

要因分析에 의한 教科目編成의 實態分析에 관한 研究

(A Study on the Actual Condition of Curriculum Composition by Factor Analysis)

李 舜 堯*

Abstract

The purpose of this study was to analyze the actual condition of curriculum composition by factor analysis, then to find out the peculiarity of each factor through factor loading.

The method adopted here is to classify and arrange the curricula in accordance with the similarity of each subject, to put it into computer, and to get 16 factors whose eigenvalues are at least 1.00.

Consequently, before the orthogonal rotation 67% of the curricula which have the given factors and maximum factor loading were distributed from factor 1 to factor 4, and after orthogonal rotation 45% of the curricula were distributed.

[表-1] 分析對象 學校 및 學科名

1. 序 論

本 研究의 目的은 産業工學科, 工業經營學科 및 經營學科의 最近에 編成된 教科目一覽表를 基礎로 하여 이를 要因分析(Factor Analysis)에 의하여 分析함으로써 이들 學科教科目的 要因別 聯關係를 導出하고, 現在의 教科目編成實態를 把握하여 앞으로 教科目編成時 參考資料로 提示하는데 있다.

本 研究의 方法은 表-1과 같이 全國의 産業工學科, 工業經營學科 및 經營學科가 設置되어 있는 45個 學科(註: 한 두개 學科는 資料未備로 包含시키지 못하였으며 韓國科學院의 産業工學科는 特殊大學院이므로 除外하였다.)를 對象으로 蒐集된 教科目一覽表中 表-2와 같이 學科別 類似性을 勘案한 60個의 教科目으로 分類 整理하여 컴퓨터 프로그램에 의한 要因分析을 하였다.

Data No.	學 校 名	學 科 名
1	江 原 大 大	經 營 學 科
2	建 國 大 大	"
3	慶 南 大 大	"
4	慶 北 大 大	"
5	慶 熙 大 大	"
6	啓 明 大 大	"
7	高 麗 大 大	"
8	關 東 大 大	"
9	國 民 大 大	"
10	國 際 大 大	"
11	檀 國 大 大	"
12	德 成 女 大 大	"
13	東 國 大 大	"
14	同 德 女 大 大	"
15	東 亞 大 大	"
16	明 知 大 大	"

* 高麗大學校

Data No.	學 校 名	學 科 名	Data No.	學 校 名	學 科 名
17	釜山	大	32	中 央	經 營 學 科
18	西 產 業	大 大	33	清 州	商 經 營 學 科
19	西 江	大 大	34	漢 陽	經 營 學 科
20	西 產 業	大 大	35	弘 益	"
21	成 均 館 女	大 大	36	高 麗	產 業 工 學 科
22	成 均 館 女	大 大	37	高 麗	"
23	淑 明 女	大 大	38	崇 田	"
24	崇 田	大 大	39	仁 荷	"
25	延 世	大 大	40	建 國	工 業 經 營 學 科
26	嶺 南	大 大	41	建 國	"
27	圓 光	大 大	42	東 國	"
28	梨 花 女	大 大	43	東 亞	"
29	仁 荷	大 大	44	東 亞 州 工	"
30	濟 州	大 大	45	漢 陽	"
31	朝 鮮	大 大			

[表-2] 學科別 類似性을 勘案한 敎科目 一覽表

No.	產 業 工 學 科	工 學 經 營 學 科	經 營 學 科
1	O.R(O.R 練習)	O,R(O.R 練習)	O.R
2	人間工學(實驗)	人間工學	
3	線型計劃法	線型計劃法(L.P)	
4	工場設計	工場設計	
5	시스템工學	시스템工學(實驗)	시스템管理
6	品質管理	品質管理	品質管理(品質統制論)
7	生産計劃 및 統制	生産計劃 및 統制(工程管理)	生産計劃 및 統制(工程管理)
8	세미나	IE 세미나	經營세미나
9	工業統計學	工業統計(數理統計)	經營統計學(統計學概論)
10	Data Process	E.D.P.S(Data Process)	E.D.P.S
11	컴퓨터 프로그램	프로그램 實驗?	컴퓨터 프로그램(電算 및 練習)
12	生産 및 在庫管理	生産 및 在庫管理(生産管理)	生産管理
13	作業研究(時間動作研究實驗)	作業研究(作業測定實驗)	
14	設備管理(工場施設 및 設計)	設備管理	
15	經濟性工學	經濟性工學	經濟性工學
16	原價會計	原價管理(原價計算)	原價會計
17	工業數學	工業數學	
18	퍼트 및 네트웍(PERT & NET WORK)	NETWORK 理論	
19	產業工學事例研究	工業經營事例研究	
20	產業工學演習	IE 演習	產業工學
21	經營體制理論(經營組織論)	經營組織論	經營組織(經營管理 및 組織)
22	經營情報理論	經營情報理論	經營情報處理理論
23	System Simulation	System Simulation	
24	工場計劃	工場計劃(工場配置)	
25	生産工學		
26	學職務評價	職務評價	
27	一般會計 및 財務管理	財務管理	財務管理
28	實驗計劃法	實驗計劃法	

No.	產 業 工 學 科	工 業 經 營 學 科	經 營 學 科
29		셈손리檢査	
30	情報管理	情報管理	
31	安全工學	安全工學	
32		工場診斷	
33		GAME 理論	
34	工業會計	工業會計(工場會計)	
35		工業經營學(經營工學)	經營工學
36		管理會計	管理會計(豫算統制論)
37		會計學	會計學(會計學理論)
38			財務會計(財務分析)
39	產業心理學	產業心理學	產業心理學
40		會計原理	會計原理
41		管理經濟學	管理經濟學
42		經營分析	計量經營分析(經營數理分析)
43		勞務管理	勞務管理
44		마케팅管理	마케팅管理(市場論)
45		市場調查論	市場調查論(市場情報論)
46		經營學原論	經營學原論(總論)
47	中小企業經營論	中小企業經營論	中小企業經營論
48	經營意思決定論	經營意思決定論	計量意思決定論
49		販賣管理	販賣管理(販賣促進)
50	產業關係論	產業關係論	產業關係論(產業 및 勞動管理)
51		人間關係論	人間關係論
52		人事管理	人事管理
53		經營數學	經營數學
54	管理 및 組織原理	管理 및 組織原理	
55	機械製作法		
56	信賴性工學	信賴性工學	
57		IE 實驗	
58		工業計測	
59		簿記原理	簿記原理(應用簿記)
60		工場組織	

2. 本 論

(1) 要因分析에 의한 教科目的 要因別 聯關分析

① 要因分析의 理論의 背景

美國의 Thurstone 은 Spearman 의 數學的 모형을 一般論으로 擴大하였으며 行列 및 行列式의 代數學을 驅使하여 Spearman 理論의 四價差(Tetrad Difference)¹¹⁾ 는 相關行列의 第1小行列式이며, 이것이 0이라는 것 과 四價差가 0이라는 것은 等價이며, 第1小行列式이 0일 때는 共通要因이 1個로 足하나 이것이 1이 아니라 는 것은 共通要因이 1個以上, 즉 行列의 階數가 1 以上이라는 것을 意味하므로 一般論으로는 共通要因의 數, 즉 相關行列의 階數를 任意의 有限個로 擴大하여 야 할것이라 생각하여 소위 “多要因說”(Multiple Fac-

tor Analysis)^{2,3)}을 提唱하였다.

Thurstone 의 理論은 다음과 같은 要因分析의 基本的 假定위에 設立된다. 즉, “어떤 測定の 標準得點(Standard Scores)은 假定的 要因의 標準得點의 一次 函數로 表現된다.” 여기서 標準得點이란 測定の 原點을 平均値에, 單位를 標準偏差로 取한 값을 말한다.

만약, N 人으로 이루어진 集團에 n 種類의 測정을 행할 경우, 得點表는 $n \times N$ 次의 得點行列 S 가 되며, 그 行列의 元素는 標準得點 S_{ji} 이며, 이 때 j 는 測定の, i 는 個人的 添字이다.

$$S_{ji} = C_{j1} x_{1i} + C_{j2} x_{2i} + \dots + C_{jq} x_{qi}$$

但, x 는 準據要因(Reference Abilities)의 個人 i 에 대한 標準得點

C 는 測定值 S_{ji} 의 決定에 대한 準據要因의 標準得點 X 에 대한 加重值이며 要因負荷量이

라 부른다.

위의 基本假定을 行列을 使用하여 表現하면 다음과 같이 簡明한 形으로 나타낼 수 있다.

즉, $S=FP$ 이며 이것은 그림으로 表示하면,

$$n \begin{matrix} q \\ \boxed{C_{jm}} \end{matrix} \quad g \begin{matrix} N \\ \boxed{x_{mi}} \end{matrix} = n \begin{matrix} N \\ \boxed{S_{ji}} \end{matrix}$$

F (Factor Matrix) P (Population Matrix) S (Score Matrix)

이 된다. 여기서 S 는 得點行列, 그 元素는 x_{mi} (準據 要因 m 에 의한 個人 i 의 記述)이다.

즉, 윗식은 得點行列과 集團行列의 積으로 表現된다.

$$S_{ji} = \sum_{m=1}^g C_{jm} x_{mi}$$

S_{ji} 와 x_{mi} 는 標準得點이므로 그 實驗集團에 대한 이들의 合은 0이다.

즉,

$$\sum_{i=1}^N S_{ji} = \sum_{i=1}^N \sum_{m=1}^g C_{jm} x_{mi} = 0,$$

$$\sum_{i=1}^N x_{mi} = 0 \text{ 이다.}$$

S_{ji} 와 x_{mi} 의 標準偏差는 1이므로

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_{ji}^2 = 1$$

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{mi}^2 = 1 \text{ 이다.}$$

$$\sigma_j^2 = \sum_{m=1}^g \sum_{m=1}^g C_{jm} C_{jm} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{mi} x_{mi} + \sum_{m=1}^g C_{jm}^2 \frac{1}{N}$$

$$\sum_{i=1}^N x_{mi}^2 = 1$$

但, σ_j^2 는 測定 j 의 標準偏差,

m 과 M 은 準據要因을 나타내는 添字
準據要因 m 과 M 은 相互獨立이기 때문에

$$r_{mM} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{mi} x_{Mi} = 0 \text{ 이며, 이것을 윗식에 代入하}$$

면

$$\sigma_j^2 = \sum_{m=1}^g C_{jm}^2 = 1$$

이 식은 어떤 檢査의 모든 準據要因에 대한 要因負荷量(Test Coefficients 혹은 Factor Loadings)의 平方 合은 1 이다라는 것을 나타내 주고 있다²⁾.

Thurstone의 要因分析은 個個의 測定內容뿐만 아니라 相關係數를 몇個의 準據要因에 의하여 說明하고자 하는 理論이다.

最近 日本의 辻岡教授에 의하여 斜交軸座標의 軸間 角度(要因軸間相關)를 固定하여 要因推定值의 相關을 最大로 하는 方法, 즉 "Factormax" 혹은 "procrustes Rotation for Maximizing Factor Estimates Covarian-

ce"方法³⁾에 의한 分析方法의 開發되어 効率的으로 利用되고 있다.

② 關聯教科目的 要因分析

表-2에 表示한 바와 같은 學科別 類似性을 勘案한 教科目一覽表를 컴퓨터에 入力시켜 導出한 出力資料를 整理한 것이 表-3 및 表-4이다.

表-3은 上記學科 關聯教科目的 要因分析表로서 60個 要因의 要因負荷量을 나타내주고 있다. 여기서는 抽出되는 要因의 順序로 相關行列表의 變量을 最大로 說明하는 基準下에서 要因을 抽出하는 Hotelling⁴⁾의 主要 軸分析方法을 適用하여 計算된 要因分析表이다.

여기서는 Kaiser⁵⁾가 提示한 基準을 選擇하여 各要因이 說明할 수 있는 變量의 크기 또는 固有值(Eigenvalues)가 1.00 以上인 要因만을 取하였다. Kaiser는 여러가지 다른 條件에 의한 要因分析의 經驗의 結果를 土台로 變因의 信賴度, 標準誤差 및 各要因의 心理的 見地에서의 說明의 可能性을 1.00로 하는 主要構成分析에서는 固有值가 1.00 以上인 要因만을 選擇하는 것이 妥當하다는 結論을 내리고 있다.

表-3에서 固有值는 各要因이 說明해 주는 變量의 크기를 나타내고 있는데, 예를 들어 要因1(F_1)이 說明할 수 있는 變量은 15.48165가 된다. 이것은 결국 說明하여야 할 全體變量의 25.803%에 該當하며 固有值의 累積率은 처음 要因으로부터 끝 要因까지 說明할 수 있는 全體變量에 의한 累計百分率을 나타내 주고 있다.

要因16(F_{16})까지를 說明할 수 있는 變量은 50.92595로서 이것은 全體變量(60.0)의 84.877%에 該當된다.

表-3의 固有值를 볼 때 要因5까지는 各要因이 說明해 주는 變量의 增加가 比較의 크지만 그 다음 要因부터는 說明해 주는 變量의 增加가 크지 못하며 同時에 減少의 程度가 漸次的으로 微少하게 줄어들고 있다. 이것은 결국 몇個의 共通의 要因에 의하여 說明될 수 있는 變量의 部分이 적다는 것과 또한 各教科目은 다른 教科目과 共有하지 않는 變量, 즉 特殊要因(Specific Unique Factor)이 있을 可能性을 시사해 주고 있다.

表-3에 表示된 數値는 各教科目이 주어진 要因과 最大의 要因負荷量을 가지고 있음을 나타내 주고 있으며 이들의 分布를 볼 때 처음 要因4(F_4)까지에 60個中 40個가 集中的으로 몰려 있음을 알 수 있고 그 比率은 66.7%이다.

表-4는 Kaiser의 基準에 따라서 選擇한 要因을 Varimax 方法에 의하여 軸을 直交回轉시킨 後의 各要因 負荷量을 나타내 주고 있는 要因分析表이다. 여기서 h^2 은 各教科目的 總變量이 1.00일 때에 16個의 要因이 說明해 주는 變量의 比率을 나타내며 이를 흔히 共同量(Communalities)이라고 한다.

h^2 을 볼 때 選擇된 16個의 要因에 의하여 說明될 수

[表-3]

要因		F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
教科目名							
1	O.R	0. 81327					
2	人間計劃	0. 86660					
3	型計劃	0. 78327					
4	工場設計	0. 64877					
5	工場設計	0. 62924					
6	品質管理	0. 67057					
7	生產計劃	0. 54368					
8	工業統計		0. 42434				
9	工業統計						
10	E.D.P.S.	0. 46704					
11	生産管理		0. 44312				
12	生産管理	-0. 70049					
13	生産管理	0. 73913					
14	生産管理	0. 59946					
15	生産管理	0. 84430					
16	原價會		0. 52317				
17	原價會	0. 50229					
18	PERT & NETWORK			0. 43652			
19	産業工學事例研究			0. 51917			
20	産業工學練習(IE練習)					0. 57223	
21	經營管理						
22	經營管理						
23	SYSTEMSIMULATION						
24	工場設計	0. 83417					
25	工場設計						
26	職財務						-0. 41286
27	職財務	-0. 87074					
28	職財務	0. 88484					
29	職財務	0. 43311					
30	職財務						
31	安工	0. 62958					
32	安工	0. 53971					
33	GAME						0. 63754
34	工經	0. 71512					
35	工經	0. 57665					
36	管會	-0. 49658					
37	管會	-0. 51270					
38	財務分析					0. 50736	
39	產業會計						
40	產業會計						
41	管經						
42	管經	-0. 73907					
43	管經						
44	管經	-0. 83683					
45	管經					0. 43766	
46	管經	-0. 48808					
47	管經				-0. 47904		
48	管經				-0. 70089		
49	管經				-0. 64191		
50	管經					0. 51742	
51	管經						
52	管經	-0. 88773					
53	管經						
54	管經				-0. 69748		
55	管經			-0. 56065			
56	管經			-0. 52973			
57	管經		0. 54567				
58	管經						
59	管經						
60	管經			0. 51421			
EIGENVALUES		15. 48165	4. 64556	3. 83387	3. 60419	3. 18335	2. 85079
CUMULATIVE PERCENT AGES OF EIGENVALUES		0. 25803	0. 33545	0. 39935	0. 45942	0. 51248	0. 55999

學科의 關聯敎科目 要因析分表(1)

F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀	F ₁₁	F ₁₂	F ₁₃	F ₁₄	F ₁₅	F ₁₆
	-0.39481								
0.43451 -0.44564				0.47788					
	0.40177								
		-0.43266		-0.60906					
					-0.46357				
								0.44603	
0.46719									
	0.77729								
		0.47448							
2.71519	2.46262	2.03075	1.81724	1.75659	1.47600	1.44605	1.25626	1.19998	1.16586
0.60524	0.64629	0.68013	0.71042	0.73970	0.76430	0.78840	0.80934	0.82933	0.84877

[表-4]

産業工學科, 工業經營科 及 經營學科の

VARIABLE NO.	要因 課科目名	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇
1	O.R	0.73973						
2	人間計劃工學	0.88160						
3	線型計劃法(L.P)	0.77786						
4	工場設計工學	0.68998						
5	品質管理	0.67686						
6	生産計劃	0.57236						
7	工業計劃							0.44385
8	工業統制							
9	E.D.P.S.						0.63803	
10	生産管理							0.62351
11	生産管理	0.59554	-0.49359					
12	生産管理							
13	生産管理	0.84000						
14	生産管理							0.70970
15	生産管理						0.83081	
16	PERT & NETWORK	0.69959	-0.59148					
17	PERT & NETWORK		-0.52562					
18	PERT & NETWORK					0.80555		
19	PERT & NETWORK							
20	PERT & NETWORK							
21	經營組織論							
22	經營情報處理							
23	SYSTEM SIMULATION							0.49298
24	工場計劃							
25	工場計劃							
26	職財務管理	0.79100						
27	職財務管理	-0.70909						
28	職財務管理							
29	職財務管理	0.69442	-0.52970					
30	職財務管理							
31	職財務管理	0.66809						
32	職財務管理							0.68488
33	GAME						0.96892	
34	GAME						0.47848	
35	GAME							0.63763
36	管會財分業計							
37	管會財分業計							
38	管會財分業計					0.82692		
39	管會財分業計							
40	管會財分業計		-0.40642					
41	管會財分業計							
42	管會財分業計	-0.53572						
43	管會財分業計							
44	管會財分業計	-0.65163						
45	管會財分業計							
46	管會財分業計							
47	管會財分業計							
48	管會財分業計						-0.87073	
49	管會財分業計						-0.85967	
50	管會財分業計							
51	管會財分業計	-0.66724						
52	管會財分業計							
53	管會財分業計							
54	管會財分業計					-0.56989		
55	管會財分業計			-0.89896				
56	管會財分業計			-0.93749				
57	管會財分業計							0.83091
58	管會財分業計							
59	管會財分業計							
60	管會財分業計		-0.94978					

處理를 必要로 하는 要因이라고 할 수 있다.

以下는 같은 要領으로 表-4와 圖-1을 參照하기 바란다.

要因分析은 이러한 相關이 생기는 原因을 源泉的 變數의 組合으로 說明하고자 하는 것이다. 要因分析에서 問題로 하는 統計的 配應은 求해진 相關値의 安定性(信賴性)이며 水準의 高低가 아니다. 즉 要因分析에 의한 要因構造의 安定性이 問題이며, 이것에 대한 保證은 對象, 狀況 등을 統制하여 追試함으로써, 그리고 다른 領域에서의 要因分析의 情報를 比較함으로써 얻을 수 있게 된다.

3. 結 論

要因分析에 의하여 産業工學科, 工業經營學科 및 經營學科의 教科目編成實態를 分析하여 要因負荷量에 의한 要因을 찾아내는데 그 目的을 두었다.

먼저 學科別 類似性을 勘案한 60個의 教科目으로 分類整理하여 컴퓨터에 入力시켜 固有値가 1.00以上인 要因16個를 導出하였다.

그 結果, 要因1이 說明할 수 있는 變量은 全體變量의 約 26%에 該當하며 要因16까지를 說明할 수 있는 變量은 約 85%에 該當하였다.

要因5까지는 各要因이 說明해 주는 變量의 增加가 比較的 크지만 그 다음 要因부터는 그렇지 못하며 同時에 減少의 程度가 점차적으로 微少하게 줄어들고 있었다.

各教科目이 주어진 要因과 最大의 要因負荷量을 가지고 있는 것이 軸回轉前에는 要因1로부터 要因4까지에 約 67%, 軸回轉後에는 45%가 分布되어 있었다.

要因1은 學科別 主要教科目を 包含하고 있으며, 同一要因의 妥當性을 가지고 있었고 要因3은 精密度와 計測關係의 要因을, 그리고 要因6은 計數的 處理關係의 要因이라고 할 수 있다.

要因分析은 여러가지 相關이 생기는 原因을 源泉的 變數의 組合으로 說明하고자 하는 것이므로 이 方法論을 導入하여 未知의 要因間의 關係를 探索적으로 알아내하고자 하는데 意義가 있다.

以上과 같이 우리나라 産業工學科, 工業經營學科 및 經營學科의 教科目編成의 實態를 分析하여 본 結果, 外國에 비하여 여러가지 問題點을 內包하고 있음을 豫知할 수 있었으며, 産業工學科 사이, 工業經營學科 사이, 그리고 經營學科 사이에서도 여러가지 隔差가 있음을 勘案할 때 將次 바람직한 教科目編成을 위한 問題點判斷을 위한 參考資料가 되어지기를 期待하는 바이다.

參 考 文 獻

1. Guilford, J.P., "Psychometric Methods" 2d ed. McGraw-Hill, 1954.
2. Thurstone, L.L., "Theory of Multiple Factors" Chicago, 1933.
3. Thurstone, L.L., "Multiple-Factor Analysis" Univ. of Chicago, 1947.
4. 辻岡美延, 韓國版 YG 性格檢査 完成に 關する 研究(電算處理中), 1978.
5. Hotelling, H., "The Relations of the Newer Multivariate Statistical Methods to Factor Analysis," Brit. J. Stat. Psychol., 10 (1957)
6. Kaiser, H.F., "An Analytic Rotation for Factor Analysis," Amer Psychologist, 1955.
7. Kaiser, H. F., "The Varimax Criterion for Analytic Rotation in Factor Analysis," Psychometrika, 1958.
8. Kaiser, H.F., "Computer Program for Varimax Rotation in Factor Analysis," Educ. and Psychol. Measurement, 1960.