행 기술 개발(parallel technology development): PC 판매에는 PC용 소프트웨어가 요구되듯이 제품 판매에 필요한 관련 기술의 개발.

공조 전문자원 소요(cospecialized asset requirements): 제품 개발에 요구되는 외부의 기술 지원, 공동 개발 등.

기술축적 효과(spillover effects): 기술 개발에 따른 지식의 축적 및 이를 통한 새로운 산업으로의 진출 가능성.

기술 수명주기 상태(technology life-cycle status): 진보된 기술이 출현하기까지의 기간 및 개발 기술이 업계 표준으로의 채택 가능성.

위의 요인들을 살펴보면 기업에서 기술을 선택하기 위한 전략적 개념을 포함하고 있다. 전장에서 약술한 바와 같이 기술 평가는 전략적 목표를 갖고 있다. 기술 평가와 관련한 요인들은 연구개발 프로젝트의 평가 요인들과 일치하게 된다.

Tipping(1995) 등은 연구개발 프로젝트를 평가하는 모형으로 기술가치피라미드(Technology Value Pyramid)를 발표하였는데 이는 크게 가치창조, 포트폴리오 평가, 사업 합치성, 기술의 자산가치, 기술혁신 과정의 효과성 평가의 5개 영역에 속하는 총 33가지 요인으로 구성된다.

Reilly & Schweih(1999)는 기술의 가치에 영향을 주는 속성들을 다음과 같이 열거하였다.

나이(절대적): 기술이 새로 개발된 최첨단 기술인가 해 목은 기술인가.

나이(상대적): 경쟁 기술과 비교하여 볼 때 신기술인가 아닌가.

사용(일관성): 제품 또는 서비스에 일관되게 사용되며, 기술의 효과가 입증됨.

사용(전문성): 기술이 사용되는 제품 및 서비스의 범위 정도.

사용(산업): 기술이 사용되는 산업의 범위 정도.

확대 가능성: 기술이 새로운 제품이나 서비스로 확대될 가능성.

활용 가능성: 기술이 새로운 산업에 면허(license)될 가능성.

사용의 검증: 기술의 응용이 입증됨.

활용의 검증: 기술이 이미 상업적으로 면허됨.

이익(절대적): 제품이나 서비스의 이익률과 투자회수를 산업 평균과 비교.

이익(상대적): 제품이나 서비스의 이익률과 투자회수를 경쟁 제품과 비교.

지속적 개발비용: 기술 수준을 최첨단으로 유지하는데 드는 비용.

상업화 비용: 기술 활용을 상업화하는데 드는 비용.

상품화 수단: 기술을 상업화하는데 사용 가능한 수단.

시장 점유율(절대적): 기술을 사용하는 제품 및 서비스의 시장 점유율 고저.

시장 점유율(상대적): 경쟁 기술 제품 및 서비스의 시장 점유율과 비교.

시장 규모(절대적): 제품 및 서비스 시장의 규모가 팽창 혹은 축소 여부.

시장 규모(상대적): 경쟁 기술 제품 및 서비스 시장의 팽창 속도와 비교.

경쟁: 기술에 대한 경쟁 정도.

인지 수요: 기술에 대하여 인지되는(perceived) 수요의 충족 여부.

미국의 NTTC(National Technology Trans-

fer Center, 1996)에서 기술 평가를 위하여 개발한 TOP Index는 기술의 가치를 다음의 10가지 속성으로 나누어 평가한다.

기술의 장점: 기술이 지닌 본질적 속성으로서 기술의 혁신성, 내용, 모방 용이성, 응용 가능 범위, 개발단계, 제품화 복잡성 등.

독점적 지위: 기술의 고유성과 특허에 관련한 속성으로서 특허 가능성, 특허 기간, 특허 강도, 특허 범위, 파생 가능 특허, 경합 가능 특허, 우월적 특허와의 위치, 특허 침해 소송 가능성.

경쟁 환경: 기술 개발 경쟁 및 기술 획득 경쟁의 수준, 기술의 경쟁 우위, 기술 사용 제품의 가격 경쟁 가능성 등.

시장 매력도: 기술의 소비자 욕구 충족도, 현재 및 미래의 시장 규모, 소비자 교육 필요성, 진입 장벽, 지리적 고려 및 한계, 발명자의 신뢰성.

기술적 장애: 기술의 상업화까지 예상되는 기술적 과제 및 해결 가능성, 개발 단계별 일정계획 준수 가능성, 개발 전문 인력의 수준 등.

제조 능력: 제품 생산에 소요되는 생산 인력, 생산 장비 및 설비, 실험 및 검사 기자재, 공정 복잡도, 제조 비용 수준, 품질관리 체계, 안전 및 환경 관련 사항.

규제 문제: 제품에 대한 정부 기관, 협회 등의 규제, 품질 인증을 위한 사내 규제 관련 사항 및 영향.

발매 시기: 계획한 발매 시점의 실현 가능성, 연장 가능성, 대안, 발매 시에 예상되는 시장 규모, 가격, 경쟁, 규제 변화, 발매 시기의 중요성.

조직적 요건: 제품 개발에 필요한 조직의 능력으로서 기술 숙련도, 외부 지원, 개발책 임자의 리더십, 마케팅 능력, 재무 능력, 생산 가능 조직의 능력.

투자 회수: 개발비용 및 상업화 비용, 예상 이익률, 시판까지의 잔여 기간, 잔여 개발기간, 연도별 투입 자본, 예상 수익, 판매원가, 할인율 등 투자 회수기간 산정에 관련한 사항.

상술한 연구들의 내용을 음미하여 보면, 기술 가치에 영향을 미치는 구체적 요인들을 어떠한 속성으로 분류하느냐에 따라 특정한 요인이 명확하게 표현되거나 암묵적으로 다루어지게 됨을 알 수 있다. 기술 평가 또는 가치평가에 있어서 이러한 속성들의 분류 체계는 평가 결과에 큰 영향을 미칠 수 있다. 그러나 어떠한 분류 체계가 보다 효과적이라는 주장을 입증하는 것은 결코 용이하지 않다.

국내 연구로는 한국과학기술원(1997)이 전략적으로 가용자원을 집중화하여야 할 중점연구 영역을 선정하고 핵심기술군을 도출하기 위하여 연구 가능 영역의 우선 순위를 정하는 선택 기준을 제시하였다. 큰 분류의 선택 기준은 경쟁우위 확보를 위한 전략적 중요도, 외주(outsourcing)를 포함한 기술적 가용성, 연구개발 능력 및 투자능력을 고려한 기술 포지션, 상업화 시기, 기술적 위험과 사업화 위험, 국가에 미치는 경제적 효과이다.

이상필, 박정오(1999) 등은 기술 가치에 영향을 미치는 요인들을 기술성, 사업성, 환경적 특성으로 대분류하고 구체적 요인들을 제시하였다. 이 연구는 한국적 특성을 고려하여 사업성 요인으로 수출 시장 진출 가능성을 포함하고 있으며, 또한 환경적 특성에 기업화 지원 여건 및 해당기술 개별지원시책 등을 평가하고 있다.

정보통신기술이전센터가 최근에 개발한 ITTC-TR (Information Technology Transfer Center - Technology Rating)는 TOP Index와 유사한 구조를 갖고 있다. 평가항목은 10개로서 기술성, 기

술적 장애, 지식재산권의 상태, 생산의 용이성, 시장성, 시장진출시기, 투자수익성, 경쟁환경, 규제현안, 제품의 시장성 및 성장성이다(임종태, 2000)

3.2. 기술 가치등급평가 모형

기술 가치등급평가 모형은 가치평가의 결과를 화폐단위로 나타내는 것이 아니고 평가 대상 기술들 간의 우열을 판단하기 위한 정보를 제공하는 수준에서 만족하고 있다. 평점 모형, 프로파일 모형, 점검표 모형, 쌍대 비교(paired comparison) 모형 등이 이에 속한다(이상필, 박정오 외, 1999). 이 모형들은 평가 과정과 결과를 출력하는 방식에서 차이가 있으나 기술 관련 요인들을 열거하고 있는 점에서는 동일하다. 또한 요인 선택에 있어서 평가 주체의 전략적 관점이 개입하면 모형의 형태와 분석 절차가 기술 평가 모형과 다름이 없다.

기술 가치등급평가 모형 개발의 첫 단계는 앞 절에서 논의한 바와 같은 연구들을 바탕으로 산업 특성에 부합되는 기술 가치평가 요인들을 전문가 패널을 통하여 선정하는 것이다. 가장 보편적 형태인 평점 모형의 개발 순서는 다음과 같다.

- 단계 1: 전문가 패널의 구성.
- 단계 2: 평가 요인의 대분류.
- 단계 3: 평가 요인의 소분류 및 명확한 정의.
- 단계 4: 평가 요인의 가중치 혹은 최고점 결정.
- 단계 5: 평가의 주관적 요소를 최소화하도록 문항과 보기를 구체적으로 작성.

위에서 단계 3까지의 과정은 기존에 발표된 연구들을 참고하고 평가 시에 요인에 대한 개념이 명확하게 인식되도록 용어 선택과 내용 설명을 간결하

고 정확하게 하여야 한다. 단계 5에서는 평가자가 점수를 부여할 때 참고가 되도록 점수 응답의 기준이나 점수 구간을 제시하는 것으로 NTTC의 TOP Index는 이러한 면에서 비교적 철저하게 개발된 모형이라 할 수 있다.

단계 4에서 평가 요인의 가중치를 정하는 방법은 다기준 의사결정(MCDM: multi-criteria decision making) 문제에서 가중치 결정에 응용하는 경영과학(management science/operations research)적 기법들을 활용하는 것이 바람직하다. 이에 해당되는 기법으로는 계층분석과정(AHP: Analytic Hierarchy Process), 네트워크분석과정(ANP: Analytic Network Analysis), 컨조인트 분석(conjoint analysis)의 연산 기법인 LINMAP 등이 있다.

계층분석과정(AHP)

계층분석과정은 Saaty(1980)가 개발한 의사결정 기법으로서 의사결정에 영향을 미치는 요인들을 대분류, 중분류, 소분류하는 식의 계층적 구조로 파악하는 것이 특징이라 할 수 있다. 동일한 차상위 요인에 속하는 요인들끼리만 두 가지씩 비교(쌍대비교)하여 요인들 간의 중요도를 산출하므로 이해하기 쉽고 비교적 연산이 간단한 편이다.

관련 요인이 많은 경우에 요인들의 우선 순위를 정하는 것은 신뢰할 만한 인간의 능력 범위에 벗어난다는 것이 실험적으로 입증된 바 있다. 인간이 한꺼번에 이성적으로 분별 가능한 요인의 수는 문제의 난이도에 따라 다섯 가지에서 아홉 가지가 최대라 한다. Saaty는 이러한 점에 착안하여 동시에 비교되는 요인들의 최대수가 아홉 개 이하가 되도록 요인들을 계층적으로 분화하는 모형을 제시한 것이다. 또한 쌍대비교 시의 평가 점수도 1부터 9

까지의 정수만을 사용하여 무리한 분별을 피하고 있다.

평가 요인들을 보다 구체적으로 세분화하여 분석할 수 있는 장점을 갖고 있으므로 근래에 들어와 국내에서도 점차 활발하게 응용되는 경영과학 기법이라 할 수 있다(Kim & Whang, 1993; 최희성, 황규승, 1999). 기술 평가와 같이 관련 요인이 많은 경우에는 요인들의 중요도 도출에 효과적으로 적용 가능한 기법이다.

네트워크분석과정 (ANP)

Saaty(1996)가 위의 AHP가 갖는 취약점을 보완하여 발전시킨 기법이다. AHP는 요인들 간의 독립성(independence)을 전제로 하고 있다. 실제의 의사결정 문제에 있어서 관련 요인들끼리 상호작용하는 경우가 전무할 수도 없을 뿐만 아니라 또한 요인들의 경계를 명확히 하여 모형화 하는 것도 용이하지 않다. 따라서 AHP 기법 적용 시에는 요인간의 독립성을 가정할 뿐 이에 대하여 검정하는 경우는 거의 없다. 이러한 실용적 한계를 극복하기 위한 대안이 ANP 이다.

ANP는 요인들 상호간의 종속성(dependence)을 수용하므로 AHP 모형처럼 요인들이 상하로만 연결되는 형태가 아니라 횡적으로도 연결되므로 네트워크 형태를 갖게된다. 그러나 AHP 모형에 비하여 복잡한 형태이므로 쌍대비교 문항이 훨씬 많아지는 단점이 있다. 따라서 요인들의 중요도를 아주 정확히 구하기를 원하거나 혹은 AHP 모형이 부적절 하다고 판단되어 관련 요인들의 종속성을 꼭 수용하여야할 필요가 있는 경우에 한하여 제한적으로 응용된다(윤민석, 이영, 성삼경, 1999).

LINMAP

LINMAP은 Srinivasan과 Shocker(1973)가 개발한 기법으로서 '우선순위의 다차원분석을 위한 선형계획기법(Linear Programming Techniques for Multidimensional Analysis of Preferences)'을 의미하며 컨조인트 분석(conjoint analysis) 기법의 연산방법에 속한다. 컨조인트 분석이란 어떤 제품이 갖고 있는 속성 하나 하나에 고객이 부여하는 효용을 추정함으로써, 그 고객이 어떠한 제품을 선택할지 예측하기 위한 기법이다. LINMAP의 연산 과정에서 속성들의 중요도가 산출된다(박찬수, 1994).

요인의 개수가 많아지면 자료의 수가 크게 증가하여야 되므로 AHP에서처럼 하부 요인들까지 중요도를 산출하기에는 적합하지 않다. 기술 평가 모형에서 대분류 요인들의 중요도를 구하는데 적절하게 활용될 수 있다.

3.3. 계량적 기술 가치평가 모형

계량적 기술 가치평가 모형은 평가 결과를 화폐 단위로 나타내거나 혹은 지수로 나타내거나 간에 평가 과정에 있어서 관련 요소들이 화폐 가치로 측정 가능함을 전제로 한다. 따라서 계량적 모형의 가치평가 결과가 지수로 표시된다 하더라도 화폐가치평가 모형에 포함시켜도 무방할 것이다.

전 장에서 이미 논의한 바와 같이 평가 대상의 기술은 특허 또는 이에 상응하는 수준의 핵심기술이다. 이러한 기술은 제품(혹은 부품, 시스템)이나 서비스에 결합되어 상품화 된다. 물론 한가지 기술이 여러 제품에 응용될 수도 있고, 역으로 하나의 제품이 여러 기술들로 구성 될 수도 있다. 또한 벤처기업처럼 한 두 가지의 주요 기술을 개발하였거

나 개발과정에 있는 기업들도 있다. 따라서 기술 가치평가에 적용 가능한 계량적 기법들은

- 가) 실물(real assets) 투자의 가치평가,
- 나) 연구개발 프로젝트 가치평가,
- 다) 지식재산권(무형자산)의 가치평가,
- 라) 기업의 가치평가

를 목적으로 연구된 기법들이 해당한다.

기술 가치평가에 있어서 가장 큰 어려움은 자료의 부족이라 할 수 있다. 따라서 이러한 기법들 중 기술 가치평가 목적과 사용 가능한 근거 자료를 고려하여 평가의 출발을 기업으로 할 것인가, 제품으로 할 것인가 혹은 개별 기술로 할 것인가를 먼저 확정하여 최선의 기법을 선택하여야 한다.

실물 투자의 가치평가 기법

실물 투자라 함은 제품, 기업, 연구개발 프로젝트에 대한 투자를 포함한다. 실물 투자에 대한 가치평가는 재무관리의 주요 연구 분야이므로 이에 관련한 기법들은 널리 알려져 있고, 상세한 내용은 대부분의 재무관리 교과서에 수록되어 있다. 평균이익률(ARR: average rate of return)법, 자본회수기간(payback period)법, 현금흐름할인(DCF: discounted cash flow)법으로 순현재가치(NPV: net present value)법, 내부수익률(IRR: internal rate of return)법, 현재가치지수법(수익성지수법) 등이 있다(지청, 장하성, 1995).

기술 투자의 경우에는 DCF법이 비교적 널리 활용되는데 이는 투자안에 따른 연도별 현금 흐름의 순현재가치(NPV: net present value)를 구한 것이다. DCF법을 실제 적용하는 경우에 있어서 매출 성장률, 평가 기간 말의 잔존가치 등을 계산하는 방식에는 여러 가지가 있다(코프랜드, 콜러, 머린, 1996). 기술 투자로 얻어지는 미래의 현금흐름을

예측하려면 미래의 수익(revenue)을 예측하여야 한다. 우리 나라의 경우 발명특허권의 보유 기간은 20년이다. 이와 같이 오랜 기간에 대하여 제품의 매출액이나 기술의 성능향상을 예측하는 경우에는 에스커브(S-curve)라 부르는 성장곡선 모형을 많이 이용한다(Boer, 1999; Kim & Whang, 1993).

연구개발 투자의 가치평가

연구개발 투자의 가치평가를 전담하기 위하여 개발된 모형은 투자의 비용효익분석(cost-benefit analysis) 지표가 주류를 이루고 있다. Olsen의 수익지수(index of return), Pacifico의 프로젝트 지수(project number), Teal의 연구유효도지수(index of research effectiveness) 등이 이에 속한다(이상필, 박정오 외, 1999). 비용효익분석이란 투자에 의한 기대수익을 투자비용으로 나누어 보는 것이다. 이 기법이 지니고 있는 한계는 비용은 비교적 통제와 예측이 가능하지만 수익은 예측이 곤란하다는 점이다. 물론 수익 예측의 문제는 모든 투자 기법이 당면하는 어려움이기도 하다.

특히 연구개발 투자는 기술개발의 위험, 상업화의 위험, 가격변동, 시장점유율, 제품성장률 등 많은 변수가 작용하며 또한 장기간에 대한 예측이므로 정확한 예측이 용이하지 않다. 따라서 기업들은 비용효익분석 개념에 기초하여 자체 개발한 지표들을 시행착오(trial and error)를 통하여 개선하고 있는 실정이라 할 수 있다.

연구개발 투자는 실물 투자에 속하므로 전술한 IRR, DCF 등의 기법을 활용할 수 있음은 당연하다. 또한 근자에 와서는 실물 옵션(real options) 기법을 활용하는 해외 기업들의 사례도 발표되고 있다.

지식재산권의 가치평가 기법

지식재산권과 같은 무형자산의 가치평가를 위한 접근 방법은 비용접근법(cost approach), 시장접근법(market approach), 수익접근법(income approach)로 크게 나누어 볼 수 있다. Smith & Parr(1994)는 기술 가치평가 기법으로서 신뢰할 수 있는 순서는 수익접근법, 시장접근법, 비용접근법이라 하였다.

- (1) 비용접근법: 제품의 재제작 비용(reproduction cost) 혹은 대체 비용(replacement cost)을 측정하여 이로부터 자산의 가치를 평가한다. 재제작이라 함은 진품과 똑같은 제품을 만드는 경우이며, 대체는 진품과 동일한 기능을 갖는 제품을 현재 가능한 자재로 만드는 경우이다. 이때 고려할 사항은 생산원가 변동과 감가상각(depreciation) 요소이다. 감가상각에서는 물리적 감가 외에도 기능적, 기술적, 경제적 진부화를 고려하여야 한다(Boer, 1999).
- (2) 시장접근법: 공정한 거래를 전제로 하는 시장가치를 측정하려는 것으로 기존의 실제 거래 자료와 당시의 시장 상황 및 현재의 시장 상황에 대한 평가를 근거로 기존 거래와의 비교 배수(multiple)를 산정한다. 이때 기존 거래 시장을 효율성, 성숙성, 비교가능성 차원에서 평가하고 또한 가치평가 목적으로 보아 시장 거래 적용이 합당한가를 고려하여야 한다(Reilly & Schweih, 1999).
- (3) 수익접근법: 지식재산권을 소유함으로써
 - i) 얻어지는 미래의 수익을 평가하는 방법,
 - ii) 절약되는 미래의 비용을 평가하는 방법,
 - iii) 면제될 수 있는 특허사용료(royalty re-

lief)를 평가하는 방법,

- iv) 경쟁우위로 인한 기업의 가치 증가를 비교하는 방법,
 - v) 기업 가치에서 다른 자산의 가치를 차감하는 방법
- 등이 있다. 미래 수익을 평가하는 경우에는 DCF 법을 주로 이용한다.

(4) 기타 기법:

- i) 기술요소법(technology factor method) - 다우케미칼사에서 개발한 방법으로 미래 현금흐름 증가의 순현재가치(NPV: net present value)에 기술요소(TF: technology factor)라는 조정계수를 곱하여 기술의 가치를 측정하는 기법이다. TF는 기술의 유용성 항목과 경쟁우위성 항목으로 크게 나누어 항목별로 가치 기여도를 증가, 무관, 감소로 평가한다. TF는 0 - 100%의 값을 갖는다(양동홍, 1999; 이동근, 1999).
- ii) ValuGrid 기법- 컨설팅 회사인 A. D. Little사에서 기술료(royalty) 산정을 위하여 개발한 방법이다. 기술의 매력도, 유용성, 경쟁우위를 고려한 기술성 수준과 경제적 효과 수준으로 기술의 위치를 파악하여 관련 산업에서 동일한 위치에 해당하는 기술의 기술료를 참고로 기술료를 책정하는 방법이다(Hasbacka, 1996).

이외에도 Lev(1999), Deng과 Lev(1998)는 다중회귀분석(multiple regression analysis)기법을 적용하여 연구개발 투자의 시장 가치 등을 연구하고 있으나 이는 개별 기술 가치평가에 활용하는 데는 한계가 있다. Lev는 또한 지식 자본(knowledge capital) 측정에 의한 연구개발 및 기업의

가치평가를 시도하고 있다(Rivette, 2000a).

기업의 가치평가

기업의 주식이 주식시장 또는 장외에서 거래가 활발히 이루어지고 있는 경우에는 이미 시장에서 기업의 가치평가가 이루어지고 있다 하겠으나, 그렇지 않은 경우는 기업의 자산 상태를 분석하거나 DCF법 등을 적용하여 가치평가를 할 수 있다. 그러나 근자의 벤처기업과 같이 무형자산의 가치평가가 높은 경우에는 각종의 배수 혹은 비율 모형이 널리 활용된다(코프랜드, 콜러, 머린, 1996; Damodaran, 1996; Grinblatt & Titman, 1998). 이러한 모형들로는

- i) 주가수익비율(PER: price/earnings ratio),
- ii) 주가 대비 장부가 비율(PBV ratio: price/book value ratio),
- iii) 주가 대비 매출액 비율(PSR: price/sales ratio)

등이 있다. 이때 주가의 산출에는 다음의 고든 성장 모형(Gordon growth model)과 같은 방법을 적용할 수 있다.

주가 = 내년의 기대 배당액/(자기자본 요구 수익률 - 영구 배당 성장률)

계산이 간단하므로 주식 상장시 주가 산출로부터 주가 비교 등을 위하여 널리 활용되며 또한 오용되는 경우도 적지 않다. PBV의 변형으로는 장부가 대신에 주가 대비 자산 대체 비용(replacement cost)의 비율을 구한 Tobin's Q가 있다(Damodaran, 1996).

요소 기술의 가치평가

하나의 제품이 여러 가지의 핵심기술로 구성되어 있는 경우에 있어서 특정한 기술의 가치를 측정하기 위해서는 위에서 기술한 방법들 중 적절한 기법

을 선정하여 먼저 제품의 가치평가를 수행하여야 한다. 다음, 제품구조도(product structure tree)를 분석하여 어느 부품에 평가하려 하는 기술이 소속되어 있는가를 파악하여야 한다.

제품구조도는 계층구조를 갖고 있다. 따라서 기술이 적용된 부품이 제품의 부가가치 창출에 기여한 비중을 구성 부품들의 원가를 계산해 보거나 또는 앞장에서 제시한 계층분석과정(AHP) 기법을 적용하여 산출할 수 있다. 만일 가치평가를 하려는 기술이 타사 제품에 대하여 높은 경쟁우위를 창출하는 경우나 혹은 부품 하나에 여러 가지 기술이 포함되어 있는 경우에는 후자의 방법을 활용하는 것이 보다 효과적이다.

IV. 실물 옵션(Real Option) 기법

4.1. 실물 옵션과 가치평가

옵션(option)이란 옵션매입자가 일정 기간(life of the option) 동안에 미리 약정한 가격, 즉 행사가격(exercise price)으로 자산을 사거나 팔 수 있는 권리이다. 살 수 있는 권리를 콜옵션(call option), 팔 수 있는 권리를 풋옵션(put option)이라 한다. 옵션에 대한 대표적인 이론적 연구는 노벨상 수상 업적으로 알려진 Black, Merton, Sholes의 작품으로서 그들의 연구 결과는 블랙-숄즈 옵션가격결정모형이라 불리 운다(Amram & Kulatilaka, 1999).

옵션은 원래의 의미 그대로 선택권이다. 옵션의 소유자는 미래에 전개된 상황이 자신에게 유리하면 권리를 행사하고 불리하면 자유롭게 권리를 포기할

수 있다. 즉, 옵션은 권리일 뿐 의무가 아니다.

미래의 상황이 명확하다면 옵션은 별도의 가치를 창출할 수가 없으나, 전개될 상황이 오리무중이면 기대 이상의 횡재도 가능할 수 있으므로 옵션은 미래가 불투명할수록 더욱 높은 가치를 지니게 된다. 또한 가까운 미래보다는 먼 미래가 예측이 더 곤란하므로 옵션은 행사시기가 멀수록 가치가 높게 된다. 한마디로 옵션의 가치는 미래의 변동성에서 발생하는 것이라 할 수 있다.

옵션은 기초자산에 따라서 주식옵션, 금리옵션, 외환옵션, 주가지수옵션, 선물옵션(options of futures) 등의 금융옵션(financial option)과 금융자산 이외에 대한 실물 옵션(real option)으로 구분된다(지칭, 장하성, 1995). 실물 옵션은 의사결정자가 실물 투자 또는 운영에 있어서 경영환경 변화에 부응하여 선택할 수 있는 대안의 특성에 따라 분류한다. 즉, 투자 시기의 연기, 투자 시기의 단계화, 투자 또는 운영 규모의 확대나 축소, 운영의 포기 또는 용도 변경, 선행적 투자에 의한 기득권 등 여러 가지 옵션이 있다(Trigeorgis, 1993)

실물 옵션은 전개되는 상황에 따라 미래의 의사결정에 유연성(flexibility)을 갖는다는 점에서 금융 옵션과 매우 흡사하다. 예를 들면 신기술 연구개발에 대한 소액의 투자가 성공하여 상업화를 위한 대규모의 투자와 수익으로 이어지게 되는 경우에 있어서 연구개발비는 옵션 가격, 상업화를 위한 투자 결정과 투자비는 옵션의 행사 및 행사가격에 해당된다(Hamilton, 2000).

일찌기 Myers(1984)는 기업의 전략적 관점에서 연구개발, 제품 디자인, 품질 개선 등의 투자에 대하여 실물 옵션의 개념을 도입할 것을 제안하였다. Kester(1984)는 기업의 연구개발 프로젝트는 위험이 큰 대신 가치 있는 전략적 기회도 많으므로

성장 옵션(growth option)의 관점에서 평가할 것을 권장하였다. Morris(1991) 등은 연구개발 관리자는 불확실성에 도전하여 위험성이 큰 프로젝트를 포함하는 연구개발 포트폴리오를 구성하여야 한다고 옵션의 개념을 강조하였다.

Dixit과 Pindyck(1995)은 가중평균자본비용(WACC: weighted average cost of capital)으로 투자안의 미래 현금흐름을 할인하여 순현재가치(NPV)를 산출하는 DCF법을 비교적 사용하기는 쉬운 대신에 유감스럽게도 자주 오류를 범한다고 지적하였다. 그는 기회란 미래에 있어서 행동을 취할 수 있는 선택권이지 의무가 아니며, 또한 근래에는 과거에 비하여 경영환경의 변동이 매우 심하고 예측 곤란하므로 옵션 기법에 의한 연구개발 평가를 강조하였다.

Luehrman(1997, 1998)은 기업에서 투자에 대한 가치평가 기법이 변하고 있고, 새로운 기법을 도입하는 것은 단지 시간의 문제일 따름이라고 단언하면서 옵션 기법의 실무 적용을 전망하였다. 또한 기업 실무에 옵션 기법을 도입하여 기존의 자본예산 체계(capital budgeting system)를 보완하여야 한다고 주장하였다. Faulkner(1996)는 연구개발 프로젝트 평가에 있어서 일본의 경영자들이 성장률이나 점유율 같은 것에 지나치게 집착하지 않고 장기적 관점에서 판단하는 옵션적 사고를 하고 있다고 보고하였다. 또한 기업에서 전통적으로 사용되는 DCF법의 보완 수단으로 조만간 옵션 기법이 주목을 받게 될 것이라고 전망하였다.

실물 옵션에 있어서는 옵션 행사를 위하여 지속적인 관련 동향 파악, 새로운 정보 획득 및 적절한 의사결정 시점을 요구한다. 그러므로 실물 옵션 관리의 옵션적 관점을 갖는 데서 출발한다. 투자 분석에 있어서 DCF법과 옵션의 관점을 비교해 보면

DCF법의 관점	실물 옵션의 관점
<ul style="list-style-type: none"> - 불확실성은 투자가치를 감소시킨다. - 미래의 정보에 대하여 제한적 가치를 부여한다. - 유형적인 수익과 비용만을 인식한다. - 확정된 의사결정 경로를 가정한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 불확실성은 투자가치를 증가시킨다. - 미래의 정보에 대하여 높은 가치를 부여한다. - 유연성, 학습등 무형적 요소의 (전략적 가치)를 인식한다. - 미래의 정보와 경영판단에 의한 의사결정 경로를 인식한다.

위와 같다(Hamilton, 2000).

Panayi와 Trigeorgis(1998)는 싸이프러스(Cyprus)의 통신부가 정보통신 기반시설투자에 대한 의사 결정과 싸이프러스은행이 해외점포 확장에 대한 의사결정에 성장 옵션 개념으로 분석한 사례를 소개하였다. Kemna(1993)는 셸(Shell)회사에서 유전 탐사 문제에 옵션 모형을 효과적으로 적용한 사례를 발표하였다.

Trigeorgis(1996)는 기업이 연구개발 투자에 실물 옵션 기법을 적용하여 성공한 여러 가지 흥미 있는 사례들을 소개하고 있다. Nichols(1994)는 연구개발 투자 평가에 대한 머크(Merck) 제약회사의 재무 평가분석그룹(Financial Evaluation and Analysis Group)의 사례를 소개하였다. 또한 Perdue(1999) 등은 웨스팅하우스일렉트릭사(Westinghouse Electric Company)의 과학기술센터에서 옵션 기법을 적용하여 회사의 모든 연구 프로젝트에 대한 포트폴리오를 최적화하는데 성과를 거두었다고 발표하였다.

위에서 기술한 바와 같은 연구 결과와 학계의 지속적인 권고에 비하여 보면 아직까지 기업의 재무 관리 전문가들이 실물 자산 투자 평가에 옵션 모형을 적용한 예는 별로 많이 알려지지 않고 있는 실정이다. 이는 흔히 블랙-숄즈 방정식(Black-Sholes equation)으로 불리는 블랙-숄즈 옵션가격결정모형의 수식이 난해한 형태여서 직관적으로 이해하기

어려운 점 때문이라고도 할 수 있다(Luehrman, 1998).

4.2. 블랙-숄즈 방정식

실물 투자에 대한 블랙-숄즈 방정식은 주식 투자에 대한 경우와 동일하며 단지 기초자산이 연구개발 프로젝트, 제품, 또는 벤처기업과 같이 실물이라는 점이 다르다. 이 때 투자비용은 주식투자 경우의 콜옵션 행사가격에 해당한다(Amram & Kulatilaka, 1999).

$$V = N(d_1)A - N(d_2)Xe^{-rT}$$

$$\text{단, } d_1 = [\ln(A/X) + (r + 0.5\sigma^2)T] / \sigma\sqrt{T}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (I)$$

V = 옵션의 현재가치

A = 기초자산(underlying asset)의 현재가치

X = 투자비용(cost of investment)

r = 무위험수익률(risk free rate of return)

T = 만기일까지 남아 있는 기간(time to expiration)

σ = 기초자산의 변동률(volatility)

N(d) = 표준정규분포의 d보다 적은 편차가 발생할 확률(누적확률)

위 식에서 우변 첫 번째 항은 옵션 만기일에 기초자산의 가치가 투자비용보다 클 경우, 즉 만기일에 $A > X$ 인 경우에 대한 기초자산의 기대값이다. 두 번째 항에서 $N(d_2)$ 는 만기일에 기초자산의 가치가 투자비용 보다 클 확률, 즉 $A > X$ 가 될 확률이며 Xe^{-rT} 는 투자비용의 현재가치이다.

주식 배당(dividend)을 고려하는 경우에 블랙-숄즈 방정식은 배당률을 D 라 하면 다음과 같이 변형된다(Trigeorgis, 1996).

$$V = N(d_1)Ae^{-DT} - N(d_2)Xe^{-rT}$$

단, $d_1 = [\ln(A/X) + (r - D + 0.5\sigma^2)T] / \sigma\sqrt{T}$
 $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$ (II)

위 식은 임대한 유전의 개발이나 특허 보유 기술의 제품개발 등에 있어서와 같이 투자환경이 최적 이 될 때까지 실제 투자를 미룰 수 있는 경우에 연기 옵션(option to defer)의 가치를 구하는데 응용된다. 이는 권리 만기일까지 남은 기간 n (년) 동안에 매년 동일한 비율 즉, $1/n$ 씩 권리가 소멸하는 경우와 주식 배당 D 가 매년 동일하게 지급되는 경우를 견주어 볼 때 옵션의 구조가 일치하기 때문이다. 따라서 D 값을 $1/n$ 로 하여 연기 옵션의 가치를 구할 수 있다(Damodaran, 1996, 2000).

4.3. 실물 옵션 시나리오

본 절에서는 연구개발 투자 결정과 벤처기업에 대한 투자결정 및 개발과정에 있는 기술의 가치평가를 위한 네 가지의 옵션 시나리오를 제시하려 한다. 옵션 모형의 응용 가능성을 설명하기 위한 것이므로 의사결정 상황을 매우 단순화하였다.

시나리오 1: 연구개발 투자 결정

이 시나리오는 Amram과 Kulatilaka(1999)의 예제를 수정한 것으로 전형적인 성장 옵션(growth option) 사례에 해당된다.

〈캐니텍에서 평가하고 있는 프로젝트 K 는 앞으로 2년간 매 분기마다 5천만원씩 총 4억원의 개발비가 투입될 예정이다. 개발이 완료되면 상업화를 위하여 12억원의 비용 투입이 추가로 요구되며, 이후에 프로젝트 K 의 시장가치는 22억원이 될 것으로 예상된다. 캐니텍은 프로젝트 K 를 채택하여야 하겠는가?〉

프로젝트 K 를 추진할 경우, 지출하게 될 비용은 확실하게 예상되므로 현재가치(PV: present value)로의 변환에 무위험수익률 $\gamma = 5\%$ 를 적용하고, 예상되는 수입은 불확실성이 크므로 위험조정수익률 $\gamma_a = 21\%$ 를 적용하여 보자.

지출: PV(4억원) = 3.83억원

PV(12억원) = 10.86억원

수입: PV(22억원) = 14.46억원

지출 항목의 합이 14.69억원으로 수입보다 0.23억원 많으므로 순현재가치가 음수가 되어 이 프로젝트는 DCF법에 의하면 기각되게 된다.

위에서 12억원의 상업화 비용은 개발 완료시의 시장 상황에 좌우된다. 즉, 개발 완료시의 시장 상황이 12억원의 신규 투자비용을 상회할 경우에만 집행 될 것이므로 캐니텍은 상업화 비용 지출의 옵션을 갖고 있는 셈이다.

실물 옵션 기법을 적용하기 위하여 블랙-숄즈 방정식 (I)을 적용하여 보자. 변동률 $\sigma =$ 연간 40%라 할 때, 방정식에 $A = 14.46$ 억원, $X = 12$ 억원, $\gamma = 5\%$, $T = 2$ 를 대입하면 옵션의 현재가치 $V = 4.96$ 억원이 된다. 따라서 옵션 가치

를 고려한 프로젝트 K의 가치:

$$V - PV(4\text{억원}) = 4.96\text{억원} - 3.83\text{억원} = 1.13\text{억원}$$

이다. 그러므로 캐니텍은 옵션 기법에 의하면 프로젝트 K를 채택하는 것이 바람직하다.

시나리오 2: 벤처기업에 대한 투자 결정

〈메니텍은 제품 M의 개발을 추진하고 있는 신생 벤처기업이다. M의 개발이 완료되기까지는 앞으로 2년이 더 걸릴 것으로 예측된다. M의 개발이 완료 되면 상품화를 위하여 12억원의 추가 투자를 하여야 되며, 이후 KOSDAQ 등록이 가능하다. 메니텍의 경영진은 M의 개발비용을 마련하기 위하여 투자 에인젤(angel)에게 1억원 투자의 대가로 40%의 주식 양도를 제의하였다. 에인젤은 이 제의에 대하여 어떻게 대응하게 될까?〉

이 시나리오의 과제는 현재의 기업가치를 평가하는 것이다. 에인젤이 제품 M과 유사한 업종에 속하는 KOSDAQ 등록 회사들의 평균주가를 구하여 2년 후의 메니텍 주가로 가정하고, 2년 후의 기업 가치를 예측하여 보니 22억원에 상당하였다. 이 업종 기업들의 주가수익 변동률 $\sigma =$ 연간 40% 였다. 무위험 수익률 $\gamma = 5\%$ 라면, 기초자산의 현재가치 $A = PV(22\text{억원}) = 14.46\text{억원}$, 투자비용 $X = 12\text{억원}$, 기간 $T = 2$ 를 블랙-숄즈 방정식 (I)에 대입하여 옵션의 현재가치 $V = 4.96\text{억원}$ 이 얻어 진다.

이 회사는 신생 벤처기업이므로 미래 기회 가치, 즉 옵션의 가치가 현재의 기업가치라 할 수 있다. 에인젤이 얻게되는 이 회사의 지분 40%의 현재가치는 $4.96\text{억원} \times 0.4 = 1.99\text{억원}$ 이 되므로 에인젤은 투자를 긍정적으로 고려할 것이다.

위와 같은 분석절차는 Amram & Kulatilaka

(1999), 그리고 Nichols(1994)가 보고한 머크(Merck)제약회사의 옵션 분석에서 찾아볼 수 있다. 이 시나리오 분석에서는 주가수익 변동률의 대안(proxy)으로서 벤처지수 변동률을 사용할 수 있다. 또한 현재 KOSDAQ 등록 회사들의 평균주가를 2년후 메니텍의 주가로 예측하고 있는데, 이 때 평균주가 대신에 중간순위(median) 회사의 주가로 대체하는 것도 고려하여 보아야 한다. 만일 메니텍의 업종이 선발기업이 갖는 이점(first-mover advantage)이 큰 산업이라면 주가가 월등히 높은 선발기업들을 제외하고 업종의 평균주가를 산출하는 것이 오히려 합리적일 수도 있다.

시나리오 3: 기술의 가치평가(미래가치)

〈나노텍은 생명공학 프로젝트 N를 추진하고 있는 잘 알려진 벤처기업으로서 회사의 주식이 장외 시장에서 활발하게 거래가 이루어지고 있다. 프로젝트 N은 2년 내에 완료될 예정이고, 이 때에는 상업화를 위하여 추가로 12억원의 투자가 필요하다. 상업화 이후에 프로젝트 N의 가치는 얼마로 예상되는가?〉

만일 프로젝트 N이 나노텍의 유일한 프로젝트라면 이 시나리오의 과제는 2년후의 기업가치를 예측하는 것이다. 먼저 이 시나리오를 시나리오 2와 비교하여 보자. 나노텍의 주식은 시장에서 거래가 이루어지고 있으므로 기업가치는 시장가치라 할 수 있다. 시나리오 2에서 블랙-숄즈 방정식으로 구한 옵션가치 V를 현재의 기업가치로 평가하였음을 상기해 보면 이번에는 기업가치가 시장을 통하여 구해지므로 옵션가치 V가 얻어진 셈이 된다. 결과적으로 이 시나리오는 투자비용 X와 옵션가치 V를 알고 있고, 기초자산의 현재가치 A가 미지수인 경

우이므로 시나리오 2의 역(reverse)에 해당한다고 할 수 있다.

만일 나노텍의 시장가치가 현재 4.96억원이고 γ , σ , T값이 시나리오 2에서와 동일하다면 블랙-숄즈 방정식으로부터 $A = 14.46$ 억원이 얻어진다. 2년 후의 기업가치는 A에 적정이자율을 적용하여 구할 수 있다. 만일 2년후의 기업가치에 위험조정할인율이 적용되어 현재의 장외시장에서 주가에 반영되고 있다고 가정한다면, $r_a = 21\%$ 라 할 때 2년후의 나노텍의 가치는 22억원으로 평가된다. 따라서 투자가 완료된 후에 프로젝트 N의 가치는 22억원이라 할 수 있다.

위와 같은 해석은 현재의 주식가치가 기초자산의 현재가치인 증권거래의 경우와 비교하여 본다면, 다소 혼동이 되는 점도 없지 않다. 그러나 이 시나리오와 같은 성장 옵션에서는 행사가격이 언제나 추가로 요구되는 투자비용이란 점에 주목하여야 한다. 증권거래에 있어서 만일 콜옵션의 행사가격이 현재의 주식가격 이하라면 바로 옵션을 행사하여 이득을 취할 것이므로 콜옵션의 행사가격은 언제나 현재의 주가보다 높다. 그러나 옵션 행사시에 추가로 비용을 지불하지는 않는다.

시나리오 4: 기술의 가치평가(연기 옵션)

〈소노텍은 차세대 핵심기술로 지목되는 S가 개발되었다는 정보를 입수하고 기술개발회사와 특허 양수를 위한 협상을 계획하고 있다. 소노텍의 제품에 기술 S가 장착될 경우 기대되는 순익 증가를 시뮬레이션하여 보면 현재가치로 15억원이 된다. 한편 제품 디자인 및 생산라인 개조 등을 위한 투자비가 14억원 예상된다. 기술 S는 소노텍에게 얼마나 가치가 있는 셈인가?〉

소노텍이 기술 S에 대한 권리를 독점적으로 행사할 수 있는 경우를 상정하고, 투자 시기를 시장 변화를 고려하여 미룰 수 있는 옵션의 가치를 구하여 보자. 연기 옵션이므로 블랙-숄즈 방정식 (II)를 적용한다. 이때 특허보유기간이 20년이면,

$$D = 1/n = 1/20 = .05$$

이며, $A = 15$ 억원, $X = 14$ 억원, $T = 20$ 년 이다. $\gamma = 5\%$, $\sigma = .4$ 이라 하면, 연기 옵션의 가치 $V = 3.54$ 억원이 얻어진다. 따라서 기술 S의 순현재가치는 DCF법에 의하면 수입에서 비용을 감한 1억원 뿐이지만, 투자를 연기할 수 있는 옵션가치를 고려하면 3.54억원이 된다.

4.4. 실물 옵션 모형의 실용성

앞 절에서는 네 가지 옵션 시나리오를 통하여 옵션 모형의 가치평가 적용 가능성을 제시하여 보았다. 이 시나리오들은 분석 환경을 매우 단순화 하였으며 또한 입력치(input value)들이 모두 주어져 있다. 실제 문제 분석에서는 의사결정의 유연성을 체계적으로 파악하여 실물 옵션을 구체적으로 설정하고, 기초자산의 현재가치, 변동성, 기초자산의 예상 수명 등의 입력치를 구하는 작업을 하게된다. 실물 옵션 기법을 옹호하는 학자들은 옵션 모형이 가치평가 대상이 되는 기초자산에 대하여 필요로 하는 자료가 DCF법에 비하여 적으며 또한 미래에 일어나는 불확실성의 결과를 반영할 수 있다는 점을 강조한다. 즉, DCF법에서는 미래의 기회가 확률적으로 주어진 것으로 가정하는데, 이러한 가정은 연구개발과 같이 장기적인 회수기간을 갖는 경우에는 무리한 가정이라 할 수 있다. 또한 DCF법은 의사결정자가 상황 변화에 대응하여 추진하고 있는 사업을 확장하거나 변경, 포기하는 등의 경영

의 유연성에 따른 이점을 간과하고 있다.

옵션 가치평가에서는

- i) 미래 주식 가격에 대한 확률을 예측할 필요가 없으며,
- ii) 기초 자산의 기대수익률(expected rate of return)을 알 필요가 없으며,
- iii) 옵션의 기대수익률을 알 필요가 없으며,
- iv) 위험에 대한 할인을 조정이 불필요하다(Amram & Kulatilaka, 1999).

따라서 옵션 모형 적용에 필요한 변동률이 증권 시장을 통하여 산출이 가능하다면 DCF법에서처럼 미래의 제품 수요를 예측하기 위하여 주관적 판단에만 의존할 필요는 없다.

위의 논거에 의하면 옵션 기법은 DCF법의 탁월한 대안처럼 보인다. 그러나 이와 같은 논의는 면밀한 검토를 필요로 한다. 근자에 옵션 기법의 실물 적용을 위하여 적극적으로 활동하는 Amram, Kulatilaka, Damodaran, Luehrman 등도 옵션 기법을 DCF법의 대안으로 사용하기보다는 보완적으로 사용할 것을 권장하고 있으며 또한 실물 옵션 기법이 기업 의사결정의 도구로 정착하기에는 아직도 걸음마 단계임을 인정하고 있다.

주식에 대한 블랙-숄즈 옵션가격결정모형은 주가가 마야코프 과정(Markov process)의 일종인 브라운 운동(Brownian motion)을 하며, 주가의 변동은 로그정규분포(log-normal distribution)를 이룬다고 가정하고 있다(Tregeorgis, 1996). 만일 이러한 가정이 실물 옵션의 기초자산 가치에 대하여 그대로 유효하다면 블랙-숄즈 모형의 실물 적용은 신뢰성을 확보할 수 있다. 그러나 실물 자산은 주식처럼 금융시장(financial market)에서 가격결정이 이루어 지는 경우가 흔하지 않다. 또한 실물 자산은 금융시장에서 가격에 반영되기 곤란한

자산 고유의 위험(private risk)을 지니고 있다.

위의 한계를 고려하여 Amram과 Kulatilaka (2000)는 실물 옵션을 전략 옵션(strategy option)의 부분 집합(subset)으로 정의하고 있다. 즉 유전 개발의 경우는 원유 가격 변동이 회사 주가에 즉각 반영되므로 실물 옵션에 가장 적합한 예로 볼 수 있는 반면, 제약회사의 약품 개발 경우는 실물 옵션이 아니라 전략 옵션일 뿐이라고 강조한다. 왜냐하면 약품 개발 프로젝트는 일반적으로 성공하면 막대한 이익이 예상되므로 개발의 다음 단계 진행 여부는 개발 제품의 가격 변동 보다는 독성검사 등의 시험결과에 의하며, 또한 제품의 시장성에 크게 영향을 주는 치료효과 범위에 대한 약품 설명서 문구도 FDA(Food and Drug Administration)의 결정에 의하므로 재무적 고려에 따른 의사결정의 옵션은 아니기 때문이다. 이들은 실물 투자가 갖는 유연성(flexibility)은 대체로 유전 개발과 약품 개발 양극단의 사이에 해당하는 것으로 보고 있다. 또한 약품 개발과 같은 전략 옵션은 의사결정나무(decision tree)로서 분석하는 것이 블랙-숄즈 모형에 의한 분석 결과 보다 오차가 더 적으므로 전략 옵션에는 전통적으로 사용해온 의사결정나무 기법을 적용하도록 권하고 있다.

전략 옵션과 실물 옵션을 구분하는 위의 정의에 따라 실물 옵션을 제한하면 블랙-숄즈 모형의 적용 대상은 매우 축소된다. 한편 이러한 엄밀성을 완화하면 실물 옵션 또한 사업계획의 신뢰성, 기술개발의 성공 확률, 기술개발 기간의 불확실성 등 프로젝트 고유의 위험이 증대하여 DCF법이 해결할 수 없는 문제의 많은 부분을 그대로 지니게 된다.

Smith와 Nau(1995)는 의사결정나무 분석이 정확히 이루어지면 이 분석에 의한 옵션 가치와 최적의사결정은 실물 옵션 분석에 의한 결과와 일치

함을 증명하였다. Smith와 McCardle(1999)은 의사결정나무 분석 모형에 옵션 모형과 동일하게 유연성 개념을 도입할 수 있음을 예시하면서 옵션 분석과 의사결정나무 분석은 서로 보완적으로 잘 결합할 수 있는 모형이라고 발표하였다. 또한 원유 가격의 확률과정(stochastic process)이 브라운 운동이라기 보다는 평균회귀과정(mean-reverting process)을 따르고 있음을 고려하여 유전개발 분석에 적합한 블랙-숄츠 모형의 변형을 제시하였다.

상술한 바와 같이 실물 옵션 모형은 실물자산의 특성이 증권시장에서 변동성(volatility) 추적이 가능한 금융 옵션과 유사할수록 분석결과의 신뢰성이 높으나 자산의 고유한 위험이 클수록 분석결과의 신뢰성이 떨어진다. 또한 실물자산이 주가와 동일한 형태의 확률과정을 따르는가에 대한 연구도 필요할 것으로 보인다. 이러한 옵션 모형의 한계를 감안 하더라도 강조할 점은 옵션 기법이 유용한 가치평가 방안으로 발전될 수 있는 가능성이다.

V. 결 론

기술 가치평가에는 지금까지 논의한 바와 같이 지식재산권에 대한 가치평가 기법뿐만 아니라 실물 투자, 연구개발 투자 및 기업의 가치평가를 위하여 개발된 기법들이 적용 가능하다. 실무에 있어서는 자료의 부족으로 인하여 기법 적용에 많은 제한이 따르게 되므로 가치평가 결과의 신뢰성을 확보하고 또한 평가 목적에 부합하는 효과적인 평가 모형을 선택하려면 다각적인 관점에서 접근할 필요가 있다.

옵션 모형은 실물 자산의 고유한 위험이 낮은 경

우에는 유용한 가치평가 기법이라 할 수 있으나 고유한 위험이 높을수록 분석 결과에 대한 신뢰성이 감소한다는 사실에 유의하여 적용하여야 한다. 연구개발 프로젝트 또는 벤처기업에 대한 투자 결정에 있어서는 할인현금흐름법에 따른 보수적 평가와 더불어 실물 옵션 기법에 의한 보다 적극적인 평가를 병행하여 검토하는 것이 바람직하다.

기술 가치평가를 위한 기법 연구의 방향을 제시하면 첫째, 기술 가치에 영향을 주는 요인과 이의 중요도를 도출하여 신뢰성 있는 가치평가 모형을 개발하는 것이다. 둘째, 미래에 대한 예측력을 높여 프로젝트 고유의 위험을 감소시키기 위한 연구로서 시스템 다이내믹스(system dynamics) 등을 이용한 시뮬레이터(simulator)의 개발이다. 셋째, 특정 제품 또는 특정 기술 분야의 발전 방향을 심층 분석하기 위하여 제품을 구성하는 관련 부품 기술에 대한 기술 지도(technology map) 또는 기술나무(Technology tree)의 개발이다. 넷째, 블랙-숄츠 모형이 특정한 실물 자산의 변동성을 고려할 수 있도록 자산 특성에 적합한 확률과정(stochastic process)을 탐구하는 것이다.

끝으로 기업에서는 개별적인 지식재산권의 정확한 가치평가에 노력을 기울일 뿐만 아니라 또한 가치평가의 한계를 인정하고 이를 고려하는 투자 포트폴리오의 개발에 노력하여야 할 것이다. 따라서 활용 가능한 여러 가지 가치평가 결과를 통합하여 포트폴리오를 최적화하기 위한 연구가 요구된다.

참고 문헌

- 박찬수(1994), '컨조인트 분석,' *현대의 마케팅과학*, 유편화 엮음, 법문사.
- 양동홍(1999), *미국의 기술가치 정량화 평가기법 조사·분석*, 정보통신연구원.
- 윤민석, 이영, 성삼경(1999), '유지보수성 목표하의 소프트웨어 개발방법 평가에 관한 실증연구: ANP 기법을 중심으로,' *한국경영과학회지*, 24, 141-156.
- 이동근(1999), '지정기술료 산정을 위한 기술가치평가,' *가치평가 및 기술이전 워크숍*, 정보통신연구진흥원 부설 정보통신기술이전센터.
- 이상필, 박정오 외(1999), *개별기술평가 모델 개발*, 산업기술정보원, 중소기업청.
- 임종태(2000), '정보통신기술의 등급평가모델 적용사례,' *기술가치평가 Workshop*, 정보통신연구진흥원 부설 정보통신기술이전센터.
- 지청, 장하성(1995), *재무관리*, 법경사.
- 최희성, 황규승(1999), 'AHP 기법에 의한 금융위험관리 소프트웨어 평가에 관한 연구,' *경영과학*, 16, 51-59.
- 코프랜드, 콜러, 머린(1996), 박순풍 역, *기업가치평가*, 경문사.
- 한국과학기술연구원(1997), *정부출연연구기관의 전략적 기술기획 시스템 구축에 관한 연구*.
- Amram, M. & N. Kulatilaka(1999), *Real Options*, Harvard Business School Press.
- Amram, M. & N. Kulatilaka(2000), "Strategy and Shareholder Value Creation: The Real Option Frontier," *Journal of Applied Corporate Finance*, 13, Summer, 15-28.
- Boer, F. P.(1999), *The Valuation of Technology*, John Wiley & Sons.
- Capon, N. & R. Glazer(1987), "Marketing and Technology: A Strategic Coalignment," *Journal of Marketing*, 51, 1-14.
- Damodaran, A.(1996), *Investment Valuation*, John Wiley & Sons.
- Damodaran, A.(2000), "The Promise of Real Options," *Journal of Applied Corporate Finance*, 13, Summer, 29-44.
- Deng, Z. & B. Lev(1998), "The Valuation of Acquired R&D," New York University, www.stern.nyu.edu/~bleb/research.html.
- Dixit, A. K. & R. S. Pindyck(1995), "The Options Approach to Capital Investment," *Harvard Business Review*, May-June, 105-115.
- Falulkner, T. W.(1996), "Applying 'Options Thinking' to R&D Valuation," *Research · Technology Management*, Vol 39, 50-56.
- Grinblatt, M. & S. Titman(1998), *Financial Markets and Corporate Strategy*, McGraw Hill.
- Hamilton, W.(2000), "Managing Real Options," *Managing Emerging Technologies*, edited by G. S. Day, P. J. H. Schoemaker & R. E. Gunther, John Wiley & Sons.
- Hasbacka, M.(1996), "Modified Market Comparables Method for Establishing Royalty Rates," A. D. Little, www.adlittle.com.
- Kemna, A. G. Z.(1993), "Case Studies on Real Options," *Financial Management*, Autumn, 259-270.
- Kester, W. C.(1984), "Today's Options for Tomorrow's Growth," *Harvard Business Review*, March-April, 153-160.
- Kim, S. B. & K. S. Whang(1993), "Forecasting the Capabilities of the Korean Civil Aircraft Industry," *OMEGA, Int. J. of Management Science*, 21, 91-98.
- Lev, B.(1999), "R&D and Capital Markets," *Journal of Applied Corporate Finance*, 11, 21-35.
- Luehrman, T. A.(1997), "What's It Worth? A General Manager's Guide to Valuation," *Harvard Business Review*, May-June, 132-142.
- Luehrman, T. A.(1998), "Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers,"

- Harvard Business Review*, July- August, 51-67.
- McGrath, R. G.(1997), "A Real Options Logic for Initiating Technology Positioning Investments," *Academy of Management Review*, 22, 974-996.
- Morris, P. A., E. O. Teisberg & A. L. Kolbe(1991), "When Choosing R&D Projects, Go With Long Shots," *Research · Technology Management*, 34, 35-40.
- Myers, S. C.(1984), "Financial Theory and Financial Strategy," *Interfaces*, 14, 126-137.
- National Technology Transfer Center(1996), *Technology Assessment*, Wheeling College, Inc.
- Nichols, N. A.(1994), "Scientific Management at Merck," *Harvard Business Review*, January-February, 89-99.
- Noori, H.(1990), *Managing the Dynamics of New Technology*, Prentice Hall.
- Panayi, S. & L. Trigeorgis(1998), "Multi-stage Real Options: The Case of Information Technology Infrastructure and International Bank Expansion," *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 38, 675-692.
- Perdue, R. K., W. J. McAllister, P. V. King & B. G. Berkey(1999), "Valuation of R and D Projects Using Options Pricing and Decision Analysis Models," *Interfaces*, 29, 57-74.
- Reilly, R. F. & R. P. Schweih(1999), *Valuing Intangible Assets*, McGraw-Hill.
- Rivette, K. G. & D. Kline(2000a), "Discovering New Value in Intellectual Property," *Harvard Business Review*, January-february, 54-66.
- Rivette, K. G. & D. Kline(2000b), *Remnants in the Attic*, Harvard Business School Press.
- Saaty, T. L.(1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill.
- Saaty, T. L.(1996), *The Analytic Network Process*, RWS Publication.
- Smith, V. S. & R. L. Parr(1994), *Valuation of Intellectual Property and Intangible Assets*, 2nd ed., John Wiley & Sons.
- Smith, J. E. & K. F. McCardle(1999), "Options in the Real World: Lessons Learned in Evaluating Oil and Gas Investment," *Operations Research*, 47, 1-15.
- Smith, J. E. & R. F. Nau(1995), "Valuing Risky Projects: Option Pricing Theory and Decision Analysis," *Management Science*, 41, 795-816.
- Srinivasan, V. & A. D. Shocker(1973), "Linear Programming Techniques for Multidimensional Analysis of Preferences," *Psychometrica*, 38, 337-369.
- Tipping, J. W., E. Zeffren & A. R. Fusfeld(1995), "Assessing the Value of your Technology," *Research · Technology Management*, 38, 22-39.
- Trigeorgis, L.(1993), "Real Options and Interactions with Financial Flexibility," *Financial Management*, 22, 202-224.
- Trigeorgis, L.(1996), *Real Options*, The MIT Press.

On the Study of Technology Valuation Methods

Kyu-Seung Whang*

Abstract

This paper reviews and categorizes the methods of technology valuation that have been developed and practiced by valuation specialists, R&D managers, and consulting firms. Methods of management science are presented for the weight allocation of technology valuing factors. The real option method, long time recommended by academicians, is highlighted and pursued for practical application. Four option scenarios are introduced for the purpose of R&D investment decision, venture firm valuation, and technology valuation.

key words: Technology Valuation, R&D Investment, Venture Firm Valuation,
Real Options

* Professor, College of Business Administration, Korea University.