

以GSP表探討數位學習課程認證指標重要程度之研究

許天維 ¹	曾建維 ²	梁榮進 ³	王柏婷 ⁴	永井正武 ⁵
台中教育大學	台中教育大學	嶺東科技大學	逢甲大學	台中教育大學
教育測驗統計研 究所 教授	教育測驗統計研 究所 博士生	科技商品設計所 助理教授	外語教學中心 講師	教育測驗統計研 究所 教授
sheu@mail.ntcu.ed u.tw	darkdreams0802 @gmail.com	chinn855@teamai l.ltu.edu.tw	btwang.tw@g mail.com	nagai@kamakura net.ne.jp

摘要

本研究係採用教育部所制定的數位學習課程認證指標，進行課程指標重要程度比較，提供數位課程規劃與課程開發之依據。選取數位學習相關科系畢業，目前在業界或學界從事相關領域工作，並且有實務課程認證經驗的專業人士為調查對象，將所獲的資料，運用灰關聯分析方法 GRA (Grey Relational Analysis)，分析數位學習課程認證指標之重要程度與排序，接著以 S-P 表模式建立 GSP (Grey Student-Problem Chart) 表，藉由 GSP 表的圖示和數值，而能完整的呈現出全體受測者的認定狀態。最後依據 LGRA (局部灰色關聯度) 數值所呈現出來的狀態，提出最符合受測者認同的調查結果，藉以提供數位課程設計與開發之參考指標。

關鍵詞：數位學習，課程認證指標、GRA、S-P 表、GSP 表

1. 前言

數位學習當前已成為重要的學習途徑，教學品質良好與否一直是教育界及相關學者所關注的議題，為了確立教學機構可以提供相當品質的遠距學習活動，並能維護學習者權益，政府單位制訂了數位學習品質指標與認證規範。教育產業在全球化影響下逐漸展開跨國合作，政府教育單位開始與國際組織接觸並遵循其教育政策，期望能順利推動國際性的數位學習產業，國內數位學習產業於 2002 年加入 WTO 後正式與國際教育市場接軌，為促進國內外相關機構進行課程交流，需要客觀的評鑑指標與認證機制作為互信的橋樑[3]。

教育部於 2006 年開始設立「遠距教學交流暨認證網」，提供相關數位學習資訊、認證進度查詢等服務，同時亦針對國內授與學分之數位課程及數位教材進行認證服務[4]。其目的即藉由規範或指標確保數位學習者所接觸之教學內容具有相當品質，預期發揮良好學習成效，落實數位學習認證機制並實施訪視，確保教育品質[11]。楊家興認為數位學習認證規範之訂定，不僅提供國內各大專院校網路教學發展品質消極管控之機制，亦可提點遠距教學服務建置者在其開發過程中應考量、檢核的各項重要因素[9]。

由此可知，數位學習課程或開發數位學習教材與服務，和數位學習認證規範對於品質維護與控管的重要性，目前應用於指標內容的規範係由專責單位、相關學者及專家所共同制訂，提供數位學習機構在其規劃及施行上能有相關的依循規章[13]。然而數位學習認證規範，與專業人士的認定是否一致，本研究以有經驗的人士，進行數位學習認證指標的內容進行重要性評比，透過灰關聯理論分析方法 GRA，結合 S-P 表的理論結構，發展出 GSP 表，成為判斷數位學習課程認證指標重要程度的參考表，提供數位課程設計與開發的參考指標。

2. 基礎理論

2.1 數位學習課程認證指標

教育部於 2006 年訂定之數位學習認證規範及認證程序，主要係參考英國數位學

習品質保證制度，並融入國內應用情境之需求加以修正[10]。英國於1969年成立開放與遠距教學品質協會（Open and Distance Learning Quality Council, ODL QC），目標在加強與確保教育、訓練之品質及保障學習者權益，該協會之品質認證服務，係針對英國國內各類型之教學活動所提供，包含家庭自學（Home Study）、遠距學習、線上或數位學習及其他開放式課程等，同時亦接受大專院校或任何授與學位之教學單位申請認證服務[17]。

楊家興表示，英國ODL QC品質認證標準不僅針對數位學習教材內容及教學活動品質加以審核，對於國內網路學習整體發展流程更是嚴加監督，期望藉此提升及維護英國國內數位學習的優良品質[10]。我國認證機制的設立有兩個目的：

1. 作為國內數位學習相關事務之管控機制。
2. 提供國內發展數位學習之教學機構及單位的依循法則。

國內認證流程及規範內容係委託相關領域之學者、專家進行研究，其發展流程如圖 1 所示，資料來源：楊家興[10]。

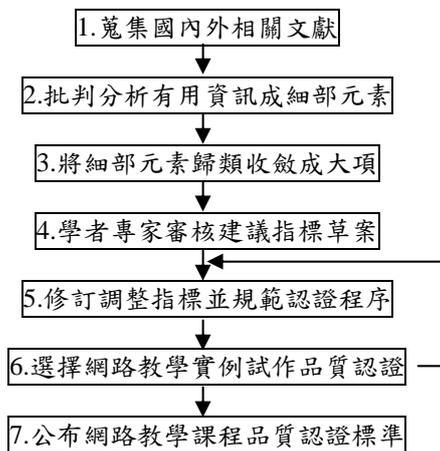


圖1 數位學習品質認證發展流程圖

認證規範方面，教育部於 2006 年至 2009 年間發佈二次修訂版本，兩個版本在規範內容及架構上不盡相同。本研究採用 2009 年 5 月發公布之第二次規範，進行數位學習課程認證指標重要性調查分析。

2.2 灰關聯理論 GRA (Grey Relational Analysis)

灰色系統理論是由鄧聚龍 1989 年所提出。灰色系統是指系統內的訊息，一部分明確，一部分不明確。灰色系統理論針對系統模型內訊息的不明確性及不完整性，進行關聯分析及模型建構。其中灰關聯分析可以將事物的不確定性、多變量、離散的、不完整性數據做最有效的處理[12]。

灰關聯分析主要功能在於離散序列間進行測試計算，灰關聯分析特色，除了因素量化，還可利用灰關聯度的排列，並將所獲得的訊息加以解讀。

GRA 灰關聯分析的計算依據如下：

1. 建立原始分析數列：建立原始數據之參考數列 x_0 和比較數列 x_i ， $i = 1, 2, \dots, n$ ， $k = 1, 2, \dots, m$ ，如下所示。

$$\begin{aligned}
 x_0 &= (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(k), \dots, x_0(m)) \\
 x_1 &= (x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(k), \dots, x_1(m)) \\
 x_2 &= (x_2(1), x_2(2), \dots, x_2(k), \dots, x_2(m)) \\
 &\vdots \\
 x_i &= (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(k), \dots, x_i(m)) \\
 &\vdots \\
 x_n &= (x_n(1), x_n(2), \dots, x_n(k), \dots, x_n(m))
 \end{aligned} \tag{1}$$

其中，各比較數列的數據也可以經由 AHP（層級分析法）方法來判定其數據的正確性與否，目的在於得到更正確性的數據（Clean Data）；這是根據一致性指標 CI （Consistence Index）來判定，若 $CI \leq 0.1$ ，就是具有一致性的。

$$[W]_i = A_{i,j} \begin{bmatrix} 1 & w_{12} & w_{13} & \dots & w_{1m} \\ w_{12}^{-1} & 1 & w_{23} & \dots & w_{2m} \\ w_{13}^{-1} & w_{23}^{-1} & \dots & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ w_{1m}^{-1} & w_{2m}^{-1} & w_{3m}^{-1} & \dots & 1 \end{bmatrix}_j, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

2. 灰關聯生成：將原始數列之數據正規化。其中建立序列之可比性必須滿足三個條件：無因次性（Non-dimension）、同等級性（Scaling）、同級性（Polarization）。之後再做「生成」及「數據標準化」處理，包含望大、望目、望小三種方法，其公式為：

(1) 望大（Larger-the-better）：希望目標值越大越好。

$$x_i^*(k) = \frac{x_i(k) - \min_i x_i(k)}{\max_i x_i(k) - \min_i x_i(k)} \quad (2)$$

其中 $\max_i x_i(k)$ 為項目 j 中之最大數值， $\min_i x_i(k)$ 為項目 j 中之最小數值。

(2) 望小（Smaller-the-better）：希望目標值越小越好。

$$x_i^*(k) = \frac{\max_i x_{ij}(k) - x_i(k)}{\max_i x_i(k) - \min_i x_i(k)} \quad (3)$$

(3) 望目（Nominal-the-better）：希望目標值介於最大值或最小值之間的特定量，以 OB 表示。

$$x_{ik}^* = \frac{\max_i \{e_{ik}\} - e_{ik}}{\max_i \{e_{ik}\} - \min_i \{e_{ik}\}}, e_{ik} = \frac{|OB - x_{ik}|}{|OB|} \quad (4)$$

其中 $OB \neq 0$ ；目標為 0 時，以望小等處理。 $\max_i x_{ij} \geq x_{OBj} \geq \min_i x_{ij}$ 。

3. 灰關聯度計算：本研究採用永井正武的灰關聯公式計算灰關聯度[15、16]，其中局部灰色關聯度（Local GRA）的參考序列為 x_0 ，比較數列為 x_j ，當 Γ_{0i} 愈趨近於 1 時，表示 x_0 與 x_j 關聯程度越高。反之趨近於 0 時，表示關聯程度愈低。

(1) 局部性灰關聯度公式為：

$$\Gamma_{0i} = \Gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\bar{\Delta}_{\max} - \bar{\Delta}_{0i}}{\bar{\Delta}_{\max} - \bar{\Delta}_{\min}} \quad (5)$$

$$\text{其中，} \bar{\Delta}_{0i} = \|x_{0i}\|_\rho = \left(\sum_{k=1}^n [\Delta_{0i}(k)]^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

$\bar{\Delta}_{\max}$ 及 $\bar{\Delta}_{\min}$ 為 $\bar{\Delta}_{0i}$ 的最大值與最小值。 $\rho \geq 1, 2, \dots, m$ 時，稱為敏考斯基模式灰色關聯度。 $\rho = 2$ 也稱為歐幾里德模式灰色關聯度。

(2) 整體性灰關聯度公式為：

$$\Gamma_{ij} = \Gamma(x_i, x_j) = 1 - \frac{\bar{\Delta}_{ij}}{\bar{\Delta}_{\max}} \quad (6)$$

$$\text{其中，} \bar{\Delta}_{ij} = \left(\sum_{k=1}^n [\Delta_{ij}(k)]^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

4. 排出灰關聯排序（Grey Relational Ordinal）：整個決策的依據是依照灰關聯度 Γ_{0i} 值做比較，當任一方案有較大的 Γ_{0i} 值時，就會被認定為較重要之方案，可以做為系統中排序的準則。

2.3 S-P 表分析理論

S-P 表（Student-Problem Chart）是由日本學者佐藤隆（Takahiro Sato）於 1970 年所創，這是一種將學生的作答反應以「圖形化」分析的方法，其目的在獲得每位學生的學習診斷資料，當作學習輔導之參考 [19、20]。

S-P 表可以進行調查資料的分析處理、確定性分析，數量化分析、排序比和程度結果判斷等事項。S-P 表的功能可針對 Bloom 所提出的三種型態的學習評量 [14]。

1. 診斷性評量（Diagnostic Evaluation）
2. 形成性評量（Formative Evaluation）
3. 綜合性評量（Summative Evaluation）

評定學習成效而給予以改進課程及教學計劃。S-P 表不但可以使用於學習中的診斷評量，對於已經成形的課程進行評量更能發揮其改進效用 [14]。

S-P 表診斷學生的作答反應，藉由試題注意係數（Item Caution Index，簡寫為 CP）及學生注意係數（Student Caution

Index，簡寫為CS)等指標，判斷不尋常的反應組型，並藉此提供診斷訊息[5]，這是衍生自S-P表理論的試題關聯分析法。吳慧珉、林原宏也發現其具有診斷學習成果，和鑑別學習成就的功效[2]。

以本研究而言，S-P表的縱座標是受測者的人數列，橫座標依內容的重要程度。由右至左順序排列，最左邊是最重要的項目，最右邊是最不重要的項目；由上而下之狀態為：最上方是程度認同人數較多，最下方是程度認同人數較少，以符合S-P表的圖表反應理論。如此可以針對受測者對於調查的反應，呈現在圖表並且形成縱橫一覽表，而能夠快速判斷全部受測者的認定情形，同時可以檢討數位學習課程的設計是否適當。S-P表的矩陣結構，如圖2所示。

	(P)課程名稱	(總分)
(S) 學生編號		↑ 高分
		↓ 低分
(認同人數)	多 ← → 少	

圖2 S-P表結構矩陣(本研究整理)

應用S-P表時，需注意下列事項[1]：

1. 適合用在班級人數約在40至50人，而試題約在20至30題的評量資料之分析與診斷。
2. 注意係數的值為0.5，猶如體溫計的37度，只是要提醒注意或檢討的信號而已。
3. 當試題數或學生數過少時，不必求其注意係數，即使求出了，亦不宜使用，因為它們的誤差極大，不具有代表性和正確性。
4. S曲線與P曲線相接近(即差異係數小)時，未必是一種好現象，亦應加以檢討。

2.4 GSP表分析理論

GSP表是日本學者永井正武2010年所創造出來的理論，以灰關聯理論GRA結合

S-P表的判斷方法，所呈現出來的GSP圖表，可以讓問題的分析更為具體明確。許天維、梁榮進等人，進行工業設計產品模型專業課程的教育評量鑑別，以灰關聯分析方法進行分析整理，結合GSP表鑑別課程內容的難易度，界定課程評量結果，提出一種教育訓練與學習的鑑別方式[6]。

GSP表具有多樣性的分析使用功能，適用在各種不確定因素的研究調查，Sheu使用GSP表分析大學生英語聽力表現，藉以促進學生提升英語聽力[18]。GSP表可以將各種事物的不確定性、多變量、離散的、不完整性的數據透過數學運算處理，做出最有效的圖解表達，解讀離散序列間的權重和排序等事務，這種以資料的處理判讀透過完整圖表的傳達，對於問題的釐清界定透明化，是處理複雜因子和因果關係研究處置與檢討有效的方法[7、8]。

3. 評量調查研究執行

3.1 受測者擬定與編碼

本研究首先建立受測者成員，選定數位學習相關科系畢業者九名，都具有實務數位學習課程認證經驗，且目前仍從事相關工作的專業人士為調查對象，針對數位學習課程的認知，進行數位學習課程認證指標規範的重要程度調查，成為受測者資料主要的來源。在建立原始決策矩陣方面，本研究分別將受測者與數位學習課程認證指標規範進行編碼，並以二者建立矩陣關係，而形成受測者對應到數位學習課程認證指標規範的決策矩陣。

本研究不劃分受測者目前的專業屬性，而只針對其所從事的專業年資和專長為評選。將評選擬定的受測者分別給予編碼為：S(A)~S(I)，如下表1所示。

表1 受測者資料與編碼

受測者	專業年資	受測者專長
S(A)	3年以上	網頁設計、教材視覺化設計
S(B)	3年以上	動畫設計製作、網頁設計
S(C)	4年以上	數位教材製作、教材視覺化設計

<i>S(D)</i>	4 年以上	動畫設計製作、教學平台管理
<i>S(E)</i>	4 年以上	數位教材製作、動畫設計製作
<i>S(F)</i>	5 年以上	教學平台管理、數位課程規劃
<i>S(G)</i>	5 年以上	教學平台管理、伺服器網路管理
<i>S(H)</i>	5 年以上	數位教材製作、數位課程規劃
<i>S(I)</i>	6 年以上	數位課程規劃、數位學習認證

3.2 數位學習課程認證指標之規範

本研究依照教育部所制定的數位學習課程認證指標規範，將這些規範編碼為：

*P(A)*科目說明，*P(B)*維持學習動機，*P(C)*學習者與教材互動，*P(D)*師生互動，*P(E)*同學互動，*P(F)*學習評量，*P(G)*教學管理服務，*P(H)*平台功能檢核。檢驗指標是根據教育部數位學習課程認證指標，所擬定出來的項目，而成為受測者接受調查的主要項目，每一項規範所對應的相關內容說明如下，參見表 2。

表 2 數位學習課程認證指標規範與品質內容敘述

數位學習課程認證指標規範與品質內容敘述	數位學習課程認證指標規範	課程指標主要內容
	<i>P(A)</i> 科目說明	1-1 課程具體說明科目宗旨、學分數及單元教學目標。 1-2 課程提供適當的單元架構及學習進度表。 1-3 課程具體說明科目成績的考評標準。 1-4 課程具體指出適用對象及學前能力。 1-5 課程具體說明學生參與學習進度表中各種教學活動的方法。
	<i>P(B)</i> 維持學習動機	2-1 教材及教學活動能涵蓋科目中所有的教學目標。 2-2 教師在教學過程中有引起學習動機的活動。 2-3 教師在學習單元中提供機會檢核學習者的成就。 2-4 教材及教學畫面顯示該主題的學習總分量與進度。 2-5 教師依據教學目標選用多種合宜的教學活動。
	<i>P(C)</i> 學習者與教材互動	3-1 教材具有清楚的重點提示。 3-2 教材內容提供實例以協助學生理解。 3-3 教材提供適當的練習或課後反思活動。 3-4 教材提供充分的科目補充教材或外界網路資源。 3-5 教材符合自學性質且分量合宜。 3-6 課程提供教材友善下載的功能。
	<i>P(D)</i> 師生互動	4-1 課程建有授課教師的介紹資訊及課業輔導電子信箱。 4-2 教師實施適當且充足的同步或非同步教學活動。 4-3 師生在同步或非同步教學中能針對議題積極參與討論。 4-4 教師在非同步教學中，能於課程討論區適時回應學習者的問題，提供良好的回饋。 4-5 同步教學時，師生雙方均能積極參與課程主題相關的討論互動。 4-6 教師實施固定的「線上辦公室時間」，供學習者線上與教師互動。 4-7 課程提供網路供線上學習輔導人員的服務。 4-8 課程提供適量輔助性的師生面對面教學互動。
	<i>P(E)</i> 同學互動	5-1 學習者間在非同步教學中對於課程內容相關議題有充分的互動討論。 5-2 教師於課程教學時，使用合作學習策略。 5-3 學習者間以同步方式進行課程內容相關議題討論時，有適當的互動。 5-4 課程建有班級同學的自我介紹、電子信箱或個人網頁等資訊。
	<i>P(F)</i> 學習評量	6-1 課程的學習評量配合教學目標與教材內容。 6-2 課程提供網路線上測驗或自我評量。 6-3 課程的網路線上測驗或自我評量提供評閱結果與回饋。 6-4 課程的作業題目協助學習者彙整教材重點並激發深層的思考與應用。 6-5 課程在網路線上實施學習者作品觀摩。 6-6 教師應用學習者的學習歷程檔案做為評量參考。
	<i>P(G)</i> 教學管理服務	7-1 教學單位適當保存課程網站的科目資料。 7-2 課程在網路線上實施學習者對科目教材與教學活動的評鑑問卷。 7-3 課程評鑑中顯示學習者滿意本科目的網路教學。 7-4 教師充分利用網路線上公告欄公布科目進度與即時訊息。 7-5 教師對班級實施師生面對面的科目檢討會議。
	<i>P(H)</i> 平台功能檢核	8-1 課程教學所使用的平台，其功能檢核項目能符合教學的需求。

3.3 建立原始決策矩陣與灰關聯生成

接下來將決策矩陣之數據正規化，並遵守建立序列之三個原則：

- (1) 無因次性 (Non-dimension)，序列因子應不具有單位。
- (2) 同等級性 (Scaling)，序列因子的值大小範圍應在 100 以內。
- (3) 同極性 (Polarization)，序列因子的描述應為同方向。

將決策矩陣進行成對比較，受測者分別依據相對矩陣的關係，而分別給予 9, 7, 5, 3, 1, 1/3, 1/5, 1/7, 1/9 之九個階級的評量。各受測者接受評量調查所形成的對應排序決策矩陣，如下表 3~表 11。

從各受測者所形成的決策矩陣結果 (表 3~表 11)，帶入永井正武的公式中 [15、16]，使用局部性灰關聯度公式及望大值公式之定義，計算出 LGRA (Local Grey Relational Analysis) (局部非關聯值) 並且全部都通過 AHP 層級分析法所規範的 CI 值必須小於 0.1 以下，以確定資料的正確性 (Clean Data)，這是根據一致性檢定所規範的研究執行，本研究將其分別列表 3~表 11 的各矩陣中。

表 3 $S(A)$ 接受調查所形成的灰關聯決策矩陣

$S(A)$	$P(A)$	$P(B)$	$P(C)$	$P(D)$	$P(E)$	$P(F)$	$P(G)$	$P(H)$	LGRA 值
望大值	9	9	9	5	5	9	1	1	
$P(A)$	1	1	3	1/3	1/5	5	1/7	1/9	0.173
$P(B)$	1	1	1	1/3	1/7	5	1/9	1/9	0.122
$P(C)$	1/3	1	1	1/5	1/7	1	1/9	1/9	0.024
$P(D)$	3	3	5	1	1/3	5	1/3	1/5	0.343
$P(E)$	5	7	7	3	1	7	1/3	1/5	0.615
$P(F)$	1/5	1/5	1	1/5	1/7	1	1/9	1/9	0
$P(G)$	7	9	9	3	3	9	1	1	0.809
$P(H)$	9	9	9	5	5	9	1	1	1

$CI=0.094 < 0.1$

表 4 $S(B)$ 接受調查所形成的灰關聯決策矩陣

$S(B)$	$P(A)$	$P(B)$	$P(C)$	$P(D)$	$P(E)$	$P(F)$	$P(G)$	$P(H)$	LGRA 值
望大值	9	1	3	3	7	3	5	9	
$P(A)$	1	1/9	1/9	1/5	1/5	1/5	1/3	1	0
$P(B)$	9	1	3	3	7	3	5	9	1
$P(C)$	9	1/3	1	3	7	3	5	9	0.858
$P(D)$	5	1/3	1/3	1	3	1	1	5	0.399
$P(E)$	5	1/7	1/7	1/3	1	1/3	1	1	0.161
$P(F)$	5	1/3	1/3	1	3	1	3	7	0.498
$P(G)$	3	1/5	1/5	1	1	1/3	1	3	0.193
$P(H)$	1	1/9	1/9	1/5	1	1/7	1/3	1	0.022

$CI=0.064 < 0.1$

表 5 $S(C)$ 接受調查所形成的灰關聯決策矩陣

$S(C)$	$P(A)$	$P(B)$	$P(C)$	$P(D)$	$P(E)$	$P(F)$	$P(G)$	$P(H)$	LGRA 值
望大值	9	1	9	9	9	3	9	1	
$P(A)$	1	1/9	1/5	1/3	1/5	1/7	1	1/9	0.002
$P(B)$	9	1	5	7	3	3	9	1	0.610
$P(C)$	5	1/5	1	3	1	1/3	7	1/9	0.278
$P(D)$	3	1/7	1/3	1	1/3	1/7	3	1/9	0.105
$P(E)$	5	1/3	1	3	1	1/3	7	1/9	0.278
$P(F)$	7	1/3	3	7	3	1	7	1/3	0.509
$P(G)$	1	1/9	1/7	1/3	1/7	1/7	1	1/9	0
$P(H)$	9	1	9	9	9	3	9	1	1

$CI=0.089 < 0.1$

表 6 $S(D)$ 接受調查所形成的灰關聯決策矩陣

$S(D)$	$P(A)$	$P(B)$	$P(C)$	$P(D)$	$P(E)$	$P(F)$	$P(G)$	$P(H)$	LGRA 值
望大值	1	1	3	3	5	9	7	9	
$P(A)$	1	1/3	1	3	3	7	5	9	0.832
$P(B)$	3	1	3	3	5	9	7	9	1
$P(C)$	1	1/3	1	1	3	5	3	7	0.595
$P(D)$	1/3	1/3	1	1	3	5	3	5	0.526
$P(E)$	1/3	1/5	1/3	1/3	1	3	3	3	0.271
$P(F)$	1/7	1/9	1/5	1/5	1/3	1	1	1	0
$P(G)$	1/5	1/7	1/3	1/3	1/3	1	1	1	0.004
$P(H)$	1/9	1/9	1/7	1/3	1/3	1	1	1	0.001

$CI=0.040 < 0.1$

表 7 $S(E)$ 接受調查所形成的灰關聯決策矩陣

$S(E)$	$P(A)$	$P(B)$	$P(C)$	$P(D)$	$P(E)$	$P(F)$	$P(G)$	$P(H)$	LGRA 值
望大值	7	5	5	1	3	9	1	9	
$P(A)$	1	1/3	1	1/7	1/5	3	1/7	3	0.221
$P(B)$	3	1	1	1/5	1/3	5	1/3	5	0.449
$P(C)$	1	1	1	1/5	1/3	3	1/5	3	0.241
$P(D)$	7	5	5	1	3	7	1	9	1
$P(E)$	5	3	3	1/3	1	7	1/3	7	0.777
$P(F)$	1/3	1/5	1/3	1/7	1/7	1	1/9	3	0.098
$P(G)$	7	3	5	1	3	9	1	9	1
$P(H)$	1/3	1/5	1/3	1/9	1/7	1/3	1/9	1	0

$CI=0.064 < 0.1$

表 8 $S(F)$ 接受調查所形成的灰關聯決策矩陣

$S(F)$	$P(A)$	$P(B)$	$P(C)$	$P(D)$	$P(E)$	$P(F)$	$P(G)$	$P(H)$	LGRA 值
望大值	9	1	7	9	3	7	3	1	
$P(A)$	1	1/9	1/3	1	1/3	1/5	1/7	1/9	0
$P(B)$	9	1	7	9	5	7	3	1	1
$P(C)$	3	1/7	1	1	3	1	1/5	1/7	0.141
$P(D)$	1	1/9	1	1	1/3	1/3	1/7	1/9	0.025
$P(E)$	3	1/5	1/3	3	1	1	1	1/3	0.197
$P(F)$	5	1/7	1	3	1	1	1/3	1/5	0.274
$P(G)$	7	1/3	5	7	1	3	1	1	0.697
$P(H)$	9	1	7	9	3	5	1	1	0.937

$CI=0.095 < 0.1$

表 9 S(G) 接受調查所形成的灰關聯決策矩陣

S(G)	P(A)	P(B)	P(C)	P(D)	P(E)	P(F)	P(G)	P(H)	LGRA 值
望大值	1	7	7	9	9	3	1	1	
P(A)	1	7	3	7	5	1	1	1	0.663
P(B)	1/7	1	1/3	1	1	1/5	1/7	1/7	0.005
P(C)	1/3	3	1	5	5	1/3	1/5	1/7	0.405
P(D)	1/7	1	1/5	1	1	1/7	1/9	1/9	0
P(E)	1/5	1	1/5	1	1	1/7	1/9	1/9	0
P(F)	1	5	3	7	7	1	1/3	1	0.712
P(G)	1	7	5	9	9	3	1	1	1
P(H)	1	7	7	9	9	1	1	1	1
CI=0.045 < 0.1									

表 10 S(H) 接受調查所形成的灰關聯決策矩陣

S(H)	P(A)	P(B)	P(C)	P(D)	P(E)	P(F)	P(G)	P(H)	LGRA 值
望大值	7	1	3	3	5	5	9	9	
P(A)	1	1/7	1/5	1/7	1	1/3	1	3	0.1
P(B)	7	1	3	3	5	5	9	9	1
P(C)	5	1/3	1	1/3	3	1	7	9	0.590
P(D)	7	1/3	3	1	3	3	9	9	0.770
P(E)	1	1/5	1/3	1/3	1	1/3	3	3	0.173
P(F)	3	1/5	1	1/3	3	1	5	7	0.463
P(G)	1	1/9	1/7	1/9	1/3	1/5	1	1	0.019
P(H)	1/3	1/9	1/9	1/9	1/3	1/7	1	1	0
CI=0.060 < 0.1									

表 11 S(I) 接受調查所形成的灰關聯決策矩陣

S(I)	P(A)	P(B)	P(C)	P(D)	P(E)	P(F)	S(H)	P(A)	LGRA 值
望大值	7	7	7	7	7	3	1	1	
P(A)	1	7	7	5	5	3	1/7	1/5	0.954
P(B)	1/7	1	1	1	1	1/3	1/7	1/7	0
P(C)	1/7	1	1	1	1	1/3	1/7	1/7	0
P(D)	1/5	1	1	1	1	1/3	1/7	1/7	0.001
P(E)	1/5	1	1	1	1	1/3	1/7	1/7	0.001
P(F)	1/3	3	3	3	3	1	1/3	1/3	0.341
P(G)	7	7	7	7	7	3	1	1	1
P(H)	5	7	7	7	7	3	1	1	0.996
CI=0.070 < 0.1									

4. GSP 表製作與分析

4.1 LGRA-S 表的形成與運算分析

本研究使用 S-P 表的模式，首先將九位受測者的編碼分別填入 LGRA-S 表的縱座標，並將數位學習課程認證指標填入於橫座標，接著將表 3~表 11 的 LGRA 值分別填入表中的 P(A)~P(I) 欄位，而產生了完整的 LGRA-S 表。

再將表 12 的縱座標各欄位列出望大值，以提供受測者(S)的關聯運算，帶入永井正武的公式中，使用局部性灰關聯度公式及望大值公式之定義，並以 Matlab 軟體進行計

算，獲得了受測者的灰關聯係數值 Gamma 及排序，如表 13 所示。

表 12 LGRA-S 表

S \ P	P(A)	P(B)	P(C)	P(D)	P(E)	P(F)	P(G)	P(H)
望大值	1	1	1	1	1	1	1	1
S(A)	0.173	0.122	0.024	0.343	0.615	0	0.809	1
S(B)	0	1	0.858	0.399	0.161	0.498	0.193	0.022
S(C)	0.002	0.61	0.278	0.105	0.278	0.509	0	1
S(D)	0.832	1	0.595	0.526	0.271	0	0.004	0.001
S(E)	0.221	0.449	0.241	1	0.777	0.098	1	0
S(F)	0	1	0.141	0.025	0.197	0.274	0.697	0.937
S(G)	0.663	0.005	0.405	0	0	0.712	1	1
S(H)	0.1	1	0.59	0.77	0.173	0.463	0.019	0
S(I)	0.954	0	0	0.001	0.001	0.341	1	0.996

表 13 LGRA-S 灰關聯度及排序表

受測者	Gamma	受測者	Gamma	排序
S(A)	0.361	S(E)	1	1
S(B)	0.433	S(G)	0.813	2
S(C)	0.174	S(D)	0.439	3
S(D)	0.439	S(B)	0.433	4
S(E)	1	S(F)	0.422	5
S(F)	0.422	S(H)	0.414	6
S(G)	0.813	S(A)	0.361	7
S(H)	0.414	S(C)	0.174	8
S(I)	0	S(I)	0	9

以表 12 的原始矩陣資料為基礎，根據表 13 的排序狀態重新列出新的矩陣。以重要性排序遞增方式進行表 14 的矩陣排列，以符合 S-P 表的圖表反應理論結構。全部受測者的局部灰關聯排序表 (LGRA-S)，如表 14 所示。依據表 14 的矩陣，接著繪出 LGRA-S 受測者(S)的灰關聯曲線，如圖 3 所示。

表 14 LGRA-S 排序表

S \ P	P(A)	P(B)	P(C)	P(D)	P(E)	P(F)	P(G)	P(H)
望大值	1	1	1	1	1	1	1	1
S(I)	0.954	0	0	0.001	0.001	0.341	1	0.996
S(C)	0.002	0.61	0.278	0.105	0.278	0.509	0	1
S(A)	0.173	0.122	0.024	0.343	0.615	0	0.809	1
S(H)	0.1	1	0.59	0.77	0.173	0.463	0.019	0
S(F)	0	1	0.141	0.025	0.197	0.274	0.697	0.937
S(B)	0	1	0.858	0.399	0.161	0.498	0.193	0.022
S(D)	0.832	1	0.595	0.526	0.271	0	0.004	0.001
S(G)	0.663	0.005	0.405	0	0	0.712	1	1
S(E)	0.221	0.449	0.241	1	0.777	0.098	1	0

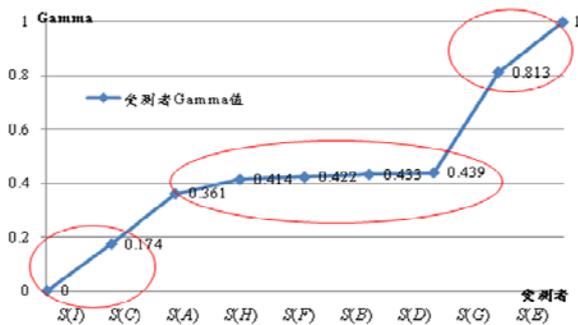


圖 3 LGRA-S 灰關聯曲線圖

接著根據圖 3 的 LGRA-S 曲線圖進行集群分析 (Cluster Analysis)。可以清楚的分成三群 (如圖 3 的框選)，由上而下分別為：第一群是 $S(E)$ 與 $S(G)$ ，第二群是 $S(D)$ 、 $S(B)$ 、 $S(F)$ 、 $S(H)$ 和 $S(A)$ 的組合，第三群是 $S(C)$ 與 $S(I)$ 的組合。至於 $S(C)$ 與 $S(I)$ 因為灰關聯係數 Gamma 值較低，可以解釋為這些是在全部的評量共識中，共識性較差。在 S-P 表的理論範疇中則可以解釋成：屬於「注意係數」(Caution Index) 的評量者。

4.2 LGRA-P 表的形成與運算分析

將表 12 的縱、橫坐標項目進行轉置 (Transport)，產生了下表 15 的 LGRA-P 表。接著進行數位學習課程認證指標 (P) 的關聯運算，帶入永井正武的公式中，使用局部性灰關聯度公式及望大值公式之定義，並以 Matlab 軟體進行計算，獲得了全部受測者，對於數位學習課程認證指標重要程度的灰關聯係數值 Gamma 及排序，而產生了表 16 的原始資料表與排序。結果顯示，編號 $P(B)$ 的重要程度為最高，編號 $P(E)$ 則重要程度最低。全部重要程度排序依序為：

$$P(B) > P(G) > P(H) > P(C) > P(F) > P(D) > P(A) > P(E)$$

表 15 LGRA-P 表

$P \setminus S$	S(A)	S(B)	S(C)	S(D)	S(E)	S(F)	S(G)	S(H)	S(I)
望大值	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$P(A)$	0.173	0	0.002	0.832	0.221	0	0.663	0.1	0.954
$P(B)$	0.122	1	0.61	1	0.449	1	0.005	1	0
$P(C)$	0.024	0.858	0.278	0.595	0.241	0.141	0.405	0.59	0
$P(D)$	0.343	0.399	0.105	0.526	1	0.025	0	0.77	0.001
$P(E)$	0.615	0.161	0.278	0.271	0.777	0.197	0	0.173	0.001
$P(F)$	0	0.498	0.509	0	0.098	0.274	0.712	0.463	0.341
$P(G)$	0.809	0.193	0	0.004	1	0.697	1	0.019	1
$P(H)$	1	0.022	1	0.001	0	0.937	1	0	0.996

表 16 LGRA-P 灰關聯度及排序表

認證重要程度	Gamma	認證重要程度	Gamma	排序
$P(A)$	0.017	$P(B)$	1	1
$P(B)$	1	$P(G)$	0.724	2
$P(C)$	0.353	$P(H)$	0.611	3
$P(D)$	0.203	$P(C)$	0.353	4
$P(E)$	0	$P(F)$	0.285	5
$P(F)$	0.285	$P(D)$	0.203	6
$P(G)$	0.724	$P(A)$	0.017	7
$P(H)$	0.611	$P(E)$	0	8

以表 15 的原始矩陣資料為基礎，根據表 16 的排序狀態重新列出新的矩陣。以重要性排序遞增方式進行表 17 的矩陣排列，以符合於 S-P 表的圖表反應理論結構，重新擬定出 LGRA-P 排序表，全部受測者對於數位學習課程認證指標的灰關聯矩陣，如表 17。接著繪出 LGRA-P 數位學習課程認證指標的灰關聯曲線圖，如圖 4 所示。

表 17 LGRA-P 排序表

$P \setminus S$	S(A)	S(B)	S(C)	S(D)	S(E)	S(F)	S(G)	S(H)	S(I)
望大值	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$P(E)$	0.615	0.161	0.278	0.271	0.777	0.197	0	0.173	0.001
$P(A)$	0.173	0	0.002	0.832	0.221	0	0.663	0.1	0.954
$P(D)$	0.343	0.399	0.105	0.526	1	0.025	0	0.77	0.001
$P(F)$	0	0.498	0.509	0	0.098	0.274	0.712	0.463	0.341
$P(C)$	0.024	0.858	0.278	0.595	0.241	0.141	0.405	0.59	0
$P(H)$	1	0.022	1	0.001	0	0.937	1	0	0.996
$P(G)$	0.809	0.193	0	0.004	1	0.697	1	0.019	1
$P(B)$	0.122	1	0.61	1	0.449	1	0.005	1	0

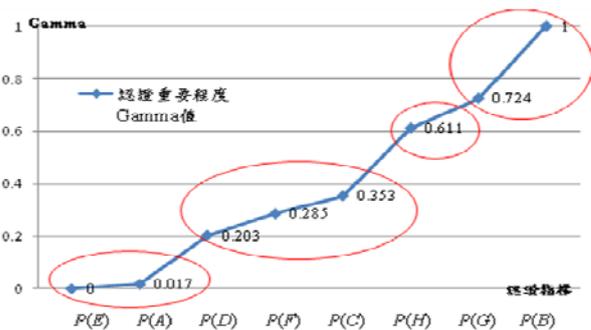


圖 4 LGRA-P 灰關聯曲線圖

根據圖 4 的 LGRA-P 曲線圖，以數位學習課程認證指標的灰關聯係數值 Gamma、排序進行集群分析 (Cluster Analysis)。本研究從全部評量內容當中，將 Gamma 值相近者進行編組，則可以清楚的分類成四群 (如圖 4 的框選)。由上而下分別為：第一群是

$P(B)$ 和 $P(G)$ ，第二群是 $P(H)$ ，第三群是 $P(C)$ 、 $P(F)$ 與 $P(D)$ 。至於第四群 $P(A)$ 和 $P(E)$ 因為灰關聯係數 Gamma 值較低，可以解釋成數位學習課程認證指標的重要程度是比較低的。在 S-P 表的理論範疇中則可以解釋成：屬於「注意係數」(Caution Index)，表示重要程度較低的認證指標。

4.3 GSP 表的形成與分析

本研究根據 S-P 表的理論結構，以表 13 和表 16 的灰關聯度排序為基礎，繪出 GSP 表，成為本研究分析使用的圖表，如下圖 5 所示。

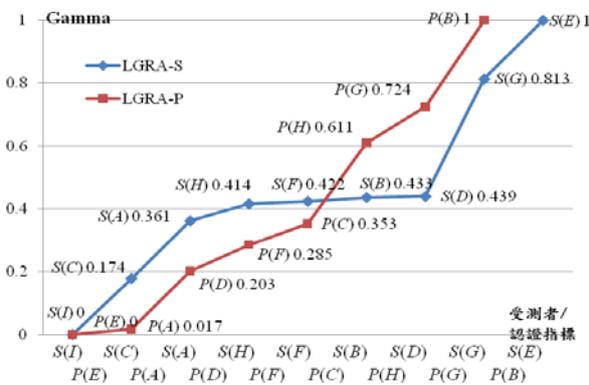


圖 5 GSP 表

從圖 5 所呈現出來的兩條曲線 LGRA-S 和 LGRA-P，依照 S-P 表的理論結構進行解釋，右上方是屬於答對率高（即重要程度較低）的區域，左下方是屬於答對率低（即重要程度較高）的區域，這與 S-P 表的排列結構相符合。而從圖五的兩曲線交叉點為基準，下方的兩條曲線近似平行，表示受測者與全部評量的共識極為相近。

4.4 評量結果分析

本研究根據表 16，將數位學習課程認證指標的排序編碼對照表 2 的內容，列出評量結果對照表，以作為評量結果之分析表，如表 18 所示。

表 18 評量結果對照表

數位學習課程認證指標編碼	排序	數位學習課程認證指標名稱
$P(B)$	1	維持學習動機
$P(G)$	2	教學管理服務
$P(H)$	3	平台功能檢核
$P(C)$	4	學習者與教材互動
$P(F)$	5	學習評量
$P(D)$	6	師生互動
$P(A)$	7	科目說明
$P(E)$	8	同學互動

由表 18 得知受測者對於 $P(B)$ （維持學習動機）的重要程度是最高，其認為數位學習不是面對面的上課。學生面對學習畫面，是否專注於課程學習無法了解，從另一個面向來看，數位學習大部份是強調「自學-自己學習」，若是無法建立有效的學習動機，那麼學習的效果如何很難了解。受測者對於 $P(G)$ 與 $P(H)$ （教學管理服務、平台功能檢核）的重要程度是第二名與第三名，以教師的觀點而言，教師需要知道學生在數位平台做了哪些動作，需透過教學管理服務的功能，因此就必需延伸平台檢核能的功，例如學生看了多久課程、作業有沒有繳交...等等之類的；而以學生自學的角度而言，學生當然想要知道自己上了哪些課程、必須做哪些作業跟考試...等等。這都需要教學管理服務與延伸平台功能的檢核能力。受測者對於 $P(C)$ （學習者與教材互動）的重要性程度排名第四，其認為首先必須維持學習動機，學習者與教材才會有互動的效果；以教師的觀點而言，自然是需要先掌控學生的行為，同時搭配數位課程進行互動，這樣才能達成學習效果。受測者對於 $P(F)$ （學習評量）的重要性程度認為是第五名，受測者認為這項功能教師只用於上傳報告，而不是用網路線上評量的方式來進行多元利用，且數位課程亦很少會在章節結束之後進行所謂的「形成性評量」(Formative Evaluation)，所以認為其重要性排在第五名。受測者對於 $P(D)$ （師生互動）的重要程度認定是第六名，其認為若是課程中進行師生互動的行為太過於頻繁，容易造成學習者不夠專

心與失去學習專注力。受測者對於 $P(A)$ (科目說明) 的重要性程度認定是第七，其認為科目說明在數位課程中僅需做到提示的效果，如在教學大綱中顯示，不需要太過分散學習者的焦點。受測者對於 $P(E)$ (同學互動) 的重要程度是最低的，其認為在課程中若讓同學進行互動的使用，容易造成學習者不夠專心而失去學習專注力，同學互動是可以在課程之外的安排進行，不應該佔用課程平台的功能去互動，例如：社群網站可以讓同學的互動功能更多元化 (Facebook 等)。

結論

研究使用灰關聯分析方法 (GRA)，結合 S-P 表並以 LGRA 的運算分析方式，清楚呈現出受測者認定的數位學習課程認證指標重要程度，藉由 GSP 表呈現出來，這種創新且有系統的研究組合，實際取代了 S-P 表能力的不足，所呈現出來的 GSP 表，可以清楚釐清評量調查資料的不確定性，突破了傳統模式，讓本研究的評量調查更為嚴謹且明確。

研究調查認為，目前數位學習還是停留在將教材直接放在網路上，讓學生自己去看的傳統觀念，根據受測者的認定結果可以推論，數位學習最重視的問題應在於如何維持學習動機，而學習動機的維持，不僅要能夠鼓勵學習者自發性的參與課程，對於學習者與課程之間的互動亦有所幫助，並能提供符合功能 (教師/學生) 需求的教學平台。至於透過本文的評量研究，則具有以下貢獻：

1. 完整鑑別數位學習課程認證指標的重要性程度，成為數位課程設計與開發的參考指標。

2. 根據評量調查之結果，真實提供了數位學習課程認證指標重要性程度的認定狀態，這是一項客觀的評量研究方式。

3. 採用實際參與認證經驗豐富的專業人士進行評量，評量調查研究過程透明化；從無法解析或複雜的資料中，運算整理出明確的成果與圖表，突破了教育評量的研

究模式，成為一種新的信賴性研究方法。

參考文獻

- [1] 余民寧，*成就測驗的編制原理*，台北，心理出版社，1995。
- [2] 吳慧珉、林原宏，*S-P 表理論-測驗統計簡訊*，35，7-17，2000。
- [3] 徐敏珠、楊建民，我國高等教育之數位學習發展策略分析，*教育學刊* (26)，191-214，2006。
- [4] 教育部，*教育部遠距教學交流暨認證網*，上網日期：2010 年 12 月 27 日，<http://ace.moe.edu.tw/>。
- [5] 陳騰祥，S-P 表分析理論及其在學習評鑑上教師命題技術的改進態度的效用探討，*彰師大輔導學報*，11，1-69，1988。
- [6] 許天維、梁榮進、王柏婷、曾建維、永井正武，工業設計產品模型專業課程的教育評量鑑別，*第一屆設計創新暨應用學術研討會*，1 (1)，12-20，2010。
- [7] 許天維、梁榮進、王柏婷、曾建維、永井正武，產品設計專業學習內容難度評量與判斷之研究，*第十五屆灰色系統理論與應用研討會*，A83-A92，2010。
- [8] 許天維、曾建維、梁榮進、王柏婷、永井正武，Rasch Model GSP 表的提案與工具之開發，*第十五屆灰色系統理論與應用研討會*，A115-A122，2010。
- [9] 楊家興，我國網路教學品質指標芻議，*管理與資訊學報*，9，207-228，2004。
- [10] 楊家興，我國網路教學的認證與審查，*管理與資訊學報*，12，185-252，2007。
- [11] 楊正宏、林燕珍、張俊陽、曾憲雄，台灣高等教育數位學習現況，*數位學習科技期刊*，1 (1)，1-12，2008。
- [12] 溫坤禮、張簡士坤、葉鎮愷、王建文、林慧珊，*MATLAB 在灰色系統理論的應用*，台北，全華科技圖書，2006。
- [13] 劉君毅，數位學習的現況與發展，*研習資訊*，24 (4)，115-123，2007。
- [14] Bloom, B. S. & David R. K.. *Taxonomy of educational objectives: The*

- classification of educational goals*, by a committee of college and university examiners. Handbook 1: Cognitive domain. New York , Longmans, 1956.
- [15] Yamaguchi, D., Li, G.-D., & Nagai, M.. New Grey Relational Analysis for Finding the Invariable Structure and Its Applications. *Journal of Grey System*, 2005, 8(2), 167-178.
- [16] Yamaguchi, D., Li, G.-D., & Nagai, M.. Verification of Effectiveness for Grey Relational Analysis Models. *Journal of Grey System*, 2007, 10(3), 169-181.
- [17] Open and Distance Learning Quality Council. *About ODL QC*. Retrieved December 27, 2010, from ODL QC Web Site: <http://www.odlqc.org.uk/odlqc.htm>.
- [18] Sheu, T.-W., Wang, B.-T., Liang, J.-C., Tzeng, J.-W., & Masatake, N.. Applying Grey S-P Chart to Analyze the English Listening Performances among College Students. *The 15 th Conference on Grey System Theory and Applications*, 2010, A107-A114.
- [19] Sato, T., A method of analyzing data gathered by the response analyzer for diagnosis of student performance and the quality of instructional sequence. *Paper presented at the meeting of IECE of Japan Annual Conference*, 1969, S12-1, Japanese
- [20] Sato, T.. *The S-P chart and the caution index*. Tokyo, Japan: *NEC Educational Information Bulletin*, 80(1), C&C Systems Research Laboratories, Nippon Electric Co., Ltd., 1980.