

研究開發課題 選定을 위한 段階別 評價模型

An Evaluation Models for R&D Projects Selection

李相鐵*
河正鎮**
金成熙***

Abstract

Sequentiality in decision making is an inherent characteristic of the R&D Process. Conceptual changes are noted during the Course of the Project which represent a continuous improvement in the quality of the data available during the various project stages. In this paper, Eight characteristic types of project evaluation models have been developed : economic index models, portfolio models, decision theory models, risk analysis models, frontier models, scoring models, profile models and checklists. Each of these will be critically reviewed and appraised.

1. 서론

연구개발과제의 선정모형이나 방법에 대해서는 지금까지 비교적 많은 연구가 실시되어 왔고 이들 연구결과를 종합적으로 검토한 논문도 많다.[3][4][14] 이러한 문헌들을 검토해 본 결과 개발된 선정모형 중에서 극히 제한된 모형만이 실제로 응용되고 있다는 점이다. 대부분의 연구과제 선정모형이 활용되지 못하고 있는 근본적인 이유는 이들 모형의 대부분이 계량적자료를 과도하게 요구하고 있고, 선정모형의 대부분이 연구관리자들이 일상적으로 쓰기에는 너무 복잡하고 이론적이라는 점이다. 따라서 연구개발과제 선정을 얼마나 효율적으로 시행하느냐는 선정모형을 얼마나 잘 개발하느냐 못지 않게 선정체계나 절차등의 기본적 고려사항을 합리적인 기준과 절차에 의하여 체계화 시키는데 달려있다.

따라서 본 연구에서는 기존에 개발되어 있는 평가모형들 중에서 실제로 많이 응용되고 있는 경제성지표모형, 포트폴리오모형, 의사결정이론모형, 위험분석모형, 프론티어모형, 평점모형, 프로파일모형, 점검표모형에 대하여 정의하고, 연구개발과제 선정을 위한 평가기준과 연구개발 단계별 특성을 파악하여 각 단계에 알맞는 평가모형 및 평가절차를 제시함으로써 불확실성과 위험을 줄여 성공적인 연구개발과제 선정이 되도록 하고자 한다.

2. 연구개발과제 선정을 위한 평가기준

연구개발과제 선정에 고려해야할 중요사항은 과제를 유형별로 묶어 그에 맞는 선정모형과 평가기준을 개발하는 것이다. 예를들어 연구단계에 따라 기초연구과제, 응용연구과제, 개발연구과제, 적용(기업화단

* 동명전문대학 공업경영과 교수

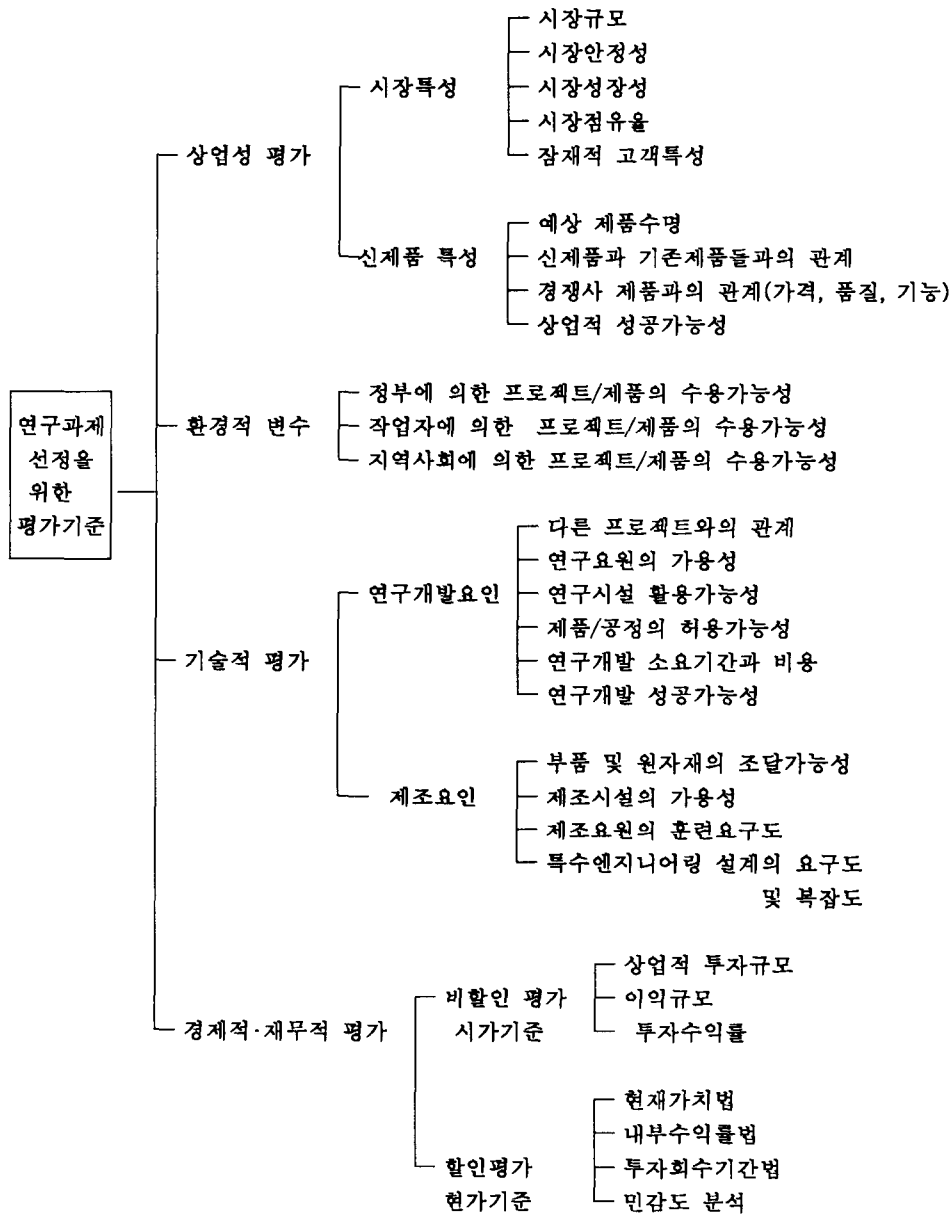
** 동아대학교 산업공학과 교수

*** 동아대학교 대학원 산업공학과

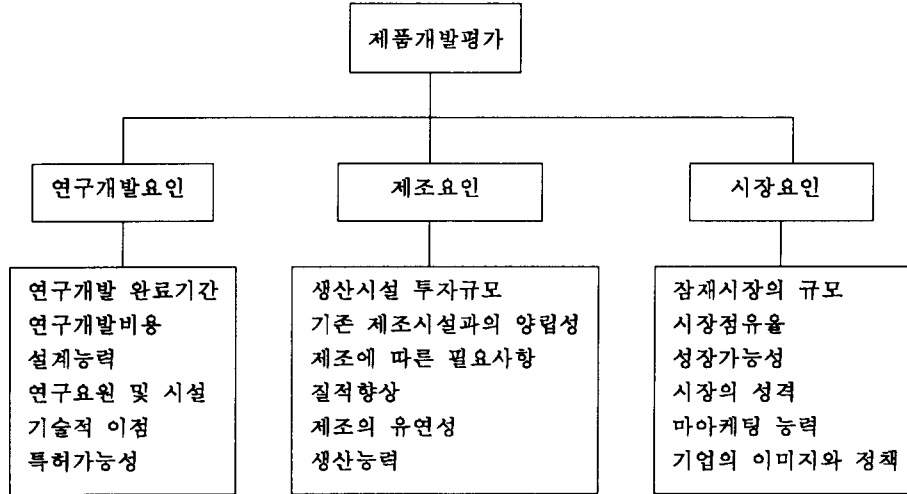
계)으로 나누어 생각할 수도 있고, 민간연구소의 상업적 연구과제, 공공연구기관의 공공성과제로 구분할 수도 있으며, 기간에 따라 단기과제, 중기과제, 장기과제로 구분 가능하며, 단일과제로 고려하느냐 과제 전체를 집합적구성(portfolio)으로 고려하느냐로 구분할 수도 있다.

이처럼 평가기준은 연구개발단계별로 달라야할 뿐 아니라 연구개발과제의 내용이나 유형별로도 달라야 하지만, 일반적으로 연구개발과제 평가시 고려해야할 기준들을 종합하여 제시하면 <그림-1>과 같다.

특히, 연구개발과제 선정은 대부분의 경우 제품개발(신제품개발과 기존제품의 개량)이 주종을 이루는데, 이러한 제품개발시 평가요인을 제시하면 <그림-2>와 같다.



< 그림 - 1 > 연구개발과제의 평가기준



< 그림 - 2 > 제품개발 평가요인

3. 연구개발과제 평가모형

1) 경제성지표 모형

경제성지표 모형(economic index models)은 경제성 분석의 결과를 간단히 나타낼 수 있는 지표를 사용하여 연구개발과제를 선정하는 것이다. 과제의 평가 및 선정을 위한 판단기준이 되는 지표는 여러 가지가 제시되어 있는데, 그 대표적인 연구를 살펴보면 Olsen[11]은 경제성지표를 사업가치로 나타내고 이는 수익지수와 기술적인 성공확률의 곱을 추정연구개발비로 나누어 산정하였고, Cranston은 기대이익과 기대비용의 차이를 각 연구개발단계의 비용으로 나누어 이익지표를 산정 하였으며, Ansoff[2]은 연구개발과제의 기술적 장점과 사업적 장점의 등급을 지표산출에 사용하였다.

이러한 경제성지표모형을 분석해 보면 근본적으로는 다음의 형태를 취하며, 모형이 단순하고 재무적 자료를 이용할 수 있다는 장점이 있으나, 지표로서 수익, 성공확률, 비용간의 대체관계를 설명할 수 없으며, 여러개의 차원을 동시에 고려할 수 없다는 단점이 있으므로 지표를 산정하는데 사용되는 변수 또는 요인들간의 대체관계를 파악하고 있어야 한다.

$$\text{경제성 지표} = \frac{\text{예상수익} \times \text{성공확률}}{\text{총연구개발비용}}$$

2) 포트폴리오 모형

포트폴리오 모형(portfolio models)은 개별연구과제를 평가하여 선정할 때 과제 단위로 하는 것이 아니라 포트폴리오 입장에서 선정하는 것이다. 이 방법은 고안을 잘하면 연구과제의 특성인 불확실성, 연속적 의사결정, 자원의 제약 등 많은 요소를 동시에 해결할 수 있다. 그러나 이 방법에 의한 모형의 적용은 상당한 전문적 지식과 활용에 따른 제반 문제를 잘 이해하여 대처하는 것이 필요하다. 또한, 이 방법은 많은 자료의 확보가 선행되어야 하며, 정확하고 객관적인 자료가 없으면 모형의 적용가치가 없어 지므로 그러한 여건에서만 적용할 수 있다.

포트폴리오 모형에서는 위험을 분산하기 위하여 과제대안들을 자금의 양에 따라 우선순위를 두어 할당하는 것으로, 이 방법에 속하는 모형은 선형계획법(LP), 정수계획법(IP), 동적계획법(DP) 등 여러종류가 개발되어 있으나 복잡성, 자료의 요구량과 같은 제약때문에 실제 사용빈도는 낮은 편이다.

포트폴리오 모형의 목적함수는 연구개발과제의 기대가치, 순할인 현재가치, 효용 등으로 나타낼 수 있으며, 제약조건은 연구개발과제 수행에 필요한 자원의 량이 된다.

3) 의사결정이론 모형

의사결정이론 모형(decision theory models)은 통계학적 개념에 기초하며, 합리적인 의사결정자들은 가장높은 기대값을 가지는 과제를 선택한다. 이 모형은 각 의사결정전략의 의미 및 특성을 명확히 하므로 위험선호도(risk-taking)가 서로 다른 부서간의 의사결정에 유용하게 쓰일수 있다.

Souder[14]는 의사결정방법으로 Q-분류(Q-Sorting)와 NI(Nominal-Interacting)과정을 적극적으로 추천하고 있는 바, 이는 연구개발의 판단자료들이 불확실성을 많이 갖고 있기 때문에 전문가의 주관적 자료를 최대한으로 확보하여 객관화시키고자 하는 것으로 현실적인 방안이라고 할 수 있다.

4) 위험분석 모형

위험분석 모형(risk analysis models)은 각각의 연구과제가 어떠한 기대이익과 성공확률을 갖고 있는가를 분포도의 형태로 작성하여 과제선정을 하는 것이다. 어느 과제가 다른 과제에 비해 기대이익도 크고 성공확률도 높다면 당연히 그 과제가 선정되겠지만, 분포도상으로 기대이익과 성공확률이 상충적이면 기대이익은 높지만 성공확률이 낮은 과제와 기대이익이 낮고 성공률이 높은 과제중 택일하는 것은 의사결정자의 위험선호도에 따라 달라지게 되며, 이경우 위험분석모형은 매우 유용한 방법이다. 이 모형은 위험선호도에 따른 일괄된 의사결정을 가능하게 해지며 분석에 필요한 자료로는 최고이익, 최대확률이익, 최저이익의 추정치 및 확률등이다.

5) 프론티어 모형

프론티어 모형(frontier models)은 이익과 위험이라는 두가지 기준을 직교좌표의 축으로 하여 최저이익선(minimum return boundary)이상과 최대허용 위험선(maximum risk boundary)이하의 영역에 속한 과제를 선정하는 방법이다.

이 모형으로 연구개발과제를 평가하면 최대이익선과 최대허용 위험선을 얼마로 하느냐에 따라 선정대상 과제의 수가 결정되는 만큼 적절한 기준선을 정하는 문제가 중요하다. 그리고 동일한 위험선상 및 이익선상에 복수 또는 다수의 과제가 있을 수도 있다.

6) 평점모형

평점모형(scoring models)은 가장 널리쓰이는 모형중의 하나이다. 과제의 평가에 중요한 기준을 설정하여 이들 평가요인에 적절한 가중치를 준 다음 연구개발과제별로 항목별 점수를 구하여 이 점수를 총점으로 계산하여 우선순위를 결정한다. 가중치가 주어지기 때문에 평가요소간의 상대적 중요도가 대체적으로 고려된다. 따라서 평가기준은 가능한 한 서로 독립적이 되도록 선택되어야 한다.

평점모형은 기준선정이 적절하고 기준별 평가를 정확하게 판단해 줄 수 있는 전문가를 확보하면, 복잡하고 정교한 경제성분석 모형이나 최적화모형과 같이 좋은 결과를 제공해 준다. 따라서, 평가기준의 설정과 이의 가중치결정 및 합산방법이 다양하게 검토되어야 한다.

$$T = \sum_i W_i S_i \quad \text{여기서, } W_i = \text{각 기준에서 가중치}$$

$T =$ 과제의 총점수

7) 프로파일 모형

프로파일 모형(profile models)은 평가대상의 과제가 각각의 평가기준을 만족시키는 정도를 도표로 나타낸 것이다. 자료의 획득이 어려운 경우 최소의 자료에 의해서도 평가가 가능하다는 장점이 있으나, 평가가 주관적이기 때문에 평가요인 선정에 주의깊게 대처해야 하고 요인간 가중치가 없으므로 평가기준 사이의 대체효과를 파악하기 힘들다는 점에 유의해야 한다.

8) 점검표 모형

점검표 모형(checklist models)은 과제선정에 고려할 모든 관련항목을 점검할 수 있도록 만든 것이다. 점검표는 항목의 형태에 따라 서술형, 가부형, 선다형으로 만든다. 이러한 평가항목은 원칙적으로 해당 항목의 저촉 및 관련성만을 검토하기 위한 것이나 항목별 가중치없이 점수화 되기도 한다. 모형의 특성은 프로파일모형의 경우와 비슷하며 표시방법이 도표나 점검표나로 구분한다.

4. 연구개발과제 평가모형의 선정

4.1 연구개발과제 평가모형 선정시 고려사항

연구개발과제 평가모형을 적용할 때 과제의 위험, 비용, 가치, 동원가능인력, 자원의 상충(trade-off), 조직의 목표, 제약 등에 대하여 잘 알고 있다고 가정을 하지만 실제환경에서 다양한 목적과 다양한 제약조건들이 존재하며, 이러한 요인들이 서로 완전히 독립적으로 작용하는 것이 아니라 기술적, 경제적 상호작용을 한다.

연구개발과제 평가모형을 효율적으로 적용하려면 3가지 중요한 조직행동이 필요한데, 첫째는 조직의 모든 수준에서 조직의 목표와 제약을 명확하게 정의하고 동의를 얻어야 하며, 둘째는 대부분의 과제평가 자료는 필수적으로 상황에 적합한 것이어야 하고, 셋째는 성공적인 과제평가를 위해서 개인적 의식 수준을 최소화 하는 것이 필요하다.

연구개발의 단계별 평가모형 선정시 고려할 사항은 다음과 같다.

- ① 연구개발과정의 각 의사결정시점에서 연구의 계속 또는 중단 여부를 판단하는데 고려 되는 기준이나 요인이 무엇인지를 명확히 해야한다.
- ② 이러한 고려요인나 평가기준이 의사결정 단계별로 동일한지, 동일하다면 그 비중이 일정한지를 분명히 파악하여야 한다.
- ③ 이러한 연구과제 선정이나 수행의 계속 여부를 판단하는 조직체제, 의사결정수준 및 의사결정자는 어떻게 되어 있는지를 파악하여야 한다.
- ④ 의사결정자가 연구단계별로 같은지, 또한 다르다면 어떻게 달라지고, 누구의 영향이 가장 큰지에 대해 명확히 하여야 한다.
- ⑤ 의사결정과정에 여러가지 계량적, 비계량적 의사결정모형이 얼마나, 어떻게 쓰이고 있는지를 검토하여 각 기업의 수준에 따라 활용하도록 한다.

연구단계별로 불확실성 및 위험의 정도, 투자비용 등이 다르게 나타나므로 연구개발과제의 선정기준과 모형도 각 단계에 적합한 것이 이용되어야 할 것이다.

4.2 연구개발 단계별 평가모형

4.2.1 연구개발의 단계

1) 기초연구단계

특정의 상업적 목적없이 지금까지 알려지지 않은 새로운 과학적 원리의 발견이나 과학지식의 진보를 목적으로 수행하는 연구로서 창조성이 요구되는 단계이다. 이단계에서는 문헌연구, 기본적인 시장연구, 현재 사용하고 있는 기술의 확인, 새로운 공정의 절차, 조건의 적합성, 원재료의 이용 가능성 등에 대한 실험연구와 기초적인 경제성 평가를 포함 한다.

2) 응용연구단계

이 단계는 산업연구의 핵심을 이루는 단계이며, 기초연구에서 얻은 이론을 특정의 제품생산 기술에 직접 적용하기 위해 수행되는 연구로서 실험연구를 포함하며 새로운 공정의 제품과 개선기술의 특성을 찾는 단계이다. 이 단계에서는 과학적이고 기술적인 사항을 준비하는 것이 중요하며 산업연구의 핵심이 된다.

3) 개발연구단계

이 단계는 기초연구와 응용연구에서 실용화 할 수 있는 것이 확인되면, 여기서 얻은 성과를 토대로 시제품을 생산하여 시험하고 평가하며 생산기술에 필요한 정보를 수집하는 활동, 즉 새로운 재료, 장치, 제품, 공정 등의 도입 내지는 기존의 것을 개량하고자 행하는 연구이다. 이 단계는 일반적인 연구활동, 기술적 및 엔지니어링설계를 위한 비용규모의 견적, 상세한 시장조사와 경제성평가 등을 포함한다.

4) 적용(상업화)단계

이 단계는 시제품이나 파이롯트 모델 (pilot model)을 제작하여 시장에 내놓아 평가를 받는 단계이며, 제품의 상업화를 위해 대규모 투자를 필요로 한다.

4.2.2 단계별 평가모형과 특성

연구개발은 일반적으로 불확실성이 많고 단계적으로 이루어지며, 여러 연구과제 사이에 상호의존성이 있다는 특성을 가지고 있고 제안, 평가, 선정, 통제관리의 절차를 밟아 실행된다. 또한 연구개발은 불확실성을 줄이기 위한 활동이라고 단언할만큼 여러가지 위험이 따른다.

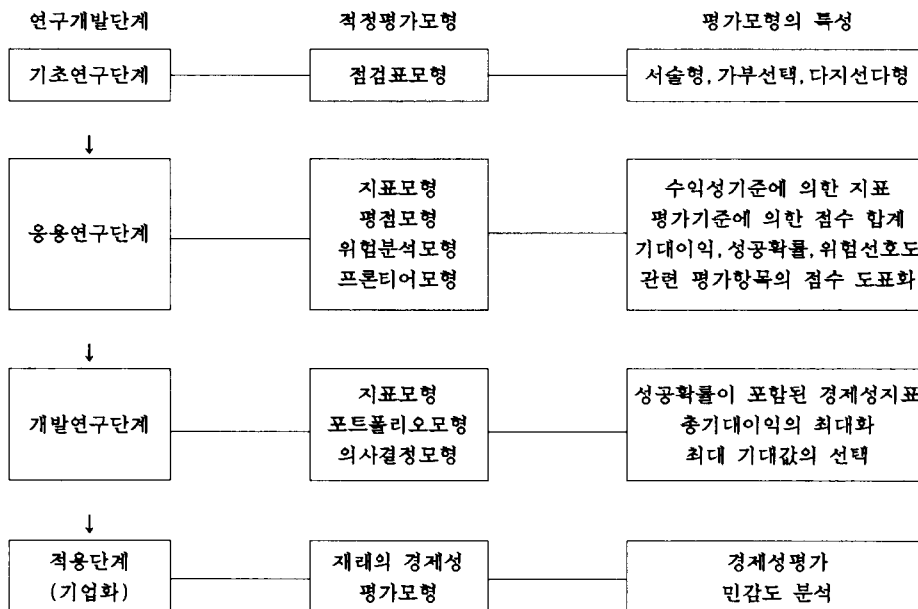
Seiler[12]는 연구개발과제의 선정에는 선정된 과제가 기술적으로 실패할 위험, 기술적으로 성공하더라도 상업적으로 실패할 위험, 기술적으로, 상업적으로도 성공할 수 있는 연구과제를 선정하지 않을 위험, 연구결과가 성공이더라도 그것이 조직의 관련분야와 관계가 없을 위험 등이 있다고 지적하였다. 이러한 위험과 불확실성의 정도는 초기의 과제선정 단계에서는 매우 높으며 연구결과의 확실성은 매우 낮다.

Albala[1]에 의하면 연구과제의 비용은 초기에는 적게 드나 연구가 진행되어감에 따라서 급격히 증가하며, 과제가 성공할 때 얻는 이익은 막대하기 때문에 성공할 수 있는 과제를 선정하지 않음으로써 발생하는 기회손실도 크다. 그러므로 연구개발과제의 선정은 어떤 시점에서 단속적으로 발생하는 것이 아니라 연속적으로 결정되는 것이긴 하나 어느 정도 구분이 가능한 단계에 따라 진행되며 이러한 각 단계에서 연구개발과제 수행의 계속, 종결, 연기 등을 고려한 평가절차가 있어야 한다.

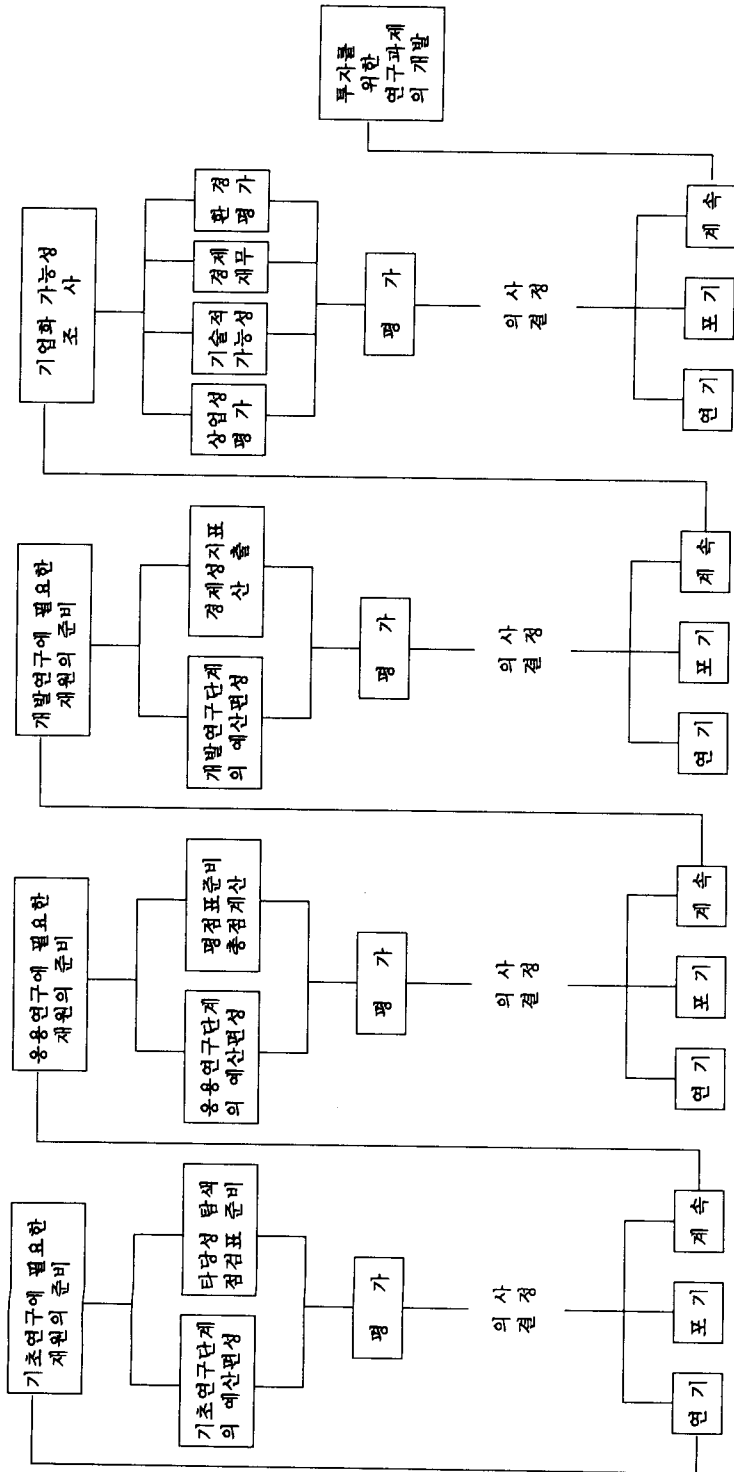
연구개발의 단계별 특성은 <표-1>, 적정평가모형은 <그림-3>, 그리고 과제의 평가를 위한 절차를 <그림-4>에 제시하였다.

<표- 1> 연구개발 단계별 특성

연구단계	연구시설	투자규모	위험의 정도	
			기술적 위험성	상업적 위험성
기초연구	문헌연구	아주적다	아주크다	아주크다
응용연구	실험실연구	중간	크다	크다
개발연구	시험공장시설	크다	중간	중간
적용(기업화)	상업적 공장시설	아주크다	적다	적다



< 그림-3 > 연구단계별 평가모형



< 그림 - 4 > 연구개발과제의 평가를 위한 흐름도

5. 결 론

본 연구에서 제시한 연구개발과제 선정모형의 종류와 평가기준을 통해 알 수 있는 사실은 어느 모형이나 기준을 사용하는 궁극적으로는 과제를 선정하기 전에 또는 수행도중에 해당 과제의 성공 여부를 미리 점검하는데 있다. 실제에 있어서는 성공여부에 영향을 끼치는 요인들의 판단자료가 사전에 충분히 확보되기 어렵다는 데에 문제가 있으며, 또한 성공자체에 대한 판단이 분명한 경우도 있지만, 불분명한 경우도 많이 있으므로 성공도의 기준을 과제 시작전에 명확히 해 둘 필요가 있는 것이다.

따라서 선정모형은 상황에 따라 적절한 것을 선택하여 사용하는 것이 바람직하며 만능적인 모형이 존재할 수 없음을 분명히 인식해야 할 것이다.

또한, 연구개발에 대한 중요성의 인식은 연구개발 그자체에 대한 것이라기 보다는 연구개발의 결과가 기술혁신으로 연결되어 기업의 이익에 기여하고 나아가서 경제발전이나 사회발전에 공헌하는데 있을 것이다.

參 考 文 獻

- [1] Albala, A., "Stage Approach for Evaluation and Selection of R&D Projects," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. EM-22, No.4, Nov. 1975, pp.153-164.
- [2] Ansoff, H.I., "Evaluation of Applied R&D in a Firm," in *Technological Planning at the Corporate Level*, J.R. Bright, ed., Cambridge: Harvard University Press, 1964. pp.12-19.
- [3] Augood, Derek. "A Review of R&D Evaluation Methods," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. EM-20, No. 4(November), 1973, pp.114-120.
- [4] Baker, N. R. and Freeland, J. R., "Recent Advances in R&D Benefit Measurement and Project Selection Methods," *Management Science*, Vol. 21. No. 10(June), 1975, pp.1164-1175.
- [5] Baker, N. R. "R&D project selection models: An assessment," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. EM-20, Nov. 1974, pp.165-171.
- [6] Cooper, Robert G., "The New Product Process: An Empirically-based Classification Scheme," *R&D Management*, Vol.13, No.1, 1983b, pp.2-11.
- [7] Gear, A.E.; A.G. Lockett; A.W. Pearson, "Analysis of Some Portfolio Selection Models for R&D," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol.EM-18, No.2(May), 1971, pp. 66-76.
- [8] Madey, G. and Dean. B., "Strategic Planning For Investment in R&D Using Decision Analysis and Mathematical Programming," *IEEE Transactions on Engineering Management*, May. 1985, pp.84-90.
- [9] Mandakovic. T. and Souder.W., "A flexible Hierarchical Model For Project Selection and Budget Allocation," *R&D Management*, 1985, pp.23-29.
- [10] Miller, T. R., "Planning R&D at Union Carbide," *Research Management*. 21:1, January. 1978, pp. 31-33.
- [11] Olsen. F., "The Control of Research Funds," in *Coordinating, Control and Financing of Industrial Research*, A.H> Rubenstein. ed., Kings Crown Press, Columbia University: New York. 1955. pp. 740-751.
- [12] Seiler, R.E., "Improving Effectiveness of Research and Development, New york : McGraw-Hill, 1965, P.68.
- [13] Singh, H.V., "Innovation in Developing Countries," Background Paper for the Project on Innovation in Developing Countries(to be conducted by UNCTAD), May 1985.
- [14] Souder, Wm. E., "Comparative Analysis of R&D Investment Models," *AIEE Transactions*, Vol. 1, No. 2(March), 1972, pp. 57-64
- [15] Souder W.E., "A system for using R&D project Evaluation Methods", *Research Management*, September 1978.