

柔軟生産 시스템 導入의
經濟的 妥當性 評價를 위한 戰術的 모델†
(A Tactical Model for the Economic Justification of
Flexible Manufacturing System Installation)

金 成 寅*
金 勝 權*
姜 錫 顯*
朴 泰 亨*

Abstract

A justification methodology which evaluates the tactical aspects of an FMS project is proposed. For evaluation of quantifiable tactical costs/savings a method of internal rate of return on incremental investment is developed while for the tactical ones which are difficult to quantify a weighted factor scoring model is proposed.

1. 序 論

高麗大學校 産業工學科에서는 柔軟生産 시스템(FMS:Flexible Manufacturing System)의 기술 및 운용에 관한 연구를 3개의 과제로 나누어 수행중에 있다. 제 1 과제는 FMS 설계방법, 제 2 과제는 FMS를 위한 생산계획용 소프트웨어의 개발, 제 3 과제는 FMS의 경제적 타당성 평가 시스템의 개발에 관한 것이다. 이중 제 3 과제인 본 연구는 FMS 導入의 經濟的 妥當性에 대한 評價 方法을 개발하기 위하여, 제 1 차년도(1987년)에서는 문헌조사를 통하여 FMS 도입의 효과와 이를 評價하는 方法으로서 戰術的(경제적, 분

석적), 戰略的 方法으로 나누어 이의 적용 및 한계를 알아 보았다(金成寅 등[24]). 제 2 차년도(1988년) 연구에서는 이를 토대로 FMS 導入 效果를 크게 戰術的, 戰略的 效果로 나누어 각각의 評價 模型을 개발하였다. 이 논문은 戰術的 評價 模型에 관한 것이고, 戰略的 評價 模型에 대해서는 제 2 절에서 간단히 언급하며 보다 더 자세한 내용은 朴泰亨 등 [25]의 논문에 설명되어 있다.

생산관리의 관점이 과거에는 대량 생산에 의한 생산성을 강조하는 것이었으나, 이제는 소비자의 다양한 수요를 만족시키기 위한 柔軟性이 강조되고 있다. 따라서 多品種 少量 생산에 적절한 생

* 高麗大學校 工科學科 産業工學科

† 본 研究는 韓國科學財團의 目的基礎研究 支援에 의하여 수행되었음.

산 시스템의 필요성이 증대되고 있다.

이러한 필요성을 충족시킬 수 있는 새로운 생산 시스템인 FMS는 과거의 개별적인 자동화 체계와 기술을 함께 통합한 새로운 생산방식으로써, 각종 가공기계 설비들이 자동화된 자재취급 시스템(Material Handling System)으로 연결되고 이를 컴퓨터로 제어하여 서로 다른 공정순서와 작업시간을 갖는 작업물들을 가공함으로써 제품 종류 및 생산량의 변화에 신속하게 대처할 수 있게 한다. 이러한 FMS는 그룹 테크놀로지(GT: Group Technology)나 자재 소요량 계획(MRP: Material Requirement Planning)등의 기법과 같이 多品種 少量 생산을 하는 기계부품 가공산업에 성공적으로 적용되고 있다(Takeyama et al. [21], Goulding [9], Nordsten[15]).

세계 여러 나라에서 FMS에 대하여 많은 관심을 갖고 있으나, 아직까지는 일본, 스웨덴, 미국, 독일, 영국, 프랑스, 이태리 등을 제외하고는 실제 적용이 미미한 실정이다(정무영과 이문석[27], 유럽경제공동체(Economic Commission for Europe)[8]). 국내의 경우에는 大宇重工業(株)과 (株)統一에 FMS가 설치, 운영되고 있으며, 몇몇 대기업에서 이에 관심을 갖고 있는 정도이다. 가장 큰 이유 중의 하나는 FMS 도입에는 막대한 투자비와 기술개발비 등이 소요되어 導入의 經濟的 妥當性이 문제가 되는 점이다.

그러나 FMS 도입의 경제적 타당성을 평가하는 데에는 여러가지 어려운 문제점이 있다. 그 중의 하나는 도입으로 인한 無形의 定性的(qualitative)利點 또는 효과를 어떻게 평가하느냐 하는 문제이다. FMS는 다른 설비와는 달리 그 도입효과가 단순히 定量的인(quantitative) 측면뿐만 아니라 정성적인 측면을 갖고 있으며, 특히 정성적인 측면이 미치는 영향이 지대하다. 따라서 FMS 도입의 이점은 단순히 정량적인 비용절감의 측면에만 있는 것이 아니라 정성적이고 기업의 경영전략적인 영향에 더 좌우된다(Beaton [5], Annborn[2, 3], Hundy[10]).

또한 FMS 도입이 성공적이기 위하여는 생산 기법보다는 모든 작업을 연결하여 전 제조 공정을 관리상태로 유지함으로써 낭비를 줄이려는 思考方式과 이러한 생각을 실제로 適用하는 것이 필요하다고 지적되고 있다(Dempsey[7]). 즉, 정확한 데이터베이스 유지관리 시스템이 확립되고, 제품 및 공구의 표준화를 통한 GT나 MRP와 같은 생산 기법의 활용이 함께 이루어져야 한다. 그리고 이상과 같은 새로운 생산 시스템에 대한 경영자의 신념 또한 중요하게 강조된다(Staples [18]). 이밖에도 동일한 FMS라 하더라도 국가별로 임금, 세제, 금융 등의 경제 상황에 따라 달리 평가될 수 있다. 따라서 FMS 도입에 대한 경영자의 올바른 의사결정을 위하여 FMS 도입계획의 수립 및 이의 경제적 타당성을 평가하는 방법을 개발하는 것이 요구된다.

金成寅 등 [24]의 논문에서도 지적되었듯이 FMS의 타당성 평가에는 도입으로 인한 정량적, 정성적 효과뿐만 아니라 經營戰略的 측면과 危險(risk)등이 고려되어야 하므로 전통적인 資本豫算分析의 기법(예를들면, 純現價(NPV: Net Present Value), 內部收益率(IRR: Internal Rate of Return)등)에 의한 단순한 화폐단위로의 평가에는 그 한계가 있다(Airey와 Young[1], Kaplan[11], Meredith와 Suresh[14], 이국철[26]). 그러나 Kulatilaka[12]는 FMS의 특별한 특징들을 구체화하여 자본예산분석의 틀을 수정함으로써 일반적인 생각과는 달리 NPV 기법이 FMS 도입의 타당성을 평가하는 데 이용될 수 있다고 설명하고 있다. 즉, 그는 FMS 도입에 따른 기대 현금흐름을 예측하고 여기에 투자 위험도를 감안한 할인율을 적용하여서 NPV를 계산하여 경제성을 평가하고 최적 투자시기를 결정하는 모형을 추천하고 있다. 이 밖에 Leimkuhler [13], Suresh와 Meredith[20] 등도 전통적인 방법을 개선한 NPV 기법으로 타당성을 평가하고 있으며, Askew와 Nesbitt[4]는 Westland Helicopter社에 이를 적용한 사례연구를 소개하고 있다.

한편, Parkinson과 Avlonitis[16]는 FMS에 대한 투자를 결정하고자 할 경우에 먼저 費用과 效果에 대한 세밀한 定量的 評가를 수행하지 않는다면 分별없는 決定을 내리게 되는 위험에 빠지게 될 수 있음을 경고하고 있다. 또한 Primrose와 Leonard[17]도 제안된 프로젝트에 대하여 費用要素를 올바르게 分析함으로써 얻어지는 利點을 설명하고 있다.

그러나 단순한 자본예산분석 기법만으로 FMS의 타당성을 평가하는 것은 그릇된 결론을 얻을 수 있으며, 綜合的인 평가 시스템의 일환으로서 이의 평가를 거치는 것이 필요하다. 본 연구에서는 경영 전략적인 측면에서 FMS의 도입이 결정되고 최적 FMS 구성이 설계됨에 따라 이를 만족하는 여러가지 설치대안이 고려될 경우 각 대안들의 타당성 평가에 이용할 IRR에 의한 전통적인 資本豫算分析 모델을 개발한다. 또한 이 모델에서 고려되지 못하는 정성적 효과에 대해서는 加重 要因 點數算定 모델을 제시한다.

제 2 절에서는 FMS 도입에 따른 費用, 利點 및 經營戰略에 따라 타당성 평가 방법을 戰術的 방법과 戰略的 방법으로 나누어 설명한다. 제 3 절에서는 技術적 평가 방법을 신기술 투자에 대한 정부의 세제 및 금융혜택, 인플레이션, 국내에서 적용되는 감가상각법의 영향 등을 고려한 定量的 평가 단계와 各種 要因 點數算定 모델을 이용하여 정성적 효과를 평가하는 分析的 평가 단계로 나누어 설명하고, 평가 방법에 대한 例題를 다룬다. 끝으로 제 4 절에서는 본 연구에 대한 結論과 앞으로의 研究 方向을 제시한다.

2. 導入 效果와 評價 方法

FMS 도입에 대한 올바른 투자 결정을 하기 위해서는 도입에 따른 利點과 費用要素들이 정확히 파악되어야 한다. FMS 도입으로부터 얻을 수 있는 이점들은 크게 戰略的(strategic) 이점과 戰術的(tactical) 이점으로 나눌 수 있는데, 일반적

으로 전략적 이점은 정량화하기 힘든 무형의(intangible) 특성을 갖고 있기 때문에 技術적 이점과는 다른 방법으로 평가되어야 한다. 반면에 技術적 이점은 대부분 측정가능하여 정량화할 수 있으며, 기존의 경제성 공학 기법에 의하여 분석이 가능하다(Choobineh[6]).

FMS의 戰略的 利點은 기업의 경영전략 혹은 목표와 일치하는 경우가 많기 때문에 각 기업에 따라 다를 수 있으나, 일반적인 것들을 열거하면 다음과 같다:

- ROE(Return on Equity)의 향상
- 경쟁력 강화
- 단기의 수명주기를 갖는 제품의 종류, 생산량, 설계 변경 등에 대처하는 능력
- 기술과 경영에 대한 전문 지식의 개발
- 불안정한 노동 시장에 대한 불안 감소
- 새로운 생산 시스템을 갖고 있다는 대외적인 인식의 확대
- 시장수요에 대한 신속한 공급 능력.

한편 FMS의 戰略的 利點은 FMS가 여러가지 작업물을 가공하기 위하여 기계들이 집단화되어 있고, 모든 기계와 자재취급 장비들이 컴퓨터에 의하여 조정된다는 관점에서 비교적 그 효과를 정량화하기 쉬운 것으로서 다음과 같은 것들이 있다. 그러나 이러한 이점은 FMS의 도입여부를 결정하는 전략적 평가단계에서 평가요소로 이용될 수 있다.

- 재공품 및 완제품 재고의 감소
- 작업 준비 시간의 단축
- 생산 시간 및 변동의 감소
- 지그 및 치공구 비용의 감소
- 생산 통제의 용이
- 스크랩 및 재작업의 감소
- 작업장 사용 면적의 감소
- 작업자수의 감소
- 기계, 공구 및 자재취급 장비의 상태에 대한 감시의 용이
- 작업 중단 시간의 단축

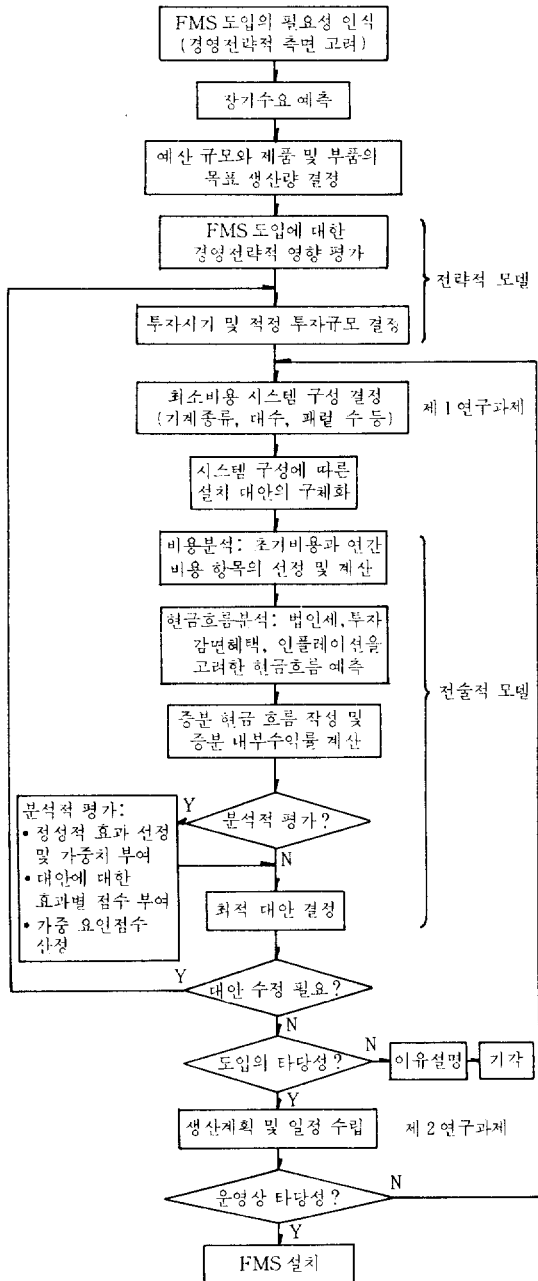


그림 1. FMS의 각 研究課題 및 戰略的, 戰術的 評價 모델과의 關係

- 설계 및 공정 변화에 대한 신속한 대응
- 제품 조달기간의 단축

- 주요 설비의 이용률 향상
- 공구 사용의 효율 향상.

기존 생산 시스템에 대한 FMS 도입의 타당성을 평가하기 위하여 먼저 전략적 평가 단계에서는 도입 목적 및 기대 효과 등의 경영전략적 효과를 분석하여 導入 여부를 결정하고, 최적 투자 시기 및 규모를 정한다(朴泰亨 등[25]). 이에 따라 비용을 최소화 하는 시스템 構成이 정해지고 이를 위한 여러가지 設置 代案들이 결정되면, 전술적 평가에서는 전술적 이점들 중에서 정량화가 가능한 것들을 비용화하고 각 대안에 대한 현금흐름을 예측하여 IRR법으로 最適 代案을 선정한다. 그리고 정량화가 힘든 戰術的 效果에 대해서는 가중 요인 점수산정 모델을 이용하여 분석한다.

FMS의 기술 및 운용에 관한 세가지 연구과제 및 전략적, 전술적 평가 모델과의 相互 聯關關係는 그림 1과 같다.

3. 戰術的 評價 모델

1) 假 定

전략적 평가에서 FMS의 투자 규모와 시기가 결정되면 주어진 예산 범위 내에서 최대한의 생산 효율을 달성할 수 있는 最適의 FMS 構成을 결정하고, 그에 대한 여러가지 시스템의 예비 설계가 가능하게 된다. 이 節에서는 구성된 시스템의 여러가지 대안들에 대한 戰術的 評價에 의한 定量的 評價 방법 및 分析的 評價 방법을 다룬다.

이 節에서 제시할 정량적 평가 방법에 의한 모델은 기존 생산설비에 대한 여러 가지 FMS 대안들 중에서 增分 内部收益率(IIRR: Incremental Internal Rate of Return)을 기준으로 하는 현금흐름 분석을 이용하여 최적 대안을 선택한다. 이 모델에 대한 기본 假定들은 다음과 같다:

- 減價償却 방법으로는 국내에서 적용이 되고 있는 定額法 및 定率法을 선택할 수

있다(權純哲 [23]).

- ii) 1987년 4월에 개정된 租稅減免法에 의하여 “국산설비의 경우 투자금액의 10%, 외국 설비의 경우 3%를 세액에서 직접 공제하거나 투자금액의 50%(외국설비는 30%)를 損金으로 처리할 수 있다”는 근거에서 投資減免 惠澤을 고려한다.
- iii) 미래의 현금흐름의 不確實性을 반영하기 위하여 매년 서로 다른 인플레이션율을 고려한다.
- iv) 각 대안별로 제품을 원활하게 생산하기 위하여 재공품 재고가 필요하다.
- v) 각 대안별로 설비의 운용기간은 서로 다를 수 있으며, 이때 費用뿐만 아니라 생산품에 의한 收益도 현금흐름에 반영된다.
- vi) 대안들간의 증분 현금흐름에 대한 IRR은 초기 투자비 항목이 연차적인 비용 절감액보다 상대적으로 크므로 유일한 IRR이 존재할 것으로 가정하여 IRR법을 이용한다. 그러나 IRR이 두개 이상 존재할 경우에는 증분순현재 계산에 의하여 대안을 선정한다.

이상의 기본 가정들을 기초로 하여 전술적 평가 모델은

- 定量的 평가 단계
 - 分析的 평가 단계를 거치고, 정량적 평가 단계는 다시
 - 費用 分析
 - 現金흐름 分析
- 으로 나누어 수행된다.

2) 定量的 評價 段階

費用分析 : 비용 분석에서 고려되는 투자 초기에 발생하는 費用 項目으로는

- 설비 비용
 - 설치 비용
 - 재공품 재고 비용
- 이 있고, 매년 발생하는 비용 항목으로는

- 노무비
- 유지비
- 전력비
- 재공품 재고 이자
- 간접비(난방, 조명, 세금, 보험, 수선 등) 등이 있으며 이 밖에 다른 비용 항목들도 고려될 수 있다. 이들 비용 항목들은 다음과 같이 定義되며 計算된다:

- 설비비용
기계, 치공구, 운반설비, 창고 등을 포함하는 시스템 구성에 필요한 제반 설비에 대한 비용.

- 설치비용
설비를 설치하여 가동시키기까지 소요되는 비용으로서 설비설치비, 작업자 훈련비, 설계비, 운영 프로그램 개발비 등을 포함하는 제반 비용.

- 재공품 재고 비용
시스템에서 제품이 원활하게 생산되기 위하여 항상 일정한 양의 재공품이 유지되어야 하는데, 이를 위하여 설비투자 초기에 소요되는 비용으로 다음과 같이 계산된다:
(소요 재공품수) × (단위당 평균 비용).

- 노무비
이 비용은 작업자수, 연간 작업시간, 단위시간당 임금, 교대수 및 특별 급여율(fringe benefit rate) 등의 자료로부터 다음과 같이 계산된다:

$$(작업자수) \times (교대수) \times (연간 작업시간) \times (단위 시간당 임금) \times (1 + 특별 급여율).$$

따라서 작업자의 변동, 생산율 등을 고려하는 복잡한 상황은 피하기로 한다.

- 유지(정비)비
예방정비 계획이 수립되어 있다는 가정하에서 각 기계에 대한 긴급정비를 고려하여 모든 기계의 연간 유지비 또는 연간 평균 유지비를 추정하여

(기계수) × (기계당 연간 평균 유지비)로 계산한다.

• 전력비

기계를 가동시키는데 소요되는 전력사용에 대한 비용으로서

(기계수) × (교대수) × (연간 작업시간) × (시간당 전력 사용료)로 계산된다.

• 재공품 재고 이자

이 비용은 실제 지불되는 비용이 아니라 각 시스템별로 항상 유지되어야 하는 재공품 재고에 대한 일종의 기회비용으로서 시스템의 유연성 증가에 따라 재공품이 감소되는 효과를 반영하게 되며, 간단히

(재공품 재고비) × (이율)로 계산된다.

• 간접비

난방, 조명, 소모품, 유지비, 보험, 세금 등에 매년 소요되는 간접 생산비용으로서, 이를 시스템의 소요 면적당 비용으로 계산하여 새로운 시스템의 도입으로 인한 소요 면적의 감소를 반영한다.

(단위 면적당 비용) × (소요 면적)

• 기타

위에서 언급하지 않은 추가적인 연간 비용으로 자재취급 비용, 재가공 비용, 검사 비용, 재고 비용 등을 항목별로 고려할 수 있다.

現金 흐름 分析: 이러한 비용요소들을 고려하여 각 대안에 대한 費用과 費用節減額을 구한다. 즉, 위의 관계식에 의하여 투자 대안에 대한 초기 투자비와 연간 비용이 계산된다. 이를 기준으로 하여 법인세와 투자감면혜택을 적용하여 실질 연간 비용을 구하고, 여기에 매년의 인플레이션을 고려하여 현금흐름을 예측한다. 현금흐름을 예측하는데 필요한 계산은 다음과 같다 :

• 기존 설비의 경우

i) 초기 투자비 = 설비의 잔존가치 + 재공품 재고비

ii) n차년의 연간 비용

=((n - 1)차년의 연간 비용 - 세금경감액)

× (1 + 인플레이션율)

여기서, 세금경감액 = 연간비용 × 법인세

• 대체설비의 경우

i) 초기 투자비 = 설비비용 + 설치비용 + 재공품재고비 - 투자감면혜택

여기서, 투자감면혜택 = 설비비용 × 혜택을

ii) n차년의 연간 비용 = 기존설비의 경우와 동일

단, 세금 경감액 = (연간 비용 + 감가상각액) × 법인세

각 대안의 현금흐름이 예측되면 IRR을 계산한다. 이를 계산하는 방법은 Thuesen과 Fabrycky의 책 [22]을 참조하면 된다.

3) 分析的 評價 段階

이러한 경제적 평가 절차에서는 정량화가 가능한 FMS 도입의 효과만을 고려하고 있으므로, 定性的인 효과들을 고려할 수 있는 분석적 방법에 의한 타당성 평가가 병행되어야 한다.

전통적인 경제성 공학 기법의 하나인 IRR에 의한 정량적 평가 단계에 의해서만 FMS 도입의 타당성을 평가할 경우

- 현실적으로 다수 목적을 고려할 수 없고,
- 의사결정에 정성적 요인을 포함시키지 못하고,
- 주변 환경의 불확실성과 추정의 부정확성을 극복하지 못하므로

올바른 평가를 할 수 없다.

FMS와 같은 신기술 도입의 타당성을 평가할 때 정량적 측면에서 정성적 측면으로 사고의 범위를 확대하기 위하여 다음과 같은 세가지 사항을 고려하여야 한다(Sullivan [19]).

- i) 자동화 공장에서 기술혁신과 유연성의 도입으로 인하여 대부분의 전통적인 기계가 공과 수작업이 새로 정의되거나 혹은 없어지게 되는 동적 환경이 조성된다.
- ii) 계획기간 동안에 이어지는 여러가지 기능

들은 시간에 따라 변화하고 또는 종합된다.

- iii) 신기술 도입에 의하여 비용을 감소시키고자 하는 욕구는 기업의 전략적 목표가 되고 있으며, 엔지니어로 하여금 기업전반의 경영정책에 대한 이해의 폭을 넓히게 한다.

따라서 이러한 새로운 측면에서 단지 財政的 타당성 평가만으로는 정성적 요인의 중요성을 평가에 반영할 수 없으므로, 分析的 평가가 필요하게 된다. 본 연구에서는 여러 가지 분석적 평가 방법들 중에서 각 요인에 대하여 가중치를 설정하고, 이에 따라 각 대안에 점수를 부여하는 가중 요인 점수산정 모델을 제시한다. 이 모델을 이용한 평가는 다음의 절차에 따라 수행된다.

- i) 의사결정자는 새로운 시스템의 도입으로 얻고자 하는 정성적 혹은 경영 전략적인 요인들은 선정한다.
- ii) 각 요인들에 대하여 고려중인 대안들에 점수를 부여한다. 이때 대부분의 요인들은 정성적인 근거에서 평가되며, 정량화될 수 있는 요인들은 값을 구하여 이를 표준화하여 점수를 산정한다. 본 연구에서의 모든 점수는 0에서 100까지의 범위에서 정해진다.
- iii) 요인들의 중요도에 따라 가중치(weight)를 정한다. 가중치를 결정하는 문제는 의사결정에 지대한 영향을 미치므로, 기업내의 전문가의 의견을 들어 결정하는 것이 바람직하다.
- iv) 각 대안 i 에 대한 점수 V_i 는

$$V_i = \sum_j S_{ij} W_j, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

여기서, n = 대안의 수

m = 요인의 수

S_{ij} = 요인 j 에 대한 대안 i 의 점수

W_j = 요인 j 의 가중치

으로 계산된다.

- v) $V^* = \sum_{i=1,2,\dots,n} |V_i|$ 를 최적 대안으로 한다.

분석적 평가 단계에서 고려할 수 있는 요인들은 도입 효과, 시스템의 특성, 소비자의 성향, 경제 환경 등의 여건에 따라 달라질 수 있으므로, 고려 대상이 되는 전형적인 요인들이 무엇인지 규정할 수 없으나, 일반적으로 고려할 수 있는 요인들을 열거하면 다음과 같다.

- 물품 인도기간의 감소
- 품질의 향상 및 일관성
- 제품의 신뢰성 향상
- 검사의 용이성 및 비용의 감소
- 자재 취급의 용이성
- 생산통제의 용이성

이 밖에 第2節에서 설명한 경영 전략적인 요인들이 고려될 수 있다.

FMS 도입의 기대효과로서 적절한 요인들이 고려된다면, 가중 요인 점수산정 모델에 의한 비교적 간단한 절차에 따라 정량적 효과뿐만 아니라 정성적 효과를 고려한 타당성 평가를 수행할 수 있다.

이와 같이 비교적 용이한 절차로 두 가지 효과를 고려할 수 있으나, 요인의 선정과 이에 대한 가중치, 그리고 각 대안에 대한 점수들은 다분히 의사결정자의 주관에 따라 영향을 받을 수 있으므로 단 한번의 가중 점수를 계산한 것으로 대안을 선택하는 것은 다소 무리이다. 따라서 요인, 가중치, 점수들에 대한 敏感度 分析을 통하여 이러한 요소들이 의사결정에 미치는 영향을 파악하는 것이 바람직하다.

4) 例 題

본 節에서 개발한 기술적 평가 단계를 적용하는 간단한 예를 들어 보기로 한다. $48'' \times 36'' \times 36''$ 의 사각형 모양의 작업물을 가공하여 연간 5, 200개의 부품을 생산하는 설비에 대한 평가를 하기 위하여 다음과 같은 세가지 代案을 고려한다. 代案 1은 29대의 공작기계로 구성되어 있는 현재

의 설비를 그대로 유지하는 것이고, 代案 2는 13대의 개별적인 NC 공작기계로 구성하는 것이며, 代案 3은 4대의 테이블형 수평 보링기계, 3대의 머시닝센터, 2대의 수직형 밀링기계로 구성하는 것이다.

이와 같은 세가지 대안에 대하여 그림 1의 흐름도에 따라 평가절차를 수행한다. 먼저, 대안에 대하여 비용 분석을 행하는데 이에 대한 데이터와 그 결과는 표 1과 같다. 다음과 같은 경제적 변수와 費用 分析의 결과를 이용하여 현금흐름 분석을 행한다:

- 최소 수익률(MARR: Minimum Attractive Rate of Return): 15%
- 계획 기간: 10년
- 재공품 재고 이율: 5%
- 연간 인플레이션율: 2차년도부터 매년 8, 8, 10, 10, 9, 9, 7, 7, 7%
- 법인세율: 50%
- 투자감면 혜택: 10%
- 감가상각 방법: 정액법(5년)

이때 도전 대안들에 대한 감가상각이 적용되어 비용과 더불어 세금 절감 효과를 얻는다. 이 분석에 대한 결과는 표 2와 같다. 따라서 이제 각 대안에 대한 현금 흐름을 이용하여 증분 현금흐름을 작성하여 IIRR을 구하고, 이를 MARR과 비교하여 최적 대안을 결정한다. 현재의 최적 대안으로 대안1과 이에 대한 도전 대안으로 대안2를 비교하면 IIRR이 13.2%로 MARR보다 작으므로 대안1이 그대로 현재의 최적 대안이다. 이 대안과 도전 대안으로 대안3을 비교하면 IIRR이 22%가 되어 대안3이 결정된다.

그러나 정량화할 수 있는 비용 요소만을 고려한 정량적 평가로는 대안의 타당성을 올바르게 평가할 수 없으므로, 정량적 평가 단계에서 고려하지 않은 정성적 효과를 고려하기 위하여 가중요인 점수산정 모델을 이용한 分析的 평가 단계를 거쳐야 한다. 이 예제에서는 3.3절에서 설명한 항목들을 고려하기로 한다. 표 3은 분석을 위한

데이터와 이에 의한 결과이다.

두 평가 단계의 결과에서 나타난 바와 같이 세가지 대안 중에서 대안3을 선택하는 것이 정성적 효과면에서 뿐만 아니라 정량적 효과면에서도 最適임을 알 수 있다. 만일 두 평가 단계의 결과가 서로 상이할 때에는 예산 제약, 기업의 목표, 기업의외적 요인 등을 고려하여 대안을 선택하는 것이 바람직하다.

4. 結 論

FMS의 導入으로 인한 정량적 이점뿐만 아니라 기업의 경영전략 및 목표를 만족시킬 수 있는 전략적 효과를 거둘 수 있다는 측면에서, FMS의 개발 및 도입에 많은 관심이 집중되고 있다. 그러나 FMS를 도입하는 데에는 많은 자본이 소요되고 그에 따라 위험(risk)이 수반되므로, 투자에 대한 經濟的 妥當性 評價가 선행되어야 한다.

타당성 평가는 FMS 도입에 따른 효과들의 유형에 따라 戰略的 평가와 戰術的 평가로 구분할 수 있다. 전략적 평가에서는 기업의 경영목표나 전략 등을 고려하여 FMS의 도입여부를 결정하고, 전술적 평가에서는 여러가지 FMS 대안들 중에서 재정적 혹은 경제적 의미에서의 최적 FMS 대안을 선택하게 된다. 따라서 FMS 도입에 따른 여러 효과들을 체계적이고 종합적으로 고려하는 전략적 평가 단계와 전술적 평가단계로 구성된 FMS 타당성 평가 시스템의 개발이 필요하며, 본 연구에서는 이러한 평가 시스템의 한 단계로서 전술적 평가 모델을 개발하였다.

FMS 도입에 대한 기업의 戰略的 효과를 點數算定 모델을 이용하여 평가하고, 주어진 예산 규모와 목표생산량 하에서 용량확충 모델을 이용하여 최적 투자시기 및 규모를 결정하는 朴泰亨 등 [25]의 전략적 평가 단계를 거쳐서 비용을 최소로 하는 시스템의 구성이 결정된다. 본 연구의 戰術的 평가 단계에서는 이렇게 결정된 시스템 구성에 대한 여러가지 FMS 설비 대안에 대하여

표 1. 代案別 費用分析

	대안 1	대안 2	대안 3
1. 초기비용	₩ 2,100,000	₩ 13,575,000	₩ 14,910,000
설비비용	0	₩ 9,750,000	₩ 12,500,000
설치비용	0	₩ 4,000,000	₩ 3,500,000
재공품 재고 비용 (단위당 ₩ 4,000)	₩ 2,100,000	₩ 800,000	₩ 160,000
2. 연간 비용	₩ 3,889,400	₩ 1,641,600	₩ 454,400
노무비	₩ 3,494,400	₩ 1,497,600	₩ 374,000
작업자수	56	24	6
교대수	2	2	2
연간 작업시간	2,000	2,000	2,000
단위시간당 임금	12	12	12
특별 급여율	0.3	0.3	0.3
유지(정비)비	₩ 145,000	₩ 39,000	₩ 27,000
기계수	29	13	9
기계당 연간 평균유지비	5,000	3,000	3,000
전력비	₩ 145,000	₩ 65,000	₩ 45,000
기계수	29	13	9
교대수	2	2	2
연간 작업시간	2,000	2,000	2,000
시간당 전력사용료	1.25	1.25	1.25
재공품 재고 이자	₩ 105,000	₩ 40,000	₩ 8,000
재공품 재고비	2,100,000	800,000	160,000
이율	0.05	0.05	0.05
간접비	₩ 500,000	₩ 350,000	₩ 150,000
단위 면적당 비용	5	5	5
소요 면적	100,000	70,000	30,000
기타	₩ 0	₩ 0	₩ 0

표 2. 代案別 現金흐름 分析

	년	현금흐름	연간비용	비용에 의한 세금 경감액	감가상각에 의한 세금 경감액
대안 1	0	₩ -2,100,000	₩ 0	₩ 0	
	1	-1,944,700	3,889,400	1,944,700	
	2	-2,100,276	4,200,552	2,100,276	
	3	-2,268,298	4,536,597	2,268,298	
	4	-2,495,128	4,990,256	2,495,128	
	5	-2,744,641	5,489,282	2,744,641	
	6	-2,991,659	5,983,317	2,991,659	
	7	-3,260,908	6,521,816	3,260,908	
	8	-3,489,172	6,978,343	3,489,172	
	9	-3,733,414	7,466,828	3,733,414	
10	-3,994,753	7,989,506	3,994,753		
대안 2	0	₩ -1,357,000	₩ 0	₩ 0	₩ 0
	1	154,200	1,641,600	820,800	975,000
	2	88,536	1,772,92	886,463	975,000
	3	17,619	1,914,762	957,381	975,000
	4	-78,119	2,106,239	1,053,119	975,000
	5	-183,431	2,316,863	1,158,431	975,000
	6	-1,262,690	2,525,380	1,262,690	0
	7	-1,376,332	2,752,665	1,376,332	0
	8	-1,472,676	2,945,351	1,472,676	0
	9	-1,575,763	3,151,526	1,575,763	0
10	01,686,067	3,372,133	1,686,07	0	
대안 3	0	₩ -14,910,000	₩ 0	₩ 0	₩ 0
	1	1,022,800	454,400	227,200	1,250,000
	2	1,004,624	490,752	245,376	1,250,000
	3	984,993	530,012	265,006	1,250,000
	4	958,493	583,014	291,507	1,250,000
	5	929,343	641,315	320,657	1,250,000
	6	-349,517	699,033	349,517	0
	7	-380,973	761,946	380,973	0
	8	-407,641	815,283	407,641	0
	9	-436,176	872,352	436,176	0
10	-466,709	933,417	466,709	0	

표 3. 加重要因 點數算定 分析

	대안 1	대안 2	대안 3	가중치
물품 인도기간	50	70	100	30
품 질	40	70	90	10
제품의 신뢰성	70	80	90	10
재 작 업	40	60	100	10
제 품 검 사	40	80	100	10
자 재 취 급	50	80	90	10
생 산 통 제	40	90	100	20
총 점 수	4700	7600	9700	

각각 비용 및 현금흐름 분석을 수행하며 増分 内部收益率法을 이용하여 대안을 선정하고, 여기서 정량화하지 못한 효과들에 대해서는 加重 要因 點數算定 모델을 이용하여 분석한다.

본 연구를 보다 더 현실적으로 적용하기 위해서는 위험에 대한 確率的 현금흐름과 타인 자본에 의한 財政費用을 고려하고, 가중 요인 점수산정 모델에 있어서의 의사결정에 관여하는 개인의 效用函數를 고려할 수 있는 모델로의 확장이 요구된다.

References

1. Airey, J. and C. Young, "Economic Justification - Counting the Strategic Benefits," *Proceedings of the Second International Conference on FMS*, 1983.
2. Annborn, M., "Two Flexible Manufacturing Systems with Automated Material Handling Installed in Sweden," *Proceedings of the Second International Conference on FMS*, 1983.
3. _____, "The Factory of the Future," *Proceedings of the Third International Conference on FMS*, 1984.
4. Askew, M.J. and A. Nesbitt, "The Justification of FMS - A Company Example," *Proceedings of the Third European Conference on Automated Manufacturing*, 1985.
5. Beaton, D.D.M., "Planning for FMS," *Proceedings of the Second International Conference on FMS*, 1983.
6. Choobineh, F., "Justification of Flexible Manufacturing Systems," in *Flexible Manufacturing Systems: Current Issues and Models*, Edited by F. Choobineh and R. Sury, IIE, 1986.
7. Dempsey, P.A., "New Corporate Perspectives in FMS," *Proceedings of the Second International Conference on FMS*, 1983.
8. Economic Commission for Europe, *Recent Trends in Flexible Manufacturing*, United Nations, N.Y., 1986.
9. Goulding, M., "British Aerospace: Small Machined Parts: Flexible Manufacturing System: A Case study," *Proceedings of the Fourth International Conference on FMS*, 1985.
10. Hundy, B.B., "Problems with the Economic Justification of FMS," *Proceedings of the Third International Conference on FMS*, 1984.
11. Kaplan, R., "Measuring Manufacturing Performance: A New Challenge for Managerial Accounting Research," *The Accounting Review*, Oct. 1983.
12. Kulatilaka, N., "Capital Budgeting and Optimal Timing of Investments in Flexible Manufacturing Systems," *Annals of Operations Research*, Vol. 3, 1985.
13. Leimkuhler, F.F., "The Optimal Planning of Computerized Manufacturing Systems,"

- Report No. 21, N.S.F. Grant No. APR 74-15256, Perdue University, IN, 1981.*
14. Meredith, J.R. and N.C. Suresh, "Justification Techniques for Advanced Manufacturing Technology." *International Journal of Production Research*, Sep.-Oct. 1986.
 15. Nordsten, G., "The Evolution of FMS at Volvo Components Corporation in Skövde," *Proceedings of the Fourth International Conference on FMS*, 1985.
 16. Parkinson, S.T. and G.T. Avlonitis, "Management Attitudes to Flexible Manufacturing Systems," *Proceedings of the First International Conference on FMS*, 1982.
 17. Primrose, P.L. and R. Leonard, "Evaluating the 'Intangible' Benefits of Flexible Manufacturing Systems by Use of Discounted Cash Flow Algorithms within a Comprehensive Computer Program," *Proceedings Part B, The Institution of Manufacturing Engineers*, 1985.
 18. Staples, C.R., "FMS: Convincing The Board," *Proceedings of the Second International Conference on FMS*, 1983.
 19. Sullivan, W.G., "Models IEs Can Use to Include Strategic, Non Monetary Factors in Automation Decisions," *Industrial Engineering*, March 1986.
 20. Suresh, N.C. and J.R. Meredith, "Justifying Multimachine Systems: An Integrated Strategic Approach," *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 4, No. 2, 1985.
 21. Takeyama, H., K. Sawada, M. Ito, S. Oboshi and K. Asano, "Development of Programmable Precision Manufacturing Systems of Small Lot Production," *Proceedings of the First International Conference on FMS*, 1982.
 22. Thuesen, G.J. and W.J. Fabrycky, *Engineering Economy*, 6th ed., Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1984.
 23. 權純哲, 減價償却의 理解와 稅務, 한국경제신문사, 1986.
 24. 金成寅, 金勝權, 姜錫顯, 朴泰亨, "柔軟生産 시스템의 經濟性 評價에 대한 文獻 考察," *대한산업공학회지*, Vol. 13, No. 2, Dec. 1987.
 25. 朴泰亨, 金勝權, 金成寅, 姜錫顯, "柔軟生産 시스템의 이산적 최적 제어 모델," *대한산업공학회지*, Vol. 14, No. 2, Dec. 1988.
 26. 이국철, "FMS 투자 타당성 검토 기법에 대한 고찰," *경영과학*, Vol. 4, Dec. 1987.
 27. 정무영, 이문석, "FMS(유연생산 시스템)의 현황과 전망," *경영과학*, Vol. 4, Dec. 1987.