

# 연구/ISSUES

## 기술예측의 기본 개념과 주요 기법

金亨洙\*, 安斗鉉\*\*

### I. 기술예측의 의의와 필요성

1960년대 이후 미래연구가 급속히 발전함에 따라 기술적 가능성의 예측, 특정기술의 사회적 니즈 파악, 연구개발에서 실용화에 이르는 과정의 이론적 실질적 문제, 기술혁신에 대한 사회적 영향분석과 예측, 계획 등과 같은 영역에 대한 관심이 높아지고 있다. 의심할 여지없이 기술예측은 사회변화의 과정을 예측하고 계획, 제어해 가는데 전략적으로 중요한 분야이다.

고도의 기술에 뒷받침 되고 있는 현대사회에 있어서는 어느 정도의 신뢰도를 갖는 기술예측 없이는 미래의 사회, 미래의 산업, 미래의 인간 생활 등에 관해 책임있는 논의를 전개하는 것이 거의 불가능하다고 할 수 있다. 기술은 우리 사회활동 내부 깊숙이 침투해 있으며 고도 기술사

회의 장래는 앞으로의 기술혁신전개에 의해 결정적으로 좌우될 것이기 때문이다. 따라서 미래의 기술발전방향과 전망에 대한 예측의 의의는 매우 크다고 볼 수 있다.

기술예측이 필요한 이유로서 대체로 다음과 같은 세 가지 점을 들고 있다(牧野昇, 1970 참조). 첫째, 최근의 산업동향에 비추어 볼 때 신제품의 발명으로부터 실용화에 이르기까지의 주기(cycle)가 점점 더 짧아지고 있다는 점이다. 격심한 기술경쟁에 따른 수명주기의 단축은 산업구조를 변화시켜 기업의 지위를 반전시킬 정도로 영향력을 미친다. 이에 따라 기업들은 보다 기술혁신에 의지하게 되고 신기술에 대한 전망을 필요로 하고 있다. 즉 기술을 중심으로 한 무한경쟁속으로 들어가고 있는 오늘날 "변동의 시대에 대한 대응"을 위해 예측의 필요성이

\* 기술전략팀, 선임연구원

\*\* 기술전략팀, 선임연구원

증대하고 있다.

둘째, 정보화로 상징되는 미래사회에서의 기업의 존재양상은 제품의 효율적인 제조능력과 관리능력에서 기획, 설계, 연구와 같은 정보 관련 부문의 운용능력중심으로 바뀌게 될 것이다. 이는 기업의 중심 기능이 "how"에서 "what"으로 이행되고 있음을 의미한다. 이러한 변화 속에서는 "what"의 탐색이나 선택을 결정함에 있어서 예측의 역할이 중요하게 된다. 무엇을 해야 할 것인가 라고 하는 의사결정을 위해서는 여러가지 정보를 수집, 가공, 처리해서 예측하고 기획하며 동시에 연구를 통해 새로운 정보를 창조해 나가지 않으면 안된다. 정보화 시대의 도래는 필연적으로 예측과 계획의 비중을 높이게 될 것이다.

마지막으로 기술예측의 가장 단순한 수단은 외국의 기술동향을 추적하고 우리와 비슷한 상황을 설정하여 미래기술을 전망하는 유추방법이다. 선진국의 당시 산업이나 기업이 우리의 미래 패턴일 것이라는 가정하에 이를 답습하여 성장해 나가는 전략을 택한다는 것이다. 이때 선진국에 대한 정보를 활용하여 기업에 적합한 합작투자 또는 기술도입 대상을 선택하는 것이

중요하다. 1960년대 이후 우리나라 기업들은 TV를 비롯한 가전제품, 반도체 등 선진국에서 상위를 차지하고 있는 성장상품을 전략상품으로 선택하게 되었고 이들 상품 개발이 기업전략의 주종을 이루게 되었다. 이와 같이 과거 우리나라 기업들이 채택해 왔던 예측방법은 단순히 선진국의 제품과 기술을 모델로 해서 그 동향을 주시하는 것이라고 할 수 있다. 이러한 예측방법이 과거에는 성공을 거둘 수 있었지만 국내 경제가 고도화 되고 첨단기술 개발경쟁이 심화되는 상황에서 유력한 수단이 될 수 있을지는 의문이다. 이제부터는 미래를 주도할 기술을 스스로 전망해서 개발하지 않으면 안된다. 이같은 미래 모델의 상실로 인하여 새로운 예측방법이 필요한 것이다.

## II. 기술이전공간과 기술예측의 기본개념

Jantsch(1967)는 "기술예측을 미래에 일어날 기술이전과정에 대한 확률적 평가(assessment)"라고 정의하고, 이러한 정의를 바탕으로 기술예측의 기본이론을 정립하는데 3

〈표 1〉 기술이전의 단계

기술이전단계		예	시
기술진보방향	효과단계	VIII. 사회 VII. 사회적 시스템 VI. 환경 V. 응용	VIII. 사회전체에 대한 통신의 영향 VII. 국방 등 공공통신분야 VI. 각 산업활동의 통신부문 V. 통신시스템의 시장
	개발단계	IV. 기술적 시스템 III. 요소기술 II. 기술적 자원 I. 과학적 자원	IV. 반도체 통신시스템 III. 집적회로기술 II. 관련기술 I. 반도체의 자연현상에 대한 인식

資料: Jantsch(1967)

차원의 기술이전공간(technology transfer space)이란 개념을 도입하였다. 3차원 공간에서 설명되고 있는 기술이전, 기술진보 그리고 기술예측에 대한 Jantsch의 제안은 다른 여러 개념보다 포괄적이며 광범위하게 이들 문제를 다루고 있다. 여기에서 Jantsch의 기술이전공간이 제시하고 있는 기술진보에 대한 이론적 모형을 우선 살펴보기로 한다.

이해를 쉽게 하기 위해 우선 2차원(평면)상에서 기술진보 문제를 다루고 이를 3차원 공간으로 확대해 보기로 한다. 기술이전공간이란 기술진보의 진행과정을 도형적으로 파악하고자 한 것으로 <표 1>과 같이 일반적인 기술진보의 단계적 분석을 기초로 하고 있다. 여기에서 기술진보의 과정은 수직적으로 계층화하여 8단계로 나누고 있다. 8단계로 나눈 것은 예시적인 것이며 이러한 계층적 구조는 상황에 따라 단순화되거나 더욱 세분될 수 있을 것이다. 예로서 통신시스템의 기술개발을 들고 있는데, 반도체의 연구로부터 그 기술개발이 사회 각층으로 파급해 나가는 과정을 단계별로 보여주고 있다. 이 경우 기술진보의 방향은 계층간의 이동을 나타내는 수직적인 방향과 동일 단계내에서의 수평적인 방향으로 나타낼 수 있다. 이러한 정의는 기술이전이 단순히 수직방향만으로 일어나는 것이 아니고 수평방향의 기술이전(신기술의 spin-off도 포함)도 마찬가지로 일어날 수 있다는 것을 의미한다. 실제의 기술이전은 매우 복잡한 형태로 일어나기 마련인데 기술이전공간의 개념 속에서는 계층적 이행을 의미하는 수직방향과 동일단계내의 이전을 나타내는 수평방향의 조합에 의해 표현될 수 있다.

Jantsch는 <표 1>에서 보여주고 있는 2차원

적 기술진보의 전개과정을 <그림 1>에서와 같이 3차원의 공간을 이용하여 일반화시키고 있다. <그림 1>은 두 가지의 극단적인 경우를 보여주는 것인데, 두 경우 모두 기술이전의 8단계를 수직축으로 한 3차원의 공간으로 "기술이전공간"이라고 한다. Jantsch는 윗부분이 열린 나팔형 공간을 열린 사회에 대한 기술이전공간(개방형 기술이전공간)이라고 하고 球形 공간을 "닫힌 사회"에 대한 기술이전공간(폐쇄형 기술이전공간)이라 하였다. 개방형 기술이전공간은 기술개발의 결과가 사회적 니즈(needs)를 충족할 가능성이 무한히 열려 있는 것을 의미하는데 반해 폐쇄형 기술이전공간은 기술개발의 결과가 특정한 사회적 니즈만을 충족시키는 것을 의미한다. 따라서 기술개발의 현실성을 감안할 때 이 두 가지는 양극단을 나타내는 것으로 파악된다. 즉 현실적으로 기술개발의 결과가 사회적 니즈를 무한히 채운다는 것이 불가능한 것처럼 특정한 사회적 니즈만을 위해 개발된 기술이라 하더라도 그것만으로 그치는 경우는 결코 없기 때문이다.

그럼에도 불구하고 이러한 두 가지 기술이전공간은 기술진보나 기술예측문제를 다루는데 매우 유용한 기본개념을 제공해주고 있다. 물론 현실 세계는 양극단의 중간형태로서 파악될 수 있을 것이다. 개방형 기술이전공간에서는 발명이나 발견이 어떤 요인과도 상호작용하여 통제되지 않는 효과를 만들어 낸다. 반면에 폐쇄형 기술이전공간에서는 기술혁신이 부진한 사회적 구조를 나타낸다. 각기 다른 모습의 두 공간의 차이는 높은 단계로 올라갈 수록 커진다. 이론적으로 기술혁신은 기술적 시스템 단계(단계 IV)에서 그 목적이 달성되었다고 말할 수 있을

것이다. 이는 한 나라 경제의 고유한 특성에 의해 발명이 한정된 제품생산 또는 응용에 국한됨으로써—무한한 가능성이 있음에도 불구하고—기술진보가 이 단계에서 정체될 수 있다는 것을 의미한다. 그러나 오늘날에는 기술진보의 사회적 시스템(단계 VII)이나 사회(단계 VIII)차원에서 기술혁신의 파급효과를 극대화하는 것이 매우 중요한 관심사가 되고 있다.

기술이전평면에서 기술이전공간으로 개념을 확대하였을 때, 기술이전공간은 기술예측이란 관점에서 고려하게 되는 모든 형태의 기술이전을 포함할 수 있다. 즉 모든 단계에서 기술개발과 그 영향 및 비기술적 환경과의 상호작용까지 포함할 수 있다. 기술이전은 기술이전공간내에서 일어나며 따라서 기술이전은 한정된 부분집합으로 파악될 수 있다. 주어진 시점에서 각 단계는 변화율로서 표현될 수 있다. 따라서 주어진 단계에서 변화율은 서로 다른 방향의 벡터를

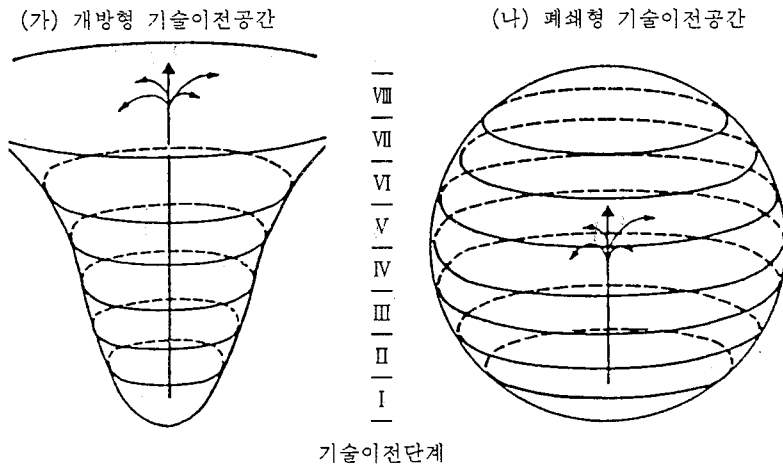
포함하게 된다.

기술예측이란 이러한 기술이전공간에서의 기술이전의 형태와 방향에 초점을 맞추고 있으며, 같은 효과를 갖는 여러 대안 중에 어느 것이 선호되는지를 인식할 때 기술예측의 중요성은 곧바로 인지될 수 있다. 예를 들면, 경우에 따라서 제품판매 등을 통한 기존 기술의 확산에서 효과를 얻어내는 것보다 핵심요소기술의 라이선스를 판매하는 것이 더욱 유리할 수도 있을 것이다.

기술예측으로 해결하고자 하는 기본적인 문제는 기술이전공간 개념에 따라 다음 네 가지로 구분해 볼 수 있다.

- (1) 기술이전공간의 두 점간에 기술진보가 일어나는 데 걸리는 시간(개발 기간)
- (2) 두 점간을 이동하는 데 필요한 노력(개발 비용)
- (3) 두 점간의 이동 후 최종점에서의 효과(기

〈그림 1〉 기술이전공간의 형태



資料 : Jantsch(1967)

술의 융합 또는 수평적 기술확산 효과 등)  
 (4) 기술이전에 있어서 최적의 시작점의 선택  
 (최초의 니드 결정)

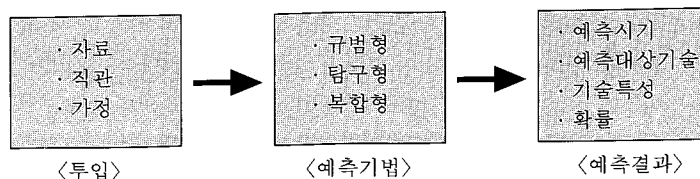
위에서 (1)~(3)은 일반적으로 탐구적 기술 예측의 주안점이며, (4)는 규범적 기술예측의 주안점이다. 기술이전은 단순히 하나의 線 (linear)개념으로서 설명될 수 없고, 기능적 시스템을 형성하는데는 여러 과학적, 기술적 자원과 요소기술들이 필요하다. 성공적인 상품화는 기술적 가능성과 시장요인의 특별한 결합을 통해서 가능해진다. 기존 기술의 확산과 같은 순수한 수평적 기술이전도 기술예측에 포함될 수 있지만, 이는 별개의 주제로서 기술예측의 하부영역으로 간주될 수 있다. 협의의 기술예측은 기술이전공간에서 혁신단계간의 수직적 기술이전을 주 대상으로 하는 반면, 광의의 기술예측은 기술이전공간 내의 임의의 한점에서 다른 점으로 기술이 이전되어 가는 경로를 예측하는 것이다. 이처럼 기술이전공간에 대한 개념은 기술예측을 설명하는데 매우 유용한 개념이며 이는 얼마든지 변형이 가능하고 더욱 발전된 기술예측 개념도 수용할 수 있는 것이다.

### Ⅲ. 기술예측의 과정과 구성요소

기술예측은 활용가능한 자료를 기초로, 특정

한 논리체계를 바탕으로 한 기법을 이용하여 기술계획 및 전략수립에 필요한 정보를 창출하는 일련의 활동이다. 이러한 일련의 활동과정을 도식화 해 보면 <그림 2>와 같다. 다른 예측활동과 마찬가지로 기술예측도 정확한 투입자료를 이용해야만 정확한 예측결과를 얻을 수 있다. 투입자료가 부적합하면 아무리 좋은 방법을 동원하더라도 예측결과를 향상시킬 수 없다. 기술예측과정에 투입되는 요소는 기존의 자료, 현실에 대한 지식 및 인간의 지적 능력(논리적 사고과정, 직관 및 판단) 등 세가지로 나누어 볼 수 있다(Twiss, 1992).

자료의 수집은 기술예측활동 시작단계로서 가장 힘든 작업이다. 기술성능의 달성수준에 관한 체계적인 시계열자료의 확보가 가능한 기술은 많지 않다. 이러한 정보를 탐색하는데 상당한 노력이 들 수 있으며 그러한 노력이 정밀한 자료의 수집을 항상 보장하는 것도 아니다. 부적합한 자료는 분명히 이에 근거한 예측의 정확성에 영향을 미친다. 이 점이 예측수행시 우선당면하게 되는 문제이며 기술예측의 본질적인 약점으로 나타난다. 그렇지만 의사결정에 대한 기초자료생산이라는 기술예측의 목적을 간과해서는 안된다. 대개 장기적인 사안에 대한 의사결정은 다음과 같은 근본적인 질문에 대한 해답을 찾기를 원한다—이 신기술에 투자를 할 것인가, 아닌가? 기술예측의 정당성은 지적 능력을



<그림 2> 기술예측 과정과 요소

활용해서 최적의 활용가능한 자료를 체계적으로 분석함으로써 단순한 판단이나 직관에만 의존하는 것 보다 나은 의사결정을 하도록 보조적 역할을 하는데 있다. 더욱이 기술예측에 대한 경험과 함께 적합한 자료의 축적이 이루어짐으로써 자료의 질은 더욱 보장될 것이다.

또 다른 투입요소의 하나로서 예측에 앞서 설정되는 여러가지 가정들은 분석을 실제 수행하는 과정에서 이미 정해진 것으로 받아들여 질 수 있는 것들이다. 이러한 가정들을 기록하고 그 타당성을 확인하기 위한 정기적 검토노력이 필요하다. 자료와 가정들은 예측체계 안에서 정리되고 분석될 투입요소에 지나지 않는다. 예측 결과의 유용성을 결정하는 것은 투입자료의 질과 예측작업에 쏟는 지적 능력의 수준이라 할 수 있다. 투입요소는 기술예측기법에 의해서 요구되는 형태의 정보로 가공된다. 이러한 기법은 탐구형, 규범형, 복합형으로 나누어 볼 수 있다. 이에 대해서는 다음 절에 자세히 논의하기로 한다.

이상적인 기술예측결과는 4가지의 요소 즉, 예측대상기술, 기술특성, 예측시기 및 실현확률의 정보를 담고 있어야 한다(Martino, 1993). 예측대상기술은 예측의 대상이 되는 기술현상으로서 예측가의 직관과 기술에 대한 종합적 판단능력이 중요한 역할을 하는 영역이다. 예를 들어 앞으로 광통신기술이 보편화된다고 전망할 때 동축케이블과 같은 성숙기술에 대한 심층 연구는 필요 없는 일이다. 이 경우 동축케이블 기술전문가는 광통신기술의 발전을 주시해야 할 뿐만 아니라 광통신기술이 그의 회사에 미치는 영향을 평가할 수 있어야 한다. 이것이 발전적인 연구개발정책을 수립하는 기초가 된다. 여

기서 기술접근방식(technical approach)이란 개념을 도입하는 것이 필요하다. 기술접근방식은 특정한 기능을 수행하거나 문제를 해결하는 특정한 기술수단을 말한다. 그러면 기술(technology)은 공통의 특성을 갖거나 같은 기능을 수행하는 일련의 기술접근방식(a series of technical approach)으로 정의될 수 있다.

예를 들면, 비행기 추진기술에는 피스톤 엔진과 제트엔진이라는 두 가지 기술접근방식이 있으며 동 기술 접근방식은 보다 세분화 될 수 있다. 제트엔진은 터보제트(turbo jet)와 터보팬(turbo fan)으로 세분된다. 예측가는 예측의 목적을 고려해서 제트엔진을 단일기술접근방식으로 다룰 것인지 아니면 터보제트와 터보팬을 비행기 추진기능에 대한 각각의 대안적인 기술 접근방식으로 다룰 것인지 검토하게 된다. 즉 단일 기술접근방식을 다룰 때 동 기술접근방식이 다른 기술접근방식과 어떻게 구분되는지를 명확히 해야 하며, 기술을 다룰 때는 같은 기능을 수행하는 다른 기술과 어떻게 다른지 명확히 해야 한다.

둘째, 예측대상기술이 확정되면 기술의 특성을 측정하는 것이 필요하다. 기술은 특정한 기능을 수행하기 위해 개발되기 때문에 기술의 특성은 기능적 성능(functional capability)으로 주어진다. 기능적 성능은 그러한 기능을 수행하는 성능에 대한 정량적인 정보를 말한다. 예측 관련 자료를 수집할 때 기능적 성능을 나타내는 적절한 기술모수(technical parameter)와 기능모수(functional parameter)의 선택이 매우 중요하다. 이 모수에 대해서는 과거자료를 바탕으로 외삽법을 이용하여 예측한다.

셋째, 정량화와 시간정보가 없는 예측은 활

용가치가 없다. 기술의 궁극적 발전단계를 예측하는 것은 비교적 쉽다. 그러나 이러한 최종단계에 도달하기까지의 경로를 예측하는 것은 훨씬 어렵다. 많은 기술경제분석은 이 중요한 요소를 빠뜨리고 있다. 시간에 대한 정보가 없으면 연구개발계획은 아무런 가치가 없으며, 예측 시기는 특정 時點(time point) 또는 時區間(time period)이 될 수 있으므로 이를 명확히 구분해서 사용해야 한다.

넷째, 예측은 미래에 관한 것이기 때문에 예측결과는 불확실하다. 따라서 확률적 평가로 나타낼 필요가 있다. 그러나 예측은 가능하지만 예측시기의 확률적 평가가 불가능한 기술상황이 있을 수 있다는 점에 유의하여야 한다. 예를 들어 핵발전 사고의 가능성은 예측될 수 있으나 사고가 정확히 언제 일어날 지에 대한 현실적인 예측은 불가능하다. 그럼에도 불구하고 그로 인한 효과에 대한 평가는 미리 내릴 수 있으며 이는 예측과정의 일부를 이룬다.

이러한 4가지 구성요소를 모두 포함하지 않은 예측은 의사결정을 위한 적절한 기초자료가 될 수 없다. 가상적인 예를 들면, "우리나라는 2000년대에 초고속 정보통신망을 완성하여 많은 일반 가입자에게 광통신망을 설치, 보급할 것이다"와 같은 예측결과는 유용한 정보로서 활용할 가치가 적으나, "2010년까지 초고속 정보통신망을 완성하여 일반 가입자의 40%에 이르기까지 광통신망을 설치하며 이의 실현 확률은 80%이다"와 같은 예측결과는 4가지 요소를 모두 포함함과 동시에 유용한 정보를 제공해 줄 수 있다.

가장 바람직한 기술예측결과는 위에서 언급한 네가지 요소에 대한 정보를 담고 있어야 한

다. 그러나 모든 기술예측기법이 네가지 정보를 모두 담아내는 것은 아니다.

#### Ⅳ. 기술예측기법과 분류

기술예측은 시장예측이나 사회환경과의 관계, 기술의 시스템적 특성, 정보화 등의 기본적인 동향 등을 고려해야 하지만, 여기에서는 개개 기술(hard technology)의 변화를 예측하는 방법과 이들을 어떻게 유형화 할 수 있는지를 중점적으로 생각해 보기로 한다. 기술이전공간에서 기술진보의 단계와 방향에 의해 예측기법의 특징을 분류해 보면, 탐구적 기술예측기법은 기술진보가 스스로 움직이는 방향으로 擬態分析을 하는 것이고 규범적 기술예측기법은 그와 반대의 방향으로 기술이전을 검토하는 것이다. 다시 말하면 탐구형은 현재에서 미래로, 규범형은 미래에서 현재로 기술이전(진보) 문제를 다루고 예측하는 것이다. 이러한 것은 연구개발전략의 접근방식과 일치한다고 볼 수 있으며 Jantsch를 비롯한 여러 기술예측연구에서 주장되고 있듯이 실제 적용에 있어서 탐구형과 규범형을 혼합하여 복수의 예측기법을 사용할 것을 권장하고 있다. 따라서 기술예측기법은 연구개발 전략면에서 규범적 기법, 탐구적 기법 그리고 복합모형으로 구분할 수 있다.

규범적 기법에는 연관나무(relevance trees), 형태학(morphology) 그리고 임무흐름도(mission-flow diagram)가 주요 기법으로 꼽히고 있다. 탐구적 기법은 크게 직관적 기법과 계량기법으로 나누어 볼 수 있는데 직관적 기법에는 델파이, 유추, 기술계통도, 격차분석, 모니터링 등이 있으며, 통계적 기법으로는 성장

곡선, 추세선, 상관분석, 인과관계, 기술계량분석 등 많은 기법들이 있다. 복합모형은 교차영향분석과 시나리오가 대표적인 기법들이다. <표 2>, <표 3> 및 <표 4>에 이러한 기법들을 요약·정리하였다. 규범적 기술예측기법의 하나인 PATTERN

<표 2> 규범적 기법

예측기법	개념 및 방법	응용
연관나무 (relevance trees)	· 기술목적을 순차적으로 나열하고 목적달성이 가능한 수단을 찾아 세부기술과제를 확정하여 연구팀의 임무와 목표가 전체 기술계획에 부합하도록 하고 이를 정량적으로 평가함.	· 전략적 연구개발기획과 연구개발프로그램 평가에 흔히 이용
형태학적 기법 (morphology)	· 기술적 변수와 여러 대안으로 구성된 행렬표를 작성하여 기술적으로 가능한 조합을 도출	· 단순한 기술시스템, 제품 및 공정의 도출에 자주 이용되는 등 활용범위가 비교적 큼.
임무흐름도 (mission-flow diagram)	· 임무수행에 있어서 여러 대안을 도식화 하여 상호비교함.	· 군사목적에 위해 최초로 활용됨.

<표 3> 탐구적 기법

예측기법	개념 및 방법	응용
브레인 스토밍 (brainstorming)	· 특정한 문제해결을 위해 창조적인 아이디어를 동시에 모색하는 방법 · 새로운 아이디어 창출을 위해 구성원들간 상호의견교환 · 브레인스토밍의 성패는 자유로운 토론의 보장에 있으며 고도의 전문지식이 요구되는 경우에는 적합하지 않음.	· 기술 및 기업경영분야에 광범위하게 이용
델파이 (Delphi)	· 전문가패널을 구성하여 설문조사를 반복적으로 실시하여 의견수렴을 유도 · 중장기 예측에 유용하고 시계열 자료가 없을 경우나 광범위한 기술 분야에 대한 예측에 적절함. · 가끔 연관나무나 교차예측모형과 함께 이용됨.	· Rand사에 의해 개발되었으며 국가차원의 기술예측활동에 많이 이용되고 있음.
유추 (analogy)	· 유사한 속성을 지닌 타분야의 기술발전경로를 분석하여 새로운 기술이나 원리를 예측함.	· 가정용 난방에 이용되는 태양전지의 예측 · 복합소재
격차분석 (gap analysis)	· 기술격차를 이용 · 내삽법 (interpolations)	· Audi의 5실린더 엔진
모니터링 (monitoring)	· 기술환경에 관련된 자료를 수집·분석함으로써 기술예측을 수행	· 광범위하게 응용됨.
추세선 (extrapolations)	· 시계열 통계를 이용하여 추세선을 추정하여 예측하는 기법	· 비행기 속도 · IC 집적도 예측



예측기법	개념 및 방법	응용
성장곡선 (growth curves)	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술의 진보가 일정시점을 지나면서 한계수준에 이르는 과정을 S곡선형태로 단순화하여 과거 시계열자료를 이용, 곡선의 파라미터를 추정하여 예측함.</li> <li>한계선(점근선)은 (자연법칙에 의해) 주어지는 제약조건임.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>거의 모든 기술에 적용할 수 있음.</li> </ul>
대체곡선 substitution curves)	<ul style="list-style-type: none"> <li>신기술(제품 및 공정)이 구기술을 대체하는 속도를 과거의 통계를 이용하여 예측</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>천연수지→합성수지</li> <li>범선→증기선</li> </ul>
상관관계 (correlation analysis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>이론적으로 인과관계가 설명되지는 않으나 변수간의 상관관계를 분석함으로써 예측.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전투기와 상용기의 속도</li> </ul>
인과관계 (causal model)	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술혁신 결정요인으로 하나의 시스템을 설정하고 예측을 함. 일종의 성장곡선임.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로펠러비행기 속도</li> </ul>
기술계량분석 (technometrics)	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술성능에 대한 일련의 모수를 종합하여 복합적인 계량지표를 산출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전투기 성능</li> </ul>

〈표 4〉 복합모형

예측기법	개념 및 방법	응용
교차영향분석 (cross impact analysis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>델파이법의 발전된 형태</li> <li>예측대상기술에 대해 상호영향을 미치는 요인을 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>거의 모든 기술에 대해 적용할 수 있음.</li> </ul>
시나리오 (scenarios)	<ul style="list-style-type: none"> <li>미래의 가상적 상황에 대한 주관적 묘사</li> <li>타 예측기법(예: 형태학적 기법)을 바탕으로 여러 시나리오를 구상하고 평가할 수 있음.</li> <li>D/B를 바탕으로 기업 목적함수와 제약변수를 고려하여 시나리오를 작성, 선택, 발전시킨 다음 시사점을 분석하고 계획수립에 반영함.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 위기관리 계획수립에 적용</li> </ul>

은 미국 NASA의 아폴로 우주개발계획 수립에 사용되었으며 먼저 기술개발의 목표(goal)를 명확히 설정한 후 그 목표달성을 위한 기술개발계획의 최적화를 지원하는 기법이다. 개개의 예측과제가 전체적으로 그 공통되는 구체적인 목표달성을 향한 것으로 되어 있다. 주된 기법으로 연관나무기법이 있다. 이에 반해 탐구적 기술예측기법은 앞으로 어떠한 성능 및 속성을 갖는 기술이 언제쯤 출현할 지, 기술의 진전속도는

어느 정도일지 등, 현재까지의 기술발전상황을 토대로 앞으로의 기술혁신의 추세를 예측하여 그 발전동향으로 부터 기술개발 목표를 설정해 가고자 하는 것이며 탐구적 기술개발을 지원하는 기법이다. 주된 기법으로는 추세선이 있다.

알기 쉽게 말하면 규범적 기술예측은 앞으로 어떻게 할까 또는 어떻게 하고 싶은가를 전망하고자 하는 것이며 탐구적 기술예측은 앞으로 어떻게 되는가를 전망하고자 하는 것이다. 물론

규범적 기술예측을 행하는 과정에서 예를 들면 기술개발 스케줄을 입안할 때 목표달성에 중요한 개개의 개발과제의 미래를 전망하기 위해 탐구적 기술예측을 조합, 복수의 기법을 동시에 이용하는 복합모형도 있다.

## V. 의사결정과 예측의 역할

기술예측의 요체는 의사결정을 도와주는 데 있으므로—예측 방법의 우수성과 사용된 자료의 질과 관계 없이—의사결정에 유용하지 않다면 기술예측의 의미는 사실상 가치가 없게 된다. 다음에서 계획과 의사결정의 관점에서 기술예측이 응용될 수 있는 영역에 대해 논의를 전개해보기로 한다.

예측의 목적은 예측을 이용함으로써 통제의 범위를 넘어선 사건들로부터 얻을 수 있는 수익을 극대화하고 또 이로부터의 손실을 극소화시키는 것에 있다. 우선 이러한 개념을 계획이라는 틀 안에서 논의해 보기로 하자.

하나의 계획은 지도에서 선택한 일종의 경로와 유사하다. 지도는 어떻게 만들어지는가? 예측은 지도와 유사한 측면이 있다. 즉, 예측은 여러 가지 가능한 사건과 그러한 사건이 성취될 수 있는 경로를 기술한다. 따라서 예측의 역할은 계획수립자에게 여러 가지 대안을 제공함과 동시에 계획수립자에게 가능한 목적지 및 그 곳에 이르는 경로 그리고 각각의 경로에 있어 그 거리와 어려운 문제점들을 알려준다. 예측은 계획수립자에게 특정 대안의 선택을 강요하는 것이 아니라, 그 대신 단지 이용가능한 대안들을 정의한다.

그러나 지도로 부터 선택된 경로와 예측에

근거하여 수립된 계획이 완전히 유사한 것은 아니다. 여행자는 대개 지도가 표시하고 있는 도시와 교차로를 찾을 수 있으며 지도상의 그 거리가 정확할 것으로 기대한다. 그렇지만 예측이 아무리 훌륭하다고 하더라도 현재 존재하지 않는 도시나 교차로를 알려주지 못하며, 더우기 예측에 의해 얻어진 그 거리가 지도상의 거리만큼 정확하리라 기대할 수도 없다.

이렇듯 정확하지 못함에도 불구하고 예측은 가능한 대안들을 정의해 주는 역할을 한다. 즉, 가능한 목표와 경로는 무엇인가? 라는 물음에 대해 예측을 통해 답을 얻기를 기대한다는 사실은 예측이 미래의 불확실성을 감소시킴을 의미한다. 물론 이는 경제, 인구통계, 기술 따위의 모든 예측에도 적용된다. 특히, 기술예측의 중요성은 기술적 대안, 선택 그리고 결과에 관한 정보를 제공해 주는 데 있다. 따라서 기술예측은 장기든 단기든 어느 일정 기간에 대한 계획의 선택을 위한 기초정보를 제공하며, 또한 계획수립가로 하여금 특정기술목표를 달성하거나 미래에 필요한 대안을 개발하기 위해 단기적으로 취해야 할 행동들을 확인하는 데 도움을 준다.

이제 의사결정의 관점에서 기술예측이 응용될 수 있는 영역에 대해 논의를 전개해 보기로 하자. 의사결정의 목적은 상황을 변화시키거나 적어도 변화하지 않도록 의도적인 선택을 하는 것이다. 그러면 의사결정에 의해 무엇이 변화될 것인가? 개인의 경우도 마찬가지지만 의사결정을 조직의 틀에서도 생각해 볼 수 있다. 어떠한 의사결정은 조직의 목표 및 구조, 자원의 배분, 인력의 배치 등에 영향을 미칠 수가 있는 것이다. 특히, 자원배분의 측면에서 다음과 같은 의

## 연구/ISSUES

문들이 포함될 수 있을 것이다.

더 많은 자원이 소요되어야 하는 부문은 무엇인가? 기여도에 비해 더 많은 자원을 할당받고 있는 부문이 있는가? 병목현상을 가져오는 부문이 있는가 그리고 전체적 차원에서 그 부문에 추가적인 자원을 투입하는 것이 바람직한가?

이러한 의문들은 조직이 변화에 직면해 있을 때 항상 일어나게 된다. 특히 우리의 관심은 어떠한 조직이 기술의 변화에 직면한 경우에 있다. 이때 기술예측의 역할은 의사결정자로 하여금 이러한 의문들에 보다 잘 대응하도록 하는데 있다. 즉, 기술예측은 의사결정자에게 기회가 아직 있다면 미래의 변화에 대해 현명한 대응을 하는데 필요한 정보를 제공하는 것이다. 예측이 특정한 선택을 강요하는 것은 아니다.

전술한 바와 같이, 계획의 목적은 현재의 행동이나 결정에 의해 미래에 발생할 결과들을 고찰하는데 있으며, 특히 바람직한 미래를 달성하기 위해 현재의 행동을 선택하는데 있다. 예측을 통하여 계획수립가는 미래에 무엇이 일어날 것인가를 추정하고 각 대안들을 성취하기 위한 특정 행동들을 평가할 수 있다. 계획수립가는 기술예측을 통하여 최선의 이익을 실현하거나 역효과를 최소화시킬 수 있도록 할 수 있는 기술들에 대한 정보를 얻을 수 있다. 즉, 계획이 추구하는 목적은 훌륭한 결정이 이루어지도록 하는데 있으며 계획과 예측의 궁극적인 정당성은 의사결정을 통해 달성된다고 할 수 있다.

### 【참고문헌】

1) 신태영 외 2인, 「기술예측 방법론」, 과학기술정책관리연구소, 1995.

- 2) 牧野 昇, 「技術豫測入門」 東京: 日刊工業新聞社, 1970.
- 3) Bright, J., *Practical Technology Forecasting; Concepts and Exercises*, Austin: Industrial Management Center, INC, 1978.
- 4) Cetron, M.J. & C.A. Ralph, *Industrial Applications of Technological Forecasting; Its Utilization in R&D Management*, New York: Wiley-Interscience, 1971.
- 5) Jantsch, E., *Technological Forecasting in Perspective*, Paris: OECD, 1967.
- 6) Jones, H. & Twiss, B.C., *Forecasting Technology for Planning Decisions*, New York: PBI, 1978.
- 7) Lenz, R.C., "A Heuristic Approach to Technology Measurement," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 27, (1985), pp.249~264.
- 8) Martino, J., *Technological Forecasting for Decision Making*, New York: McGraw-Hill, 1993.
- 9) Twiss, B.C., *Managing Technological Innovation*, London: Pitman, 1992.