

EFA 上機實習

國立臺北護理健康大學

102年量表發展工作坊(2)

實作工作坊(1)：探索式因素分析
(EFA)-軟體操作

劉介宇老師

102/05/03

因素分析的基本觀念與術語

假設學生在數學 (M)，物理 (P)，化學 (C)，英文 (E)，歷史 (H)，法文 (F) 的各科考試成績，與其一般智力水準 (I) 及其在各科的才能有關。故可假設學生的各科成績是其一般智力水準 (I) 與其各科才能的函數，其關係式假設為

$$\begin{aligned} M &= 0.80I + A_m; & P &= 0.70I + A_p \\ C &= 0.90I + A_c; & E &= 0.60I + A_e \\ H &= 0.50I + A_h; & F &= 0.65I + A_f \end{aligned} \quad (5.1)$$

智力(I)是一個隱性的概念(**latent**)，這個例子是說：我們找到一個共同的隱性(**latent**)變數可以解釋顯性(**manifest**)的成績

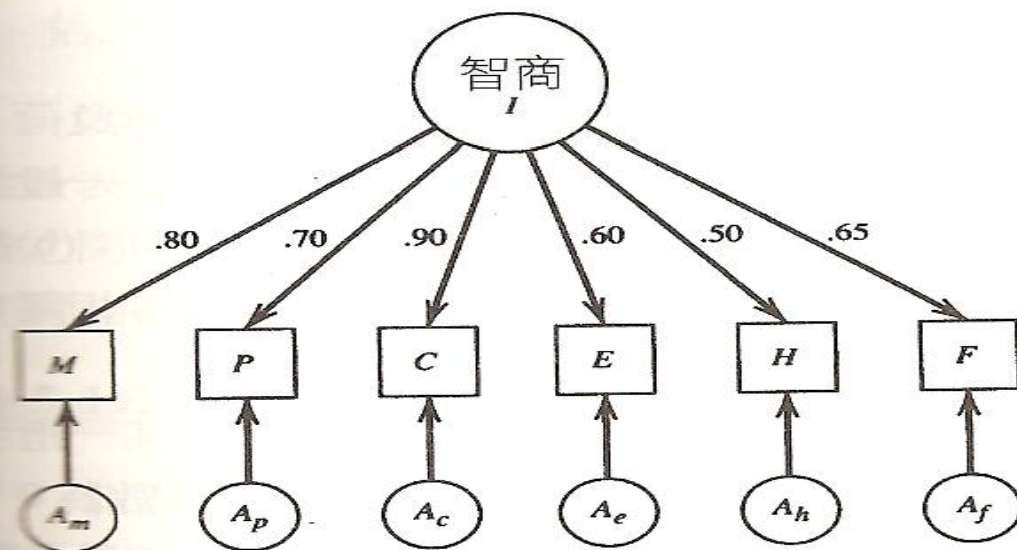


圖 5.1 成績與智商關係圖

用圖表示如圖 5.1，其中

○：表示不可觀察的變數(潛在因素或誤差項)。

□：表示可觀察的(顯性)指示變數。

→：箭頭的起點是因，箭頭的終點是果。

易證(見附錄 A5.2、A5.3 及 A5.4)：

簡單練習EXCEL MMULT: 一因子模型

- 打開EXCEL, 一個學生有6科成績
- (Math, Phys, Chem, English, History, France)
- 輸入第一個行向量(0.8, 0.7, 0.9, 0.6, 0.5, 0.65)
- 選擇該向量→找一塊區域→選擇性貼上(轉置)
- 使用EXCEL 函數 MMULT
- 先選好一塊6x6區域
- 插入函數MMULT
- 分別選兩個向量
- Control+Shift+Enter

變數	共通性	誤差	Factor Loading	分享變異數
M	0.640	0.36	0.8	0.640
P	0.490	0.51	0.7	0.490
C	0.810	0.19	0.9	0.810
E	0.360	0.64	0.6	0.360
H	0.250	0.75	0.5	0.250
F	0.423	0.577	0.65	0.423
總和	2.973	3.027		

簡單練習EXCEL MMULT: 二因子模型

- 0.8 0.2
- 0.7 0.3
- 0.6 0.3
- 0.2 0.8
- 0.15 0.82
- 0.25 0.85

表 5.2 兩因素模式的共通性、型態與結構負荷及相關矩陣

共通性

變數	共通性		總和	唯一性
	Q	V		
M	0.640	0.040	0.680	0.320
P	0.490	0.090	0.580	0.420
C	0.360	0.090	0.450	0.550
E	0.040	0.640	0.680	0.320
H	0.023	0.672	0.695	0.305
F	0.063	0.723	0.786	0.214
總和	1.616	2.255	3.871	2.129

型態及結構負荷與分享變異數

變數	型態負荷		結構負荷		分享變異數	
	Q	V	Q	V	Q	V
M	0.800	0.200	0.800	0.200	0.640	0.040
P	0.700	0.300	0.700	0.300	0.490	0.090
C	0.600	0.300	0.600	0.300	0.360	0.090
E	0.200	0.800	0.200	0.800	0.040	0.640
H	0.150	0.820	0.150	0.820	0.023	0.672
F	0.250	0.850	0.250	0.850	0.063	0.723
總和					1.616	2.255

相關矩陣

	M	P	C	E	H	F
M	1.000					
P	0.620	1.000				
C	0.540	0.510	1.000			
E	0.320	0.380	0.360	1.000		
H	0.284	0.351	0.336	0.686	1.000	
F	0.370	0.430	0.405	0.730	0.735	1.000

共通性, 因素負荷

- 1.任一指示變數的變異數可分解為兩個部分：
 - 共同因素的變異數和，其值為型態負荷的平方和，稱為指示變數與共同因素的共通性(communality)。
 - 獨特因素的變異數，其值為指示變數的變異數減去共通性，稱為唯一性(unique)或獨特性(specific)或誤差(error)變異數。

共通性, 因素負荷

2. 指示變數與潛在因素的相關係數稱為結構負荷(structure loading)或簡稱負荷(loading)。結構負荷的平方稱為指示變數與該因素的共享變異數(shared variance)。此值可用以評估該指示變數是否是該因素良好的或可靠的量測(good or reliable measure)。
3. 任兩指示變數的相關係數等於兩者型態負荷的乘積。

共通性, 因素負荷

- 共通性=(型態負荷)²=(結構負荷)²=分享變異數
- 一句話說完：因素分析就是
 - 是由相關矩陣反推，看看能否導出原始資料的相關係數矩陣。
- 由此可知，什麼叫好的因素分析?找到的因素(分數score)與原本的問題(items)之間
 - 共通性(communality=相關係數²)、負荷(loading)要高
 - 誤差(residual)要低。

因素解的不確定性

- 因素分析的解不是唯一！！
- 因素的不確定性(indeterminacy)主要是因：
 - (1) 因素旋轉的問題
 - (2) 共通性的估計問題
- 做因素分析最害怕遇到的情況：
每個item的factor loading差不多→就看整體
需要一點小聰明

Component Matrix^a

	Component	
	1	2
M	.675	.557
P	.718	.447
C	.683	.418
E	.793	-.410
H	.774	-.461
F	.838	-.359

Extraction Method:
Principal Component
Analysis.

a. 2 components
extracted.

Rotated Component Matrix^a

	Component	
	1	2
M	.139	.864
P	.244	.810
C	.236	.765
E	.866	.216
H	.886	.166
F	.866	.284

Extraction Method:
Principal Component
Analysis.

Rotation Method:
Varimax with Kaiser
Normalization.

a. Rotation converged in
3 iterations.

因素分析的主要目的

- 因素分析的目的就是利用此相關矩陣：
 1. 找出最少個數的共同因素，以解釋最多原變數間的相關。
 2. 經由旋轉軸，找出最合理的因素解。
 3. 對每一變數估計其在各個因素上的型態負荷及結構負荷，共通性(共用因素的變異數)及獨特性(唯一性)的變異數。
 4. 對共同因素提出解釋
 5. 若有需要，估計因素計分。

M255 dataset

- We will use part of a data set available on the web from UCLA. Go to <http://www.ats.ucla.edu/stat/spss/output/factor1.htm> and you will see their link to the file (or you can click straight on http://www.ats.ucla.edu/stat/spss/output/principal_components_files/M255.SAV and choose to download and save the file).
- The data were collected by James Sidanius at the University of Texas. The file includes a lot of variables, including a survey of students' ratings of their lecturers (item13 - item24), some details about the experience and position held by the lecturer (facsex - degree), the class size (nstud), students' academic performance (studrank - gpa) and the students' views on a political attitudes survey (item25 onward).
- For the time being, we will restrict ourselves to the ratings variables (item13 - item24).