

不同知識結構連結之適性測驗演算法成效

莊惠萍

南投縣竹山國小

m650726@ms59.hinet.net

張勝凱

國立台中教育大學
教育測驗統計研究所

sky650726@yahoo.com.tw

林佳樺

國立台中教育大學
教育測驗統計研究所

hua_2812@hotmail.com

郭伯臣

國立台中教育大學
教育測驗統計研究所

kbc@mail.ntcu.edu.tw

摘要

本研究旨在探討設計連結不同以知識結構為基礎之適性測驗的方法並評估其連結方法於編製測驗之成效。以結構理論為基礎的適性測驗能節省施測時間及題數，當有多個單元需要施測時，若能運用連結方法將結構連結，需施測的單元數會減少，也可節省較多的施測成本。

Adaptive test based on knowledge structure saves the time on testing and the number of item. However, the method of linking various tests, which is based on knowledge structure, has not been developed. When a lot of units need to test, method of linking can reducing unit and saving cost.

Thus, this study aims to design a method and assesses method of linking effect. 530 students of an elementary school are tested with the unit "divisors and multiple."

關鍵詞：知識結構、適性測驗、連結、順序理論

Key words: knowledge structure, adaptive test, link, ordering theory

1、研究動機與目的

進行評量時，時間是一大問題。要在有限的時間內，要完成某特定教材的教學並進行評量來了解學生的學習成效和學習困難，接著又施行補救教學，是相當困難的事。在課程緊湊的教學現場，想編製每個特定範圍的評量，並了解每個學生的學習成效及學習困難，需花費相當長的時間，實際執行上有其困難。

目前以知識結構為基礎的適性測驗只發展到單一單元或單一能力指標，還未有人發展跨單元或跨能力指標之以知識結構為基礎的適性測驗。數學的知識內容相當多，在國小六年級即將結束時，教師會想了解學生的學習情況，此時會有多個單元及多個學習概念需要評量，若要一一測驗，必得花不少的時間，而適性測驗雖可減少施測題數及時間，但仍需每個單元都施測，受試者易因施測時間過長而出現疲乏、猜題現象或時間有限來不及測完全部單元，為減少避免此類情事產生，本研究以兩個單元為基礎，擬設計出連結不同以知識結構為基礎之適性測驗的方法，並評估連結方法是否可節省更多的施測成本。

2、文獻探討

2.1 知識結構

在國小數學科教學時，若能將教材概念的意義以組織化、階層化的方

式呈現出來，建立課程內容的知識結構，教師在準備教學課程時，較易掌握課程的邏輯性及完整性，亦能減少教學時遺漏教材概念的疏失；用於評量時，更可快速的掌握學生的錯誤概念，迅速提供學生適宜的補救教學內容。

本研究所指的知識結構指由學科專家嚴謹分析課程教材的知識結構，分析出正確的解題概念和所需要運用的概念，列出節點，結合試題，在實施測驗時，能快速的找到學生的錯誤概念。進而繪製出該單元的知識結構，訂出各相關概念間的上下位次關係，有助於建立適切的單元知識結構，能包含完整的課程概念。

2.2 適性測驗

一般而言，電腦化適性測驗可分為二大類：一是以試題反應理論(item response theory, IRT)為基礎，另一則是以知識或試題結構為基礎（郭伯臣，2004）。

以試題反應理論為基礎的電腦化適性測驗，是依據受試者先前的作答表現，來決定下一階段該給受試者作答的題目，試題是以受試者的能力水準來選取的，施測結果是一「能力值」(ability) 或「量尺分數」(scale score)，適合用於成就測驗。

以知識及試題結構為基礎的電腦化適性測驗，須先建立知識結構，依據知識結構順序作為適性測驗的選題策略，即根據學生學習後之知識（試題）結構設計適性測驗流程，依照不同受試者的作答情形給予適當的試題，可節省試題且能診斷學生的錯誤概念，具有適性化的功能。

黃珮璇等人（2006）及楊智為等人（2006）的研究證實了以知識結構為基礎的國小數學科電腦化適性診斷測驗具強韌性(robustness)，即電腦化適

性診斷測驗系統之成效在廣泛應用於各單元或其它相關主題時，依然存有良好的表現。

以知識結構為基礎的適性測驗可以快速的進行施測，並得知測驗結果，因此本研究是以經過順序理論檢驗後之以知識結構為基礎的適性測驗作為研究工具。

2.3 估計學生試題結構方式

Airasian & Bart (1973)的「順序理論」(ordering theory, OT)及 Takaya (1991)的「試題關聯結構法」(item relationship structure analysis, IRS)常用來定義試題間的結構，用來比較不同教學方法或不同版本教材，是否會造成學生知識結構不同，方式是以紙筆測驗結果來進行知識結構的評估。

2.3.1 順序理論

順序理論是假設

$X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ 表示一個向量包含 n 個二元試題成績變數，每一個受試者作答 n 題後會得到一個 0 與 1 的向量 $\chi = (\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n)$ ，則兩試題 j 和 k 的聯合邊際機率可用表 1 表示。

表1 試題 j 與試題 k 之聯合邊際機率

		試題 k		
		$X_k = 1$	$X_k = 0$	Total
試 題 j	$X_j = 1$	$P(X_j = 1, X_k = 1)$	$P(X_j = 1, X_k = 0)$	$P(X_j = 1)$
	$X_j = 0$	$P(X_j = 0, X_k = 1)$	$P(X_j = 0, X_k = 0)$	$P(X_j = 0)$
	Total	$P(X_k = 1)$	$P(X_k = 0)$	1

在 OT 中，兩試題 j 和 k 間的順序關係定義是：令

$\epsilon_{jk}^* = P(X_j = 0, X_k = 1)$ 表示發生試題 j

做錯且試題 k 做對的機率，當 $\epsilon_{jk}^* < \epsilon$

時，則表示試題 j 做錯且試題 k 做對的機率低於一設定的值時，試題 j 和試題

k 的順序關係可紀錄成 $X_j \rightarrow X_k$ ，即試題 j 為試題 k 之下位試題，其中 ε 為一閾值(threshold)，常設定為 $0.02 \leq \varepsilon \leq 0.04$ 。

2.3.2 試題關聯結構法

Takeya(1991)提出試題關聯結構分析法，用另一種測量試題順序結構之係數 r_{jk}^* 來定義試題 j 與試題 k 的順序關係， r_{jk}^* 的定義為：

$$r_{jk}^* = 1 - \frac{P(X_j = 0, X_k = 1)}{P(X_j = 0)P(X_k = 1)}$$

如果 $r_{jk}^* \geq r$ ，則認定試題 j 和試題 k 的順序關係為 $X_j \rightarrow X_k$ ，即試題 j 為試題 k 之下位試題，其中 r 為一閾值(threshold)，常設定為 0.5。

郭伯臣、謝友振、張峻豪、蔡坤穎(2005)指出使用良好的試題結構，可有效降低施測題數，該研究比較 OT、IRS、Diagnosys 等三種理論，發現使用順序理論的適性測驗演算法在節省試題和預測精準度兩方面都有最佳的表現，而且其對樣本大小較不敏感。

本研究將採用 OT 分析法將學生預試的資料整理成學生試題結構，作為適性測驗選題策略。使用理論基礎較為完整之試題順序結構理論來分析學生試題結構，再參考學生的試題結構後，更有助於精準了解學生的概念認知情形。

2.4 教材內容分析

本研究是以92年教育部頒布之國民中小學九年一貫課程綱要數學學習

領域分年細目表中的「5-N-03」、「6-N-01」、「6-N-02」三個能力指標所建立的兩個因倍數相關單元做為測驗教材，九年一貫數學課程綱要中，能力指標中明定關於國民小學高年級因數與倍數的教學單元須達成下列目標(教育部，2003)：5-N-03 能理解因數、倍數、公因數與公倍數；6-N-01 能認識質數、合數，並作質因數的分解(質數 <20 ，質因數 <10 ，被分解數 <100)；6-N-02 能認識兩數的最大公因數、最小公倍數與兩數互質的意義，並能將分數約成最簡分數。

要了解學童是否學會「5-N-03」、「6-N-01」、「6-N-02」三個能力指標，測驗的內容就必需包含全部的相關概念，因此測驗包含的內容有：

- (1) 因數、倍數、公因數、公倍數、最大公因數、最小公倍數、質數、合數、互質等名詞的認識與理解。
- (2) 因數、倍數、公因數、公倍數、最大公因數、最小公倍數的計算問題。
- (3) 因數、倍數、公因數、公倍數、最大公因數、最小公倍數的應用問題。
- (4) 將分數約成最簡分數。
- (5) 掌握 2、3、5 的倍數規則。

另有研究提出學童對相關概念之學習迷失概念，依專家結構出題時，可作為選項的設計依據，分述如下：

- (1) 學童在因數、公因數和最小公因數的意義、找法和文字題的解法有概念混淆、概念錯誤、專有名詞理解錯誤、依據關鍵字解題與語文閱讀困難等錯誤類型(林珮如，2002)。
- (2) 學童在倍數、公倍數和最小公倍

數的意義和找法有概念混淆、錯誤（邱慧珍，2002）。

- (3) 因數與倍數概念之錯誤類型可分為：語言概念錯誤有題意誤解、專有名詞混淆；認知概念錯誤有粗心錯誤、直觀法則影響；策略概念錯誤有解題策略錯誤、計劃失誤；個人態度錯誤有厭惡思考、猜測（何欣玫，2004）。
- (4) 學童在學習的主要迷思概念有兩類：教學上的不足或錯誤有學童只用一種方法解題、專有名詞混淆、無法判斷題意；學習者自行錯誤有學習者的名詞混淆是因為學習者類化錯誤而產生（吳彥廷，2005）。

本研究命題依據為專家的知識結構，每個題目針對單一概念出題，各概念的題目分佈也力求均等，能精準測出學生是否會該概念。命題參考上述教材分析內容，方向明確清楚，容易出題，不易有所缺失或遺漏，且經過嚴謹的命題及審題流程，更能提高測驗結果的可信度。

3. 研究方法

3.1 在「設計連結方法」方面

選擇 5-n-03、6-n-01 和 6-n-02 三個能力指標，編製專家知識結構，運用定錨試題的選擇，找出連結不同結構的方法。連結知識結構的目的在於當單元數多、試題數多、時間有限時，只需測量部分試題，就可推測得知其他未測量試題的答題情形，可減少時間、人力或物力上的不足。如何連結知識結構才能達到以上之目的，以下為研究者設計之連結方法。

3.1.1 有上下位關係之節點做為連結的

節點：

依數學學理邏輯概念及教材連貫原則，取知識結構有上下位關係之節點做為連結的節點；連結節點又可分為取上位節點、取下位節點和取上位下位節點三種。例如，在能力指標「5-n-03 能理解因數、倍數、公因數與公倍數」和「6-n-02 能認識兩數的最大公因數、最小公倍數與兩數互質的意義，理解最大公因數、最小公倍數的計算方式，並能將分數約成最簡分數。」部分結構圖 1 和圖 2 中，要先學會公因數的概念，才能進行最大公因數的教學。亦即學生先學習完公因數的概念，再學習從公因數中找出最大公因數，學習最大公因數的概念。因此在專家知識結構中，取「了解公因數的定義」節點作為「了解最大公因數的定義」節點的下位節點，取「了解公因數的定義」節點為定錨試題，此為方法 M1；取「了解最大公因數的定義」節點為定錨試題，此為方法 M2，而將兩能力指標的知識結構連結起來；方法 M3 是取「了解公因數的定義」和「了解最大公因數的定義」為定錨試題，兩能力指標連結後的結構為圖 3。

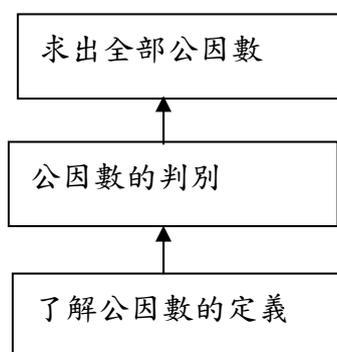


圖 1 能力指標「5-n-03」部分結構圖

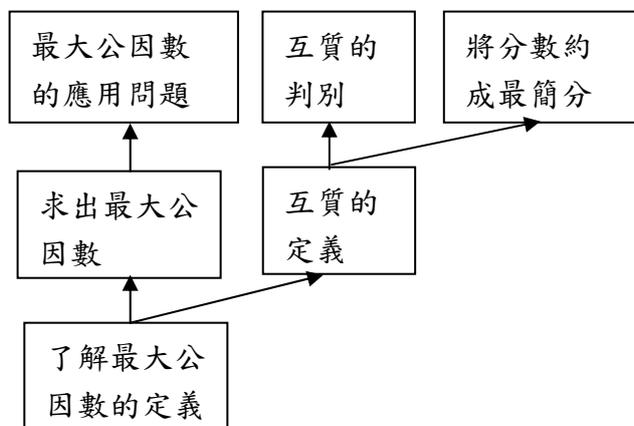


圖 2 能力指標「6-n-02」部分結構圖

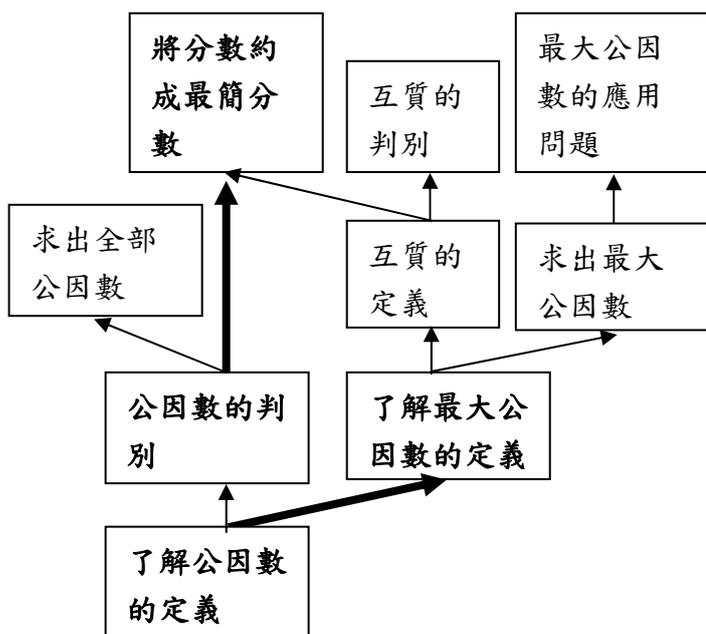


圖 3 能力指標連結結構圖

3.1.2. 連線較多之節點做為連結的節點

知識結構中連線代表有上下位關係，連線多的節點表示和其他節點的概念關連性比較大，可以從節點中獲得的訊息也相對的多。例如，在能力指標「6-n-01」部分結構圖 4 中，「質因數的判別」節點有一個上位概念和

二個下位概念，在結構中此節點能獲得的訊息量大於其他節點，因而此節點成為被選取的目標，此為方法 M4。

3.1.3 最上位之節點做為連結的節點

知識結構中最上位之節點通常是此教材最難的部份，依結構建立的原則，上位節點的概念學會了，下位節點的概念就一定會。最上位之節點可能有一~數個下位節點。例如，在能力指標「6-n-01」部分結構圖 4 中的「質因數的分解」節點。此為方法 M5。

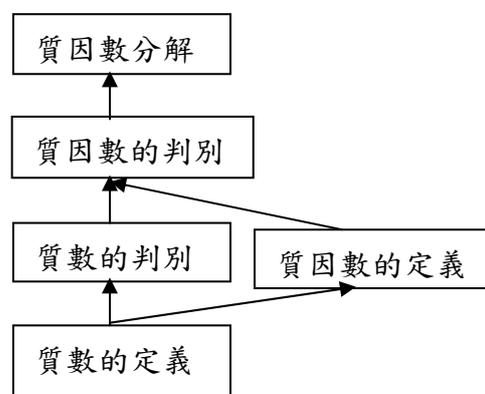


圖 4 能力指標「6-n-01」部分結構圖

3.1.4 最下位之節點做為連結的節點

知識結構中最上位之節點通常是此教材最難的部份，依結構建立的原則，下位節點為上位節點的先備知識；下位節點的概念學會了，上位節點的概念才有可能學會，最下位之節點可能有一~數個上位節點。例如，在能力指標「6-n-01」部分結構圖 4 中的「質因數的定義」節點，此為方法 M6。

3.2 在「評估連結方法成效」方面

實際進行三個能力指標的紙筆施測，用實際測得資料來評估連結不同結構的方法之成效。

將一群受試者分成兩組各有 m 和 n 人，兩單元試題分為 A 和 B，A 卷有 i

題，B 卷有 j 題，由第一組受試者作答單元一 A 卷，第二組受試者作答單元二 B 卷，A 和 B 兩卷試題各有 k 題共同的定錨試題，如圖 5。

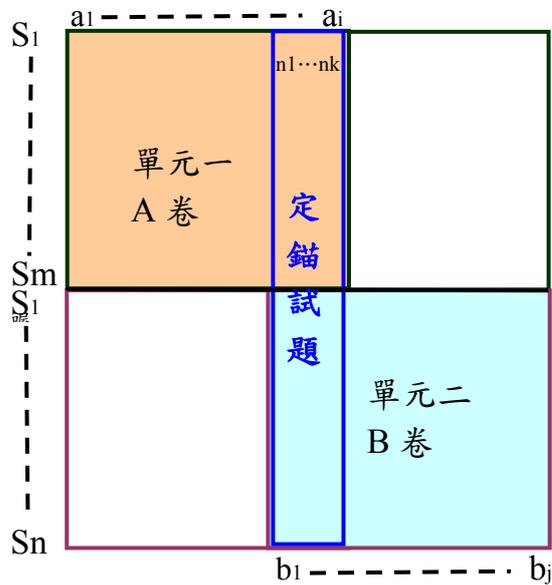


圖 5 施測方式

兩組受試者作答完畢後經電腦分析，在有 95% 精準度的閾值下會得到三個結構：第一組受試者作答單元一 A 卷的試題結構、第二組受試者作答單元二 B 卷的試題結構及共同定錨試題的結構。

應用分析結構理論的遞移性原則將三個結構連結形成一個大結構，此連結結構再用全部學生都做兩卷的測驗結果做真值驗證，會得到連結結構的預測精準度和施測題數。不同的樣本數、試題數、定錨試題組合，會有不同的連結結構，比較不同連結方式的連結結構之預測精準度和施測題數，即可得知不同連結結構方法之成效。

而本研究中預測精準度指的是適性測驗選題結果與全部實測結果接近的程度。藉由預測精準度的計算以提供本研究一個實證的方式，表 2 為作答反應次數分配表，而預測精準度的計算方式如表所示：

表 2 作答反應次數

		適性測驗結果	
		對(1)	錯(0)
全部 測實 結果	對(1)	f_{11}	f_{10}
	錯(0)	f_{01}	f_{00}

預測精準度的公式為 $\frac{f_{11} + f_{00}}{N}$ ，

其中 f_{11} 為適性選題判斷答對且全部實測時也答對的個數； f_{10} 為適性選題判斷答錯且全部實測時答對的個數；

f_{01} 為適性選題判斷答對且全部實測時答錯的個數； f_{00} 為適性選題判斷答錯且全部實測時也答錯的個數，預測精準度就是將 f_{11} 與 f_{00} 相加，除以該試卷的總題數 N 。

3.3 在「比較連結與未連結之適性測驗成效差異」方面

從連結知識結構之適性測驗與個別進行未連結兩個單元之適性測驗的預測精準度和施測題數來比較其節省的比率，看是否有差異。

3.4 研究流程

本研究流程如圖 6。首先研讀相關文獻以擬定研究主題，而後就研究主題蒐集相關資料做為理論基礎，將收集到的紙筆測驗結果依設計之選題策略進行模擬，並分析資料做出結論，最後撰寫研究報告。

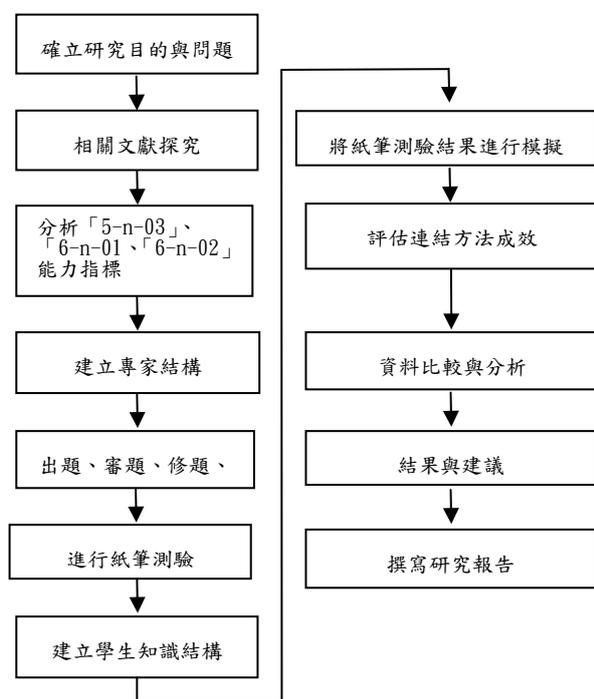


圖 6 研究流程圖

3.5 研究範圍與對象

本研究選定九年一貫能力指標「5-n-03」和「6-n-01」、「6-n-02」兩單元進行實作，題目皆為選擇題，共 96 題。

紙筆測驗採立意取樣，對象為九十五學年度六年級學生，包括中部四縣市共 17 個班級，有效樣本共計 530 人。

另測驗的長度、施測的人數等都會影響測驗結果的成效，因此本研究將設計的六種連結方法進行實驗，操弄二個變項，各個變項的操弄情形如下：

(1) 樣本數分配

從兩組的受試人數中隨機抽取樣本，抽取 10 人當測試樣本，計算出預測精準度及施測題數，重覆隨機抽取 10 次後取其平均值為最

後結果，如此可避免高估現象產生。其抽取樣本數為 10、20、30、40、50、100、150、200 人共八種。

(2) 測驗長度

測驗分為 48、96 題二種長度。其中 96 題是全部的題目，而 48 題則是每個節點各取其中一題。

3.6 研究工具

本研究採用以下之研究工具：

3.6.1 Matlab 軟體

本研究使用 Matlab 進程式的撰寫。因為 Matlab 的程式語法簡單，並具有強大的函數庫功能，用來評估連結方法的可行與否及評估連結後之成效。

3.6.2 施測測驗

編製以知識結構為基礎之適性測驗，首先需建立適性測驗題庫，將教材內容試題化。

教材內容試題化後，將試題編製成試卷，以進行紙筆測驗。再將紙筆測驗的結果依受試者的基本資料及作答情形在電腦上建檔，檔案資料包含學校代號、班別、性別、座號及作答情形。將學生作答情形輸入電腦後，利用 Microsoft Excel 比對正確答案，再依其二元資料利用分析軟體做試題結構之分析，建立適當的學生試題結構，用以設定適性測驗的選題順序，縮短施測時間。

兩個單元試卷經施測後分析作答情形，分析測驗內部一致性的數值，Cronbach α 係數值為 0.9472 與 0.9401，所以本份測驗顯示有良好的測驗信度，亦即本測驗結果有良好的內部一致性及時間穩定性。以 BILOG-MG3.0 分析軟體進行試題參數分析，古典試題理論鑑別度皆大於 0.25，顯示本份測驗試題具有相當的鑑別度，且難度值

適中。

4. 研究結果

本研究的研究結果，針對研究目的「探討連結不同以知識結構為基礎所編製測驗的方法」、「評估連結方法於編製測驗的成效」及「比較連結與未連結之適性測驗的成效差異」，分成三部份進行呈現。

4.1 設計連結不同以知識結構為基礎所編製測驗的方法

本研究提出六種連結不同以知識結構為基礎所編製測驗的方法，分別為：

(1) 取有上下位關係之節點做為連結的節點：

方法 M1 為取上位節點當定錨試題，取出的節點為：「最大公因數的定義」、「將分數約成最簡分數」、「質因數分解」、「合數的定義」、「求出 20 以內的質數的倍數」、「最小公倍數的定義」共六個。

方法 M2 為取下位節點當定錨試題，取出的節點為：「求出全部公因數」、「公因數的定義」、「由乘法了解因數的意義」、「由除法了解因數的意義」、「倍數的判別」、「公倍數的定義」共六個。

方法 M3 為取上位下位節點當定錨試題，取出的節點為：「最大公因數的定義」、「將分數約成最簡分數」、「質因數分解」、「合數的定義」、「求出 20 以內的質數的倍數」、「最小公倍數的定義」、「求出全部公因數」、「公因數的定義」、「由乘法了解因數的意義」、「由除法了解因數的意義」、「倍數的判別」、「公倍數的定義」共十二個。

(2) 取連線較多之節點做為連結的節

點為方法 M4，取出的節點有「因數的判別」、「公因數的定義」、「互質的定義」、「質因數的判別」、「一個數的最小倍數是本身」、「倍數的判別」、「公倍數的定義」、「求出最小公倍數」共八個。

(3) 取最上位之節點做為連結的節點為方法 M5，取出的節點有「求出全部公因數」、「最大公因數的應用問題」、「互質的判別」、「將分數約成最簡分數」、「一個數有無限多個倍數」、「規定範圍的倍數應用問題」、「兩數乘積必是兩數公倍數之判別」、「求出規定範圍內的公倍數」、「最小公倍數的應用問題」、「因數的包含除應用問題」、「質因數分解」、「求出全部公因數」共十二個。

(4) 取最下位之節點做為連結的節點為方法 M6，取出的節點有「最大公因數的定義」、「質數的定義」、「合數的定義」、「由乘法了解因數的意義」、「由除法了解因數的意義」、「由乘法了解倍數的意義」、「由除法了解倍數的意義」、「最小公倍數的定義」共八個。

4.2 評估連結方法於編製測驗之成效

本節將從樣本數分配、測驗長度二方面來探討連結方法的成效。

連結後的適性測驗在試題為 48 題時，六種方法在受試人數 30 人以上時，即可達到百分之九十五以上的預測精準度，約可節省試題 39% 以上。

連結後的適性測驗在施測題數為 96 題，六種方法在受試人數 40 人以上時，即可達到百分之九十五以上的預測精準度，約可節省試題 31% 以上。

從圖 8 可得知，施測人數達到一

固定值後，預測精準度即呈現平穩狀態，不會因人數的增加而繼續提升；施測題數從 48 題增加為 96 題時，要達到一定的精準度就需較多的受試人數。

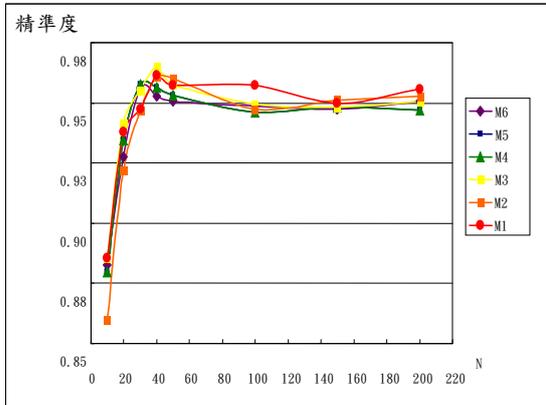


圖 7 試題 48 題之不同連結方法對不同樣本數與精準度 (95%) 比較

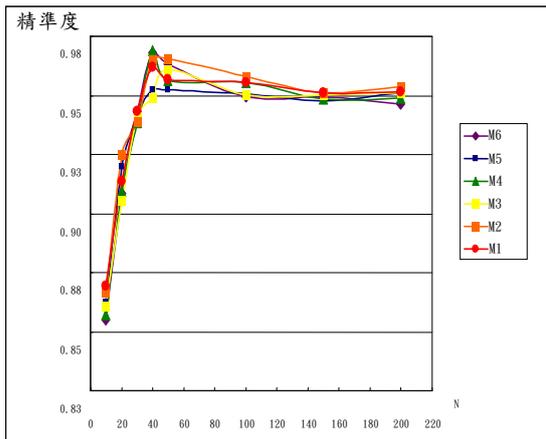


圖 8 試題 96 題之不同連結方法對不同樣本數與精準度 (95%) 比較

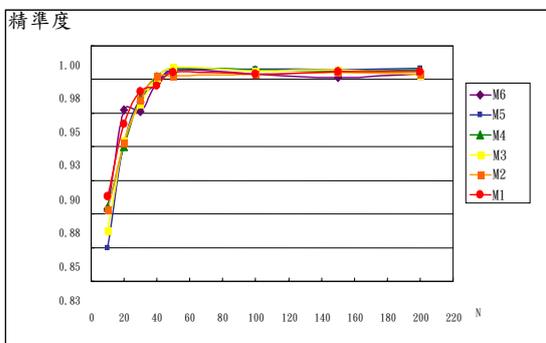


圖 9 試題 48 題之不同連結方法對不同樣本數與精準度 (98%) 比較

圖 7 的精準度設定為百分九十五，圖 9 的精準度設定為百分九十八，精準度設定較高時，所需的施測人數較多。

4.3 比較連結與未連結之適性測驗的成效差異

分別連結兩單元進行施測和未連結兩單元進行施測時，在預測精準度百分之九十五時所節省的題數比率中，六種連結方法都可節省施測題數。測驗長度 48 題時，方法 M2 在樣本數多時有較高的節省題數比率，效果較佳。測驗長度 96 題時，方法 M3、方法 M4 和方法 M5 在樣本數多時有較高的節省題數比率，效果較佳。

5. 結論

根據前面的研究結果與實驗發現，本研究的結論如下：

5.1 設計連結不同以知識結構為基礎之適性測驗的方法

本研究提出之六種連結方法是依據數學學理及知識結構原理而來的，依實際真值去檢驗時，確實可達到連結後節省施測題數的成效。

5.2 評估連結方法於編製測驗之成效

本研究提出之六種連結方法，確實有達到連結的成效。與紙筆測驗相比，精準度為 0.95，試題數為 100 題時，約可節省 39% 以上的試題；樣本數為 96 題時，約可節省 31% 以上的試題，進而節省施測時間，效果良好。

5.3 比較連結與未連結之適性測驗的成效差異

在適性測驗中，個別的兩個單元是以知識結構為基礎之適性測驗，原本就可節省施測試題與時間，連結後

的知識結構和沒有連結時相比較，確實可節省更多試題，進而達到節省施測成本的成效：

- (1) 在預測精準度百分之九十五、試題數為 48 題時，可節省 1%~9% 試題數，方法 M2 在樣本數多時有較高的節省題數比率，效果較佳。
- (2) 在預測精準度百分之九十五、試題數為 96 題時，可節省 2%~12% 試題數，方法 M3、方法 M4 和方法 M5 在樣本數多時有較高的節省題數比率，效果較佳。

另在連結方法中，有出現相同的定錨試題而造成結果相近的情形，未來在進行相同的研究時，需多加注意。

參考文獻

- [1]何欣玟 (2004)。國小六年級學生因數與倍數之數學解題溝通能力研究。台中師範學院教育測驗統計研究所教學碩士論文。
- [2]吳彥廷 (2005)。詮釋國小數學知識圓面積公式、分數的除法及因數與倍數。台中師範學院數學教育學系理學碩士論文。
- [3]林珮如 (2002)。國小學童因數迷思概念之研究。屏東師範學院數理教育研究所碩士論文。
- [4]邱慧珍 (2002)。國小學童倍數迷思概念之研究。屏東師範學院數理教育研究所碩士論文。
- [5]教育部 (2003)。國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域。台北市：教育部。台國字第 0920167129 號。
- [6]郭伯臣 (2005)。電腦化適性診斷測驗之研究 (III)。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 (NSC-93-2521-S-142-004)，未出版。
- [7]郭伯臣、謝友振、張峻豪、蔡坤穎 (2005)。以結構理論為基礎之適性測驗與適性補救教學線上系統。台灣數位學習發展研討會，2005 年 5 月 6-7 日，國立台灣師範大學。
- [8]黃珮璇、王暄博、郭伯臣、劉湘川 (2006)。國小數學科電腦化適性診斷測驗強韌性探究。2006 年電腦與網路科技在教育上的應用研討會，國立新竹教育大學。
- [9]楊智為、張雅媛、郭伯臣、許天維 (2006)。以試題結構理論為基礎之適性測驗選題策略強韌性探究，2006 數位科技與創新管理國際研討會，華梵大學。
- [10]Airasian, P.W., & Bart, W.M. (1973). Ordering Theory: A new and useful measurement model. *Journal of Educational Technology*, Vol. 5. pp.56-60.
- [11]Takeya (1991) *New item structure theorem*. Tokyo: Waseda University