



以學習策略觀點建構科學教育網站 評鑑指標之研究

張琬翔* 尹玫君**

摘要

本研究旨在以學習策略觀點建構科學教育網站評鑑指標。先從文獻分析提出指標雛形架構。再以專家問卷與模糊德懷術問卷，確定指標層級架構與內涵。最後由模糊層級分析法驗證層級結構性並賦予各指標相對權重值。研究發現：一、科學教育網站評鑑指標權重體系具整體一致性、適切可行，包含3項第一級指標、11個第二級指標與37項第三級指標；二、第一級指標有認知策略、後設認知策略、資源管理策略，其中認知策略的權重值最高；三、第二級指標有複誦與選擇策略、精緻化策略、組織策略、演練策略、計畫策略、監控策略、調整策略、時間管理、努力管理、環境管理、回饋支持指標等，其中回饋支持、演練策略、複誦與選擇策略三項的權重值較高。

關鍵詞：網站評鑑指標、學習策略、科學教育網站、模糊德懷術、模糊層級分析法

* 張琬翔，臺南市崇學國小教師（通訊作者）

電子郵件：s9409002@yahoo.com.tw

** 尹玫君，國立臺南大學教育學系教授

電子郵件：yin@mail.nutn.edu.tw

投稿日期：2013年5月13日；修正日期：2013年7月11日；接受日期：2013年9月24日
備註：本文修改自張琬翔（2013）。以學習策略觀點建構科學教育網站評鑑指標之研究。國立臺南大學教育學系博士論文。

A Study on the Construction of Science Education Website Evaluation Indicators from the Perspective of Learning Strategy

Wan-Shinang Chang* Mei-Chun Yin**

Abstract

This study aimed to construct the Science Education Website Evaluation Indicators (SEWEI) from the perspective of learning strategy. The study applied the expert questionnaire, fuzzy Delphi method, and fuzzy analytic hierarchy process as the main methods. After systematic literature reviews with regard to learning strategy and website evaluation, the first frame of indicators was established. The expert questionnaire was to modify the first frame of indicators and form the fuzzy Delphi questionnaire; the fuzzy Delphi method was to assess the quality and the suitable degree of the indicators; the fuzzy analytic hierarchy process was to estimate the indicators weight. The major conclusions of this study were listed as below: (1) There were 3 first-level indicators, 11 second-level indicators and 37 third-level indicators of the SEWEI, which contained an overall consistency and measurable value. (2) The first-level indicators included cognitive strategy, metacognition strategy and resource management strategy. The weight of cognitive strategy was the highest among all first-level indicators. (3) The second-level indicators included rehearsal & selection strategy, elaboration strategy, organizational strategy, practice strategy, planning strategy, monitoring strategy, regulating strategy, time management, effort management, environmental management and feedback & support. The weights of feedback & support, practice strategy, and rehearsal & selection strategy were the highest among those second-level indicators.

Keywords: website evaluation indicators, learning strategy, science education website, fuzzy delphi method, fuzzy analytic hierarchy process

* Wan-Shinang Chang, Teacher, Tainan Municipal Chongsyue Elementary School
E-mail: s9409002@yahoo.com.tw (Corresponding Author)

** Mei-Chun Yin, Professor, Department of Education, National University of Tainan
E-mail: yin@mail.nutn.edu.tw

Manuscript received: May 13, 2013; Revised: Jul. 11, 2013; Accepted: Sep. 24, 2013

壹、前言

網路資源具備無遠弗屆、資源豐富、便捷免費等特性，成為大眾閱覽資訊、解決問題、學習新知的首選途徑。使用者如何在浩瀚無涯的資訊大海中取得有效的資訊，或是如何判斷網站品質的好壞，就需要網站評鑑指標作為選擇依據。國內外關於一般網站的評鑑研究（黃靜純、管倖生，2010；歐陽閻，2000；Chiou, Lin, & Perng, 2010; Hasan & Abuelrub, 2011），其評鑑指標著重在網站建置者的權威性和資訊內容的正確度、訊息之時效性和更新度、資訊內容的完整性和涵蓋性、資訊的可及性和連結性、版面設計與架構等層面。

相對於一般網站評鑑指標，教育網站則多以師生為主體，重視教學與學習之需求評估和使用情況分析，及網站回饋與成果展示的功能設計（于富雲、謝孟達、陳引幹、連雅玲，2007）。莊貴枝、羅鴻仁與劉玲慧（2011）發現，教材內容與結構、版面設計、介面設計、互動設計和系統架構設定等，可作為教學網站評鑑的指標。余鑑、于俊傑、余采芳、鄭孫珊與李依凡（2011）從社會、心理、環境與技術四層面來建構 Web 2.0 線上學習網站評鑑指標。Mioduser、Nachmias、Lahav 與 Oren（2000）指出，網路學習環境應包含敘述、教學、知識、溝通四個面向。Liu、Liu 與 Hwang（2011）從網站使用性、學習素材、協助語言學習功能、技術整合四層面評估網站。亦即教育網站與一般網站的評鑑內涵不相同，其主要目的為輔助學習與促進成員間之溝通與互動（于富雲等，2007）。

上述各種網站評鑑指標，其建構方式都有其學理依據。早期偏重於資訊內容的品質評鑑，諸如：正確性、時效性、權威性。近年來轉為重視網站與使用者之間的互動與回饋。但五花八門、複雜詳盡卻缺乏權重的指標，讓師生在使用時頗感困擾。孫志麟（2000）與郭昭佑（2001）表示，指標的數值須與權重值比較，才能闡明意義並進行價值判斷。進

行網站評鑑時，究竟哪項指標最重要、哪項指標可先不考慮？首要與次要的指標為何？如何把複雜的指標系統簡化扼要的層級結構？這些問題皆可藉由模糊層級分析法（Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP）解決。FAHP 可協助決策者進行多準則決策問題之排序與選擇，求取各個評鑑指標的權重關係與重要性程度。因此本研究期望藉由 FAHP，建構一套客觀、量化且具公信力的網站評鑑指標權重體系，確切反映科學教育網站的效益，此為本研究動機之一。

另一方面，網站教材內容應具備生動性、互動性與有效性，配合學習心理的要求，以提高學習動機（溫嘉榮，1997）。網路應成爲一種自我控制的學習環境，藉由學生自發性的學習，減輕學習的不利因素，增加正向的學習動機（Preece, Nonnecke, & Andrews, 2004）。莊貴枝等人（2011）指出，藉由網路提供學生一個真實情境的內容刺激，利用別人的知識體系來建構自己的新知識，鼓勵學生在活動中進行學習，進而創造出有意義的學習環境，培養其自主學習能力，讓教與學成爲一種教師與學生雙向溝通的形式。溫嘉榮（1997）表示網站如能根據學習者的反應決定學習路徑和學習內容，提供適當的學習回饋，從而產生雙向的溝通，才能讓學習者增加新的知識、累積新的經驗，達到學習之目的。由此可知，學習是自我主動建構的過程，學習者透過學習環境中之情境知覺反應出自我效能，並依此效能信念設定工作目標，以意志進行監督、控制與管理自己認知行動，此過程即是使用學習策略來完成學習成就的表現（何仕仁、黃台珠、吳裕益，2009）。故網站設計要掌握用電腦學習（learning with computer）的概念，成爲促進知識建構、保留與遷移，激發高層次思考與創造力的心智工具（mindtools），幫助使用者成爲自主學習者與判斷思考者（Jonassen, 2000）。

換言之，如能從學習策略的觀點建構科學教育網站評鑑指標，學習者在進行網路學習活動時，就可使用學習策略達成學習任務，既可

兼顧使用者需求，亦能提升學習效果。諸如：網站設計能配合學習者內在認知活動，在訊息處理的編碼歷程中，具備可以輔助學習者對訊息進行選擇、複誦、組織、精緻化與演練的操作方式；或網站如能考量學習者後設認知歷程，提供對於資訊與自身認知活動做計畫、監控、調整等功能模組；甚至提供時間管理、環境控制、努力管理與回饋支持等資源管理功能，協助設定學習目標，監控調整認知、行動及情境狀態。江瑞菁（2011）表示，良好的教育網站能依照使用者的個別需求，提供個人化的教學服務，同時依照學習過程產生的結果判斷，並提供未來的學習方向與內容選擇機會。意即科學教育網站評鑑指標應融入學習策略的觀點，網站方能成為促進知識的建構、保留與提取的媒介，發揮促進理解學習內容或改善學習表現的效果，此為本研究動機之二。

基於前述，本研究欲發展一個有權重比例的科學教育網站評鑑指標體系。它能幫助我們更加瞭解科學教育網站的品質，協助師生判別資訊的價值，輔助網站開發者規劃高品質的網站，作為學習工具。故從學習策略觀點建立科學教育網站評鑑指標權重體系有其必要性，深具研究意義與價值。本研究目的如下：

- 一、從學習策略觀點建構科學教育網站評鑑指標層級架構與內涵。
- 二、從學習策略觀點建構科學教育網站評鑑指標權重體系。
- 三、從學習策略觀點發展一具權重的科學教育網站評鑑表。

貳、文獻探討

一、學習策略的意涵

學習策略（learning strategy）的範圍十分廣泛，泛指學習者用來從事知識的獲得、保留與提取的任何行為與思考（張新仁，2006）。從行

為主義的觀點，學習強調外在學習環境與學習行為的連結或是學習技巧與學習成就間的連結，學習策略的重點在於時間安排、環境佈置、按部就班、主動反應、積極努力、筆記背誦練習……等（趙貞怡，2003；魏慧美、黃家溱，2009）。從認知主義的角度，學習策略是學習者有意圖地影響其編碼歷程的行為與思考，使用策略之目的在影響學習者的動機與情感狀態，及訊息編碼的方式（林建平，1997）。Lodewyk 與 Winne（2005）指出，學習是有意義的認知歷程，學習者在歷程中應該理解學習內容，知覺反應出效能目標，並主動策略性的參與學習。換言之，學習策略包含外顯行為和內在思考。學習不再僅著重知識的重製，而是增加「學習如何學習」的知能，使學習者成為知識的創造者與管理者，激發學習的潛能（于富雲、陳玉欣，2007）。本研究定義學習策略為：在學習過程中有助於學習者知識的建構、保留與提取，以促進理解學習內容或改善學習表現、完成學習任務之外顯行為與潛在思考。

二、學習策略的類別

不同學者對於學習策略的分類方式不盡相同，大多包括：1. 認知領域，即注意力、複述、組織、心像、意義化等記憶與理解策略；2. 後設認知領域，指認識自己的認知歷程與認知資源、使用及調適自己的認知歷程；3. 資源管理領域，如時間管理、環境管理、努力與情緒管理、學習動機、自我增強、歸因方式或支持協助等（林建平，1997；張新仁，2006；趙貞怡，2003；Doyle & Garland, 2001; McKeachie, Pintrich, Lin, & Smith, 1987; Wolters, 2003）。其中，McKeachie 等人（1987）將學習策略分為：1. 認知策略包含複誦、精緻化、組織；2. 後設認知策略包含計畫、監控、管理；3. 資源管理策略包含時間管理、環境管理、努力管理、尋求他人支持等三大類別與十個主要項目。研究者認為 McKeachie 等人的分類詳細且涵蓋大部分學者對於學習策略的定義，具備階層結構

的雛形。故以 McKeachie 等人的分類結構為基礎，在認知策略下新增演練策略，並簡化「尋求他人支持」為「回饋支持」，作為發展科學教育網站評鑑指標之層級結構（圖 1）。原本在 McKeachie 等人的策略中，並無演練策略。然而藉由玩具模型、模擬實驗與虛擬遊戲，提供學生實物操作與親身經歷的演練機會，對於知識建構與科學成就就能有助益（林

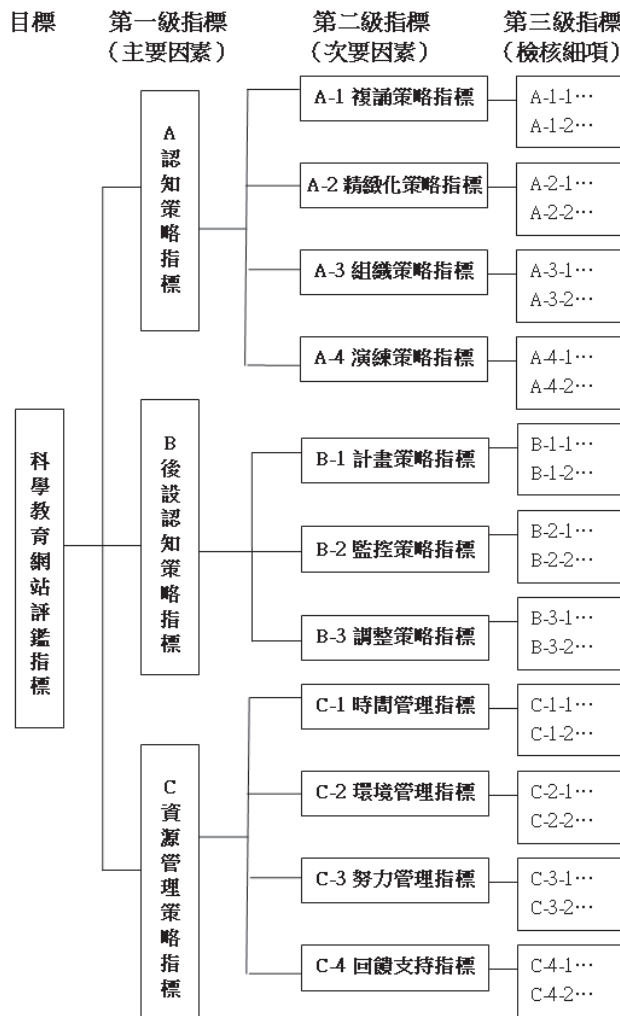


圖 1 科學教育網站評鑑指標雛形架構

弘昌、陳祺祐，2011；羅慶璋、張國恩、宋曜廷，2005；Kuhn & Pease, 2008），因此新增演練策略指標來評估科學教育網站。

三、科學教育網站的特性

科學教育網站係指符合科學教育的目標，可以輔助科學學習或提供科學教學資源，有助於國民科學素養提升的網站，涵蓋數學、生物、物理、化學、生活科技、地球科學、環境教育……等領域。本研究之「科學教育網站」係指提供學生透過網站進行瀏覽閱讀、探索練習、互動討論等自主學習活動；或提供教師在發展課程、規劃教學、實驗示範、評量回饋之參考。諸如：教育部科學教育學習網、教育部自然生態學習網、臺灣網路科教館、楊懿如的青蛙小站、物理教學示範實驗教室。但不包含數位典藏、線上資料庫、百科全書等純粹僅供資料查詢之網站、或各類科學教育中心與博物館之行政組織與訊息公告網站。亦即科學教育網站應具備「學科內容傳遞」、「輔助學習工具」、「網站介面控制」等功能。其角色是提供互動式學習情境，引導師生成為問題的探究者與知識的建構者，而不只是傳輸科學教育知識的單向管道。

四、科學教育網站評鑑指標的研擬

教育網站評鑑係指用來判別教育網站的使用，是否符合教育目標、有助於師生使用該網站進行教學或學習的一套評鑑標準。其目的在於評鑑教育網站是否有助於教導與學習，並蒐集資料作為建置或修正教育網站之參考。許多學者在一般網站品質評估的基礎上，進一步建立教育類網站的評鑑指標，茲說明如後。Branch、Kim 與 Koenecke（2000）指出線上教材的品質評估除了相似於一般網站的評鑑原則之外，還須強調：1. 依學習者的成熟度與認知能力安排資訊內容；2. 資訊內容和教學有密切相關；3. 網站要具備吸引力、挑戰性、吸引力、學習意義性與回

饋性，以增加學習者之信心及滿足感。Liu（2001）認為課程網頁的設計涉及內容、人機介面以及教學三大因素。內容包含針對使用者需求、教材適當性、教材適用性、教材難易度、教材組織性；人機介面是指操作流暢性、頁面組織性、學習工具的提供、互動設計、多媒體效果；教學包含學習主題明確、使用者分析良好、符合教育學理、評量設計、學習結果評估。

崔夢萍與陳怡君（2002）以互動式學習模式為基礎，發展教學網站互動學習模式評鑑量表，包含教學信念、學習理論、目標取向、內容取向、動機來源、教師角色、後設認知的支持、合作學習的策略、文化的敏銳度、結構的變化性等 10 個向度。歐陽閻與林姿妙（2002）的研究則從網路基本資料的描述、多媒體特性、介面的設計與架構、內容、回饋與支持五個面向 50 個準則評鑑兒童學習網站。羅綸新（2005）對於教育類網站評鑑指標建構之研究，包括網路內容層面的五項指標：適切性、吸引力、正確性、時效性、客觀的立場；以及使用者介面設計的四項指標：網頁畫面安排、影音效果、互動效果、學習者控制。于富雲等人（2007）的研究結果指出，教育網站評鑑指標應包含教材主題明確與內容適切、學習者互動與合作、資訊可及性及連結性、版面設計與多媒體融入、符合學習者背景與真實生活情境、強調學習評鑑機制等要素。

Chao 與 Chen（2009）的研究結果顯示，數位學習教材是最重要的評鑑因素，其次依序為學習平臺品質、學習記錄、同步學習，最低則是自我學習。Ozkan 與 Koseler（2009）從技術面的系統品質、服務品質、內容品質，以及社會面的學習者觀點、教學者態度、支援議題等面向評估數位學習系統。Hsu、Yeh 與 Yen（2009）的研究發現，涉及教學建構的教學策略與教材的層面規準滿意度較高，技術層面的學習工具與學習介面之滿意度較低。Hasan 與 Abuelrub（2011）歸納網站評鑑的內容向度，發現使用者友善品質、內容品質、設計品質與組織品質等四類最

常見。綜合前述，為找出教育網站評鑑指標研究的共同重要內涵，張琬翔與尹玫君（2013）以文獻分析法歸納 37 篇國內外研究，發現教育網站評鑑指標包含：內容描述、教材設計、人機介面、版面配置、學習工具、線上互動、學習控制、個人資訊、學習檔案與學習動機等十個面向及 43 條內涵項目。本研究依據圖 1 之層級架構，重新分類 43 項網站評鑑指標項目為科學網站評鑑指標的檢核細項，作為本研究網站評鑑指標內涵建構之來源。

五、模糊德懷術與模糊層級分析法

（一）模糊德懷術

許多研究使用德懷術建構網站評鑑指標，確定指標的重要性與適切性（余鑑等，2011；鍾瑞國、楊寶華，2006；Hsu et al., 2009）。因德懷術能以匿名書面方式，改善會議溝通的缺點，讓專家針對主題表達意見。但傳統德懷術有樣本容易流失、過程繁複耗時的限制，造成時間、人力、經費的負擔。為解決傳統德懷術忽略人類模糊性之限制及改善其缺點，模糊德懷術（Fuzzy Delphi Method, FDM）孕育而生。FDM 的團體決策共識係以三角模糊數來整合專家群體之意見。三角模糊數如圖 2 所示，L 是專家共識之下限，U 為專家共識之上限。在 L 與 U 之間的值包含各種不同可能性的共識觀點。M 為幾何平均數代表大部份專家之共識，即以幾何平均數取代原有的平均數算法，減少統計上受極端值影響之情形產生。FDM 更可以避免傳統德懷術利用中位數及 50% 之資料分佈綜合專家意見，其隸屬函數不是 0、就是 1 的限制。故 FDM 能建立包含所有專家意見之模糊數 $A = (L, M, U)$ ，避免傳統德懷術刪除資料的缺失。且 FDM 僅需要實施一次調查，可減少問卷回合與降低樣本流失，也使指標選取更加便利及精準（吳政達，2005；凌新福，2010；張基成、蔡政緯，2012；蔡麗華，2011）。總之，FDM 是結合傳統德

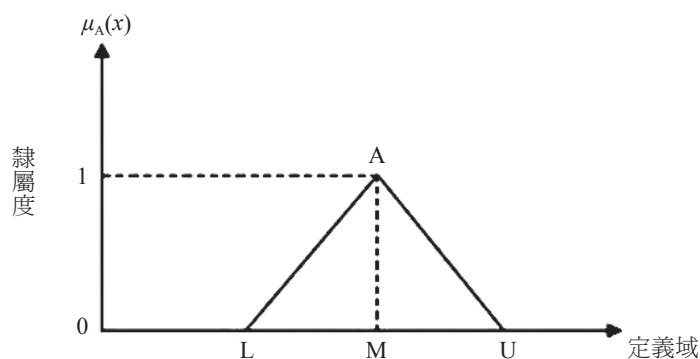


圖 2 三角模糊數的隸屬函數

資料來源：吳政達（2005：654）。

懷術及模糊理論，運用三角模糊數以擷取傳統德懷術的優點，改善其忽略不確定性與模糊語意之缺失的方法，是一有效建構評鑑指標的方法。因此，本研究運用德懷術進行衡量指標重要性評定及開放性修正意見蒐集，完成建構科學教育網站評鑑指標層級架構。

（二）模糊層級分析法

FAHP 是層級分析法結合模糊理論的一種團體決策研究方法，透過模糊理論的應用能兼具傳統層級分析法之優點，避免其缺點。FAHP 可同時考量問題本身的不確定性、複雜因素性及專家意見模糊性，藉此歸納出更貼近事實且合理的重要影響因素。尤其當決策因素數目較多時，可避免成對比較值過於主觀、不精確的結果，呈現專家集體決策時的模糊區間。FAHP 和傳統層級分析法的執程序大致相同，均將複雜的問題分析成較易瞭解的階層結構。不同之處在於以三角模糊數來表示兩兩要素間相對重要程度的看法，求得各決策因素的模糊權重，經由層級串連，計算各個因素的模糊串連權重，這權重數值就可作為指標選擇與價值判斷的依據（范惟翔、葉上葆、張瑞鉉，2009；張基成、蔡政緯，2012；裴文、譚百玲、曾秀鈴，2009；蔡麗華，2011）。

參、研究設計

一、研究方法

本研究主要目的在發展科學教育網站評鑑指標，為達成此目的，首先探討國內外網站評鑑與學習策略之相關文獻與研究，作為研擬與發展指標的理論基礎，據以設計科學教育網站評鑑指標初稿。其次編製專家調查問卷，驗證指標架構雛型在教育現場的適用性，並修正為專家重要性評定問卷。接著實施模糊德懷術問卷調查，完成建構整體指標層級架構與內涵。最後利用模糊層級分析法驗證層級結構性，並賦予各指標相對權重值。

二、研究對象

本研究的指標修正階段專家問卷採立意取樣，由具代表性的科學教育、學習理論與資訊教育之 5 位學者及 4 位有實務經驗的小學教師，對指標雛型架構與內涵之適切度詳加審視，提高內容效度。指標確認階段 FDM 與指標權重計算階段 FAHP 問卷的成員亦以立意取樣，請具資訊教育、科學教育或學習理論專長之 11 位大學教授，及任教自然、數學或資訊的 9 位現場教師，共 20 名為研究對象，以求取指標最大之周延性與深入性，提高外部效度。

三、資料蒐集與分析

模糊德懷術及模糊層級分析法之步驟歸納如下（吳政達，2005；范惟翔等，2009；凌新福，2010；張基成、蔡政緯，2012；裴文等，2009；蔡麗華，2011）。

(一) 模糊德懷術

1. 三角模糊數值計算：由專家判斷各指標對建構科學教育網站評鑑之重要性程度。即根據全體專家的填答結果採取幾何平均數求取各指標之三角模糊數 $A = (L_i, M_i, U_i)_{L-R}$ 。 U_i 代表該指標中 n 位專家填答結果最大之幾何平均數， M_i 係可能值之幾何平均數， L_i 即最小值之幾何平均。
2. 模糊數的解模糊化：依據模糊集合解模糊化 (defuzzification) 方法，計算出各指標之右界值、左界值與明確值。
3. 評鑑指標之選取：FDM 以明確值代表群體決策之共識，並用 α 截集 (α -cut) 來篩選重要的評估因素。 α 截集區間為 $[0 \sim 1]$ ，值如果愈趨近於 1，表示該因素的適當程度愈高；反之亦然。門檻值的選取，可視研究的目的及因素個數而定，本研究分別以 α -cut = 0.60 及 α -cut = 0.65 為門檻值篩選指標。

(二) 模糊層級分析法

1. 建立指標權重體系之步驟：(1) 建立成對比較矩陣 (paired comparison matrix)；(2) 建立三角模糊數值 $\tilde{a}_{ij} = (\alpha_{ij}, \delta_{ij}, \gamma_{ij})_{L-R}$ 表示專家的各種可能性共識意見；(3) 建立模糊正倒值矩陣 $\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$ ；(4) 用列向量幾何平均法 (the geometric mean of the rows) 計算出模糊矩陣特徵向量值 (fuzzy eigenvector)，即各因素的權重值；(5) 藉由重心法 (center of gravity method) 解模糊化出權重值 dF_{ij} ，即 $dF_{ij} = (L_{ij} + M_{ij} + R_{ij}) / 3$ 。
2. 分析階層結構一致性：一致性檢定之目的是瞭解受試者的填答是否符合遞移性與前後一致，使結果具有信度，確保計算結果真實反映實際情況。通常以一致性指標 (Consistence Index, C.I.) 與

一致性比率（Consistence Ratio, C.R.）來確保結果真實反映實際情況。C.I. = 0 示前後判斷完全具一致性，C.I. \leq 0.1 為可容許的偏誤，C.R. < 0.1 則矩陣的一致性程度使人滿意。每一成對比較矩陣的一致性程度皆符合所需，尚須檢定整個層級結構的一致性（consistency ratio of the hierarchy, C.R.H.），若 C.R.H. \leq 0.1，則整體層級的一致性可接受；反之則表示需重新修正層級結構。

肆、研究結果與討論

一、指標修正階段

本階段由 9 位專家填寫「指標適切性問卷」，判斷指標雛形架構的適用性。結果顯示，一級指標仍為 3 項，二級指標維持 11 項，唯修改「A-1 複誦策略」名稱為「A-1 複誦與選擇策略」，以凸顯選擇策略的內涵。第三級指標「A-1-4 標題能吸引學習者的興趣、具備引發詳細閱讀及探索思考的巧思」，其「適合」與「修正後適合」之次數百分比合計未達 90%，且有兩位專家對本項指標的分類有質疑，故刪除本項指標。「A-1-6 在內文前後有附加問題或關鍵詞，引導學習者瀏覽時的注意力」，從「A-1 複誦策略」調整至「A-2 精緻化策略」。其餘指標僅略有修正，諸如：錯別字改正、不流暢用語重述、釐清內涵或簡化語句。第三級指標從 43 項調整為 42 項，整體指標更為精簡適切。

二、指標確定階段

本階段由 20 位專家填寫「FDM 專家問卷」來篩選與修正指標，確定指標層級架構與內涵。結果顯示，各指標明確值介於 0.5899 到 0.7188 間。經參考凌新福（2010）研究，決定依各層面專家共識程度與指標個

數之差異，分別擬定不同的明確值門檻。第一級指標與認知策略層面之第三級指標採用 0.65 為門檻值，第二級指標、後設認知策略與資源管理策略兩層面之第三級指標採取 0.60 為門檻值。篩選後，第一級指標與第二級指標全數保留，第三級指標刪除低於門檻值之 5 項指標（A-1-4 網站提供學習者自由選擇學習內容、目次連結、反覆閱覽、作筆記、標註記號、加上標籤等功能；A-2-4 提供的前導組織與學習活動有助於學習者連結新舊訊息；A-2-5 學習內容以數據、摘要、記憶術……等形式呈現，或提供計算、摘要、撰寫等文書處理工具，協助學習者理解資訊；A-2-6 在內文前後有附加問題或科學術語關鍵詞，引導學習者瀏覽時的注意力；C-2-5 學習者可以調整網頁背景、顏色、字體字型、檢視比例、版面配置等學習環境，以符合個人需求），保留 37 項，如表 1 所示。

同時蒐集專家的質性意見，修改並確定指標內涵。多數指標僅作字句小幅度修改，並統一用語。整體而言，平均明確值達 0.669，高於 0.60 的門檻值，表示指標適切可行。至此，科學教育網站評鑑指標已經獲得專家共識，包括 3 項第一級指標、11 項第二級指標和 37 項第三級指標，詳如表 2 與附錄。

三、指標權重計算階段

本研究回收 19 份有效的「指標相對權重專家問卷」，運用 FAHP 針對指標體系進行成對比較，權重結果如圖 3。

（一）第一級指標權重

第一級指標中以 A 認知策略指標（43.64%）的權重值最高，其次 C 資源管理策略指標（34.70%），B 後設認知策略指標（21.66%）最低。A. 認知策略指標的權重值高於其他 2 項指標，顯示網站評鑑時，首重網站能輔助學習者對訊息進行選擇與複誦、組織、精緻化、演練的各種

表 1 FDM 問卷結果摘要表

指標代號	三角模糊數			解模糊化			篩選標準／結果
	最小值	可能值	最大值	右界值	左界值	明確值	
A	0.526	0.723	0.903	0.766	0.396	0.6849	0.65
A-1	0.473	0.662	0.853	0.716	0.443	0.6364	0.60
A-1-1	0.586	0.755	0.932	0.792	0.354	0.7188	0.65
A-1-2	0.523	0.713	0.875	0.753	0.401	0.6759	0.65
A-1-3	0.526	0.704	0.877	0.748	0.402	0.6728	0.65
A-1-4	0.449	0.634	0.830	0.694	0.465	0.6146	0.65 刪除
A-2	0.502	0.690	0.871	0.738	0.419	0.6591	0.60
A-2-1	0.523	0.685	0.847	0.729	0.410	0.6595	0.65
A-2-2	0.537	0.725	0.884	0.763	0.390	0.6865	0.65
A-2-3	0.531	0.726	0.897	0.766	0.393	0.6867	0.65
A-2-4	0.448	0.632	0.809	0.688	0.466	0.6108	0.65 刪除
A-2-5	0.453	0.628	0.805	0.684	0.466	0.6092	0.65 刪除
A-2-6	0.497	0.668	0.843	0.717	0.429	0.6440	0.65 刪除
A-3	0.545	0.722	0.908	0.766	0.387	0.6895	0.60
A-3-1	0.574	0.758	0.938	0.795	0.360	0.7176	0.65
A-3-2	0.541	0.701	0.875	0.745	0.396	0.6747	0.65
A-3-3	0.538	0.706	0.872	0.748	0.395	0.6764	0.65
A-3-4	0.523	0.710	0.870	0.750	0.402	0.6740	0.65
A-4	0.518	0.704	0.866	0.745	0.406	0.6695	0.60
A-4-1	0.553	0.725	0.868	0.760	0.381	0.6891	0.65
A-4-2	0.538	0.698	0.842	0.736	0.399	0.6686	0.65
A-4-3	0.553	0.698	0.880	0.745	0.390	0.6774	0.65
B	0.512	0.682	0.886	0.736	0.417	0.6592	0.65
B-1	0.511	0.676	0.859	0.726	0.420	0.6532	0.60
B-1-1	0.527	0.725	0.874	0.760	0.395	0.6827	0.60
B-1-2	0.514	0.661	0.835	0.711	0.424	0.6436	0.60
B-1-3	0.540	0.692	0.876	0.740	0.399	0.6701	0.60
B-2	0.520	0.693	0.854	0.736	0.409	0.6631	0.60
B-2-1	0.541	0.720	0.883	0.759	0.389	0.6849	0.60
B-2-2	0.508	0.659	0.843	0.712	0.427	0.6423	0.60
B-2-3	0.576	0.725	0.891	0.764	0.369	0.6973	0.60

表 1 FDM 問卷結果摘要表 (續)

指標代號	三角模糊數			解模糊化			篩選標準/結果
	最小值	可能值	最大值	右界值	左界值	明確值	
B-3	0.504	0.701	0.879	0.746	0.414	0.6658	0.60
B-3-1	0.508	0.697	0.863	0.740	0.414	0.6632	0.60
B-3-2	0.558	0.737	0.906	0.775	0.375	0.6998	0.60
B-3-3	0.518	0.708	0.875	0.750	0.405	0.6723	0.60
C	0.503	0.684	0.853	0.730	0.421	0.6546	0.65
C-1	0.485	0.638	0.822	0.694	0.447	0.6237	0.60
C-1-1	0.503	0.660	0.837	0.711	0.429	0.6410	0.60
C-1-2	0.506	0.643	0.805	0.693	0.434	0.6294	0.60
C-1-3	0.463	0.622	0.798	0.679	0.463	0.6079	0.60
C-2	0.528	0.720	0.885	0.760	0.396	0.6819	0.60
C-2-1	0.545	0.722	0.889	0.762	0.386	0.6878	0.60
C-2-2	0.519	0.700	0.852	0.740	0.407	0.6661	0.60
C-2-3	0.538	0.734	0.864	0.765	0.386	0.6894	0.60
C-2-4	0.576	0.762	0.910	0.793	0.358	0.7175	0.60
C-2-5	0.445	0.600	0.777	0.660	0.480	0.5899	0.60 刪除
C-3	0.541	0.699	0.869	0.743	0.396	0.6732	0.60
C-3-1	0.529	0.695	0.861	0.738	0.404	0.6673	0.60
C-3-2	0.547	0.701	0.857	0.741	0.392	0.6745	0.60
C-3-3	0.523	0.675	0.828	0.718	0.414	0.6521	0.60
C-3-4	0.575	0.756	0.905	0.788	0.360	0.7140	0.60
C-4	0.573	0.757	0.918	0.791	0.361	0.7150	0.60
C-4-1	0.572	0.757	0.911	0.790	0.361	0.7143	0.60
C-4-2	0.559	0.729	0.874	0.763	0.377	0.6931	0.60
C-4-3	0.580	0.744	0.901	0.779	0.361	0.7091	0.60
C-4-4	0.512	0.682	0.844	0.727	0.417	0.6548	0.60

人機介面操作方式與學習內容呈現形式。即網站設計時要考量學習者的內在認知活動，促使學習者能以各種表徵方式儲存訊息於記憶中，並內化統整為知識。Mioduser 等人 (2000) 表示，網路超文本的特徵是發展良好知識表徵模型與認知引導及搜尋工具的溫床。如能融入高效率的

表 2 第一、二級指標內涵表

代號／名稱	內涵
A 認知策略 指標	網站設計時能考量學習者的內在認知活動，網站應具備可以輔助學習者對訊息進行選擇與複誦、組織、精緻化、演練的各種人機介面操作方式與學習內容呈現形式，使學習者能以各種表徵方式儲存訊息於記憶中，並內化統整為知識。
A-1 複誦與選擇 策略指標	網站設計讓學習者接受的新訊息，能重複在工作記憶中出現，或藉由適量資訊的呈現，達到減輕認知負荷之效，亦即具備學習內容選擇、關鍵字詞、學習重點聚焦、畫筆記、標者記號等機制。
A-2 精緻化 策略指標	網站模組有助學習者對於訊息的記憶、理解、檢索及提取，諸如：計算、改寫、摘要、類比、實例、比喻、圖解、影片等，讓新舊訊息產生連結與形式效果。
A-3 組織策略 指標	網站工具能夠協助學習者對資訊進行排序分類、連結比較、界定關係與分析判斷，成為有系統的知識體系，諸如：條列文章結構、選擇主要觀念、數據圖表化、大綱、心智構圖、網站地圖、搜尋引擎等工具。
A-4 演練策略 指標	網站提供學習者實驗模擬、虛擬實境、角色扮演、數位遊戲等具體化、互動化與自主化之模組，讓學習者在問題導向的任務情境中發展出假設、論證、探究、批判思考的能力，從而理解複雜及抽象的科學概念原理。
B 後設認知 策略指標	網站設計時能考量學習者對自己認知過程與認知結果的自我覺知、自我調整以及自我監控等內在反思歷程，網站的各種網站人機介面操作方式與學習內容呈現形式應輔助學習者對於資訊與自身認知活動做計畫、監控與調整。
B-1 計畫策略 指標	網站工具可以輔助學習者設定學習目標、規劃學習步驟、注意文章標題與預測文章內容，讓學習者清楚知道學習任務內容與難易資訊、學習或考試標準，進而安排合適的認知行動與預測學習活動的結果。
B-2 監控策略 指標	網站可以輔助學習者藉由自我提問、作業遊戲或測驗、查核學習步驟和方法、找出學習困難之處、檢查學習目標等，不斷評鑑學習成效與監控認知運作狀況。
B-3 調整策略 指標	網站可依照學習者的個別需求提供個人化的學習服務，諸如：更換閱讀速率、再讀概覽、調整學習路徑、補救教學、未來學習方向與內容選擇機會等措施，讓學習者可以自由選擇與改變學習歷程活動，以澄清疑惑、促進理解。
C 資源管理 策略指標	網站設計時能考量在學習過程中，學習者會依據自己對於時間、環境、努力與外在協助等各項資源的認知來設定學習目標，並監控與調整其認知、動及情境，網站應具備提供時間管理、環境控制、努力管理與回饋支持等各種網站人機介面操作方式與學習內容呈現形式。
C-1 時間管理 指標	網站工具可以協助學習者覺知時間分配、察覺與監控時間變化，進而調整時間控制策略與規劃學習進度，諸如：設定時間、切割任務、排定優先順序、安排學習進度、列出待辦事項清單、備忘錄、時間提示等工具。
C-2 環境管理 指標	網站介面訊息設計讓學習者覺得清晰、友善、易用、美感，提供學習區域界定、字體背景調整、導覽工具等功能，讓學習者知道和所處網頁環境之間的關係，進而調整適合自己的學習情境。

表 2 第一、二級指標內涵表（續）

代號／名稱	內涵
C-3 努力管理 指標	網站可以輔助學習者製作歷程檔案、瞭解學習狀況、或藉由獎懲增強模組與富趣味挑戰的學習內容，提升學習者自我效能、增加內在興趣、促進歸因努力。
C-4 回饋支持 指標	網站擁有互動式的回饋系統，包含聊天室、電子郵件、討論區、FAQ、意見箱、參考資源等各種有助於同儕協助、小組合作、團隊分工、專家或教師指導的溝通分享及鷹架機制，使得學習者可進行社群討論、激盪新知識，或遇有問題及意見時有表達解惑管道。

註：第三級指標如附錄。

學習策略，以有意義的方式探索知識，有利於學習活動（Nam & Smith-Jackson, 2007）。換言之，學習網站要重視學習者在處理訊息時所涉及的內在思考和策略，學習者不只是被動的行為接受者，而應主動去操作、統整及重組網站給予的訊息，成為訊息的主動處理者（魏慧美、黃家溱，2009）與知識的自我建構者。

其次，在歐陽閻與林妙姿（2002）、羅綸新（2004，2005）、鍾瑞國與楊寶華（2006）、Shee 與 Wang（2008）、Chao 與 Chen（2009）等研究都有類似於 C 資源管理策略指標網站評鑑項目，顯見網站應具備時間管理、環境控制、努力管理與回饋支持等各種人機介面操作方式與學習內容呈現形式。在學習歷程中，網站要引導學習者認知時間、環境、努力與外在協助等資源，進而設定學習目標，以及輔助監控與調整其認知、行動及情境。

B 後設認知策略指標的權重數值最低，此結果類似於趙貞怡（2003）的研究。趙貞怡發現：學童利用電腦來輔助學習時，很少運用後設認知策略，只會為了配合學習單的要求和電腦的學習方式，規範自己改變研讀的方法。雖然如此，但不表示本因素不重要，反而更要構思如何融入後設認知策略輔助數位學習，考量如何加強輔助學習者對於資訊與自身認知活動做計畫、監控與調整，使學習者在網路環境中逐漸培養出自我覺知、自我調整以及自我監控的內在反思歷程。

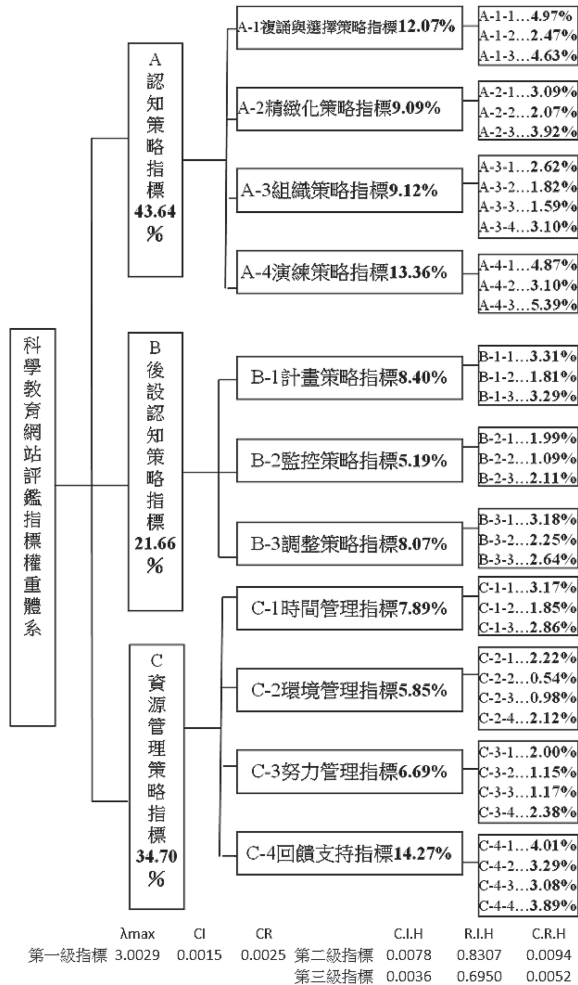


圖 3 科學教育網站評鑑指標權重體系

(二) 第二級指標權重

A 認知策略指標項下以「A-4 演練策略指標 (13.36%)」的權重值最大，整體權重第二高。演練策略指網站應提供學習者實驗模擬、虛擬實境、數位遊戲等模組，讓學習者有機會實際演練，從而理解複雜抽象的科學概念原理。這指標充分凸顯網站與傳統媒體的差異。電腦科技可

模擬與提供有意義且在真實世界中的問題、情境與脈絡給學習者，從做中學的歷程中分析、思考與建構知識（林弘昌、陳祺祐，2011）。由此可知，藉由網路模擬環境，能幫助學生用視覺化的方式來增進理解，補充真實實驗課程不足，提升學生的實驗學習動機（羅慶璋等，2005）。而于富雲（2003）也指出網路科技應是學習的輔助工具（tool to learn with），而非教師訊息傳導的替代工具（tool to learn from），經由學習者與資訊科技的互動，能促進問題解決、批判思考、後設認知、創造思考、邏輯推理等高層次認知思考能力之質的改變。意即 A-4 演練策略指標是用電腦學習（learning with computer）的高層次應用，在自由操作與互動體驗中，建構出屬於自己的獨特經驗與知識。其次，「A-1 複誦與選擇策略指標（12.07%）」的權重也頗高，整體權重第三高。顯示網站如能具備學習內容選擇、關鍵字詞、學習重點聚焦、畫筆記、標著記號等機制，有助於學習者接受的新訊息。林芳志與林麗娟（2006）指出兒童決定是否使用一個網站，取決於能否在視覺上的版面設計達到吸引的效果。即唯有內容選單與圖文配置符合學習者的閱讀習慣，凸顯主題使學習重點一目瞭然，網站才能有效的傳達學習內容。

B 後設認知策略指標下的「B-1 計畫策略指標（8.40%）」與「B-3 調整策略指標（8.07%）」2 項第二級指標的權重數值差異不大，即這兩項指標的重要程度很接近、不可偏廢。顯示網站應具備可以輔助學習者設定學習目標、規劃學習步驟、注意文章標題、預測文章內容的功能，並能夠依據學習者個別需求提供個人化的學習服務。這可以看出隨著時代的轉變，數位學習把控制與選擇的權力回歸學習者本身，使用者導向的系統日漸普及（Shee & Wang, 2008）。林弘昌與陳祺祐（2011）指出，配合電腦輔助教學的流程控制，每位學生比較容易根據自己的學習狀況達到精熟內容的目的。學習者在網路學習的環境下，能自由選擇與改變學習歷程活動，進而安排合適的認知行動與預測學習活動的結果。故網

站設計就要把握使用者控制與自由度，方能成爲一種自我控制的學習環境，藉由學生自發性的學習，減輕學習的不利因素，增加正向的學習動機（Preece et al., 2004）。

C 資源管理策略指標下以「C-4 回饋支持指標（14.27%）」最重要，亦爲整體權重值最高的第二級指標。這表示師生對話與同儕溝通的重要，這與 Chao 與 Chen（2009）、Chiou 等人（2010）的研究結果相似。Chiou 等人表示，回應性與互動性是網站評鑑中的重要項目。因爲師生對話與同儕溝通有助於提高學生的活動參與度、提供鷹架協助學生推理與反思；且透過合作學習更能激發個體潛能，創建問題解決的強大知識（Nathan & Kim, 2009）。藉由同儕互動，原先使用較低概念層次的學童，有機會改變使用較高層次的概念（張美玉、周欣萍，2009）。此外，從認知有用性來看，網站內容如果能提供輔助學習、發言管道、社群機制，就可以提升網站使用率（張依靜、尹玫君，2009）。換言之，網站除了教學內容的呈現之外，更重視教學者和學習者、學習者和學習者之間的互動與合作（于富雲等，2007）。因此，網站應具備聊天室、電子郵件、討論區、FQA、意見箱、參考資源等各種有助於同儕協助、小組合作、團隊分工、專家或教師指導的溝通分享及鷹架機制，使得學習者有表達解惑管道，能夠進行社群討論，進而激盪新知識。其次，由於網路容易讓人忽略時間，網路成癮已經是青少年問題之一。如何協助學習者覺知時間分配、察覺與監控時間變化、調整時間控制策略、規劃學習進度等，都是現今學生十分缺乏的能力。藉由「時間管理指標（7.89%）」可判斷網站能否協助學習者記錄和管理的自己時間，以及控制學習進度。讓學生可以預先規劃，決定該做與不該做的事情，減少非學習性時間的耗費。至於「環境管理指標（5.85%）」的權重數值最低，研究者推論並不代表網站介面的清晰、友善、易用、美感等特質不重要，而是這已經逐漸成爲網站設計的基本要素。會被師生廣泛使用的科學教育網站多半早已符合這項指標的要求，已經提供學習區域界

定、字體背景調整、導覽工具等環境管理功能。總之，教學網站的設計如果沒有考量教學設計的原則，充其量只能提供資源，無法提升教學效率（崔夢萍、陳怡君，2002）。因此，吾人在設計網站或建立網站評鑑指標時，應從以教學設計與輔助學習為核心，檢視網站的品質。

（三）第三級指標權重

第三級指標權重最高的 5 項依序為「A-4-3 網站提供循序漸進的步驟引導學習者思考、歸納、演繹與結論（5.39%）」、「A-1-1 學習內容選單與圖文配置符合學習者的閱讀習慣，學習者很容易瀏覽與找到資訊（4.97%）」、「A-4-1 網站提供模型、模擬實驗、虛擬實境、角色扮演、數位遊戲等軟體，讓學習者從實際操作中建構知識（4.87%）」、「A-1-3 學習內容切割成學習者容易理解的區塊，單一網頁的內容適切且份量合宜（4.63%）」、「C-4-1 網站具備常見問答集（FAQ）、操作說明文件、線上求助等協助工具，減少錯誤嘗試的時間（4.01%）」，其權重皆高於 4%，其中有四項指標屬於認知策略指標，由此亦可知該層面在網站評鑑中的重要性；最低的 5 項為「C-3-3 網站提供獎勵與榮譽制度等增強肯定個人努力機制，促進內在歸因（1.17%）」、「C-3-2 網站具備學習紀錄的統計分析評估工具，學習者可獲得自我學習狀態、考試作業成績與學習建議（1.15%）」、「B-2-2 網站會提示目前的學習目標、學習計畫、已完成與未完成的學習內容……等資訊，幫助學習者掌握學習歷程（1.09%）」、「C-2-3 網站中同樣的元件、功能、狀態、回應訊息等，皆採用一致的名稱、外觀與設計準則（0.98%）」、「C-2-2 網站外觀具備賞心悅目、美觀創意、活潑吸引人等特性（0.54%）」，其權重皆未達 1.5%。

（四）各級指標一致性檢定

各層級及整體之 C.I. 介於 0.0001 到 0.0106 間，皆 < 0.1 ，顯示填答

者的判斷前後一致，且具合理性；各層級及整體之 C.R 介於 0.0002 到 0.0182 間，皆 < 0.1 ，證明整個架構的指標成對比較矩陣具有滿意的一致性，其權重分配合理；第二級指標與第三級指標之 C.R.H 為 0.0094、0.0052，亦皆 < 0.1 ，證明本研究之指標權重體系具整體一致性。

四、發展與應用科學教育網站評鑑表

本研究為提高科學教育網站評鑑指標權重的實用價值，輔以量尺設計，用四捨五入法簡化權重精確值為整數，發展「科學教育網站評鑑表」（附錄）。使用者可依指標逐項判斷網站的理想程度，計算出加權後各指標得分與加權後總分。總分介於 0 到 10 間，分數愈高，表示網站品質愈佳，反之亦然。分析得分狀況，即可知網站的優劣與學習策略取向。比較各網站之評鑑結果，亦可協助選擇網站。

為瞭解本研究之「科學教育網站評鑑表」的使用方式與適用情況，由三位任教自然或資訊科目之中小學教師實際應用評鑑表評估「教育部科學教育學習網 (<http://science.edu.tw/>)」的品質。該網站評鑑結果摘要如表 3，平均總分為 5.21，屬於中等品質。第一級指標的得分情形，A 認知策略指標的平均得分最高，B 後設認知策略指標與 C 資源管理策略指標的分數較低，代表這兩方面的品質有待改善，網站設計偏重認知策略取向。其次，得分最高的三項第二級指標依序為 C-2 環境管理指標、A-1 複誦與選擇策略指標、A-2 精緻化策略指標，顯示這三個項目的網站品質獲得評審較高的滿意度，至於 C-3 努力管理指標、C-1 時間管理指標、B-1 計畫策略指標與 B-3 調整策略指標四個項目的滿意度較低，即評審認為在這些層面的網站設計有待改善。

第三級指標的評估結果，A-2-3、C-2-1、C-2-4 三項指標的理想程度皆在 9 以上，其次，A-1-1、B-2-1、C-4-4、A-3-1、A-1-2、C-2-2、C-2-3 等項目均在 8 以上，顯示科學教育學習網在前述十項指標的評估結果最

表 3 科學教育學習網評鑑結果摘要表

指標層面	理想程度			
	甲	乙	丙	平均
A 認知策略指標	7.17	6.77	5.77	6.569
B 後設認知策略指標	4.00	4.00	4.33	4.112
C 資源管理策略指標	4.19	4.35	4.17	4.236
A-1 複誦與選擇策略指標	8.33	9.00	7.00	8.113
A-2 精緻化策略指標	8.00	10.00	6.33	8.110
A-3 組織策略指標	5.00	5.75	4.75	5.165
A-4 演練策略指標	7.33	2.33	5.00	4.887
B-1 計畫策略指標	1.67	3.33	5.00	3.333
B-2 監控策略指標	6.00	5.67	4.67	5.447
B-3 調整策略指標	4.33	3.00	3.33	3.557
C-1 時間管理指標	2.00	2.67	4.67	3.113
C-2 環境管理指標	9.00	8.25	8.50	8.583
C-3 努力管理指標	2.25	3.75	0.00	2.000
C-4 回饋支持指標	3.50	2.75	3.50	3.250
加權總得分	5.43	5.22	4.99	5.21

受到評審滿意，說明如後。首先，由於科學教育學習網的特色在於提供大量動畫實例來說明學習內容，A-2-3 獲得很高的滿意在預期之中。評審丙就表示「以生動之學習範例呈現方式說明抽象費解之概念，實為增進學習深度及誘發興趣之關鍵」；同時肯定本項指標的內涵，「此項指標能切合地評量學習網站之目標功能」。其次，從 C-2-1 與 C-2-4 的高度滿意結果可知，評審肯定科學教育網站的人機介面友善且易於使用，能提供使用者清楚導覽工具，掌握瀏覽位置。評審丙表示「良好之學習選單，能有效引導學習者進入課程內容，並發揮誘導學習之功能，其配置方式是否完善，應為學習網站是否得以發揮其效用之關鍵指標」；並在 A-1-1 指標給予科學教育學習網 9 分，顯見其很滿意內容選單與圖文配置。評審甲亦提出類似的正向看法，其指出「各學科目錄選單清晰，

單元中有清楚的樹狀結構選單」，但卻也表示「相同或相似主題沒有放在一起」，顯示仍有待改善之處。最後，三位評審對於該網站在 B-2-1 的品質有很高的評價，也可以看出該網站的特色在於能提供測驗練習；評審甲就表示「網站中的多元評量、虛擬實驗、探究實驗與趣味實驗均有練習，可以瞭解學習狀況」。

科學教育學習網在 B-2-2、C-3-2、C-3-3、C-4-1、C-4-3 等指標得分皆為 0，評審表示該網站並無這些指標所指稱的功能或設計。這結果雖然代表該網站在這些項目值得改進，卻也反映出評鑑表的盲點。意即在實際評估網站品質時，是否要依據評鑑表全部 37 項指標逐一評估得到總分，判斷該網站的優劣；或是可以採用檢核表的方式，辨識出網站的特色或優點。評審甲對此就表示「整個指標評鑑範圍很大且廣，目前現有網站很難涵蓋全部層面各細項的指標」、「指標說明很長，評鑑時很花時間與精力，能否僅摘列 10-15 個重要指標評鑑即可」。其實，本評鑑表旨在協助師生找到適合的科學教育網站，實際使用時可依據不同網站的特質與內容、或使用需求彈性調整評鑑項目。諸如：如欲瞭解網站如何輔助學習者對訊息進行選擇、複誦、組織的效果，可單從「A 認知策略指標」下 13 評鑑項目判斷網站品質。總之，應先決定使用網站之目的需求，再依符合其目的需求之評鑑指標來選用網站。

此外，評審乙指出，「教學網頁有分年齡層，但是評鑑的敘述用語較為高階，低層的便不適用，如 A-4-2 的假設、論證、探究的能力」。意即評鑑表中較重視複雜的學習策略或高層次的學習能力，但網站因其適用對象的年齡、學習階段與學生特性不同，提供的學習內容或功能設計必然有所差異。針對年齡層較低學生設計的網站，可能其評鑑結果就不理想，這也是本評鑑表的使用限制。

再者，有些指標也可能僅適用於網站內的局部網頁。評審丙就表示，「此網站學習內容的部份單元能符合此學習原則（A-3-2），部分

則無，因此在使用此項目時必須注意到單元內容的差異性」；評審甲也指出，「有些課程內容有符合指標，但有些內容又沒有符合指標，指標很難一體適用整個網站，例如 C-3-4 只有在趣味實驗中才符合，B-3-3 也只有部分單元有提供學習提示訊息。」即網站可能在某些學習內容或單元，獲得很高的評價，但其他卻評價不高。單一量化的總分無法顯示出此結果，且在評估給分亦會造成困擾。因此，在評鑑時可具體列出受評網站的內容範圍或單元，讓評鑑結果更為明確具體。諸如：說明受評鑑的單元或網頁名稱。換言之，本研究發展的評鑑指標雖然經過嚴謹的步驟建立，部分指標在評鑑時仍可能不易實踐。未來或許可以參考評審甲的建議「舉例說明指標內涵」，讓評審的判斷能更客觀與準確，亦符合量化指標的要求。

根據研究者的觀察，其實現場教師普遍肯定科學教育學習網的品質，但其評鑑結果卻僅為中等。這可能是因網站設計時很難面面俱到，同時兼顧認知策略、後設認知策略與資源管理策略；也可能因為本評鑑表係從學習策略的觀點來評估網站品質，但網站本就會有不同的設計理念與理論依據，故形成如此結果。評審甲就表示，「科學教育學習網屬於內容知識提供的網站，雖然有一些互動溝通功能，但跟 MOODLE 等學習記錄平臺不同，所以在 B 後設認知與 C 資源管理等評鑑項目分數較低，其實網路上多數資源均屬於內容提供網站，很少可以符合 B 與 C 的評鑑項目」。評審乙也指出，「一般科學教育網頁的教學內容大多是統一固定的內容呈現方式，……學習自由度很高，但大多會缺少人性化的互動或依照學習者的能力調整」。故實際評鑑時，或許可單從某個第一級指標進行品質評估，或僅挑選部分指標來瞭解網站是否符合使用者需求。

最後提出評鑑表使用建議和應用方式如後：1. 本研究評鑑指標偏重複雜的學習策略或高層次學習能力，故本表較適用於針對國小高年級或

國中生所設計的網站，如為中低年級學生使用的網站可能無法反應其特色。2. 指標無法一體適用於網站內的全部內容，評鑑時可具體列出受評網站的內容、範圍或單元，讓結果更為明確具體。3. 實際使用時可依網站的特質和內容、或使用需求彈性調整指標項目，諸如：37 項指標逐一評估得到總分，判斷該網站的優劣；採用檢核表的方式，辨識出網站的特色或優點；或僅挑選部分層面指標瞭解網站是否符合學習需求，俾利評鑑實務的應用。

伍、結論與建議

依前述結果與討論，得結論與建議如下：

一、結論

- (一) 科學教育網站評鑑指標具整體一致性、適切可行，分為認知策略、後設認知策略、資源管理策略指標等 3 項第一級指標，和複誦與選擇策略、精緻化策略、組織策略、演練策略、計畫策略、監控策略、調整策略、時間管理、努力管理、環境管理、回饋支持指標等 11 個第二級指標，及 37 項第三級指標。網站評鑑與設計為一體兩面的關係，選用與製作網站可參考本研究結果。
- (二) 科學教育網站評鑑指標權重體系之可靠度與適切程度佳，具實用的價值。第一級指標中以 A 認知策略指標與 C 資源管理策略指標權重值較高，第二級指標中回饋支持、演練策略、複誦與選擇策略的權重值較高。
- (三) 「科學教育網站評鑑表」之內容係由前述指標層級架構與權重體系組成，填答各指標量尺後，乘以權重值，加總後即代表評鑑總得分。同時增列評估意見欄位，便於撰寫文字說明評鑑結果。經

三位教師實際應用，此表確實可行，評鑑者或教師易於評估網站品質。教師可採用本評鑑表，挑選合適的科學教育網站。

二、建議

- (一) 從指標權重體系可知，網站評鑑首重網站能輔助學習者對訊息進行選擇與複誦、組織、精緻化、演練的各種人機介面操作方式與學習內容呈現形式；同時具備時間管理與回饋支持之模組。即網站評鑑與設計要融入學習策略理論，尤其是認知策略與資源管理策略。B 後設認知策略指標的權重最低，並非表示本項因素不重要，反而網站設計者更要構思如何融入後設認知策略輔助數位學習，考量如何協助學習者在網路環境中培養出自我規劃、調整及監控等能力。
- (二) 本研究係從學習策略觀點建構網站評鑑指標之基礎性與初始探究的研究，後續會繼續進行相關研究，探究本評鑑指標之適用性，提出周延的使用說明與適用情況，俾利評鑑表的廣泛應用。亦可透過大樣本實證資料的搜集，藉由項目分析、信度分析、探索性或驗證性因素分析，進一步考驗指標的信效度。

A Study on the Construction of Science Education Website Evaluation Indicators from the Perspective of Learning Strategy

Summary

Introduction

In an age in which Internet resources continue to proliferate at an astonishing rate, it is necessary to develop appropriate evaluation indicators to help promote the use of excellent science education websites. This study aims to construct Science Education Website Evaluation Indicators (SEWEI) from the perspective of learning strategy. This study also provides suggestions to teachers and students for selecting appropriate learning resources on the Internet, and to website designers for implementing good websites in the future. The research questions are listed as follows: (1) What are the constructs in SEWEI? What is the weight value for each construct? Which construct has the highest weight value? (2) What are the indicators in SEWEI? What is the weight value for each indicator? (3) Among all indicators, which indicator has the highest weight value? Among all constructs, which construct has the highest index weight value?

Method

Procedure

This study applied an expert questionnaire, the Fuzzy Delphi Method (FDM) and Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) as the main methods. After systematic literature reviews of studies related to learning strategy and

website evaluation, the first frame of indicators was established. The expert questionnaire was used to modify the first frame of indicators and form the FDM questionnaire, which was then applied to assess the quality and the suitable degree of the indicators. Finally, the FAHP questionnaire was used to estimate the weights of the indicators.

Participant

The expert questionnaire

Nine experts were invited to complete the expert questionnaire in this study. Five of the experts were professors in the fields of science education, learning theory or information education. The rest four were elementary school teachers.

The FDM questionnaire and FAHP questionnaire

Twenty experts were invited to evaluate the FDM questionnaire and FAHP questionnaire in this study. Eleven of the experts were professors in the fields of science education, learning theory or information education. Nine of the experts were elementary school teachers in the fields of science, mathematics or computers.

Data Collection and Analysis

The procedure for FDM

(1) Collecting opinions of the decision group; (2) setting triangular fuzzy numbers; (3) screening evaluation indexes.

The procedure for FAHP

(1) Establishing the hierarchy architecture; (2) establishing a fuzzy positive reciprocal matrix; (3) consistency testing; (4) calculating the fuzzy weight value; (5) defuzzification; (6) sequencing.

Results

Expert Questionnaire Analysis Results

The hierarchical structure and indicators of the expert questionnaire were determined based on the literature review. We identified 3 first-level indicators, 11 second-level indicators and 43 third-level indicators in the expert questionnaire. After nine experts clarified the meaning or simplified the descriptions of the above indicators, one of the third-level indicators was deleted and the others were retained.

FDM Questionnaire Analysis Results

The FDM questionnaire for the second round was developed based on the analysis results of the first round. According to the opinions of twenty experts, five third-level indicators did not reach the threshold, so they were deleted. At this point, the hierarchical structure of SEWEI included 3 first-level indicators, 11 second-level indicators and 37 third-level indicators.

The three first-level indicators included cognitive strategy, metacognition strategy and resource management strategy. There were four second-level indicators and thirteen third-level indicators in the cognition strategy construct; the four second-level indicators were rehearsal & selection strategy, elaboration strategy, organizational strategy and practice strategy. There were three second-level indicators and nine third-level indicators in the metacognition strategy construct; the three second-level indicators were planning strategy, monitoring strategy and regulating strategy. There were four second-level indicators and fifteen third-level indicators in the resource management strategy construct; the four second-level indicators were time management, effort management, environmental management and feedback & support.

FAHP Questionnaire Analysis Results

The FAHP questionnaire for the third round was developed based on the analysis results of the second round. Microsoft Office Excel was

employed in the present study to calculate each indicator's weight value and consistency. Consistency existed when the Consistence Index (CI) and Consistence Ratio (CR) were smaller than 0.1. CI & CR among constructs and the CI & CR among items in a construct were less than 0.1, implying that consistency existed among constructs and among items in each construct.

The sequence for the first-level indicators was cognitive strategy (43.64%), resource management strategy (34.70%) and metacognition strategy (21.66%), based on the weight values. The sequence for the second-level indicators was feedback & support (14.27%), practice strategy (13.36%), rehearsal & selection strategy (12.07%), organizational strategy (9.12%), elaboration strategy (9.09%), planning strategy (8.40%), regulating strategy (8.07%), time management (7.89%), effort management (6.69%), environmental management (5.85%) and monitoring strategy (5.19%), based on the weight values.

Conclusion

The major conclusions of this study are listed as below: (1) There are 3 first-level indicators, 11 second-level indicators and 37 third-level indicators in SEWEI, with overall consistency and measurable value exhibited among the indicators. (2) The first-level indicators include cognitive strategy, metacognition strategy and resource management strategy. The weight of cognitive strategy is the highest among all first-level indicators. (3) The second-level indicators include rehearsal & selection strategy, elaboration strategy, organizational strategy, practice strategy, planning strategy, monitoring strategy, regulating strategy, time management, effort management, environmental management and feedback & support. The weights of feedback & support, practice strategy, and rehearsal & selection strategy are the highest among the second-level indicators. These findings may be important references for practice and future studies.

參考文獻

- 于富雲（2003）。教育網站的設計。《教育資料與圖書館學》，**40**，186-197。
[Yu, F.-Y. (2003). Design of educational websites. *Journal of Educational Media & Library Sciences*, *40*, 186-197.]
- 于富雲、陳玉欣（2007）。不同知識表徵建構的學習策略對自然科學學習成效之影響。《科學教育學刊》，**15**，99-118。
[Yu, F.-Y., & Chen, Y.-S. (2007). Effects of learning strategies of different knowledge representation on science learning. *Chinese Journal of Science Education*, *15*, 99-118.]
- 于富雲、謝孟達、陳引幹、連雅玲（2007）。教育網站評鑑：學習輔助性與功能完備性之差異研究。《教育資料與圖書館學》，**44**，393-412。
[Yu, F.-Y., Shieh, M.-D., Chen, I.-G., & Lian, Y.-L. (2007). Educational website evaluation: Learning facilitating effect versus functionality comprehensiveness perspectives. *Journal of Educational Media & Library Sciences*, *44*, 393-412.]
- 江瑞菁（2011）。自我決定數位學習環境的環境要素之初探。《人文暨社會科學期刊》，**7**（2），67-75。
[Chiang, J.-C. (2011). A conceptual aspect of self-determination theory in practice of online learning education. *Journal of Humanities and Social Sciences*, *7*(2), 67-75.]
- 何仕仁、黃台珠、吳裕益（2009）。科學學習歷程模式之建構及驗證。《科學教育學刊》，**17**，69-90。
[Ho, S.-J., Huang, I. T.-C., & Wu, Y.-Y. (2009). The construction and verification of a science learning process model. *Chinese Journal of Science Education*, *17*, 69-90.]
- 余鑑、于俊傑、余采芳、鄭孫珊、李依凡（2011）。Web 2.0 線上學習網站評鑑指標之研究——以社會技術系統觀點探討。《電子商務研究》，**9**（1），5-34。
[Yu, C., Yu, C.-C., Yu, T.-F., Cheng, Y.-S., & Lee, Y.-F. (2011). E-learning website evaluation criteria for Web2.0-Socio-Technical system approach. *Electronic Commerce Studies*, *9*(1), 5-34.]

- 吳政達（2005）。我國地方政府層級教育課責系統建構之評估：模糊德菲法之應用。《教育與心理研究》，**28**，645-665。
- [Wu, C.-T. (2005). The evaluation of constructing educational accountability system in Taiwan local government: The application of fuzzy Delphi method. *Journal of Education & Psychology*, *28*, 645-665.]
- 林弘昌、陳祺祐（2011）。精熟學習策略融入電腦輔助教學應用於國小科學概念改變之研究。《教學科技與媒體》，**97**，46-64。
- [Lin, H.-C., & Chen, C.-Y. (2011). A study of integrating mastery learning strategy into computer assisted instruction for scientific conceptual change at an elementary school. *Instructional Technology & Media*, *97*, 46-64.]
- 林芳志、林麗娟（2006）。兒童使用臺北市立圖書館兒童版網站之研究。《臺灣圖書館管理季刊》，**2**（2），65-80。
- [Lin, F.-Z., & Lin, L.-J. (2006). The use of Taipei Municipal Library Kids' Website among Children. *Interdisciplinary Journal of Taiwan Library Administration*, *2*(2), 65-80.]
- 林建平（1997）。《學習輔導——理論與實務》。臺北市：五南。
- [Lin, C.-P. (1997). *Learning guidance: Theory and practice*. Taipei, Taiwan: Wunan.]
- 范惟翔、葉上葆、張瑞鉉（2009）。運用 Fuzzy AHP 探討臺灣出版業書系發展之關鍵成功因素。《商管科技季刊》，**10**，327-363。
- [Fan, W.-S., Yeh, S.-P., & Chang, R.-S. (2009). Applying fuzzy AHP to study the key success factor of publishing business development of book series in Taiwan. *Commerce & Management Quarterly*, *10*, 327-363.]
- 凌新福（2010）。我國教師退休金制度改革之研究。國立高雄師範大學教育學系博士論文，未出版，高雄市。
- [Ling, X.-F. (2010). *A study on reform of teachers' retirement system in Taiwan*. Unpublished doctoral dissertation, National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung, Taiwan.]
- 孫志麟（2000）。國民教育指標體系建構之研究。《國立臺北師範學院學報》，**13**，121-148。
- [Sun, C.-L. (2000). The construction of an indicator system for compulsory education. *Journal of National Taipei Teachers College*, *13*, 121-148.]

崔夢萍、陳怡君（2002）。教學網站之互動學習模式分析與評鑑——以國小自然科教學網站為例。《初等教育學刊》，**11**，155-183。

[Tsuei, M.-P., & Chen, Y.-C. (2002). A study of evaluating the interactive learning model of web-based instruction: An example of educational web sites for elementary science. *Journal of Elementary Education*, *11*, 155-183.]

張依靜、尹玫君（2009）。嘉義市國小學童使用班級網站的現況及其相關影響因素之探討。《教育研究學報》，**43**，169-194。

[Chang, Y.-C., & Yin, M.-C. (2009). The study of impacting factors of using class websites on Chia-yi city elementary school students. *Journal of Education Studies*, *43*, 169-194.]

張美玉、周欣萍（2009）。國小四年級學生在問題解決歷程中解題策略與概念之探究。《課程與教學季刊》，**12**，223-250。

[Chang, M.-Y., & Chou, S.-P. (2009). Problem solving strategies and conceptions used by 4th graders in elementary school. *Curriculum & Instruction Quarterly*, *12*, 223-250.]

張基成、蔡政緯（2012）。以網路模糊德懷術與模糊層級分析法發展數位化學習歷程檔案之知識管理行為量表。《教育資料與圖書館學》，**50**（1），103-134。

[Chang, C.-C., & Tsai, C.-W. (2012). Developing a knowledge management behavior scale of e-portfolio based on approaches of web fuzzy Delphi and fuzzy AHP. *Journal of Educational Media & Library Sciences*, *50*(1), 103-134.]

張琬翔（2013）。以學習策略觀點建構科學教育網站評鑑指標之研究。國立臺南大學教育學系博士論文，未出版，臺南市。

[Chang, W.-S. (2013). *A study on the constructing of science education website evaluation indicators from the perspective of learning strategy*. Unpublished doctoral dissertation, National University of Tainan, Tainan, Taiwan.]

張琬翔、尹玫君（2013）。從學習觀點探討教育網站評鑑之內涵。《教育學誌》，**29**，71-104。

[Chang, W.-S., & Yin, M.-C. (2013). A study of education website evaluation from the perspective of learning. *Journal of Education*, *29*, 71-104.]

- 張新仁（2006）。學習策略的知識管理。《教育研究與發展期刊》，**2**（2），19-42。
- [Chang, S.-J. (2006). Knowledge management on strategic learners. *Journal of Educational Research and Development*, 2(2), 19-42.]
- 莊貴枝、羅鴻仁、劉玲慧（2011）。以二階驗證式因素分析法考驗教學網站評鑑量表之效度與信度。《臺中教育大學學報：教育類》，**25**（1），105-120。
- [Chuang, K.-C., Lo, H.-J., & Liu, L.-H. (2011). Using the second order confirmatory factor analysis for the validity and reliability of teaching website evaluation. *Journal of National Taichung University: Education*, 25(1), 105-120.]
- 郭昭佑（2001）。教育評鑑指標建構方法探究。《國教學報》，**13**，257-285。
- [Kau, C.-Y. (2001). The study of indicator inquiry method of educational evaluation. *Journal of Elementary Education*, 13, 257-285.]
- 黃靜純、管倖生（2010）。網站瀏覽環境之品質評估架構建構與特徵屬性判定。《設計學報》，**15**（3），49-67。
- [Huang, C.-C., & Guan, S.-S. (2010). The evaluation framework and feature identification for website browsing quality. *Journal of Design*, 15(3), 49-67.]
- 溫嘉榮（1997）。從學生學習特質觀察多媒體電腦輔助學習模式。《中學工藝教育》，**30**（8），17-20。
- [Wen, J.-R. (1997). A study on the modes of multimedia learning from the perspective of student learning characteristics. *Industrial Arts Education*, 30(8), 17-20.]
- 裴文、譚百玲、曾秀鈴（2009）。應用模糊層級分析法探討銀行業服務失誤重要程度。《企業管理學報》，**82**，1-24。
- [Pei, W., Tan, B.-L., & Tseng, H.-L. (2009). Applying fuzzy AHP in the analysis of the bank service failures evaluate model. *Journal of Business Administration*, 82, 1-24.]
- 趙貞怡（2003）。國小二年級學童數位學習能力與策略之研究。《師大學報：科學教育類》，**48**，197-224。

[Chao, J. Y. (2003). A study of the digital learning strategies of second grade students. *Journal of Taiwan Normal University: Mathematics & Science Education*, 48, 197-224.]

歐陽閻（2000）。網站品質評鑑之初探。初等教育學報，13，219-238。
[Ouyang, Y. (2000). A preliminary study of evaluating quality on the web. *Bulletin of Elementary Education*, 13, 219-238.]

歐陽閻、林姿妙（2002）。從教師的觀點探討兒童網站學習網站之評鑑。教育研究集刊，48，267-295。
[Ouyang, Y., & Lin, T.-M. (2002). An evaluation of children's learning websites- From the perspective of teachers. *Bulletin of Educational Research*, 48, 267-295.]

蔡麗華（2011）。國民小學教師評鑑後設評鑑標準與權重體系建構之研究。國立臺北教育大學教育經營與管理學系博士論文，未出版，臺北市。
[Tsai, L.-H. (2011). *A study on construction of meta-evaluation standards and the weight system of teacher evaluation in elementary schools*. Unpublished doctoral dissertation, Nation Taipei University of Education, Taipei, Taiwan.]

鍾瑞國、楊寶華（2006）。發展企業數位學習成效評鑑指標之研究。人力資源管理學報，6（1），123-140。
[Chung, R.-G., & Yang, P.-W. (2006). To develop the evaluation indicators for effectiveness of corporate e-Learning. *Journal of Human Resource Management*, 6(1), 123-140.]

魏慧美、黃家溱（2009）。大一新生學習策略與學習成就關係之研究。高雄師大學報：教育與社會科學類，26，1-27。
[Wei, H.-M., & Huang, C.-J. (2009). The study of learning strategies and academic achievements of freshmen at university. *Kaohsiung Normal University Journal: Education and Social Sciences*, 26, 1-27.]

羅綸新（2004）。教育類網站評鑑規準建構之研究。教學科技與媒體，68，4-22。
[Lwo, L.-S. (2004). Construction of evaluation criteria for educational websites. *Instructional Technology & Media*, 68, 4-22.]

- 羅綸新 (2005)。網路上教育資源與教學應用之評估。《教育資料與研究》，67，75-86。
- [Lwo, L.-S. (2005). Evaluation of educational materials on the internet. *Educational Resources and Research*, 67, 75-86.]
- 羅慶璋、張國恩、宋曜廷 (2005)。國中網路虛擬物理實驗室。「TANET 2005 臺灣網際網路研討會」發表之論文。臺中市：國立中興大學。
- [Lo, C.-J., Chang, K.-E., & Sung, T.-Y. (2005). *Network-based virtual physics experiments for junior high school students*. Paper presented at the TANET 2005. Taiwan Network Conference, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan.]
- Branch, R., Kim, D., & Koenecke, L. (2000). Online educational materials for use in instruction. *Teacher Librarian*, 28(1), 21-23.
- Chao, R.-J., & Chen, Y.-H. (2009). Evaluation of the criteria and effectiveness of distance e-learning with consistent fuzzy preference relations. *Expert Systems with Applications*, 36, 10657-10662.
- Chiou, W.-C., Lin, C.-C., & Perng, C. (2010). A strategic framework for website evaluation based on a review of the literature from 1995-2006. *Information & Management*, 47, 282-290.
- Doyle, M. S., & Garland, J. C. (2001). A course to teach cognitive and affective learning strategies to university students. *Guidance & Counseling*, 16(3), 86-91.
- Hasan, L., & Abuelrub, E. (2011). Assessing the quality of web sites. *Applied Computing and Informatics*, 9(1), 11-29.
- Hsu, C.-M., Yeh, Y.-C., & Yen, J. (2009). Development of design criteria and evaluation scale for web-based learning platforms. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(1), 90-95.
- Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- Kuhn, D., & Pease, M. (2008). What needs to develop in the development of inquiry skills? *Cognition and Instruction*, 26, 512-559.
- Liu, G.-Z., Liu, Z.-H., & Hwang, G.-J. (2011). Developing multi-dimensional evaluation criteria for English learning websites with university students and professors. *Computers & Education*, 56(1), 65-79.

- Liu, M.-C. (2001). A systematic web-course development process: User-centered requirements. *Educational Technology, 41*(6), 15-22.
- Lodewyk, K. R., & Winne, P. H. (2005). Relations among the structure of learning tasks, achievement, and changes in self-efficacy in secondary students. *Journal of Educational Psychology, 97*(1), 3-12.
- McKeachie, W. J., Pintrich, P. R., Lin, Y. G., & Smith, D. A. F. (1987). *Teaching and learning in the college classroom. A review of the research literature (1986) and November 1987 supplement*. Washington, DC: University of Michigan. Retrieved April 12, 2012, from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED314999>
- Mioduser, D., Nachmias, R., Lahav, O., & Oren, A. (2000). Web-based learning environments: Current pedagogical and technological state. *Journal of Research on Computing in Education, 33*(1), 55-76.
- Nam, C. S., & Smith-Jackson, T. L. (2007). Web-based learning environment: A theory-based design process for development and evaluation. *Journal of Information Technology Education, 6*, 23-43.
- Nathan, M. J., & Kim, S. (2009). Regulation of teacher elicitation in the mathematics classroom. *Cognition and Instruction, 27*(2), 91-120.
- Ozkan, S., & Koseler, R. (2009). Multi-dimensional students' evaluation of e-learning systems in the higher education context: An empirical investigation. *Computers & Education, 53*, 1285-1296.
- Preece, J., Nonnecke, B., & Andrews, D. (2004). The top five reasons for lurking: Improving community experiences for everyone. *Computers in Human Behavior, 20*, 201-223.
- Shee, D. Y., & Wang, Y.-S. (2008). Multi-criteria evaluation of the web-based e-learning system: A methodology based on learner satisfaction and its applications. *Computers & Education, 50*, 894-905.
- Wolters, C. A. (2003). Understanding procrastination from a self-regulated learning perspective. *Journal of Educational Psychology, 95*, 179-187.

附錄、科學教育網站評鑑表

第一級指標 (主要因素)	第二級指標 (次要因素)	第三級指標 (檢核細項)	權重 (W)	理想程度 (D) 0~10	細項 得分 (W × D)	評估 意見
A 認知策略 指標	A-1 複誦與選擇 策略指標	A-1-1 學習內容選單與圖文配置符合學習者的閱讀習慣，學習者很容易瀏覽與找到資訊。	5%			
		A-1-2 網站會用顏色對比、字形變化、字體大小、線條箭頭、放大圖片等凸顯主題，使學習重點一目瞭然。	3%			
		A-1-3 學習內容切割成學習者容易理解的區塊，單一網頁的內容適切且份量合宜。	5%			
	A-2 精緻化 策略指標	A-2-1 多媒體選用符合學習者心理，科學概念以視覺化方式呈現，有助於降低認知負荷，促進理解科學概念。	3%			
		A-2-2 學習內容詞彙符合學習者的知識程度，使用真實世界中熟悉且易於理解的語言。	2%			
		A-2-3 提供符合學習需求的比喻、實例、示範、故事、卡通、圖片、動畫或遊戲，說明抽象複雜的概念。	4%			

第一級指標 (主要因素)	第二級指標 (次要因素)	第三級指標 (檢核細項)	權重 (W)	理想程度 (D) 0~10	細項得分 (W×D)	評估意見
	A-3 組織策略 指標	A-3-1 網站資訊具備導覽列、選單或網站地圖，讓學習者瞭解網站的階層架構。	3%			
		A-3-2 學習內容與活動有密切關連，符合「漸進分化」與「統整調和」的原則。	2%			
		A-3-3 網站提供搜尋引擎或索引檢索，學習者可藉由查詢資料，取得資訊或比較內容。	2%			
		A-3-4 學習內容以大綱、表格、心智圖等圖表呈現，或提供繪製圖表與撰寫大綱的工具，幫助學習者察覺概念間的關係。	3%			
	A-4 演練策略 指標	A-4-1 網站提供模型、模擬實驗、虛擬實境、角色扮演、數位遊戲等軟體，讓學習者從實際操作中建構知識。	5%			
		A-4-2 網站提供問題導向的學習任務，促使學習者在活動情境中發展出假設、論證、探究的能力。	3%			
		A-4-3 網站提供循序漸進的步驟引導學習者思考、歸納、演繹與結論。	5%			
B 後設認知 策略指標	B-1 計畫策略 指標	B-1-1 網站呈現學習目標層次、範圍與主題、適合對象、教材難易度等資訊，讓學習者可以設定適合自己的學習目標。	3%			

第一級指標 (主要因素)	第二級指標 (次要因素)	第三級指標 (檢核細項)	權重 (W)	理想程度 (D) 0~10	細項 得分 (W×D)	評估 意見
		B-1-2 網站能根據學習者設定的學習目標，主動安排適切的學習計畫與學習內容。	2%			
		B-1-3 學習者能依據個人需求彈性選擇學習內容、學習路徑與學習方式。	3%			
	B-2 監控策略 指標	B-2-1 網站能提供適當的測驗與練習，讓學習者瞭解學習成就狀況。	2%			
		B-2-2 網站會提示目前的學習目標、學習計畫、已完成與未完成的學習內容…等資訊，幫助學習者掌握學習歷程。	1%			
		B-2-3 在學習過程中遇到困難時，網站會適時提示，幫助學習者從錯誤中修正認知、澄清概念。	2%			
	B-3 調整策略 指標	B-3-1 指網站能針對學習者的學習情況，主動提供適應個別差異的學習內容。	3%			
		B-3-2 網站操作具有彈性，學習者可隨時調整學習路徑、閱讀或學習模式。	2%			
		B-3-3 網站針對學習者的反應，逐漸減少或增加協助指導，並提供學習訊息。	3%			
C 資源管理 策略指標	C-1 時間管理 指標	C-1-1 網站會顯示學習使用、檔案下載、影片播放等時間資訊，協助學習者察覺與監控時間變化。	3%			

第一級指標 (主要因素)	第二級指標 (次要因素)	第三級指標 (檢核細項)	權重 (W)	理想程度 (D) 0~10	細項 得分 (W × D)	評估 意見
		C-1-2 網站提供學習者自主控制、安排與調整學習進度的功能。	2%			
		C-1-3 網站具備設定時間、切割任務、排定優先順序、備忘錄等功能，協助學習者控制時間。	3%			
	C-2 環境管理 指標	C-2-1 人機介面友善且易於使用，學習者需要思考物件代表的意義就可憑直覺操作。	2%			
		C-2-2 網站外觀具備賞心悅目、美觀創意、活潑吸引人等特性。	1%			
		C-2-3 網站中同樣的元件、功能、狀態、回應訊息等，皆採用一致的名稱、外觀與設計準則。	1%			
		C-2-4 網站提供清楚的導覽工具，讓學習者能輕鬆操作、掌握瀏覽位置、快速切換網頁。	2%			
	C-3 努力管理 指標	C-3-1 學習者能藉由網站建立學習檔案，記錄學習歷程與成果。	2%			
		C-3-2 網站具備學習紀錄的統計分析評估工具，學習者可獲得自我學習狀態、考試作業成績與學習建議。	1%			
		C-3-3 網站提供獎勵與榮譽制度等增強肯定個人努力機制，促進內在歸因。	1%			

第一級指標 (主要因素)	第二級指標 (次要因素)	第三級指標 (檢核細項)	權重 (W)	理想程度 (D) 0~10	細項 得分 (W×D)	評估 意見
		C-3-4 網站的學習內容具備趣味性、挑戰性、新奇性等特質，可激發持續不斷的學習興趣。	2%			
	C-4 回饋支持 指標	C-4-1 網站具備常見問答集 (FAQ)、操作說明文件、線上求助等協助工具，減少錯誤嘗試的時間。	4%			
		C-4-2 網站擁有討論區、即時通訊、視訊會議等回饋模組，學習者間可以溝通互動，達到同儕合作、社群討論之功效。	3%			
		C-4-3 網站提供線上諮詢、教導與輔導制度，學習者有和專家教師討論互動的機會。	3%			
		C-4-4 網站提供科學百科全書、線上科學術語字典辭典、資料庫、參考網站...等與主題相關的資訊。	4%			
				總得分：		
網站整體評估意見：						

