

# 教育研究應用 所有子集迴歸分析



葉連祺/國立嘉義大學教育學系教育行政與政策發展

碩士班教授

李佩玲/國立成功大學教育研究所博士班研究生

(通訊作者)



## 摘要

教育研究常應用逐步迴歸分析，卻少見採用所有子集迴歸分析，此肇因於論述少介紹，SPSS未提供分析功能，而所有子集迴歸分析能提供有關自變項對依變項影響關係的豐富資訊，實有待改善。據此，本研究比較四類多元迴歸分析方法，討論所有子集迴歸分析的優勢和限制，說明所有子集迴歸分析的分析流程、評選最佳子集模式和重要變項的規準和方法、及可資採用的分析軟體。再者，設計適用SPSS的所有子集迴歸分析程式，簡述其如何運作和解讀分析結果。最後以教師圖像調查資料進行實證考驗，發現子集迴歸比逐步迴歸提供更豐富的適配模式資訊，使用評選指標比較待選子集迴歸模式，可確認最佳子集模式，顯然所有子集迴歸和分析程式具有應用效益。

**關鍵字：**教師圖像、所有子集迴歸、教育研究、迴歸分析、SPSS

投稿日期：2022年12月9日

完成修稿日期：2022年12月19日

DOI: 10.6423/HHHC.202303\_(144).0008



# *Using All Subset Regression in Educational Research*

Lain-Chyi Yeh<sup>1</sup>; Pei-Ling Li<sup>2\*</sup>

## **Abstract**

Educational research always conducted stepwise regression but less focus on all-subsets regression that caused by little introductions toward it and lack analytic function in SPSS. All-subsets regression can provide rich information about the influential relations between independent variables and dependent variables that must be improved. The study compared four multiple regression analysis, discussed the strengths and weakness about all-subsets regression, illustrated analytic procedure of all-subsets regression, reported selecting criteria and methods toward the best-subset model and important variables as well as suitable analytic software. Moreover we developed two programs for all-subsets regression in SPSS, and discussed briefly how it works as well as how to interpret the analytic outputs. Finally survey data of teacher image was used to test all-subsets regression, it showed that all-subsets regression provides rich information of fit model more than stepwise regression. The best-subset regression model can be confirmed by using assessment indices to compare candidate subset regression models. Therefore it showed that all-subsets regression and these programs have several applied benefits for educational research.

**Keywords:** teacher image, all subset regression, educational research, regression analysis, SPSS

---

<sup>1</sup> Professor, Master's Program of Educational Administration and Policy Development, Department of Education, National Chiayi University

<sup>2</sup> Doctoral student, Institute of Education, National Cheng Kung University

\* corresponding author

## 壹、前言

毋庸置疑，迴歸分析（regression analysis）已成為教育研究主要的資料分析方法，其中使用線性多元迴歸（linear multiple regression）更常見於教育研究之中，目的在找出能有效解釋或預測依變項的多個自變項組合，若把自變項組合所形成迴歸模式視為子集迴歸（subset regression），那麼迴歸分析目的就在於確認一或多個最佳子集迴歸模式（best subset regression）。對此，已見研究者提出甚多構想，如所有子集迴歸（all subset regression, ASR）或稱所有可能迴歸（all possible regression, APR）、所有可能子集迴歸（all possible subsets regression, APS）是針對全部自變項可能組合的迴歸模式進行考驗（林清山，1990；Mendenhall & Sincich, 2011, 2020），階層迴歸（hierarchical regression）或稱系列迴歸（sequential regression, SER）是考驗多個具階層關係的迴歸模式（Tabachnick & Fidell, 2019），其目的都在尋找一個由多個自變項構成的最佳子集迴歸模式，另外則是藉助某些準則去篩除不重要變項，採取逐步法、向前法、後退法、分支定界法（branch and bound）等篩選變項做法，其中逐步迴歸（stepwise regression）廣受討論和應用，以留下最佳子集迴歸模式。這些方法各具優缺點及適用之處，早為教育統計和介紹統計套裝軟體（statistical package software）專書討論，只是所有子集迴歸被專書介紹和應用相對明顯較少，其肇因之一在於IBM SPSS Statistic（以下簡稱SPSS）雖已提供直接分析該做法的功能選項，卻少被討論，這不利於教育研究應用。

分析所有子集迴歸，通常是要篩選出一個最佳子集迴歸模式，常見論述推薦使用 $R^2$ 、AIC等指數，尚有 $U_p$ （Afifi & Clark, 2004）、Stein調整 $R^2$ 等（Kennedy, 1988），但少見一般分析軟體採用。SAS、MINITAB、R等已提供直接分析所有子集迴歸的功能，早期使用SPSS需要採用繁瑣的多次設定和分析做法（見王保進，2004，2018），明顯不方便，19版起可應用LINEAR命令協助，最終提供1個最佳子集模式，卻無法得知其他子集迴歸模式的分析結果，顯然都有不足；若能結合SPSS programming（Boslaugh, 2005; International Business Machines Corporation., 2016）設計程式，將可改善SPSS分析該項迴歸的功能，有利於教育研究者應用。

就教育研究而言，逐步迴歸僅提供一個結果模式，但若運用所有子集迴歸分析，就能全面地找出多個關鍵影響因素可能構成的多個結果模式，提供有關自變項影響依變項的豐富資訊，這是逐步迴歸所無法辦到之處。如教育部（2019）已公布《終身學習的教師圖像》（見臺教師（三）字第1080022046號函），揭示

九項教師圖像 (teacher image)，以此發展出在職階段教師素養標準 (教育部，2018)，換言之教師圖像導引了教師素養標準的研訂，表明該官定教師圖像對師資培育、教師發展的關鍵影響作用。可是尚未見對前述官定教師圖像的實證調查分析，無法了解國小教育人員的看法，也就無從得知該教師圖像對國小教師發展可能引發的成效及可能遭遇的推動困難。觀此分析屬於探索性研究，採用階層迴歸或逐步迴歸都可能掛一漏萬，遺漏了發現可能影響成效的教師圖像項，納入全部變項組合的所有子集迴歸就成為不錯的選擇。

綜上所述，本研究聚焦於討論所有子集迴歸分析理論和應用，包括發展可分析所有子集迴歸的SPSS程式/巨集，使用教育研究實例 (即教育部公布的《終身學習的教師圖像》) 說明應用該項分析。簡言之，研究目的包括：1. 探討所有子集迴歸分析理論和應用，2. 藉助SPSS編程發展可分析所有子集迴歸分析的程式，3. 使用教育研究實例闡釋進行所有子集迴歸分析。

## 貳、所有子集迴歸分析探討

### 一、多元迴歸分析方法類型比較

對於多元迴歸分析的分類，Tabachnick和Fidell (2019) 區分成三類：標準或同時多元迴歸 (standard, simultaneous multiple regression)、系列或階層迴歸 (sequential, hierarchical regression)、統計 (逐步和逐組) 迴歸 (statistical (step-wise and setwise) regression) 等三類型，其差異點在於投入自變項重疊情形及決定自變項進入程式順序，標準型迴歸一次僅分析一個迴歸程式，確認各投入變項的重要性和顯著性；系列型迴歸則投入考驗由多個變項重複所構成的迴歸模式，比較和選擇其中最佳模式，及考驗投入變項重要性和顯著性；至於逐步型迴歸是根據投入或刪除篩選規準，經多次篩選後確定最終組成迴歸模式的變項組合，反之逐組型迴歸則列出所有可能的子集迴歸模式，並全部考驗，根據評估規準，選取出最佳子集迴歸模式，係採取模式考驗 (model-testing) 取向，而標準型和系列型迴歸則可視為採取模式建立 (model-building) 取向。

另可從迴歸分析的作用觀察，大致包括因果性、預測性和描述性三種角度 (謝宇，2010)，因果性觀點著重於發現“真實”因果模式，找出自變項和依變項構成的因果關係模式，預測性觀點係利用已知自變項和依變項關係，投入數值以了解預測值及預測效果，描述性觀點則在不曲解數值情形下，以模式簡約地說明最佳的自變項和依變項特性。就此觀之，持因果性和描述性觀點可能需要節

選變項，精確性和簡約性是兩個判準，此適用於探索性和驗證性研究，而持預測性觀點則注重說明概況，類似於解釋性研究。就迴歸分析功能，亦見其他論者提出類似看法，如何曉群和劉文卿（2011）提到結構分析、預測和控制；王保進（2018）指出探討自變項和依變項關係、找出自變項最佳預測模式、控制干擾變項以探討自變項和依變項真正關係、探討自變項交互作用效果和依變項關係。綜言之，迴歸分析作用或功能當不外是描述分析、因果分析、預測分析，即描述自變項和依變項構成影響關係結構、闡釋自變項對依變項形成因果關係、說明自變項預測依變項變化關係。

綜合上述討論，可將多元變項迴歸分析分成四類：所有子集迴歸、階層迴歸、同時迴歸和最佳子集迴歸，比較其異同之處見表1。顯然四類迴歸分析各具優劣及適用分析目的，若欲經濟有效地取得迴歸模式，則應採用最佳子集迴歸做法，常見是多元逐步迴歸；若欲避免遺漏待選最佳模式，完整了解可能適配模式，綜合統計證據和其他考量評選模式，則所有子集迴歸當是最佳做法；如有理論、合理推導和研究成果證據支持，需檢驗多個待選模式和多個變項影響性，那麼階層迴歸將是可行做法；假使欲檢視多個變項重要/影響性，則能考慮採用同時迴歸，此亦被廣泛使用。再者，逐步迴歸雖是應用廣泛的最佳子集迴歸做法，快速產出迴歸模式是其優點，但長久以來也受到不少論者質疑（王保進，2004，2018；Ruengvirayudh & Brooks, 2016; Smith, 2018; Thompson, 1995; Wang & Chen, 2016），認為需要審慎看待逐步迴歸分析結果的合理性，包括因為篩選自變項規則設定的限制，而遺漏重要變項；Wang和Chen（2016）就建議可考慮採用所有子集迴歸，以避免發生逐步迴歸所遭遇的問題，顯然所有子集迴歸分析可查核逐步迴歸分析結果的適切性。

表1 四類多元迴歸分析比較

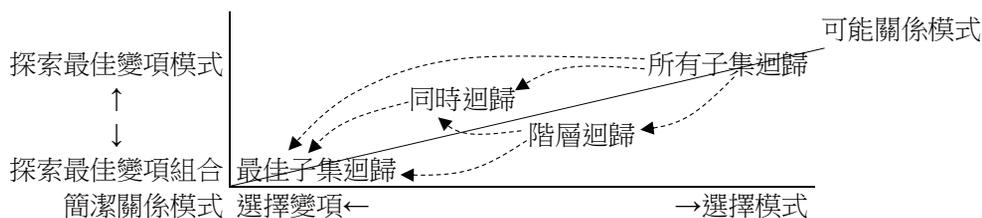
	所有子集迴歸	階層迴歸	同時迴歸	最佳子集迴歸
有關中譯	全集迴歸,全子集迴歸	多層迴歸,層次迴歸,層級迴歸,分層迴歸	聯立迴歸	最優子集迴歸
相關名稱	所有可能迴歸	系列迴歸		
分析目的	分析全部可能模式,了解說明自變項和依變項關係的最佳模式	依據論述假設,分析多個模式,了解說明自變項和依變項關係的最佳模式	分析單一模式,了解自變項和依變項變項影響關係,及自變項預測(推估)值和預測(推估)效果	分析單一模式,了解說明自變項和依變項最佳組合的關係模式
分析觀點	因果性,描述性	因果性,描述性	預測性,描述性	描述性
投入自變項數	全部變項(p個)	依原則特定選取部分變項(2~p個)	依原則特定選取部分變項(2~p個)	全部變項,或依原則特定選取部分變項(2~p個)
投入依變項數	1個	1個	1個	1個
分析子模式數	2 <sup>p</sup> -1組	2至2 <sup>p</sup> -1組	1組	1組

	所有子集迴歸	階層迴歸	同時迴歸	最佳子集迴歸
輸出自變項數	2 <sup>p</sup> -1組模式	同分析子模式數	同投入自變項數	≤投入自變項數
自,依變項關係	事前不假設	事前假設幾組關係	事前不假設	事前不假設
自變項彼此關係	事前不假設	事前假設幾組關係	事前假設1組關係	事前不假設
分析方法/流程	選定自變項和依變項→建立所有自變項組合構成的2 <sup>p</sup> -1個迴歸模式→考驗所有迴歸模式→評估所有模式解釋力和變項重要性→依模式規準和其他考量選擇較佳模式→闡釋重要變項和影響關係	選定自變項和依變項→建立多個具階層關係的迴歸模式→考驗多個迴歸模式→評估多個模式解釋力和變項重要性→闡釋重要變項和影響關係,選擇適合迴歸模式	選定自變項和依變項→建立1個迴歸模式→考驗迴歸模式→評估模式解釋力和變項重要性→闡釋重要變項和影響關係	選定自變項和依變項→建立1個迴歸模式→選擇變項篩選方法→考驗迴歸模式→評估模式解釋力和變項重要性→闡釋重要變項和影響關係
應用限制/問題	分析全部可能子集模式較耗時,使用模式和變項評估規準及研究者分析能力和經驗影響所得較佳/最佳模式	研究者建模決策影響投入考驗模式,可能遺漏重要變項和可能適合/合理模式	所得模式多含不顯著變項,可能遺漏重要變項,所得未必是合理/最佳的迴歸模式	變項篩選方法/程序影響所得模式,有時所得迴歸模式並非最佳/合理模式
模式評估	模式適配( $R^2$ ,調整 $R^2$ , $MSE$ , $VIF$ ), 模式差異( $AIC$ , $BIC$ , $C_p$ , $PC$ ), 自變項重要性和顯著性	模式適配( $R^2$ , 調整 $R^2$ , $MSE$ , $VIF$ ), 模式差異( $AIC$ , $BIC$ , $C_p$ , $PC$ , $\Delta R^2$ ), 自變項重要性和顯著性	模式適配( $R^2$ , 調整 $R^2$ , $MSE$ , $VIF$ ), 自變項重要性和顯著性	模式適配( $R^2$ , 調整 $R^2$ , $MSE$ , $VIF$ ), 自變項重要性和顯著性
適用研究類型	探索性研究和驗證性研究皆適合	驗證性研究為主,探索性研究次之	驗證性研究為主,探索性研究次之	探索性研究為主
分析軟體支援	SPSS,SAS,STATA, R, Minitab,等	SPSS, SAS, Minitab, R, STATA等	SPSS, SAS, R, Minitab, STATA等	SPSS, SAS, Minitab, R, STATA等

註：p是自變項數。

其次，四類多元迴歸分析可從探索對象（變項模式或變項組合）、結果選擇（變項或模式）、模式選擇（簡潔關係或可能關係）等三個角度去比較，將之整合一起看待，可見圖1所示四類迴歸分析定位，所有子集迴歸分析結果包括其他三類分析結果，同時迴歸分析結果若刪去不顯著變項則可能與最佳子集迴歸分析結果相仿，階層迴歸分析結果經比較亦可能與同時迴歸或最佳子集迴歸分析結果類似；換言之，進行所有子集迴歸分析可獲取做為其他三類迴歸分析的大部分結果，表示其應用彈性和效益大。

圖1 四類多元迴歸分析比較



註：箭線表示各類多元迴歸分析結果可轉變關係。

圖1中的箭頭虛線指出四類迴歸分析的可轉變方式，如所有子集迴歸取得 $2^p-1$ 個子集迴歸模式，若個別看這些子集模式分析結果就是 $2^p-1$ 個同時迴歸的分析結果，此即「所有子集迴歸→同時迴歸」轉變關係；若根據篩選法則，從所有子集迴歸分析結果（ $2^p-1$ 個子集迴歸模式）篩選出1個最適切表達自變項對依變項影響關係的組合，此即「所有子集迴歸→最佳子集迴歸」轉變關係；如從 $2^p-1$ 個子集迴歸模式中選擇一些彼此具階層隸屬關係的迴歸模式進行比較，例如比較模式的 $\Delta R^2$ ，以確認某些自變項的重要性/影響力，即 $\Delta R^2$ ，值越大且考驗達 $p < .05$ 就表示增加該變項，將明顯增進模式的解釋力，亦即其為重要變項不可忽視，這是「所有子集迴歸→階層迴歸」轉變關係；如果選擇幾個自變項形成多個子集迴歸模式，單獨進行各子集模式，最終根據模式的 $R^2$ ，選擇最佳模式者（即最佳子集迴歸模式），其意義就是「同時迴歸→最佳子集迴歸」的轉變關係；當然階層迴歸分析結果除了解自變項影響力外，亦能篩選出最能適切表示若干自變項組合的子集迴歸模式，那便是「階層迴歸→最佳子集迴歸」的轉變關係；至於藉助「階層迴歸→同時迴歸」的轉變關係，可拆解階層迴歸變成多個子集同時迴歸。換言之，所有子集迴歸的 $2^p-1$ 個子集迴歸模式經由比較和篩選，通常可形成1個最佳子集迴歸模式，或是篩選多個彼此不具隸屬關係的子集模式，結果等同於多個同時迴歸模式，如果選擇彼此有隸屬關係的子集模式以比較和確認出重要的自變項，那就類似進行階層迴歸分析的結果。

## 二、所有子集迴歸分析課題探討

以下依序討論分析流程、選擇子集模式、選擇分析軟體等課題：

### （一）分析流程

一般而言，進行所有子集迴歸主要包括三件工作：查核待分析變項、分析所有子集模式、選擇最佳子集模式。其中查核待分析變項工作是確保資料適合迴歸分析，包括檢查資料為常態分配，無偏離值（outlier），這是基本工作。分析所有

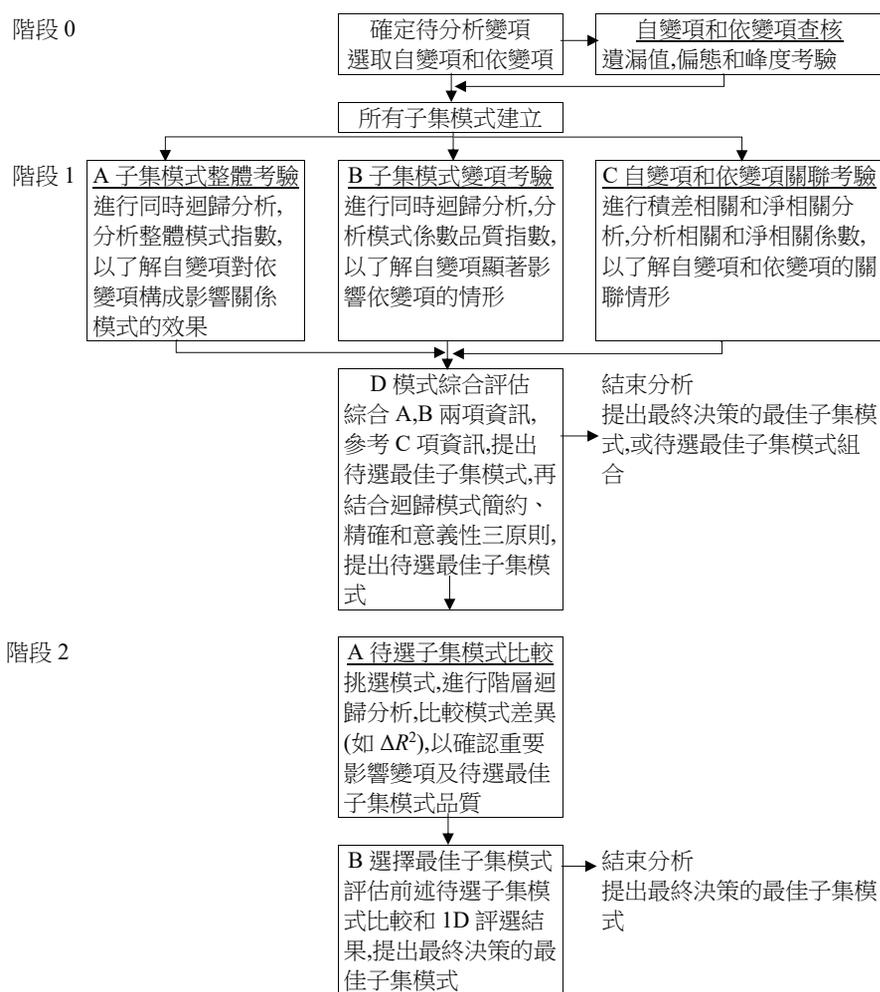
子集模式工作是整個關鍵事項，目的在檢視全部的子集迴歸模式適配情形，此需要執行 $2^p-1$ 個子集迴歸模式（ $p$ 是自變項數），並彙總有利於評估各子集模式適切性的資訊，包括子集模式整體適配考驗和子集模式內自變項適配考驗兩類資訊。至於選擇最佳子集模式工作係根據幾項評選原則，檢視和篩選待選最佳子集模式，進行進階的子集模式差異比較，以最後決選出最佳子集迴歸模式，並闡釋意義。

綜合上述說明，可見進行所有子集迴歸分析流程包括三個階段，如圖2，其中第二個階段最具關鍵性，工作內容最為繁雜，第三階段則屬最難為，困難度最大。大體來說，準備階段（即階段0）處理查核待分析變項工作。分析階段（即階段1）聚焦處理分析所有子集模式，可進行四項工作（1A~1D工作），其中前三項工作包括執行多元迴歸分析和關聯分析（指積差相關和淨相關），如果彙總分析資訊後可評選出唯一最佳子集迴歸模式，則整個分析工作已屬達成分析目標。競選階段（即階段2）乃針對多個待選最佳子集模式，藉助模式差異考驗，了解自變項重要性和模式價值（通常指整體模式 $R^2$ ，2A工作），根據既定評選法則，決選出一個最佳子集迴歸模式，或再提出幾個具參考價值的次要最佳子集迴歸模式（2B工作），至此則整個所有子集迴歸分析工作結束。

## （二）選擇最佳子集模式規準

前述分析流程指出評選最佳子集模式是首要工作，其主要是依賴一些評估迴歸模式品質的指數分析結果，據以初步篩選出待選的最佳子集模式名單供分析者抉擇。對此，已見論述（Afifi & Clark, 2004; Brooks & Ruengvirayudh, 2016; Kennedy, 1988）提出不少可用指數的彙總討論，以供評選最佳子集迴歸模式，見表2所示，包括 $R^2$ （coefficient of determination, 決定係數）、MSE（mean square error, root mean square error 或稱 root MSE, RMSE）、SEE（Standard error of the estimate）、 $C_p$ （Mallows' Prediction Criterion）、AIC（Akaike Information Criterion）、PC（prediction criterion, 或稱 Amemiya Prediction Criterion, APC）、BIC（Bayesian Information Criterion, 或稱 SBC）、 $U_p$ 、PRESS（prediction error sum of squares）、GCV（generalized cross validation）等。這些評選指數所依據的論述觀點不盡相同，大致上能分成四類：一是模式效果類，指迴歸模式自變項能解釋依變項變異的效果，主要是 $R^2$ 、 $adjR^2$ （adjusted R-square, 調整的 $R^2$ ）、 $f^2$ 等，而 $adjR^2$ 有Stein、Browne等人提出的調整 $R^2$ （Kennedy, 1988），Theil提出的校正 $R^2$ （corrected  $R^2$ ）（Amemiya, 1980）；二是模式殘差類，指迴歸模式能減少殘差（即模式無法解釋的變異量）的效果，此如COA（coefficient of alien-

圖2 進行所有子集迴歸分析之兩階段分析流程



ation, 離間係數)、 $MSE$ 、 $U_p$ 、 $C_p$  等, 其中  $U_p$  少見討論, 性質類似平均誤差均方值 (average mean squared error),  $U_p = \frac{1 - R^2}{(n - p - 1)(n - p - 2)}$  (Afifi & Clark, 2004), 通常呈現  $U_p \times 1000$  的數值以利判讀, 是調整的  $C_p$  (Siniksaran, 2008); 三是變項共線性類, 係說明模式內自變項之間具共線性關係的情形, 此有  $C$  (condition index, CI, 條件數)、平均 VIF (variance inflation factor) 等; 四是模式比較類, 是選擇 AIC、 $AIC_c$ 、 $AIC_u$ 、BIC、PC、 $\Delta R^2$ 、 $\Delta BIC$ 、RED (proportional reduction in residual sum of squares due to the additional variable, 增加變項造成殘差平方和減少比率) 等, 其中  $\Delta BIC$  值依據 Raftery (1995) 的建議 0~2 是弱差異 (weak)、2~6 是確有差異 (positive)、6~10 是強差異 (strong)、>10 是極強差異 (very strong)。基於各類評估指數所說明模式的優勢不同, 實際評選最佳子集模式時似宜兼顧使用四類指數, 以較完善地描述子集模式的優點和弱勢。

表2 選擇最佳子集迴歸模式之整體模式評估指數比較

評估指數	分析公式	出處和評估判準
模式效果量		
$R^2$	$R^2 = \frac{SS_{reg}}{SS_{total}}$	大較佳, 且 $F$ 考驗達 $p < .05$
$adjR^2$	$R_{adj}^2 = 1 - \frac{n-1}{n-p-1}(1-R^2)$	Wherry (1931), 大較佳
$adjR^2$	$R_{adj}^2 = 1 - \frac{(n-1)(n-2)(n+1)(1-R^2)}{(n-p-1)(n-p-2)n}$	Stein (1960), 大較佳
$adjR^2$	$\widetilde{R}^2 = 1 - \frac{n-1}{n-p-1}(1-R^2)$ $\widetilde{R}^4 = \widetilde{R}^2 - \frac{2p(1-\widetilde{R}^2)^2}{(n-1)(n-p+1)}$ $R_{adj}^2 = \frac{(n-p-3)\widetilde{R}^4 + \widetilde{R}^2}{(n-2p-2)\widetilde{R}^2 + p}$	Brown (1975), 適用小樣本, 大較佳
$f^2$	$f^2 = \frac{R^2}{1-R^2}$	Cohen (1988), 大較佳
$adjR^2$	$R_{adj}^2 = 1 - \frac{n}{n-p}(1-R^2)$	Theil 見 Amemiya (1980), 大較佳
模式誤差		
COA	$COA = \sqrt{1-R^2}$	小較佳
$C_p$	$C_p = (n-m-1) \frac{SSE_p}{SSE_m} - n + 2p$	Mallows (1964), 小較佳
$\bar{C}_p$	$\bar{C}_p = C_p - \frac{2(p-m+1)}{n-p-3}$	Gilmour (1995), 小較佳
$U_p$	$U_p = \frac{1-R^2}{(n-p-1)(n-p-2)}$	Afifi & Clark (2004), 小較佳
MSE, RMSE (或稱S)	$S = \sqrt{MSE}$	小較佳
PRESS	$PRESS = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$	小較佳
變項共線性		
C (condition index, 或稱 CI)	$C = \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}}, C = \sqrt{\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}}}$	條件數, 小較佳, $100 > C \geq 10$ 是較強共線性, $\geq 100$ 是嚴重共線性
平均VIF	$\overline{VIF} = \frac{\sum VIF}{p}$	小較佳, 平均VIF值 $\geq 10$ 是嚴重共線性
模式比較		
AIC	$AIC = n \times \ln(\hat{\sigma}^2) + 2(p+1)$	Akaike (1974), 小較佳
AICc (調整AIC)	$\hat{\sigma}^2 = \frac{n\hat{\sigma}^2}{n-p-1}$ $AIC_c = n \times \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{2n(p+1)}{n-p-2}$	Hurvich & Tsai (1989), 小較佳
AICu (不偏AIC)	$S^2 = \frac{(n-p-1)\hat{\sigma}^2}{n-p}$ $AIC_u = n \times \ln(S^2) + \frac{2n(p+1)}{n-p-2}$	McQuarrie, Shumway & Tsai (1997), 小較佳
BIC (或稱SBC)	$BIC = n \times \ln(1-R^2) + p \times \ln  $	Schwarz (1978), 小較佳

評估指數	分析公式	出處和評估判準
PC	$PC = (1 - R^2) \times \frac{n + p}{n - p}$	Amemiya(1980)
$\Delta R^2$	$\Delta R^2 = R^2_B - R^2_A, F = \frac{(R^2_B - R^2_A) / (p_B - p_A)}{(1 - R^2_B) / (n - p_A - 1)}$	F值達 $p < .05$
$\Delta BIC$	$\Delta BIC = BIC_B - BIC_A$	Raftery (1995), 0~2是weak (弱), 2~6是positive (確有), 6~10是strong (強), >10是very strong (極強)差異
RED (增加變項造成誤差平方和減少比率)	$RED = 1 - \frac{1 - R^2_B}{1 - R^2_A}$	Raftery (1995), 大較佳
$R^2$ 損失%	$R^2_{y.(m+1, \dots, p).(1, \dots, m)} = \frac{R^2_p - R^2_m}{1 - R^2_m}$	林清山 (1990), 小較佳

註：n是樣本數，p是變項數，m是比較模式的變項數， $\lambda_{max}$ 是變項相關矩陣的最大特徵值。

關於如何選擇最佳子集模式的判斷標準，可謂眾說紛紜，大致有認為採用單一指數如 $R^2$ 、AIC等，或選擇多個指數做綜合評判，如前所談，各評選指數對最佳子集模式所持觀點略異，因此僅以單一指數篩選可能較為冒險，相對而言採取多指數做綜合檢視可能較佳。論者對採取哪些指數及衡量標準值做為評選依據有相異見解，如林清山（1990）建議綜合考量 $R^2$ 和淨F值（partial F）最大，及迴歸變項正確和簡約原則，王保進（2004，2018）建議選用AIC、PC和BIC值最小、 $C_p$ 值越接近自變項數+1、調整 $R^2$ 最大為標準，Afifi和Clark（2004）建議考慮 $R^2$ 值最大、 $C_p$ 和 $U_p$ 值最小，何曉群和劉文卿（2011）指出可採用調整 $R^2$ （指Wherry提出者）最大、AIC和 $C_p$ 值最小，Mendenhall和Sincich（2011，2020）建議選取 $R^2$ 和調整 $R^2$ 最大、 $C_p$ 和PRESS值最小者。綜觀之，儘管論者看法不一，但仍有對採用 $R^2$ 、 $C_p$ 幾項指數的看法具共識。此外，尚可繪製迴歸模式序號對應模式調整 $R^2$ 、AIC、 $C_p$ 、 $U_p$ 、PRESS值等的折線圖或散布圖供判斷（Afifi & Clark, 2004; Mendenhall & Sincich, 2011, 2020; Siniksaran, 2008）。

其次，評估自變項亦屬重要，整理可用評估指數見表3，大致能分成四類：一是變項重要性，此如未標準化和標準化迴歸係數，迴歸因素結構係數（ $r_{xy}$ , regression factor structure coefficient, FSC）、Partial F（淨F）、 $R^2$ 分解值（Rs<sub>q</sub> decomposition）（Tabachnick & Fidell, 2019）等，後兩者較少被討論和採用，可用於辨識自變項重要性，另外尚有Shapley值、優勢分析（dominance analysis）、共性分析（commonality analysis）、相對權重分析（relative weight analysis, RWA）等分析方法（林清山，1990；朱訓和顧昕，2023；Nathans, Oswald, & Nimon, 2012）。二是變項關聯類，旨在以積差相關、淨相關（partial correlation）、部分相關（part correlation）等說明自變項彼此關聯程度，常用是積差相

關。三是預測誤差類，係了解依變項值和依變項預測值之間的誤差，此有MSE、PRESS等指數可供應用，以MSE最被廣泛使用。四是變項共線性類，此在確認自變項間具共線性的情形，常見採用C（條件數）、VIF、允差（tolerance）等。由於四類評估指數的立論點不同，就實際應用而言，也宜兼用這四類指數去綜合性評選重要的自變項。

表3 選擇最佳子集迴歸模式之自變項評估指數比較

評估指數	分析公式	出處和評估判準
變項重要性		
b (迴歸係數)		顯著性t考驗為 $p < .05$
$\beta$ (標準化迴歸係數)	$\beta_x = \frac{S_x}{S_y} \times b_x$	顯著性t考驗為 $p < .05$
Partial F (淨F)	$F = \left( \frac{\beta}{\sigma_\beta} \right)^2 = t^2$	林清山 (1990), 大較佳
FSC (迴歸因素結構係數)	$FSC = \frac{r_{yx}}{R}$	林清山 (1990), 大較佳
$R^2$ 分解值	$R_{xi}^2 = \beta_{xi} \times r_{yxi}$	Tabachnick & Fidell (2019), 大較佳
$R^2$ 分解值%	$R_{xi}^2 \% = \frac{\beta_{xi} \times r_{yxi}}{R^2} \times 100$	大較佳
變項關聯		
$r_{yx}$		大較佳, 顯著性t考驗是 $p < .05$
$r_{yx.z}$ (淨相關)		大較佳, 顯著性t考驗是 $p < .05$
$r_{y(x.z)}$ (部分相關)		大較佳, 顯著性t考驗是 $p < .05$
預測誤差		
MSE, RMSE (或稱S)	$S_i = \sqrt{MSE_i}$	小較佳
PRESS	$PRESS = \sum \left( \frac{y_i - \hat{y}_i}{1 - h_{ii}} \right)$	Mendenhall & Sincich (2011), 小較佳
變項共線性		
C (或稱CI)	$C_i = \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_i}, C_i = \sqrt{\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_i}}$	條件數, 小較佳, $100 > C \geq 10$ 是較強共線性, $\geq 100$ 是嚴重共線性
VIF	$VIF_i = \frac{1}{1 - R_i^2}$	小較佳, VIF值 $\geq 10$ 是嚴重共線性
Tolerance (允差)	$TOL_i = 1 - R_i^2$	小較佳

### (三) 選擇分析軟體

由於所有子集迴歸分析時需要針對不同變項組合進行多次的多元迴歸分析，因此非常需要專門適用的分析軟體，綜合論述（International Business Machines Corporation., 2020; Lindsey & Sheather, 2010, 2015; Mendenhall & Sincich, 2011, 2020; Verme, 2019），彙總五個統計軟體所提供的分析功能如表4所示。可知皆滿足了進行分析的基本需要，提供 $R^2$ 、 $adjR^2$ 、AIC、BIC、MSE (RMSE)等評估整體模式適配的分析結果，但是比較表2，不難得知並未完全含括已知的模式評估指數。又據此可見SPSS已提供三種分析方法，採用regression命令已被廣泛周知，

LINEAR 命令亦見介紹 (Yang, 2013)，相對地 regression best subsets 就少見討論，後兩種做法可謂能提供分析所有子集迴歸的服務頗值得推介。

表4 可進行所有子集迴歸分析統計軟體之比較

分析軟體	功能選項	命令,程序,程式	提供整體模式評估指數
MINITAB	Best subsets regression	best subsets regression	$R^2$ , $adjR^2$ , $C_p$ , $S$ , $AIC_c$ , $BIC$ , $PRESS$ , $C$
SAS	regression	REG	$R^2$ , $adjR^2$ , $C_p$ , $BIC$ , $MSE$
R		bestglm, lmSubsets, lmSelect, leaps, olsrr	$AIC$ , $BIC$ , $R^2$ , $adjR^2$ , $C_p$ 等
STATA	Linear regression	regress vselect gvselect regall	$R^2$ , $adjR^2$ , $RMSE$ $R^2$ , $adjR^2$ , $C_p$ , $AIC$ , $AIC_c$ , $BIC$ , $RMSE$ $R^2$ , $adjR^2$ , $AIC$ , $BIC$ , $RMSE$ $R^2$ , $adjR^2$ , $AIC$ , $BIC$
SPSS	regression regression best subsets Automatic Linear Models (自動線性建模)	REGRESSION 無 LINEAR	$R^2$ , $adjR^2$ , $C_p$ , $AIC$ , $BIC$ , $PC$ , $MSE$ $R^2$ , $adjR^2$ , $C_p$ , $AIC$ , $BIC$ , $MSE$ $adjR^2$ , $AIC_c$ , $ASE$

註：  $S = \sqrt{MSE}$ ，  $C = \lambda_{max}/\lambda_{min}$ 。

## 參、應用SPSS進行所有子集迴歸分析

### 一、可用SPSS命令和程式比較

綜觀 SPSS 在下拉選單已提供 3 個適用分析功能即線性迴歸、自動線性建模和 Regression Best Subsets 三個選項，另有論者設計 !combine 和 !regres 兩巨集，結合後能進行所有可能子集迴歸分析（見 <https://www.spsstools.net/en/syntax/syntax-index/regression-repeated-measures/do-all-subsets-regressions/>），換言之有四種做法可資採用（王保進，2018；Oshima & Dell-Ross, 2016），見表5的比較。大體而言，可見第一和第四種做法就是進行  $2^p-1$  次的多元迴歸分析，最後需要分析者自行彙總龐雜的子集模式分析結果資訊，並且判讀和篩選出最佳子集模式，整個工作量極大且容易出錯。而第二種做法是提供了最後彙總依據 AIC 值排序的全部子集迴歸模式資訊，極便利分析者參考，但是缺少個別子集模式的迴歸分析結果，需要另行分析。第三者做法是自動分析全部子集迴歸模式，並且篩選出 1 個最佳子集模式，可謂操作簡便且效益甚大，可是其限制了分析者自行抉擇最佳子集模式的空間，也未提供詳細的各子模式整體考驗和變項考驗資訊。換言之，第二種做法提供了全部子集模式的整體適配考驗資訊，第三種做法指出最佳子集模式，另兩種做法則提供了豐富的個別子集模式自變項適配考驗資訊，可謂各具優

勢。

大致上若只要最終決定的最佳子集模式，則應選擇第三種做法，能進一步依據所提出的最佳子集模式自變項設定情形，進行一次迴歸分析，即可取得詳細的變項重要性等資訊，應屬首選。若要瞭解幾個待選最佳子集模式的整體模式考驗資訊，那麼可考慮第二種做法。若要了解詳細的整體模式和個別變項考驗資訊，則能嘗試第四種或第一種做法，獲取豐富的全部子集模式關於整體模式和變項考驗資訊。

綜言之，這四種做法提供的分析資訊都不完整，並未全然提供模式整體評估和模式內變項個別評估資訊，因此應用時需要再做第二次分析；如使用第三種做法時需要先執行 LINEAR 命令，接著記錄形成最佳子集模式的自變項組合，再執行 REGRESSION 命令，以獲取自變項的迴歸係數、VIF 等值及  $R^2$ 、 $adjR^2$ 、AIC、PC、 $C_p$  和 BIC 指數值，可謂不夠便利，似有謀求改善的必要。

另外需要提醒，執行 !regres 巨集原設定各迴歸模式僅能顯示  $R^2$ 、 $adjR^2$  兩項資訊，需要進行其中設定，以擴充顯示  $R^2$ 、 $adjR^2$ 、 $C_p$ 、AIC、BIC 和 PC 分析值，舊的 !regres 巨集設定語法如下：

```
DEFINE !regres (dep=!TOKENS(1) /indepv=!CMDEND)
REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT !dep
  /METHOD=ENTER !indepv
  /SAVE ZPRED.
!ENDDDEFINE.
```

將之修改為新語法如下，即以 SPSS 讀取 !regres 巨集，修改 /STATISTICS 之後的設定，增加 SELECTION，再存檔後即可使用。

```
DEFINE !regres (dep=!TOKENS(1) /indepv=!CMDEND)
REGRESSION
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA SELECTION
  /DEPENDENT !dep
  /METHOD=ENTER !indepv
  /SAVE ZPRED.
!ENDDDEFINE.
```

表5 SPSS進行所有子集迴歸分析做法比較

	做法1 <sup>a</sup>	做法2	做法3	做法4 <sup>b</sup>
性質	REGRESSION 命令	resgression best subsets 程式	LINEAR 命令	!combine和!regres 巨集
執行	抄錄REGRESSION命令至語法視窗,複製2 <sup>p</sup> -1個命令語法,逐一修改自變項部份的參數設定,執行全部語法(按Ctrl+A,Ctrl+R)	從下拉選單的迴歸部分,選擇resgression best subsets項	從下拉選單的迴歸部分,選擇自動線性建模項	安裝兩巨集,抄錄執行語法至語法視窗,設定參數後,執行全部語法(按Ctrl+A,Ctrl+R)
語法設定	REGRESSION /STATISTICS COLLIN TOL ZPP SELECTION /DEPENDENT 依變項 /METHOD=ENTER 自變項. 修改上述程式的自變項設定,設定成2 <sup>p</sup> -1個自變項不同設定的程式,p是自變項數	無	LINEAR /FIELDS TARGET=自變項 INPUTS=依變項 /BUILD_OPTIONS MODEL_ SELECTION=BESTSUBSETS CRITERIA_BEST_SUBSETS=篩選指數.	SET MPRINT =yes. !combine n=自變項數 m=欲分析自變項數 dep=依變項 indep=待分析自變項. GET FILE=變項資料檔. INCLUDE FILE='c:\temp\syntax to do all regressions.sps'.
設定範例	REGRESSION /STATISTICS COLLIN TOL ZPP SELECTION /DEPENDENT y1 /METHOD=ENTER x1. 略 REGRESSION /STATISTICS COLLIN TOL ZPP SELECTION /DEPENDENT y1 /METHOD=ENTER x1 TO x9.	無	採用AICc篩選 LINEAR /FIELDS TARGET=y1 INPUTS=x1 to x9 /BUILD_OPTIONS MODEL_ SELECTION=BESTSUBSETS CRITERIA_BEST_SUBSETS =AICC. 或使用調整R <sup>2</sup> 篩選 LINEAR /FIELDS TARGET =y1 INPUTS=x1 to x9 /BUILD_OPTIONS MODEL_ SELECTION=BESTSUBSETS CRITERIA_ BEST_SUBSETS =ADJUSTEDRSQUARED. 或使用ASE篩選 LINEAR /FIELDS TARGET =y1 INPUTS=x1 to x9 /BUILD_OPTIONS MODEL_ SELECTION=BESTSUBSETS CRITERIA_ BEST_SUBSETS =ASE.	SET MPRINT =yes. !combine n=9 m=9 dep =y1 indep=x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7 x8 x9. GET FILE=c:\temp\data.sav. INCLUDE FILE='c:\temp\syntax to do all regressions.sps'.
評估指數	R <sup>2</sup> , adjR <sup>2</sup> , C <sub>p</sub> , AIC, BIC, PC, MSE	R <sup>2</sup> , adjR <sup>2</sup> , C <sub>p</sub> , AIC, BIC, MSE	AICc, adjR <sup>2</sup> 或ASE	原設定顯示R <sup>2</sup> , adjR <sup>2</sup> ;若修改!regres巨集內容,可顯示R <sup>2</sup> , adjR <sup>2</sup> , C <sub>p</sub> , AIC, BIC, PC
評估報告	顯示各子集迴歸模式的變項考驗結果和整體模式考驗結果	顯示各子集迴歸模式的整體模式考驗結果	顯示依據篩選指數(AICc, adjR <sup>2</sup> 或ASE)所得一個最佳子集迴歸模式,及自變項重要性,圖示自變項權重及其他統計值	顯示各子集迴歸模式的變項考驗結果和整體模式考驗結果
優點	顯示各子集模式分析結果	自動建立全部子集迴歸模式,進行分析且彙總所有子集模式的模式考驗結果	自動建立全部子集迴歸模式並分析,提出最終決策的最佳子集模式	自動建立全部子集迴歸模式,並進行分析,顯示各子集模式分析結果
缺點	1.需自行建立全部子集迴歸模式 2.需自行彙總所有子集迴歸分析結果,建立子集模式考驗總表,再據以比較和選擇最佳子集模式	僅顯示子集模式考驗總表,缺少顯示各子集迴歸模式的變項考驗值	1.未提供其他子集迴歸模式分析結果 2.未提供詳細的子集模式迴歸分析變項權重等數據資訊	需自行彙總所有子集迴歸分析結果,建立子集模式考驗總表,再據以比較和選擇最佳子集模式
備註		適用SPSS 25以後版本	適用SPSS 19以後版本	此自動建立和進行2 <sup>p</sup> -1個子集迴歸分析,可視為做法1的改善做法

註：<sup>a</sup> 詳細執行範例可見王保進(2018),中文視窗版SPSS與行為科學研究(二版), p.445-p.452。<sup>b</sup> 取自<https://www.spsstools.net/en/syntax/syntax-index/regression-repeated-measures/do-all-subsets-regressions/>。<sup>c</sup> ASE指average squared error。

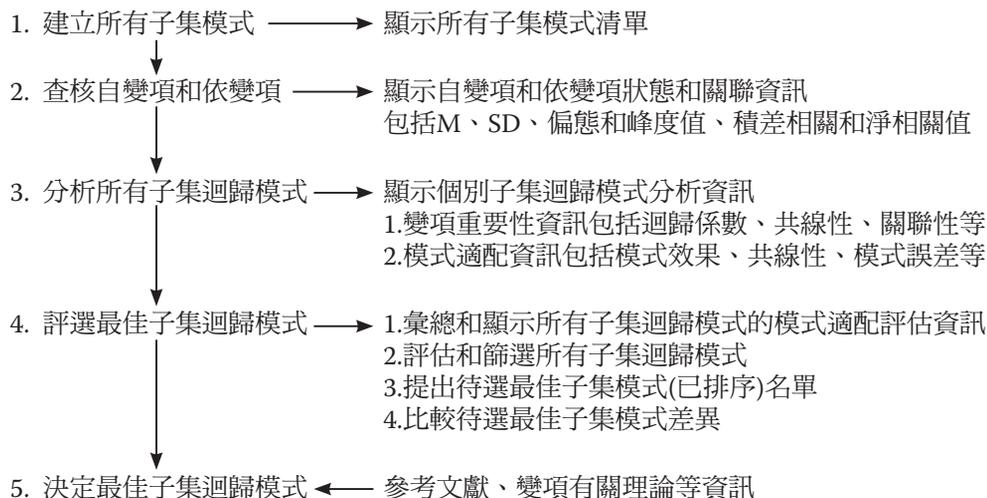
## 二、應用SPSS進行所有子集迴歸分析

根據前述討論可見已知四種適用SPSS的所有子集迴歸分析做法是有不足之處，包括1.未同時提供整體模式適配和自變項重要性考驗資訊，從前述表5比較就能得見REGRESSION命令、!combine和!regres巨集雖然提供模式和變項評選資訊，但是欠缺彙總整理，而regression best subsets和LINEAR命令則只提供模式篩選資訊，顯然都有不足；2.提供一部分的整體模式適配和自變項重要性評估指數資訊，見表5比較可見已知應用SPSS的四種做法所提供評估整體模式指數為1~6個，至於評估模式內自變項重要性的評估指數資訊也僅限迴歸係數、VIF等，著實不夠完整；3.未提供全部可能的待選最佳子集模式名單，如執行LINEAR命令僅提出1個最佳子集模式，這是單純依據評估指數數據做判斷，然而評選最佳迴歸模式有時需要考慮變項性質、既有文獻所得論述做綜合評判，但缺少待選名單就無法再做進一步的模式比較，以確認SPSS所提最佳模式的適切性和合理性；4.提供待選子集模式部分有待斟酌，此指執行regression best subsets和LINEAR命令，係以 $R^2$ 、AICc等指數值做為衡量和篩選依據，檢視實際分析結果偶爾可見所提子集模式的自變項迴歸係數未達 $p < .05$ 、截距值未達 $p < .05$ 等現象，這顯示單純依賴AIC等指數評選最佳子集模式的問題。

上述討論提示了改善既有SPSS命令和巨集提供功能不足的焦點，就在於1.提供評估最佳子集模式的多元化選項，選擇顯示模式或變項，或是兩者評選資訊；2.提供更豐富多元的評估模式和變項分析指數資訊；3.提供完整的待選最佳子集模式清單，及截距項和自變項達 $p < .05$ 顯著水準與否的補充參考資訊；4.納入較多模式評估指數，據以篩選待選子集模式，充實評選最佳子集模式的依據合理性。所以開發分析所有子集迴歸模式的適用程式宜考慮納入提供這些功能和選項。據此，參考圖2指出有關所有子集迴歸分析的兩階段分析流程，提出圖3的設計分析程式應考量分析流程，計分成五個步驟，故分析程式需要在各階提出合理適用的參考資訊，如階段一需要列出完整的 $2^p - 1$ 個子集模式（ $p$ 是自變項數），階段二要提供說明用於分析的全部變項狀態。

參考前述關於SPSS和其他分析軟體提供分析功能和迴歸模式評選論述（何曉群和劉文卿，2011；林清山，1990；謝宇，2010；Afifi & Clark, 2004; Brooks & Ruengvirayudh, 2016; Garside, 1965; Johnson & Wichern, 2007; Kennedy, 1988; Lindsey & Sheather, 2010, 2015; Mendenhall & Sincich, 2011, 2020; Oshima & Dell-Ross, 2016; Raftery, 1995; Tabachnick & Fidell, 2019; Treiman, 2009; Wang & Chen, 2016），設計出ALLREGRESSION和Rsq-TEST兩程式（見附錄一），前者分析所

圖3 設計程式分析所有子集迴歸模式之應考量關鍵流程



有子集迴歸模式，後者用於比較兩個具階層關係的迴歸模式差異，提供  $\Delta R^2$ 、 $\Delta BIC$  等資訊。表6 臚列 ALLREGRESSION 兩程式和 SPSS 三個命令和程式提供分析功能的差異比較，表7 則呈現這些程式(或命令)分析結果內容的詳細比較。檢視可見本研究設計的兩程式提供比 SPSS 原有命令和巨集更豐富和多元的分析資訊，以利於更合理和有效評選出最佳子集迴歸模式。

表6 ALLREGRESSION 程式及 SPSS 命令和巨集提供功能之比較

	ALLREGRESSION & Rsq-TEST	SPSS
子集模式清單 分析變項資訊	全部 $2^p-1$ 個子集模式自變項設定清單 自變項和依變項描述統計(M,SD,偏態和峰度值及其考驗p值,調整偏態值,調整峰度值, Jarque-Bera 常態考驗值及p值), 關聯分析(積差相關值及考驗p值)	resgression best subsets 程式提供清單 REGRESSION 提供自變項和依變項描述統計(M,SD),積差相關值及考驗p值
子集模式整體 考驗	$R, R^2$ , 調整 $R^2$ , MSE, 模式F值及其p值, $U_p$ , COA, AIC, $AIC_c$ , $AIC_u$ , BIC, PC, $C_p$ , $C_p-p$ , 條件指數(C), $f^2$ , Stein 的調整 $R^2$ , Browne 的調整 $R^2$ , PRESS, Gilmour 的調整 $C_p$ , Theil 的調整 $R^2$ , 平均VIF, 子集模式排除其他自變項造成 $R^2$ 損失%	REGRESSION 命令提供 $R, R^2$ , 調整 $R^2$ , MSE, 模式F值及其p值, AIC, BIC, PC, $C_p$
子集模式變項 考驗	未標準化迴歸係數(B)及其顯著性考驗t值和p值, 標準化迴歸係數( $\beta$ ), 淨F值, FSC, 積差相關值( $r_{yx}$ )及其p值, 淨相關值( $r_{yx.z}$ )及其p值, VIF, 允差值, 特徵值, 條件指數(C), 分解 $R^2$ , 分解 $R^2$ 佔模式 $R^2$ %	REGRESSION 命令提供未標準化迴歸係數(B)及其顯著性考驗t值和p值, 標準化迴歸係數( $\beta$ ), 積差相關值, 淨相關值, 部分相關值, VIF, 允差值, 特徵值, 條件指數(C), 變異數比例
待選最佳子集 模式清單	模式內自變項皆顯著的子集模式清單	無
彙總全部子集 模式分析結果	整理全部子集模式的模式考驗結果, 顯示各子集模式自變項設定情形, 報告各子集模式的13個整體考驗指數值及其排序值, 報告經篩選的待選最佳子集模式及其整體模式考驗值	resgression best subsets 程式提供全部子集模式清單及AIC, BIC, $C_p$ , MSE, $R^2$ , 調整 $R^2$ 值

可視化子集模式分析結果	顯示關於待選最佳子集模式的7類整體模式考驗值比較折線圖	resgression best subsets程式提供全部子集模式的 $C_p$ 值圖, LINEAR命令提供最佳子集模式內自變項標準化和未標準化係數權重值相對比較圖
比較待選子集模式	使用Rsq-TEST程式,考驗兩個具階層關係的迴歸模式,提供 $\Delta BIC, \Delta R^2, RED$ 值	未提供
最佳子集模式清單	提供綜合多評選指標值排序的待選最佳子集模式清單,並註記依變項達 $p < .05$ 顯著情形	LINEAR命令根據 $R^2$ 、 $AIC_c$ 或 $ASE$ 值篩選,提供1個最佳子集模式名單
功能限制	設定最多分析10個自變項,檢視1023(即 $2^{10}-1$ )個子集迴歸模式	

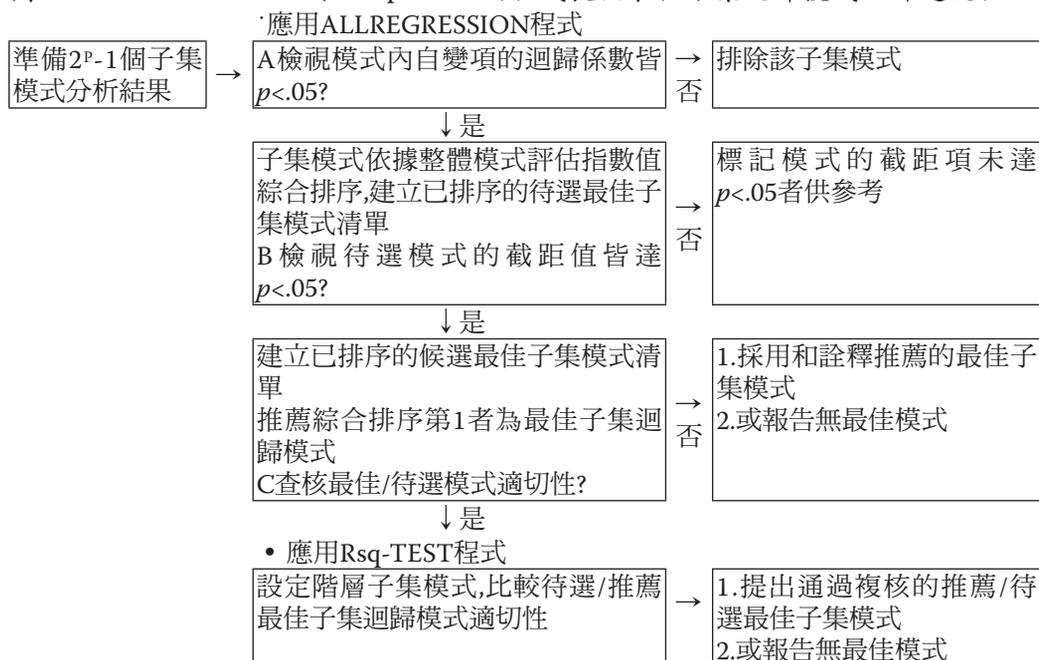
表7 ALLREGRESSION和Rsq-TEST程式分析產出內容之比較

	ALLREGRESSION & Rsq-TEST	SPSS其他命令&程式
ALLREGRESSION		
變項描述統計	$N$ ,最小值,最大值, $M, SD$ ,變異係數(CV),偏態及其 $p$ 值,峰度及其 $p$ 值, Jarque-Bera常態考驗值及其 $p$ 值,積差相關值及其 $p$ 值	$N, M, SD$ ,積差相關值及其 $p$ 值,依變項的偏離點(Cook考驗)
整體模式評估	$R, R^2$ ,調整 $R^2, MSE$ ,模式 $F$ 值及其 $p$ 值, $U_p, COA, AIC, AIC_c, AIC_u, BIC, PC, C_p, C_p-p$ ,條件指數(C), $f^2$ , Stein的調整 $R^2, Browne$ 的調整 $R^2, PRESS, Gilmour$ 的調整 $C_p, Theil$ 的調整 $R^2$ ,平均VIF,子集模式排除其他自變項造成 $R^2$ 損失%	$R, R^2$ ,調整 $R^2, MSE, \Delta R^2$ ,模式 $F$ 值及其 $p$ 值, $AIC, BIC, PC, C_p$
變項評估	未標準化迴歸係數( $B$ ),95%CI上下界及 $B$ 的顯著性考驗 $t$ 值和 $p$ 值,標準化迴歸係數( $\beta$ ),淨 $F$ 值,FSC,積差相關值( $r_{yx}$ )及其 $p$ 值,淨相關值( $r_{yx,z}$ )及其 $p$ 值,VIF,允差值,特徵值,條件指數(C),分解 $R^2$ ,分解 $R^2$ 佔模式 $R^2\%$	未標準化迴歸係數( $B$ ),標準誤(SE),95%CI上下界,及 $B$ 的顯著性考驗 $t$ 值和 $p$ 值,標準化迴歸係數( $\beta$ ),淨 $F$ 值,FSC,積差相關值,淨相關值,部分相關值,VIF,允差值,特徵值,條件指數(C),變異數比例,殘差分析
最佳子集模式評選	已排序的全部子集模式清單,已排序的待選最佳子集模式清單(僅自變項迴歸係數值顯著的子集模式),推薦1個最佳子集模式和1個候選最佳子集模式	推薦1個最佳子集模式(LINEAR命令),或已排序的待選最佳子集模式清單(全部 $2^p-1$ 個子集模式, resgression best subsets程式)
Rsq-TEST		
子集模式比較	$\Delta R^2$ 及其顯著性考驗 $F$ 值和 $p$ 值, $\Delta BIC, RED$	$\Delta R^2$ 及其顯著性考驗 $F$ 值和 $p$ 值

再者,進行所有子集迴歸分析最終需要處理的難題是評選出一個最佳子集迴歸模式,如前所言這是棘手的問題,除了參考客觀的統計分析資訊外,分析者的主觀裁判也很重要。難題之一是要提供一個最佳子集模式,還是提供多個待選最佳子集模式,與之有關的是如何裁定出最佳子集模式和待選最佳子集模式。SPSS的LINEAR命令是選取 $AIC_c$ 、 $adjR^2$ 或 $ASE$ 指數值最佳者, resgression best subsets程式則依據 $AIC$ 值排序全部的子集迴歸模式,這些子集模式就是待選最佳子集迴歸模式,由分析者自行抉擇選出一個最佳子集模式。而ALLREGRESSION程式採取的策略是檢視子集模式內的自變項和截距項是否達顯著( $p < .05$ ),如果不符合此兩條件則被排除,不放入待選和候選最佳子集模式清單,圖4說明篩選最佳子

集模式的流程，可見其依序提出全部子集模式、待選最佳子集模式（自變項迴歸係數都 $p < .05$ ）、候選最佳子集模式（截距項和自變項迴歸係數都 $p < .05$ ）、推薦最佳子集模式（1個模式），如此可謂提供了多階段評選最佳子集模式的豐富資訊。另一方面，ALLREGRESSION程式的評選策略可避免一般SPSS等分析軟體僅憑AIC、 $R^2$ 等整體模式適配評估結果為篩選依據，忽視檢視自變項和截距項是否顯著，以致於發生推薦的最佳子集迴歸模式存在自變項不顯著或截距不顯著而發生解讀迴歸模式意義困難的困擾。

圖4 ALLREGRESSION和Rsq-TEST兩程式提出最佳子集迴歸模式之評選流程



### 三、ALLREGRESSION和Rsq-TEST程式操作和分析結果詮釋

關於應用ALLREGRESSION程式的分析結果實例可見圖5所示，主要提供10個部分資訊，以下配合示例闡述如何解讀分析報表所載資訊。在部分①，說明待分析的自變項數為3，實際分析自變項數也是3，此程式欲設至多分析10個自變項，若超出此限則這兩處顯示的自變項數將不同，此處說明全部子集模式總數為7，由計算 $2^{\text{自變項數}} - 1$ 而得，即 $2^3 - 1 = 7$ ，樣本數（samples）為54。接著顯示依變項和自變項的特性分析結果，包括最小值、最大值、平均數、標準差、變異係數（CV）、偏態值及顯著性考驗 $p$ 值、峰度值及顯著性考驗 $p$ 值、調整偏態值（adjSkew）、調整峰度值（adjKurt）、Jarque-Bera常態考驗值及顯著性考驗 $p$ 值，圖5顯示四個變項值屬於非常態分配型態，三個考驗的 $p$ 值都 $< .05$ ，這對後

續迴歸分析結果的影響值得關心。

而部分②說明自變項和依變項都具有中至高度相關， $r=.528\sim.818$ ， $p<.05$ ，表明後續可以進行迴歸分析。部分③和④是逐一說明 $2^p-1$ 個子集模式在整體模式適配和自變項重要考驗方面的檢視結果，在整體模式考驗部分顯示考驗 $F$ 值及 $p$ 值、 $R^2$ 、調整 $R^2$ 、 $U_p$ 、 $MSE$ 、離間係數（COA）、AIC、AIC<sub>c</sub>、PC、 $C_p$ 、 $C_{p-p}$ 值、BIC、多元相關（ $R$ ）、條件數（ $C$ ）、 $f^2$ 、Stein的調整 $R^2$ 、Browne的調整 $R^2$ 、AIC<sub>u</sub>、PRESS、Gilmour的調整 $C_p$ 、Theil的調整 $R^2$ 、平均VIF值等分析值，當設定SHOW1=1時才會報告這部分資訊，配合SHOW3=1設定，將只呈現全部自變項都顯著（ $p<.05$ ）的子集迴歸模式分析結果，這部分根據partial  $F$ 、FSC、 $R^2$ 分解值、 $R^2$ 分解值比率值可評估模式內各自變項的重要性，這些指數值越大表示對應的自變項越重要。部分⑤係說明全部子集模式的自變項設定情形，若設定SHOW2=0會省略顯示這部分。部分⑥彙總說明全部子集模式的整體模式適配考驗結果，包括 $R^2$ 、調整 $R^2$ 、 $U_p$ 等評估指數分析值，若設定SHOW2=0將省略顯示這部分。部分⑦彙總報告全部子集模式的自變項迴歸係數考驗達 $p<.05$ 顯著時的標準化迴歸係數值、及達 $p<.05$ 顯著的自變項數佔投入自變項數的比率，最佳情形是100%自變項的迴歸係數皆 $p<.05$ ，可供判斷個子集模式的合理性，若設定SHOW2=0將省略顯示這部分。

圖5 ALLREGRESSION程式分析結果之示例

Run MATRIX procedure :

全部可能自變項組合之多元迴歸分析（ALLGRESSION3）葉連祺設計

變項原始資料（僅顯示前5筆資料）：

Y	X1	X2	X3
14.00	7.00	7.00	7.00
12.00	5.00	5.00	6.00
14.00	7.00	7.00	7.00
10.00	6.00	6.00	6.00
14.00	7.00	7.00	7.00

\* 全部自變項數,自變項組合數及樣本數：

variable	variable	models	samples
3	3	7	54

①依序顯示投入自變項數,實際分析的自變項數,全部子集模式數,樣本數

①依序顯示變項最小值,最大值,平均數,標準差,變異係數(CV),偏態及顯著性 $p$ 值,峰度及顯著性 $p$ 值,調整偏態,調整峰度, Jarque-Bera常態考驗值及顯著性 $p$ 值

\* 全部變項描述統計結果：

	min	max	mean	SD	cv	Skewness	p	Kurtosis	p	adjSkew	adjKurt	J-Btest	p
Y	2.00	14.00	11.093	2.373	21.396	-1.205	.000	2.840	.000	-1.239	3.242	13.120	.001
X1	3.00	7.00	6.241	.889	14.242	-1.339	.000	2.256	.000	-1.378	2.599	17.388	.000
X2	3.00	7.00	6.130	.848	13.831	-1.220	.000	2.501	.000	-1.255	2.868	13.951	.001
X3	3.00	7.00	6.204	.762	12.280	-1.429	.000	4.572	.000	-1.471	5.145	23.948	.000

重要說明：後續僅顯示全部變項皆顯著的個別子集迴歸模式分析結果！

\* 全部變項積差相關值分析結果：

	Y	X1	X2	X3
Y	1.000	.571	.528	.647
X1	.571	1.000	.759	.818
X2	.528	.759	1.000	.806
X3	.647	.818	.806	1.000

②顯示依變項和自變項的積差相關值及顯著性 $p$ 值

\* 全部變項積差相關考驗 $p$ 值：

	Y	X1	X2	X3
Y	.000	.000	.000	.000
X1	.000	.000	.000	.000
X2	.000	.000	.000	.000
X3	.000	.000	.000	.000

③顯示整體係數考驗 $F$ 值及 $p$ 值, $R^2$ ,調整 $R^2$ , $U_p$ , $MSE$ ,離間係數(COA), AIC, AIC<sub>c</sub>, PC,  $C_p$ ,  $C_p-p$  值, BIC,多元相關( $R$ ),條件數(C), $f^2$ ,Stein的調整 $R^2$ , Browne的調整 $R^2$ ,AIC<sub>u</sub>, PRESS, Gilmour的調整 $C_p$  (adj $C_p$ ), Theil的調整 $R^2$ ,平均VIF值

\* 個別變項組合的迴歸分析結果：

model samples variable V1  
1 54 1 1

F	p	Rsqr	adj_Rsq	Up	MSE	COA	AIC	AICc	PC	Cp	Cp-p	BIC
25.106	.000	.326	.313	.254	1.968	.821	75.063	80.629	.726	8.508	7.508	79.041

R	C	fsqr	R2stein	R2browne	AICu	PRESS	adjCp	R2Theil	mean_VIF
.571	1.000	.483	.286	.287	79.581	211.104	8.383	.571	1.000

	b	95%LCI	95%UCI	B	t	p	partialF	FSC	ryx	p	ryx.z	p
Intercep	1.584	-2.262	5.430	.000	.826	.412	.000	.000	1.000	.000	.000	1.000
V1	1.524	.913	2.134	.571	5.011	.000	25.106	.571	.000	.000	1.000	

1.000

	eigenval	Conditio	VIF	toleranc	Rsqr	Rsqr%
Intercep	1.571	1.000	.000	.000	.000	.000
V1	.429	3.658	1.000	1.000	.326	100.000

④顯示未標準化迴歸係數(b)及95%CI下界值(LCI)和上界值(UCI),標準化迴歸係數(B)及考驗 $t$ 值和 $p$ 值,淨 $F$ 值,相關( $r_{yx}$ )值及考驗 $p$ 值,淨相關( $r_{yx.z}$ )值及 $p$ 值,特徵值,條件數(C),VIF,允差, $R^2$ 分解值, $R^2$ 分解值

略

投入自變項組合：

model	variable	sig_var	X1	X2	X3
1	1	1	1	0	0
2	2	1	1	1	0
3	3	1	1	1	1
4	2	1	1	0	1
5	1	1	0	1	0
6	2	1	0	1	1
7	1	1	0	0	1

⑤顯示模式編號,自變項數,達顯著自變項數(sig\_var),投入自變項情形(1是投入)

說明：X1~X10的數值表示自變項被投入分析的情形,1表示投入分析,0表示未納入

投入自變項清單：

model	variable	V1	V2	V3
1	1	1	0	0
2	2	1	2	0
3	3	1	2	3
4	2	1	3	0
5	1	2	0	0
6	2	2	3	0
7	1	3	0	0

⑤顯示模式編號,自變項數,投入自變項編號

說明：V1~V10的數值表示投入分析的自變項編號,1表示X1變項,3表示X3變項,餘依此類推全部變項組合的迴歸模式整體考驗結果:

model	variable	F	p	Rsqr	adj_Rsq	Up	MSE	COA	AIC	AICc	PC	Cp	BIC
1.000	1.000	25.106	.000	.326	.313	.254	1.968	.821	75.063	80.629	.726	8.508	79.041
2.000	2.000	13.552	.000	.347	.321	.256	1.955	.808	75.319	82.291	.730	8.649	81.286
3.000	3.000	12.252	.000	.424	.389	.235	1.855	.759	70.577	79.074	.669	4.000	78.533
4.000	2.000	18.739	.000	.424	.401	.226	1.837	.759	68.585	75.557	.644	2.007	74.552
5.000	1.000	20.146	.000	.279	.265	.272	2.034	.849	78.653	84.219	.776	12.530	82.631
6.000	2.000	18.350	.000	.419	.396	.228	1.845	.763	69.058	76.030	.650	2.447	75.025
7.000	1.000	37.402	.000	.418	.407	.219	1.827	.763	67.072	72.639	.626	.461	71.050

model	R	C	fsq	R2stein	R2browne	AICu	PRESS	mean_VIF
1.000	.571	1.000	.483	.286	.287	79.581	211.104	1.000
2.000	.589	7.301	.531	.281	.296	81.222	208.944	2.360
3.000	.651	15.247	.735	.340	.363	77.983	186.209	3.472
4.000	.651	9.982	.735	.365	.374	74.488	182.617	3.021
5.000	.528	1.000	.387	.237	.241	83.171	226.767	1.000
6.000	.647	9.285	.720	.360	.369	74.961	185.472	2.848
7.000	.647	1.000	.719	.384	.380	71.590	181.417	1.000

⑥ 顯示模式編號,投入自變項數,整體係數考驗F值及p值,R<sup>2</sup>,調整R<sup>2</sup>,Up,MSE,COA,AIC,AICc,PC,Cp,BIC,多元相關(R),條件數(C),f<sup>2</sup>,Stein調整R<sup>2</sup>,Browne調整R<sup>2</sup>,AICu,PRESS,Gilmour調整Cp,Theil校正R<sup>2</sup>,平均VIF值

全部變項組合的迴歸模式迴歸係數顯著情形:

model	variable	sig_var%	X1	X2	X3
1.000	1.000	100.000	.571	.000	.000
2.000	2.000	50.000	.400	.000	.000
3.000	3.000	33.333	.000	.000	.553
4.000	2.000	50.000	.000	.000	.544
5.000	1.000	100.000	.000	.528	.000
6.000	2.000	50.000	.000	.000	.630
7.000	1.000	100.000	.000	.000	.647

⑦ 顯示模式編號,自變項數,自變項達p<.05的比率(sig\_var%),達p<.05的自變項標準化迴歸係數

⑧ 顯示模式編號,自變項數,R<sup>2</sup>~VIF等12個指數值的排序值(小為佳),排序值總和(rank),選擇為待選最佳子集模式的排序(choice,排除自變項有p>.05者,為0是被排除,其他值為排序),完整模式刪去該子集模式自變項的R<sup>2</sup>損失比率(lossRsq%),截距項達p<.05情形(sig\_depV,為1是p<.05)

說明：僅顯示p<.05的自變項標準化迴歸係數

全部變項組合的迴歸模式各項評估值排序(數值1最佳):

model	vars	Rsqr	adjRsqr	Up	MSE	COA	AIC	AICc	PC	Cp	BIC	C	VIF	rank	choice	lossRsq%	sig_depV
1	1	6	6	5	6	6	5	5	5	3	5	2	3	57	2	15	0
2	2	5	5	6	5	5	6	6	6	2	6	4	4	60	0	12	0
3	3	1	4	4	4	1	4	4	4	4	4	7	7	48	0	0	0
4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	2	6	6	36	0	0	0
5	1	7	7	7	7	7	7	7	7	1	7	2	1	67	3	20	0
6	2	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	5	5	42	0	1	0
7	1	4	1	1	1	4	1	1	1	7	1	2	2	26	1	1	0

排除非各子集迴歸模式自變項顯著性考驗和造成Rsqr損失分析結果:

model	F	p	lossRsq	lossRsq%
1.000	4.254	.020	.145	14.542
2.000	6.649	.013	.117	11.737
3.000	.000	1.000	.000	.000
4.000	.007	.932	.000	.015
5.000	6.265	.004	.200	20.039
6.000	.447	.507	.009	.887
7.000	.230	.795	.010	.913

⑧ 顯示模式編號,刪除非子集模式自變項的顯著性F考驗及其p值,刪除非子集模式自變項造成模式Rsqr(R<sup>2</sup>)損失(lossRsq, lossRsq%)

\* 綜合評估最佳迴歸模式結果:

sample	variable	models	choice
54	3	7	3

\* 綜合評估最佳迴歸模式（已排序）：

rank	model	sig_depV	vars	V1
1	7	0	1	3
2	1	0	1	1
3	5	0	1	2

⑨顯示排序的待選最佳子集模式,模式編號,截距項達顯著情形(1是 $p<.05$ ,0則否),投入自變項數(vars),自變項編號

⑩顯示排序的待選最佳子集模式,模式編號,截距項達顯著情形(1是 $p<.05$ ,0則否),投入自變項數(vars),自變項編號

評估最佳迴歸模式整體考驗值（已排序）：

model	Rsq	adj_Rsq	Up	MSE	COA	AIC	AICc	PC	Cp	BIC	C	meanVIF	lossRsq%	sig_depV
7.000	.418	.407	.219	1.827	.763	67.072	72.639	.626	.461	71.050	1.00	1.000	.913	.000
1.000	.326	.313	.254	1.968	.821	75.063	80.629	.726	8.508	79.041	1.00	1.000	14.542	.000
5.000	.279	.265	.272	2.034	.849	78.653	84.219	.776	12.530	82.631	1.00	1.000	20.039	.000

\*\* 推薦最佳子集迴歸模式（不考慮截距項是否顯著）：

model	V1
7	3

⑩顯示推薦的最佳子集模式變項資訊

\*\* 提醒：沒有符合自變項和依變項皆顯著條件的最佳子集模式

\* 說明：已將全部自變項組合的迴歸分析結果摘要輸出儲存於c:\temp\allsubsetreg.sav檔

----- END MATRIX -----

接著部分⑧彙總報告針對全部子集模式的12個整體模式適配考驗指數值進行排序的排序值，該值愈小表示其整體模式適配考驗結果越佳，另外合計這12個評估指數的排序值（rank欄），做為綜合判斷各子集迴歸模式優劣的參考資訊；並在choice欄呈現納入考慮子集模式內全部自變項迴歸係數值均應達顯著（ $p<.05$ ）的篩選法則，篩選出待選最佳子集迴歸模式，若子集模式沒有100%自變項達顯著，就會被排除，反之則納入待選清單；若設定SHOW2=0就省略顯示這部分。又這部分會報告刪除非各子集模式自變項的其他變項造成損失 $R^2$ 比率（lossRsq%欄）（林清山，1990，p.195），計算公式為 $\frac{R_k^2 - R_m^2}{1 - R_m^2}$ ， $k$ 是原有自變項數， $m$ 是刪除後的自變項數，ALLREGRESSION程式則使用 $\frac{R_k^2 - R_m^2}{1 - R_m^2} \times 100$ ，該值越小即損失 $R^2$ 比率低，表示該子集模式的自變項越重要，接續的 $F$ 值和 $p$ 值則表明被刪除自變項的迴歸係數考驗結果，若 $F$ 值不顯著（ $p>.05$ ）就說明被刪除的自變項是無關緊要，也就表示該子集模式的自變項均屬重要。

至於部分⑨則顯示已排序的待選最佳子集模式自變項設定情形、及截距項達顯著情形（sig\_depV欄），若截距項值顯著性考驗未達 $p<.05$ ，設定sig\_depV=0，反之設定為1，以提醒分析者注意。部分⑩係彙總說明待選最佳子集模式的12個整體模式適配指數（Rsq~meanVIF）考驗值、排除其他自變項造成 $R^2$ 損失比率（lossRsq%欄）和截距項顯著情形（sig\_depV）等資訊，供分析者參考。另外這部分會在不考慮截距項顯著的情形下推薦1個最佳子集模式，也會說明從待選最佳子集模式中排除截距項不顯著的子集模式，再按照選擇模式整體適配考驗綜合表現最佳者的原則，提出推薦的最佳子集模式。圖5示例顯示在不考慮截距項是

否顯著的條件下，編號 110 的子集模式表現最佳，其由編號 3 和 6 的自變項構成迴歸模式，即  $y = b_3x_3 + b_6x_6 + c$ ， $c$  為截距項值， $b$  是未標準化迴歸係數值。若考慮自變項和截距項顯著性考驗都得達  $p < .05$ ，則是無符合條件者；若有符合該原則時將顯示如下的訊息，其指出推薦兩個模式供參考，由決定者自行取捨。

\*\* 推薦最佳子集迴歸模式（不考慮截距項是否顯著）：

```
model  V1  V2
      110  3  6
```

\*\* 推薦最佳子集迴歸模式（設定截距項需顯著）：

```
model  V1
      127  7
```

至於 Rsq-TEST 程式係檢視兩個具階層關係的迴歸模式解釋力差異（ $\Delta R^2$  和  $\Delta BIC$ ），進而確認自變項重要性，以及確認較佳迴歸模式、了解刪除變項所造成解釋力變化的影響（見 RED%），圖 6 說明其分析結果的示例。部份①顯示兩模式分別由 3 個和 2 個自變項構成，部分②指出  $\Delta R^2 = 0.044$ ， $F_{(1,50)} = 4.348$ ， $p = .084$ ， $\Delta BIC = 0.514$ ，表明兩模式無明顯差異，相對而言考慮迴歸模式簡潔性，宜選擇 2 個自變項構成的迴歸模式。RED% = 8，說明增加 1 個自變項僅使迴歸模式增加 8% 的解釋力，也暗示採用 2 個自變項構成的迴歸模式更優於採用由 3 個自變項構成的迴歸模式。

圖 6 Rsq-TEST 程式分析結果之示例

Run MATRIX procedure:

考驗兩迴歸模式解釋力差異（Rsq-TEST）葉連祺設計

\* 基本分析資訊：

	samples	Rsq	variable	adj_Rsq	BIC
model1	54.000	.494	3.000	.464	-24.819
model2	54.000	.450	2.000	.428	-24.305

① 依序顯示樣本數,  $R^2$ , 變項數, 調整  $R^2$ , BIC 值

② 依序顯示樣本數,  $\Delta R^2$ , 變項數差異,  $F$  值, 自由度 ( $df1, df2$ ),  $p$  值, RED%,  $\Delta BIC$  值及其分類 (note)

\* 兩迴歸模式解釋力差異考驗結果：

n	diff_Rsq	diff_var	F	df1	df2	p	RED%	diff_BIC	note
54.000	.044	1.000	4.348	1.000	50.000	.084	8.000	.514	1.000

BIC 值差異意義（note）說明：1:weak 2:positive 3:strong 4:very strong difference

說明：兩迴歸模式的解釋力無顯著差異

----- END MATRIX -----

## 肆、所有子集迴歸分析在教育研究應用

為考驗前述所提分析理念和所發展巨集/程式實際效益，茲以國小教育人員對部定終身學習的教師圖像的看法調查資料，進行所有子集迴歸分析，以確認最佳變項組合迴歸模式，找出具影響力變項。以下分項說明之：

### 一、教育研究實例資料和分析架構

教育部依據《師資培育法》第4條第二項訂定教師專業素養指引的需要，公布了《終身學習的教師圖像》做為規劃依據，共分成教育愛、專業力和未來力三向度，以及熱忱與關懷、倫理與責任等九項（可視為指標），對此調查54位國小教育人員（包括校長、教師兼行政職務者、專任教師和代理代課教師）對這些向度和項目的重要性和表現度看法，以及對教師圖像必要性、提出教師圖像重要性、實踐教師圖像可行性、實踐教師圖像成效性等看法，這些皆採取7點評定量尺。對此欲從國小教育人員角度，探討教師圖像指標對教師圖像評價影響的關係，研究目的欲了解哪些教師圖像指標顯著影響教師圖像的評價，因此將調查所得資料分成兩組，分別探討兩組變項影響關係，見圖7所示。過去未有類似的研究成果，所以持探索性研究思維，設定九項教師圖像指標看法為自變項，教師圖像評價為依變項，採取所有子集迴歸分析方法進行線性多元迴歸分析（linear multiple regression），以確認出具有高影響力的重要自變項（即教師圖像指標）、及影響自變項組合，提供落實推動教師圖像的參考資訊。參考前述提出的所有子集迴歸分析流程，規劃分析流程如圖8所示。分析資料不僅採用ALLREGRESSION程式，也使用REGRESSION命令、LINEAR命令及regression best subsets程式進行分析，以比較所得最佳子集模式的異同。

圖7 教師圖像指標重要性和表現度對教師圖像評價影響之分析架構

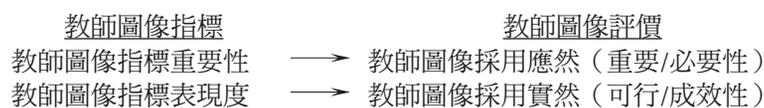
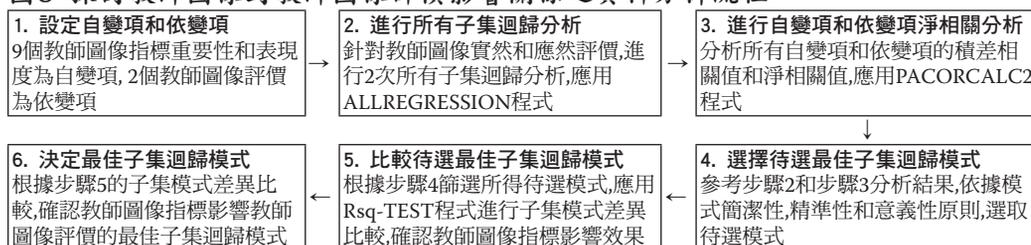


圖8 探討教師圖像對教師圖像評價影響關係之資料分析流程



## 二、以所有子集迴歸分析教育研究實例資料結果

設定投入九項教師圖像指標為自變項，採用教師圖像評價為依變項，共計形成511個（即 $2^9-1$ ）子集模式，進行所有子集迴歸分析，闡釋分析結果如下：

### （一）教師圖像重要性方面

使用積差相關和淨相關分析教師圖像指標重要性對教師圖像採用應然（重要和必要）觀點的關聯性，結果見表8。可見全部教師圖像指標重要性和教師圖像採用應然評價彼此有顯著低至高度關聯（ $r=.297\sim.818, p<.05$ ），顯然適用迴歸分析，當去除其他自變項影響，淨相關值則僅有9組達 $p<.05$ ，其中6.探究與批判思考（X6）和教師圖像採用應然評價（Y1）的淨相關達.36（ $p<.05$ ）值得注意。

表8 教師圖像指標重要性與教師圖像採用應然評價之關聯性分析結果

變項	M	SD	相關和淨相關									
			Y1	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
Y1教師圖像採用應然	11.093	2.373	1	.131	.070	.212	.027	.066	.360*	.016	-.126	-.156
X1.熱忱與關懷	6.241	0.889	.571*	1	.462*	.466*	-.062	-.099	-.110	.164	-.441*	.409*
X2.倫理與責任	6.130	0.848	.528*	.759*	1	.271	.252	-.031	-.222	-.195	.598*	-.230
X3.多元與尊重	6.204	0.762	.647*	.818*	.806*	1	.067	.131	.057	-.026	.076	-.100
X4.專業與實踐	6.074	0.887	.543*	.480*	.589*	.619*	1	.504*	.296*	.035	-.062	-.119
X5.溝通與合作	6.037	0.868	.484*	.428*	.481*	.559*	.781*	1	.010	.105	.016	.272
X6.探究與批判思考	5.796	0.833	.506*	.297*	.305*	.424*	.659*	.689*	1	.246	.177	.232
X7.創新與挑戰	5.833	0.885	.376*	.364*	.331*	.415*	.569*	.671*	.747*	1	.282	.232
X8.文化與美感	5.574	0.924	.337*	.357*	.578*	.501*	.592*	.656*	.670*	.720*	1	.448*
X9.跨域與國際視野	5.833	0.885	.331*	.436*	.381*	.443*	.545*	.696*	.721*	.783*	.766*	1

註：相關和淨相關部分的右上三角部分為淨相關值矩陣，左下三角部分為相關值矩陣。N=54。\* $p<.05$

採用SPSS提供的命令和程式及ALLREGRESSION程式進行所有子集迴歸，整理分析結果見表9。可知逐步迴歸分析（使用REGRESSION命令）獲得變項3和6構成的迴歸模式（表9A，以下簡稱{3,6}模式），進行最佳子集迴歸（使用resgression best subsets程式和LINEAR命令）都取得由變項1、3、6和9四者構成最佳迴歸模式（表9B和C，稱{1,3,6,9}模式），而使用ALLREGRESSION程式則取得變項3和6構成最佳迴歸模式首選，變項1、6和9構成最佳迴歸模式次佳選擇（表9D，稱{1,6,9}模式），據此可見不同迴歸分析策略是依據不同決選法則，確實可能取得不同的最佳子集模式，因此需要再根據更多資訊進行確認。

表9 教師圖像指標重要性對教師圖像採用應然評價之逐步和所有子集迴歸分析結果

模式	變項 <sup>b</sup>	R <sup>2</sup>	調整R <sup>2</sup>	U <sub>p</sub>	MSE	COA	AIC	AIC <sub>c</sub>	BIC	PC	C <sub>p</sub>	條件數	平均VIF
A逐步迴歸 <sup>a</sup>													
模式	3,6	.484	.464		1.738		62.601		68.568	0.577	1.619		1.219
B最佳子集迴歸 <sup>1c</sup>													
模式1	1,3,6,9	.530	.492		1.692		61.547		71.492		1.186		
模式2	3,6,8	.512	.482		1.707		61.626		69.582		0.960		
模式3	3,6,9	.509	.479		1.712		61.930		69.885		1.221		
模式4	2,3,6,8	.526	.488		1.699		61.967		71.912		1.539		
模式5	3,6	.484	.464		1.738		62.601		68.568		1.619		
C最佳子集迴歸 <sup>2d</sup>													
模式	1,3,6,9		.491					64.294					
D所有子集迴歸 <sup>e</sup>													
模式1	3,6	.484	.464	.202	1.738	.718	62.601	69.573	68.568	0.577	1.619	2.469	1.219
模式2	1,6,9	.494	.463	.207	1.739	.712	63.602	72.099	71.558	0.588	2.710	7.623	1.889
模式3	2,6,8	.472	.440	.216	1.776	.727	65.873	74.369	73.829	0.613	4.802	8.150	1.965
模式4	1,6	.450	.428	.216	1.794	.742	66.060	73.032	72.027	0.615	4.902	1.845	1.097
模式5	3	.418	.407	.219	1.827	.763	67.072	72.639	71.050	0.626	5.937	1.000	1.000
模式6	1,4	.420	.397	.227	1.842	.762	68.911	75.883	74.878	0.648	7.770	2.842	1.299
模式7	2,6	.410	.387	.231	1.858	.768	69.814	76.786	75.781	0.659	8.710	1.879	1.103
模式8	1,5	.396	.372	.237	1.881	.777	71.134	78.106	77.101	0.675	10.114	2.499	1.225
模式9	2,4	.362	.337	.250	1.933	.799	74.091	81.063	80.058	0.713	13.384	3.868	1.532
模式10	1	.326	.313	.254	1.968	.821	75.063	80.629	79.041	0.726	14.858	1.000	1.000
模式11	2,5	.348	.322	.256	1.954	.808	75.246	82.218	81.213	0.729	14.711	2.850	1.300
模式12	4	.295	.282	.266	2.011	.839	77.440	83.006	81.417	0.759	17.776	1.000	1.000
模式13	2	.279	.265	.272	2.034	.849	78.653	84.219	82.631	0.776	19.316	1.000	1.000
模式14	6	.256	.242	.280	2.067	.862	80.356	85.922	84.334	0.801	21.537	1.000	1.000
模式15	5	.234	.219	.289	2.097	.875	81.939	87.505	85.917	0.825	23.665	1.000	1.000
模式16	7	.141	.125	.324	2.220	.927	88.112	93.679	92.090	0.925	32.586	1.000	1.000
模式17	8	.113	.096	.334	2.256	.942	89.832	95.399	93.810	0.955	35.259	1.000	1.000
模式18	9	.110	.092	.336	2.261	.944	90.072	95.639	94.050	0.959	35.640	1.000	1.000

註：N=54。<sup>a</sup>「逐步迴歸」是使用SPSS下拉選單的迴歸分析功能（即REGRESSION命令）執行所得模式。<sup>b</sup>為變項編號，分別指1熱忱與關懷,2倫理與責任,3多元與尊重,4專業與實踐,5溝通與合作,6探究與批判思考,7創新與挑戰,8文化與美感,9跨域與國際視野。<sup>c</sup>係使用SPSS下拉選單的resgression best subsets分析功能執行所得模式（依據AIC值排序的前3個）。<sup>d</sup>係使用使用SPSS下拉選單的自動線性建模分析功能（即LINEAR命令）執行所得模式。<sup>e</sup>係使用ALLREGRESSION程式分析所得模式。

進一步來看，前述討論顯示SPSS既有三個分析做法僅使用一個篩選標準和法則，而ALLREGRESSION程式係綜合12個評估指數排序、自變項迴歸係數值顯著和截距項顯著做評斷，所以精緻度和合理性相對較高。觀察表10就可見子集模式{3,6}和{1,6,9}的自變項迴歸係數均 $p < .05$ ，子集模式{1,3,6,9}的自變項迴歸係數沒有全部都 $p < .05$ ，其他{3,6,8}、{3,6,9}、{2,3,6,8}等模式也是出現幾個自變項不顯著情形（ $p > .05$ ），據此僅迴歸模式{3,6}和{1,6,9}可用；然而再繼續檢視截距項，表10指出{3,6}和{1,6,9}模式的截距項卻是不顯著（ $p > .05$ ），表明此兩模式似有可議之處。再深究，就只有子模式{7}、{8}和{9}符合自變項和截距項都顯著的篩選要件見表10，故最佳子集模式應該是{7}子模式，可是這些模式內都只有1個自變項，其實際應用價值是有待商榷。

表10 教師圖像指標重要性對教師圖像採用應然評價之逐步和所有子集迴歸分析結果

模式	變項 <sup>b</sup>	未標準解B					標準解 $\beta$					VIF			淨F值			FSC		
		截距	變項1	變項2	變項3	變項4	變項1	變項2	變項3	變項4	變項1	變項2	變項3	變項1	變項2	變項3	變項1	變項2	變項3	
A逐步迴歸 <sup>a</sup>																				
模式	3,6	-3.766	1.642*	0.806*		0.527*	0.283*			1.219	1.219									
B最佳子集迴歸 <sup>c</sup>																				
模式1	1,3,6,9	-3.635	0.705	1.102	1.397*	-0.79	0.264	0.354	0.490*	-0.295										
模式2	3,6,8	-3.768	1.837*	1.183*	-0.608		0.590*	0.415*	-0.237											
模式3	3,6,9	-3.378	1.764*	1.239*	-0.626		0.556*	0.435*	-0.233											
模式4	2,3,6,8	-4.224	0.651	1.315*	1.357*	-0.844*	0.233	0.422*	0.476*	-0.328*										
模式5	3,6	-3.766	1.642*	0.806*			0.527*	0.283*												
D所有子集迴歸 <sup>d</sup>																				
模式1	3,6	-3.766	1.642*	0.806*			0.527*	0.283*			1.219	1.219		22.528	6.493		0.930	0.727		
模式2	1,6,9	-2.409	1.439*	1.644*	-0.858*		0.539*	0.577*	-0.320*		1.235	2.085	2.347	23.193	17.571	4.302	0.812	0.720	0.471	
模式3	2,6,8	-2.945	1.608*	1.694*	-1.011*		0.574*	0.594*	-0.393*		1.529	1.849	2.517	20.407	18.082	5.815	0.528	0.506	0.337	
模式4	1,6	-2.689	1.231*	1.052*			0.461*	0.369*			1.097	1.097		17.966	11.526		0.851	0.755		
模式5	3	-1.408	2.015*																	
模式6	1,4	-1.310	1.075*	0.937*			0.403*	0.305*			1.299	1.299		10.980	8.311		0.880	0.838		
模式7	2,6	-2.263	1.154*	1.084*			0.412*	0.380*			1.103	1.103		13.334	11.337		0.528	0.506		
模式8	1,5	-1.162	1.188*	0.801*			0.445*	0.293*			1.225	1.225		13.647	5.918		0.907	0.769		
模式9	2,4	-0.158	0.893*	0.951*			0.319*	0.355*			1.532	1.532		5.310	6.590		0.879	0.903		
模式10	1	1.584	1.524*				0.571*				1			25.106			1			
模式11	2,5	-0.444	1.077*	0.817*			0.385*	0.299*			1.300	1.300		8.908	5.371		0.896	0.820		
模式12	4	2.262	1.454*				0.543*				1			21.736			1			
模式13	2	2.025	1.479*				0.528*				1			20.146			1			
模式14	6	2.732	1.442*				0.506*				1			17.906			1			
模式15	5	3.107	1.323*				0.484*				1			15.887			1			
模式16	7	5.212*	1.008*				0.376*				1			8.553			1			
模式17	8	6.268*	0.886*				0.337*				1			6.655			1			
模式18	9	5.915*	0.888*				0.331*				1			6.395			1			

註：N=54。a「逐步迴歸」是使用SPSS下拉選單的迴歸分析功能（即REGRESSION命令）執行所得模式。b為變項編號，分別指1熱忱與關懷，2倫理與責任，3多元與尊重，4專業與實踐，5溝通與合作，6探究與批判思考，7創新與挑戰，8文化與美感，9跨域與國際視野。c係使用SPSS下拉選單的regression best subsets分析功能執行所得模式（依據AIC值排序的前5個）。d係使用ALLREGRESSION程式分析所得模式。\* $p<.10$

再比較子模式，從子模式未納入某些自變項而造成整體 $R^2$ 損失的比率來看，該值越小表示未納入那些自變項造成的損害越小，就此觀察表 11，可知子模式 {3,6} 和 {1,6,9} 的損失比率分別是 11.325% 和 9.670%，較優於其他模式。再看表 11 顯示的  $\Delta R^2$  和  $\Delta BIC$ ，不難得知考驗變項 3 時  $\Delta R^2 = .228$ ， $p < .05$ ， $\Delta BIC = 15.771$ ，屬於極強差異， $RED = 30.645$ ，表明增加變項 3 能減少殘差平方和 30.645%，可知其重要性高；考驗變項 9 時  $\Delta R^2 = .044$ ， $p > .05$ ， $\Delta BIC = 0.514$ ，屬於弱差異， $RED = 8$ ，可見其重要性低；至於變項 6 的  $\Delta R^2 = .066$ ， $p < .05$ ， $\Delta BIC = 2.511$ ，屬於確有差異， $RED = 11.34$ ，可知其重要性高；變項 1 的  $\Delta R^2 = .125$ ， $p < .05$ ， $\Delta BIC = 6.55$ ，屬於強差異， $RED = 17.730$ ，顯然重要性高。總結這部分討論，可從  $RED$  值大、 $\Delta R^2$  值大、 $\Delta BIC$  大做為衡量變項納入後的價值，就此看來則變項 3、1、6 屬於重要變項，相對地變項 9 重要性較低。因此，似乎子模式 {3,6} 應屬首選，{1,6,9} 為次優選擇；不過檢視迴歸模式的迴歸係數值，模式 {3,6} 的迴歸係數值  $> 0$ ，卻見模式 {1,6,9} 迴歸係數值在變項 9 部分是負值，這不易解釋。換言之，再考量精簡法則，顯而易見可確認模式 {3,6} 應屬推薦最佳子集模式的首選，模式 {1,6,9} 次之。

表 11 教師圖像指標重要性對教師圖像採用應然評價之待選子集迴歸模式比較結果

模式 <sup>a</sup>	變項 <sup>b</sup>	考驗增加變項 <sup>c</sup>	$R^2$	$\Delta R^2$	$F$	$p$	BIC	$\Delta BIC^d$	差異評估 <sup>d</sup>	RED	損失 $R^2$
模式1	3,6		.484				68.568				11.325
模式5	3		.418				71.050				21.340
1 vs 5		6		.066	6.523*	.027		2.511	確有差異	11.34	
模式14	6		.256				84.334				38.493
1 vs 14		3		.228	22.535***	<.001		15.771	極強差異	30.645	
模式2	1,6,9		.494				71.558				9.670
模式4	1,6		.450				72.027				16.827
2 vs 4		9		.044	4.348	.084		0.514	弱差異	8.0	
模式3	2,6,8		.472				73.829				13.389
模式7	2,6		.410				75.781				22.412
3 vs 7		8		.062	5.871*	.038		2.006	確有差異	10.508	
模式6	1,4		.420				74.878				21.104
模式10	1		.326				79.041				32.159
6 vs 10		4		.094	8.266*	.012		4.122	確有差異	13.947	
模式12	4		.295				81.417				35.080
6 vs 12		1		.125	10.991**	.003		6.550	強差異	17.730	
模式8	1,5		.396				77.101				24.286
模式9	2,4		.362				80.058				28.312
模式11	2,5		.348				81.213				29.837
模式13	2		.279				82.631				36.523
11 vs 13		5		.069	5.397*	.048		1.443	弱差異	9.570	
模式15	5		.234				85.917				40.270
11 vs 15		2		.114	8.917**	.009		4.712	確有差異	14.883	
模式16	7		.141				92.090				46.722
模式17	8		.113				93.810				48.393
模式18	9		.110				94.050				48.622

註：N=54。<sup>a</sup>係使用ALLREGRESSION程式分析所得模式。<sup>b</sup>為變項編號，分別指1熱忱與關懷，2倫理與責任，3多元與尊重，4專業與實踐，5溝通與合作，6探究與批判思考，7創新與挑戰，8文化與美感，9跨域與國際視野。<sup>c</sup>係進行 $\Delta R^2$ 考驗欲考驗的變項。<sup>d</sup>採取Raftery所提計算 $\Delta BIC$ 值公式和評估 $\Delta BIC$ 值評估法則。 $*p < .05$   $**p < .01$   $***p < .001$

## (二) 教師圖像表現度方面

使用積差相關和淨相關分析教師圖像指標重要性和表現度對教師圖像採用應然（重要和必要）和實然（可行和成效）觀點的關聯性，結果見表12所示。可知自變項（X1~X9）和依變項（Y1）的積差相關為.016~.142， $p>.05$ ，但是確有自變項X5和依變項的淨相關值（-.295）是 $p<.05$ ，是否透露X5變項是影響依變項的重要變項，有待後續考驗。

表12 教師圖像指標表現度與教師圖像採用實然評價之關聯性分析結果

變項	M	SD	相關和淨相關									
			Y1	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
Y1教師圖像採用實然	10.537	2.470	1	.104	-.221	.242	.195	-.295*	.223	-.131	-.174	.064
X1.熱忱與關懷	5.574	0.860	.021	1	.495*	-.012	-.089	.087	.079	.237	-.126	-.087
X2.倫理與責任	5.500	1.042	.084	.769*	1	.373*	.147	.222	-.059	-.213	.080	.024
X3.多元與尊重	5.407	1.000	.124	.688*	.761*	1	.216	.036	.018	.399*	.003	.018
X4.專業與實踐	5.278	1.017	.142	.591*	.668*	.777*	1	.218	.071	.126	-.049	.008
X5.溝通與合作	5.185	1.167	.088	.682*	.745*	.759*	.735*	1	.342*	.088	-.140	.121
X6.探究與批判思考	4.796	1.139	.107	.642*	.644*	.786*	.734*	.810*	1	.323*	.061	.349*
X7.創新與挑戰	4.815	1.100	.016	.673*	.659*	.841*	.738*	.777*	.858*	1	.430*	-.081
X8.文化與美感	4.704	1.127	.071	.471*	.531*	.662*	.567*	.617*	.731*	.792*	1	.412*
X9.跨域與國際視野	4.611	1.188	.047	.481*	.541*	.660*	.606*	.679*	.791*	.723*	.758*	1

註：相關和淨相關部分的右上三角部分為淨相關值矩陣，左下三角部分為相關值矩陣。N=54。\* $p<.05$

進行所有子集迴歸分析結果見表13，可看出採用逐步迴歸法式無法獲得迴歸模式（表13A），以resgression best subsets分析獲得前三個較佳子集模式是{4,5,6,8}、{3,5,6,8}和{2,3,5,6,8}，採用LINEAR命令取得最佳子集模式是{2,3,4,5,6,8}，這些都是複雜模式，而ALLREGRESSION程式所得模式是{4,5}、{5,6}、{3,5}和{2,3}，可謂相對地簡潔，但其 $R^2$ 值皆小於SPSS的三種分析方法。檢視模式內自變項顯著情形，表14揭露出前三種分析方法所得子集模式都存在若干自變項迴歸係數不顯著（ $p>.05$ ）的情形，似屬不適當的迴歸模式；反觀ALLREGRESSION程式揭示的四個子集模式都滿足自變項達 $p<.05$ 顯著的要求，甚至截距項係數也是顯著（ $p<.05$ ）。

表13 教師圖像指標表現度對教師圖像採用實然評價之逐步和所有子集迴歸分析結果

模式	變項 <sup>b</sup>	R <sup>2</sup>	調整R <sup>2</sup>	U <sub>p</sub>	MSE	COA	AIC	AIC <sub>c</sub>	BIC	PC	C <sub>p</sub>	條件數	平均VIF
A逐步迴歸 <sup>a</sup>													
模式	無												
B最佳子集迴歸 <sup>1c</sup>													
模式1	4,5,6,8	.189	.122		2.314		95.369		105.314		0.976		
模式2	3,5,6,8	.187	.120		2.317		95.501		105.445		0.858		
模式3	2,3,5,6,8	.210	.128		2.306		95.899		107.833		1.266		
C最佳子集迴歸 <sup>2d</sup>													
模式	2,3,4,5,6,8		.124					99.445					
D所有子集迴歸 <sup>e</sup>													
模式1	4,5	.100	.065	0.353	2.388	.948	96.943	103.916	102.910	5.246	1.005	6.544	2.174
模式2	5,6	.099	.064	0.353	2.390	.949	97.015	103.987	102.982	5.317	1.007	9.515	2.905
模式3	3,5	.093	.057	0.356	2.399	.953	97.408	104.380	103.375	5.706	1.014	7.285	2.356
模式4	2,3	.091	.055	0.357	2.401	.954	97.525	104.497	103.492	5.823	1.016	7.352	2.372

註：N=54。a「逐步迴歸」是使用SPSS下拉選單的迴歸分析功能（即REGRESSION命令）執行所得模式。b為變項編號，分別指2倫理與責任,3多元與尊重,4專業與實踐,5溝通與合作,6探究與批判思考。c係使用SPSS下拉選單的resgression best subsets分析功能執行所得模式（依據AIC值排序的前3個）。d係使用使用SPSS下拉選單的自動線性建模分析功能（LINEAR命令）執行所得模式。e係使用ALLREGRESSION程式分析所得模式。

表14 教師圖像指標表現度對教師圖像採用實然評價之逐步和所有子集迴歸分析結果

模式	變項 <sup>b</sup>	未標準解B						標準解 $\beta$						VIF		淨F值		FSC		
		截距	變項1	變項2	變項3	變項4	變項5	變項6	變項1	變項2	變項3	變項4	變項5	變項6	變項1	變項2	變項1	變項2		
A逐步迴歸 <sup>a</sup>																				
模式	無																			
B最佳子集迴歸 <sup>1c</sup>																				
模式1	4,5,6,8	10.051*	0.850	-1.326*	1.265*	-0.679		0.350	-0.626*	0.583*	-0.310									
模式2	3,5,6,8	9.994*	0.942	-1.302*	1.229*	-0.786		0.382	-1.302*	1.229*	-0.786									
模式3	2,3,5,6,8	10.637*	-0.619	1.274*	-1.044	1.147	-0.781	-0.261	0.516*	-0.493	0.529	-0.356								
C最佳子集迴歸 <sup>2d</sup>																				
模式1	2,3,4,5,6,8	10.057*	-0.668	0.995	0.667	-1.170*	1.022	-0.762	-0.282	0.403	0.275	-0.552*	0.471	-0.347						
D所有子集迴歸 <sup>e</sup>																				
模式1	4,5	9.365*	1.091*	-0.884*					0.449*	-0.418*					2.174	2.174	5.260	4.547	0.449	-0.276
模式2	5,6	10.718*	-1.070*	1.119*					-0.505*	0.516*					2.905	2.905	4.975	5.185	-0.278	0.339
模式3	3,5	9.249*	1.105*	-0.904*					0.447*	-0.427*					2.356	2.356	4.779	4.351	0.406	-0.288
模式4	2,3	10.109*	-1.003*	1.100*					-0.423*	0.445*					2.372	2.372	4.230	4.688	-0.280	0.410

註：N=54。<sup>a</sup>「逐步迴歸」是使用SPSS下拉選單的迴歸分析功能（即REGRESSION命令）執行所得模式。<sup>b</sup>為變項編號，分別指2倫理與責任,3多元與尊重,4專業與實踐,5溝通與合作,6探究與批判思考。<sup>c</sup>係使用SPSS下拉選單的regression best subsets分析功能執行所得模式（依據AIC值排序的前3個）。<sup>d</sup>係使用使用SPSS下拉選單的自動線性建模分析功能執行所得模式。<sup>e</sup>係使用ALLREGRESSION程式分析所得模式。\* $p < .05$

再者，比較子集模式以了解自變項重要性，觀察子模式未納入若干自變項造成整體 $R^2$ 損失情形，表15顯示子模式{4,5}、{5,6}、{3,5}和{2,3}的損失比率分別是17.365%、17.475%、18.072%和18.251%，彼此差異頗小，比較之下，似乎子模式{4,5}和{5,6}較佳。另檢視表15的 $\Delta R^2$ 和 $\Delta BIC$ ，能看出考驗變項2、3、4、5、6時 $\Delta R^2=.076\sim.092$ 皆 $p>.05$ ， $\Delta BIC=0.347\sim 1.267$ ，都屬於弱差異， $RED=7.716\sim 9.274$ ，表明增加變項能減少殘差平方和皆 $<10\%$ 頗小。綜合觀之，以 $RED$ 值大、 $\Delta R^2$ 值大、 $\Delta BIC$ 大做為衡量變項納入後產生的價值，不難看出變項2、3、5、6的重要性差異不多。考量 $R^2$ ，子模式{4,5}最佳，{5,6}次優；但可看出部份迴歸係數值 $<0$ ，這並不易解釋其代表意義。

又SPSS的LINEAR命令和resgression best subsets程式所得模式{4,5,6,8}和{2,3,5,6,8}皆為繁雜模式，與選取模式的簡約法則要求相違，觀察表15的 $\Delta R^2$ 值都 $p>.05$ ， $\Delta BIC$ 值則是確有差異，這兩者反映出模式{4,5,6,8}和{2,3,5,6,8}的內部自變項能夠刪減，據此可考慮選擇模式{4,5}和{5,6}。

表15 教師圖像指標表現度對教師圖像採用實然評價之之待選子集迴歸模式比較結果

模式 <sup>a</sup>	變項 <sup>b</sup>	考驗增加變項 <sup>c</sup>	$R^2$	$\Delta R^2$	$F$	$p$	BIC	$\Delta BIC^d$	差異評估 <sup>d</sup>	RED	損失 $R^2$
模式1	4,5		.100				102.910				17.365
模式5	4		.020				103.533				24.130
1 vs 5		5		.080	4.533	.076		0.610	弱差異	8.163	
模式2	5,6		.099				102.982				17.475
模式6	5		.008				104.222				25.091
2 vs 6		6		.091	5.151	.055		1.207	弱差異	9.173	
1 vs 6		4		.092	5.213	.053		1.267	弱差異	9.274	
模式3	3,5		.093				103.375				18.072
3 vs 6		3		.085	4.779	.067		0.848	弱差異	8.569	
模式4	2,3		.091				103.492				18.251
模式7	3		.015				103.806				24.512
4 vs 7		2		.076	4.264	.088		0.347	弱差異	7.716	
模式8	4,5,6,8		.189				105.314				6.119
1 vs 8		6,8		.089	2.689	.156		2.355	確有差異	9.889	
模式9	2,3,5,6,8		.210				107.833				5.850
3 vs 9		2,6,8		.117	2.370	.164		4.509	確有差異	12.90	

註：N=54。<sup>a</sup>係使用ALLREGRESSION程式分析所得模式。<sup>b</sup>為變項編號，分別指1熱忱與關懷，2倫理與責任，3多元與尊重，4專業與實踐，5溝通與合作，6探究與批判思考，7創新與挑戰，8文化與美感，9跨域與國際視野。<sup>c</sup>係進行 $\Delta R^2$ 考驗欲考驗的變項。<sup>d</sup>採取Raftery所提計算 $\Delta BIC$ 值公式和評估 $\Delta BIC$ 值評估法則。

### （三）綜合討論

根據上述實例分析可知，SPSS進行逐步迴歸分析、最佳子集迴歸及所有子集迴歸分析所得最佳子集模式未必一致，本研究提出的ALLREGRESSION和Rsq-TEST程式確實可用，能提供合乎自變項迴歸係數值顯著和截距項係數值顯著的

全部子集模式清單，一者能對照查核逐步迴歸分析所提模式的適切性，提出更適切的子集迴歸模式，前述表 14 說明逐步迴歸分析指出無適切模式，但其實是存在適切的子集模式（見表 14 和表 15）。二者可了解適於解釋自變項和依變項關係的完整可能子集模式，補充階層迴歸分析設定比較模式的不足缺失。三是提供豐富的變項和模式評估指數分析結果，能供了解增減自變項對整體模式影響、評估自變項重要性等。這些研究發現佐證了進行所有子集迴歸是有實用價值，而且 ALLREGRESSION 程式有優於 SPSS 所提供分析最佳子集模式迴歸的功能和成效，結合使用 Rsq-TEST 程式可更清楚瞭解自變項對依變項的影響，更能確保所提最佳子集模式的適切性。

## 伍、結論與建議

針對研究結果，提出結論、建議和貢獻如下：

### 一、結論

根據前述研究發現，提出幾項結論如下：

#### 1. 所有子集迴歸分析能滿足探索性和驗證性研究需要，具應用價值

過去一些論者主張階層迴歸分析較適合驗證性分析，本研究指出若提出待考驗模式有誤，則考驗結果亦可能不正確，將有造成忽視可能正確解的風險，因此納入全部可能子集分析的所有子集迴歸反而能提出更多被忽略的正確解資訊，以彌補階層迴歸分析犯掛一漏萬的缺失。經論理分析可見所有子集迴歸分析能兼納探索性和驗證性研究目的，以實例資料分析亦能佐證這項推論，顯然該項分析確實有應用價值。

#### 2. 進行所有子集迴歸分析應兼顧考驗整體模式和個別變項及子集模式差異，確保取得最佳模式

多數論述均指出以  $R^2$ 、AIC 等指標從整體模式適切角度選擇最佳子集模式，忽略再細究各子集模式迴歸係數顯著性考驗結果，本研究認為應兼顧考量整體模式適切和個別變項顯著及子集模式解釋力顯著差異三個因素，配合迴歸分析變項精簡和變項關係合理性等兩項判斷，合計五項評估結果做綜合評斷，此做法經教育實例資料考驗確實可用。

### 3. 藉助編程發展SPSS分析程式，能簡便和有效進行所有子集迴歸分析

本研究依據論者建議，以SPSS編程構思出分析所有子集迴歸的巨集，其參數設定方式簡易，藉助SPSS分析平台，不僅提供頗多分析結果資訊，執行速度快，也提供許多整體模式適切性指數可視化分析結果，顯見該巨集確實有助於進行所有子集迴歸分析，極具使用效益。

### 4. 所提分析程式報告豐富多元的模式整體評估和變項個別評估資訊

本研究歸納提出三類迴歸模式整體評估指數和選擇最佳子集模式評估法則，也說明適用於檢視自變項適切性的眾多評估指數及判斷原則，這些已超出一般論著和SPSS既有命令和程式的分析功能，檢視應用實例資料分析結果，亦可證實豐富多元的模式和變項適切評估資訊是利於做出較適當裁決最佳子集模式。

### 5. 提出多階段評選最佳子集迴歸模式的流程和法則具實用價值

如前所言，本研究整理和擴增評選最佳子集迴歸模式的三階段流程可簡化如下所述，主要採行法則是兼顧評估整體模式適切性、個別變項適切性和個別子集模式差異性考驗，以提供評選最佳子集模式的客觀證據。後續以實例資料考驗，可見這些流程和判斷法則確實可用，具實用價值。

A1 檢視全部變項資料型態→A2 檢視變項關聯（包括淨相關）→B1 建立全部子集模式清單→B2 分析個別子集模式（整體模式和變項適切考驗）→B3 篩選合理子集模式（依據12個指數值綜合排序）→B4 建立待選最佳子集模式清單（選擇自變項迴歸係數值都顯著）→B5 建立候選最佳子集模式清單（選擇截距項值顯著）→B6 提出推薦最佳子集模式清單→C1 比較待選最佳子集模式（分析 $\Delta R^2$ 、 $\Delta BIC$ ）→C2 確認提出最佳子集模式

### 6. 所提分析程式進行所有子集迴歸分析甚具成效

採用實例資料考驗和比較，顯見採用所有子集迴歸，可取得異於逐步迴歸和另兩種最佳子集迴歸更多的子集模式，這會提供分析者更多思考自變項影響依變項關係的可能性，反而可避免逐步迴歸僅提供單一模式的遺珠之憾。

### 7. 所提分析程式能改善逐步迴歸和已知所有子集迴歸分析程式的缺失或不足

如分析實例所見，逐步迴歸所得最佳模式可能出現截距項值不顯著情形，另兩種SPSS分析所有子集迴歸的命令或程式也會遇到若干自變項迴歸係數值和截距項值不顯著現象，這會造成分析者選擇模式的困擾；反觀本研究的ALLREGRESSION程式則無此問題，會推薦截距項值顯著和不顯著的兩類最佳子集模式。

## 二、建議

接續上述結論，提出一些建議如下：

### 1. 應用所有子集迴歸分析考驗逐步迴歸分析和階層迴歸分析所得模式

逐步迴歸分析和階層迴歸分析所得模式都可視為一部分的子集模式，可能有遺漏重要有價值子集模式的可能性。因此較佳策略是分析逐步迴歸或階層迴歸之後，再採用本研究的 ALLREGRESSION 程式進行複查，檢視是否所得模式一致；若遇到相異情形，則應檢查是否有遺漏了更佳子集模式？原有子集模式是否合理（指自變項迴歸係數值都  $p < .05$ ）和適切（指可合理解釋自變項的意義）？最後綜合全部資訊，以提出具高應用價值的最佳子集模式。

### 2. 探索和納入評選最佳子集迴歸模式有關的新指數和評估法則

如前所述，既有適用於評估最佳子集迴歸模式的整體模式和變項指數甚多，但相關研究仍持續發展，如 AIC 衍生出  $AIC_c$  和  $AIC_u$  (Hurvich & Tsai, 1989; McQuarrie, Shumway, & Tsai, 1997)， $C_p$  衍生出  $\bar{C}_p$  (Siniksaran, 2008) 等，這些新評估指數及其評選法則都有利於評選出最佳子集模式，現有分析程式亦應與時俱進納入這些研究成果。

### 3. 研議改善篩選最佳子集模式的評估指數、評選法則或篩選流程

本研究綜觀既有研究論述，提出豐富的模式評估和變項評估指數、評選法則或篩選流程，但綜觀文獻持續可見討論篩選最佳迴歸模式此主題，顯示其仍有探討空間。已知 Minitab、SAS、SPSS 等分析軟體關於分析所有子集迴歸多僅使用少數評估指數如  $R^2$ 、AIC、BIC、 $C_p$  等、且應用這些指數篩選子集模式的結果有時略異，本研究設計的 ALLREGRESSION 程式是採行綜合 12 個評估指數排序值再排序訂出選擇子集模式優先順序，但隨著選擇最佳子集迴歸模式研究不斷推陳出新，研議納入這些研究成果變得急迫，修訂新的評選法則和篩選流程亦相對重要。

### 4. 善用本研究所提兩程式，提升多元迴歸分析效益

如實例資料分析顯示 ALLREGRESSION 和 Rsq-TEST 兩程式確實可用，能提供極豐富的模式評選資訊，也能對照檢視逐步迴歸分析和階層迴歸分析結果的適切性和完整性，值得應用。但是 ALLREGRESSION 程式限制分析至多 10 個自變項，其分析的子集模式達到 1023 個，顯然已經足堪使用，若自變項數超過 10 個則建議先以自變項和依變項的淨相關值篩選出適合者，再投入繼續進行所有子集

迴歸，或者可考慮使用 SPSS 的 LINEAR 命令去篩選最佳子集模式。

### 三、貢獻

總結研究成果，本研究產生若干貢獻如下：1. 提出標準、系列、統計和所有子集四類型迴歸異同比較，闡述所有子集迴歸分析協助另外三類迴歸分析的可能關係，這利於研究者選擇適切迴歸分析方法。2. 比較統計分析軟體提供所有子集迴歸分析功能及限制，也比較既有 SPSS 分析功能的限制，增進分析者對可用軟體和功能有宏觀和較詳細了解，補充過去文獻的不足。3. 發展 ALLREGRESSION 和 Rsq-TEST 兩程式提供豐富檢視和考驗所有子集迴歸分析的功能，提供一個新選擇，也利於普及化應用所有子集迴歸分析。

### 參考文獻

- 王保進 (2004)。多變量分析：套裝程式與資料分析。高等教育。  
[Wang, B.-J. (2004). *Multivariate analysis: Package program and data analysis*. Higher Education Publishing.]
- 王保進 (2018)。中文視窗版 SPSS 與行為科學研究 (二版)。心理。  
[Wang, B.-J. (2018). *Chinese version SPSS for Windows and behavior science research* (2nd ed.). Psychological Publishing.]
- 朱訓和顧昕 (2023)。變量相對重要性評估的方法選擇及應用。心理科學進展，31(1)，145-158。https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2023.00145
- [Zhu, X., & Gu, X. (2023). Evaluation of predictors' relative importance: Methods and applications. *Advances in Psychological Science*, 31(1), 145-158. https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2023.00145]
- 何曉群和劉文卿 (2011)。應用迴歸分析 (三版)。中國人民大學出版社。  
[He, X.-Q., & Liu, W.-Q. (2011). *Applied regression analysis* (3rd ed.). China Renmin University Press.]
- 林清山 (1990)。多變項分析統計法 (五版)。東華。  
[Lin, C.-S. (1990). *Multivariate analysis* (5th ed.). Tung Hua Book Co.]
- 教育部 (2018)。中華民國教師專業素養指引。取自 https://depart.moe.edu.tw/ed2600/Content\_List.aspx?n=DA8314ABE39FF150
- [Ministry of Education of ROC (2018). *The guide of teacher professional competences of ROC*. Retrieved from https://depart.moe.edu.tw/ed2600/Content\_List.

- aspx?n=DA8314ABE39FF150]
- 教育部 (2019)。終身學習的教師圖像。取自 [https://depart.moe.edu.tw/ed2600/Content\\_List.aspx?n=DA8314ABE39FF150](https://depart.moe.edu.tw/ed2600/Content_List.aspx?n=DA8314ABE39FF150)
- [Ministry of Education of ROC (2019). *Teacher image for lifelong learning*. Retrieved from [https://depart.moe.edu.tw/ed2600/Content\\_List.aspx?n=DA8314ABE39FF150](https://depart.moe.edu.tw/ed2600/Content_List.aspx?n=DA8314ABE39FF150)]
- 謝宇 (2010)。迴歸分析。社會科學文獻。
- [Xie, Y. (2010). *Regression analysis*. Social Sciences Academic Press.]
- Afifi, A. A., & Clark, V. (2004). *Computer-aided multivariate analysis* (4th ed.). Van Nostrand Reinhold.
- Amemiya, T. (1980). Selection of regressors. *International Economic Review*, 21(2), 331-354. <https://doi.org/10.2307/2526185>
- Boslaugh, S. (2005). *An intermediate guide to SPSS programming: Using syntax for data management*. SAGE Publications.
- Brooks, G. P., & Ruengvirayudh, P. (2016). Best-subset selection criteria for multiple linear regression. *General Linear Model Journal*, 42(2), 14-25. Retrieved from [http://www.glmj.org/archives/articles/Brooks\\_v42n2.pdf](http://www.glmj.org/archives/articles/Brooks_v42n2.pdf)
- Garside, M. J. (1965). The best sub-set in multiple regression analysis. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 14(2-3), 196-200. <https://doi.org/10.2307/2985341>
- Hurvich, C. M., & Tsai, C. L. (1989). Regression and time series model selection in small samples. *Biometrika*, 76(2), 297-307. <https://doi.org/10.1093/biomet/76.2.297>
- International Business Machines Corporation. (2016). *Programming and data management for IBM SPSS Statistics 24: A guide for IBM SPSS Statistics and SAS users*.
- International Business Machines Corporation. (2020). *IBM SPSS Statistics 27 command syntax reference*.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Applied multivariate statistical analysis* (6th ed.). Prentice Hall.
- Kennedy, E. (1988). Estimation of the squared cross-validity coefficient in the context of best subset regression. *Applied Psychological Measurement*, 12(3), 231-237. <https://doi.org/10.1177/01466216880120030>
- Lindsey, C., & Sheather, S. (2010). Variable selection in linear regression. *Stata Journal*, 10(4), 650-669. <https://doi.org/10.1177/1536867X110100040>



- Lindsey, C., & Sheather, S. (2015). Best subsets variable selection in nonnormal regression models. *Stata Journal*, *15*(4), 1046–1059. <https://doi.org/10.1177/1536867X150150040>
- McQuarrie, A., Shumway, R., & Tsai, C. L. (1997). The model selection criterion  $AIC_u$ . *Statistics & Probability Letters*, *34*(3), 285–292. [https://doi.org/10.1016/S0167-7152\(96\)00192-7](https://doi.org/10.1016/S0167-7152(96)00192-7)
- Mendenhall, W., & Sincich, T. (2011). *Regression analysis: A second course in statistics* (7th ed.). Pearson.
- Mendenhall, W., & Sincich, T. (2020). *Regression analysis: A second course in statistics* (8th ed.). Pearson Education.
- Nathans, L. L., Oswald, F. L., & Nimon, K. (2012). Interpreting multiple linear regression: A guidebook of variable importance. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, *17*(9), n9. <https://doi.org/10.7275/5fex-b874>
- Oshima, T. C., & Dell-Ross, T. (2016). *All possible regressions using IBM SPSS: A practitioner's guide to automatic linear modeling*. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/229144735.pdf>
- Raftery, A. E. (1995). Bayesian model selection in social research. *Sociological Methodology*, *25*, 111–163. <https://doi.org/10.2307/271063>
- Ruengvirayudh, P., & Brooks, G. P. (2016). Comparing stepwise regression models to the best-subsets models, or, the art of stepwise. *General Linear Model Journal*, *42*(1), 1–14. Retrieved from [https://digitalcommons.lmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=gess\\_fac](https://digitalcommons.lmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=gess_fac)
- Siniksaran, E. (2008). A geometric interpretation of Mallows'  $C_p$  statistic and an alternative plot in variable selection. *Computational Statistics & Data Analysis*, *52*(7), 3459–3467. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2007.10.023>
- Smith, G. (2018). Step away from stepwise. *Journal of Big Data*, *5*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40537-018-0143-6>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics* (7th ed.). Pearson Education.
- Thompson, B. (1995). Stepwise regression and stepwise discriminant analysis need not apply here: A guidelines editorial. *Educational and Psychological Measurement*, *55*(4), 525–534. <https://doi.org/10.1177/0013164495055004001>
- Treiman, D. J. (2009). *Quantitative data analysis: Doing social research to test ideas*.

John Wiley & Sons.

Verme, P. (2019). *REGALL: Stata module to run and compare all regressions derived from complete sets of regressors*. Retrived from <https://econpapers.repec.org/software/bocbocode/S458636.htm>.

Wang, K., & Chen, Z. (2016). Stepwise regression and all possible subsets regression in education. *Electronic International Journal of Education, Arts, and Science*, 2, 60-81. Retrieved form <http://www.eijeas.com/index.php/EIJEAS/article/view/83/90>

Yang, H. (2013). The case for being automatic: Introducing the automatic linear modeling (LINEAR) procedure in SPSS statistics. *Multiple Linear Regression Viewpoints*, 39(2), 27-37. Retrieved from [http://www.statwks.com/wp-content/uploads/2018/11/Yang-39\\_2\\_proof\\_27.pdf](http://www.statwks.com/wp-content/uploads/2018/11/Yang-39_2_proof_27.pdf)

## 附錄

### 一、進行所有子集迴歸分析的SPSS程式 ( ALLREGRESSION3 )

程式說明如下，應用時需要設定1個依變項、自變項（至多10個，若>10將選擇前10個）及顯示結果參數。設定依變項需要修改“GET y/VARIABLES”後的變項名稱，設定自變項需要修改“GET x/VARIABLES”後的變項名稱，至於顯示結果參數得設定show1、show2和show3的數值，即分別設定“COMPUTE show1=”、“COMPUTE show2=”和“COMPUTE show3=”之後的數值，數值設定義意見表15所示，此程式預設為sow1=1、show2=0和show3=1，即預設僅顯示待選最佳子集模式的迴歸分析結果，以減少不必要的篇幅和執行程式的時間。

表15 ALLREGRESSION3程式顯示分析結果的參數設定值

類型	參數設定			顯示項目	
	show1	show2	show3	各子集模式迴歸分析結果	彙總全部子集模式分析結果
1	1	0	0	全部子集的整體模式和變項考驗值	無
2	1	0	1	待選最佳子集的整體模式和變項考驗值	無
3	1	1	0	全部子集的整體模式和變項考驗值	模式設定,整體模式考驗值
4	1	1	1	待選最佳子集的整體模式和變項考驗值	模式設定,整體模式考驗值
5	0	0	0	無	無
6	0	1	1	無	模式設定,整體模式考驗值
7	0	1	0	無	模式設定,整體模式考驗值
8	0	0	1	無	無

- /\* 全部可能自變項組合之多元迴歸分析(ALLREGRESSION3) 葉連祺設計'.
- /\* 採取ENTER法,投入待分析變項,進行線性多元迴歸分析.
- /\* 1.依序投入依變項和自變項資料,至多10個自變項,若逾10個則設定分析前10個自變項.
- /\* 2.分析全部自變項的組合數,建立變項組合參考表,組合總數為2的自變項數次方-1.
- /\* 3.採取同時迴歸分析方法,逐一進行個別自變項組合的迴歸分析,並顯示分析結果.
- /\* 4.顯示彙總的全部自變項組合的迴歸分析結果摘要,包括組合序,分析自變項數,模式考驗(F值,p值,Rsq,校正Rsq,模式估計標準誤(MSE)等),達 $p < .05$ 的自變項標準化迴歸係數
- /\* 5.綜合模式考驗值和模式係數顯著情形,評估選出多個備選的最佳迴歸模式供選擇.



```
/* 6.建立新資料集，預設儲存於C:\temp\allsubsetreg.sav，輸出全部自變項組合的迴歸分析結果摘要。
/* 7.繪製Rsq等分析值的模式比較折線圖。
/* 8.顯示分析結果參數設定：
/* show1顯示分析過程時，每個子集迴歸模式分析結果，1是顯示，0是不顯示。
/* show2顯示最後全部子集迴歸分析結果整理，1是顯示，0是不顯示。
/* show3僅顯示評選為待選最佳子集迴歸模式(即自變項都顯著)的分析結果，1是顯示，0是不顯示，設定show=1時才有作用。
SET PRINTBACK=NONE WIDTH=255.
SET ERRORS=NONE.
SET MXLOOPS=8000.
DATASET NAME reg.
MATRIX.
/* 1.輸入依變項和自變項資料。
PRINT /TITLE '全部可能自變項組合之多元迴歸分析(ALLGRESSION3) 葉連祺設計'.
/* -----分析變項和顯示參數設定區-----
GET y/VARIABLES x78 /MISSING=OMITED. /* 需自行設定待分析的1個依變項。
GET x/VARIABLES is1 TO is9 /MISSING=OMITED. /* 需自行設定待分析的自變項，至多10個變項。
COMPUTE show1=1. /* 需設定逐一顯示各變項組合迴歸模式分析結果，1是顯示，0是不顯示。
COMPUTE show2=0. /* 需設定顯示全部變項組合迴歸模式最終分析結果，1是顯示，0是不顯示。
COMPUTE show3=1. /* 需設定只顯示個別迴歸模式內全部變項皆顯著的分析結果，1是顯示，0是不顯示，當show1=1本設定始生效。
/* -----
COMPUTE nr=NROW(x). /* 樣本數。
COMPUTE nc0=NCOL(x). /* 自變項數。
COMPUTE onc0=nc0. /* 記錄自變項數。
DO IF (nc0>10).
  COMPUTE nc0=10. /* 變項數>10，設定僅分析10個變項。
  COMPUTE x=x(:,1:10). /* 擷取前10個變項值，建立新的自變項資料。
  PRINT /TITLE='提醒：待分析變項數>10，改為分析前10個變項資料'.
END IF.
COMPUTE nc01=nc0+1.
COMPUTE xylb={'Y','X1','X2','X3','X4','X5','X6','X7','X8','X9','X10'}.
PRINT {y(1:5),x(1:5,:)} / TITLE '變項原始資料(僅顯示前5筆資料):' /CNAMES=xylb /FORMAT=F8.2.
/* 2.分析全部自變項的可能組合。
COMPUTE ttn=2**nc0-1. /* 計算全部自變項的可能組合數。
PRINT {onc0,nc0,ttn,nr} / TITLE '* 全部自變項數,自變項組合數及樣本數:' / CLABELS 'variables' 'variables' 'models' 'samples'.
COMPUTE ii=0.
COMPUTE v0=MAKE(ttn,nc01,0).
LOOP i = 1 TO nc0. /* 計算1個變項組合。
  COMPUTE ii=ii+1.
  COMPUTE v0(ii,1)=1.
  COMPUTE v0(ii,2)=i.
  LOOP j = (i+1) TO nc0. /* 計算2個變項組合。
    COMPUTE ii=ii+1.
    COMPUTE v0(ii,2)=i.
    COMPUTE v0(ii,3)=j.
    COMPUTE v0(ii,1)=2.
    LOOP k = (j+1) TO nc0. /* 計算3個變項組合。
      COMPUTE ii=ii+1.
      COMPUTE v0(ii,2)=i.
      COMPUTE v0(ii,3)=j.
      COMPUTE v0(ii,4)=k.
      COMPUTE v0(ii,1)=3.
```

```

LOOP l = (k+1) TO nc0. /* 計算4個變項組合.
COMPUTE ii=ii+1.
COMPUTE v0(ii,2)=i.
COMPUTE v0(ii,3)=j.
COMPUTE v0(ii,4)=k.
COMPUTE v0(ii,5)=l.
COMPUTE v0(ii,1)=4.
LOOP m = (l+1) TO nc0. /* 計算5個變項組合.
COMPUTE ii=ii+1.
COMPUTE v0(ii,2)=i.
COMPUTE v0(ii,3)=j.
COMPUTE v0(ii,4)=k.
COMPUTE v0(ii,5)=l.
COMPUTE v0(ii,6)=m.
COMPUTE v0(ii,1)=5.
LOOP n = (m+1) TO nc0. /* 計算6個變項組合.
COMPUTE ii=ii+1.
COMPUTE v0(ii,2)=i.
COMPUTE v0(ii,3)=j.
COMPUTE v0(ii,4)=k.
COMPUTE v0(ii,5)=l.
COMPUTE v0(ii,6)=m.
COMPUTE v0(ii,7)=n.
COMPUTE v0(ii,1)=6.
LOOP o = (n+1) TO nc0. /* 計算7個變項組合.
COMPUTE ii=ii+1.
COMPUTE v0(ii,2)=i.
COMPUTE v0(ii,3)=j.
COMPUTE v0(ii,4)=k.
COMPUTE v0(ii,5)=l.
COMPUTE v0(ii,6)=m.
COMPUTE v0(ii,7)=n.
COMPUTE v0(ii,8)=o.
COMPUTE v0(ii,1)=7.
LOOP p = (o+1) TO nc0. /* 計算8個變項組合.
COMPUTE ii=ii+1.
COMPUTE v0(ii,2)=i.
COMPUTE v0(ii,3)=j.
COMPUTE v0(ii,4)=k.
COMPUTE v0(ii,5)=l.
COMPUTE v0(ii,6)=m.
COMPUTE v0(ii,7)=n.
COMPUTE v0(ii,8)=o.
COMPUTE v0(ii,9)=p.
COMPUTE v0(ii,1)=8.
LOOP q = (p+1) TO nc0. /* 計算9個變項組合.
COMPUTE ii=ii+1.
COMPUTE v0(ii,2)=i.
COMPUTE v0(ii,3)=j.
COMPUTE v0(ii,4)=k.
COMPUTE v0(ii,5)=l.
COMPUTE v0(ii,6)=m.
COMPUTE v0(ii,7)=n.
COMPUTE v0(ii,8)=o.
COMPUTE v0(ii,9)=p.
COMPUTE v0(ii,10)=q.
COMPUTE v0(ii,1)=9.
LOOP r = (q+1) TO nc0. /* 計算10個變項組合.
    
```



```
COMPUTE ii=ii+1.
COMPUTE v0(ii,2)=i.
COMPUTE v0(ii,3)=j.
COMPUTE v0(ii,4)=k.
COMPUTE v0(ii,5)=l.
COMPUTE v0(ii,6)=m.
COMPUTE v0(ii,7)=n.
COMPUTE v0(ii,8)=o.
COMPUTE v0(ii,9)=p.
COMPUTE v0(ii,10)=q.
COMPUTE v0(ii,11)=r.
COMPUTE v0(ii,1)=10.
END LOOP.
COMPUTE v01=T({1:ttn}).
COMPUTE reg0=MAKE(ttn,22+nc0,0).
COMPUTE vv=MAKE(ttn,nc0,0).
COMPUTE vsig=MAKE(ttn,3,0).
/* 3. 進行全部自變項可能組合的同時迴歸分析.
/* 進行全部變項的描述統計和相關分析.
COMPUTE yx={y,x}.
COMPUTE ac=CSUM(yx)/nr. /* 計算全部變項的平均數.
COMPUTE q=SSCP(yx)-nr*T(ac)*ac. /* 計算全部變項的SSCP.
COMPUTE dd=q(2:nc01,2:nc01).
COMPUTE dy=q(2:nc01,1).
COMPUTE s=q/(nr-1). /* 計算全部變項的變異數—共變數矩陣.
COMPUTE d=DIAG(s).
COMPUTE vsd=SQRT(d). /* 計算全部變項的標準差.
COMPUTE vsd1=1/vsd.
COMPUTE msd1=MDIAG(vsd1).
COMPUTE r=msd1*s*msd1. /* 計算全部變項的相關係數r.
COMPUTE rp0=MAKE(nc01,nc01,0).
/* 計算自變項和依變項相關值的p值.
LOOP i=1 TO nc0.
  LOOP j=(i+1) TO nc01.
    COMPUTE tv=r(i,j)/SQRT((1-r(i,j)**2)/(nr-2)).
    COMPUTE rp0(i,j)=(1-TCDF(ABS(tv),(nr-2)))*2.
    COMPUTE rp0(j,i)=rp0(i,j).
  END LOOP.
END LOOP.
COMPUTE rr=INV(dd)*dy.
COMPUTE df2=nr-nc01.
COMPUTE sqh=T(rr)*dd*rr.
COMPUTE sqem=q(1,1)-sqh. /*SSEm.
COMPUTE xx=MAKE(nr,nc01,0).
LOOP i=1 TO nc01.
  COMPUTE xx(:,i)=yx(:,i)-ac(i).
END LOOP.
COMPUTE m2=CSUM(xx&**2). /* M2.
COMPUTE m3=CSUM(xx&**3). /* M3.
```

```
COMPUTE m4=CSUM(xx&**4). /* M4.
COMPUTE g12=MAKE(nc01,8,0).
LOOP i=1 TO nc01.
  COMPUTE g12(i,1)=(nr*m3(1,i))/((nr-1)*(nr-2)*(vsd(i)**3)). /* 偏態係數
g1.
  COMPUTE g12(i,2)=(nr*(nr+1)*m4(1,i)-3*m2(1,i)*m2(1,i)*(nr-1))/((nr-
1)*(nr-2)*(nr-3)*(vsd(i)**4)). /* 峰度係數g2.
  COMPUTE g12(i,3)=(SQRT(nr*(nr-1))/(nr-2))*g12(i,1). /* 校正的g1.
  COMPUTE g12(i,4)=(nr-1)/((nr-2)*(nr-3))*((nr+1)*g12(i,2)+6). /* 校正的
g2.
  COMPUTE zg1=g12(i,1)/SQRT(6*nr*(nr-1)/((nr-2)*(nr+1)*(nr+3))). /*g1顯
著考驗.
  COMPUTE pg1=(1-CDFNORM(ABS(zg1)))*2.
  COMPUTE zg2=g12(i,2)/SQRT(24*nr*((nr-1)**2)/((nr-3)*(nr-
2)*(nr+3)*(nr+5))). /*g2顯著考驗.
  COMPUTE pg2=(1-CDFNORM(ABS(zg2)))*2.
  COMPUTE g12(i,5)=nr*((g12(i,1)**2)/6+(((g12(i,2)-3)**2)/24)). /*
Jarque-Bera常態考驗.
  COMPUTE pjb=1-CHICDF(g12(i,5),2).
  COMPUTE g12(i,6)=pg1.
  COMPUTE g12(i,7)=pg2.
  COMPUTE g12(i,8)=pjb.
END LOOP.
PRINT {T(CMIN(yx)),T(CMAX(yx)),T(ac),vsd,vsd &/ T(ac)*100,g12(:,1),g12(
:,6),g12(:,2),g12(:,7),g12(:,3:5),g12(:,8)}
/TITLE '* 全部變項描述統計結果:' /RNAME=xy1b /FORMAT=F7.3
/CLABEL='min' 'max' 'mean' 'SD' 'cv' 'Skewness' 'p' 'Kurtosis' 'p'
'adjSkew' 'adjKurt' 'J-Btest' 'p'.
DO IF (show3=1).
  PRINT /TITLE '重要說明：後續僅顯示全部變項皆顯著的個別子集迴歸模式分析結果!'.
END IF.
PRINT r /TITLE '* 全部變項積差相關值分析結果:' /CNAME=xy1b /RNAME=xy1b /
FORMAT=F5.3.
PRINT rp0 /TITLE '* 全部變項積差相關考驗p值:' /CNAME=xy1b /RNAME=xy1b /
FORMAT=F5.3.
/* 進行變項組合迴歸分析.
COMPUTE r20=0.
COMPUTE gglb={'model','samples','variables','V1','V2','V3','V4','V5','V6
','V7','V8','V9','V10'}.
LOOP aa = 1 TO ttn.
  COMPUTE x0=x(:,v0(aa,2)).
  COMPUTE vv(aa,v0(aa,2))=1.
  LOOP zz = 2 TO v0(aa,1).
    COMPUTE x0={x0,x(:,v0(aa,zz+1))}.
    COMPUTE vv(aa,v0(aa,zz+1))=1.
  END LOOP.
  COMPUTE yx={y,x0}.
  COMPUTE nc=NCOL(x0).
  COMPUTE nc1=nc+1.
  COMPUTE ac=CSUM(yx)/nr. /* 計算全部變項的平均數.
  COMPUTE q=SSCP(yx)-nr*T(ac)*ac. /* 計算全部變項的SSCP.
  COMPUTE dd=q(2:nc1,2:nc1).
  COMPUTE dy=q(2:nc1,1).
  COMPUTE s=q/(nr-1). /* 計算全部變項的變異數—共變數矩陣.
  COMPUTE d=DIAG(s).
  COMPUTE md=MDIAG(d).
  COMPUTE vsd=SQRT(d). /* 計算全部變項的標準差.
  COMPUTE vsd1=1/vsd.
```



```
COMPUTE msd1=MDIAG(vsd1).
COMPUTE r=msd1*s*msd1. /* 計算全部變項的相關係數r.
COMPUTE vy=MAKE(nr,1,1).
COMPUTE xx={vy,x0}.
COMPUTE g=INV(T(xx)*xx).
COMPUTE xy=T(xx)*y.
COMPUTE b=g*xy. /*計算個別變項的未標準化迴歸係數.
COMPUTE rr=INV(dd)*dy.
COMPUTE rxy=r(2:nc1,1).
COMPUTE rxx=r(2:nc1,2:nc1).
COMPUTE sb=INV(rxx)*rxy. /*計算個別變項的標準化迴歸係數.
COMPUTE qh=T(b)*xy.
COMPUTE ss=sscp(yx).
COMPUTE yy=ss(1,1).
COMPUTE qe=yy-qh.
COMPUTE df2=nr-nc1.
COMPUTE ff=(qh/nc1)/(qe/df2). /*計算截距和未標準化迴歸係數=0考驗的F值.
COMPUTE sqh=T(rr)*dd*rr.
COMPUTE yyd=q(1,1).
COMPUTE sqe=yyd-sqh. /*SSEp.
COMPUTE sff=(sqh/nc)/(sqe/df2). /* 計算標準化迴歸係數=0考驗的F值.
COMPUTE pfb=1-FCDF(sff,nc,df2). /* 計算標準化迴歸係數=0考驗F值的p值.
COMPUTE r2=sqh/yyd. /* 計算迴歸程式解釋力R2.
COMPUTE mr2=1-(1-r2)*(nr-1)/(nr-nc-1). /* 計算校正的迴歸程式解釋力R2.
COMPUTE mse=SQRT(sqe/df2).
COMPUTE coa=SQRT(1-r2). /* 計算離間係數(coefficient of alienation,COA).
COMPUTE reg0(aa,1)=sff. /* 整體F考驗.
COMPUTE reg0(aa,2)=pfb. /* 整體F考驗p值.
COMPUTE reg0(aa,3)=r2. /* R-square.
COMPUTE reg0(aa,4)=mr2. /* 校正的rR-square.
COMPUTE reg0(aa,5)=(1-r2)/((nr-nc-1)*(nr-nc-2))*1000. /* 計算 Bendel & Afifi's Up.
COMPUTE reg0(aa,6)=mse. /* MSE, root mean squared error, S.
COMPUTE reg0(aa,7)=coa.
COMPUTE reg0(aa,8)= nr*LN(sqe/nr)+2*(nc1). /* 計算Akaike Information Criterion (AIC).
COMPUTE sd1=(nr*(sqe/nr))/(nr-nc1-1).
COMPUTE reg0(aa,9)=nr*LN(sd1)+2*nr*(nc1+1)/(nr-nc1-2).
COMPUTE reg0(aa,10)=(1-r2)*(nr+nc1)/(nr-nc1). /* 計算 Amemiya's prediction criterion(PC).
COMPUTE reg0(aa,11)=sqe/(sqem/(nr-nc0-1))+2*nc1-nr. /* 計算 Mallows Cp.
COMPUTE reg0(aa,12)=nr*ln(sqe/nr)+nc1*ln(nr). /* 計算 Schwarz Bayesian criterion(SBC,BIC).
COMPUTE reg0(aa,13)=SQRT(r2). /* 計算multiple R.
COMPUTE reg0(aa,14)=CMAX(EVAL(rxx))/CMIN(EVAL(rxx)). /* 計算條件指數(C).
COMPUTE reg0(aa,15)=r2/(1-r2). /* 計算Cohen f2整體效果量.
COMPUTE reg0(aa,16)=1-(((1-r2)*(nr-1)*(nr-2)*(nr+1))/((nr-nc-1)*(nr-nc-2)*nr)). /* 計算Stein(1960)的調整Rsq.
COMPUTE r4=r2**2-(2*nc*(1-r2)**2)/((nr-1)*(nr-nc+1)).
COMPUTE reg0(aa,17)=((nr-nc-3)*r4-r2)/((nr-2*nc-2)*r2+nc). /* 計算 Browne(1975)的調整Rsq.
COMPUTE sd2=(nr-nc1-1)*sd1/(nr-nc1).
COMPUTE reg0(aa,18)=nr*LN(sd2)+2*nr*(nc1+1)/(nr-nc1-2). /* 計算 McQuarrie, Shumway & Tsai (1997)的不偏AICu.
COMPUTE h0=x0*INV(T(x0)*x0)*T(x0).
COMPUTE h1=DIAG(h0).
COMPUTE reg0(aa,19)=CSSQ((y-h0*y)&/(MAKE(nr,1,1)-h1)). /* 計算PRESS.
COMPUTE reg0(aa,20)=reg0(aa,11)-2*(nc0-nc+1)/(nr-nc0-3). /* 計算 Gilmour
```

```

(1995)的調整Cp,adjCp.
COMPUTE reg0(aa,21)=1-(nr/(nr-nc1))*(1-reg0(aa,3)). /* 計算 Theil (1995)
的調整Rsqr,TheilRsqr.
/* 進行迴歸分析模式的整體考驗.
COMPUTE se1=qe/(nr-nc1).
COMPUTE yse=SQRT(se1). /* 計算依變項的估計標準誤yse.
COMPUTE gi=DIAG(g).
COMPUTE xbse=yse*SQRT(gi). /* 計算自變項的估計標準誤xbse.
COMPUTE cvl=idf.t(0.025,df2).
COMPUTE tt=MAKE(nc1,11,0).
COMPUTE sb1=MAKE(nc1,1,0).
COMPUTE sigv=0.
COMPUTE evalryx=EVAL(r).
LOOP i = 1 TO nc1.
    COMPUTE tt(i,1)=b(i,1)/xbse(i,1). /* 計算個別變項顯著性考驗的t值.
    COMPUTE ptb=2*(1-TCDF(ABS(tt(i,1)),df2)). /* 計算個別變項顯著性考驗t值的
    p值.
    COMPUTE tt(i,2)=ptb.
    COMPUTE lci=b(i,1)+cvl*xbse(i). /* 計算個別變項顯著性考驗的95%信賴區間下界.
    COMPUTE tt(i,3)=lci.
    COMPUTE uci=b(i,1)-cvl*xbse(i). /* 計算個別變項顯著性考驗的95%信賴區間上界.
    COMPUTE tt(i,4)=uci.
    COMPUTE tt(i,5)=(i>1)*tt(i,1)**2. /* 計算淨F值(partial F).
    COMPUTE tt(i,6)=(i>1)*r(i,1)/SQRT(r2). /* 計算迴歸因素結構係數
    rxiy(regression factor structure coefficient,FSC),r^yx.
    COMPUTE tt(i,7)=CMAX(evalryx)/evalryx(i). /* 計算個別變項的條件值(C).
    DO IF (i>1 and ptb<=0.05). /* 記錄變項顯著(p<.05)情形,若顯著則存標準化迴
    歸係數.
        COMPUTE reg0(aa,22+v0(aa,i))=sb(i-1,1).
        COMPUTE sigv=sigv+1.
    END IF.
END LOOP.
COMPUTE tt(2:nc1,8)=DIAG(INV(rxx)). /* 計算VIF.
COMPUTE tt(2:nc1,9)=1/tt(2:nc1,8). /* 計算容忍度(tolerance).
COMPUTE reg0(aa,22)=CSUM(tt(:,8))/(nc1-1). /* 計算平均VIF.
COMPUTE sb1(2:nc1)=sb(1:(nc1-1)).
COMPUTE vsig(aa,1)=sigv. /* 記錄達顯著的自變項數.
COMPUTE vsig(aa,2)=sigv/v0(aa,1). /* 分析達顯著的自變項數%.
COMPUTE vsig(aa,3)=tt(1,2)<.05. /* 記錄截距項達顯著情形,1是p<.05,0是不顯著.
COMPUTE tt(2:nc1,10)=sb1(2:nc1)*r(2:nc1,1). /* 計算個別變項的Rsqr分解值.
COMPUTE tt(2:nc1,11)=tt(2:nc1,10)/reg0(aa,3)*100. /* 計算個別變項Rsqr分解值
佔模式Rsqr的比率.
/* 進行迴歸分析模式的個別變項顯著性考驗.
DO IF (nc=nc0).
    COMPUTE r20=r2.
END IF.
COMPUTE rp=MAKE(nc1,1,0).
/* 計算自變項和依變項相關值的p值.
LOOP i=2 TO nc1.
    COMPUTE tv=r(i,1)/SQRT((1-r(i,1)**2)/(nr-2)).
    COMPUTE rp(i)=(1-TCDF(ABS(tv),(nr-2)))*2.
END LOOP.
/* 自變項和依變項的淨相關係數.
COMPUTE par=MAKE(nc1,2,0). /* 自變項和依變項的淨相關係數矩陣.
COMPUTE par(1,2)=1.
DO IF (nc1>2). /* 自變項數>1計算淨相關係數 .
    LOOP i=1 TO (nc1-1).
        COMPUTE q1=q.
    
```



```
COMPUTE q1(:,2)=q(:,i+1).
COMPUTE q1(:,i+1)=q(:,2).
COMPUTE q0=q1.
COMPUTE q0(2,:)=q1(i+1,:).
COMPUTE q0(i+1,:)=q1(2,:).
COMPUTE qy=q0(1:2,1:2).
COMPUTE qx=q0(3:nc1,3:nc1).
COMPUTE qxy=q0(3:nc1,1:2).
COMPUTE qe=qy-T(qxy)*INV(qx)*qxy.
COMPUTE se=qe/(nr-nc1-1).
COMPUTE de=DIAG(SQRT(ABS(se))).
COMPUTE re=MDIAG(1/de)*se*MDIAG(1/de).
COMPUTE par(i+1,1)=re(1,2). /* 淨相關係數.
COMPUTE df=nr-(nc1-2)-2.
COMPUTE tpar=par(i+1,1)/SQRT((1-par(i+1,1)**2)/df). /* 淨相關係數顯著
性考驗.
COMPUTE par(i+1,2)=(1-TCDF(ABS(tpar),df))*2.
END LOOP.
ELSE.
COMPUTE par(2,2)=1.
END IF.
/* 顯示迴歸分析結果.
DO IF (show1=1).
DO IF ((show3=1 AND vsig(aa,2)=1) OR show3=0).
PRINT {aa,nr,v0(aa,1),v0(aa,2:(v0(aa,1)+1))} / TITLE '* 個別變項組合的
迴歸分析結果:' /CNAMES=gg1b.
COMPUTE plb0={'F','p','Rsq','adj_Rsq','Up','MSE','COA','AIC','AICc'
,'PC','Cp','Cp-p','BIC','R','C','fsq','R2stein','R2browne','AICu'}.
PRINT {reg0(aa,1:11),reg0(aa,11)-v0(aa,1),reg0(aa,12)} /TITLE ' ' /
CNAMES=plb0 /FORMAT=F6.3.
PRINT {reg0(aa,13:22)} /TITLE ' ' /CLABEL='R' 'C' 'fsq' 'R2stein'
'R2browne' 'AICu' 'PRESS' 'adjCp' 'R2Theil' 'mean_VIF' / FORMAT=F6.3.
COMPUTE clb={'b','95%LCI','95%UCI','B','t','p','partialF','FSC','ry
x','p','ryx.z','p','Condition','VIF','tolerance'}.
COMPUTE slb={'Intercep','V1','V2','V3','V4','V5','V6','V7','V8','V
9','V10'}.
PRINT {b,tt(:,3:4),sb1,tt(:,1:2),tt(:,5:6),r(:,1),rp(:,1),par} /
TITLE ' ' /CNAMES=clb /RNames=slb /FORMAT=F7.3.
PRINT {evalryx,tt(:,7:11)} / TITLE ' ' /CLABEL='eigenvalue' 'Condi
tion' 'VIF' 'tolerance' 'Rsq' 'Rsq%'
/RNames=slb /FORMAT=F7.3.
END IF.
END IF.
END LOOP.
/* 計算刪去非各子集模式自變項後,損失Rsq佔全部變項都投入模式時Rsq的比率,即損失解釋力
比率.
/* 見林清山(1990).多變項分析統計法,p,195.
COMPUTE lossr2=MAKE(ttn,3,0).
LOOP i=1 TO ttn.
DO IF v0(i,1)<>nc0.
COMPUTE lossr2(i,1)=(r20-reg0(i,3))/(1-reg0(i,3)). /* 刪去非子集模式自
變項所損失Rsq比率.
COMPUTE df1=nc0-v0(i,1).
COMPUTE df2=nr-nc0-1.
COMPUTE lossr2(i,2)=((r20-reg0(i,3))/df1)/((1-r20)/df2). /* 刪除非子集
模式自變項的迴歸係數顯著性F考驗.
COMPUTE lossr2(i,3)=1-FCDF( lossr2(i,2),df1,df2). /* 刪除非子集模式自變
項的迴歸係數顯著性F考驗之p值.
```

```

ELSE.
    COMPUTE lossr2(i,3)=1.
END IF.
END LOOP.
/* 4.顯示彙總全部可能變項組合的迴歸分析結果.
COMPUTE gglb0={'model','variables','V1','V2','V3','V4','V5','V6','V7','V
8','V9','V10'}.
COMPUTE gglb1={'model','variables','sig_var','X1','X2','X3','X4','X5','X
6','X7','X8','X9','X10'}.
COMPUTE plb1={'model','variables','F','p','Rsq','adj_Rsq','Up','MSE','CO
A','AIC','AICc','PC','Cp','BIC','R','C','meanVIF'}.
COMPUTE plb2={'model','variables','sig_var%','X1','X2','X3','X4','X5','X
6','X7','X8','X9','X10'}.
DO IF (show2=1).
    PRINT {v01,v0(:,1),vsig(:,1),vv} / TITLE '投入自變項組合:' /CNAMES=gglb1.
    PRINT / TITLE '說明：X1~X10的數值表示自變項被投入分析的情形,1表示投入分析,0表示
未納入'.
    PRINT {v01,v0} / TITLE '投入自變項清單:' /CNAMES=gglb0.
    PRINT / TITLE '說明：V1~V10的數值表示投入分析的自變項編號,1表示X1變項,3表示X3
變項,餘依此類推'.
    PRINT {v01,v0(:,1),reg0(:,1:12)} /TITLE '全部變項組合的迴歸模式整體考驗結
果:' / CNAMES=plb1 / FORMAT=F6.3.
    PRINT {v01,reg0(:,13:22)} /TITLE ' ' / CLABEL='model' 'R' 'C' 'fsq'
'R2stein' 'R2browne' 'AICu' 'PRESS' 'adjCp' 'R2Theil' 'mean_VIF' 'R' /
FORMAT=F6.3.
    PRINT {v01,v0(:,1),vsig(:,2)*100,reg0(:,23:(22+nc0))} /TITLE '全部變項組
合的迴歸模式迴歸係數顯著情形:' /CNAMES=plb2 / FORMAT=F8.3.
    PRINT / TITLE '說明：僅顯示p<.05的自變項標準化迴歸係數'.
END IF.
/* 5.選擇最佳迴歸模式.
COMPUTE rank0=MAKE(ttn,16,0).
COMPUTE rank0(:,1)=ttn-RNKORDER(reg0(:,3))+1. /* R2.
COMPUTE rank0(:,2)=ttn-RNKORDER(reg0(:,4))+1. /* adjR2.
COMPUTE rank0(:,3)=RNKORDER(reg0(:,5)). /* Up.
COMPUTE rank0(:,4)=RNKORDER(reg0(:,6)). /* MSE.
COMPUTE rank0(:,5)=RNKORDER(reg0(:,7)). /* COA.
COMPUTE rank0(:,6)=RNKORDER(reg0(:,8)). /* AIC.
COMPUTE rank0(:,7)=RNKORDER(reg0(:,9)). /* AICc.
COMPUTE rank0(:,8)=RNKORDER(reg0(:,10)). /* PC.
COMPUTE rank0(:,9)=ttn-RNKORDER(reg0(:,11))+1. /* Cp.
COMPUTE rank0(:,10)=RNKORDER(reg0(:,12)). /* SBC,BIC.
COMPUTE rank0(:,11)=RNKORDER(reg0(:,14)). /* C.
COMPUTE rank0(:,12)=RNKORDER(reg0(:,22)). /* meanVIF.
COMPUTE rank0(:,13)=RSUM(rank0(:,1:12)). /* 綜合評估值.
COMPUTE rank0(:,14)=RNKORDER(rank0(:,13)). /* 綜合評估最佳迴歸模式.
COMPUTE rank0(:,15)=rank0(:,14)&*(vsig(:,2)=1)+(vsig(:,2)<>1)*(ttn+1).
/* 考量迴歸係數顯著性後的評估最佳迴歸模式.
COMPUTE rank0(:,16)=RNKORDER(rank0(:,15))&*(rank0(:,15)<>(ttn+1)). /* 綜
合考量迴歸係數顯著性後的評估最佳迴歸模式.
COMPUTE plb3={'model','vars','Rsq','adjRsq','Up','MSE','COA','AIC','AICc
','PC','Cp','BIC','C','VIF','rank','choice','lossRsq%','sig_depV'}.
DO IF (show2=1).
    PRINT {v01,v0(:,1),rank0(:,1:13),rank0(:,16),lossr2(:,1)*100,vs
ig(:,3)} /TITLE '全部變項組合的迴歸模式各項評估值排序(數值1最佳):'
/CNAMES=plb3 /FORMAT=F4.0.
    PRINT {v01,lossr2(:,2:3), lossr2(:,1),lossr2(:,1)*100} /TITLE '排除非
各子集迴歸模式自變項顯著性考驗和造成Rsq損失分析結果:'
/CLABEL='model' 'F' 'p' 'lossRsq' 'lossRsq%' /FORMAT=F6.3.

```



```
END IF.
COMPUTE bestm=CSUM(rank0(:,16)<>0).
PRINT {nr,nc0,ttn,bestm} /TITLE '* 綜合評估最佳迴歸模式結果: ' /CLABEL='sample'
'variables' 'models' 'choice'.
DO IF (bestm>0).
  COMPUTE best=MAKE(bestm,1,0).
  COMPUTE k=0.
  LOOP j=1 TO bestm.
    LOOP i=1 TO ttn.
      DO IF (rank0(i,16)=j).
        COMPUTE k=k+1.
        COMPUTE best(k)=i.
      END IF.
    END LOOP.
  END LOOP.
  COMPUTE gglb2={'rank','model','sig_depV','vars','V1','V2','V3','V4','V
5','V6','V7','V8','V9','V10'}.
  COMPUTE k0=CMAX(v0(best,1)).
  PRINT {v01(1:bestm),best,vsig(best,3),v0(best,1:(1+k0))} /TITLE '* 綜合
評估最佳迴歸模式(已排序): ' /CNAMES=gglb2.
  COMPUTE plb4={'model','Rsq','adj_Rsq','Up','MSE','COA','AIC','AICc','P
C','Cp','BIC','C','meanVIF','lossRsq%','sig_depV'}.
  PRINT {best,reg0(best,3:12),reg0(best,14),reg0(best,19),lossr2(best,1)
*100,vsig(best,3)} /TITLE '評估最佳迴歸模式整體考驗值(已排序):'
  /CNAMES=plb4 /FORMAT=F7.3.
/* 提出推薦最佳子集模式.
PRINT {best(1),v0(best(1),2:(1+v0(best(1),1)))} /TITLE '** 推薦最佳子集迴
歸模式(不考慮截距項是否顯著):'
  /CLABEL='model' 'V1' 'V2' 'V3' 'V4' 'V5' 'V6' 'V7' 'V8' 'V9' 'V10'.
DO IF CSUM(vsig(best,3))>0.
  COMPUTE k1=0.
  LOOP i=1 TO bestm.
    DO IF (vsig(best(i),3)=1 AND k1=0).
      COMPUTE k1=i.
    END IF.
  END LOOP.
  COMPUTE k0=v0(best(k1),1).
  PRINT {best(k1),v0(best(k1),2:(1+k0))} /TITLE '** 推薦最佳子集迴歸模式(
設定截距項需顯著):'
  /CLABEL='model' 'V1' 'V2' 'V3' 'V4' 'V5' 'V6' 'V7' 'V8' 'V9' 'V10'.
ELSE.
  PRINT /TITLE '** 提醒:沒有符合自變項和依變項皆顯著條件的最佳子集模式'.
END IF.
ELSE.
  PRINT /TITLE '* 說明:綜合評估無最佳迴歸模式!'.
END IF.
/* 6.建立新資料集,輸出全部自變項組合的迴歸分析結果摘要.
SAVE {v01,v0(:,1),reg0(:,1:22),lossr2(:,1)*100,vsig,rank0(:,16)} /OUT-
FILE = *
  /VARIABLES=NO VAR_N F_VALUE P_VALUE R2 adjR2 Up MSE COA AIC AICc PC Cp
BIC R C f2 R2stein R2browne AICu PRESS adjCp R2Theil meanVIF loosR2 sigV
Vsig sigD CHOSE.
SAVE {v01,v0(:,1),reg0(:,1:22),lossr2(:,1)*100,vsig,rank0(:,16)} /OUT-
FILE = 'C:\temp\allsubsetreg.sav'
  /VARIABLES=NO VAR_N F_VALUE P_VALUE R2 adjR2 Up MSE COA AIC AICc PC Cp
BIC R C f2 R2stein R2browne AICu PRESS adjCp R2Theil meanVIF loosR2 sigV
Vsig sigD CHOSE.
PRINT /TITLE '* 說明:已將全部自變項組合的迴歸分析結果摘要輸出儲存於c:\temp\all-
```

```
subsetreg.sav'檔'.  
END MATRIX.  
/* 7.繪製模式選擇判斷圖.  
COMPUTE Cp_P=Cp-VAR_N.  
ALTER TYPE NO VAR_N SIGV (F2.0) Cp_P (F5.2).  
COMPUTE showd=CHOSE>0.  
FILTER BY showd.  
VARIABLE LABELS NO 'models' R2 'Rsqr' adjR2 'adj_Rsq'.  
GRAPH  
  /LINE(SIMPLE)=VALUE(adjR2 R2 R2stein R2browne f2) BY NO  
  /FOOTNOTE 'Rsqr 比較'.  
GRAPH  
  /LINE(SIMPLE)=VALUE(Up) BY NO  
  /FOOTNOTE 'Up 比較'.  
GRAPH  
  /LINE(SIMPLE)=VALUE(MSE) BY NO  
  /FOOTNOTE 'MSE 比較'.  
GRAPH  
  /LINE(SIMPLE)=VALUE(Cp_P Cp) BY NO  
  /FOOTNOTE 'Cp-P, Cp 比較'.  
GRAPH  
  /LINE(SIMPLE)=VALUE(AIC AICc AICu BIC) BY NO  
  /FOOTNOTE 'AIC,AICc,AICu, BIC(SBC) 比較'.  
GRAPH  
  /LINE(SIMPLE)=VALUE(C meanVIF) BY NO  
  /FOOTNOTE 'Condition index, meanVIF 比較'.  
GRAPH  
  /LINE(SIMPLE)=VALUE(PRESS) BY NO  
  /FOOTNOTE 'PRESS 比較'.  
DATASET ACTIVATE reg.  
SET ERRORS=LISTING.  
SET PRINTBACK=LISTING.
```

## 二、考驗兩個迴歸模式解釋力差異的SPSS程式(Rsq-TEST)

此程式需要輸入兩個待比較迴歸模式的 $R^2$ 值、自變項數和樣本數，置於BEGIN DATA.和END DATA.兩命令之間，如下述程式所列。執行時，在SPSS語法視窗載入此程式，修改BEGIN DATA.和END DATA.兩命令之間的數值，再依序按Ctrl+A、Ctrl+R即可自動執行輸出比較結果。

```
/* 考驗兩迴歸模式解釋力差異(Rsq-TEST) 葉連祺設計。  
/* 適用於考驗同一樣本的兩組多元迴歸分析模式的解釋力差異。  
/* 需要輸入迴歸模式Rsqr值和自變項數，以計算Rsqr差異值，F值，p值。  
/* 另需要設定樣本數，以計算自由度，BIC值，BIC差異值，RED。  
/* 考驗公式依據Treiman (2012)，量化數據分析:通過社會研究檢驗想法,p.119和p.127。  
SET PRINTBACK=NONE.  
DATASET NAME reg.  
DATA LIST FREE / rsqr m n.  
/* 在BEGIN DATA.和END DATA.之間，依序輸入兩迴歸模式Rsqr值，自變項數，樣本數。  
BEGIN DATA.  
.091 2 54  
.015 1 54  
END DATA.  
MATRIX.  
GET x /VARIABLES=ALL. /* 讀取兩迴歸模式Rsqr值，自變項數和樣本數。
```



```
COMPUTE alpha=0.05. /* 顯著考驗的alpha=.05.
COMPUTE n=CMIN(x(:,3)). /* 樣本數.
COMPUTE adjr=MAKE(2,1,0).
COMPUTE adjr=1-(1-x(:,1))*(n-1)/(n-x(:,2)-1). /* 調整的Rsq.
COMPUTE bt=MAKE(3,1,0).
COMPUTE bic=MAKE(2,1,0).
DO IF (x(1,1)>x(2,1)).
  COMPUTE bt(1)=x(1,1)-x(2,1). /* Rsq差異.
  COMPUTE bt(2)=x(1,2)-x(2,2). /* 自變項數差異.
  COMPUTE fv=(bt(1)/bt(2))/((1-x(1,1))/(n-x(1,2)-1)).
  COMPUTE df1=bt(2).
  COMPUTE df2=n-x(1,2)-1.
/* 計算RED(proportional reduction in residual sum of squares due to the
additional variable)公式.
/* 參考Raftery, A. E. (1995). Bayesian model selection in social research.
Sociological methodology, 25, p.140.
  COMPUTE red=1-(1-x(1,1))/(1-x(2,1)). /* 增加變項所產生殘差平方和減少比率
(RED).
  ELSE.
  COMPUTE bt(1)=x(2,1)-x(1,1). /* Rsq差異.
  COMPUTE bt(2)=x(2,2)-x(1,2). /* 自變項數差異.
  COMPUTE fv=(bt(1)/bt(2))/((1-x(2,1))/(n-x(2,2)-1)).
  COMPUTE df1=bt(2).
  COMPUTE df2=n-x(2,2)-1.
  COMPUTE red=1-(1-x(2,1))/(1-x(1,1)).
END IF.
COMPUTE bt(3)=(1-FCDF(fv,df1,df2))*2. /* F值的雙側考驗p值.
/* 計算BIC公式參考Treiman (2012), 量化數據分析:通過社會研究檢驗想法p.127.
/* Raftery, A. E. (1995). Bayesian model selection in social research.
Sociological methodology, 25, p.135.
COMPUTE bic=n*LN(1-x(:,1))+x(:,2)*LN(n).
PRINT /TITLE ' 考驗兩迴歸模式解釋力差異(Rsq-TEST) 葉連祺設計'.
PRINT {x(:,3),x(:,1:2),adjr,bic} /TITLE '* 基本分析資訊:' /CLABEL='samples'
'Rsq' 'variables' 'adj_Rsq' 'BIC'
/RLABEL='model1' 'model2' /FORMAT=F8.3.
COMPUTE diffbic=ABS(bic(1)-bic(2)).
COMPUTE difftype=1*(diffbic<=2)+2*(diffbic>2 AND diffbic<=6)+3*(diffbic>6
AND diffbic<=10)+4*(diffbic>10).
PRINT {n,T(bt(1:2)),fv,df1,df2,bt(3),red*100,diffbic,difftype} /TITLE '*
兩迴歸模式解釋力差異考驗結果:'
/CLABEL='n' 'diff_Rsq' 'diff_vari' 'F' 'df1' 'df2' 'p' 'RED%' 'diff_
BIC' 'note' /FORMAT=F8.3.
PRINT /TITLE 'BIC值差異意義(note)說明:1:weak 2:positive 3:strong 4:very
strong difference'.
DO IF (bt(3)<0.05).
  DO IF (bic(1)<bic(2)).
    PRINT /TITLE '說明:兩迴歸模式的解釋力有顯著差異, model1的BIC值較小,優於
model2'.
  ELSE.
    PRINT /TITLE '說明:兩迴歸模式的解釋力有顯著差異, model2的BIC值較小,優於
model1'.
  END IF.
  ELSE.
    PRINT /TITLE '說明:兩迴歸模式的解釋力無顯著差異'.
  END IF.
END MATRIX.
DATASET ACTIVATE reg.
SET PRINTBACK=LISTING.
```

