

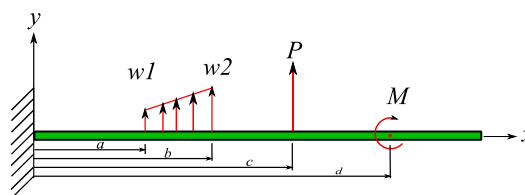
除了桌上型電腦、筆記型電腦之外，平板及手機成為新一世代最常使用的行動裝置，因此具有跨平台及高相容性的互動式教材則是需要慎重考量的地方。就網路開發趨勢來看，HTML5的發展越來越邁向成熟，不只讓傳統網站上的互動 Flash 逐漸的被 HTML5 的技術取代，更重要的是可以透過 HTML5 的技術來開發跨平台的手機。HTML5 包含了 HTML、CSS 和 JavaScript 三個部分，這會讓互動式教材的內容更加豐富。

為了因應互動式教材的製作，通常需要適當的工具來協助製作。Easy Java/JavaScript Simulations (EJSS)特別設計作為開發互動式教材的工具。對於不熟悉網頁開發語言的各個專業領域者只需專注在自己的專業領域下，透過 EJSS 工具產生 Java/JavaScript 語言，輕鬆製作互動式教材。本論文將利用 EJSS 建構出工程力學領域的互動式數位教材，並說明產生的互動式教材特點。

參、設計主題與教材建構

一、懸臂樑剪力彎矩分析

在一桿件承受垂直於桿件中心線的荷重者，通常稱呼這個桿件為樑。而樑是結構件中最重要的一種，因此對於其荷載的基本理論必須有深入的了解。最基礎的結構分析則必須了解樑內任何斷面的內力，其中包含了剪力(Shear force)及彎矩(Bending moment)。在此我們將選擇懸臂樑作為此力學分析的教材案例。同時，此懸臂樑受力的種類可分為集中力、分布力以及力矩三類，如圖一所示。



圖一、懸臂樑受力示意圖

在此剪力彎矩的關係可以利用以下方程式表示：

$$V_b - V_a = \int_a^b w dx \quad (1)$$

$$M_b - M_a = \int_a^b V dx \quad (2)$$

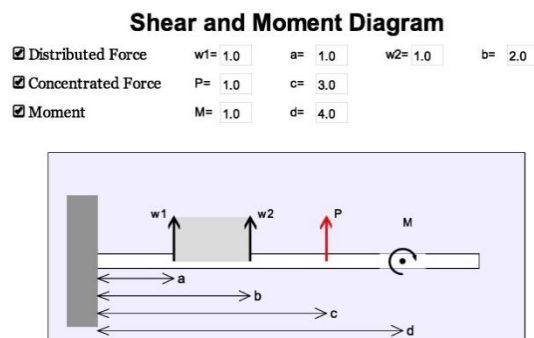
二、設計工具

本主題建構之互動式模擬教材所使用的工具為由西班牙 Universidad de Murcia 的 Francisco Esquembre 開發的 EJSS 軟體，此軟體使用 Wolfgang Christian 所開發物理開放程式碼，目前 5.0beta 版本已經支援 JavaScript，因此跨平台的能力可以預期。另外，國內外已經有多位研究學者與教授利用此工具做出許多互動式之教材(黃福坤，2006; Wee & Lye, 2012)。

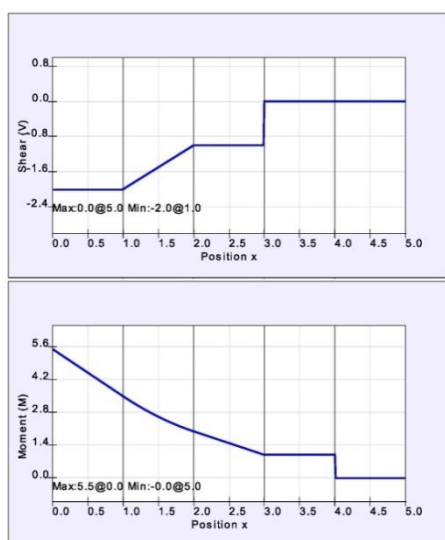
肆、介面說明與討論

當使用者點選該網址之後，即可進入其互動式教材網頁，相當方便，如圖二所示，同時，並不需要外掛任何的程式才能顯示。學習者在使用上，網頁中可以勾選或取消不同的荷載；可以利用輸入框修改荷載的位置、大小等等。使用者也可以利用滑鼠，以拖拉的方式，變動荷載的位置與大小。最後在圖三則可及時顯示懸臂樑之剪力彎矩圖中曲線的改變。這對於學習者而言，可以很輕易了解這三種荷載作用的特性，以及懸臂樑內力分布的情形。此教材表現方式可以應用在不

同的結構分析例子上，比如簡支樑、簡支懸臂樑等等



圖二 懸臂樑互動式教材操作畫面



圖三 懸臂樑互動式教材顯示結果畫面

伍、未來展望

互動式模擬學習教材對想學習理工領域的學生無非是個有效的方法，具有直觀、操作及驗證學理的特性。教學建議上，學習相關課程的學員，也可利用相當簡易操作的設計工具如 EJSS 等，學習將課堂方程式的理論實現出來，以驗證本身學習的效果。

參考文獻

一、中文部分

張雅雯(2009)。兒童英語網路化多媒體教材之發展，淡江大學教育科技學系碩士論文，新北市。
黃福坤(2006，6月)。透過物理模擬動畫進行物理教學與學習。物理雙月刊，28(3)，536-543。

二、英文部分

Adams, W. K. & Il Nuovo Cimento C., (2010). Student engagement and learning with PhET interactive simulations, *Multimedia in Physics Teaching and Learning - MPTL14*, 33(3), 21-32.

Perkins, K., & Moore, E., (2012). *PhET interactive simulations: Using implicit scaffolding to support productive inquiry learning*, *Proceedings from EARLI SIG 20 Conference on Computer-Supported Inquiry Learning*

Wee, L. K., & Lye, S. Y. (2012, Nov.). Designing Open Source Computer Models for Physics by Inquiry using Easy Java Simulation. in *20th International Conference on Computers in Education (ICCE 2012) Singapore Interactive Event*, conference held at Nanyang Technological University Singapore.

多點計分試題順序關聯結構分析軟體的

開發與應用

黃威駿¹

¹國立台中教育大學 教育測驗與統計研究所

E-mail : x10269@gmail.com

摘要

從事數學科教學過程，常常需要依據概念內容項目間的關聯性。尋找關聯性的方法，以施行紙筆測驗應是最為便捷。利用試題間的獨立性程度，提供一個有別於順序理論的新方法，稱為多點計分試題順序關聯結構分析法。此種方法使用於測驗，對於建立課程教材內容的學生結構圖，以為進行診斷和補救措施，大有裨益。本研究之目的將多點計分試題順序關聯結構導入電腦系統之中。利用教育現場之教師使用試題編制技術，進行施測後收集作答反應，再透過多點計分試題順序關聯結構，繪製具有上、下位概念結構關係。

關鍵字：多點計分、順序理論、概念結構

Abstract

Engaged in the process of teaching mathematics is often necessary in accordance with concept of relation between the content of the item. Looking for relationship way implemented tests is most convenient. Use of the item Degree independence to provide a new method is different from the order theory, referred polytomous item relational ordering structure model. This method is used in the test, the content of curriculum materials for students to build the structure diagram, that diagnosis and remedy of great benefit. The purpose of this study will be the polytomous item relational ordering structure to import into among the computer system. Use the classroom to teacher establishment of the test factor and multiple research tools, surveying pop star collected after the reaction, use the polytomous item relational ordering structure, draw with on the concept of the lower structure relationship .

Keywords：Polytomous response testing、Ordering theory、Knowledge structure

壹、前言

測驗試題間順序性的方法，在測驗理論中有兩位學者提出可以分析的理論。分別是美國學者 Airasian & Bart 於 1973 年首先揭開的次序理(Ordering theory)簡稱 OT 理論；以及 1980 年代，日本教育工學學者竹谷誠(Takeya)提出的試題關聯結構分析法(Item relational structure analysis, IRS)，簡稱 IRS 分析法，可惜的是 IRS 只能在二元計分上發揮作用於是劉湘川、胡豐榮、林原宏、許天維等學者利用意味結構分析法(Semantic structure analysis，簡稱 SS 分析法)的概念，將其擴展至多元計分上。意味結構分析法的概念，係針對 Likert 量表問卷題目的關聯性而產生，不宜作為明確給分的測驗試題分析之用。本研究因而提出一個嶄新的多點計分試題順序關聯結構模式(Polytomous Item Relational Ordering Structure Model)。此模式的概念認為兩個試題間的關聯取決於每位學生在對錯四分象限內的多點計分的得分位置，而這個位置事實上在對錯四分象限上，都應該各佔一定百分比的成分才算合理，不應該進行全有全無的分類，而產生過於粗糙的計量。

多點計分試題順序關聯結構法在等級計分、對稱計分、混合式計分題型或是試題內的選項數目是否相等都可一併適用，部分給分在這方面不夠完美，將影響學生的學習結構圖，從而影響到提出具體改善教學品質的建議意見，不可不慎。

貳、文獻探討

多點計分試題順序關聯結構分析

的建置

許天維（1995）指出試題關聯結構分析法有下列五種功能：

教學設計：

在單元教學活動前，教師可以將欲進行的課程內容的先前經驗概念，作一知識結構分析後，再依結構所對應的知識概念分別出題，並加以施測，所得的結果以「試題關聯結構分析法」進行分析，可以考驗出學生先前經驗概念不足之處，從而想像出未來指導時的困難所在，以為進行設計教學歷程的參考。

形成性評量：

在單元教學活動後，欲知班上學習結果，可以利用知識結構分析出題，編製形成性評量，再加以施測，所得的結果以「試題關聯結構分析法」進行分析，就可以知道學童學習後的知識結構，以便對學童不清楚之處，加強補救教學。

認知學習構造：

形成性評量的反應結果，亦可利用佐藤 S-P 表獲得注意係數，從而偵測出異質性學童，此類學童所畫出結構圖與班上的結構圖可以互相比較，即可知道此類學童異質的原因，從而加強輔導教學。

概念形成過程：

對縱貫研究而言，學童概念的形成過程有層次之分，例如山田完對教

師進行評定學童設有四層次，即操作經驗層次、知識學習內化層次、言語抽象層次、因果論理層次。如果以此四層次來評定各年級班上學生的形成過程，並建立各年級的結構圖，即可知學生的概念形成過程的發展。對於橫斷研究而言，亦可知班上學生的概念形成過程的分佈。

課程教材構造：

由母群體隨機抽出樣本進行考驗後，透過「試題關聯結構分析法」進行構圖，可得一般學童的學習結構，對教科書編者而言，是貴重的資料。另外，郭伯臣（1995）研究指出，藉由 IRSP 的分析結果，可以了解能力由低到高的學生，試題間結構變化的情形，進一步了解其學習的發展過程。盧銘法（1996）的研究也發現，利用試題關聯結構分析法可以把原來 Van Hiele 的幾何發展水準再細分出結構層次。陳敏華（1998）亦研究指出，利用試題關聯結構分析法，可以獲得全體受測學生的學習結構圖，利用知識結構來分析而形成試題，也能從試題關聯結構圖獲得相關的訊息，對先前提出的概念模型作部份修正。黃盈君（2001）的研究也指出，利用試題關聯結構分析法，獲得了學生三角形圖形的概念結構，也發現不同性別學生概念結構大致相同。以上這些研究，說明了試題關聯結構分析法實際應用的功能。

參、研究實施與設計

一、研究方法

本研究主要的對象為使用試卷施

測的教育專家學者，在測驗結束時得到學生們的作答反應，根據這些作答反應，整理成 S-P 表提供教育專家學者分析試題間的順序關係，再測驗結束後進而了解學童們的知識概念結構。

二、研究工具

本研究工具選擇用 Matlab 來開發，Matlab 是 Mathworks 公司於 1984 年所推出的一套數學計算軟體，其名稱是由矩陣實驗室(Matrix Laboratory)縮寫而成的，由此可知最早的推出目標是提供一個非常完善的矩陣運算軟體，但隨著數值運算需求的增加與現今電腦硬體設備運算數度的倍增，Matlab 可說是個總領域的標準程式語言，Matlab 在操作上易於使用且功能強大，在研究開發時可以節省可觀的時間（洪維恩，2004）。因此本研究使用 Matlab R2013b 版軟體進行所有程式的設計與測試，將試題關聯結構的方法一一在 Matlab 進行實作測試，且將運算結果結合試題關聯結構圖繪製出來。

肆、結果與討論

研究者將原始資料整理成 S-P 表，透過多點計分試題順序關聯結構分析軟體可計算出兩試題間的關係性係數（表 4-1），以此做為試題概念高低層次判讀之依據，以便繪出多點計分試題順序關聯結構分析圖。

從結構圖（圖 4-1）發現多點計分試題順序結構分析軟體在分析試題的關聯性上，可以符合試題關聯結構的優點，但在分析試題的順序性上，也

可以符合次序理論的嚴謹，而且也可以針對受試者反應的結果，調整係數的閾值，來滿足試題結構的完整性。

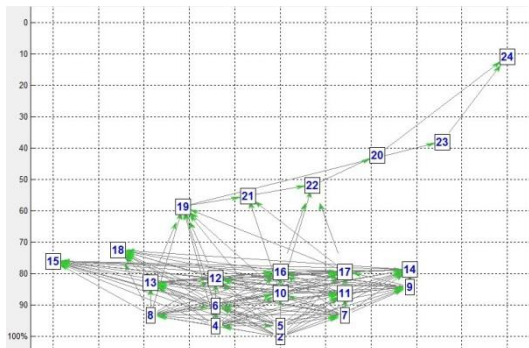


圖 4-1 多點計分試題順序結構圖

表 4-1 多點計分試題順序關聯結構性係數表

伍、未來展望

本研究之目的將多點計分試題順序關聯結構分析理論開發成軟體，在未來對於教育專家學者在分析學生們的知識概念結構能縮短研究的時間，以電腦代替人力，幫助人們計算與繪圖。

研究者雖然在研究方法中力求嚴謹，但因受限時間與人力等客觀因素，仍有未盡周延之處，對於未來的研究者可以將程式碼更加精進，甚至直接寫成 PHP 的程式語言，讓教育專家學者在分析試題上不需要安裝 Matlab 軟體，就可以直接在網頁上執行，未來在多點計分試題順序關聯結構的分析

上會更省時省力。

參考文獻

一、中文部分

郭伯臣(1995)。《無參數試題反應理論與試題順序結構分析法之多點計分整合模式》。國立臺中師範學院國民教育研究所碩士論文。

許天維(1996)。〈試題關聯結構分析法及其在國小數學科教學上的應用〉，國立臺中師範學院《新式評量分析法在國小教學上的應用研習手冊》，臺中師院教育測驗評量與統計方法研究發展中心，頁 77-93。

胡豐榮(2001)。SS 分析法的基本特性與數學性質介紹。測驗統計簡訊 43 期，17-31 頁。台中師範學院。

劉湘川(2003)。混合型語意結構分析之研究。測驗統計年刊 11 輯，16 頁。台中師範學院。

二、英文部分

Airasian, P.W. and Bart, W.M. (1973). Ordering Theory: A new and useful measurement model. *Journal of Educational Technology*, vol. 5. pp. 56-60.

James, R.S. (1982). Estimation skills in Mathematics. *School Science and Mathematics*, Vol.82, No.8, pp.642-649.

Osterlind, S.J (1998). *Constructing test items multiple-choice, constructed-response, performance and other formats*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.