

Feasibility Function의 定量化에 근거한

RDPPL/SAFE의 機能構築

(Construction of RDPPL/SAFE based on Quantification of Feasibility Function)

成均館大學校 권철신

Abstract

The purpose of this study is to establish the function of a sub-system for System Alternatives Feasibility Estimation (SAFE) in R & D Project Planning Phase (RDPPL).

It is the fundamental function of the RDPPL/SAFE that selected an optimal planning system alternative of all, considered at RDPPL/SAS, by logical means in view of feasibility.

In this paper, improving the function of RDPPL/SAFE, mathematical models in order to quantify methods determining and integrating the feasibility function in each terminal system with a multi-stage process are examined.

I. 序 論

大規模의 研究開發活動을 추진함에 있어서는 目的指向型프로젝트 (Mission Oriented R & D Project)의 형태를 취하는 경우가 대부분으로, 여기서는 선택된 목표를 구체화하려고 하는 計劃行爲가 커다란 의미를 갖게 된다. 이러한 計劃活動에서는 研究開發實施시스템 (R & D Implementation System : RDIS)속으로 入力되어지는 第1種 情報 — 연구수행 내용에 직접 관련하는 既存의 研究성과로서의 Hard한 科學技術情報 —의 成功的인 移行을 위하여 研究開發管理시스템 (R & D Management System : RDMS)에 入力되는 soft한 第2種 情報를 다루게 되는데, 이 중에서도 프로젝트의 外部環境을 나타내는 政治的, 社會的, 經濟的, 科學技術的 變數로서의 外部 第2種 情報보다는 費用, 時間, 技術, 人力, 設備 등 프로젝트 遂行主體의 內部條件을 규정하는 內部

第2種 情報가 더욱 중요한 문제로 취급된다. 왜냐하면 外部 第2種 情報는 計劃活動의 前段階인 目標設定段階에서 一次的으로 처리되기 때문이다. 그런데, 目的指向的 大型프로젝트의 수행에 있어서는 R & D 활동이 행해지는 방대한 스펙트럼을 몇 개의 主要한 局面 (phase) 내지는 段階 (stage)로 나누어 管理의 樣式도 各 phase가 갖는 技術的 不確實性의 特性에 적합하게 體系化하여 그 效率을 높혀 나가지 않으면 안된다 [1][2]. 이러한 관점에서 등장한 것이 研究開發프로젝트 관리시스템 (R & D Project Management System : RD-PMS)으로서, R & D 프로젝트 基本計劃段階 (R & D Project Planning Phase : RDPPL)는 RD-PMS를 구성하는 5개의 下位시스템 (*1) 중의 하나가 되며 [3], 본 研究에서 고찰의 대상으로 하고 있는 RDPPL/SAFE를 포괄하는 上位 시스템이다. 이 RDPPL은 프로젝트의 목표를 달성하

(* 1) ① 目標設定段階 (RDPGS) → ② 基本計劃段階 (RDPPL) → ③ 實行計劃段階 (RDPPR) → ④ 實行統制段階 (RDPIC) → ⑤ 運用支援段階 (RDPOS)

* 成均館大學校 工科大學 産業工學科

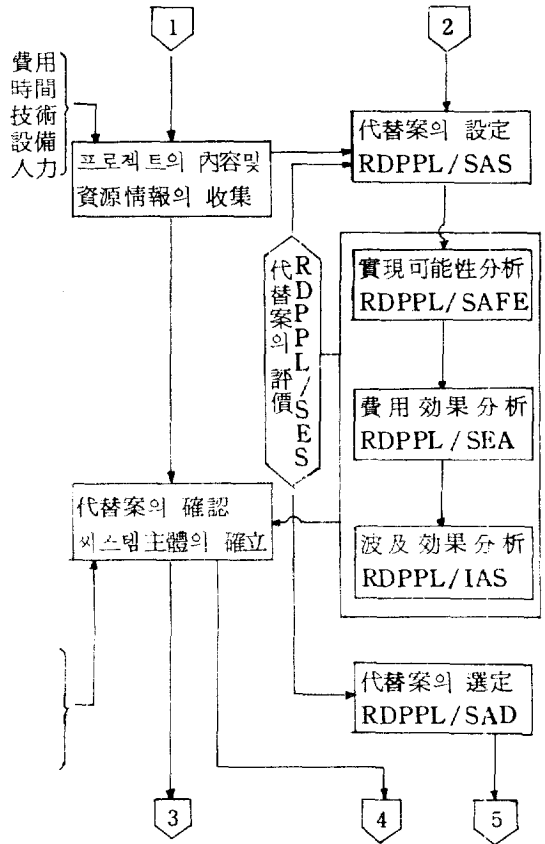
기 위한 基本計劃 (planning)을 展開하는 시스템으로서, RDPGS에서 選定된 最終目標案을 실행함에 있어 고려될 수 있는 모든 計劃代替案들을 設定하고 이들을 어떤 적절한 評價次序 및 手段에 의하여 最適 (計劃) 代替案을 確定하는 것을 주된 機能으로 하며, <그림 1>에서와 같은 多數의 部分시스템으로 構成된다 [4]. 이들 部分시스템 中분 연구에서는 RDPPL/SAS에서 設定된 計劃시스템 代替案들에 대하여 技術的인 實現可能性이라는 側面에서는 어떠한가에 관한 評價를 하게 되는 實現可能性分析시스템 (System Alternatives Feasibility Estimation System : RDPL/SAFE)을 考案의 對象으로 하며, 더우기 Feasibility Function의 定量化라고 하는 接近方法을 통하여 이 시스템의 最適化를 시도하려고 하는 것이다.

이상과 같이 設定된 位置에서 RDPL/SAFE가 그 목적하는 바대로 精確하게 機能하기 위해서는 그 内部시스템에서의 情報變換過程이 체계적으로 조직되지 않으면 안된다. 따라서 本 論文에서는 Feasibility (*2)를 多段階프로세스를 갖는 계획대체안의 터미널시스템속에서 時間(Time), 技術明細 (Specification : Spec.), 費用(Cost)에 관한 多變數函數의 特性을 갖는 것으로 보고, 本文의 III에서 構想하는 RDPL/SAFE의 내부시스템의 設計原理에 따라 얻어지는 Feasibility Function을 統合하는 最終過程을 하나의 새로운 接近方法에 의하여 數理모형化하고 나아가 이를 컴퓨터프로그램화하는 作業을 행하고자 한다.

II. Feasibility의 特性檢討

傳統的 概念으로서의 Feasibility

Feasibility에 관하여 지금까지 다루어져 온 통상적인 개념은 비용, 시간, spec., Feasibility 등 R & D 프로젝트를 평가함에 있어 요구되는 內的 要因 中의 하나로서, 技術的인 成功의 可能性만에 限定하여 그 程度를 나타내는 하나의 獨立變數로 보는 것이었다. 이러한 경향에 근거하여 Feasibility에 관한 取扱方法은 크게 2가지의 형태가 그 主流를 이루어 왔다고 볼 수 있다.



<그림 1> R & D 프로젝트의 計劃시스템

하나는 Feasibility를 個人的 主觀에 놓고 파악한 방법으로서, 프로젝트·매니저 또는 Area Manager가 프로젝트의 進行에 따라 그 프로젝트의 成功如否를 예측하는 評價者個人的 主觀적인 成功可能性의 確率이 어떻게 되는가를 다루는 것이며, 또 하나는 技術豫測이라고 하는 觀點에서 모델을 設定하고 이를 근간으로 하여 Feasibility를 高찰해 가는 것으로, 代辦한 假定下에서 目標를 달성하기 위하여 행하는 R & D活動의 技術數의 減少와 成功의 可能性과의 關係를 다루는 것이다 [5][6][7].

이들에서 나타나는 것처럼 지금까지는 대체로 主觀的인 觀點, 막연한 經驗, 單純한 모델의 構成, 他現象과의 Analogy, 극히 源礎的이거나 不充分한 假定下에서의 定量化 등에 의한 Feasibility의 검토가 거의 대부분이었다. 이러한 입장

(*2) 이는 通常 技術的인 成功의 可能性을 뜻하는 用語로서, R & D에서는 部分시스템의 技術的 特性이나 하나의 프로젝트가 갖는 技術的인 측면에서의 成功可能性을 豫測하는 경우에 사용되고 있는데, 적합한 譯語가 없어 本 논문에서는 原語를 그대로 사용하기로 한다.

은 그간 종종 제안되어 온 Feasibility Function (이하 F.F로 略記)의 타당성에 대한 證明을 불가능하게 할 뿐만 아니라, R & D의 기본계획 단계에서 수행되어야 할 기술적 실현가능성시스템의 機能을 약화시키는 主된 要因이 되어왔다.

이러한 종래의 연구방향에서 탈피하여 본 연구에서는 Ⅲ에서와 같은 새로운 設計原理에 입각한 F·F를 構想하려고 하는 것이다.

費用函數로서의 Feasibility

内部第2種情報의 基本的 要素로서의 시간, Sp. ec., 비용이라고 하는 3變數間의 관계에 근거하여 R & D 프로젝트의 技術의 成功度를 예측하는 경우, 産業레벨에서 가장 빈번하게 행해지고 있는 평가의 패턴은 Spec.과 시간에 대한 一定制限下에서 대체 어느 정도의 비용이 필요할 것인가를 검토하는 것이다. 따라서 여기서는 Feasibility를 비용의 函數로 잡고 다음과 같은 定量化에의 기초모형을 구상한다.

위선 Feasibility를 증가시키는 要素 즉, 增加因子 ϵ (一定)를 생각한다. 그리고 Feasibility는 달성해야 할 目標에 도달함에 따라 점차 커진다고 하는 現實의 假定에 따를 때,

$$\Delta f / \Delta c = \epsilon$$

이는 다시 $f = f_0 \cdot \exp(\epsilon C)$ 로 되는데 이는 Feasibility를 나타내는 1次近似가 될 수 있다.

그러나 여기서 c의 증가에 따른 f의 同時增大現象은 Feasibility가 기술적 성공의 確率의 表現이라는 概念提起에 反하게 된다. 즉, ① c →

Max, $f \rightarrow \text{Max}$ ② $f \leq 1$ 이란 制約條件에 따라 <그림 2·A>처럼 되어 버리는 것이다.

이러한 결함을 고려하여 다음과 같은 모형을 생각하기로 한다. 먼저 증가인자는 Feasibility가 작을 때는 커지고 達成目標에 근접함에 따라 점차 작아진다고 하는 假定을 채용하는 것이다. 이는 현실적 R & D活動의 過程에 근거해 볼 때 충분히 容認될 수 있는 것으로 본다.

따라서 $\epsilon \rightarrow \epsilon - \lambda f$ 로 代置하여,

$$\Delta f / \Delta c = (\epsilon - \lambda f) f$$

$$f df / (\epsilon - \lambda f) f = f dc$$

$$f \{ 1/\epsilon f + \lambda/\epsilon (\epsilon - \lambda f) \} df = f dc$$

$$1/\epsilon \ln f - 1/\epsilon \ln (\epsilon - \lambda f) = \alpha C$$

$$f^{1/\epsilon} / (\epsilon - \lambda f)^{1/\epsilon} = \alpha e^C$$

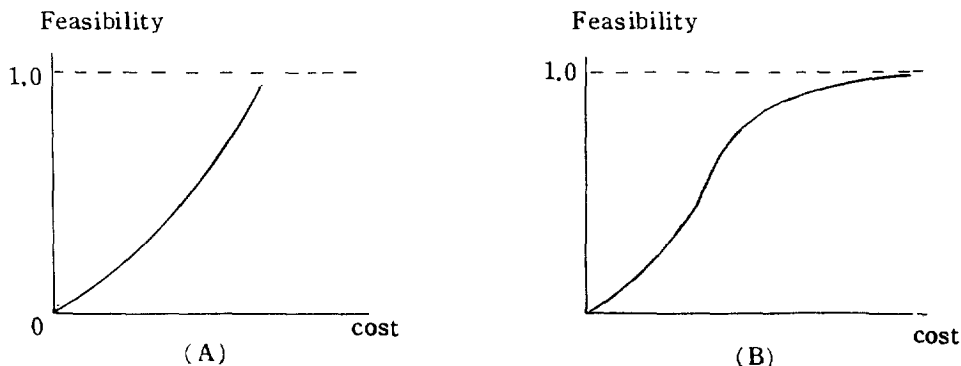
$$f = \alpha \epsilon / \{ \alpha \lambda + \exp(-\epsilon C) \}$$

여기서 f는 確率로 고려되어야 하므로 이를 變形 (Transformation) 한다.

$$f = 1 / \{ 1 + A \exp(-\epsilon C) \}$$

이러한 操作過程에 따라 비용의 函數로서의 Feasibility는 <그림 2·B>처럼 나타난다.

이 Feasibility Function $f = 1 / (1 + A \exp(-\epsilon C))$ 는 近似的으로 $f = 1 - A \exp(-\epsilon C)$ 로 나타낼 수 있으며, 본 논문에서 채용하는 Atkinson과 Bobis의 確率的 모เดล (*3)에 의한 F·F 곧, $f(X) = 1 - A \exp(-BX^n)$ [8]의 使用妥當性에의 基礎的 根據를 마련해 주고 있다. 그러나 이 F·F에 대한 구체적이며 확실한 妥當性 證明은 이들 文獻에서도 행하여지지 않고 있으나, 씨 물레이션手法을 구사하여 이의 證明을 가능케



<그림 2> 費用函數로서의 Feasibility Function

(*3) 이 모เดล의 源流는 Hess의 論文 [9]에서 찾을 수 있어, Hess 모เดล로 보기도 한다.

할 수 있다.

III. RDPPL/SAFE의 設計原理

RDPPL/SAFE는 RDPPL/SAS에서 설정된 n 개의 시스템代替代案에 대하여 技術的 可能性이라고 하는 관점으로부터의 평가를 행하는 것을 목적으로 하는 시스템이다. 따라서 본 연구의 대상으로 되어 있는 이 시스템의 内部設計는 시스템代替代案 각각의 터미널시스템을 多段階프로세스로 가상하여 [10][11], 費用函數로서의 Feasibility의 特性을 設定하고 이에 근거한 最適의 F·F를 決定하여, 이를 總合化합으로써 궁극적으로는 각 시스템代替代案的 技術的 成功可能性의 比較·檢討를 확실케 하는데에 重點을 두고 있다.

본 논문에서는 이 시스템이 크게 2개의 phase로 構成되는 것으로 보아 그 内部構造를 다음과 같이 設計하기로 한다.

[PHASE A] : n 개 시스템代替代案的 각 터미널 시스템에 관한 最小推定值, 最大推定值, 最大推定值를 예측하고, 이를 컴퓨터프로그램의 入力데이터로 삼아 計算하여 터미널시스템마다의 F特性을 數值 및 그래프로 표현한다 (<그림 3·A>).

[PHASE B] : 前段階에서 구해진 F特性이 入力되고 컴퓨터에 의하여 總合化되어 n 개 시스템代替代案的 F特性으로서 數值化, 그래프化된다 (<그림 3·B>).

(PH.1) : n 개 시스템代替代案的 각 터미널시스템을 완성시키기 위하여는 어느 정도의 費用이 필요할 것인지에 관한 3種의 推定值를 예측한다.

(PH.2) : 3種의 推定值를 근거로 각 터미널 시스템의 F·F를 결정하고, 각 Feasibility의 特性을 그래프화한다. 다시 말하면 여기서 사용하는 F·F 공, $f(X) = 1 - A \exp(-BC^n)$ (C : 비용)의 A, B, n을 결정하여 이 F特性을 그래프화 하는 것이다.

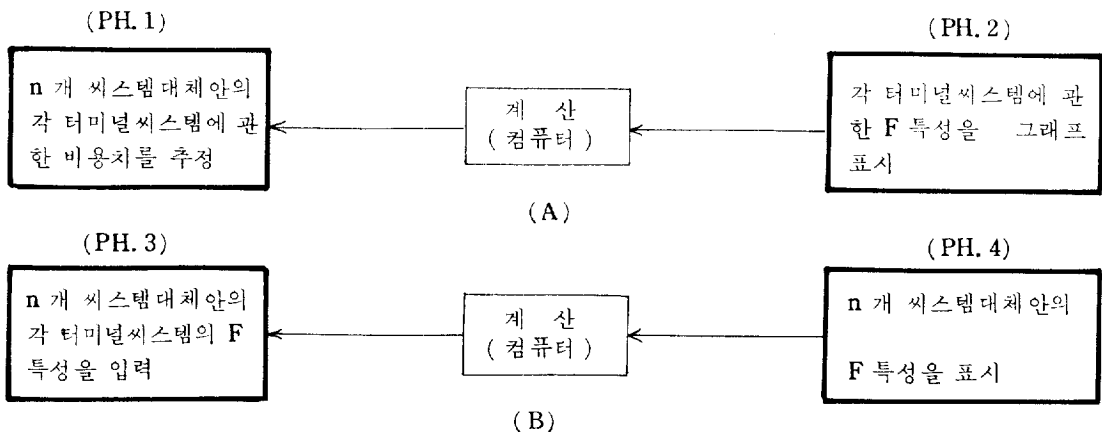
(PH.3) : PH.2에서 결정된 Feasibility의 特性을 결정하는 確率的 方式 공, $f(C_i) = 1 - A_i \exp(-B_i C_i^{n_i})$ 를 入力데이터로 한다.

(PH.4) : n 개 시스템代替代案的 最終的 Feasibility의 特性表示는 PH.3의 操作에서 입력된 F·F의 합리적인 總合化作業을 통하여 그래프로 제시되게 한다.

IV. Feasibility Function의 最適化

여기서는 앞에서 作成된 RDPPL/SAFE의 設計簡次에 따를 때, 이 시스템의 最適化를 위하여 1차적으로 요구되는 F·F를 어떻게 定量的으로 결정해 나갈 것인가에 관한 고찰을 행한다.

그런데 F·F의 決定法으로는 (i) 각 터미널 시스템의 Spec.을 事前에 設定可能할 때, Spec對 비용의 關連性에 의한 方法 (ii) 각 터미널 시스템의 最尤推定에 의한 方法 (iii) 專門家의 3點推定法에 의한 方法등이 현재까지 개발되어 있는 代表的手法들이라 할 수 있다. 여기서는 이들 중 F·F를 표현하는 函數로서는 가장 유효하다고 인정되고 있는 [8] (iii)의 方法을 이용하는데, 이는 Feasibility를 나타내는 函數型을 미리 設定하고 그 F·F 중의 3點을 지정하여 이 3點에



<그림 3> RDPPL/SAFE의 内部設計過程

얼마의 비용이 필요한 것인지를 그 영역의 전문가들(Experts)에게 推定시켜 이 値로서 函數型的 未知數파라미터를 결정하는 手法構造를 갖고 있다.

이제 앞에서의 RDPPL/SAFE의 設計原理에 입각하여 F·F를 결정하는 主要節次를 定量化해 나가는 문제를 검토해 보기로 하자. 여기서 채용하는 函數型은 앞에서 검토된 바 있는 $f(C) = 1 - A \exp(-BC^n)$ 이 된다.

단, $\left\{ \begin{array}{l} A : \text{shift의 程度를 나타내는 파라미터.} \\ B : \text{비용의 規模를 나타내는 파라미터.} \\ n : \text{시스템의 特性을 나타내는 파라미터.} \end{array} \right.$

이러한 未知파라미터를 구하기 위하여 다음과 같은 3段階의 費用推定을 행한다.

(i) 最小推定値: 이 정도의 비용하에서라면 성공가능성이 거의 없다고 보아 F 値를 0.025로 잡는다.

(ii) 最尤推定値: 성공가능성의 증가율이 가장 높은 지점으로서, F 値達成에 가장 적절한 비용으로 보고 F의 値를 變曲點으로 취한다.

(iii) 最大推定値: 이 정도의 비용을 투입한다면 성공의 가능성은 거의 확실해진다고 보아 F 値를 0.975로 잡는다.

이렇게 하여 이들 주어진 値(*4)에 必要로 되는 비용에 관하여 각 터미널시스템별로 n人的 專門家에게 추정시켜 그 결과를 검토한다.

즉,

$$f(C_1) = 0.025 = 1 - A \exp(-BC_1^n) \quad (1)$$

$$f'(C_2) = 0 = nABC_2^{n-1} \exp(-BC_2^n) - nBC_2^n \quad (2)$$

$$f(C_3) = 0.975 = 1 - A \exp(-BC_3^n) \quad (3)$$

에 의하여 이를 만족하는 A, B, n를 구한다(〈그림 3〉참조).

(1)(2)(3)式으로부터

$$\ln A - BC_1^n = \ln 0.025 \quad (4)$$

$$n - 1 - nBC_2^n = 0 \quad (5)$$

$$\ln A - BC_3^n = \ln 0.975 \quad (6)$$

$$(4) - (6) \text{에 따라, } B = \alpha / (C_3^n - C_1^n) \quad (7)$$

여기서 $\alpha = \ln 0.975 - \ln 0.025$

$$(4) \text{로 부터 } A = \exp(\ln 0.025 + BC_1^n) \quad (8)$$

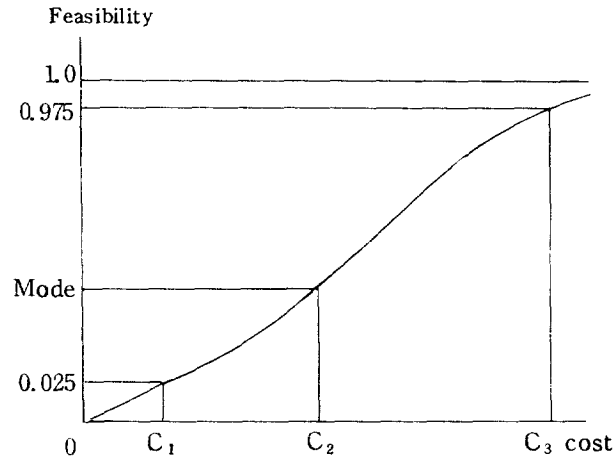
(7)을 (5)에 代入하여

$$(n-1)(C_3^n - C_1^n) - n\alpha C_2^n = 0 \quad (9)$$

(9)를 만족하는 n을 구하기 위하여 여기서는

Newton法을 이용한다.

(*4) 이는 Atkinson & Bobis 모델에서 채용되고 있는 適正值로서, 그들의 연구에서 이의 設定根據에 관하여는 설명되고 있으나 실제로 感度分析을 행하고는 있지 않다.



〈그림 3〉 3點推定法에 의한 Feasibility Function

$F(n) = (n-1)(C_3^n - C_1^n) - n\alpha C_2^n$ 으로 놓고,

이를 미분하면,

$$F'(n) = (C_3^n - C_1^n) + (n-1) \{ C_3^n \ln C_3 - C_1^n \ln C_1 \} - \alpha C_2^n (1 + n \ln C_2)$$

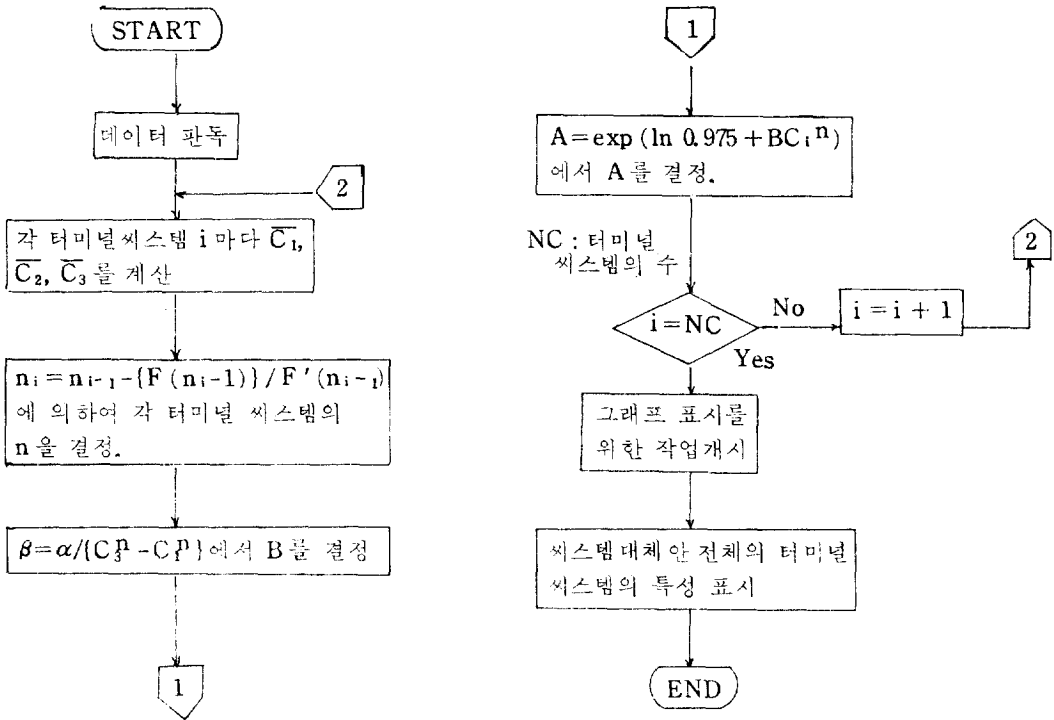
가 된다.

다음에 $n_i = \alpha_{i-1} - \{F(n_{i-1})/F'(n_{i-1})\}$ 을 구하는데, 실제로는 初期值 $n_0 = 30$ 부터 시작하여(컴퓨터에서 overflow의 방지를 위하여) n을 작게 해 가는 방법을 취함이 적절하다.

여기서는 $|n_i - n_{i-1}| < 10^{-1}$ 이 될 때까지 計算을 행한다.

이렇게 얻어진 n과 (7), (8)에 의하여 A, B는 구해진다.

이상의 處理過程을 返複試行함으로써 n개의 시스템체안이 갖는 모든 터미널시스템의 F·F는 결정되게 된다. 〈그림 4〉는 이상에서 검토해 온 F·F의 定量的 決定모델의 操作過程을 電算化하기 위한 〈Program Flow Chart〉로 나타낸 것이다.



〈그림 4〉 Feasibility Function의 定量化를 위한 處理節次

V. Feasibility Function의 總合化

有用性있는 RDPPL/SAFE를 구축하기 위해서는 앞에서 구해진 F·F의 總合化方策이 강구되지 않으면 안된다. 따라서 여기서는 각 시스템대체안의 터미널시스템에 관한 F·F이 결정되었을 때, 이들 터미널시스템의 特性을 어떻게 統合하여 시스템 전체로서의 F 特性으로 規定할 수 있을 것인가에 대한 考察을 행하고자 한다.

이러한 總合化의 方法은 基本戰略으로부터 생겨나는 目的函數의 相違라고 하는 基準에서 볼 때 2가지의 類型을 갖는다 할 수 있겠다.

〔確率論의 方法論〕

프로젝트 전체로서의 技術의 成功의 可能性에 대한 確率의인 표현인 시스템대체안의 F 특성이 Spec. 과 시간의 制約下에서 最大(最適)가 되는 때가, 성공가능성이 가장 높다고 할 수 있다. 이 方法論은 시스템대체안 전체로서의 F 특성을 目的函數로 設定하고, 주어진 비용의 制限下에서 목적함수의 값을 最大로 하도록 각 터미널시스템의 F 値를 정하고자 하는 것이다.

이러한 立場에서 고려될 수 있는 具體的 方法

으로서는 다음의 3가지가 가장 유용한 것으로 본다.

(i) 각 터미널시스템의 費用分布에 따른 最大推定値의 期待値와 分散을 總合하여 전체시스템의 特性을 규정하는 방법.

(ii) 각 터미널시스템을 統合하여 하나의 커다란 下位시스템 (Sub-system)으로 만들고, Sub-Tree를 統合하는 論理에 의하여 Feasibility의 特性을 구하는 방법.

(iii) 각 터미널시스템이 갖는 Feasibility의 積을 目的函數로 취하고 이를 最大로 할려고 하는 방법.

〔資源配分的 方法論〕

전체로서의 F 특성을 向上시키기 위하여는 F 특성이 良好한 터미널에 대한 資源配分은 淸고 不良한 터미널에 集中시킨다고 하는 원칙에 따라, 이 方法論에서는 Minimum한 最適資源配分의 原理에 근거하여 각 터미널시스템의 F 値가 同等하게 된 지점을 전체시스템의 最高 F 値로 취하는 手法을 구체화하고 있다.

본 연구에서는 터미널시스템의 組合과 이들의 F 특성을 集積하는 處理結果를 전체적인 시스템

대체안의 F 특성으로 나타내는 方法論的 體系를 구축하고자 한다. 이는 곧 上述한 바 있는 (iii)의 立場에 서서, Spec. 과 시간의 一定制限下에서 비용과 Feasibility의 관계를 전체시스템에서 고려할 수 있는 F 특성의 새로운 總合化過程의 展開를 의미하는 것이다.

그러면 위선, 프로젝트의 目標을 달성하는 일에 있어 비용의 制約下에서 전체시스템의 F 値가 클수록 성공의 가능성이 높다고 하는 假定을 설정하고 다음과 같은 展開方法을 구상한다.

먼저, 시스템대체안 전체로서의 F 値를 최대로 한다는 條件下에서 그것이 最大가 되었을 때, 각 터미널시스템의 F 値는 얼마로 할 것인가에 대한 最適化를 행한다.

다음에, 전체의 비용을 一定히 한 條件下에서 각 터미널시스템에 얼마의 비용을 割當했을 때가 시스템전체로서의 F 値가 最大가 될 것인가에 대한 定式化의 모델을 구축한다.

이러한 F · F의 總合化過程을 이하에서는 RD-PPL/SAS에서 설정된 시스템대체안들 중에서 하나의 대체안을 대상으로 하여 體係化하기로 한다.

선택된 시스템대체안에서 i 번째 터미널시스템의 F · F을

$f_i(C_i) = 1 - A_i \exp(-B_i C_i^{m_i})$ 로 하고, 시스템대체안의 터미널시스템의 數를 n 으로 한다.

앞에서 취해진 方法論的 立場에 따라 $\sum_{i=1}^n C_i = C$ (1)

(여기서는 터미널시스템間에 相互支援이 없이 獨立關係를 유지하는 경우를 想定한다)

(1)式的 조건하에서 시스템대체안의 F 値는 個別 터미널의 F 値의 積에 의하여 구해진다고 하는 戰略에 따라,

目的函數로서 $f(C) = \text{Max } \prod f_i(C_i)$ (2)의 값을 구하는 것이 最適化의 目的이 된다. (*5)

이제 $\text{Max } \prod f_i(C_i)$ 을 만족하는 C_i 의 값을 구하는 대신에 이에 對數를 취하여도 무방하므로 $\text{Max } \sum \log f_i(C_i)$ 를 만족하는 C_i 를 구하도록 한다.

따라서 $\log f_i(C_i) = g_i(C_i)$ (3)로 놓는다.

결국, 문제는 (1)의 條件下에서 $\text{Max } \sum g_i(C_i)$

를 만족하는 C_i 를 구하는 것으로 된다.

$\text{Max } \sum g_i(C_i)$ 를 만족하는 C_i 를 구하기 위하여 여기서는 Lagrange의 未定係數法을 사용한다.

먼저, $F = \sum g_i(C_i) - \lambda(\sum C_i - C)$ (4)

로 놓고 이의 偏微分을 취하면,

$$\alpha F / \alpha C_1 = g_1'(C_1) - \lambda = 0 \quad (5)$$

$$\alpha F / \alpha C_2 = g_2'(C_2) - \lambda = 0 \quad (6)$$

⋮

$$\alpha F / \alpha C_n = g_n'(C_n) - \lambda = 0 \quad (7)$$

$$\alpha F / \alpha \lambda = \sum C_i - C = 0 \quad (8)$$

로 된다. 이렇게 하여 (7)에서 λ 를 결정하면 그때의 C_i 를 구할 수 있게 되는 것이다.

이제 이를 좀 더 구체적으로 검토해 보면, (7)에서 λ 가 결정되면 $g_i(C_i) = \log f_i(C_i)$ 이기 때문에 $g_i'(C_i)$ 의 函數型은 $\log f_i(C_i)$ 를 微分함으로써 구해진다. 이렇게 하여 $g_i'(C_i)$ 의 型을 알게 되면 $\lambda = g_i'(C_i)$ 를 만족하는 C_i 의 값을 구해진다.

그리고 (8)에서 각 터미널시스템의 費用值 C_i 를 알면 그때의 總費用을 계산할 수가 있다.

한편, (C_1, C_2, \dots, C_n) 은 $G(C) = \sum g_i(C_i)$ 의 極值이므로 $G(C+h)$ 에 있어서의 Taylor 展開를 행한다. 여기서 多變數函數의 Taylor 展開는 $f(C_1+h_1, C_2+h_2, \dots, C_n+h_n)$

$$= \sum_{m=0}^{\infty} \frac{1}{m!} (C_1 \alpha / \alpha C_1 + C_2 \alpha / \alpha C_2 + \dots + C_n \alpha / \alpha C_n)^m f(C_1, C_2, \dots, C_n)$$

이 되므로 $\sum g_i(C_i) = G(C)$ 로 놓았을 때, $G(C+h) = G(C) + \sum_i \frac{\alpha}{\alpha C_i} G(C) C_i + \sum_{i,j} \frac{\alpha^2}{\alpha C_i \alpha C_j} G(C) C_i C_j + \dots$ 로 되나,

(C_1, C_2, \dots, C_n) 은 極値라는 條件에 따라 $G(C+h) = G(C) + \sum g_i''(C_i) C_i^2 + \dots$ 가 된다.

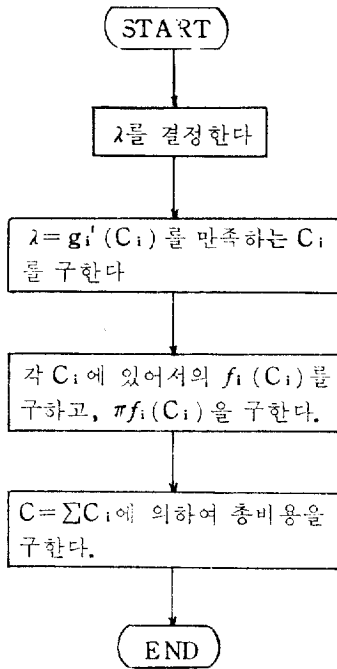
이에 따라 (C_1, C_2, \dots, C_n) 이 極大點을 취하는데에는 $g_i''(C_i) \leq 0$ 이라고 하는 條件이 필요하게 된다.

이상의 操作過程을 요약하면 <그림 5>와 같은 프로세스가 된다

그런데 여기서 λ 를 변화시킴에 따라 C는 逐次的으로 변화해 가기 때문에 λ 를 변화시켜 가면서 <그림 5>에서 提示한 節次를 返復遂行하는 作業을 통하여 비용과 이에 대한 시스템대체안으로서의 F 値를 구해 나갈 수가 있다.

지금부터는 <그림 9>에서 작성된 <process Fl-

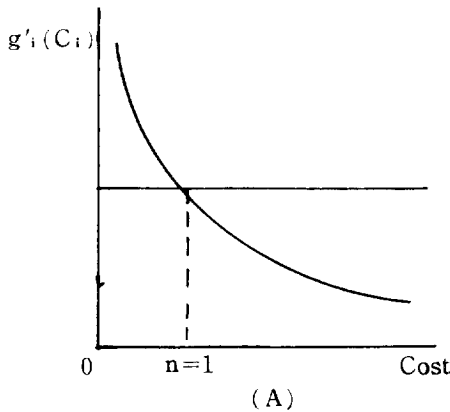
(*5) (1), (2)式에서 C를 여러가지로 變化시킴으로써 각 시스템대체안의 전체적인 F 特性과 그때 각 터미널시스템의 F 特性(이는 그 터미널시스템에 대한 豫算配分額도 나타낸다)을 구할 수 있다.



<그림 5> 각 터미널시스템에서의 총비용의 결정 과정

ow chart>의進行節次에 근거하여, $f_i(C_i) = 1 - A_i \exp(-B_i C_i^{n_i})$ 에 관한 考察를 具體化하기로 한다.

$g_i(C_i) = \log f_i(C_i)$ 이므로
 $g_i'(C_i) = f_i'(C_i) / f_i(C_i)$



따라서 $g_i'(C_i) = n_i A_i B_i C_i^{n_i-1} \exp(-B_i C_i^{n_i}) / (1 - A_i \exp(-B_i C_i^{n_i}))$ 이 $g_i(C_i)$ 에 관하여 λ 를 변화시켜 가면서 그 때의 C_i ($i=1, 2, \dots, n$)를 구해 나간다.

여기서 고려해야 할 일은 $n=1$ 과 $n \neq 1$ 에서 $g_i'(C_i)$ 의 함수는 <그림 6>에서 나타나는 바처럼 그 꼴이 완전히 달라져 버린다는 사실이다.

$n=1$ 의 경우에는 λ 의 값에 대하여 단 하나의 근이 존재하나, $n \neq 1$ 의 경우에는 2개의 근이 존재한다. 그러나 (C_1, C_2, \dots, C_n) 이 極大值를 취한다고 하는 條件 즉, $g_i''(C_i) \leq 0$ 을 만족하는 C_i 의 値가 아니면 안된다고 하는 것에 따를 때 이에는 하나의 근만 남게 된다. 또한 이 그림에서 보았을 때, λ 를 작게 함에 따라 $\lambda = g_i'(C_i)$ 를 만족하는 C_i 値는 점차 커져 간다고 하는 사실을 알 수 있다.

이제 $g_i'(C_i)$ 에 관하여 $n=1$ 과 $n \neq 1$ 의 경우를 검토해 보자.

(i) $n=1$ 의 경우

$$g_i'(C_i) = A_i B_i \exp(-B_i C_i) / \{1 - A_i \exp(-B_i C_i)\}$$

$$g_i'(C_i) = \lambda$$

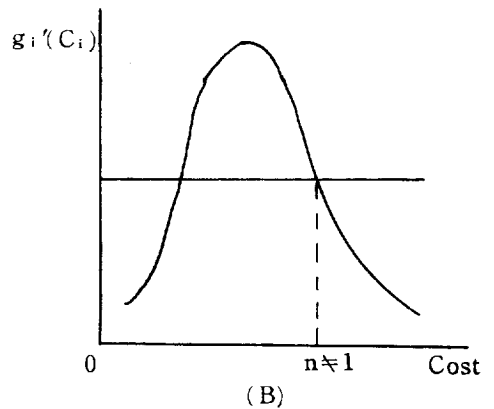
로 되므로 이 두 式을 連立시켜 C_i 를 구하면,

$$C_i = \frac{1}{B_i} \ln \frac{\lambda}{A_i B_i + \lambda A_i}$$

가 되어 여기서 C_i 를 구할 수 있다.

(ii) $n \neq 1$ 의 경우

$$g_i'(C_i) = n_i A_i B_i C_i^{n_i-1} \exp(-B_i C_i^{n_i}) / \{1 - A_i \exp(-B_i C_i^{n_i})\}$$
이므로



<그림 6> Feasibility Function의 比較 ($n=1, n \neq 1$ 의 경우).

$\lambda = g_i^{-1}(C_i)$ 를 만족하는 C_i 는 解析的으로
구해지지 않으므로 여기서는 Newton法을 사용
하여 구하기로 한다.

$$F(C_i) = (n_i A_i B_i C_i^{n_i-1} \exp(-B_i C_i^{n_i}) / \{1 - A_i \exp(-B_i C_i^{n_i})\}) - \lambda$$

로 놓는다.

$$F'(C_i) = n_i A_i B_i C_i^{n_i-2} \exp(-B_i C_i^{n_i}) \{ (n_i-1) [1 - A_i \exp(-B_i C_i^{n_i})] - A_i B_i C_i^{n_i} \} / \{1 - A_i \exp(-B_i C_i^{n_i})\}^2$$

여기서, $C_i = C_{i-1} - F(C_{i-1}) / F'(C_{i-1})$

$$\lambda_i = n_i A_i B_i C_{i-1}^{n_i-1} \exp(-B_i C_{i-1}^{n_i}) / \{1 - A_i \exp(-B_i C_{i-1}^{n_i})\}$$

의 계산을 $|X_i - X_{i-1}| < 1$

$$|X_i - \lambda_{i-1}| < 0.05$$

이 될 때까지 행한다. 왜냐하면 λ 의 微小變化
에 대하여 $g_i^{-1}(C_i)$ 의 變化는 크고, 그 결과 C_i
의 變動이 크기 때문이다.

결국, λ 를 逐次變化시켜 가면서 이러한 처리절
차의 反復作業을 통하여 비용의 변화에 대한 시스
템대체안의 F 특성을 결정할 수 있는 것이다. 여
기서는 하나의 시스템대체안의 F 特性의 設定方
법에 관하여 고찰해 왔으나, 上記의 節次를 他의
 $n-1$ 개의 시스템에 대하여 행함으로써 n 개 시
스템대체안 전부에 관한 F 特性을 제시할 수 있다.
이 특성치들의 比較에 의하여 Feasibility의 基準
에서 본 最適計劃案의 選擇이 비로소 가능해 지는
것이다.

<그림 7>은 지금까지 고찰해 온 Feasibility
의 總合化過程에 관한 數理모델을 컴퓨터베이스
로서 <Program Flow Chart>화한 것이다.

VI. 結 論

이상에서와 같은 處理過程을 통하여 本 論文에
서는 지금까지 主觀的인 領域을 벗어나지 못한 것
으로서 또는 아주 불충분한 수법으로서밖에 다
루어지지 못했던 Feasibility에 새로운 概念을 부
여하고, 이에 근거한 Feasibility Function의 總
合化를 위한 새로운 定量的 方法의 體係化를 試圖
하였다. 이에 따라 R & D 프로젝트관리 시스템
의 基本計劃段階에 있어서 實現可能性을 분석하
는 하위시스템 곧 RDPPL/SAFE의 機能은 일
층 強化된 셈이다.

이러한 機能이 充足된 RDPPL/SAFE를 作動
시킴으로써 目標達成을 위한 諸計劃代替案들 中

어떤 대체안을 선택해야 할 것인가를 意思決定하
는데 있어 技術的인 可能性의 평가에 관한 限, 극
히 信賴도가 높은 다음과 같은 情報의 提供이 가
능해지는 것이다.

(i) 각 시스템대체안의 技術的 成功可能性의
대소를 수량적으로 평가할 수 있다.

(ii) 비용의 增減에 따라 F值가 어떻게 증감하
는지에 관한 相互關連性을 定量的으로 파악할 수
있다.

(iii) 비용의 制約下에서 시스템대체안의 Fea-
sibility를 最大值로 하기 위하여는 각 터미널시
스템의 F值를 어떻게 취해야 할 것인가를 추구
할 수 있다.

(iv) 전체의 비용을 一定하게 하였을 때, 각
터미널시스템에 얼마의 비용을 分配하는 것이
가장 좋은 것인지에 관한 資源配分の 最適化를 행
할 수 있다.

그러나 몇가지의 문제들이 本 研究에서는
다루어지지 못했는데, 그들 중 중요한 것을 要約
하면 다음과 같다.

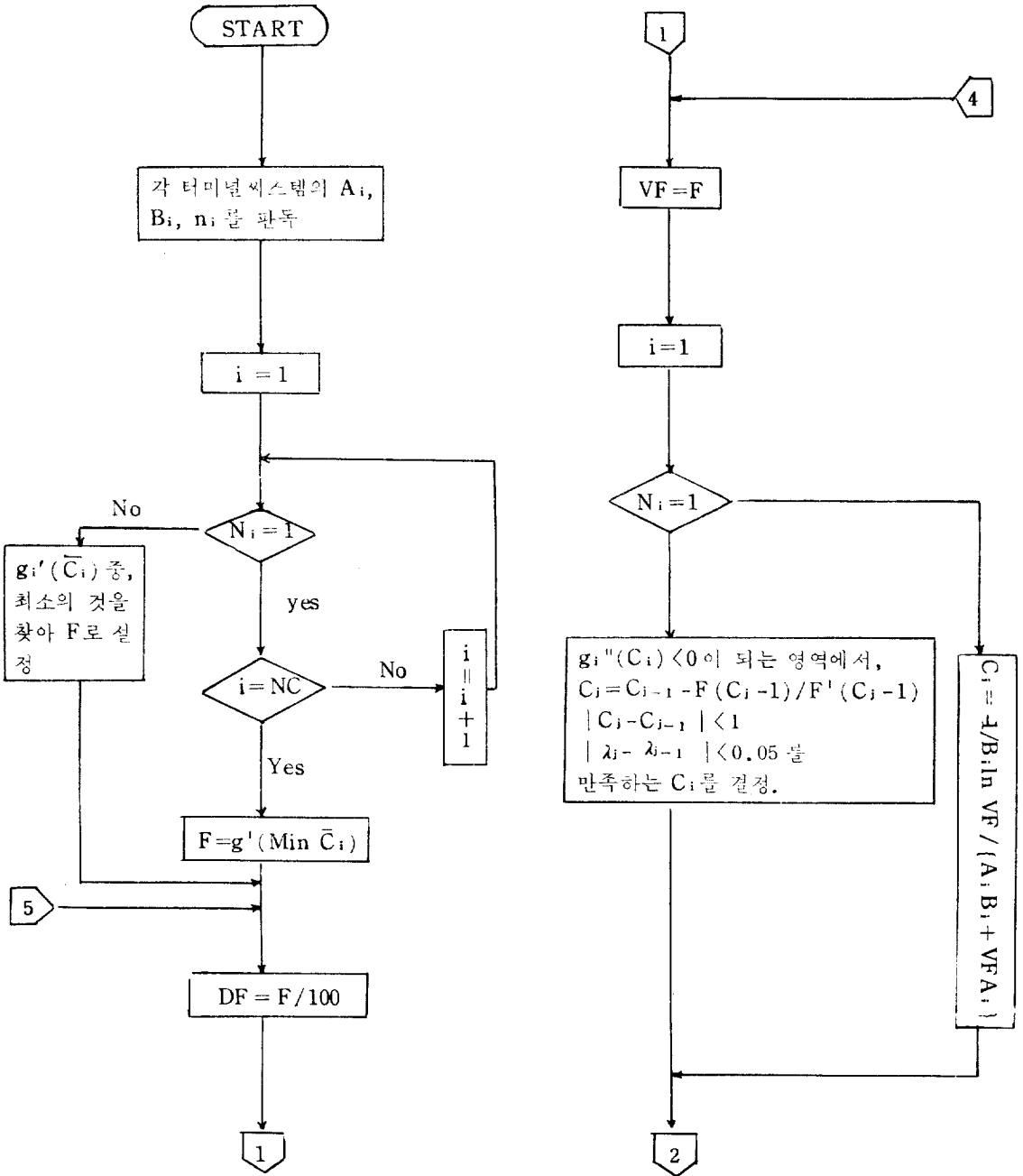
먼저, Feasibility Function을 결정하는데
있어서의 問題點인데, RDPPL/SAFE를 사용함
에 있어 重要視해야 할 점들 중의 하나는 入力情
報의 質에 관한 檢討로서, 각 터미널시스템에 대
한 3點推定值를 어떻게 信賴도가 높은 것으로
하여 얻을 수 있을까 하는 것이다. 이에 關連하
는 문제로서는;

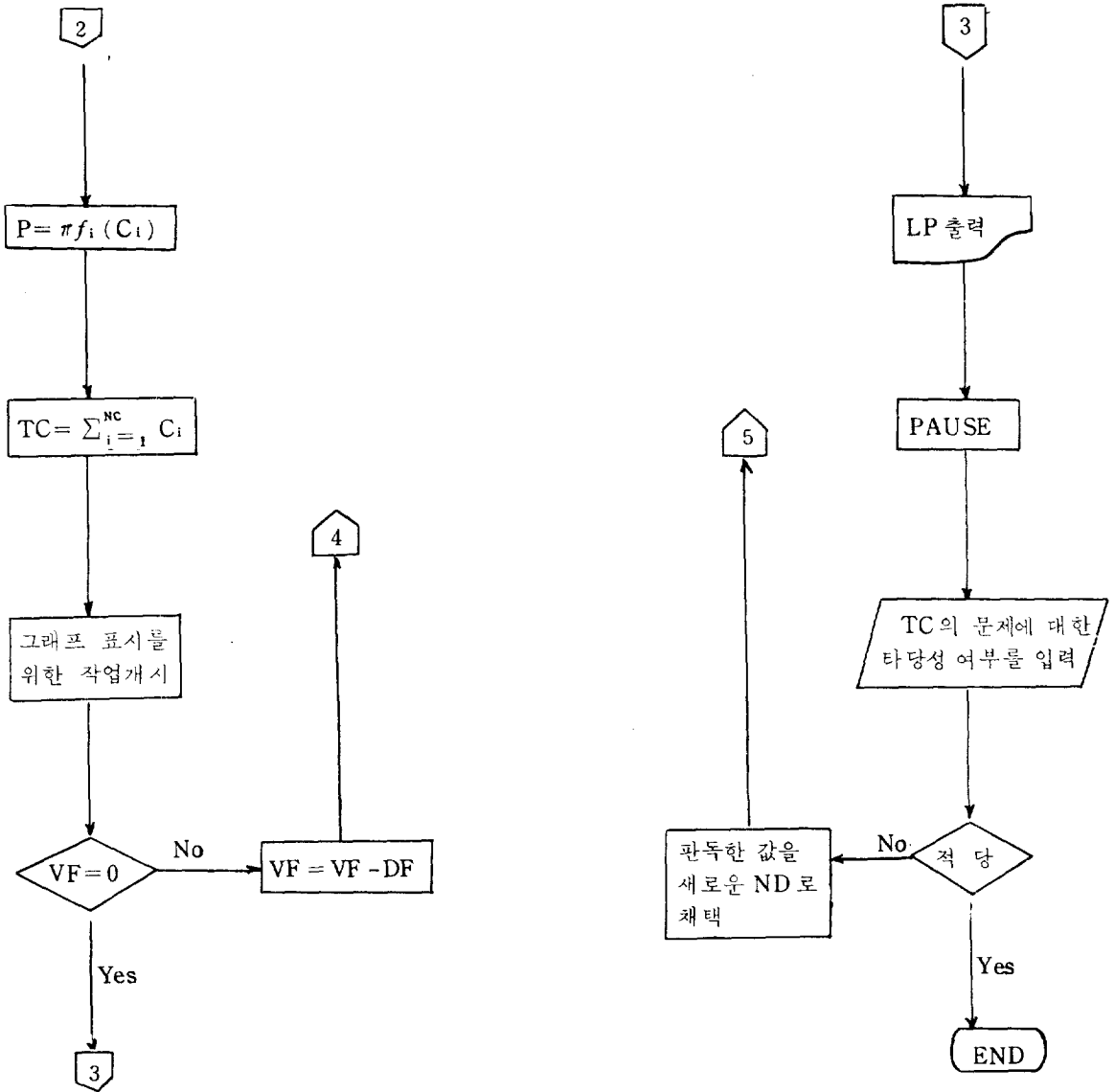
(i) F·F의 決定作業時, F值를 最小, 最大,
最大推定值에서 각각 0.025, Mode, 0.975의 3
點을 採用하는 것이 얼마만큼의 妥當性을 갖는지
에 대하여 現實的 事象에 數回의 適用을 반복시
행하여 이의 感度分析(Sensitivity Analysis)을
통한 케이스·스터디, 또는 다른 適當한 方法에
 의한 檢證이 필요하다.

(ii) 하나의 터미널시스템에 관한 3點推定值
를 행하는 專門家가 多數人인 경우, 이들의 相異한
豫測值를 어떤 수법으로 처리하여 터미널시스템
의 F特性值로 삼는 것이 가장 適當한 것인가를
결정하기 위한 方法論的인 比較·檢討를 행할 필
요가 있다.

다음에는, 시스템대체안들의 F 特性을 比較하
기 위한 터미널시스템의 總合化에 關連하는 문제
로서;

(i) 터미널시스템은 서로 獨立하다고 가정하
고 相互依存性이 없는 것으로 하여 취급해 왔으나
현실적으로는 한 터미널시스템의 成敗가 다른 터





<그림 7> Feasibility Function의 總合化를 위한 處理節次

미널 시스템에 영향을 미치는 관계도 존재하므로 相互依存性を 고려한 터미널 시스템의 總合化에 관하여도 考慮되어야 한다.

(ii) 시스템 대체안 전체로서의 F 特性을 표현하는 目的函數로서 $\text{Max } \pi f_i(C_i)$ 를 채용했는데, 터미널 시스템의 數가 커지면 전체의 F 特性値는 극히 작아져 버리게 된다. 또한 목표 시스템 전체로서의 Feasibility 를 나타내는 函數型으로서 이보다 더 적합한 것의 設定도 기대할 수 있는데, 最低位레벨의 시스템 대체안의 한 레벨 要素를 根으로 하는 Sub-Tree 를 구성하여, 이의 統合論理에 근거한 總合化手法이 이러한 문제에 대한 하나의 대안으로 고려될 수 있을 것이다.

본 연구에서 남겨진 以上の 諸問題點을 今後의 研究課題로 提起한다.

References

1. NASA, Phased Project Planning Guidelines, NHB 7121. 2, Aug. 1968.
2. 須加基嗣, Project Engineering, CH. 2, 日刊工業新聞社, 1973.
3. 山田圭一, "研究開發의 計劃化(2)," 技術と經濟, Vol. 5, No. 9, pp. 24-25, 1971.
4. 權哲信, "研究開發 시스템 代替案의 評價 및 選定을 위한 最適戰略解," 成均館大學校 論文集 <自然系>, 第 32 集, (1982), pp. 253-255.
5. Souder, W. E., "The Validity of Subjective Probability of Success Forecasts by R & D Project Managers," IEEE Trans. on E·M., Vol. 16, No. 1, (1969), pp. 35-49.
6. Marshall, A. W. and Meckling, W. H., Predictability of Costs, Time and Success of Development, Princeton Univ. Press, 1969.
7. Cetron M. J., Martino J. and Roepcke L., "The Selection of R & D Program Content - Survey of Quantitative Methods," in Quantitative Decision Aiding Techniques for R & D Management, PP. 1-7, Gordon & Breach (Co.), 1972.
8. Atkinson, A. C. and Bobis, A. H., "A Mathematical Basis for the Selection of Research Projects," IEEE Trans. on E·M., Vol. 16, No. 1, (1969), pp. 2-8
9. Hess, S. W., "A Dynamic Programming Approach to R & D Budgeting and Project Selection," IRE Tran. E·M. Vol. 9, (1962) pp. 170-179.
10. Coutinho, J. S., Advanced Systems Development Management, CH. 6, John Wiley & Sons., 1977.
11. Lockett A. G. and Gear. A. G., "Representation and Analysis of Multi-Stage Problems in R & D," Management Science, Vol. 19, No. 8, (1973), pp. 947-959.
12. Kwon, C. H, "A Study on the Evaluation Methodology in R & D," T. I. T. Journal on Dissertations, M-49, 1974.
13. Goodwin, P. G., "A Method for Evaluation of Subsystem Alternate Designs" IEEE Trans. on E·M., Vol. 19, No. 1, (1972), pp. 12-21.
14. Baker, N. R., "R & D Project Selection Models: An Assessment," IEEE Trans. on E·M., Vol. 21, No. 4, (1974), pp. 165-170.
15. 北川賢可, 研究開發의 Systems Approach, CH. 5, 6, 7, CORONA, 1977.
16. Rosen, E. M., and Souder, W. E., "A Method for Allocating R & D Expenditures," IEEE Trans. on E·M., Vol. 12, (1965), pp. 87-93.
17. Gear, A. E. and Lockett A·G., "A Dynamic Model of Some Multistage Aspects of R & D Portfolios," IEEE on E·M., Vol. 20, (1973), pp. 22-29.
18. Kepler, C. E. and Blackman A. W., "The use of Dynamic Programing Technique for Determining Resource Allocations among R & D Projects - An Example," IEEE on E·M., Vol. 20, (1973), pp. 2-5.
19. Norris, K. P., "The Accuracy of Project Cost and Duration Estimates in Industrial R & D," R & D Management, Vol. 2, No. 1, (1971), pp. 25-36.
20. 森 俊治 (編), 研究開發管理의 理論と體系, CH. 8, 丸善 (株), 1978.