

研究開發課題의 選擇模型과 基準: 울산지역 제조업체를 중심으로

김 선 호
사회과학부 행정학전공

<요 약>

연구개발조직에 있어서 어떠한 연구개발과제를 선택할 것인가는 매우 중요한 결정이다. 본 논문은 연구개발과제의 선택시 의사결정자의 준거틀에 관한 연구로 연구개발과제의 선택모형에 대하여 검토해 보고, 울산지역 제조업체의 선택기준을 조사하였다. 실증조사결과 시장요인과 제조요인이 중요한 선택기준으로 나타났다.

R&D Project Selection Models and Criteria: A Case of Manufacturing Companies in Ulsan Region.

Kim, Seon-Ho
Professor of Public Administration

<abstract>

A crucial decision for any R&D organization to make is which R&D projects to select. In order to explore R&D decision maker's frame of reference this paper reviewed R&D project selection models and investigated the selection criteria of manufacturing companies in Ulsan region. Market factor and manufacturing factor are both found to be significant criteria.

I. 序 論

세계경제의 경쟁구조는 첨단기술을 중심으로 극단적인 기술보호주의하에 과학기술의 성패가 한 국가의 국제사회에 있어서의 영향력을 좌우하는 중요한 관건이 되고 있는 것이 현실이다. 우리의 경제력이 증대함에 따라 선진국은 첨단기술의 제공을 기피하고 있고 따라서 해외시장에서 선진국의 제품과 경쟁하기 위하여는 독자적인 기술개발노력이 절실하다. 정부에서도 기술혁신을 중심으로한 산업정책을 주요 개혁과제로 삼아 제조업의 국제경쟁력 확보와 국가경제력의 기반을 확립하기 위하여 기술개발정책을 추진하고 있다.

기업이 기술경쟁력을 확보하기 위하여 필요한 기술을 개발할 때 연구개발 프라젝트의 선택이 매우 중요하게 된다. 연구과제의 선정기준은 사람 또는 기업에 따라 다르고, 연구개발과제가 본질적으로 갖고 있는 불확실성 때문에 위험부담이 항상 존재한다. 따라서 연구개발과제가 기술적으로 또는 상업적으로 성공할 가능성이 있는가? 예산의 제약조건하에서 가장 효과적인 자원배분을 가능케 하는 과제의 조합은 무엇인가? 연구개발과제를 평가하고 선택하기 위한 기준은 무엇인가? 하는 것을 신중히 고려되어야 할 것이다. 본 연구는 연구개발 프라젝트의 선택행위에 대한 의사결정자의 준거틀(frame of reference)의 내용 및 구조를 측정하기 위한 모색으로 기존의 연구개발과제 선택모형에 대하여 검토해 보고, 울산지역 제조업체에 있어서 실제로 연구개발 프라젝트의 선택행위에 영향을 미치는 선택기준을 규명하는 것에 초점을 두었다.

일반적으로 연구개발과제 선택시, 의사결정자는 연구개발과제가 국가적 사회적으로 필요한가? 조직의 목표에 부합하는가? 연구개발과제의 수행결과 얻어진 기술이 기술적으로 독창성, 우위성, 파급효과면에서 바람직한가? 시장성, 성장가능성, 수익성은 갖는가? 과제수행이 시간적 제약하에 실현가능한가? 등 많은 개념과 기준을 가지고 평가하게 된다. 그러나 기술선택에 관한 대부분의 기존문헌에는 의사결정자의 묵시적 가정, 가치, 신념들로 이루어진 “사용이론”(theories-in-use) (Argyris, 1983; Argyris & Schon, 1978) 즉, 연구개발 의사결정자들이 과제 선택시 실제로 사용하고 있는 구조화된 기준을 도출하려는 연구는 거의 없고, 단지 연구자에 의하여 부과된 평가기준의 조작적 정의나 측정을 세련화하려는 노력이 대부분이었다. 선택기준들은 연구자의 이론적 틀에 의하여 부과된 것이기 때문에, 의사결정자가 실제로 연구개발과제를 어떠한 기준으로 평가하고 선택하고 있는가를 분석하는 연구는 드문 실정이다. 따라서 본 연구는 연구개발과제 선택시 어떠한 준거틀, 다시말하여 어떠한 기준을 가지고 연구개발과제를 선택하고 있는가에 대한 기초적 연구시도라고 볼 수 있다.

본 연구는 이론적 문헌연구와 실증적 자료조사방법을 병행하여 문헌연구는 선택모형에 관한 연구의 연혁과 내용을 고찰하였고 실증적 조사분석으로서 연구개발과제의 선택모형과 관련된 기존연구를 토대로 울산지역에 기반을 둔 제조업체를 대상으로 연구개발과제에 대한 기업의 선택행위를 조사하였다.

II. 研究開發課題의 特性

연구개발과제(R & D Project)에 있어서 과제라는 것은 구체적 목표를 달성하기 위하여 일정한 기간 동안 수행하는 활동이라고 정의할 수 있다(Archibald, 1976). 기초연구과제는 그 기업에 대하여 가치있는 과학적, 기술적 정보를 획득하기 위한 활동이고, 응용연구과제의 기능은 정보를 제품 또는 프로세스의 혁신에 관련되는 지식창조활동이고, 개발과제는 제품이나 프로세스의 개발 개량 등 경제적 정보를 생산하는 활동이라고 볼 수 있다. 대부분의 연구개발과제는 크게 3가지 즉, 위험부담과 불확실성, 역동성, 상호의존성의 성격을 갖고 있다.

1. 위험부담과 불확실성

대부분의 연구개발과제는 여러가지 불확실성을 내포하고 있다. 불확실성 때문에 과제선정에는 위험부담이 항상 존재하게 되고 특히, 연구개발일정, 비용, 그리고 과제의 기대성과를 예측하는 것은 상당히 어려운 작업이다. 불확실성의 원인은 과거 경험의 부족으로 정확하게 예측할 수 없기 때문이다. Baker(1974)에 의하면 연구개발과제의 불확실성을 기술적 불확실성, 시장 불확실성, 그리고 경제적 불확실성을 들고 있는데, 기술적 불확실성은 과제가 기술적으로 성공할 가능성에 대한 불확실성, 상업적 불확실성은 기술적으로 성공한 과제가 시장에 성공적으로 진입할 가능성에 대한 불확실성, 경제적 불확실성은 기술적으로 그리고 시장에 성공적으로 확산된 과제가 경제적으로 성공할 가능성에 대한 불확실성을 말한다. 특히 기술적 불확실성은 연구개발일정, 비용, 그리고 궁극적으로 과제의 성패에 영향을 주게 된다.

2. 역동성

연구개발과제는 많은 불확실성이 따르고 그 결과를 예측하기 어려운 동시에, 미래의 상황도 어떻게 바뀔지 알 수 없으므로 과제의 수행단계에 따라 계속적인 의사결정이 필요하게 된다. 스크리닝, 평가, 우선순위결정, 포트폴리오 분석결정이 여러 시점에서 이루어지고, 새로운 아이디어가 여러 의사결정 포인트에 투입되고 새로운 정보 또는 변화된 환경에 따라 의사결정은 재평가되고 결정이 반복될 수 있다. 일반적으로 연구개발의 단계는 위험과 불확실성의 감소정도, 투자증가규모, 단계완성에 소요되는 시간의 증대 등에 따라 기초탐색, 응용연구, 그리고 개발의 3단계로 구별될 수 있다.

3. 상호의존성

일반적으로 연구개발과제의 선택문제는 각 과제들이 서로 독립적이라는 가정하에 출발하지만 실제로는 이 가정이 맞지 않는 경우가 발생한다. 또한 과제의 수행과정에 있어서의 장비, 인력 등의 공동사용에 따르는 자원활용상의 상호의존성, 한 연구과제의 성공 또는 실패가 다른 연구과제의 진행을 촉진시키거나 퇴보하게 하는 경우의 기술의존성, 그리고 연구과제의 결과에 있어서 상승효과가 발생하는 경우 효과의 상호의존성이 있게 된다(Aaker and Tyebbe, 1978).

III. 研究開發課題 選擇模型의 沿革

기술획득의 방법으로 자체연구개발과 외부로 부터의 기술도입을 들 수 있는데 여기서 어떠한 기술을 선택하느냐에 따라 그 성과는 크게 달라 질 수 있다. 현재까지 연구된 기술 개발 프라젝트의 선택모형은 대체로 고전적 방법, Portfolio 모형, 프라젝트 평가기법, 조직 의사결정 방법으로 분류된다(Baker, 1974; Certron, Martino & Roepcke, 1967; Schroder, 1971; Souder and Mandakovic, 1986).

고전적 방법은 1950년대 60년대에 석유, 화학 및 제약산업등에서 크게 유행하였으나 이 방법의 적용결과 대부분 열등한 프라젝트의 선택으로 귀결 되었고, 이 방법은 선택의 기준으로 후보기술의 순위를 매기는데 초점을 두었으나 현실세계에 있어서의 기술선택은 우선 순위를 매기는 것 보다는 역동적 과정하에서 최적의 프라젝트를 선택하는 것이기 때문에 그 후 linear programming, nonlinear programming, integer programming, goal programming, dynamic programming, portfolio 모형등 다양한 기법들이 개발되었으나 이들 역시 현실상황은 선형적이지 아닐 뿐더러 이러한 모형의 적용에 있어서 요구되는 정확한 데이터를 구하기가 쉽지 않았다.

70년대는 50년대, 60년대와는 달리, 관심이 개별 기술개발 프라젝트의 성격을 분석하고 평가하는 기법쪽으로 쏠리게 되었다. 이러한 지식은 프라젝트의 선택을 결정 짓는데 활용 되었고, 목표기여모형(goal contribution model) 또는 가치기여모형(value contribution model)은 조직의 다양한 목표달성에 기여하는 정도를 평가하고, 실제 대부분의 결정이 이루어지고 있는 다기준상황 (multiple criteria situation)을 이해하는데 도움을 주었다. 선택 결과의 분석에 초점을 두는 decision tree model, decision theory, utility theory, relevance tree 모형, Monte Carlo simulation, risk analysis 모형등은 프라젝트 선택결과에 대한 정보를 제공할 수 있었다. 그러나 1970년대에는 matrix 관리구조에 따르는 부서간 공동기술 개발 프라젝트 team을 경험하게 되고 이러한 경험은 조직상황에서의 인간행태를 무시하는 이제까지의 모든 기술선택모형의 근본적 결함을 노출시켰다. 조직 및 그룹 상황에서 이루어지는 기술선택결정은 인간의 감정, 욕망, 부서에 대한 충성심 등에 크게 영향을 받게 되고 많은 당사자들이 정보의 제공자, 또는 의사결정의 참가자로서 영향을 받게된다. 이러한 상황의 참작 필요에 따라 행태적 결정지원(behavioral decision aids:BDA)모형, 분권적 계층모형(decentralized hierarchical modelling: DHM), nominal-interacting 결정과정등이 개발 되었다. BDA모형으로 그룹간 의사전달과 개인간 상호작용에 지원이 가능하게 되고, DHM 모형은 결정당사자들이 consensus portfolio에 도달 할 때까지 computer terminal을 통해 대화를 계속하는 과정으로서 프라젝트의 선택결정모형 발달에 새로운 기여를 하게 되었다.

IV. 연구개발과제의 선택모형

연구개발의 목적은 연구개발활동 그 자체가 아니라 연구개발의 결과가 기술혁신으로 연결되어 기업이익 나아가 경제발전이나 사회발전에 공헌하는데 있다. 따라서 성공가능성 및

기대효과가 큰 연구과제를 올바르게 평가 선택하다는 것은 연구관리의 핵심분야라고 할 수 있다.

연구개발과제의 선택이라는 것은 연구개발조직의 예산을 제약조건으로 하여 많은 과제들 중에서 가장 효과적인 자원배분을 기할 수 있는 과제의 조합을 찾아내는 의사결정이다. 여기서 선택은 가능성있는 여러 과제들 중에서 조직의 목표를 최대로 만족시키는 하나 이상의 과제를 선택하는 최적조합의 선택(portfolio selection)을 의미한다. 그러므로 과제선택을 위한 사전평가는 조직의 목표성취를 합리적으로 추구해 나가기 위해 제한된 가용자원을 가지고 무엇을 할 것인가를 결정한다는 점에서 연구개발관리상 가장 기본적이고 중요한 의사결정단계라 할 수 있다. 연구개발과제의 선택모형은 대체로 고전적 방법, Portfolio 모형, 프라젝트 평가기법, 조직의사결정방법으로 나눌 수 있으나 여기서는 선택기준 발견에 초점을 맞추어 계량적 모형을 중심으로 살펴 보고자 한다.

1. 고전적 모형

고전적 모형은 다수의 평가할 항목과 판단할 기준을 설정하여 각 기준에 의거하여 각 항목을 평가하는 방법이다. 이 방법은 정성적인 경험적 판단을 기초로 하고 있지만 평가항목의 선택, 평가기준의 설계, 항목평가의 종합방법에 의하여 정량적인 판단이 가능하다. 따라서 고전적 평가법은 정성적인 평가요소가 많은 기초연구로부터 정량적인 파악이 용이한 개발연구에 까지 광범위하게 이용할 수 있는 방법이다. 고전적 모형에 속하는 모형으로는 체크리스트모형(checklist model), 순위모형(ranking model), 점수모형(scoring model)등이 있다.

1)체크리스트모형: 이 모형에는 단순체크리스트모형(simple checklist model), 체크리스트계량모형(quantified checklist model), 다차원도형모형(multidimensional diagram model) 등이 있다. 단순체크리스트모형은 과제를 성공시키는데 있어서 중요한 요소를 선정한 간단한 체크리스트를 이용하여 과제를 평가하게 되는데, 이 모형은 사용이 쉽다는 장점은 있으나 각 과제마다 각기 다른 체크리스트(선택기준)를 작성하여야 하므로 어려움이 있으며 너무 피상적이라는 단점이 있다(Augood, 1973). 체크리스트계량모형은 단순체크리스트모형을 개량한 것으로 체크리스트를 계량화하여 과제순위를 정함으로써 과제를 평가 선정한다. 다차원도형모형은 평가요소(선택기준)를 그래프형태로 표시한다. 과제의 선정여부는 미리 정한 성공적 과제의 기준과 상대적으로 비교함으로써 결정할 수 있고, 또한 각 요소들의 최저요구수준을 만족시켜야 한다. 이 방법은 문제발견을 시기에 호소하는 방법인데, 표현방법에 따라 차트방법, 스케일방법, radial 방법이 있다. 이 모형은 적용이 용이하고 일목요연하게 결과를 볼 수 있는 장점이 있는 반면, 절대적 기준이나 상대적 기준을 설정하는데 문제가 있다.

2) 순위모형(ranking model): 이 모형은 가장 기초적이고 단순한 과제평가 및 선정모형으로 의사결정자의 주관적 판단기준에 따라 연구과제의 대안들을 상호비교함으로써 우열을 판단하게 된다. 대안의 수가 많을 때에는 연속적으로 비교 평가함으로써 전체적인 순

위를 결정할 수 있으며, 때로는 유사한 대안끼리 묶어서 비교할 수도 있다. 이 모형은 전문지식이 필요없고 상식적으로 널리 사용되고 있으나, 그 결과는 의사결정자의 경험에 따라 크게 좌우되며 대안수가 많을 때에는 복잡성으로 인하여 대체로 합리성과 일관성이 결여되는 단점이 있다.

3) 점수모형(scoring model): 이 모형은 체크리스트모형을 연장하여 각 기준의 상대적 중요도에 따라 가중치를 준 것으로, 연구개발과제의 평가기준으로 몇가지 중요한 요소를 미리 선정하고 각 과제가 이 요소들을 만족시키는 정도를 점수화하여 점수전체의 합 또는 곱이 클수록 좋은 과제라고 판단한다.

$$T_j = \sum_i w_i s_{ij}$$

여기서 T는 총점수, w는 i번째 기준에 대한 가중치, s는 j번째 기준에 대한 점수를 나타낸다. 이때 여러 과제의 총점수를 상호비교하여 많은 점수를 얻은 것부터 예산한도 내에서 선택하거나 정책적으로 정한 점수를 넘어서는 것만 선택하기도 한다. 그리고 총점수를 산출하는 방법에 있어서 곱하는 방법은 더하는 방법보다 점수의 폭이 확대되어 차이가 분명해지고 민감도가 높게 된다. 이 모형의 장점은 평가기준에 주관적 내지 질적인 요소가 포함될 수 있고, 사용이 간편하고 요구되는 자료의 양이 많지 않고(Krawiec, 1984; Steele, 1988), 의사결정자로 하여금 과제를 평가하기에 앞서 그가 고려하고 있는 모든 요소들의 영향을 예정하게 한다. 또한 연구개발과제 선택의 의사결정에 있어서 단기간에 많은 수의 과제에 대한 신속한 정보제공을 가능하게 해 줌으로써 가능성있는 대안수를 크게 줄여 줄 수 있다는 장점이 있다. 단점으로는 다른 종류의 정교한 모형에 비해 정확성을 결여하고 있다. 명확한 모형구조의 결여와 실제운동에서 자의적인 성격이 강하기 때문에 특정상황에 맞는 바람직한 모형을 설정하기가 어렵다.

2. 수익모형

수익모형은 연구개발과제의 성과와 이에 투입된 비용과의 대비하여 경제성에 주안점을 두고 평가한다. 이 모형은 결국 연구개발과제의 수익성 평가를 위한 것이며, 따라서 이의 정확한 평가를 위해서는 연구비용 및 연구결과의 정확한 산정과 함께 척도로서의 평가기준의 합리적인 선택이 중요하다. 이때문에 성과를 금액으로 산정하는 것이 거의 불가능한 기초연구 등에 이 모형을 적용하는 것은 곤란하다. 수익모형은 지수모형(index model), 투자가치평가모형, 리스크모형으로 나누어 볼 수 있다.

1) 지수모형: 이 모형은 연구개발과제의 평가기준으로서 여러가지 형태의 지수를 사용하는 모형으로 이론적으로는 불충분한 점이 많으나 실제적용이 비교적 간단하고 실용적이다. 평가의 기준이 되는 지수는 여러 종류가 있지만 일반적으로 다음과 같은 형태를 취한다.

$$\text{지수} = \text{수익} * \text{성공확률} / \text{비용}$$

여기서 수익은 연구개발과제로 인하여 절약된 경비, 증대된 수입 또는 이익을 말하고, 성공확률은 과제의 기술적 해결가능성의 정도 내지는 제품으로서 성공할 확률을 말한다.

이러한 지수모형을 사용할 경우 연구과제의 선정여부는 지수의 값이 1 보다 크면 채택해도 좋으며, 주어진 예산한도를 고려하여 지수가 큰 연구과제부터 채택한다. 이 지수는 학자에 따라 다르며, Olson의 연구개발과제의 경제적 가치지수, Cranston(1974)의 이익지수(profitability index) 등이 있다.

2) **투자가치평가모형**: 이 모형은 연구개발활동을 투자행위로 보고 연구과제를 일반적인 투자안으로 파악하여 각 연구과제의 경제성으로 선정여부를 판단하는 모형이다. 이 모형은 경제성을 무엇으로 파악하느냐에 따라 구분되는데, 평균이익율법은 연구개발조직내에서 정책적으로 결정된 절사율(cut-off rate)과 평균이익율을 비교하여 평균이익율이 절사율보다 크거나 같으면 그 안을 받아들이고 작으면 기각하게 된다. 자본회수기간법은 자본회수기간에 의하여 의사결정자가 하나의 투자기회에 대한 투자여부를 결정하거나 여러 투자기회에 대한 우선순위를 결정하게 되는데, 대체로 자본회수기간이 빠르면 빠를수록 우선순위가 있는 것으로 본다. 현금유출입비율이 1 이상이면 채택이 가능하고 1 미만이면 기각되며, 복수의 투자안에 대한 우선순위의 결정은 현금유출입비율의 크기에 따라 행하는 것이다.

3) **리스크모형**: 이 모형은 크게 포트폴리오모형, 결정이론모형, 위험분석모형, 프론티어 모형 등으로 구분된다(Souder, 1978). 포트폴리오모형은 가용자원을 여러 연구과제에 배분시킬 경우에 연구과제의 선정을 어떻게 효율화할 것인가를 밝혀주는데, 이 모형은 각 연구과제의 위험의 균등성 및 연구과제간의 효과의 독립성을 그 기본가정으로 하고 있다. 결정이론모형은 연구과제 선택결정자가 가장 높은 기대치 점수를 가진 과제를 선택할 것이라는 통계적 개념에 근거한 모형으로 평가대상 연구과제의 성격상 성공 또는 실패 둘 중의 하나라는 가정하에 기대치가 보다 높은 연구과제가 선택된다는 것이다. 위험분석모형은 연구과제의 전기간 수익 뿐만 아니라 기대이익을 얻을 확률의 분포를 고려하여, 연구과제의 상대적 위험에 따라 평가자가 위험회피자인가 위험감행자인가에 따라 연구과제가 결정된다. 프론티어 모형은 위험과 수익에 따라 최소수익한계와 최대위험한계로 나누어 여러 연구과제 중 받아 들일 수 없는 과제를 추려내는 것으로, 여기서 위험은 연구과제가 실패할 기회를, 수익은 연구과제의 기대가능수익을 나타낸다.

3. OR모형

OR모형은 예산과 자원의 제약하에서 목적함수를 최적화하는 모형이다. 이 모형은 연구개발과제의 본질적 특징인 위험부담과 불확실성, 의사결정의 역동성, 자원의 제약 등 많은 요소들을 동시에 해결할 수 있는 여러가지 분석기법을 제시함으로써 복잡하고 규모가 큰 과제의 평가와 선정에 적합하다. 그러나 이 기법을 사용하려면 상당한 전문지식이 필요하고 인식도가 낮아서 널리 활용되지 못하고 있는 실정이다. 또한 이 기법은 많은 자료의 확보가 선행되어야 하고, 계량적 기법의 평가는 그 자료의 질이 좌우하게 되므로 비교적 정확하고 객관적인 자료수집이 가능한 개발이후의 과제에 적용하는 것이 타당할 것이다. OR모형으로는 선형계획모형(Linear Programming Model), 정수계획모형(Integer Programming Model), Dynamic Programming Model 등을 들 수 있다.

1) **선형계획모형**: 이 모형은 Dantzig에 의해 최초로 개발된 이래 계속 발전을 거듭하여 지금은 가장 광범위하게 활용되고 있는 수리계획기법이다. 이 기법은 일차함수로 나타나는 제약조건하에서 역시 일차함수로 되어 있는 목적함수를 최적화하는 해를 구하는 방법이다. 선형계획문제를 몇가지 유형으로 분류할 때, 연구개발과제의 선정은 자원배분문제로 파악할 수 있는데, 이것은 자원을 제약조건으로 하고 선정된 연구과제의 기대가치의 합을 극대화하는 것이다. 이 모형의 장점은 첫째, 여러 측면에서 그 실용가능성이 검증된 점 둘째, 다수의 자원형태를 고려하고 있으며 미래를 몇개의 계획기간으로 고려할 수 있다는 점 등이다. 반면에 이 모형의 단점은 첫째, 연구과제수행기간동안에 있어서 의사결정의 역동성과 상호의존성을 무시하여 일단 선정된 과제가 착수되면 완료될 때까지 계속되는 것으로 가정하고 있다. 따라서 과제착수후 계획에 수정을 요할 경우 이 방법은 부적합하다. 둘째, 실제 자원소요량과 수익은 불확실성을 띠고 있으나 선형계획모형은 불확실성을 다루지 않는 확정적 모형(Steele, 1988)이므로 실재를 판단하는 데에는 문제가 있다.

2) **정수계획모형**: 이 모형은 선형계획모형과 유사하다. 이 모형에서 가능한 것은 연구과제의 채택 아니면 기각이다. 이 모형의 대표적인 예는 Freeman모형을 들 수 있는데, 이 모형은 주어진 자원제약조건하에서 순가치의 총액을 극대화하는 연구개발과제의 조합을 구하는 방법이다(Freeman, 1976)

3) **Dynamic 계획모형**: 다이나믹 계획모형은 선형계획모형의 결함을 시정하려는 시도로 연구개발과제의 의사결정상의 역동성을 고려하여 일련의 결정에 대한 최적의 방법을 식별하려고 하는 것이다. 이론적으로 이 모형은 과제의 성공할 확률을 포함할 수 있고 자원투입과 효과사이의 비선형적 관계를 설정하고 있으나 정보투입노력이 지나치게 많고 성공할 확률을 예측하는 것이 어려우므로 실용성에 한계가 있다.

4. 계량적 모형의 한계

연구개발관리자들은 연구개발활동에 내재하는 특성때문에 연구개발과제에 정교한 평가모형을 적용한다는 것에 대해 회의적인 입장을 취하였다. 그 이유는 계량적 모형 자체가 지니는 한계성과 계량적 모형의 실제 적용상의 한계성 때문이라 할 수 있다. 계량적 모형 자체가 지니는 한계는 계량적 모형의 적용을 통하여 얻어지는 산출자체가 최종적인 결론을 의미하는 것은 아니며, 의사결정을 보다 용이하고 정확하게 할 수 있도록 도와주는 정보에 불과하다는 것이다. 결국 계량적 모형이란 자원배분과정에서 고려하여야 할 많은 요인들을 세심하게 살펴볼 수 있는 사고체계 이상의 것은 아니라는 것이다. 연구개발관리자들이 계량적 모형을 실제문제에 적용하지 않는 이유를 들면, 연구개발과제 결정과정의 실재를 나타내는데 있어서 모형내지 기법의 무능력, 모형내지 기법에 필요한 자료부족, 연구개발관리자들의 경영과학에 대한 불신과 지식부족, 계량적 모형을 도입하고 계속사용함에 있어 필요한 조직적 안정의 결여를 들 수 있다(Baker and Pound, 1964).

또한, 계량적 연구과제 선택모형은 위험과 불확실성, 복수의 상호관련된 기준을 적절하게 처리할 수 없고, 가치기여와 자원활용에 관한 연구과제의 상호관련성에 대하여 적절하

게 처리하지 못하고, 비화폐적인 측면의 인식과 처리가 불가능하고, 또한 개발관리자들이 모형을 이해하고 사용하는 것이 어렵고, 결정이 이루어 지는 조직적 맥락을 무시하는 문제가 있다(Schmidt and Freeland, 1992).

기술선택에 관한 이전의 연구는 대부분 규범적인 것이었고, 의사결정자들에 의하여 실제로 사용된 일반화될 수 있는 선택기준을 발견하는 데에는 여러가지 결점이 있다. 첫째, 기존연구에서는 경험적인 연구라 하더라도 기술선택결정자에게 주관적으로 의미있고 관련된 기준이 사실상 존재한다는 선협적 가정에 입각하여 미리 선택된 기준의 효과성을 측정하려는 시도였다. 이러한 논리에 입각하여 연구자는 먼저 특정한 이론적 틀 (예를 들면 경제적 합리성, 효용의 극대화, 정치적 합리성)에 따라 속성 또는 평가기준들의 최적 집합 (예를 들면, 비용, 기술적 성공가능성, 수익성, 잠재시장의 크기, 개발시간, 전체 목적과 전략과의 일치, 시장개척 능력, 생산능력, 시장점유율, 특허상태, 요구되는 자본투자등)을 개발하려는 것이었다. 이러한 경우 사용된 평가기준은 의사결정자의 기본가정, 가치관, 신념체계로부터 도출되지 못함으로써 이론개발단계에 있어서 방법론적 결함이 생길 수 있다는 주장이 가능하게 된다.

기술선택 상황에서 선택결정자가 사용한 평가기준의 준거를 분석시도는 grid 분석질차를 이용한 Kelly (1955) 와 Bannister & Mair (1968)의 이론적 토대에 기초하여 미국학자들에 의하여 연구되고 있다 (Dunn, Cahill, Duke, and Ginsberg, 1986; Shrivastava & Mitroff, 1983). 상호개인적 의사전달망의 영향에 관하여는 미국에서는 의료기술의 선택상황 (Becker, 1970; Coleman, Katz, and Mengel, 1966; Rogers and Kincaid, 1981), 새로운 공정과정의 채택 상황 (Cypiel, 1974)에서 연구되었다.

V. 研究開發課題의 選擇基準

연구개발프로젝트의 제안은 한 연구개발목표의 달성을 위하여 과학자와 기술자의 일을 정식화시키기 위한 것이다. 기초적 연구단계에서의 프로젝트는 그 기업에 대하여 가치있는 과학적, 기술적 정보를 획득한다는 목적하에서 실행하게 되고, 응용단계에서 프로젝트의 기능은 정보를 제품 또는 프로세스의 혁신에 관련되는 지식창조에 초점을 두게 되고, 개발단계에서의 프로젝트는 제품이나 프로세스의 개발 개량 등 경제적 정보를 생산하는데 주안점을 두게 된다.

연구개발과제를 제안할 때 요구되고 제시되는 정보는 기술과 관련된 정보(이를 테면, 프로젝트의 명칭, 주임연구원, 연구개발부문의 기술목표, 필요한 경비, 인력, 성공할 가망성, 실행스케줄 및 연구계획), 제조와 관련된 정보(필요한 설비, 설치, 파일럿프랜트의 필요성, 타이밍), 마케팅과 관련된 정보(시장동향, 판로의 활용, 기존제품과의 공존정도, 판매량 예측과 수익, markershare), 자금과 관련된 정보(수익 평가, 투자에 대한 예측율, 요구되는 자본투자), 타이밍과 관련된 정보(신제품의 도입스케줄, 경쟁자로부터의 위협)를 들 수 있다.

이러한 정보를 바탕으로 어느 연구개발과제에 자금, 기술, 설비, 시설 등을 어느정도로 할당할 것인가? 회사에 주는 부담과 연구개발활동의 본질적인 불확실성의 정도와 위험도는 어느 정도인가에 대한 판단이 중요하다. 프로젝트의 평가 및 과정에 영향을 주는 것으로서 기업목표 및 계획의 결정(생산라인, 판매레벨, 이익율 및 자본의 효율적인 활용), 연구개발목표와 계획, 연구개발의 역점 분야, 연구개발업적과 기업성장과의 관련성도 중요한 변수가 될 수 있다,

연구개발과제를 평가하고 선정하기 위한 기준으로서 기업목표, 마케팅과 유통, 제조, 연구개발, 규제 및 법률적 요인, 재무와 관련하여 IRI(Industrial Research Institute)에서 개발한 체크리스트는 다음과 같다(Becker, 1980).

1. 기업목표요인
 - 기업목표와 전략에의 부합
 - 기업이미지
2. 마케팅과 유통요인
 - 잠재 시장의 규모
 - 제품의 시장성
 - 시장의 경향과 성장
 - 고객의 수락
 - 기존시장과의 관계
 - 가격경향, 전매의 문제, 지리적 범위, 기존제품에 대한 영향
 - 질의 개량
 - 신상품의 도입시기
 - 제품라인
 - 제품의 판매수명
3. 제조요인
 - 제품제조의 가능성
 - 요구되는 설비와 장치
 - 원자재의 가용성
 - 제조의 안정성
4. 연구개발요인
 - 기술적 성공가능성
 - 개발코스트
 - 개발시간
 - 가용 스킵의 역량
 - 연구개발자원의 가용성
 - 연구개발설비의 가용성
 - 특허의 상태, 다른 프로젝트와의 적합성
5. 규제 및 법률적 요인
 - 제조물 책임
 - 규제조항

6. 재무적 요인

수익성,
 자본투자요구액
 연간 코스트
 투자회수율
 지불기간
 자산의 활용, 코스트의 경향, 비용절감 및 현금유동성

이와같은 평가기준은 목표로 하는 연구개발의 내용과 수행되는 연구개발의 성격에 따라 달리 결정되어야 한다. 따라서 이러한 기준은 다시 연구(기초 및 응용)과제의 선정에 필요한 기준, 제품개발에 필요한 기준, 제조방법에 필요한 기준으로 나눌 수 있는데, 연구과제에 해당되는 기준으로 기업 전체목표나 전략에의 부합, 비용, 기술적 성공가능성, 잠재시장의 크기, 특히, 연구개발자원의 가용성, 개발시간을 들 수 있고, 제품개발과제에 해당되는 기준으로 비용, 기술적 성공가능성, 수익성, 잠재시장의 크기, 개발시간, 기업목표에 부합(Ford & Saren, 1996; Silvennoinen, 1994), 시장경향, 시장점유율, 특히, 자본투자규모를 들 수 있고, 제조방법과제에 해당되는 기준으로 기술적 성공가능성, 시설 및 설비요구, 비용, 자본투자규모, 기업목표와 전략에의 부합, 개발시간, 비용절감, 제품제조역량, 투자회수율, 규제조항을 들 수 있다.

기업에 있어서 프라젝트 선택의 기본은 경제성에 있다. 따라서 경영자의 관심은 기술적 자원을 활용하여 최대의 이윤을 얻기 위하여 위험성이 적고 기대가 큰 연구개발과제의 제안을 발견함에 있다. 경제적 지위향상을 목적으로 최대한의 가능성을 가지는 과제를 선택하기 위하여 시장요인(시장규모, 시장점유율, 판매량규모, 시장의 침투, 시장의 선점), 기술적요인(차기사업을 위한 기술축적, 독자적 기술확보, 기술적 긴급성, 개발소요기간, 가용인력 및 설비, 특허획득가능성, 기술적 이미지제고, 기술혁신의 잠재성), 재무적 요인(수익율, 자본회수기간, 순현재가, 예산규모), 전략적 요인(국산화, 장래의 사업성, 국가정책, 기업 이미지제고, 경쟁사에 대한 우위확보) 등 여러가지 가능한 요소들을 면밀히 검토하여야 한다.

특히 시장규모의 예측은 연구개발과제의 선택에 직면한 기업이 반드시 거론하는 선정기준이다. 현재의 시장규모가 가장 중요하나 시장의 성장성(Krogh et. al., 1988) 또한 중요하다. 이제 육성하기 시작한 분야에 진입하여 계속적으로 사업을 하려면 시장신장률, 시장의 확장가능성, 제품종류의 다파, 참여기업수, 참여기업간의 시장점유율 분포, 고객의 정착성, 신규참여의 난이도를 검토하여야 할 것이다.

기술적 실현가능성과 관련하여 기술축적, 독자기술확보, 기술인력 및 설비, 자금력 등 기술실현을 하기 위하여 감내하여야 할 리스트를 고려하여야 할 것이다. 전략적 평가와 관련하여 경합상태의 분석, 산업의 성숙도, 대체품의 위협, 신규참여기업의 위협 등 산업의 경합이 얼마나 치열한가의 문제(Majumdar, 1995), 자사가 보유하고 있는 연구원의 수, 학위를 가진 직원의 수, 연구원의 질 등 연구개발부문의 역량에 대한 실력평가가 필요하며, 어느 정도 수익이 예상되는 신규분야라 하더라도 자사의 기업품토와 철학 등 경영목표와 합치하는가를 검토할 필요가 있다.

VI. 調査方法 및 分析

위에서 검토한 준거틀(선택기준)을 토대로 본 연구에서는 연구개발과제 선택의 준거틀로 시작요인, 제조요인, 타이밍요인, 기술적 요인, 재무적 요인, 전략적 요인으로 나누어 설문을 작성하였다. 기술선택행위에 관한 분석을 위하여 자료수집은 울산지역의 제조업체의 연구개발담당자들을 파악하고 이들과의 면담, 그리고 우편조사를 통하여 이루어 졌다.

본 연구의 모집단은 1996년 11월 현재 울산에 소재하고 있는 100인 이상의 직원을 가진 제조업체이다. 울산 상공회의소 회원명부를 표본 프레임으로 하여 직원 100인 이상을 고용하고 있는 제조업체의 연구개발담당자를 대상으로 설문지에 의한 조사를 실시하였다. 총 100개 기업을 선정하여 설문지를 배포하였는데 이 중 회수된 것은 33개 기업의 연구개발담당자가 작성한 것으로 회수율은 33%였다.

1. 표본의 특성

본 설문조사에서 회수된 제조업 회사의 특성을 살펴 보면 응용연구의 구성비율이 평균적으로 54.84%로 제일 많고, 다음으로 제조기술개발에 평균 22.28%, 기초연구에 13.23% 순으로 참여하고 있다. 매출액은 평균 1565억원 정도, 연구개발비는 16억 정도, 재직자 수는 381명, 기술개발요원수 약 24명, 특허보유건수 약 19건으로 나타났다.

<표 1>

	N	최소값	최대값	평균
기초연구비율	31	0%	30%	13.23%
응용연구비율	31	25%	96%	54.84%
제조방법개발비율	31	0%	50%	22.26%
기타연구비율	31	0%	30%	8.71%
매출액	33	14,000(백만원)	500,000(백만원)	156,545(백만원)
연구개발비	32	80(백만원)	6,000(백만원)	1,587(백만원)
재직자수	33	115명	830명	381명
기술개발요원수	33	0명	65명	23.88명
특허보유건수	29	0건	130건	19.1건

2. 분석결과 및 해석

1) 신기술의 빈도

제품시장에 있어서 신기술의 빈도에 대한 질문에 응답자들은 '낮은 편'이 30.3%, '중간 정도'가 30.3%, '높은 편'이 39.4%로 답변을 하고 있어 대체로 신기술의 빈도가 높고루 분포되어 있다고 볼 수 있을 것이다.

B. 귀사의 제품시장에 있어서 신기술의 빈도는 일반적으로 어느 정도입니까?

<표 2>

	대단히 낮다			중간정도				total
	1	2	3	4	5	6	7	
Frequency	3	0	7	0	9	4	0	33
Percent	(9.1)	(0.0)	(21.2)	(30.3)	(27.3)	(12.1)	(0.0)	(100.0)

2) 기술개발전담기구

‘기술개발전략을 전문적으로 담당하는 부문이 있느냐’는 질문에 응답회사의 66.7% 가 있다고 답함으로써 기술개발을 조직적 차원에서 관리하고 있음을 알 수 있다.

C. 귀사에는 기술개발전략을 전문적으로 담당하는 부문이 있습니까?

<표 3>

	예	아니오	total
Frequency	22	11	33
Percent	(66.7)	(33.3)	(100.0)

3) 기술개발과제의 선정요인

기술개발과제 선정시 가장 중요시하는 요인으로 응답회사의 66.7%가 시장요인을 들고 있고, 기술적 요인 (15.2%), 전략적 요인(12.1%), 제조요인(3.0%), 재무적 요인 (3.0%)을 든 응답회사도 있다. 그러나 ‘기술개발과제 선정시 중요시 되고 있는 선정기준 2개를 들라’는 후속 질문에는 재무적 요인28.8%, 시장요인 24.2%, 제조요인 19.7%로 답하고 있어 기술개발비용, 시장성, 제품화 가능성을 공히 중요시 하는 것으로 나타났다.

D. 기술개발과제 선정시에 고려할 요인으로 귀하가 가장 중요하다고 생각하시는 항목부터 1, 2, 3, 4, 5, 6의 순서로 적어 주시기 바랍니다.

<표 4>

	시장요인	제조요인	타이밍요인	기술적요인	재무적요인	전략적요인	total
Frequency	22	1	0	5	1	4	33
Percent	(66.7)	(3.0)	(0.0)	(15.2)	(3.0)	(12.1)	(100.0)

E. 기술과제 선정시 귀사에서 중요시되고 있는 선정기준 2 개를 말씀해 주시기 바랍니다.

<표 5>

	시장요인	제조요인	재무적요인	전략적요인	기타	total
Frequency	16	13	19	4	14	66
Percent	(24.2)	(19.7)	(28.8)	(6.0)	(21.2)	(99.9)

4) 기술개발에 대한 만족도

‘귀사가 개발한 기술 한가지와 관련하여 시장요인, 전략적 측면, 기술적 효과, 제품화, 투자회수율각각에 대해서 어느 정도 만족하고 있는지’에 대한 질문에 시장요인에 대하여는 80%가 만족하고 있고, 전략적 측면에는 93.3%가 만족하고 있는 반면, 기술적 효과와 관련해서는 73.4%, 제품화 66.6%, 투자회수율 60%로 만족도가 다소 떨어지고 있다.

F. 귀사가 개발한 기술에 대하여 어느 정도 만족하고 계신가를 각 문항별로 V 표시 하여 주시기 바랍니다.

<표 6>

	매우 불만족	불만족	보통	만족	매우 만족	total
	1	2	3	4	5	
시장요인	0 (0.0)	2 (6.7)	4 (13.3)	13 (43.3)	11 (36.7)	30 (100.0)
전략적 측면	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (6.7)	15 (50.0)	13 (43.3)	30 (100.0)
기술적 효과	0 (0.0)	0 (0.0)	8 (26.7)	14 (46.7)	8 (26.7)	30 (100.0)
제품화	0 (0.0)	2 (6.7)	8 (26.7)	10 (33.3)	10 (33.3)	30 (100.0)
투자회수율	0 (0.0)	2 (6.7)	10 (33.3)	8 (26.7)	10 (33.3)	30 (100.0)

5) 연구개발부문과 타부문과의 연대

연구개발부문과 타부문과의 연대와 관련하여 판매 영업부문과 일상적인 연대를 갖고 있다는 회사가 39.4%로 제일 많고 제조부문과의 연대도 일상적인 연대가 41.9%로 제일 많고, 재무 회계부문과는 분기 1회 (42.4%)로 응답하고 있다. 총무노무부문과는 51.5%의 응답회사가 연대가 거의 없다고 답하고 있으며, 사장실, 기획 부문과는 분기1회(30.3%), 일상적 연대(36.4%)를 갖고 있다는 회사가 많은 편이다. 자재, 구매 부문과는 대체로 고른 분포로 연대를 맺고 있다.

G. 귀사의 연구개발부문과 타 부문과의 연대는 어느 정도입니까?

<표 7>

	연대 없음	분기 1회	월 1회	주 1회	일상적 연대	total
판매, 영업	5 (15.2)	6 (18.2)	6 (18.2)	3 (9.1)	13 (39.4)	33 (100.0)
제조	3 (9.7)	4 (12.9)	6 (19.4)	5 (16.1)	13 (41.9)	31 (100.0)
재무, 회계	9 (27.3)	14 (42.4)	6 (18.2)	2 (6.1)	2 (6.1)	33 (100.0)
총무, 노무	17 (51.5)	10 (30.3)	4 (12.1)	0 (0.0)	2 (6.1)	33 (100.0)
사장실, 기획	1 (3.0)	10 (30.3)	8 (24.2)	2 (6.1)	12 (36.4)	33 (100.0)
자재, 구매	5 (15.2)	6 (18.2)	6 (18.2)	8 (24.2)	8 (24.2)	33 (100.0)

6) 기술개발과제 선정에 있어서 타부문의 영향력

‘기술개발과제 선정과 관련하여 기술개발부문 이외의 부서의 발언권과 영향력’을 알아보는 질문에서 판매 영업부문은 48.5%가 영향력이 많다고 답하고 있으며, 제조부문도 48.5%가 영향력이 많다고 답하고 있으며, 특히 78.8%의 응답자가 사장실 및 기획부서가 영향력이 많다고 답하고 있어, 사장실 및 기획부서가 기술개발과제 선정에 결정적인 역할을 하고 있는 것으로 나타났다. 반면 재무, 회계부문은 45.5%가 영향력이 거의 없다고 답하고 있으며 자재, 구매 부문도 33.3%가 영향력이 거의 없다고 답하고 있으며 특히 총무 노무 부서는 81.8%의 응답자가 영향력이 거의 없다고 답하고 있어 기술개발과제 선정시 총무노무, 자재 구매, 재무회계부문의 역할은 미미한 것으로 나타났다.

H. 기술개발과제 선정과 관련하여 귀사의 다음 부문은 어느 정도의 발언권과 영향력을 갖고 있다고 생각하십니까?

<표 8>

	영향력이 거의 없다	영향력이 조금 있다	보통이다	영향력이 많다	영향력이 상당히 많다	total
판매, 영업	7 (21.2)	0 (0.0)	10 (30.3)	10 (30.3)	6 (18.2)	33 (100.0)
제조	1 (3.0)	6 (18.2)	10 (30.3)	14 (42.4)	2 (6.1)	33 (100.0)
재무, 회계	15 (45.5)	10 (30.3)	8 (24.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	33 (100.0)
총무, 노무	27 (81.8)	6 (18.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	33 (100.0)
사장실, 기획	0 (0.0)	1 (3.0)	6 (18.2)	12 (36.4)	14 (42.4)	33 (100.0)
자재, 구매	11 (33.3)	10 (30.3)	12 (36.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	33 (100.0)

7) 연구개발계획의 실질적인 책임자

‘연구개발계획의 실질적인 책임자’를 묻는 질문에 기술부문의 장이라고 답한 응답자가 60.6%로 제일 많고, 다음으로 사장 27%, 팀장 12.1%로 답하고 있어 연구개발계획에 있어서 유연성과 기술부문의 자율성이 어느 정도 보장되는 것으로 나타났다.

일반적으로 연구계획서가 접수되면 기술부문의 장 또는 연구원회의를 거쳐 일차적으로 검토되고, 타당성이 인정된 경우에는 연구개발과제로의 선정여부를 결정하기위해 의사결정권자에게 상정된다. 순수한 학술연구 또는 특정용도를 위해 필요한 신지식을 얻고자 하는 기초연구의 경우 연구과제선정시 주요의사결정자는 실무연구진회의, 별도심의회, 연구부문의 장 등이며, 기초연구로부터 얻은 지식을 이용하여 신제품, 신기술의 기초를 만들어내는 응용연구의 경우나 새로운 제품, 기술개량을 위한 개발연구의 경우 결정은 이사회 및 임원회의의 영향력이 크게 작용한다.

I.커사의 연구개발계획의 실질적인 책임자는 일반적으로 누구입니까?

<표 9>

	사장	기술부문의 장	팀장	total
Frequency	9	20	4	33
Percent	(27.3)	(60.6)	(12.1)	(100.0)

VII. 結 論

분석의 결과를 대체적으로 살펴 보면 다음과 같다. 첫째, 기술개발과제 선정시 가장 중요하게 고려하는 요인을 묻는 문항에 대해서는 앞서 보았듯이 울산지역 기업들은 비록 공식적인 모형을 갖고 있지 않으나 연구개발과제를 선정하는 명시적 묵시적기준은 가지고 있다. 연구과제선정기준을 시장요인, 제조요인, 타이밍요인, 기술적 요인, 재무적 요인, 전략적 요인으로 나누었을 때 시장요인이 가장 중요한 연구개발과제의 선택기준으로 나타나고 있다. 이것은 울산지역의 표본기업체가 제조업의 형태로 기초연구보다는 개발연구에 치중하고 있기 때문이라고 볼 수 있다. 기초연구에서는 기술적 성공이 우선 당면한 문제이므로 기술적 요인이 주된 선정기준이 되고 그 다음으로 전략적 요인의 순이며, 응용연구에서도 기술적 요인이 가장 중요한 요인이 되나 기초연구에서 보다는 그 중요도가 감소되고 있으며 그 다음은 시장요인이다. 그러나 개발연구의 경우에는 시장요인이 가장 중요한 과제선정기준으로 프로젝트의 선택에 관해 경영자의 관심은 기술적 자원을 활용하여 최대의 이윤을 얻기 위하여 위험성이 적고 경제적 기대가 큰 프로젝트의 제안을 발견함에 있다.

둘째, 많은 기업이 연구개발과제 선택시 어느 정도의 유연성과 자율성을 가지고 있는 기술개발을 전문적으로 담당하는 부서를 갖고 있으며 연구개발부문과 영업부문, 제조부문, 기획부문과는 일상적인 연대를 갖고 상호영향을 주고 있는 것을 알 수 있다. 이는 연구개발 프로젝트의 실패에서 많은 경우가 연구개발을 개시함에 있어서 초기단계에서 전사적인

제안평가를 중요시 하지 않는데 기인하는 경우가 많으므로, 연구개발 프로젝트의 선택 초기단계에서 부터 영업부분, 제조부분, 기획부분과 긴밀한 협조를 함으로써 시장, 제조 기술, 재무, 전략적 요인에 대하여 충분한 고려를 할 필요가 있다.

<參考文獻>

- Aaker D. A. & T. T. Tyebtte (1978). "A model for the selection of independent R & D projects," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. EM-25, pp.30-36.
- Augood, D. R. (1973). "A review of R & D evaluation method," *IEEE Transactions on Engineering Managements*, Vol. EM-20, pp. 114-120.
- Archibald, R. D. (1976). *Managing High-Technology Programs and Projects*. New York: Wiley.
- Argyris, C. (1983). *Reasoning, Learning, and Action: Individual and Organizational*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Argyris, C. & D. Schon (1978). *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Baker, N. R., (1974). "R & D project selection models: an assessment," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. EM-21, No.4 pp. 165-171.
- Baker, N. R. & W. II. Pound (1964). "R & D project selection: where we stand," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. EM-11, No. 4, pp. 124-134.
- Bannister, D. & J. M. M. Mair (1968). *The Evaluation of Personal Constructs*. New York: Academic Press.
- Becker, H. G. (1970). "Sociometric location and innovativeness," *American Sociological Review*, 35, pp. 267-282.
- Becker, R. H. (1980). "Project selection checklists for research, product development, process development," *Research Management*, pp. 34-36.
- Certron, M. J., Martino, J., & L. Roepcke (1967). "The selection of R&D program content-survey of quantitative methods," *IEEE Transactions on Engineering Management*. Vol. EM-14, 1. pp. 4-13.
- Coleman, J. S., Katz, E., & H. Mengel (1966). *Medical innovation: A diffusion study*. New York: Bobbs-Merrill.
- Cranston, R. W. (1974). "First experiences with a ranking method for portfolio selection in applied rescarch," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. EM-21, Nov, pp 148-152.
- Cypiel, J. A. (1974). "Word of mouth processes in the diffusion of a major technological innovation," *Journal of Marketing Research*, 2, pp. 172-180.
- Dunn, W. N., Cahill, A. G., Dukes, M. J., & A. Ginsberg (1986). "The policy grid: a cognitive methodology for assessing policy dynamics," In W. N. Dunn (Ed.),

- Policy analysis: Perspectives, concepts and methods*. Greenwich, CT: JAI Press.
- Dunn, W. N. & A. Ginsberg (1986). "A sociocognitive network approach to organizational analysis," *Human Relations*, 40(11), pp. 955-976.
- Ford, D. & M. Saren (1996). *Technology Strategy for Business*. p. 119. London: ITB Press.
- Freeman, R. J. (1976). "A stochastic model for determining the size and allocation of the research budget," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. EM-7, p. 2-7.
- Hobbs, B. R. (1980). "A comparison of weighting methods in power planning siting," *Decision Science*, Vol 11, No. 4, pp. 725-737.
- Kelly, G. A.(1955). *The Psychology of Personal Constructs. I, II*. New York: Norton.
- Krawiec, F. (1984). "Evaluating and selecting research projects by scoring," *Research Management*, pp. 21-25.
- Krogh et. al. (1988). "How 3M evaluates its R&D programs," *Research Technology Management*, Nov.-Dec., pp. 10-14.
- Majumdar, S. K. (1995). "The determinants of investment in new technology: an examination of alternative hypotheses," *Technological Forecasting and Social Change*, 50, pp. 235-247.
- Rogers, E. & D. Kincaid (1981). *Communication network*. New York: Free Press.
- Schmidt, R. L. & J. R. Freeland, (1992). "Recent progress in modeling R&D project-selection processes," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 39. No.2, pp. 189-201.
- Schroder, H. H. (1971). "R&D project evaluation and selection models for development: a survey of the state of the art," *Socio-Economic Planning Science*, 5(1), pp. 25-39.
- Shrivastava, P. & I. Mitroff (1983). "Frames of reference managers use: study in applied sociology of knowledge," In R. Lamb(Ed.), *Advances in strategic management(Vol. 1)*. Greenwich, CT: JAI Press.
- Silvennoinen, P. (1994). "R&D project selection for promoting the efficiency of energy use," *R&D Management*, 24 (4), pp. 317-324.
- Souder, W. E. (1978). "A system for using R & D project evaluation methods," *Research Management*, pp. 29-37.
- Souder, W. E., & T. Mandakovic (1986). "R&D Project Selection Models," *Research Management*, Vol, 29, No.4, pp. 36-42.
- Steele, L. W. (1988). "Selecting R&D programs and objectives," *Research Technology Management*, pp. 17-36.