

생물산업의 기술가치평가

기술기업가치평가 콜로кви엄
한국기술혁신학회 2002 춘계학술대회

2002. 5. 18.
한남대 경상대학

안두현

주최 (사)한국기술혁신학회
주관 (사)기술가치평가협회

제1절 생물산업의 기술가치평가

1. 기본 전제

1) 생물산업 기술가치평가의 관점

가. 생물산업에서 기술의 가치를 평가하는 관점은 매우 다양

- 정부 정책적 관점에서는 주로 환경과 사회경제적 영향을 평가하려는 경향이 강하고 거시경제적 관점에서는 자주 산업적인 파급효과를 평가하고자 함.
- 정부 연구개발투자를 관리하는 관점에서는 제안된 기술개발과제에 대한 우선순위를 결정하는 것이 필요하며, 기업의 관점에서는 경제성 측면에서 기술의 가치를 평가하려 할 것임.
- 기술의 가치를 평가함에 있어 이와 같이 다양한 관점이 존재하는 상황에서 일반적으로 적용 가능한 기술의 가치평가 모형을 제시하기란 매우 어려움. 왜냐하면, 평가를 하고자 하는 관점이 무엇이나에 따라 평가모형과 그 모형을 구성하는 변수들의 범위 및 각 변수에 대한 측정의 범위가 결정될 수 있기 때문임.
- 따라서, 이와 같이 다양한 관점을 모두 만족시키는 기술 가치평가에 대한 개념을 제시하기보다는 우선, 가장 중요하다고 판단되는 관점을 위해 활용될 수 있는 개념을 제시하고 이것이 다른 관점으로 확장 가능한지를 검토하는 접근방법을 취하는 것이 바람직함.

나. 투자자 관점이 강조될 필요가 있음.

- 기술 가치평가가 가장 유용하게 활용될 수 있는 것은 투자자의 관점
 - 기업은 새로운 기술을 어떠한 경로를 통해서든 확보하고자 할 때 투자 대상이 되는 기술에 대한 경제적 수익성 여부를 평가하는데 우선적 관심이 있을 것임.
 - 다양한 제품을 생산하거나 복합적인 제품을 생산하는 기업은 기존에 보유하고 있는 기술 포트폴리오와의 전략적인 조화성도 고려해야 할 것임.

- 해외뿐만 아니라 국내에서도 국가 경제에서 벤처기업이 차지하는 비중이 빠르게 증가하고 있음.
 - 벤처기업의 상당수는 최소한 초기 단계에서 하나의 기술 또는 노하우를 바탕으로 사업기회를 찾고 있음.
 - 이들 벤처기업에 투자를 하려는 투자자는 그 기업이 보유하고 있는 기술의 가치를 독립적인 단위로 하여 경제적 수익성의 관점에서 평가하기도 함.
- 정부에서도 기초 또는 기반기술(basic or generic technologies)의 개발과 후속적인 상업화를 지원함에 있어 투자 대비 적절한 수익성이 담보되어야 하는 투자자의 관점을 강조하고 있음.
- 따라서, 여기에서는 기술의 가치평가에 대한 개념을 제시함에 있어 이와 같은 '투자자(investors)' 관점을 중시하려 함.

다. 가치의 개념을 어떻게 정의할 것인가 하는 것도 중요한 문제

- Pratt et al.(1998)은 “가치평가에서 자주 나타나는 평가오류 중의 하나가 가치 개념에 대한 것이다”라고 하였음.
- 기술 가치의 개념은 우선, 어떠한 관점과 목적에 따라 평가되느냐에 따라 달라질 수 있는데, 이미 언급한 바와 같이 투자자의 관점에서 본다면 경제적 수익성이 기술의 가치 판단의 주요 기준임.
 - 경제적 의미에서 가치는 거래(교환)의 기준이 되는 가치로서 기회비용(opportunity costs)을 의미하는데, 완전시장을 가정할 경우 시장가격(market price)이 교환가치가 됨.
 - 그러나, 기술의 경우 가치가 시장에 의해 효율적으로 결정되는 경우는 거의 없기 때문에 가능한 방법을 활용하여 투자가치를 합리적으로 결정하는 것이 필요함.
- 한편, 기술의 투자가치를 평가함에 있어 그 기술로부터 발생될 수 있는 수익과 비용이 가능한 한 화폐단위로 측정되어 표시되는 것이 바람직하나, 그러나 기술의 가치가 반드시 화폐단위로 표시될 필요는 없음. 투자자의 입장에서 본다면, 여러 개의 투자안들에 대해 우선순위를 결정하는 것도 유용할 수 있기 때문임.

라. 대상 기술에 대한 정의를 어떻게 할 것인가?

- 기술은 상품적 가치를 전제로 하는 지식을 의미한다고 볼 수 있음.
 - Capon and Glazer(1987)는 기술이란 넓은 의미의 노하우(knowhow)로서, 기업의 관점에서 보면 제품 또는 서비스의 생산 및 판매에 요구되는 정보(information)이며 제품기술, 공정기술, 경영기술의 세 가지로 구성된다고 정의하였음.
 - Boer(1999)는 기술을 유용한 목적을 위한 지식의 응용이라 정의하고, 기술은 기존의 기술에 새로운 기술적 요소 또는 과학적 지식을 추가함으로써 창출된다고 하였으며, 성공적 기술의 기준은 유용성으로서 필연적으로 진부화된다는 점에서 과학(science)과 구별된다고 하였음.
- 기술은 자산으로서 가치를 지니고 있으므로 무형자산(intangible assets)으로 분류될 수 있음.
 - 기술을 바탕으로 한 무형자산은 특허권, 마스크 워크(mask work), 영업비밀(trade secrets), 노하우, 컴퓨터 소프트웨어, 데이터베이스, 운영지침서 등 다양함.
 - 이 중 그 소유가 법적으로 인정되어 보호받는 경우를 특히 지적재산권(intellectual property)라고 하는데, 여기에는 상표, 저작권, 컴퓨터 소프트웨어, 특허권, 산업 디자인, 영업비밀 등이 포함됨.
 - 기술이 지적재산권으로 형상화되지 않은 기술들은 대부분 인지하기 어렵거나 인지되더라도 그것을 소유하고 있는 주체(기업, 개인 등)와 구분하여 가치를 판단하기가 쉽지 않기 때문에 투자가치 평가의 대상이 되는 경우가 적음.
 - 따라서, 가치평가 대상이 되는 기술은 대부분 특허 등 지적재산권의 형태로 구체화할 수 있는 기술임.

2) 생물산업 기술가치 영향 요인

가. 기술 영향 요인

- 기술의 투자가치를 평가하고자 할 때 우선적으로 관심을 가져야 하는 것이 평가하고자 하는 기술의 기술적 측면에 대해 충분히 파악하는 일이며, 최근

제시되고 있는 옵션개념을 이용한 기술의 투자가치분석 모형에서도 기술적 측면에 대한 파악의 필요성을 강조하고 있음.

- 고려해야할 기술적 측면에서의 영향 요인들은 다음과 같음.
 - 기술의 목표: 기술이 혁신적인 신제품의 개발을 위한 것인가 아니면 제조공정상의 생산원가를 절감하기 위한 기술인가 여부
 - 기술의 수명적 위치: 기술이 새로 개발된 첨단 기술인가 해묵은 기술인가 또는 경쟁기술과 비교할 때 신기술에 해당되는가 그리고 기술의 대체 또는 모방 가능성이 있는가 여부
 - 기술의 완성도: 기술의 응용이 입증되고 상업적으로 라이선스될 수 있는가 또는 추가적 기술개발의 필요가 있는가 여부
 - 기술의 연관성: 기존의 또는 새로운 기술들과 조화될 수 있는가, 기반기술(platform technology)인가 아니면 주변기술인가, 주도적 기술(dominant technology)인가 아니면 보완적 기술인가 여부
 - 기술의 파급효과: 기술개발에 따른 지식의 축적 가능성이 많은가 또 이를 통해 새로운 산업으로 진출할 가능성이 있는가 여부

나. 시장 영향 요인

- 기술의 부가가치가 실현되는 것은 시장에 의해서임. 실물옵션 개념을 활용한 기술 투자가치분석 모형에서는 기술적 측면에 대한 파악이 충분히 이루어질 때만이 기술이 목표로 하는 시장을 적절하게 파악할 수 있음을 강조하고 있음.
- 시장의 불확실성에 영향을 미치는 요인들에 대한 파악은 기존 기술의 개량이나 공정의 개선을 통한 생산원가 절감을 목표로 하는 기술에서보다 새로운 제품 또는 서비스의 제공을 목표로 하는 혁신적 기술에서 훨씬 중요함.
- 고려해야할 시장 측면에서의 영향 요인들은 다음과 같음.
 - 시장의 규모: 현재 또는 잠재적인 시장의 규모는?
 - 시장 확산 속도: 경쟁기술 제품 또는 서비스와 비교할 때 시장 점유율의 증가 속도는?
 - 시장의 하부구조: 유통 시스템, 판매 인적자원, 통신기술, 물류 시스템 등 영업 경쟁력을 확보할 수 있는 하부구조는?
 - 기타 시장환경 요인: 규제, 정부의 구매 또는 수용 가능성, 소비자의 인식은?

다. 사업적 요인(전략적 영향 요인)

- 기술과 시장 요인과는 별개로 기술을 사용하고자 하는 주체들(기업 또는 정부)의 전략성 여부에 따라 기술의 투자가치는 크게 달라질 수 있음.
- 고려해야할 전략적 측면에서의 영향 요인들은 다음과 같음.
 - 전략적 중요성: 기업 또는 국가 전체의 전략을 고려할 때 중요한 가 족, 기업 또는 국가가 보유하고 있는 기술의 강점과 활력(노하우, 인력 등)과 조화될 수 있는가 여부
 - R&D 포트폴리오와의 조화성: 기업 또는 국가가 추진하고 있는 R&D 포트폴리오와의 합치성 여부(time horizon, risk level, core competency 등)
 - 하부 사업부문들과의 통합성: 기업 또는 국가가 추진하고 있는 하부 사업부문들과의 통합성 정도, 팀워크, 기술을 활용할 수 있는 조직의 능력 등

3) 기술가치평가의 기본절차

가. 기술가치평가팀의 구성

- 과학자, 기술자, 기술이전전문가, 산업전문가, 기술가치평가사 등으로 평가팀을 구성

나. 1단계: 전문가 평가

- 고객이 제출한 기술에 대한 예비적 검토를 실시
- 기술의 신규성, 기술의 범위와 깊이, 기술보호, 경쟁기술, 상업화시기와 소요 자금, 실현가능성, 시장성을 중심으로 관련 전문가들의 주관적인 의견을 중심으로 평가

다. 2단계: 시장성이 있다고 판단되는 기술 대상 심층분석 실시

- 지적재산권의 가치와 사업성 판단이 가치평가의 초점
- 특허 등 객관적인 자료의 수집을 통해 기술의 우위성, 시장에서 기술의 위치, 시장규모 및 기술제휴와 라이선싱, M&A의 가능성을 종합적으로 평가

라. 결과보고

- 평가등급 부여 또는 기술가치 평가액 제시
- 기술가치 개선방안 제시
- 기타 활용분야 및 라이선싱 협의 방안 제시

2. 1단계 평가: 전문가 평가

1) 전문가 평가의 기본 절차

- 전문가평가(peer review)모형은 기술을 평가함에 있어 선진국뿐만 아니라 국내에서도 가장 일반적으로 활용되고 있는 방법임.
 - 이 방법에서는 평가의 결과를 화폐단위로 나타내기보다는 주로 대상 기술들 간의 우선순위나 일정한 자격요건에 해당되는지 여부에 대한 정보를 제공하는 것이 일반적임.
 - 최근에는 기술의 투자가치를 분석함에 있어 산출된 미래의 현금흐름을 조정하기 위한 가중치를 도출하는 수단으로도 자주 활용되고 있음.
- 전문가평가는 관련분야의 전문가로 구성된 패널(panel)이 자신들의 전문성에 기초하여 기술을 평가하는 방법임. 가장 보편적인 전문가평가의 단계는 다음과 같음.
 - 단계 1 : 전문가패널의 구성
 - 단계 2 : 평가요인의 대분류
 - 단계 3 : 평가요인의 소분류 및 이에 대한 정의의 명확화
 - 단계 4 : 평가요인의 가중치 결정
 - 단계 5 : 평가의 주관적 요소를 최소화하기 위해 문항과 보기를 구체적으로 작성 제시

2) 체크 리스트의 활용

가. 체크 리스트의 목적

- 평가하고자 하는 기술을 식별하기 위해 활용
- 기술로부터 창출되는 제품 또는 그 제품과 관련된 산업의 가치사슬을 파악하기 위한 기초정보를 얻기 위해 활용될 수 있음.
- 기술가치 영향요인인 기술성, 시장성, 전략성에 대한 개괄적 평가 수행
- 추가적 분석의 필요성이 있는 지 여부를 결정하는 데 활용
- DCF 등 다양한 방법을 통해 산출된 순현재가치(NPV)를 조정하기 위한 가중치로도 활용될 수 있음.
 - 산정된 순현재가치에 가중치를 곱함으로써 기술가치를 산정하는 방식은 Arthur D. Little사가 개발한 기술요소법(technology factor method)에서 비롯된 것임.
 - 기술요소법은 기술의 속성을 유용성과 경쟁우위성으로 구분하여 이들의 각 속성을 구성하는 평가요인들에 대해 관련 전문가들이 평가함으로써 기술요소값(0에서 1사이의 값을 가짐)을 산출한 후, 이를 기술의 순현재가치에 곱함으로써 기술의 가치를 평가하는 방법임.
 - 기술가치평가를 담당하는 국내의 대부분 기관들이 일종의 간편법이라고 할 수 있는 기술요소법을 활용하고 있는 실정임.

3) 체크 리스트의 예

가. 개요

- 체크리스트는 한국, 미국, 일본 3국의 20개 관련 기관들이 활용하고 있는 체크리스트 풀과 기술 및 기업가치 평가 이론의 동향 그리고 한국 가치평가 업계의 최근 동향을 반영한 것으로, 한남대 하이테크비즈니스(HTB)연구소와 (사)기술가치평가협회(KVA) 가치평가연구소에서 공동으로 작성한 것에 근거하여 생물산업에 활용될 수 있는 형태로 수정된 것임.
- 체크리스트는 업계의 변화 및 가치평가 이론의 변화에 따라 계속 수정, 보완되어야 하므로 이를 활용할 때는 평가의 대상과 용도에 따라 변형시킬 필요가 있음.
- 생물산업 기업가치평가를 위한 체크리스트는 기술가치평가에서도 언급되었

듯이 평가하고자 하는 기업을 식별하고 기업의 가치에 대해 전문가를 활용한 개괄적인 평가를 통해 추가적인 심층분석의 필요성이 있는 가 여부를 결정하기 위해 활용될 수 있음.

나. 체크리스트의 세부항목 구성

- 체크리스트는 기술의 식별, 기술요인(기술성), 시장요인(시장성), 기업요인(사업성), 경영요인, 수익성의 6개 대항목으로, 그리고 각 대항목별로 중항목, 소항목, 세항목으로 구성되어 있음.
- 기술가치 평가를 위해서는 기술요인, 시장요인과 기업요인(전략성)의 3개 대항목이 중요하게 취급되어야 할 것임.
- 체크리스트의 구체적 내용은 “기술기업가치평가기본모형(설성수)”을 참조.

다. 체크리스트의 항목별 가중치 결정

- 체크리스트의 대항목에 대한 가중치는 완성기술과 매출 벤처기업으로 구분하여 제시될 수 있을 것임.
- 제시된 가중치는 생물산업 전문가들과의 심층면담을 기초로 작성된 것으로, 생물산업 기술가치 평가를 위한 절대적인 기준이 아니며 참고용으로 활용될 수 있는 것임.

<표 1> 체크리스트의 대항목별 가중치(예)

	완성기술	매출 벤처기업
기술요인	35	15
시장요인	30	30
기업요인	20	20
수익성	10	20
경영요인	5	15
합계	100	100

3. 2단계 평가: 심층분석 평가

1) 평가절차

가. 가치사슬 분석 단계

- 기술이 개발된 후 상업화가 이루어지고 이것이 시장에 수용되어 수익이 발생하기까지는 경쟁기술의 출현, 생산시스템, 규제, 경쟁환경 등 다양한 변수들이 영향을 미치게 되는데 이를 하나의 정형화된 모형으로 파악하기란 사실 불가능에 가까움.
- 가치사슬(value chain)은 한 기업 또는 기술의 가치가 어디에서 또는 어떠한 활동으로부터 창출되는가에 대한 보다 적극적이고 적절한 관점을 반영
- 가치 창출의 원천을 분석하기 위해서는 관련된 모든 활동을 점검해보고 이러한 활동들이 어떻게 상호작용 하는가를 체계적으로 분석할 필요가 있으며, Porter(1980)는 이를 가치사슬(value chain)이라 하였음.
- 가치사슬 분석에서는 기업 내부에서의 부가가치(매출액-구입액) 창출 활동만을 집중적으로 분석하는 부가가치분석(value-added analysis)과는 달리 기업 외부 이해관계자와의 관계 즉, 공급자와 고객 관계 등도 포괄하는 가치창출과 관련된 모든 활동을 점검하고 이를 체계적으로 파악하려 시도함.

나. 기술의 경쟁적 위치 분석 단계

- 기술 또는 이를 핵심 경쟁력으로 하는 벤처기업들에 대한 투자를 고려할 때, 가장 중요하게 판단해야 하는 문제가 투자 대상이 되는 기술의 경쟁력에 대해 분석하는 것임. 기술의 경쟁력 즉, 기술성에 대한 판단이 전제되어야만 뒤이어 이루어지는 경제적 효과에 대한 분석이 의미가 있을 수 있기 때문임.
- 최근 유행하고 있는 실물옵션(real option)을 이용한 기술가치 평가에서도 기술적 측면에 대한 분석 필요성을 강조하고 있음.
- 기술의 경쟁적 위치(technological competitive positions)를 분석하는 작업은 기술을 평가함에 있어 평가하고자 하는 기술이 관련 기술을 구성하고 있는 시스템 상에서 차지하고 있는 위치는 어디인가? 그리고 관련 기술의 흐름은 무엇이며, 기술의 수준과 경쟁력은 어느 정도인가? 등을 가늠하기 위한 기초적이지만 필수적인 과정임.
- 기존의 기술 가치평가에서 기술성 평가는 주로 전문가평가(peer review)에 의한 주관적 평가에 의존해왔는데, 전문가평가가 평가의 편의성과 비용 등에 있어 장점이 있을 수 있으나 전문가 풀을 충분히 확보하지 못하면 편향

된 주관적 의견에 의해 좌우될 여지가 크다는 근본적인 한계를 지니고 있음.

- 전문가 평가의 한계를 극복하기 위해서는 어느 정도의 기간과 비용을 투자해서라도 기존에 존재하는 객관적인 자료를 수집 분석하고 이를 바탕으로 해당기술의 기술적 위치를 평가하는 것이 바람직할 것임.
- 기술적 위치에 대한 보다 객관적인 평가방법으로 특허지도(patent map) 방법은 유용하게 활용될 수 있을 것임.
 - 특허지도 방법은 기술개발 동향, 기술수준, 기술예측, 권리관계 등의 분석을 위해 다양하게 활용되고 있는 분석방법임.
 - 특허정보는 객관적일 뿐만 아니라 표준화된 정보라는 측면에서 장점을 가지며, 진보성이 인정되고 산업적 응용 가능성이 있는 신규성 있는 기술의 경우에 한해 지적재산권 특히, 특허의 형태로 독점적 권리가 보장됨.

다. 기술가치 종합 분석 단계

- 이 단계에서는 앞의 두 단계에서 이루어진 분석들을 종합하여 기술의 가치에 대한 결론을 얻는 단계임.
 - 기술의 가치를 평가하기 위해서는 우선 투자될 비용을 산출하는 것이 필요하고 또 앞으로 가져다 줄 수 있는 경제적 수익을 추정하는 노력이 필요함.
 - 많은 경우 앞의 두 단계 즉, 기술적 위치의 분석과 생산시스템 분석이 제대로 이루어지면 해당 기술로부터 발생될 수 있는 비용-수익을 추정하는 것은 그리 어려운 일이 아닐 수 있음.
- 이를 위한 방법들은 기존의 경영학(재무론)과 경제학에서 많은 방법론들이 개발되어 적용되어 왔으며, 연구자는 다양한 방법론 중에서 적합한 것을 선택하여 분석하기만 하면 됨¹⁾.
 - 투자비용과 관련해서는 연구개발비, 참여인력의 인건비, 상업화를 위해 추가로 투입되는 비용, 적응시험 비용, 기타 사회적인 비용을 모두 포함시켜 산출하는 것이 바람직함.
 - 기술의 가치평가에 있어 이때 중요한 것은 투자비용을 어느 시점을 기준으로

1) 공정기술에 대한 사례연구에서 다루어지는 씨감자 생산기술에서도 국내 씨감자 생산기술에 대한 기술적위치 분석과 생산시스템분석이 이루어진 후 잠재적 시장의 규모와 기술의 투자가치는 굳이 복잡한 수식을 사용함 없이 손쉽게 산출될 수 있었음.

로 산출할 것인가 하는 문제인데, 기존의 문헌들에서는 분석시점 전까지 투자된 비용은 일반적으로 매몰원가(sunk cost)로 간주하고 있음.

- 따라서 투자가치분석의 목적이 과거에 수행된 연구개발투자의 평가에 있지 않는 한 이미 투자된 비용은 매몰된 원가로 처리하는 것이 바람직함.

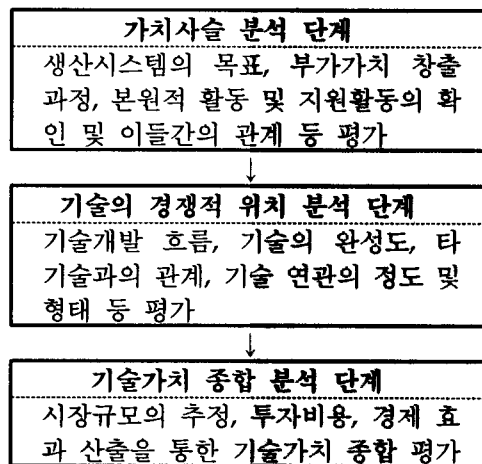
○ 방법론을 선택하여 적용하는 것과 별개로 기술의 가치를 평가할 때 난관에 부딪히는 문제가 주로 감가율과 확산율을 어떻게 결정하는 가하는 것임.

- 이를 추정하기 위한 방법론들이 많이 개발되어 있기는 하나 이를 적절히 선택하여 활용하는 것은 앞의 두 단계 즉, 기술적 위치 분석과 생산시스템 분석에서 도출된 결과에 의해 대부분 결정될 수 있음.
- 중간재/보완재 제품기술의 가치평가 사례에서는 특허의 서지사항에 나타나는 참고문헌(references)을 활용하여 기술의 수명주기(Technology Cycle Time, TCT)를 추정하는 예를 보여주고 있음.

○ 기술의 투자가치를 종합 분석함에 있어 추가적으로 고려해야할 사항은 해당 기술로부터 발생될 수 있는 직접적 경제효과뿐만 아니라 타 기술 또는 타 산업에의 응용을 통해 가져다 줄 수 있는 파급효과와 공공기술의 경우 중요하게 취급되어야 하는 기술의 사회적 영향이임.

- 파급효과와 사회적 영향에 대한 측정 필요성과 효과의 규모 또한 앞의 두 단계 즉, 기술적 위치 분석 단계와 생산시스템 분석 단계에서 어느 정도 결정이 가능함.

<그림 1> 2단계 심층분석 절차



2) 생물산업의 가치사슬

가. 생물산업 제품 수요의 가격 탄력성

- 경제학의 일반균형이론에 따르면 제품에 대한 수요와 공급은 제품 가격의 변화에 의존하는데, 이러한 접근은 생물산업 제품의 실패와 성공을 판단하는 데 중요한 판단 기준이 될 수 있음.
 - 신제품을 필요로 하고 사용하고자 하는 수요자들에게 신뢰를 심어주어야 하며, 수요자들의 판단이 매우 객관적이라는 것을 인식하는 것이 중요함. 즉, 가구나 자동차 등의 예에서 기술, 원료, 노하우와 같은 본질적 가치는 수요자들의 관심사항이 아닐 수 있음.
 - R&D 지출은 수요의 가격 탄력성과 관련이 있을 수 있는데, 탄력성이 높을수록 허용 가능한 위험의 수준이 낮고 R&D 지출 또한 낮아지게 되며, 의약품과 같이 탄력성이 낮을수록 많은 R&D 지출을 가능하게 함.

- 생물산업에서 수요의 가격 탄력성을 결정하는 요인들로는 다음과 같은 것들이 있을 수 있음.
 - 대체재의 존재 여부 및 다양성, 그리고 연관성의 정도
 - 수요자가 인식하는 해당 제품의 중요성
 - 수요자의 수(수요자가 많을수록 탄력성이 높음)

- 높은 가격 탄력성을 갖는 생물산업 제품
 - 일반적으로 대량생산(bulk products)을 필요로 하는 생물산업 제품들의 탄력성이 높은 것으로 나타나 가격의 민감도가 큼.
 - 이와 같이 높은 탄력성을 갖는 제품들의 경우 대부분 생산원가(process technologies)를 낮추려는 기술혁신 노력이 주류를 이루고 있음.
 - 높은 탄력성을 갖는 제품들의 예로는 SCP(Single Cell protein), High Fructose Syrup, 동물용 항생제 등을 있을 수 있음.
 - SCP의 경우, 어느 정도 직접적으로 대체 가능한 콩, 어분 등과 경쟁해야 하기 때문에 매우 높은 가격 탄력성을 가지게 됨.

- 단위 가격 탄력성을 갖는 생물산업 제품

- 정확하게 단위 탄력성을 갖지는 않겠지만 중간 정도의 탄력성을 갖는 제품 들로는 organic acids, amino acids 등이 있음.
- 이들 제품의 경우 직접적인 대체재를 갖고 있지는 않지만, 식품이나 사료 제품들에 대한 수요는 어느 정도 가격 탄력성을 갖게 됨.

○ 낮은 탄력성을 갖는 생물산업 제품

- 대부분의 의약품들이 낮은 가격 탄력성을 갖게 되는데, 특히 혁신적인 신 약으로 대체재가 없는 경우 매우 낮은 가격 탄력성을 갖게 됨.
- 보건의료 산업의 경우, 환자들의 복지가 최우선적으로 고려되기 때문에 대 개 가격에 비탄력적임.
- Antibiotics, vaccines, portable fermentation ethanol 등을 예로 들 수 있음.
- 낮은 탄력성을 가진 제품들과 관련된 기술은 대개 물질특허 등을 확보를 위한 제품기술(product technologies)임.

나. 응용산업별 가치 특성

○ 의약산업

- 세계 제약산업의 특성이라고 할 수 있는 높은 진입장벽에도 불구하고 틈새 시장을 공략하거나 신약을 개발하고자 하는 생물벤처기업이 대폭 증가해왔 으며, 전략적 제휴 또는 인수합병이 계속 증가하는 추세에 있음.
- 현대의 의약산업은 세계적이며, 경쟁적이며, 고위험 고수익 산업으로서 혁 신적인 고부가가치 제품을 높은 규제 환경에서 개발하여 판매하는 산업으로 규정될 수 있음. 즉, 경쟁력의 원천은 세계 시장에서 혁신적인 R&D라는 역동 적인 과정을 거쳐 신제품을 성공적으로 도입할 수 있는 능력에 있음.
- 의약산업에서 R&D는 매우 위험한 투자이며 수년동안 어떠한 수익도 발생 되지 않을 수 있으며, 시장에 한 개의 제품도 출시할 수 없을 수도 있음. 임상시험에 들어가는 10개의 제품 중 오직 한 개의 제품만이 시장에 출시 되며, 시장에 출시된 제품의 30%만이 투자된 R&D 비용을 상쇄할 수 있는 수익을 얻을 수 있음.
- R&D와 관련한 의약산업의 진입장벽은 연구(research)보다는 개발 (development)에 있기 때문에, 많은 생물벤처기업들이 개발단계에서 대기 업들과 협력할 수밖에 없게 됨.

- 마케팅 또한 의약산업에서 매우 비용이 많이 드는 활동이며, 미국의 경우 총수익의 24%가 마케팅을 위해 소요되고 있음. 의약산업의 마케팅 활동은 소비자들을 대상으로 직접적으로 이루어지기보다는 처방을 담당하는 의사들을 대상으로 이루어지기 때문에 의약품의 가격 경쟁력보다는 질과 효과성이 경쟁력을 좌우하게 됨.
- 지적재산권의 보호정도는 의약산업에서 특히 중요하게 다루어지고 있음. 그 이유는 높은 R&D 비용을 보상받을 수 있도록 일정 기간동안의 독점력을 인정받을 수 있으며, 이러한 독점력을 통해 시효가 만료되기까지 상당한 시장점유율을 유지할 수 있기 때문임.
- 의약산업에서 제품생산을 위한 원료의 원가는 타산업 제품에 비해 매우 적은 비중을 차지하고 있으나(예를 들어 원재료의 원가 비중이 판매가의 10% 미만), 페니실린과 같은 일반 의약(특허권에 의해 보호되지 않는)의 경우에는 생산원가 절감을 통한 가격 경쟁력이 중요할 수 있음.

○ 농업/식품

- 동물의 경우 유전자조작 동물, 동물 의약, 성장호르몬의 개발에, 식물의 경우 세포배양, 유전자조작 식물의 개발에 활용될 수 있으며, 식품에 있어서는 생산공정의 효율성 제고를 위해 주로 활용되고 있음.
- 농업분야 R&D에서 주된 관심은 농산물 생산의 비용을 절감하는데 있으며, 새로운 고부가가치의 농산물을 개발하기 위한 혁신활동 또한 증가하고 있음.
 - 생산량(yield) 증가를 위한 혁신 분야: 동물의학, 환경 적응력이 강한 작물의 생산(서리, 가뭄 등), 새로운 번식기술(생산성 높은 젖소 개발) 등
 - 투입비용의 감소를 통한 생산성 향상 분야: 내병성 작물, 내충성 작물의 개발(화학 살충제와 노동력 투입의 감소), 식품 생산용 효소 등
 - 고부가가치 제품 개발 분야: 저지방 육류, 지방질을 변화시킨 oil seeds, 저장성이 향상된 채소, 동물의학 등
- 농업/식품 분야에서의 기술개발을 통한 이익의 창출은 해당 제품의 잠재적 시장 규모, 제품 또는 기술이 적용되는 속도, 지속적인 수요 창출 잠재력, 규제 장벽 존재 여부뿐만 아니라 소비자의 부정적 인식 여부에 의해서도 중요한 영향을 받을 수 있음.
- 식품 생산공정을 위해서도 기술이 응용될 수 있는데 비타민과 아미노산의 발효, 효소, 유전자 조작 미생물 등 대부분의 기술들이 생산원가 절감을 위

한 것임.

- 새로운 식품 또한 판매를 위해서는 의약품과 비슷한 수준의 승인 규제 절차를 거치는 것이 필요하며, 이에 소요되는 과도한 비용과 기간 때문에 식품으로 활용하는 것이 불가능할 수도 있음. 예를 들어 감미료인 아스파탐의 경우 승인에 10년 이상이 소요되었으며, 영국 Rank Hovis McDougall's Fusarium SCP food Mycoprotein은 연구개발과 승인에만 3,000만 파운드 이상의 비용이 소요되었음.

○ 화학/환경/에너지

- 산업용 효소와 같이 발효를 통해 생산되는 화학제품의 생산방법을 개선하는 것과 정밀화학제품의 생산 주안점을 두고 있으며, 장기적으로 bulk chemicals와 연료(fuels) 생산에 많은 잠재력을 가질 것임.
- 주요 응용제품은 발효제품으로서 아미노산, 산업용 효소 등이 있으며, 바이오센서, 합성 화학제품의 생산, bulk chemicals 등임.
- 화학제품은 대부분 변형된 형태로서 또는 타제품의 부분품으로 소비자에게 공급되는 특성을 가지며, 많은 경우 기본적인 원료물질이 다양한 생산공정을 거치면서 다양한 중간재로 생산되고 있음.
- 화학제품의 생산을 위한 공정은 다양한 재료물질을 대체될 수 있기 때문에 생산원가의 유연성이 높으며, 최종 제품 또한 타제품에 의해 대체될 가능성이 높기 때문에 산업 내 경쟁이 치열함.
- 따라서 대부분 제품에서 경쟁력의 원천이 원재료의 원가 절감과 제조공정의 개선을 통한 가격 경쟁력에 있기 때문에 기술혁신의 주안점은 생산원가 절감에 있음.
- 살충제 등 농약과 같은 일부 정밀화학 제품의 경우, 의약산업과 같이 시장의 요구에 부응할 수 있는 혁신적 신제품의 개발이 R&D 투자의 주요 목표가 되고 있음.

○ 타 산업과의 기타 융합분야 등

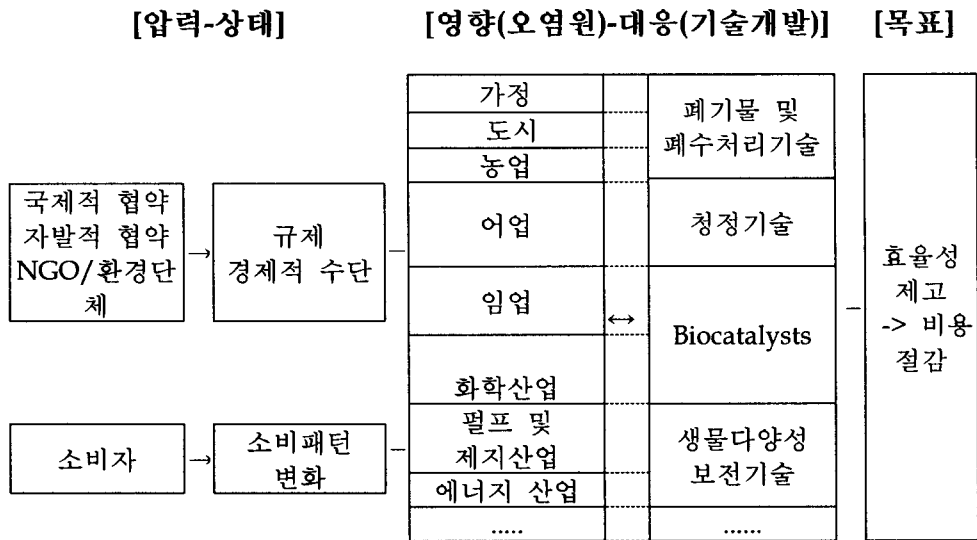
- DNA 칩은 우선, 유전자 발현 검색, 돌연변이 검색, 유전자 발현 청사진 작성, 미생물 동정 등의 연구개발을 위한 도구로서 활용이 가능하며, 질병의 진단과 친자확인, 환경오염 측정, 동식물 및 식품 검역 등을 위한 제품 개발을 위해서도 활용이 가능함.

- DNA 칩은 유전체(genome) 연구와 target DNA 시료의 high-throughput screening 분야에서 시장의 급성장이 예측되고 있음.
- 고밀도 DNA 칩 시장에서 주요 고객은 생산성 향상을 증시하는 제약회사와 생물벤처기업의 연구자들임.
- 미국의 Affymetrix사 등 일부 기업들이 DNA 칩 생산을 위한 광범위한 기본특허를 소유하고 있기 때문에 특허권의 범위에 대한 논쟁이 진행되고 있으며 이것이 대부분 기업들의 시장참여에 결정적인 진입장벽으로 작용하고 있음.

다. 가치사슬 분석의 중요성 예시: 바이오환경 분야

○ 바이오환경 분야의 가치사슬(value chain)

<그림 2> 바이오환경 분야의 가치사슬



- 바이오환경 산업에 대한 정의 즉, 기술 수요자의 범위를 적정하게 파악하는 것이 가능
- 오염원으로서 가정, 도시, 산업이 각종 환경 규제에 대응하는 과정이나 소비자의 소비패턴 변화에 따라 발생하는 바이오환경 관련 시장적 기회들의 집합으로 그 정의가 확대될 수 있음.

- 바이오환경기술의 수요구조를 적절히 파악하는 것이 가능
 - 국제협약, 국제기구, 환경단체(NGO) 등의 압력에 의해 강제적으로 또는 자발적으로 형성되는 환경관련 규제 또는 경제적 수단들에 대해 가정과 도시 및 다양한 환경오염 산업들이 대응해 가는 과정에서 바이오환경 기술혁신에 대한 우선적인 요구가 발생
 - 소비자들의 소득 향상과 환경에 대한 인식구조의 변화에 대응해 가는 과정에서 바이오환경 기술혁신에 대한 부가적인 요구가 발생

- 바이오환경기술의 가치평가 핵심을 파악하는 것이 가능
 - 국제협약, 국제기구, 환경단체 등의 압력으로 형성될 수 있는 규제 또는 경제적 수단들의 동향 및 소비자의 소비패턴 변화를 파악하고 예측하는 것
 - 이들 규제와 소비패턴 변화가 오염원이 되는 가정, 도시, 산업 등에 미칠 수 있는 영향을 파악하고 예측하는 것
 - 이러한 영향에 대해 정부와 산업계에서 대응해야 하는 기술혁신 노력 즉, 기술수요와 그 수준의 정도를 파악하는 것
 - 바이오환경 기술혁신의 대부분이 자원 이용 및 환경문제 해결의 효율성 제고를 통한 비용 절감이 기본적인 목표

3) 기술의 경쟁적 위치 분석

가. 생물산업 관련 기술의 식별

- 생물산업의 관련 기술은 크게 제품기술(product technologies), 유전자특허기술, 공정기술(process technologies)로 분류될 수 있음.
- 제품기술의 경우 대개 물질특허를 통하여 지적재산권을 확보하게 되는데, 물질특허는 제조방법과 용도에 상관없이 그 물질이 사용된 모든 제품에 영향을 미치기 때문에 많은 부가가치를 창출할 잠재력을 지님.
- 유전자특허기술의 경우 대부분 물질특허를 통하여 지적재산권을 확보하나 일부 공정기술 또한 포함될 수 있으며, 유전자특허로 인한 시장 영향력은 제품의 형태와 대체재의 존재 정도에 따라 다양하게 나타날 수 있음.
- 공정기술의 경우 대개 제법특허를 통하여 지적재산권을 확보하게 되는데, 기술의 기본적인 목적은 제품의 생산원가를 절감하는데 있기 때문에 제품기

술에 비해 일반적으로 시장 영향력이 적은 편임.

- 그러나, 공정기술의 경우라 하더라도 그것이 기본기술(platform technologies)인 경우 엄청난 시장 잠재력을 가질 수 있음.
- 예를 들어, Cohen & Boyer의 유전자재조합 특허는 미국 스탠포드대학에 수억 달러에 이르는 로열티 수입을 가져다 주었으며, 미국의 생물벤처기업인 Affymetrix사는 DNA 칩과 관련한 기본특허로 타 기업들에 지대한 영향력을 행사하고 있음.

나. 제품기술

- 생물산업에서 제품기술은 시장에 대한 영향력 정도에 따라 다시 최종재 제품기술, 중간재/보완재 제품기술로 구분될 수 있음.
- 최종재 제품기술
 - 소비자에게 판매되는 최종재 제품기술은 시장에 대한 영향력이 확실하며 시장 영향력 또한 막대한 것이 일반적임.
 - 이 기술에 대한 특허권을 보유하는 경우, 상당 기간동안 절대적인 독점력을 행사할 수 있으며 타기업들이 어떠한 새로운 공정이나 용도를 개발한다 하더라도 이들로부터 로열티 수입을 얻는 것이 가능함.
- 중간재/보완재 제품기술
 - 특허를 통한 독점권이 부여되지 않은 최종재 제품을 생산하는데 사용되는 중간재 제품기술의 경우, 최종재 제품기술에 비해 시장 영향력이 훨씬 적음.
 - 중간재/보완재 제품기술의 경우, 대체 가능한 기술이 존재할 가능성이 크고 이를 타기업들이 활용한다 하더라도 이를 식별하기가 용이하지 않기 때문에 상대적으로 낮은 정도의 독점력을 갖게 됨.
 - 특히, 제품의 개발과정에 해당 기술이 활용되는 경우, 최종재 제품의 생산 과정에서 기술이 활용되지 않을 수 있기 때문에 시장 영향력은 매우 제한적일 수밖에 없음.

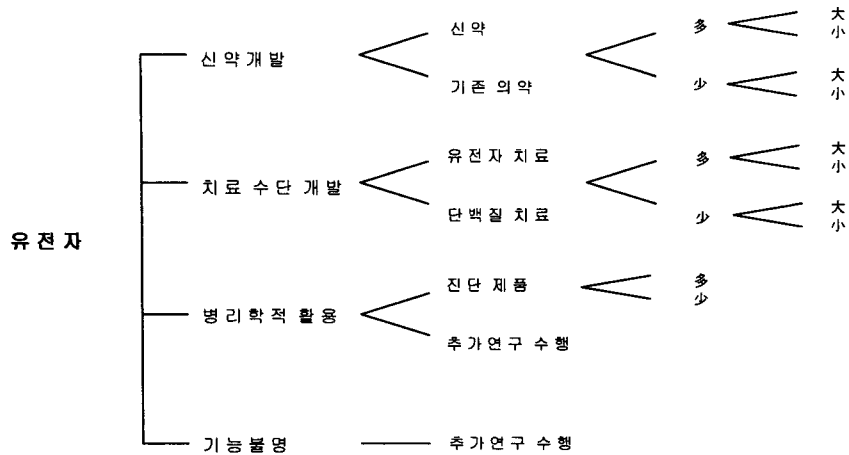
다. 유전자특허기술

- 유전자특허기술의 가치는 궁극적으로 소비자에게 팔리는 최종재 제품의 형태와 대체재의 존재 정도에 따라 다양하게 나타날 수 있음.
 - 부분적인 유전자 배열(partial cDNA sequence)의 경우, 한 유전자(full gene)를 발견하기 위한 탐침자로서 활용될 수는 있지만 시장 영향력은 매우 적음.
 - DNA 배열의 경우 배열 그 자체가 질병 유전자를 발견하기 위한 진단제품이나 유전자 치료를 위한 치료제로 활용되는 경우, 상당한 정도의 시장 영향을 가질 수 있으나, 이것이 최종재 제품 생산을 위한 중간재나 제조공정에 활용되는 경우 상대적으로 제한된 시장 영향력을 가지게 됨.
 - 유전자특허가 치료제로 생산되어 판매될 수 있는 유용 단백질과 관련되는 경우, 최종재 제품기술에서와 같이 막대한 시장 영향력을 행사할 수 있으며, 강한 독점력을 유지할 수 있음.

- 유전자가 의약으로 개발되는 과정은 다양한 경로를 따를 수 있음.
 - 하나의 유전자가 일단 발견되면 질병에 있어 그 유전자의 역할이 규명되어야 하는데, 규명된 유전자는 의약개발을 위한 유용한 타겟이 될 수 있음.
 - 유전자의 기능에 효과적으로 간섭하는 분자물질을 조합화학(combinational chemistry) 등의 방법을 통해 설계
 - 유전자가 치료적 수단으로 인정되면, 그로부터 생산되는(encoding) 단백질의 기능규명과 생물학적 효과에 대한 광범위한 분석을 통해 선도물질(lead molecule)을 결정
 - 선도물질에 대해 동물모형과 전임상시험뿐만 아니라 세포 시스템에서 보다 정교한 추가적인 분석을 수행함으로써 후보 물질(candidate molecule)로 선정
 - 사람을 대상으로 한 임상시험 수행

- 아래<그림 3>은 유전자특허기술이 활용될 수 있는 경로를 나타내는데, 어떠한 경로로 이용되는가 그리고 목표로 하는 질병 범위의 多少, 관련 시장의 大小에 따라 기술의 가치는 다양해 질 수 있음.

<그림 3> 유전자특허기술의 활용 경로



라. 공정기술

- 생물산업에서 공정기술은 최종재 제품의 생산과정에서 공정의 개선을 통해 원가를 감소시키는 것을 기본목적으로 함.
 - 유전체연구가 등장하기까지는 생물산업 대부분의 기술이 공정기술에 해당 되었다고 볼 수 있음.
 - 공정기술의 가치는 원가절감을 통한 이익과 원가 경쟁력을 유지함으로써 얻을 수 있는 시장 점유율의 확대를 통한 이익의 합으로써 산출될 수 있음.

- 공정기술의 가치를 산출하기 위해서는 원가동인(cost drivers) 분석이 중요함.
 - 원가동인은 전략적인 자리 매김을 함에 있어 어떠한 원가활동이 중요하고 관리 가능한가에 대한 보다 구체적이고 적절한 관점을 제공함.
 - 전통적인 관리회계에서는 단지 하나의 원가동인 즉, 조업도(volume) 변화의 함수로 인식되었음. 원가동인으로 조업도에 의존하는 회계적 방법의 예로는 고정원가와 변동원가 분석, 평균원가와 한계원가(marginal cost) 분석, 원가-조업도-이익(cost-volume -profit) 분석, 변동예산(flexible budgets), 공헌이익(contribution margin) 등이 있음.
 - 그러나 최근에는 조업도가 본질적으로 원가행태(cost behaviors)를 충분히 포착하지 못하는 것으로 간주하기 때문에, 미시 경제학적 모형보다는 산업 조직 경제학으로부터 SCM(strategic cost management) 등과 같은 새로운

원가동인 분석 아이디어를 얻고자 노력하고 있음(Shank, 1996).

- 예를 들어, SCM에서 원가동인은 ‘구조적(structural)’ 원가동인과 ‘실행적(executional)’ 원가동인으로 구분함.
 - 구조적 원가동인은 경영의 명확한 전략적 선택과 관련되어 있는 것으로 규모, 제품라인, 복잡성(complexity), 수직적 통합(운영의 범위), 경험(학습) 등과 같은 경제 구조 관련 변수들이 포함됨. 기술투자(technology investments) 또한 어떻게 경쟁해야 할 것인가에 대한 구조적이고 전략적인 선택과 관련이 깊음.
 - 실행적 원가동인은 선택된 경제구조 내에서 성공적으로 실행할 수 있는 능력 즉, 원가 위치(cost position)와 관련되어 있는 것으로 종업원 참여(workforce involvement), 종업원의 지속적인 개선노력, 품질관리, 시설의 효율적 활용, 효율적 제품설계, 공급자 및 고객 관계 등을 포함함.
 - 구조적 원가동인의 경우 관련 변수들의 성과(performance) 증가에 따라 경영 성과가 지속적으로(monotonically) 증가하지 않지만, 실행적 원가동인은 관련 변수들의 성과 증가에 따라 경영성과 또한 지속적으로 증가함.

- 기술에 대한 전략적인 선택의 경우, 해당 기술이 어떠한 기술인가에 따라 원가동인 분석의 역할 또는 원가정보의 사용방법은 달라짐. 혁신적인 신기술의 경우 제품 개발과정과 관련된 원가의 관리가 중요할 것이며, 안정적이고 경쟁적인 제품시장에서 생산원가 절감을 위한 기술의 경우 가격으로 경쟁해야 하기 때문에 가능한 한 정밀하게 계산된 표준원가시스템과 이를 구성하는 원가동인 및 원가정보가 중요할 것임.

마. 생물산업을 구성하는 기술의 식별

- 지금까지 논의된 내용을 기초로 하여, 생물산업을 구성하는 제품군들을 제품기술, 유전자 특허기술, 공정기술로 구분하여 나타내면 <표 3>과 같음.

<표 2> 생물산업을 구성하는 기술의 식별

기술의 구분		가치사슬 특성	관련 제품군
제품기술	최종재 제품기술	- 많은 경우 시장 영향력이 직접적이고 막대함 - 상당 기간동안 강한 독점력의 유지가 가능	항암제와 항생제 등 각종 치료제, 백신, 진단제, 성장호르몬, happy drugs 등
	중간재/보완재 제품기술	- 최종재 제품의 생산을 위한 원가 절감 또는 품질개선이 기본 목적 - 최종재 제품에 의해 잠재적 시장 규모가 결정 - 다양한 대체재 존재	아미노산, 유기산, 유전자조작 동식물, 작물 신품종, 동물의약, 농약, 식품첨가제 등
유전자특허기술		- 유전자특허기술 자체가 상업적 성공을 의미하지는 않음 - 잠재적 수요가 많은 최종재 제품에 직접적으로 관련되는 경우 시장 영향력 막대 - 중간재/보완재 제품기술이나 연구개발용으로 활용되는 경우 시장 영향력은 제한적	진단용 DNA칩, 치료제, 백신, 유전자치료 등 연구개발용 DNA칩, 유전자정보 DB, 유전자분석기기 등
공정기술		- 생산원가 절감이 기본 목적 - 가격경쟁력 확보를 통한 시장 점유율 확대 영향에 대한 분석 필요 - 기본특허의 경우에는 시장 영향력 막대	bulk chemicals, 씨감자 등 종자생산, 산업용 효소, single cell protein 등 사료, 물과 오염처리 등 바이오리메디에이션, 에탄올 등 바이오매스 등

- 사실, 생물산업의 모든 제품군들을 제시된 세 가지에 일률적으로 구분하기는 용이하지 않음. 그 이유는 동일한 제품군이라 하더라도 목표로 하는 시장이 무엇이냐에 따라 수요의 특성과 기술가치의 범위가 달라질 수 있기 때문이다.
- 따라서, 여기에서 제시되는 제품군들의 분류가 모든 상황에 적합하다고 할 수는 없으며, 경우에 따라 다른 기술군으로 식별될 수도 있을 것이다.

사. 기술의 경쟁적 위치

- 기술의 경쟁적 위치 평가의 중요성
 - 기술 또는 이를 핵심 경쟁력으로 하는 생물벤처기업들에 대한 투자를 고려할 때, 가장 우선적으로 판단해야 하는 문제가 투자 대상이 되는 기술의

경쟁력에 대해 분석하는 것임.

- 기술의 경쟁력, 즉, 기술성에 대한 판단이 전제되어야만 뒤이어 이루어지는 경제적 효과에 대한 분석이 의미가 있을 수 있음.
- 기술적 위치(technological positions)를 분석하는 작업은 기술을 평가함에 있어 평가하고자하는 기술이 관련 기술을 구성하고 있는 시스템 상에서 차지하고 있는 위치는 어디인가? 그리고 관련기술의 흐름은 무엇이며, 기술의 수준과 경쟁력은 어느 정도인가? 등을 가늠하기 위한 기초적이고 필수적인 과정임.

○ 객관적 평가의 필요성

- 지금까지 개발된 기존의 기술가치 분석방법에서 기술성 평가는 주로 전문가평가(peer review)에 의한 주관적 평가에 의존해왔음.
- 전문가평가가 평가의 편의성과 비용 등에 있어 장점이 있을 수 있으나 전문가 풀을 충분히 확보하지 못한다면 편향된 주관적 의견에 의해 좌우될 여지가 크다는 근본적인 한계를 지니고 있음.
- 전문가평가의 한계를 극복하기 위해서는 어느 정도의 기간과 비용을 투자해서라도 특허 등 기존에 존재하는 객관적인 자료를 수집 분석하고 이를 바탕으로 해당기술의 기술적 위치를 평가하는 것이 바람직함.

○ Boer(1998)는 기술의 경쟁적 위치를 분석할 때 고려해야할 요인으로 다음 세 가지를 제시하였음.

- 타 기술과의 관계(technology pairing): 하나의 신기술은 가치를 창출함에 있어 기존의 기술 또는 미래의 기술과 일정한 관련성을 가질 수 있음. 타 기술과의 관련성을 살펴보고 해당 기술의 중요한 가치가 어디로부터 창출될 것인 가를 분석하는 것이 필요. 기반기술(platform technologies)은 상대적으로 높은 잠재적 기술 관련성을 가질 수 있음.
- 기술연관의 정도(strength of linkage): 혁신적인 신기술의 가치는 기술간 연관의 정도가 크고 적으냐에 따라 다양한 시장에서 다양하게 나타날 수 있음. 강한 기술 연관성을 갖는 기술(enabling technologies)은 높은 가치 잠재력을 가질 수 있음.
- 기술연관의 형태(polarization of the linkage): 기술연관의 형태 또한 어떠한 기술이 지배적일(dominant) 것인가를 결정하는데 영향을 미칠 수 있다는

점에서 중요하게 취급될 필요가 있음. 기술로부터 발생될 수 있는 수익의 규모는 기술들간 상대적 기술 위치에 의해 결정될 것임.

4) 기술가치의 산출

가. 기술가치의 산출

- 가치사슬 분석과 기술의 경쟁적 위치 분석들을 종합하여 기술 가치에 대한 결론을 도출하는 것이 필요 즉, 기술의 상업화를 위해 소요될 비용을 산출하는 것과 이로부터 발생될 수 있는 수익을 추정하는 노력이 필요
- 투자비용 산출 시 고려할 필요가 있는 것은 어느 시점을 기준으로 산출하는 것인가 하는 문제인데, 기술 가치 평가에 대한 기존의 문헌들에서는 분석시점 이전까지 투자된 비용은 일반적으로 매몰원가(sunk cost)로 간주 즉, 분석의 목적이 과거에 수행된 연구개발투자의 성과 분석에 있지 않은 한 이미 투자된 비용은 매몰원가로 처리하는 것이 바람직함.
- 기술의 가치평가에서 자주 난관에 부딪히는 문제는 감가율과 확산율을 어떻게 결정하는 가하는 것임. 이를 추정하기 위한 다양한 방법들이(기술수명주기, 성장곡선 등) 개발되어 있으나 이를 적절히 선택하여 사용하는 것은 앞의 두 단계 즉, 가치사슬 분석과 기술의 경쟁적 위치 분석에서 도출된 결과에 의해 결정될 수 있음.

나. 산출 방법의 선택

- 기술이라는 투자자산의 가치를 산출하는 방법은 기존의 경영학(특히 재무론)과 경제학에서 많이 개발되어 왔으므로 이중 적합한 것을 선택하여 적용하면 됨.
 - 현금흐름할인모형, 자본자산가격결정모형(CAPM), 실물옵션모형, 계량분석모형, 전문가평가모형(AHP 모형 포함), 서베이모형(contingent valuation method 포함) 등 다양한 평가방법이 존재
- 기술가치 평가를 위해서 중요한 것은 새로운 가치평가 방법의 개발과 적용이 아니라, 기술이 가져올 수 있는 수익을 예측하기 위한 시장과 기술의 관계 및 그 특성을 분석할 수 있는 틀을 개발하는 것임을 인식하는 것이 중요.

- 해당기술의 가치사슬과 경쟁적 위치에 대한 분석이 충분히 이루어진다면, 기술가치 평가를 위해 어떠한 방법을 선택할 것인가 하는 문제는 상대적으로 쉽게 해결 가능하며, 평가 방법의 선택이 평가 결과에 미칠 수 있는 영향 또한 적을 수 있음.

제2절 기술가치평가 사례

- 기술가치 평가모형과 관련하여, 아래에서 소개되는 평가사례 모두가 이용 가능한 자료의 제한성으로 앞에서 제시한 가치평가의 표준절차 즉, 가치사슬 분석 -> 기술의 경쟁적 위치 분석 -> 기술가치 종합 분석 등의 단계를 거치지 않았음.
- 유전자특허기술의 경우, 실물옵션 모형을 활용한 실험적인 수준의 기술가치 평가 노력(Brach and Paxson, 2001) 이외에는 실무적으로 응용 가능한 구체적인 기술가치 평가사례가 아직 소개되지 않고 있는 실정으로 추가적인 연구가 이루어질 필요가 있음. 따라서 유전자특허기술이 어떻게 응용되는가 즉, 최종재 제품기술, 중간재/보완재 제품기술, 공정기술인가에 따라 이들 기술들에 적용되고 기술가치평가 방법을 활용할 수 있을 것임.

1. 최종 의약품 기술의 가치평가 사례

“CNS-selective T-type calcium channel modulators”²⁾

1) 기술개요

- Calcium(Ca) channel은 신경세포에 의해 열리거나 닫힐 수 있는 Ca-selective cell membrane gates로서 뇌에 병리학적 또는 약리학적 특성에 따른 다양한 형태가 존재함.

2) 동 사례는 다국적 제약기업인 BestPharma사가 연구프로그램의 우선순위 결정을 위해 수행한 분석결과(Loch and Bode-Greuel, 2001)를 토대로 한 것으로, 일부 자료는 가치평가 사례로서 적합성을 높이기 위해 수정 보완되었음.

- 예를 들어, L-type와 L-type Ca channel 등이 있는데 이들은 여러 가지 신경 장애를 치료하기 위한 약리학적 목표가 되어 왔음.
- 지금까지 T-type channel이 CNS(Central Nervous System) 관련 질병들에 대한 치료 목표로 활용된 적은 없었으며, 치료 잠재력을 조사함에 있어 충분히 선별적인 이용 가능한 후보 화학물질 또한 없었음(T-type channel에 작용하는 치료제와 관련하여 2002년 현재 등록된 미국 특허는 한 건도 없는 것으로 나타남).

○ T-type Ca channel은 neuronal network activity에 중요한 역할을 수행하는 것으로 알려지고 있음.

- T-type channel의 혼란은 수면장애(sleep disorders)와 간질(epilepsy) 등과 관련이 있으며, 이를 활성화시키는 것(modulators)은 뇌 기능을 정상화시키는데 도움을 줄 수 있다는 증거들이 보고되고 있음.
- 기술전문가들이 정성적으로 평가한 결과, 시장성에서 중간 이상, 혁신성에서 중간 정도의 평가를 받아 심층 분석의 필요성이 인정되었음.

2) 기술가치 분석

○ 기본 전제

- 기술의 의료적 수요(medical need)는 목표로 하는 질병의 심각한 정도(severity)와 이를 치료하기 위해 이미 사용되고 있는 기존 의약의 존재 여부의 결합에 의해 파악되는 것으로 정의될 수 있음.
- 의약의 잠재적 시장 규모는 '평균 치료 일수(available patient days)' 또는 해당 질병으로부터 영향을 받는 평균 인원수에 환자가 치료를 받는 평균 일수를 곱하고, 여기에 일일 복용량(one-day dosage)의 가격을 곱함으로써 산출될 수 있음. 이때 '평균 치료 일수'는 의약산업에서 일반적으로 활용되는 지표임. T-type Ca channel은 10억 정도의 잠재적 평균 치료 일수를 가지며, 평균 치료 1일당 \$1.50의 수익을 얻을 수 있을 것으로 예상됨.
- 소요 비용과 성공확률 등은 1차적으로 연구개발, 전임상시험, 임상시험, 제품 출시 등 단계별로 관련 전문가에 의해 추정되나, 설문조사에 기초하여 발표되는 평균 성공률 정보도 참조하여 적용하였음.
- 추가적 연구개발 후 수면장애와 간질을 위한 치료제가 개발되나, 의약산업의 일반적인 관행에 따라 하나의 치료제 즉, 수면장애 치료제에 대한 전임

상 및 임상시험이 우선 추진되며 간질 치료제에 대한 전임상 및 임상시험은 수면장애 치료제에 대한 제2임상이 완료된 후 시작되는 것(3년 후)으로 가정함.

- 해당 기업이 대규모 다국적 제약기업임과 계산상의 간편함을 고려하여 위험 중립적임을 가정하고 가중평균자본비용(WACC)을 10%로 설정
- 제품의 판매로부터 발생하는 기대수익의 수명은 20년인 특허 보호기간을 기준으로 산정

○ 순현재가치(Net Present Value, NPV)의 추정 결과

- 아래 <표 3>은 의약산업에서 일반적으로 활용되고 있는 수익 추정표임.

○ 수면장애 치료제에 대한 NPV = \$ 33.6 M

- 전임상시험 단계의 NPV = \$ 33.6 M

연도	비용	현재가계수	확률(%)
1년	- 1.5	1	100%
2년	- 6.5	0.91	70%
3년	- 7	0.83	70%
			32%(총 확률: 시장실패율 포함)

<표 3> T-type Ca channel에 대한 NPV 추정 과정

진행 단계	기간(年)	현금 흐름(\$ M)	성공 확률(%)	실패 확률(%)
추가 연구개발	1년	- 3.5	50%	
전임상시험 - 실험동물 모형 개발 - 수면장애 치료제 - 간질 치료제 - 독성, 안전성 검증 등	1년 2년	- 3 - 6	70% 40% 50%	10%(시장요인)
임상시험(수면장애 치료제) - 제 1상 - 제 2상 - 제 3상	1.5 1.5 2	- 2.7 - 5.4 - 36	70% 60% 80%	15%(시장요인) 20%(승인 시)
임상시험(간질 치료제) - 제 1상 - 제 2상 - 제 3상	2 2 3	- 4 - 8 - 40	70% 55% 70%	15%(시장요인) 20%(승인 시)
연간 평균 고정비용	10	- 3		
제품 출시 후 기대 이익 (수면장애 치료제) - 초기 마케팅 비용 - 승인 후 출시 비용 - 할인된 기대 수익	1 13	- 50 - 60 1,787	80% +/- 60%	3%**
제품 출시 후 기대 이익 (간질 치료제) - 초기 마케팅 비용 - 승인 후 출시 비용 - 할인된 기대 수익	1 7	- 50 - 50 502	80% +/- 80%	3%**
추정된 총 NPV (확률과 할인을 감안 후)		12.1		

* 외부 시장요인에 의한 개발 실패 확률

** 제품 출시 후 새로운 부작용의 출현이나 경쟁자 출현 등의 부정적 시장요인으로 실패할 확률

- 임상시험 단계의 NPV = \$ 183.0 M

연도	비용	현가계수	확률(%)
1년	- 5	1	100%
2년	- 5	0.91	70%
3년	- 7	0.83	70%
4년	- 27	0.75	42%
5년	- 19	0.68	42%
			23%(총 확률: 승인 및 시장실패율 포)

- 제품 출시 단계의 NPV = \$ 1,466 M

연도	비용	수익	확률(%)
1년	- 110	최대 2,860	20%
		기대 1,787	60%
		최소 715	20%
			3%(출시 후 시장실패율)

○ 간질 치료제에 대한 NPV = \$ 1.2 M

- 전임상시험 단계의 NPV = \$ 1.2 M

연도	비용	현가계수	확률(%)
1년	05	1	100%
2년	0	0.91	40%
3년	0	0.83	40%
			18%(총 확률: 시장실패율 포함)

- 임상시험 단계의 NPV = \$ 8.9 M

연도	비용	현가계수	확률(%)
1년	- 1	1	100%
2년	- 2	0.91	100%
3년	- 3	0.83	100%
4년	- 4	0.75	70%
5년	- 7	0.68	70%
6년	- 13	0.62	39%
7년	- 18	0.56	39%
8년	- 13	0.51	39%
			18%(총 확률: 승인 및 시장실패율 포함)

- 제품 출시 단계의 NPV = \$ 342 M

연도	비용	수익	확률(%)
1년	- 100	최대 903	20%
		기대 502	60%
		최소 100	20%
			3%(출시 후 시장실패율)

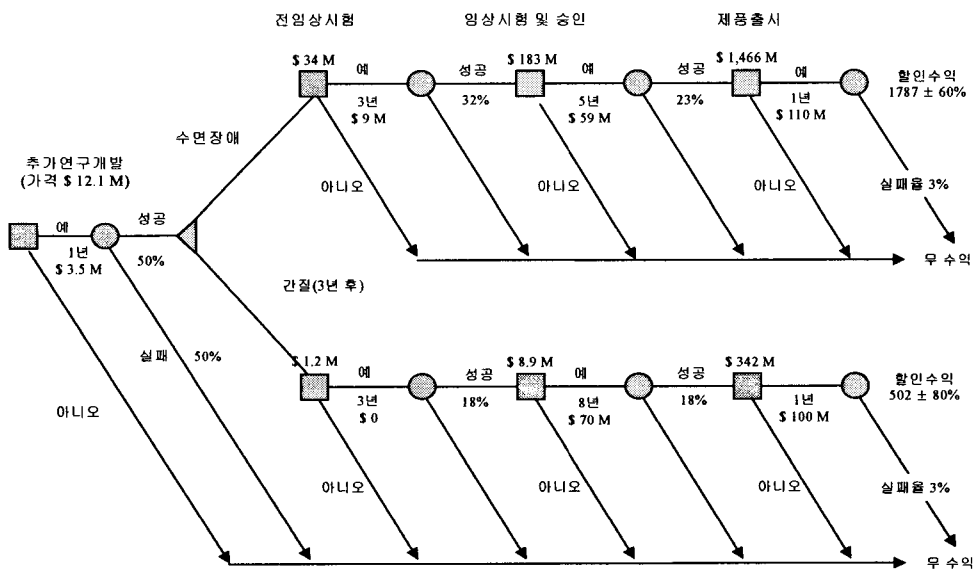
○ T-type Ca channel modulators의 NPV = \$ 12.1 M

- 수면장애 및 간질 치료제의 기대 수익: $33.6 + 1.2/1.13$
- 1년 동안의 추가 연구개발 비용: 3.5
- 성공 확률: 50%
- 총 NPV: $0.5 (34.5/1.1) - 3.5 = 12.1$

○ 여기에 소개된 T-type Ca channel에 대한 NPV 추정과정은 단순한 현금흐름할인(DCF)모형에 의한 것이라기보다 개발 포기에 따른 유연성 즉, 포기옵션(abandonment option)이 고려된 의사결정수(decision tree) 방법임

- T-type Ca channel에 대한 의사결정수는 아래 <그림 4-15>와 같으며, 네모는 의사결정이 요구되는 노드('decision nodes')를, 원은 통제 불가능한 확률 노드('chance nodes')를 의미함.
- 의사결정수는 추가적 연구수행에 대한 의사결정 노드에서 시작하여 '예'이면 \$ 3.5 M의 1년 동안의 투자를 필요로 하며 50%의 성공확률은 같게 됨.
- 이러한 의사결정수는 의사결정과 성공확률 등 일련의 사건을 알기 쉽게 표시할 수 있으며, 기술로부터 발생하는 가치창출 경로를 보다 명확히 파악할 수 있다는 장점이 있음.

<그림 4> T-type Ca channel의 의사결정수 분석



3) 추가 검토 사항

- 전문가들의 의견에 의하면, 아직 그 불확실성이 크지만 T-type Ca channel은 뇌 손상(brain trauma), 치매(dementia) 등에 추가적으로 활용될 가능성이 존재함.
- Loch and Bode-Greuel(2001)은 포아송 분포에 기초한 옵션모형을 활용하여 T-type Ca channel의 추가적 활용 가능성에 대한 성장옵션(growth option) 가치를 \$ 10 M으로 추정하였음.

2. 씨감자 생산기술 가치평가 사례³⁾

1) 기술의 개요

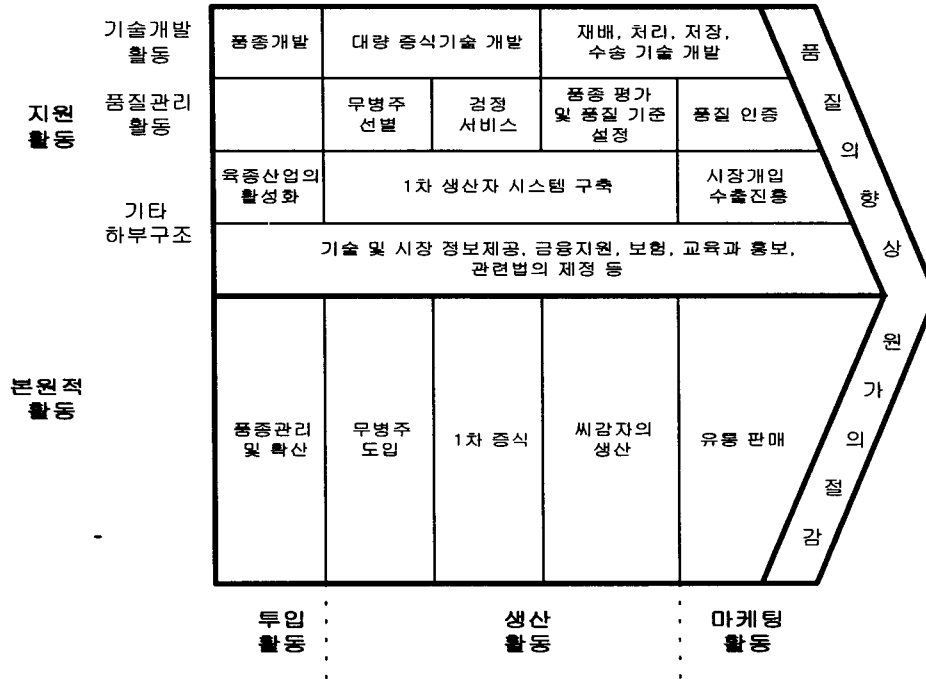
- 일반인에게는 “인공씨감자” 기술로 잘 알려져 있으며 국내 농업과 생물산업의 대표적인 성공사례로 지금까지 회자되고 있는 기술로 씨감자의 상위 생산단계에서 수배 이상의 생산성 향상을 가져다 준 기술임.
- 기술개발이 성공하여 사업화가 추진된 지 10여 년이 지났음에도 불구하고 기술의 상업적 성공은 계속 지연되고 있는 실정이며, 조사한 바에 따르면, 농민을 포함한 개인과 단체, 기업 그리고 다수의 정부부처가 씨감자 생산기술에 투자를 하거나 적용시험(field tests)에 참여하는 형태로 관여

2) 씨감자기술의 가치사슬

- 정부가 씨감자 생산 시스템에 개입하는 이유는 씨감자 기술의 개선을 통해 생산원가를 낮추기 위한 것과 양질의 씨감자를 공급하는 것에 있음.
- 씨감자 생산시스템을 구성하는 핵심적 활동은 신품종 개발과 관리, 1차 증식, 씨감자의 생산, 씨감자의 판매 등으로 구성되어 있으며, 씨감자 생산을 위한 지원활동에는 연구개발, 품질관리, 시장정보 제공, 씨감자의 인증, 국제관계, 작물재해보험 등이 포함됨.

3) 여기에 소개되는 자료는 안두현의 사례연구(2001) 결과에 바탕을 둔 것으로 일부 수정 및 보완한 것임.

<그림 5> 씨감자산업의 가치사슬



○ 씨감자 생산시스템을 구성하는 활동들과 이들간의 상호관계에 대한 이해를 통해서 기술의 투자가치분석에 있어 중요한 시사점 두 가지를 얻을 수 있음.

- 일차적 분석대상인 1차 증식기술이 추구하는 기본적인 목표는 씨감자의 생산원가를 절감하는데 있다는 것임.
- 씨감자 생산 시스템의 다른 중요한 목표의 하나인 씨감자 품질향상은 <그림 5>에서 횡축의 생산활동 그 자체에 의해서 보다는 투입활동의 신제품개발과 종축의 지원활동을 구성하는 품질관리 활동에 의해서 주된 영향을 받음.

3) 씨감자 생산기술의 경쟁적 위치

○ 씨감자 생산 시스템을 구성하는 전체 기술들에 대한 충분한 분석이 없이 1차 증식기술에 대한 기술적 위치만을 분석하고 이를 근거로 해당 기술의 투자가치를 판단하는 것은 위험한 일이기 때문에 분석 범위를 1차 증식기술에서 씨감자 생산 시스템을 구성하는 모든 주요 기술들로 확장시키는 것이 필

요함.

- 분석의 기초가 되는 특허자료는 미국, 일본, 유럽, 한국, IBM사 등이 제공하는 특허 데이터베이스를 통해 이루어졌으며, 중요 기술의 경우 미국 특허에서 제공하고 있는 인용 특허자료를 추가로 검색하여 특허자료를 수집 활용하였음.
- 이와 같이 정리된 씨감자 생산기술 관련 특허는 모두 1,613건이었으며, 이들 특허들의 발명일은 최초 출원일을 기준으로 하였고 우선권이 있는 경우 우선권이 있는 특허의 출원일을 최초 출원일로 간주하여 정리하였음.
- 기술분류표는 다음에 이어질 원가동인 분석에 유용하게 활용될 수 있도록 원가의 구성요소들과 가능한 한 대응이 되도록 작성
- 기술분야별 출원 동향을 살펴보면, 수확기술과 씨감자 생산 재배기술이 각각 447건과 376건으로 27.71%와 23.31%를 차지하여 씨감자 생산 기술 중 가장 중점적으로 기술개발이 이루어졌던 것으로 나타났음.
- 주 분석 대상인 1차 증식기술은 전체 1,613건 중 87건으로 전체의 5.39%를 차지하였는데, 이 기술에 대한 한국의 관심에 비교할 때, 세계적으로는 예상했던 것보다 낮은 비중으로 기술개발이 이루어졌음을 알 수 있음.
- 한국의 경우, 수확기술과 1차 증식기술이 각각 11건과 9건으로 37.93%와 31.03%를 차지하여 이들 분야의 기술개발이 가장 활발히 이루어진 것을 알 수가 있는데, 이는 세계의 기술개발 경향과 일치하지 않는 것임. 파종전 씨감자 처리기술, 병충해 관리기술 등에 대해서는 경쟁력 있는 기술개발이 거의 이루어지지 않았으며, 수확 후 관리기술에 대한 특허는 한 건도 출원되지 않은 것으로 나타났음.
- 씨감자 생산기술의 기술적 위치를 분석한 결과, 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있음.
 - 씨감자 생산에서 수배 이상의 생산성을 향상시킨 기술로서 국내에서 “인공

씨감자 기술”로 알려진 씨감자 1차 증식기술은 돌파적인 기술이라기보다 기존 기술의 개량기술임.

- 한국이 나름대로 강점을 지닌 기술분야로 평가된 1차 증식기술이 씨감자 생산 시스템을 구성하는 전체 기술개발흐름에서 차지하는 비중은 5.39%로 예상했던 것 보다 낮은 것으로 나타났음. 이러한 사실은 씨감자의 품질을 향상시키고 생산성을 증가시키는 데 있어 1차 증식기술의 중요성이 그리 높지 않음을 시사하는 것임.
- 씨감자 생산 시스템을 구성하는 기술들의 개발동향에 비추어 보면 한국에서는 1차 증식기술 그리고 수확기와 파종기의 개발 등 일부 분야에 대해서만 기술개발이 활발히 이루어진 것으로 평가됨. 이러한 경향은 세계적인 기술개발 흐름과 일치하지 않는 것으로 러시아와 일본 등 씨감자 생산 기술 강국들이 중점을 두어온 수확 후 관리기술, 파종 전 씨감자 처리기술, 병충해 관리기술, 신품종 개발 및 생산 재배기술에 대해 한국에서는 경쟁력 있는 기술개발이 거의 이루어지지 않았던 것으로 평가됨.

4) 원가동인(cost drivers) 분석

- 원가 탄력성은 해당 원가의 감소율(또는 증가율)에 따라 최종 원가의 감소율(또는 감소율)이 어떻게 변화하는 지를 분석하기 위해 적용된 개념임.
- 씨감자 생산기술에서 원가탄력성은 변동원가를 구성하는 각 원가의 감소율(또는 증가율)이 농민에게 공급되는 씨감자 원가 감소율(또는 증가율)에 미치는 변화 정도를 의미
- 씨감자 생산기술에 대한 원가동인 분석에서 원가탄력성에 대한 분석이 필요한 이유는 씨감자의 생산을 위해서는 여러 단계의 증식을 거쳐야 하기 때문임. 씨감자의 생산단계를 5단계로 본다면, 원가 구조는 크게 1차 증식 단계(기본종)와 그 후의 추가적 증식 단계(기본식물 → 원원종 → 원종 → 보급종)로 구분될 수 있음.
- 현재 한국에서는 5단계의 증식과정을 거쳐 씨감자를 생산하고 있으며, 미국, 일본, 네덜란드 등도 6~7단계의 증식과정을 거쳐 씨감자를 생산하고 있음. 1차 증식은 실험실내 배양이나 양액재배 등의 방법을 통해 1회에 한해 이루어지지만, 그 이후의 증식은 일반 토양이나 망실에서 일반 감자 생산과정을 수 차례 반복하는 과정임.

○ 1차 증식기술의 원가 탄력성은 다음과 같은 계산과정을 거쳐 산출될 수 있음.

- 각 단계의 씨감자 비용의 비중을 b , 씨감자 비용을 제외한 생산원가의 비중을 c 라 하고 모두 추가 증식 단계에서 일정하다고 가정을 하고⁴⁾, 1차 증식에 의해 생산된 씨감자(기본종)의 비용 감소율을 x 라고 한다면, 최종 판매되는 씨감자(보급종)의 생산원가 감소율은 b^4x 가 됨(<표 4>).

<표 4> 1차 증식기술의 생산성 향상에 따른 생산원가 절감 효과

구분	1차 증식 (기본종)	2차 증식 (기본식물)	3차 증식 (원원종)	4차 증식 (원종)	5차 증식 (보급종)
씨감자 비용		$b-bx$	$(1-bx)b$	$(1-b^2x)b$	$(1-b^3x)b$
씨감자 비용을 제외한 생산비용		c	c	c	c
총 생산비용		$1-bx$	$1-b^2x$	$1-b^3x$	$1-b^4x$
감소율					b^4x

* 여기에서, $b+c=1$

- 만약 1차 증식에 의해 생산된 씨감자(기본종)의 생산원가가 1% 감소하고 추가적 증식과정에서 씨감자 비용이 차지하는 비중이 0.2415(<표 4-29> 참조)로 일정하다고 가정한다면, 1차 증식기술의 원가 탄력성은 0.0034%가 됨.

○ 씨감자 비용이외에 추가 증식단계에서 발생하는 생산원가의 원가 탄력성은 동일한 계산과정을 거쳐 산출될 수 있는데, 각 단계의 씨감자 비용의 비중을 b , 변동원가 항목 A의 비중을 a , 나머지 생산원가의 비중을 c 라 하고 모두 추가 증식 단계에서 일정하다고 가정하고, 변동원가 항목 A의 비용 감소

4) 사실, 추가적 증식단계에서 씨감자 비용을 포함한 각 원가활동의 비중은 일정하지는 않음. 왜냐하면, 씨감자 비용에서 생산성 향상을 통한 원가절감은 다음 증식단계에서 씨감자 비용이 차지하는 비중을 낮추고 타 원가활동이 차지하는 비중을 높이는 효과를 갖기 때문임. 그러나 이러한 비중의 변화가 원가 탄력성 산출에 있어 원가 탄력성이 작아지는 쪽으로 소수점 이하 네 자리 또는 다섯 자리 정도의 적은 영향만을 미치기 때문에 여기에서는 이를 무시하고 원가 탄력성을 산출한 것임.

을을 y 라고 한다면, 최종 판매되는 씨감자(보급종)의 생산원가 감소율은 $ay(1+b+b^2+b^3)$ 가 됨.

- 만약 변동원가 항목 A의 비용이 1% 감소하고 추가적 증식과정에서 씨감자 비용이 차지하는 비중이 0.2415로 일정하다고 가정한다면, 변동원가 A의 원가 탄력성은 1.31a%가 되며, 다른 변동원가의 원가 탄력성도 같은 방법으로 구하는 것이 가능하며 동일한 계수 값을 가짐.

○ <표 5>는 1차 증식단계에서 원가 탄력성과 추가 증식단계의 생산원가를 구성하는 씨감자 비용 이외의 변동원가 탄력성을 나타낸 것임.

- 아래 표는 1차 증식에서 1% 생산성 증가 즉 생산원가의 감소는 판매되는 씨감자 원가의 0.0034%의 감소를 가져올 수 있으며, 추가증식 단계에 지속적으로 발생하는 변동원가 항목 A에 있어 1%의 생산원가 감소는 판매되는 씨감자 원가의 1.31a%의 감소를 가져올 수 있음을 의미.
- 원가의 탄력성에서 이러한 극단적인 차이를 보이는 것은 1차 증식에 소요되는 원가는 증식과정의 상위단계에서 1회만 발생하는 비용으로 추가 증식과정에서 원가의 증감효과가 거의 소멸되는 반면, 씨감자의 추가 증식을 위한 재배과정에서 발생하는 원가는 계속적으로 발생하는 원가이며 여기에서의 원가 증감은 다음 증식 단계에서 재료로 이용되는 씨감자 원가의 증감에 영향을 미치기 때문에 충분한 원가절감 효과를 갖는 것임.

<표 5> 씨감자 생산원가의 탄력성

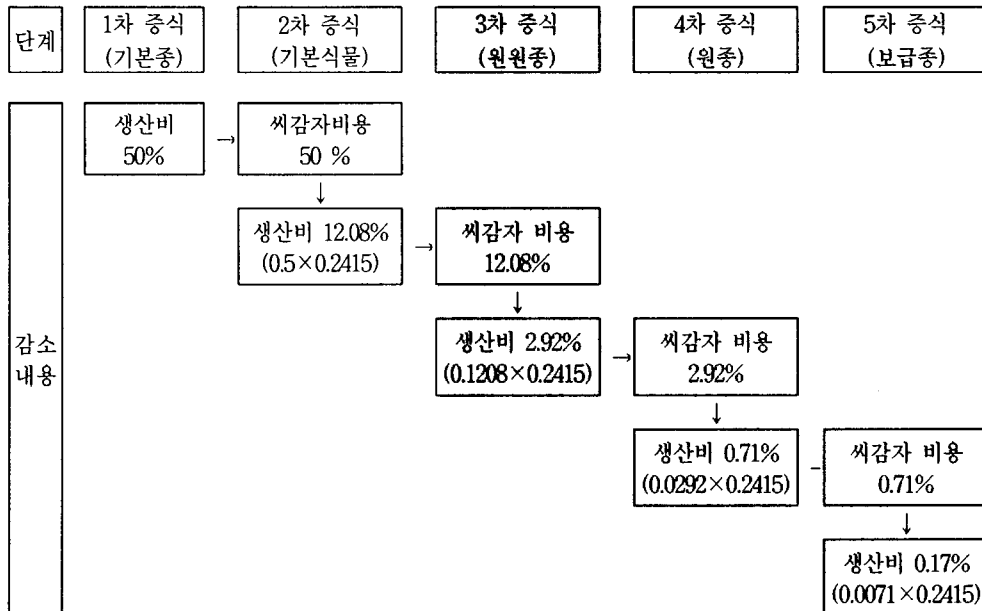
원가의 구분	생산원가 비중(%)	원가 탄력성(%)
무병주 도입과 1차 증식	-	0.0034
파종전 처리비용		1.31a*
· 씨감자 절단 및 소득비	13.50	
· 비료비	12.63	
파종 및 파종후 재배비용		
· 토양처리, 제초 및 병충해 방제비	4.61	
· 관개비 등 기타	8.90	
수확비용(줄기처리, 수확, 수송)	16.82	
기타비용(일반간접비, 이자 등)	13.30	

* 여기에서, a는 각 변동원가 항목의 원가 비중을 의미하는 것임.

- 이러한 사실은 정부가 농민에게 판매되는 씨감자의 생산원가를 낮추기 위해서는 무엇을 우선적으로 해야 할 것인가를 잘 보여줌.
 - 원가 탄력성의 분석 결과는 씨감자 생산원가를 낮추기 위해서는 1차 증식 단계에 대한 투자를 하는 것보다 1차 생산자 시스템에서 효율성을 증가시키는 것이 훨씬 효과적일 수 있음을 나타냄.

- 이에 대한 보다 구체적인 예는 다음과 같음.
 - <그림 6>에서 1차 증식기술을 통해 생산된 씨감자(기본종)의 원가가 50% 감소했다고 하면, 2차 증식(기본식물) 생산비에서 차지하는 씨감자의 비중이 24.15%이므로 결국 2차 증식의 생산비는 12.08% 절감됨.
 - 이 효과는 그대로 3차 증식의 씨감자 비용의 감소로 이어지므로 3차 증식(원원종)에서 사용되는 씨감자 원가도 12.08% 감소되는 결과를 가져오는데, 3차 증식에서 차지하는 씨감자의 비중 역시 24.15%이므로 씨감자 원가가 12.08% 감소되었을 때, 생산원가는 2.92% 감소됨.
 - 이런 식으로 해서 최종 단계인 판매용 씨감자(보급종)의 생산원가는 겨우 0.17% 밖에 감소되지 않게 됨.

<그림 6> 기본종 원가 감소가 보급종 생산비 감소에 미치는 영향



* 0.2415는 감자 생산원가 중 씨감자 비용이 차지하는 비중임

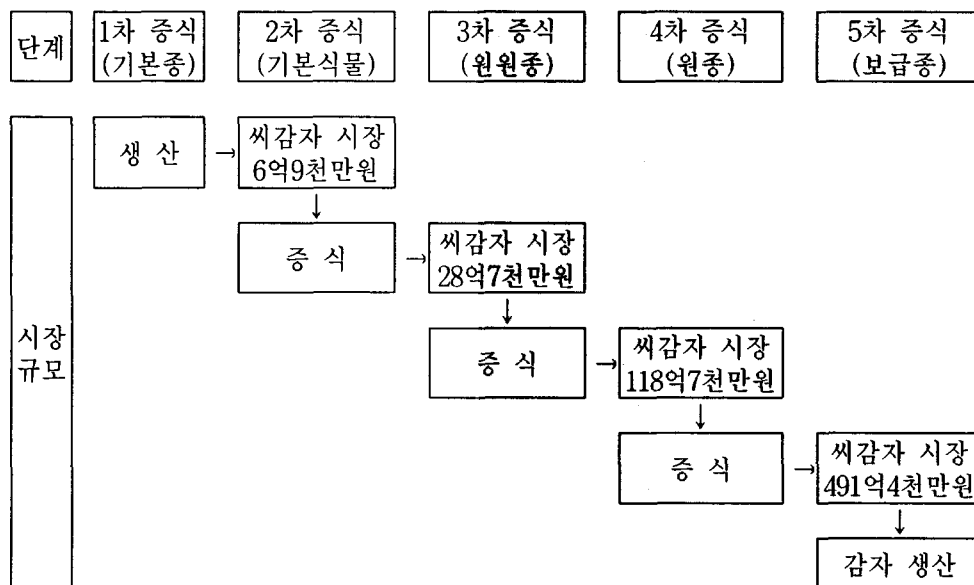
- 결론적으로, 1차 증식에 의해 생산된 씨감자(기본종)의 생산 원가 증감은 농민에게 최종 판매되는 씨감자의 생산원가 증감에 거의 영향을 미치지 않음. 따라서 상위단계에서의 씨감자 생산원가를 낮추기 위한 노력은 원가절감 측면에서 거의 의미가 없다고 볼 수 있음.
- 추가증식 과정이 4단계에서 2단계로 축소되어도 크게 달라지지 않는데, <그림 4-17>의 예에서 추가증식을 3차 증식(원원종)까지로 축소한다 하더라도 1차 증식에서 1%의 생산성 증감은 최종 판매되는 씨감자 생산원가의 단지 0.0583%의 증감을 가져다 줄 뿐임.
- 이러한 측면에서 1차 증식기술을 구성하는 기술들 즉, 줄기증식기술, 실험실내 증식기술(MCT 생산기술), 양액재배기술, 상토재배기술들간의 우월성을 판단하고 이를 위해 이들 각 기술이 갖는 생산성 증대효과를 비교하는 것은 최종 판매되는 씨감자의 생산원가 절감효과를 고려한다면 거의 무의미한 것이라 할 수 있음.

5) 씨감자 생산기술의 기술가치

- 1차 증식기술의 경제 효과를 분석함에 있어 주의해야 할 것은 씨감자 생산원가 절감효과와 품질향상 효과를 구분시키는 문제임.
- 씨감자의 품질은 두 가지 경로에 의해 향상될 수 있는데, 그 첫 번째는 신품종의 개발에 의해서이고 두 번째는 효과적인 품질관리에 의해서임. 신품종의 개발은 보다 장기적인 기술혁신 노력을 요구하는 것이며, 품질관리 문제는 1차 증식기술과 그 이후의 생산과정에 있어 품질관리 활동을 체계화하는 것과 관련이 있는 것임.
- 즉, 1차 증식기술에 있어 기술개발은 품질의 향상을 위한 것이라기보다 생산성의 향상을 통한 씨감자의 생산원가 절감에 그 기본 목적이 있는 것임..
- 잠재적 씨감자 시장규모의 추정
 - 1999년 국내 감자재배 면적이 27,657ha이고 10아르당 생산원가가 735,755원(1999년 전국 평균 감자 생산원가), 그리고 이중 씨감자 비용이 감자 생산원가의 24.15%를 차지한다고 하면, 아래 <그림 7>은 씨감자의 증식단계별 잠재적 시장규모를 나타낸 것임.

- 국내 감자재배 면적과 평균 생산원가 그리고 씨감자가 차지하는 원가비중을 이용하여 산출된 최종 판매되는 씨감자의 총 잠재적 시장규모는 약 491억4천만원임.
- 증식 단계별 씨감자의 잠재적 시장규모는 4차 증식단계(원종)가 약 118억7천만원, 3차 증식단계(원원종)가 약 28억7천만원, 2차 증식단계(기본식물)가 약 6억9천만원이 됨. 2차 증식단계의 씨감자 시장이 1차 증식기술을 통해 생산되어 공급되는 시장임.
- 추가증식 단계의 씨감자 시장에는 원가 경쟁력을 확보하기 어려워 진입이 쉽지 않기 때문에 1차 증식기술이 목표로 하는 시장의 규모는 약 6억9천만원 정도에 불과함. 한국의 씨감자 시장규모는 감자의 절대 재배면적이 증가하지 않는 한 증가하기 어려운 실정이며⁵⁾, 1차 생산자 시스템에서 경쟁력이 확보되지 않는 한 해외시장을 개척하기도 어려운 실정임.

<그림 7> 씨감자의 증식단계별 잠재적 시장규모



○ 씨감자 생산기술(1차 증식기술)의 기술가치 산출

- 이를 생산원가 절감효과를 통해서 분석해보면, 원가동인 분석에서 얻어진 1차 증식기술의 원가 탄력성은 0.0034%이며 이 씨감자를 국가 전체적으로

5) 한국의 최근 감자 재배면적은 1995년 24,941ha, 1996년 32,040ha, 1997년 25,489ha, 1998년 23,252ha, 1999년 27,657ha로 큰 변동이 없는 것으로 나타났음.

100% 사용한다고(즉, 갱신을 100%) 가정한다면⁶⁾, 1차 증식에 의한 씨감자(기본종)에서 1%의 생산성 증가는 국가 전체적으로 연간 약 1,671,000원⁷⁾의 씨감자 비용 절감효과를 갖는 것으로 나타남.

- 만약 1차 증식에 의한 씨감자(기본종)의 생산원가를 현재의 1/10 수준으로 감소시킨다 하더라도 이 씨감자가 100% 사용된다는 가정 하에서 단지 연간 약 1억5천만원⁸⁾의 씨감자 비용 절감효과를 가지는 것으로 나타남.
- 할인율을 10%로 가정하고 해당 씨감자 생산기술이 영구적으로 사용된다는 가정 하에, 씨감자 생산기술의 기술가치는 약 15억원 정도로 추정될 수 있음.

○ 추가적 검토사항

- 여기에서 산출된 씨감자 비용 절감효과는 1차 증식기술의 직접적이고 일차적인 경제효과만을 분석한 결과로서 씨감자 비용의 절감으로부터 비롯되는 추가적인 경제적 효과도 고려할 필요가 있음.
- 그러나, 현실적인 실물경제 상황에서 씨감자 비용에서 1%⁹⁾ 내의 절감이 국가 전체적인 감자의 공급과 수요에 중요한 영향을 미치리라 예상하기는 쉽지 않으며, 일반 공산품과 달리 농산물의 경우에는 수요와 공급이 생산원가와 가격에 탄력적이지 못함. 오히려 국민소득수준이나 예상치 못한 신규 수요의 창출 등 거시경제적이고 외부적인 요인들에 의해 영향을 받을 가능성이 높기 때문에 1차 증식기술의 생산성 향상에 따른 추가적인 경제효과는 무시해도 무방함.
- 기술의 경제적 효과를 산출함에 있어 추가적으로 고려할 필요가 있는 것은 씨감자 또는 감자산업이외에 미칠 수 있는 파급효과의 정도인데, 실제로 한국에서 씨감자의 생산을 위해 개발된 1차 증식기술이 씨마늘과 백합에 응용이 시도되고 있는 것으로 알려져 있음. 그러나 생물산업에서는 각 생물체가 갖는 고유의 생리적 특성으로 인해 기술개발을 위한 기본적 개념이 도입된다 하더라도 이를 실제 식물체에 적용하여 목표로 하는 성과를 얻기가

6) 사실 새로운 1차 증식기술에 의해 생산된 씨감자(기본종)가 100% 사용된다는 가정은 현실적이지 못함. 실제 한국에서 정부가 생산하여 공급하는 씨감자가 전체 소요량의 22.4%에 불과한 실정이며, 또 그만큼의 양이 생산자단체를 통해 비공식적으로 유통이 된다하더라도 60%이상 사용된다고 간주하기는 어려움.

7) 1차 증식기술의 원가탄력성(0.0034%) × 최종 판매되는 씨감자(보급종)의 시장규모 × 0.01

8) 1,671,000 × 90 ≃ 1억5천만원

9) 상기의 예에서 산출된 것처럼 국가 전체적으로 절감된 씨감자 비용 연간 1억5천만원은 국가 전체 씨감자 비용 491억4천만원의 0.31%에 해당됨.

지에는 다시 그 만큼의 연구개발 기간이 소요되는 것이 일반적이다. 그리고 1차 증식기술이 씨마늘 등에 성공적으로 도입이 되었다하더라도 씨감자에 서처럼 종자산업에 있어 최상위단계의 기술개발이 갖는 경제적 효과의 제한성으로 인해 이로부터 유의한 경제적 파급효과가 창출되는 것을 기대하기는 어려움.

<참고문헌>

- 안두현, 「Strategic Cost Management(SCM)를 활용한 기술의 투자가치분석: 씨감자 생산기술을 중심으로」, 고려대학교 박사학위 논문, 2001.
- Boer, F. P., "Traps, Pitfalls and Snares in the Valuation of Technology", *Research · Technology Management*, Sept.-Oct., pp43-54, 1998.
- Boer, F. P., *The Valuation of technology: Business and financial issues in R&D*, New York: John Wiley & Sons, 1999.
- Brach, M. A. and D. A. Paxson, "A Gene to Drug Venture: Poisson Options Analysis", *R&D Management*, Vol. 31, No. 2, pp201-214, 2001.
- Capon & Glazer, "Marketing and technology : a strategic coalignment", *Journal of Marketing*, Vol. 51, pp.1-14, July 1987.
- Loch, C. H. and K. Bode-Greuel, "Evaluating Growth Options as Sources of Value for Pharmaceutical Research Projects", *R&D Management*, Vol. 31, No 2, pp.231-248, 2001.
- Porter, Michael E., *Competitive Strategy*, New York: Free Press, 1980.
- Pratt, P. et al., *Valuing Small Business and Professional Practices*, New York: McGraw-Hill, 1998.
- Shank, J. K., "Analysing Technology Investments: From NPV to Strategic Cost Management(SCM)", *Management Accounting Research*, Vol. 7, pp.183-197, 1996.