

## LP 모델에 의한 軍事實驗計劃

(A Case Study on the Method for Planning the Military Experiment by the Use of LP Model)

陸軍大尉 元 殷 常<sup>†</sup>

### I. 軍事研究機關의 實驗計劃

自主國防에 따르는 國防費의 內資調達은 獨自의 軍編制, 裝備, 敎理의 開發과 併行함으로서 그 實効를 얻을 수 있다. 軍事研究機關이야말로 이 開發任務의 實務機關이며 制限된 資源을 어떻게 効率的으로 活用하여 開發事業을 遂行하여야 하느냐 하는 問題가 提起된다. 여기에서는 研究開發計劃이 必需過程인 實驗段階에서 어떤 實驗計劃에 어떤 資源을 얼마나 割當하여야 하는 問題와 事業의 重要性을 判斷하는 方法을 結合하여 解決하고자 하였다.

指揮官 또는 管理者는 組織의 成果가 全體로서 極大化되도록 可用資源을 割當하여야 한다. 모델의 전개를 위하여 먼저 研究機關의 組織이 詳述되어야 한다. 組織內의 各 構成部分의 目標과 業務機能이 定義되어야 한다.

가. 組織外: 通常 組織의 上級梯隊가 言及된다. 그리고 指揮體系와 關聯業務分野가 表示된 圖表로서 說明된다.

나. 組織內: 組織內의 各 構成部分이 定義되고 機能이 略述된다. 그리고 各 部分이 組織全體의 目標達成에 寄與하는 바를 說明한다. 또한 이상의 要素들의 相互作用을 쉽게 識別할 수 있도록 機構圖를 圖示함이 理想的이다.

各 要素들의 業務中에 本 모델의 主要關心事는 計劃業務이며 특히 計劃分析이다. 計劃分析의 目的은 制限된 資源 및 時間下에서 그 計劃이 實驗目標을 充足시키는가를 分析하는 일이다. 計劃分析은 아래와 같이 實施된다. 實

驗計劃의 目標은 遂行할 行動과 測定해야 할 數値의 形態로 定義된다. 實驗計劃에는 一般的으로 實驗位置, 資源, 時間, 싸나리오, 所要資料, 計劃所要, 計劃, 豫算推定 및 其他 制限要素가 고려된다. 實驗計劃의 資源割當問題는 모든 實驗을 實施하기에는 人員, 裝備 등이 不足한데서 發生한다. 어떤 意味에서 한 實驗이 다른 實驗보다 더 重要한가? 資源割當問題는 이를 基礎로 하여 이루어지게 됨으로 이 問題가 明確히 解決되어야 한다.

### II. 相對的 價値

왜 한 實驗이 다른 實驗보다 重要한가? 이에 答하기 위하여 實驗의 相對的 價値가 定義되고 그 計算方法이 論議되겠다. 相對的 價値를 一般的인 實驗目標와 이 目標을 이루는 構成部分에 따라 展開하여 나가겠다. 相對的 價値의 概念을 使用한 接近方式은 Chamberlain<sup>1)</sup>과 Kingsland가 Operations Research에 發表한 論文에서 引用하였는데 거기에서 그들은 太陽系 探險의 科學的 目標에 到達하기 위한 無人任務의 貢獻度를 測定하는 方法을 提示하였다. 하나의 目標가 細部 構成目標로 分類되고 特定한 課業이 識別될 때까지 繼續의으로 "Objective tree"가 構成된다. 이렇게 하여 各 要素課業이 全體目標를 達成하는데 寄與하는 정도를 測定할 수 있다.

實驗計劃을 評價하고 計劃하기 위한 本 모델에서는 이 方式이 修正 및 擴張되어 適用되겠

註 1. Chamberlain, Robert G. and Louis Kingsland, Jr., "A Methodology to Compare Policies For Exploring the Solar System," *Operations Research*, 18:4 (July-August 1970).

<sup>†</sup> 陸軍本部

다.

Fishburn<sup>2)</sup>은 “決定權者에게 結果의 相對的 重要性을 記述하는데는 實數를 고려함이 有益하다”고 하였고 또한 그 相對的 價値에 數値를 부여함은 크게 도움이 된다고 하였다. 여기에서 重要한 點은 이 數値는 推想的인 것이 되기 쉬우며 實際로 數値를 부여한다는 것은 어려운 일이지만 이렇게 함으로서 要求되는 結果를 얻는데 보다 科學的인 客觀性을 보장하는 利益이 있는 것이다.

### 가. 實驗의 相對的 價値

實驗의 相對的 價値는 實驗目標과 構成目標에 따라 定義된다. 이 目標는 上級梯隊 또는 指揮官에 依하여 計劃立案者에게 알려지며 長期的 目標이거나 또는 어느 期間의 目標로 制限되기도 한다. 構成目標란 全體目標를 完成하는데 寄與하는 特定課業까지를 이른다. 어느 時點에서 實驗目標나 그 構成目標가 計劃者에게 알려진다고 볼 수 있는데 이는 그들이 무엇을 遂行하여야 하고 그것을 遂行하기 위하여 어떤 課業을 하여야 하는가를 알려준다. 實驗의 相對的 價値는 實驗目標를 完遂하는데 寄與하는 정도를 말한다.

### 나. 方法 論

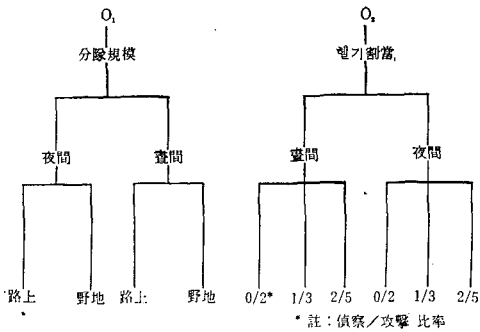
各各의 實驗에 相對的 價値를 나타내는 數値가 부여되어야 한다. Pardee<sup>3)</sup>는 “Objective tree”의 최하급 수준에 어떤 數値를 부여하였다. 가장 낮은 수준이 課業에 그 實驗이 이 課業을 遂行해야 하는지에 따라 “1” 또는 “0”을 부여하였다. 만일에 그 課業이 수행되어야 하면 “1”이 주어지고 그렇지 않으면 “0”이 주어진다. 實驗의 相對的 價値를 부여하기 전에 실험 구성부분의 相互關係가 明示되어야 한다.

세부구성분석: 이 過程에서 構成目標가 次上級目標에 寄與하는 過程이 明示된다. 構成部分의 相對的 寄與度를 記述하기 위하여 加重値가 使用된다.

構成部分에 對한 加重値割當: 細分된 各各의 構成部分에 對한 加重値가 定義되며 各各에게 數値가 부여된다. 이 節次는 한쌍씩의 構成部分을 相互比較함으로서 이루어지는데 그 節次는 아래와 같다. 各構成部分은 重要性에 따라 順次的으로 罷列되어 그 첫째번, 即, 가장 重要한 것에 “1”이 주어진다. 다음에 둘째번 構成部分이 첫째 것과 比較된다. 만일 둘째 것이 첫째 것과 比較하여 半정도의 寄與를 한다면 “.5”가 주어진다. 다음에는 둘째 것과 셋째 것이 比較된다. 예를 들면 둘째 것이 첫째 것 보다 1/2 만큼 重要하고 셋째 것이 둘째 것 보다 1/5 만큼 重要하다면 셋째 것에 부여할 수치는  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{5} = .1$  이 된다. 이러한 방법으로 나열된 모든 구성부분에 대한 가중치가 주어지면 이 수치들을 전부 합하여 各各의 가중치에서 이 합계를 나누어 各構成部分의 全體에 對한 寄與度를 表示한다. 以上の 過程을 本 모델의 事例를 對象으로 하여 說明하겠다. 이 研究機關의 當面問題에 實驗目標  $O_1$ 과  $O_2$ 가 있다.  $O_1$ 은 보병분대의 規模를 決定하기 위한 資料의 所要이고  $O_2$ 는 攻擊用 헬리콥터와 情察用 헬기의 比率를 決定하기 위한 資料所要를 表示하며 이를 위한 實驗目標의 構成이 圖表 1에 明示되어 있다. 먼저 全體目標에 對한 두개 目標의 相對的 重要性을 생각해 보자. 이 두개 目標를 重要性에 따라 順次的으로 罷列하면 [ $O_1, O_2$ ]로서  $O_1$ 이 더 重要視되었다. 첫째段階는  $O_1$ 에 加重値를 부여하는 일이다. 그리고 計劃者는  $O_2$ 가  $O_1$ 에 比하여  $\frac{2}{3}$ 만큼 重要하다고 생각하여  $O_2$ 에 2/3란 수치를 부여하였다. 이 數値를 합하면  $1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$ 인데 各各에 부여된 數値를  $\frac{5}{3}$ 로 나누면  $O_1$ 에는  $1 \div \frac{5}{3} = .6$  그리고  $O_2$ 에는  $\frac{2}{3} \div \frac{5}{3} = .4$ 가 된다. 이러한 方式으로 計算하여 圖表 2가 作成된다.

2. Fishburn Peter C. *Decision and Value theory* New York, John Wiley & Sons, Inc., 1964, p. 123.

3. Pardee, F.S., et al., *Measurement and Evaluation of Transportation System Effectiveness*, Santa Monica; The RAND Corp, 1969.

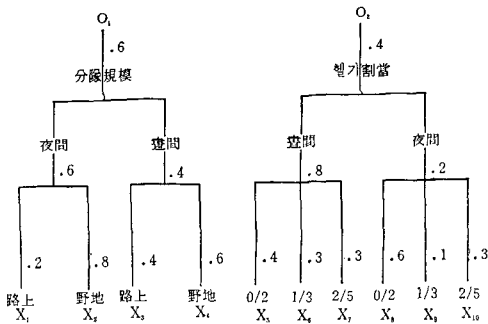


圖表 1.

다. 相對的 價値 부여節次

“Objective tree”의 가장 낮은 構成部分의 狀態를 表示하는데 變數  $X_j$ 를 使用하면 아래와 같이 表示된다.

$$X_j = \begin{cases} 1, & \text{구성부분 } j \text{를 수행할 때} \\ 0, & \text{구성부분 } j \text{를 수행하지 않을 때} \end{cases}$$



圖表 2.

한 實驗은  $X_j$ 의 組合으로 構成된다. 實驗  $E_1$ 은  $[X_1, X_3]$ 로 이루어 지는데 이는 보병분대의 適定規模를 決定하는 實驗이 路上夜間 및 路上晝間에 關한 資料蒐集으로 構成됨을 表示한다. 事例에서는 다섯가지 實驗이 考慮되었다. 即  $E_1=[X_1, X_3]$ ,  $E_2=[X_2, X_4]$ ,  $E_3=[X_5, X_8]$ ,  $E_4=[X_6, X_9]$ ,  $E_5=[X_7, X_{10}]$  이체는 各各의 實驗計劃  $E_j$ 에 對한 相對的價値를 計算하는 일이 可能하다. 各實驗에 對하여  $X_j$ 에 “1” 또는 “0”을 그 實驗이 遂行되는가에 따라 부여한다. 그리고 낮은 수준의 構成目標로부터 이  $X_j$ 의 값에 加중치를 곱한후 이를 더하여 가면 된다.  $E_1$ 의 값을 求하는데 있어서  $E_1$ 은  $X_1$ 과  $X_3$ 로 이루어 짐으로  $X_1$ 의 加중치 .2에 야간실험의 加중치 .6가 실험목표

$O_1$ 의 加중치 .6을 곱하면  $.2 \times .6 \times .6 = .072$ 가 되고  $X_3$ 의 加중치 .4에 주간실험 加중치 .4와  $O_1$ 의 加중치 .6를 곱하면  $.4 \times .4 \times .6 = .096$ 이 된다. 이것을 서로 합하면  $.072 + .096 = .168$ 이 되어 이것이  $E_1$ 의 相對的價値가 된다. 같은 方法으로 計算하여  $C_1 = .168$ ,  $C_2 = .432$ ,  $C_3 = .176$ ,  $C_4 = .104$ ,  $C_5 = .120$ 이 된다. 위에서는  $E_2$ 가 전체 實驗目標에 가장 많이 기여함이 나타났다. 만일에 其他條件이 同一하다면, 그리고 한 가지 實驗만이 수행되어야 한다면, 論理的인 選定은 明白히  $E_2$ 가 된다. 이 過程에서 立案者가 加중值를 부여하는 理由가 明示되어야 한다. 이것을 理論적으로 正當化하기에는 어렵지만 만일 이 加중值가 指揮官의 意圖를 充分히 反映한 것이라면 有用한 方法으로서 妥當한 結論을 내릴 수 있다. 以上의 方法이 指揮官의 承認을 받는다면 그는 여러 實驗들이 그의 目標에 얼마나 寄與하는 가를 一見에 알수 있게 된다. 그러나 모든 實驗을 施行하기에는 資源이 可用치 않으므로 어떤 實驗을 選定해야 하느냐는 問題가 남아 있다. 만일에 단 한 가지만의 資源이 고려된다면 實驗의 相對的價値에 따라 實驗選定이 쉽게 決定된다. 둘이상의 資源이 고려된다면 LP 모델이 使用되어야 한다.

Ⅲ. 모 델

가. OBJECTIVE FUNCTION

이 모델에서 實驗計劃을  $E_j$ 로 표시하여 研究活動의 成果를 實驗에 對한 Linear function으로 아래와 같이 表示하였다.

$$Z = C_1 E_1 + C_2 E_2 + \dots + C_j E_j$$

各各 다른 實驗이 目的函數에 寄與하는 데는 타실험에 影響을 받지 않는다고 假定하였다. 資源은  $b_i$ 로 表示되며,  $i$ 번째 資源의 可用量을 나타낸다. 資源과 實驗은  $a_{ij}$ 에 의하여 關聯을 갖는데 이는  $j$ 번째 實驗에 所要되는  $i$ 번째 資源의 數量을 表示한다.  $C_j$ 는  $j$ 번째 實驗이 全體目標에 寄與하는 相對的價値를 表示한다. 앞에서 說明한 事例에 對한 目的함수

는 아래의 같다.

$$Z = .168E_1 + .432E_2 + .176E_3 + .104E_4 + .120E_5$$

나. 資源制限

5 個實驗에 3 個種類의 資源이 必要하다. 即, 施設, 헬기, 人員의 3 個資源만이 制限된다. 여기에서  $b_1$  ≡ 시설수,  $b_2$  ≡ 헬기수,  $b_3$  ≡ 인원수라 하면 모델은 아래와 같이 된다.

$$\text{MAX. } Z = 168E_1 + 432E_2 + 176E_3 + 104E_4 + 120E_5$$

$$\begin{aligned} \text{S.T. } & a_{11}E_1 + a_{12}E_2 + a_{13}E_3 + a_{14}E_4 + a_{15}E_5 \leq b_1 \\ & a_{21}E_1 + a_{22}E_2 + a_{23}E_3 + a_{24}E_4 + a_{25}E_5 \leq b_2 \\ & a_{31}E_1 + a_{32}E_2 + a_{33}E_3 + a_{34}E_4 + a_{35}E_5 \leq b_3 \end{aligned}$$

이 時點에서  $E_j$  에는 아무런 制限이 없다. 한 實驗은 完全히 遂行되거나 또는 全然 수행되지 않던가 中의 하나이다. 다시 말하면  $E_j$  는 1 또는 0 의 값을 갖는다.

모델은 다시 擴張되어 資源制限이 時間에 따라 變動되는 狀況이 考慮된다. 이 事例에서는 4 個의 期間이 考慮되었다. 따라서 모델은 圖表 3 에 圖示한 바와 같은 形態를 갖는다.

圖表 3.

$$\text{Max. } Z = C_1E_1 + C_2E_2$$

$$\begin{aligned} \text{S.T. } & a_{11}^kE_1 + a_{12}^kE_2 \leq b_1^k \\ & a_{21}^kE_1 + a_{22}^kE_2 \leq b_2^k \\ & a_{31}^kE_1 + a_{32}^kE_2 \leq b_3^k \\ & a_{41}^kE_1 + a_{42}^kE_2 \leq b_4^k \end{aligned}$$

$a_{ij}^k$  와  $b_i^k$  의  $K$  는 期間을 表示한다. 圖表 3 의 모델은 2 個期間, 2 個實驗, 2 個資源에 對한 것이다. 이러한 L.P 問題에 對한 事例의 基

礎資料가 圖表 4 에 詳細히 記述되어 있다. 모든 實驗에 4 個期間 全部가 必要한 것은 아니다. 예를 들면 한 實驗이 단지 세개期間을 必要로 한다면 第一期間이나 第二期間 어디에서 시작해도 좋다. 여기에서 實驗期間은 途中에 끊기어서는 안되고 連續되어야 한다고 假定하자. 이것은 事實上 두個 實驗 모두가 問題에서 取及되어야 함을 意味한다. 예를 들면,  $E_2$  는 第1 期間에는 아무 資源도 必要로 하지 않고 그 以上の 期間에 資源을 必要로 한다.  $E_2$  는 第1 期間이나 第2 期間에 始作할 수 있다. 이것은 第2 期間 以後에는 시작될 수 없는데 이는 實驗을 完了할 수 없기 때문이다.  $E_2$  는 두개의 變數로 表示될 수 있는데 이를  $H_1, H_2$  라 하면, 이중 하나만이 遂行될 수 있으므로  $H_1 + H_2 = 0$ , 또는 1 이라는 추가적인 制限事項이 添加된다. 이 制限事項은  $H_1$  과  $H_2$  둘중 하나만이 L.P 問題에 投入될 수 있음을 意味한다. 또한 이 制限事項은 選定된 實驗을 計劃하는데 有益한 手段을 提供한다. 이에 따라 圖表 4 는 圖表 5 로 轉換된다. 圖表 5 의 解法은 컴퓨터의 Subroutine 을 利用하여 Integer Programming routine 을 適用한다. 이 Program 은 0-1 Program 自體는 아니고, 各變數가 1 보다 작거나 같게하여 0-1 Program 이 얻어진다. 解答에는 目的函數  $Z$  의 係數  $C_j$  로 구성되는 資料와  $a_{ij}^k$  와  $b_i^k$  가 必要하다. 이 L.P 모델은 整數 0-1 모델이므로 소수점 또는 分數로 된 係數를 가진 目的函數는 그  $E_j$  가 0 이 된다. 이 理由로 因하여 最初 目的函數에서 小數點以下를 없애는 轉換이 이루어진다.

[圖表 4]

區 分 期 間	可用 資源			實 驗 所 要																
				$E_1$			$E_2$			$E_3$			$E_4$			$E_5$				
	施設	헬기	人員	施	헬	人	施	헬	人	施	헬	人	施	헬	人	施	헬	人		
第一期間	100	30	500	30	5	200	0	0	0	0	0	0	0	0	30	15	80	20	10	50
第二期間	110	30	500	30	5	200	50	5	200	40	20	100	30	15	80	0	0	0	0	0
第三期間	110	32	500	0	0	0	50	5	200	40	20	100	0	0	0	0	0	0	0	0
第四期間	120	35	500	0	0	0	50	5	200	40	20	100	0	0	0	0	0	0	0	0

[圖表 5]

資 源	期 間	E <sub>1</sub>			E <sub>2</sub>		E <sub>3</sub>		E <sub>4</sub>			E <sub>5</sub>				資源制限	
		C <sub>1</sub> =168			C <sub>2</sub> =432		C <sub>3</sub> =176		C <sub>4</sub> =104			C <sub>5</sub> =120					
		H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	H <sub>5</sub>	H <sub>6</sub>	H <sub>7</sub>	H <sub>8</sub>	H <sub>9</sub>	H <sub>10</sub>	H <sub>11</sub>	H <sub>12</sub>	H <sub>13</sub>	H <sub>14</sub>		
b <sub>1</sub>	1	30	0	0	0	50	0	40	30	0	0	20	0	0	0	≤	100
	2	30	30	0	50	50	40	40	30	30	0	0	20	0	0	≤	110
	3	0	30	30	50	50	40	40	0	30	30	0	0	20	0	≤	110
	4	0	0	30	50	0	40	0	0	0	30	0	0	0	20	≤	120
b <sub>2</sub>	1	5	0	0	0	5	0	20	15	0	0	10	0	0	0	≤	30
	2	5	5	0	5	5	20	20	15	15	0	0	10	0	0	≤	30
	3	0	0	5	5	5	5	20	20	15	15	0	0	10	0	≤	32
	4	0	0	5	5	0	20	0	0	0	15	0	0	0	10	≤	35
b <sub>3</sub>	1	200	0	0	0	200	0	100	80	0	0	50	0	0	0	≤	500
	2	200	200	0	200	200	100	100	80	80	0	0	50	0	0	≤	500
	3	0	200	200	200	200	100	100	0	80	80	0	0	50	0	≤	500
	4	0	0	200	200	0	100	0	0	0	80	0	0	0	50	≤	500

圖表 5의 問題에 對한 解答이 圖表 6에 圖示되어 있다. 여기에서  $H_1, H_2, H_5, H_6, H_7, H_8, H_{11}, H_{13}, H_{14}$ 는 0이고  $H_3, H_4, H_{10}, H_{12}$ 는 1이 된다.  $E_3$ 를 구성하는 變數  $H_6, H_7$ 은 하나도 包含되지 않았다. 도리어  $E_3$ 보다 相對的 價値가 적은  $E_4$ 는 선정되었다. Linear Program의 解答이 Computer Program에 의하여 實驗計劃形態로 쉽게 얻어진다. 이렇게 하여多數의 實驗 가운데에서 어떤 것에 얼마의 資源을 割當하여야 하는가 하는 問題는 解答을 얻었다. 여기에서 目的函數  $C_j$ 의 變化와  $b_i^k$ 의 變化에 따라 어떻게 實驗計劃이 영향을 받는지 分析할 必要가 있다.

## IV. SENSITIVITY ANALYSIS

### 가. 目的函數의 變化

$C_j$ 는 實驗目標  $O_1$  및  $O_2$ 의 變化에 따라 變한다.  $O_1$ 이 .1~.9 사이에 變하고  $O_2$ 도 이에 따라 變한다. 이 各各에 對한  $C_j$ 가 계산되어 圖表 7에 圖示되어 있다. 이 中에  $O_1$ 이 .1,  $O_2$ 가 .9인 경우와  $O_1$ 이 .2,  $O_2$ 가 .8인 경우의 實驗計劃이 圖表 8에 圖示되어 있는데 이는 實驗目標에 對한 加重值 變化가 實驗計劃의 選定에 미치는 效果를 잘 나타낸다.  $O_1$ 의 가중치가 .1이 증가됨으로서 第一計劃으로

[圖表 6]

期 間	1	2	3	4
實 驗				
1			←	→
2		←		→
3				
4			←	→
5		←	→	

[圖表 7]

O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
.1	.9	28	72	396	234	270
.2	.8	56	144	352	208	240
.3	.7	84	216	308	182	210
.4	.6	112	288	264	156	180
.5	.5	140	360	220	130	150
.6	.4	168	432	176	104	120
.7	.3	196	504	132	78	90
.8	.2	224	576	88	52	60
.9	.1	252	648	144	26	30

〔圖表 8〕

期 間 實 驗	1	2	3	4
1				
2		←	→	→
3		←	→	→
4				
5				←

計劃 1.

期 間 實 驗	1	2	3	4
1			←	→
2		←	→	→
3				
4			←	→
5		←	→	

計劃 2.

부터  $E_3$ 가 除去되고  $E_1$  및  $E_4$ 가 追加되었다.  $E_2$ 는 變更되지 않았으나  $E_5$ 는 第4期間에서 第2期間으로 앞당겨졌다.

나. 資源制限의 緩和

앞에 記述한 例에서 目的函數의 값은 824였다. 그리고 Slack이 0인 制限條件은 第3期間의 施設이었다. 만일 이 期間에 可用人員이 110名에서 300名으로 變更되면 圖表 9에서 보는 바와 같이 目的函數는 896의 값을 갖는다. 이 경우 第4期間의 施設 및 第3期間과 第4期間의 人員이 binding constraints가 된

圖表 9.

期 間 實 驗	1	2	3	4
1			←	→
2		←	→	→
3		←	→	→
4				
5	←	→		

First binding constraints relaxed

期 間 實 驗	1	2	3	4
1			←	→
2		←	→	→
3				
4			←	→
5		←	→	

最初問題

圖表 10.

資 源	期 間	Slack
$b_1$	1	80
	2	20
	3	180
	4	0
$b_2$	1	20
	2	5
	3	2
	4	5
$b_3$	1	450
	2	200
	3	0
	4	0

다(圖表 10 參照).

다. 非連續的 計劃

앞에서 實驗은 途中에 끊길 수 없다고 假定하였는데 이 條件이 없어질 경우에는 어떻게 될 것인가? 이에 對한 問題가 圖表 11 및 圖表 12에 圖示되어 있다. 最初의 基本問題가 7個의 變數를 갖는 反面에 둘째 問題는 14個의 變數를 갖는다. 이는 假定의 制限條件을 緩和한데서 생긴 不利益이다. 假定을 緩和한데서 생긴 利點은 圖表 13의 計劃에서 明白하여진다. 連續的인 假定下에서는  $Z$ 가 432이며 非連續的인 計劃이 許容될 경우  $Z$ 는 600으로 增加한다.

라. 整數計劃

만일에 事例에서 다섯가지 實驗이 單一計劃의 一環이 아니라, 단순한 反復을 意味한다면

〔圖表 11〕

實 驗 區 分		E <sub>1</sub>			E <sub>2</sub>			E <sub>3</sub>			資 源 制 限	
		C <sub>1</sub> =168			C <sub>2</sub> =432			C <sub>3</sub> =176				
資 源	期 間	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	H <sub>5</sub>	H <sub>6</sub>	H <sub>7</sub>				
b <sub>1</sub>	1	30	0	0	0	50	0	40	≤	80		
	2	30	30	0	50	50	40	40	≤	80		
	3	0	30	30	50	50	40	40	≤	80		
	4	0	0	30	50	0	40	0	≤	80		
b <sub>2</sub>	1	5	0	0	0	5	0	20	≤	25		
	2	5	5	0	5	5	20	20	≤	25		
	3	0	5	5	5	5	20	20	≤	25		
	4	0	0	5	5	0	20	0	≤	25		
b <sub>3</sub>	1	200	0	0	0	200	0	100	≤	400		
	2	200	200	0	200	200	100	100	≤	200		
	3	0	200	200	200	200	100	100	≤	200		
	4	0	0	200	200	0	100	0	≤	300		

〔圖表 12〕

實 驗 區 分 期 間		E <sub>1</sub>						E <sub>2</sub>					E <sub>3</sub>				資 源 制 限	
		C <sub>1</sub> =168						C <sub>2</sub> =432					C <sub>3</sub> =176					
		H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	H <sub>5</sub>	H <sub>6</sub>	H <sub>7</sub>	H <sub>8</sub>	H <sub>9</sub>	H <sub>10</sub>	H <sub>11</sub>	H <sub>12</sub>	H <sub>13</sub>	H <sub>14</sub>			
b <sub>1</sub>	1	30	0	0	0	30	30	0	50	50	50	0	40	40	40	≤	80	
	2	30	0	30	30	0	0	50	0	50	50	40	0	40	40	≤	80	
	3	0	30	30	0	30	0	50	50	0	50	40	40	0	40	≤	80	
	4	0	30	0	30	0	30	50	50	50	0	40	40	40	0	≤	80	
b <sub>2</sub>	1	5	0	0	0	5	5	0	5	5	5	0	20	20	20	≤	25	
	2	5	0	5	5	0	0	5	0	5	5	20	0	20	20	≤	25	
	3	0	5	5	0	5	0	5	5	0	5	20	20	0	20	≤	25	
	4	0	5	0	5	0	5	5	5	5	0	20	20	20	0	≤	25	
b <sub>3</sub>	1	200	0	0	0	200	200	0	200	200	200	0	100	100	100	≤	400	
	2	200	0	200	200	0	0	200	0	200	200	100	0	100	100	≤	200	
	3	0	200	200	0	200	0	200	200	0	200	100	100	0	100	≤	200	
	4	0	200	0	200	0	200	200	200	200	0	100	100	100	0	≤	300	

〔圖表 13-1 連續的 計劃〕

期 間 實 驗	1	2	3	4
1				
2		←	→	→
3				

〔圖表 3-2 非連續的 計劃〕

期 間 實 驗	1	2	3	4
1	←	→		
2	←			→
3				

0-1 Program 의 條件은 不必要하게 된다. 꼭

같은 目的函數이지만 이 경우에는 1,000 以上의 값을 가질 수 있다. 왜냐하면 實驗이 한번

[圖表 14]

期 間 \ 實 驗	1	2	3	4
1	←→	←→		
2				
3				
4				
5	←→	←→	←→	←→

이상 여러번 計劃될 수 있기 때문이다. 이 경우에는  $C_j$ 가 더 이상 相對的價値가 아니고 反復되는 實驗의 價値가 될 뿐이다. 이 節次가 적용된 實驗計劃이 圖表 14에 圖示되어 있다. 여기에서  $E_1$ 이 두번,  $E_5$ 가 다섯번, 각기간에 두배로 실시할 것이 提示되었다.

## V. 結 論

이 모델은 指揮官이 實驗目標를 最大로 達成하기 위하여 制限된 資源을 割當하는 方法을 提示한다. 資源을 割當하는 效果基準은 實驗目標에 寄與하는 程度에 따라 測定된다. 이 效果基準을 誘導하기 위하여서는 提起된 實驗이 어떻게 遂行되고 全體 實驗計劃을 構成하는 部分의 相對的 重要性을 主觀的으로 評價하는 細部分析이 必要하다. 效果基準은 實驗들의 *Linear function*으로 변경되고 이 關係가 資源制限의 條件下에서 極大化되도록 한다. 實驗所要 및 資源制限은 時間의 영향은 받는다. 이러한 *Linear Program*問題가 *Integer Zero-One Program algorithm*에 依하여 解決되어 實驗計劃形態로 解答을 提示하였다.

### 가. 모델의 能力

이 모델은 計劃도구로 使用되어 資源의 낭비 또는 不足을 豫測케 한다. 여러 實驗中에서 그 重要性에 對한 計劃立案者의 主觀的 認識은 目的函數에 明確하게 表示되며 그 係數는 優先順位의 變化에 따라 修正될 수 있다. 資源의 變化는 그에 따른 效果를 쉽게 測定할

수 있으므로 立案者가 現在의 計劃에 미치지 이 變數들의 效果를 分析할 수 있게 한다.

### 나. 모델의 制限

이 모델에서는 計劃立案者가 明白한 主觀的 評價를 해야 하지만 이 方法에 依하여 보다 客觀的인 價値測定이 可能하기 때문이다. 이 理由로 困하여 實驗計劃의 最終決定時 指揮官은 餘他要素들을 考慮하여 確固한 根據下에 決定하여야 한다. 이 모델에서 確率性은 極히 制限되었다. 即, 未來의 資源可用性과 實驗所要 그리고 人員, 裝備等의 變化는 그 信賴性이 正確히 豫測되기 힘들다. 그러므로 計劃立案者는 可用한 最善의 情報를 얻어서 모델이 現實性을 最大로 反映하도록 해야 한다. 이 모델은 軍事研究計劃에 적용할 수 있으며, 또한 餘他軍事的 節次에 依하여 算出된 計劃과 比較될 수 있다. 上記 모델은 資源, 時間의 增加에 따라 修正되어야 한다. 특히 이 모델은 計劃分析段階에서 크게 寄與할 것이다. 計劃分析의 첫 段階는 特定課業을 決定하기 위한 實驗目標分析인데 이는 이 모델 展開의 첫 段階와 같다. 그 다음 可用資源과 實驗所要가 考慮되어 實驗計劃이 提案되는데 이 모델은 이 모든 過程을 돕는데 적절한 도구가 된다.

## 參 考 文 獻

- [1] Byrne, R.F., "A Chance Constrained Approach to Capital Budgeting with Portfolio Type Payback and Liquidity Constraints and Horizon Posture Controls," *Studies in Budgeting*, N.Y., American Elsevier Pub. Co. Inc., 1971.
- [2] Danzig, G.B., *Linear Programming and Extensions*, Princeton, N.J. Princeton Univ. Press 1963.
- [3] Chamberlain, Robert G. and Louis Kingsland Jr., "A Methodology to Compare Policies for Exploring the Solar System," *Operations Research*, 18:4. (July August, 1970)
- [4] Fishburn, Peter C. *Decision and Value Theory*, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1964.
- [5] Hartman, Frederick and S. Moglewer, "Allocation of Resources to Research Proposals," *Management Science* 14:1 September, 1967
- [6] Hiller, Frederick S., "A Basic Approach to



the Evaluation of Risky Interrelated Investments” in R.F. Byrne, et al. *Studies in Budgeting*, New York, N.Y.: American Elsevier Publishing Company, Inc, 1971.

[7] Miller, Tames R. III. *Professional Decision Making*, New York: Paeger Publishers, 1970.

[8] Naslund Bertil, “A Model of Capital Budg-

eting Under Risk, *Studies in Budgeting*, New York, N.Y. American Elsevier Publishing Co. Inc, 1971.

[9] Pardee, F.S. *Measurement and Evaluation of Transportation System Effectiveness*, Sant Monica: RAND, 1969.