



# 網路學習系統平台與內容標準化規劃

計畫編號：NSC91-2520-S-009-005

執行期限：91年5月1日至92年4月30日

主持人：曾憲雄教授 國立交通大學 資訊科學系  
共同主持人：陳銘憲教授 國立台灣大學 電機工程系  
共同主持人：游寶達教授 國立中正大學 資訊工程系  
共同主持人：陳國棟教授 國立中央大學 資訊工程系

## 一、中文摘要

隨著資訊科技與網路技術的成熟與發展，網路式學習已受到廣泛的重視。網路式學習環境具有不受限於時間與空間的優越特性，可彌補傳統集中式教學的缺點與不足。然而，由於不同的網路學習系統所使用的學習資源之格式通常具有其獨享性，因此導致系統間無法互通與共享已開發完成的學習資源，造成人力與物力上的嚴重浪費。因此在國際上，已經提出多種網路教材的標準規格，以解決傳統教材在交換、重組與在使用上之問題。但眾多的國際標準，亦導致使用不同標準的系統間依然無法共通，且國際標準也有缺乏本土性定義之缺憾。而綜觀目前國際標準，SCORM 因集各家標準之所長，已成為目前最為廣泛採用之標準。故本計畫便以 SCORM 標準為基礎，其它標準所輔，來進行網路學習平台標準化與教材標準之相關研究。

本計畫總共規劃了4個分項來針對網路教學標準及離型工具等相關主題來進行的分析與研究，共包含：研究分項1：標準化系統工具與教材編輯工具、研究分項2：軟體系統與平台(API)標準與 SCORM標準採用之技術研究、研究分項3：教材內容標準化之分析與規劃、與研究分項4：教學網路學習評量、學習歷程與學習行為分析標準化之研究。各分項間皆互相關聯與支援，以有效整合各分項之研究成果。

在此計畫中，分項3提出2層次架構的教材標示語言( Teaching Material Markup Language, TMML)，此為 SCORM標準的延伸。包含通用型教材標準與領域特殊型教材標準。此外，亦發展標準教材轉換工具，來快速的轉換傳統教材成為標準教材，並建立學習元件儲存庫(Learning Object Repository, LOR)。此 TMML標準規範，可提供給其他分項使用，進而達到建置標準示範模式之目的。

而分項1則利用 TMML教材標準來提供與開發網路教材發展工具，可提供教師來直接利用與發展符合 SCORM/TMML 標準的網路多媒體教材，而其所發展之教材編輯工具，可提供其它分項使用。分項2除了發展與分項1搭配之合作式教材編輯系統之外，並發展了一網路服務導向學習管理系統(Web-Service Oriented Learning Management System, WSOLMS)，其包含教師端教學平台和學

生端教學平台。此外，並發展一教材管理系統(CRMS)來建制與管理符合 SCORM/TMML 的學習元件儲存庫(LOR)，此儲存庫將搭配分項3所建置的 LOR。而分項4發展分析學習歷程評鑑(Portfolio Assessment)系統來針對分項2所發展的 WSOLMS 來進行網路學習的評量、學習歷程與學習行為之標準化分析。

而在本計畫執行期間，我們總共召開了2場工作會議(Workshop)：ELTA 2002與 WISCS 2003，並發表了10篇期刊(Journal)論文與26篇會議(Conference)論文。

**關鍵詞：**網路學習、可擴展標記語言(XML)、SCORM、教材標準、學習管理系統。

## Abstract

As internet usage becomes more popular over the world, e-learning system including online learning, employee training courses, and e-book in the past ten years has been accepted globally. E-learning system can make learner conveniently study at any time and any location. However, because the teaching materials in different e-learning systems are usually defined in specific data format, the sharing of the teaching materials among these systems becomes difficult, resulting in increasing the cost of creating teaching materials. To solve the issue of uniform teaching materials format, several standard formats including SCORM, IMS, AICC, and LOM, etc. have been proposed by international organizations. By these standard formats, the teaching materials in different learning management systems can be shared, reused, and recombined.

SCORM is a set of specifications for developing, packaging and delivering high-quality education and training materials whenever and wherever they are needed. Although SCORM has many advantages of reusing, sharing, and recombining teaching materials among different standards, its features of local cultures still have to be enhanced.

For this reason, based upon SCORM standard, the project including 4 subprojects investigates the related researches of E-Learning System and Teaching Material Standard. In this project, the subproject 3 proposes a SCORM extension standard, called TMML

Material Standard. In this project, the subproject 3 proposes a SCORM extension standard, called TMML (Teaching Material Markup Language). TMML not only inherits the structure and tags of SCORM, but also details the descriptions of subject contents. TMML is a two-level based standard teaching material for general domain and specific domain. First level of TMML is defined to develop the metadata of general domain, which includes the metadata of SCORM and local subject category. The second level is defined to connect the general domain and special domain. In addition, the TMML is also used by the other subprojects. Then, the subproject 1 uses TMML to develop web based development tools which can help teachers to author and create the multimedia teaching materials of SCORM/TMML compliant. These developed tools can be used by other subproject.

In the subproject 2, a framework is proposed to provide the essential infrastructure for building Web-Service Oriented Learning Management System (WSOLMS) of SCORM/TMML compatible. A collaborative courseware authoring tool and a learning content management system (CRMS) are also implemented. These tools and systems can be integrated as a whole, standardized e-Learning platform because they are designed to be SCORM/TMML-compatible. Moreover, these tools and systems can work separately and cooperate with any other SCORM/TMML-compatible systems in other subprojects.

Finally, the subproject 4 describes how to log online learning behaviors on WSOLMS learning system and introduces several online log appliances including statistic chart, data cube analysis, feature space and trigger action and diagnose system. All these appliances are trying to give teacher/students convenient and clear methods to realize students' learning condition.

During the progress of project, we convene two workshops, ELTA 2002 and WISCS 2003. In addition, we also publish 5 journal papers and 21 conference papers.

**Keywords:** E-Learning、XML、SCORM、Teaching Material Standard, Learning Management System (LMS).

## 二、計畫緣由與目的

近年來，國家資訊通信基礎建設 (National Information Infrastructure, NII) 的發展，帶動了國家高速通信網路及資訊工業的成長，進而間接促進其他相關經濟的競爭能力。其中教育部主導之遠距教學先導系統，發展並建立各項遠距教學軟、硬體環境，推動各項教學課程，除在各國立大學推展課程選修學分互相承認外，預期將來並可擴展至職業教育、社會教育、及終身學習等，利用高科技培育訓練更多人才，其影響實是深遠且廣大。

由於網際網路的發達，以全球資訊網(WWW)為教學環境的電腦輔助教學系統已是多元化教學中不可或缺的一環。近年來，教育部更致力於非同步網路教學的推動，各大專院校都有針對各校網路

教學需求來開發網路教學系統。然而，各大專院校所自行研發的以全球資訊網(WWW)為教學環境的網路教學系統，其網路教材資源分散各地，且建構一套網路教學系統就必須自行建置教學教材資料庫，然後建置教學教材資料庫所需花費的成本與時間相當的高，並非在短時間內就能有所成果。如需要整合所有網路教學資源，因教材格式的不統一，造成資源搜尋不易與資料整合的困難。因此，為整合已建制完成的網路教學系統與未來所開發的系統，並兼顧網路教材的共享與流通，網路教學系統與教學內容的標準化成為一個重要課題。

有鑒於國內網路教學系統平台與網路教學內容日益增加，但是，彼此之間的互通性缺乏，造成開發資源上的耗費，而且，在國外，已經提出對於網路教學系統平台及教學內容的相關標準，例如：航空業 AICC [1]推出的 AGRs 與 CMI 規範。IMS[2]制訂之 QTI、LIP、Content Packaging 等規範。美國政府推動之 ADL [3]制訂之 SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 皆為被廣泛討論之規範。其他如 IEEE LOM [4]、LMML [5]、ARIADNE [6]、荷蘭開放大學的 EML [7]及大陸地區目前正在制定的遠距教學技術標準 DLTS [8]等也都已經提出。因此，國內迫切需要對於網路教學的標準取得共識，並制定出一套可以實行的標準，以供進行網路教學相關研究的學者及開發網路教學系統或教材的業者能夠依循，此套標準亦必須與國外及大陸標準相容，才能使國內所發展之網路教學系統及內容與世界其他國家互通，增加我國在 E-learning 上的競爭力及重要性。

因此，在本計畫中，如何有效整合現有網路教學系統平台標準，以利依據教材標準製作之教學教材可以在不同系統平台流通與共享，並且與國際及大陸所研製之教學系統相容。與如何有效整合現有的網路教材資源，讓他人可以分享教材至作者的教材內容，縮短製作教材所需要花費的時間，避免重複教材至製作的浪費，亦能提升網路教材品質，便成為本計畫之研究重點。

整體計畫將對於網路教學相關的標準及雛型工具進行深入的研究，共規劃四個研究分項，分別進行相關之研究：

- 研究分項 1：標準化系統工具與教材編輯工具：提供已開發完成的網路教材發展工具，可供教師直接利用發展符合標準的網路多媒體教材，所開發的網路教材除符合所制定的網路課程標準也符合國內教學標準。
- 研究分項 2：軟體系統與平台(API)標準與 SCORM 標準採用之技術研究：針對符合 SCORM E-Learning「教」與「學」的執行環境，分析並比較其效能，以落實目前新科技的發展潮流，包含教師端教學平台和學生端教學平台，所制定的平台工具能適應各行業或各領域教師的需求，並提供工具以快速建構平台系統。
- 研究分項 3：教材內容標準化之分析與規劃：依據國際及大陸教材內容標準，及本土化教材之特性，建構兩層式教材標準架構，稱為 TMML，

包括通用型及領域特性型標準，以期增加教材內容的共享與再利用程度，並導引各學科領域建構領域特性型教材標準。

- 研究分項 4：教學網路學習評量、學習歷程與學習行為分析標準化之研究：分析學習歷程評鑑 (Portfolio Assessment) 系統，以達到輔助老師分析學生的學習歷程、評鑑學生學習狀況，並協助學生朝向自我導向學習與增強自我反省能力等功能。

後續章節中，我們將針對本計畫各研究分項的內容與成果進行說明與介紹，3.1 節先介紹分項 3 所延伸制定出的教材標記語言 (Teaching Material Markup Language, TMML)，此教材標準將提供給其他分項作為網路平台與標準教材之標準規範。在 3.2 節中，針對分項 1 的研究內容 [標準化系統工具與教材編輯工具] 來作說明與介紹。3.3 節將對分項 3 所針對的 LMS 軟體系統與學習平台 (API) 標準來作敘述說明。最後，對於如何將學習歷程 SCORM/TMML 化、蒐集與分析 SCORM 學習歷程資料及診斷與分析試卷等分項 4 之研究主題，將在 3.4 節中作陳述。

### 三、結果與討論

在此章節中，將針對本計畫各研究分項之內容與成果進行說明與介紹。

#### 3.1 教材標記語言 (Teaching Material Markup Language, TMML)

在目前已制定出的各種標準規範中，SCORM 因集合各家標準之所長，而成為目前最受廣泛採用的標準，而其主要參照了 IMS、LOM 與 AICC 等標準之規範。因此，在基於與國際標準相容與符合本土性教材的基礎上，我們以 SCORM 標準為基礎，IMS 標準為輔，來針對其不足之處加以延伸，針對其標準本身的優缺點，去蕪存菁地修訂了一個基於 XML 語言格式的標準化規格，稱為二層次教材標記語言 (Teaching Materials Markup Language, TMML)。

TMML 具有以下特性：

- (1) 屬於兩層式的架構：整個架構可劃分成兩個大部分，第一層通用型教材標準，適用於各個學科領域；第二層領域特性型教材標準，適合於延伸至特殊領域。
- (2) 兼具本土特性與國際標準相容性：採用 SCORM 為發展基礎，所以與 SCORM 具有相容性，並融入了 Simple Sequence 與 Question & Test Interoperability，而且針對國內的教學環境特性做了一些相關的調整與補強。
- (3) 具教材包裝 (Content Package) 機制：網路學習教材除了要有一致的教材標記標準外，還要能夠在不同的學習管理系統 (LMS) 間互相交換、流通和轉換，所以 TMML 參考 SCORM/IMS 的內容包裝模組並加以延伸。TMML 的內容包裝大致上與 SCORM/IMS 規格相符。
- (4) 採用 XML Schema：增加標準動態式的擴充性。

TMML 教材標準的詮釋資料 (Metadata) 共分為 14 類：(1) 一般 (General) (2) 生命週期 (Life Cycle) (3) 再詮釋資料 (Meta-Metadata) (4) 技術支援 (Technical) (5) 教育特性 (Educational) (6) 使用權力 (Right) (7) 技術支援 (Technical) (8) 註解與評論 (Annotation) (9) 分類 (Classification) (10) 類別 (Category) (11) 評估 (Assessment) (12) 章節 (Section) (13) 項目 (Item) 與 (14) 簡單順序 (Simple Sequence)。其完整架構如圖 5 所示。

在此 14 類中，前 9 類為 SCORM 的基本 Metadata，因此 TMML 便成為 SCORM 的超集合 (Super Set)、此優點在於保留基本的 SCORM 詮釋資料可與 SCORM 相容之學習系統平台互通教材資源，而延伸部分則可解決 SCORM 不足之處與加強本土性教材之需求。

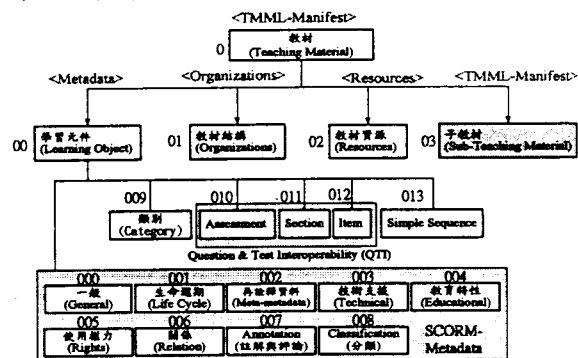


圖 1：TMML 之整體組織架構圖

#### 3.1.1 特殊領域教材導入方法論

TMML 兩層式架構的特性，提供了特殊領域教材的擴充性，我們規劃了 TMML 擴展至特殊領域教材的導入原則，包含：1. 良好的整體規劃、2. 標準化的導入流程、3. 整體架構之穩定性、擴充性與整合性、4. 整體架構未來之自我維護更新、與 5. 標準與系統間之互動與整合。而其導入程序說明如下：

#### ● TMML 導入程序

整個導入的程序需要做好事先的整體規劃，我們參考了一般系統開發與分析的相關書籍 [9, 10]，研擬出以下的程序：

1. 領域教材分析規劃：規劃時可以依循一些步驟，a) 選擇目標領域，b) 蒐集現有教材及相關資料，c) 需求分析，d) 確認研究範圍，e) 決定研究方法。
2. 劃分範圍區域：在多人分工團隊中，我們需事先劃分好負責區塊，如負責學科，以免產生工作重複的情況。
3. 逐步導入：做好規劃後就可以逐步地將教材的標記導入整個架構中。
4. 整合教材文件標準：逐步地將各部分的規劃做整合，以得到完整的教材標準。
5. 結構分析評估：完成文件標準整合後，必須經過評估的程序，以免訂定之標準結構不符合使用習慣，或是過於繁瑣或粗糙不符合實際應用的需求，而正式使用後需要再加以分析評估，可利用分析教材標記使用頻率，以及透過問卷詢問該領域專家學者意見，匯整再加以改良原先的架構。

● 與TMML 標準連結方法

依照前述之導入原則與程序後，就能產生一份完整的教材文件標準，接著就需要將規劃完成的標準與上層TMML 做連接。在TMML中已預留下延伸到特殊領域的空間，只需要在原先TMML 的架構下，利用預留的Axiom(原則)標記，將規劃好的領域需求連接上，便能在不改變原先架構原則下，擴充不同領域的教材標準需求。

3.1.2 教學元件資源庫 (Instructional Resource Base, IRB)

為了使我們所延伸與修訂出的TMML教材標準能快速與方便提供給教師與學習者使用，因此我們發展了一套教學元件資料庫系統，此系統具有5大模組：1.傳統教材標記模組、2.標準教材編輯模組、3.教材標準化轉換模組、4.教材檢索模組、與個人資訊管理模組。其系統架構圖請參考圖2所示。

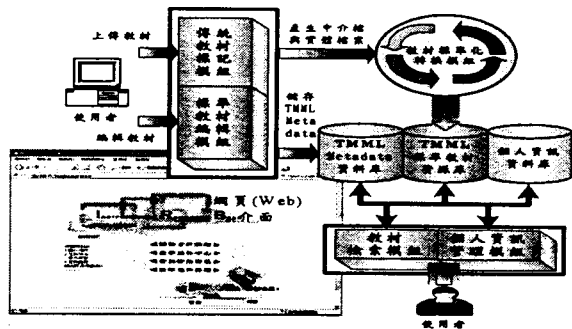


圖 2：教學元件資料庫系統架構

3.2 標準化系統工具與教材編輯工具

本計畫之研究分項1,主要發展可提供教師與使用者開發設計的網路教材發展工具,可供教師直接利用發展符合 SCORM 與分項1所延伸制定之 TMML網路教材標準的網路多媒體教材,所提供之開發設計的網路教材發展工具,其根據不同的特性可分成1.發展工具、2.運作工具、3.維護工具與4.教材工具等四大部分：(如圖3所示)

- 發展工具：可以利用此發展工具來建置一個客製化的網路教學課程。
- 運作工具：此工具可用來協助開發者快速建置一個可以用來進行網路教學的學習環境。
- 維護工具：可規劃與設計線上測驗工具及學生學習歷程查詢工具標準化轉換。
- 多媒體同步教材製作工具：可規劃如何將 Powerpoint Producer 及 Real Video Producer 兩項工具所產出的檔案轉成 SCORM/TMML 的標準。

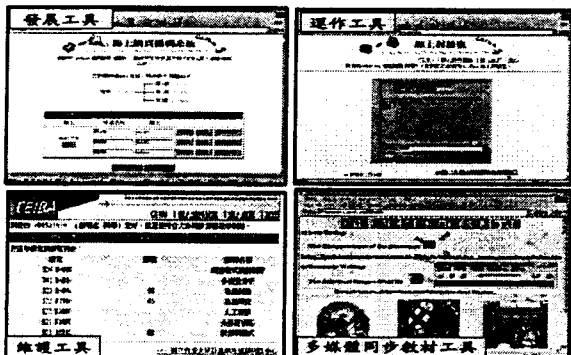


圖3：網路教材發展工具

3.3 軟體系統與平台(API)標準

本計畫之研究分項2中，提出了一個網路服務導向的教學平台系統(Web-Service Oriented LMS, WSOLMS)，同時也實作了合作式的教材編輯工具以及教材管理系統(CRMS)。這些系統與工具的設計理念，皆是以符合SCORM/TMML標準為前提。因此，除了能夠整合成一個完整的e-Learning教學環境之外，各個系統也能獨立運作，與其他符合SCORM/TMML標準的系統或工具之間，也能彼此相容。

3.3.1 網路服務導向之學習管理系統

此研究成果共分成 4 個部份，第一部份為以 Web Service 為 LMS 系統架構，將原有的 Services 實作成 Web Service 後，各元件間的協調機制。第二部份介紹在 Web Service 的機制下，如何提供應有的課程管理機制。第三部份介紹在 Web Service 的機制下，有關學習內容的供應機制及原有的順序管理服務要如何與系統協調作業。第四部份則對於此種架於 Web Service 架構下的 LMS 有關效率及實用性進行討論，並藉此了解該架構的可行性評估。圖 4 展示 LMS 間內容共享之架構示意圖。

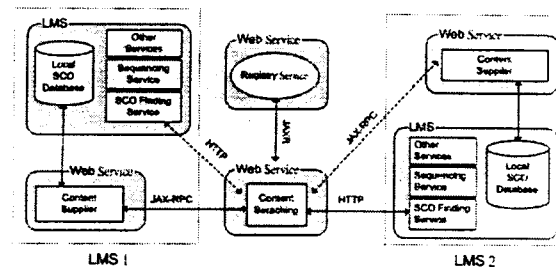


圖 4：LMS間之內容共享

3.3.2 合作式課程編輯

在此系統中，設計者可以輕鬆的選取課程中的任何一個元件。因此設計者能夠從不同的課程中，選取出設計者想要的課程元件。另外一方面，這個系統能夠提供設計者一個最佳化的課程元件組合與規劃。依據設計者選出的課程元件，產生最佳化的建議組合與規劃。此外，此系統可搭配分項1的[合作式教材編輯系統]以提供良好的合作式教材編輯。圖5展示此系統之課程編入畫面。

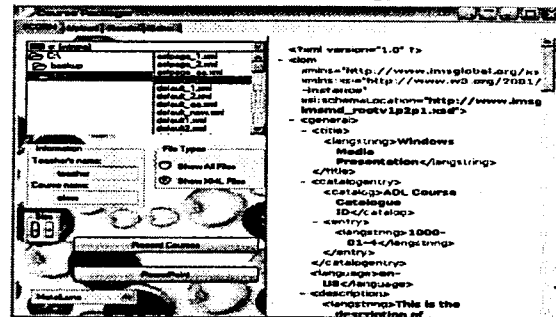


圖 5：課程編入畫面

3.3.3 教材庫管理系統

此系統包含 3 部分：即 CRMS 與線上 (online) 或離線 (offline) 編輯工具，它能提供使用者透過教材名稱、摘要及關鍵字查詢，在網路中如同人們從圖書館裏借書一樣尋找書目。此系統可搭配分項

3所發展、建置之學習物件儲存庫(Learning Object Repository, LOR)，其系統畫面如圖6所示。

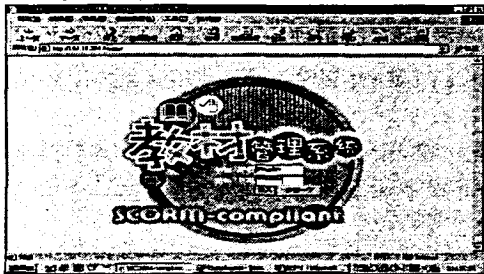


圖6：數位教材管理系統之示範

### 3.4 學習評量、歷程與行為分析標準化

線上學習不僅包括學習平台與教材的建構，還必須有效利用網路的影響力及互動性，才能充分發揮線上學習的功效，學生於線上學習的過程中，所有的學習行為及學習結果產出，都是非常有用的資訊，若能適當的紀錄分析，善加利用將可大幅提升影響力及互動性，藉此增進學習成效；因此，在本計畫之研究分項4中，便針對學習系統平台的[學習評量、歷程與行為分析標準化]等研究問題進行分析與研究，包含：學習歷程之SCORM/TMML化、SCORM學習歷程資料的蒐集、學習系統之學習歷程分析與試卷之診斷分析等等，分述如下。

#### 3.4.1 學習歷程之SCORM/TMML化

在SCORM的執行環境中，學習者學習教材所產生的歷程會被儲存在LMS的資料庫裡，但如何分享學習歷程的資料，以達到多人參與、同儕互評以及教師回饋的功能。在分項4中，我們提出一個方法，就是透過SCORM分享的機制，將學習歷程的資料SCORM/TMML化，把同儕間的學習歷程視為教材。以SCORM/TMML的標準包裝，以達到分享的目的。我們的想法如圖7所示，學習歷程(SCOs)可以不同的之間LMS互相交換共享



圖7：學習歷程 SCORM/TMML化的應用範圍

我們依據分項3所作之標準分析與SCORM1.2規格書來建構系統，主要目的是紀錄學習過程中之作品結果與學習證據，提供較充足的資訊來使學習系統較容易分析學生學習狀況。並將此值得保留並予以分析的學習歷程資訊包裝起來成一標準的學習資源以共享並再利用。如圖8之系統架構，此系統將課程匯入LMS(學習管理系統)，修習此課程的學生藉由LMS Launch課程PIF(Package Interchange File)，便可一一閱讀、學習各個章節SCO，系統將紀錄各個章節的瀏覽時間，次數及流程等等...；並由系統管理者(助教)或教授交付作業、專案及測驗

題目，同樣地，將紀錄學生繳交狀況，而專案可由其自定規格，分成各個檔案上傳，暫時僅支援pdf, doc及txt檔案格式。

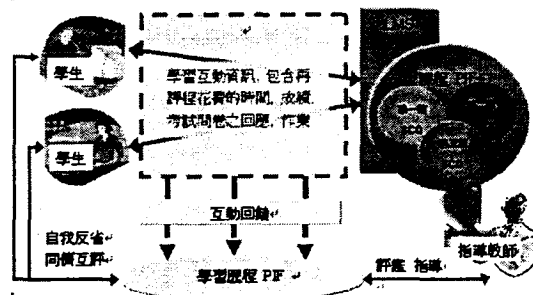


圖8：學習歷程之系統架構

#### 3.4.2 學習系統的學習歷程分析功能

而網路學習系統常會利用資料庫來協助儲存教材，記錄分析資料，管理帳號權限等；圖9中的右邊表示網路學習系統中的資料庫，用以記錄學生線上學習的行為，且經過處理分析，再提供老師或學生觀察各種學習活動狀況，換句話說，就是透過監控學習者在網站的瀏覽行為，作完整的行為紀錄(LOG)，以取得學習者學習進度、作答狀況等資訊，提供老師掌握學生的學習狀況，並讓學生和學生之間也能互相了解學習進度，排名等資訊。

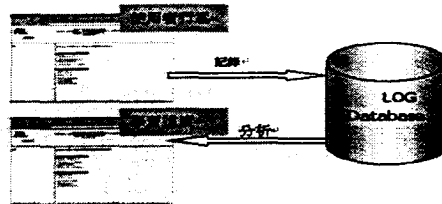


圖9：學習歷程分析架構圖

#### 3.4.3 試卷之診斷分析

此研究在題庫及試卷的製作上，結合了IMS及SCORM的國際標準，提供網路教材分享和重覆使用的機制。領域專家可以透過網際網路的環境來達到製作題庫的目的，測驗題型包括選擇題與是非題。針對每一道題目，領域專家可以將分析的結果存入題庫，分析的結果包含了試題的概念、試題的答案以及試題的解析。此研究的實驗，由「數位題庫系統」、「線上測驗系統」與「即時診斷系統」的遠距測驗環境所構成，作為學生迷思概念診斷之平台。將由上述三項在瀏覽器上執行之支援系統，可以提供學習者在網際網路的遠距測驗中，並可即時得到線上迷思概念診斷的結果。圖10為所發展之線上測驗架構圖。

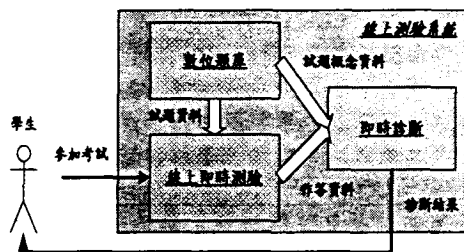


圖10：線上測驗架構圖

#### 四、計畫成果自評

針對網路教學相關的標準及離型工具等相關研究主題，本計畫共規劃了4個分項來進行的分析與研究，包含：研究分項1：標準化系統工具與教材編輯工具、研究分項2：軟體系統與平台(API)標準與 SCORM 標準採用之技術研究、研究分項3：教材內容標準化之分析與規劃、與研究分項4：教學網路學習評量、學習歷程與學習行為分析標準化之研究。各分項間皆互相關聯與支援，以有效整合各分項之研究成果。

分項3主要針對目前國際上所提出的網路教材標準來進行分析與研究，並延伸與制定本土化出2層次架構的教材標準，稱為教材標示語言( Teaching Material Markup Language, TMML)，分為通用型教材標準與領域特殊型教材標準，此架構除了可符合一般領域之網路教材外，對於特定領域的教材，依能滿足其特殊需求。此外，亦發展標準教材轉換工具，來快速的轉換傳統教材成為標準教材，並建立學習元件儲存庫(Learning Object Repository, LOR)。此 TMML 標準規範，便提供給分項1、分項2與分項4使用，進而達到建置標準示範模式之目的。

而分項1利用 TMML 教材標準來提供與開發網路教材發展工具，可提供教師來直接利用與發展符合 SCORM/TMML 標準的網路多媒體教材。此分項共提供4種工具，包含：1. 發展工具、2. 運作工具、3. 維護工具與4. 多媒體同步教材製作工具，而其所發展之教材編輯工具，將與分項2所發展的合式教材編輯環境來進行整合，以提供教師們進行合作式的教材編輯。此外，此分項亦建置一合作學習系統，來提供學生與老師進行合作式學習。分項2除了發展與分項1搭配之合作式教材編輯系統之外，並發展了一網路服務導向學習管理系統(Web-Service Oriented Learning Management System, WSOLMS)，其包含教師端教學平台和學生端教學平台。此外，並發展一教材管理系統(CRMS)來建制與管理符合 SCORM/TMML 的學習元件儲存庫(LOR)，此儲存庫將搭配分項3所建置的LOR。而分項4發展分析學習歷程評鑑(Portfolio Assessment)系統來針對分項2所發展的 WSOLMS 來進行網路學習的評量、學習歷程與學習行為之標準化分析。

因此，本計畫有效整合現有網路教學系統平台標準，以利依據教材標準製作之教學教材可以在不同系統平台流通與共享，並且與國際 SCORM 標準及大陸所研製之教學系統相容。此外，並有效整合現有的網路教材資源，讓他人可以分享教材至作者的教材內容，縮短製作教材所需要花費的時間，避免重複教材至製作的浪費，亦能提升網路教材品質。本計畫各分項之研究成果，除了對於網路教材內容與平台之相關標準的制定與工具的開發有卓越的貢獻之外，對於探討數位典藏國家型計畫對於 Metadata 制定上的依據，來進行網路教材標準的制定與國家型數位學習計畫的接軌上，皆有深遠的貢獻與影響。

本計畫各研究分項主要之成果與貢獻如下：

#### 研究分項1：

1. 發展網路標準教材發展工具，包含：
  - 發展工具：可規劃與設計課程教材順序的編輯工具。
  - 運作工具：可規劃與設計公佈欄、線上課程討論板、線上聊天室等三個最常用的工具的 SCORM/TMML 標準化轉換。
  - 維護工具：可規劃與設計線上測驗工具及學生學習歷程查詢工具標準化轉換。
  - 多媒體同步教材製作工具：可規劃如何將 Powerpoint Producer 及 Real Video Producer 兩項工具所產出的檔案轉成 SCORM/TMML 的標準。
2. 發展合作學習系統：用來提供學生與老師進行合作式學習。

#### 研究分項2：

1. 發展一網路服務導向學習管理系統(Web-Service Oriented Learning Management System, WSOLMS)，包含：
  - 資料模型管理系統之註冊管理實作。
  - 資料模型管理系統之分類等級與對應管理實作。
  - 資料模型管理系統之中介 API 實作。
  - RTE 的 CORBA、SOAP 及 ebXML 的系統建置。
  - 完成在「網路教學平台」領域，一般性功能元件之實作。
2. 發展合作式教材編輯系統：提供教師們互相作開發標準教材課程。
3. 發展一教材管理系統(CRMS)：用來建制與管理符合 SCORM/TMML 的學習元件儲存庫(LOR)。

#### 研究分項3：

1. 結合國際標準與本土化之特質，延伸出一套具有通用領域與特殊領域之教材內容標準，稱為教材標示語言( Teaching Material Markup Language, TMML)：
  - 針對不同領域與學科作模組化，教材可完整的表達學科的特殊概念。
  - 提供教材包裝(Content Packaging)機制，使教學元件具有可重組性(Recombination)、可重複使用性(Reuse)與可管理性(Manageability)。
2. 發展與建置一 TMML 教學元件資源庫系統(IRB)：
  - 提供方便與快速之傳統教材之 TMML 標準化轉換。
  - 提供 TMML 標準教材之編輯與檢索與使用者之個人化管理。
3. 以資訊領域的資料結構為實驗領域，建立根據特殊領域特性所需的領域標準，為特定領域建立其網路教材的本體(Ontology)。
4. 建立 TMML 教材標準之標準建立與導入流程規範，以提供未來其他學科領域導入應用之參考依據。
5. 提出國際網路教學資源標準與交換規格之優缺點分析。

#### 研究分項 4：

1. 利用概念圖的組織要素來建構知識庫地圖與分析在知識庫地圖中各知識的相關性。
2. 發展分析學習歷程評鑑(Portfolio Assessment)系統：來輔助老師分析學生的學習歷程、評鑑學生學習狀況，並協助學生朝向自我導向學習與增強自我反省能力等功能。
3. 分析網路學習記錄評量與學習行為分析資源結構之標準需求與種類：以提供分項 3 標準延伸與制定之參考。

在本計畫執行期間，我們總共召開了2場工作會議(Workshop)：ELTA 2002與WISCS 2003，其中，ELTA 2002會議於新竹國立交通大學舉行，參與人數約400人，而WISCS 2003會議於高雄師範大學舉行，參與人數約350人，並分別於會議召開同時一併舉辦2場網路學習座談會。此外，本計畫並分別於資策會與工研院宣導本計畫所研究之成果，並發表了10篇期刊(Journal)論文[11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]與26篇會議(Conference)論文[21,...,46]。

#### 五、參考文獻

- [1] AICC (Aviation Industry CBT Consortium), <http://www.aicc.org>
- [2] IMS (Instructional Management System), <http://www.imsproject.org/>
- [3] SCORM (Sharable Content Object Reference Model), <http://www.adlnet.org/Scorm/scorm.cfm>
- [4] LTSC (IEEE Learning Technology Standards Committee), <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- [5] LMML (Learning Material Markup Language), <http://www.lmml.de>
- [6] ARIADNE (Alliance for Remote Instructional and Authoring and Distribution Networks for Europe), <http://www.ariadne-eu.org>
- [7] EML(Educational Modelling Language), <http://eml.ou.nl/eml-ou-nl.htm>
- [8] 遠距教學技術標準 DLTS (Distance Learning Technology Standards), <http://www.cernet.edu.cn/html/keyanfz/yuancheng/jiaoyu.shtml>
- [9] Alan L. Eliason, Systems Development: Analysis, Design, and Implementation, 2nd ed., Addison Wesley Press, 1998
- [10] 楊國賜，系統分析在教育革新上的應用，第四版，水牛，1994。
- [11] Chen-Chung Liu, Gwo-Dong Chen, Chin-Yeh Wang "Student modeling for performance assessment using Bayesian network on web portfolios" Journal of Educational Computing Research, Volume 27, Number 4, pp. 437-469, 2002. (SSCI)
- [12] Gwo-Dong Chen, Kuo-Liang Ou, Chin-Yeh Wang "Use of group discussion and learning portfolio to build knowledge for managing web group learning" Journal of Educational Computing Research, Volume 28, Issue 3, pp. 291-315, 2003. (SSCI)
- [13] Gwo-Dong Chen, Kuo-Liang Ou, Chin-Yeh Wang "Using group communication to monitor web-based group learning" Journal of Computer Assisted Learning, 2002. (accepted) (SSCI)
- [14] 朱治平, 張慶寶, 葉瓊韋, "基於 Web Service 技術之學習管理系統," 中華民國自動化科技學會會刊, June, 2003.
- [15] 蔡昌均, 曾憲雄, 林智揚, 中文化 e-learning 共享教材元件標準之規範," 資訊與教育 第八十九期, 10-20 頁, 2002. (年度最佳論文)
- [16] 游寶達及劉明宗, "電子化學習之發展趨勢探討與分析," 資訊與教育, 六月, 2002。
- [17] 游寶達, "e-Learning 標準 SCORM 已成形," 資訊傳真週刊, 657 期, July 6, 2002。
- [18] 游寶達, "透視 SCORM 真面目 - 最具大一統實力的標準," 網路通訊, 137 期, 12 月, 2002。
- [19] 游寶達及劉明宗, "符合數位學習標準之網頁教材設計," 資訊與教育, 四月, 2003。
- [20] 游寶達及張原豪, "鬆散耦合之網路分散式技術," 中華民國自動化科技學會會刊, 六月, 2003。
- [21] J. Chang, S.-H. Lo and M.-S. Chen, "On the Design and Development of a Network Education Platform," Proc. of the 2003 Workshop on Web Instruction System & Content Standardization, April 18, 2003.
- [22] 黃悅民, 邱績瑩, and 張志強 "XML-based 現場影音多媒體教材編輯工具之設計與實現", 2002 Workshop on E-Learning Theory & Applications, Taiwan, Oct. 31, 2002.
- [23] Y.M. Huang, C.C. Chang, P.Y. Chiu, S.C. Huang, and William C.C. Chu, "Applying Multimedia Authoring Tool and XML Techniques to Standardized Knowledge Management for Web-based Learning", The 1st International Conference on Web-based Learning, Hong Kong, China, Aug. 2002.
- [24] 黃悅民 and 王坤德, "個人化學習教材管理機制的探討與應用", Web Instruction System & Content Standardization, WISCS 2003, Taiwan, April 18, 2003.
- [25] Chih-Ping Chu, Ching-Pao Chang, Alice Yeh, Yu-Fang Yeh, "Web-Service Oriented Content Providing for SCORM Compatible LMS Systems," Proceedings of The 9th International Conference on Distributed Multimedia Systems (DMS' 2003), Florida International University, Miami, Florida, September 24~26, 2003. (Accepted)
- [26] 朱治平, 葉瓊韋, 張慶寶, "Web-Service Oriented Computing Framework for SCORM Compatible LMS Systems," 「WISCS 2003 網路教學系統平台與內容標準化」學術研討會 (WISCS 2003), 國立高雄師範大學, Taiwan, April 18, 2003.
- [27] 朱治平, 葉瓊韋, 張慶寶, 張瑞芬, "Building SCORM Compatible Learning Management Systems Based on Components in J2EE," 「網路學習理論與實務」學術研討會 (ELTA 2002), 國立交通大學, Taiwan, Oct. 31, 2002.



- [28] 施國琛, 洪啟舜, 柯文杰, 張文智, 林修名, “以 SCORM metadata 為基礎之合作式課程編輯, “ Web Instruction System & Content Standardization, WISCS 2003, Taiwan, April 18, 2003.
- [29] Timothy K. Shih, Jason Chi-Shun Hung, Wen-Chieh Ko, Wen Chih Chang, and Nigel H. Lin, “Collaborative Courseware Authoring Based on SCORM Metadata, “ IEEE International Conference on Multimedia & Expo (ICME), July 6-9, 2003.
- [30] Timothy K. Shih, Keith Hsieh, Wen-Chih Chang, and Jyh Yu Hu, “A SCORM Based Content Aggregation and Presentation system, “ The Ninth International Conference on Distributed Multimedia Systems(DMS), Florida International University, Miami, Florida, USA, September 24-26, 2003.
- [31] Timothy K., Nigel H. Lin and Wen-Chih Chang, “Using SOAP and .NET Web Service to Build SCORM RTE and LMS Mechanism, “Proc. Of ELTA 2002, HsinChu, Taiwan, Oct. 2002.
- [32] Timothy K. Shih, Nigel H. Lin, “Course Authoring and On-line Learning System with Student Assessment Algorithm for Distance Education, “Proc. Of ELTA 2002, HsinChu, Taiwan, Oct. 2002.
- [33] Timothy K. Shih, Wen-Chih Chang, Nigel H. Lin, Louis H. Lin, Hun-Hui Hsu, and Ching-Tang Hsieh, “Using SOAP and .NET Web Service to Build SCORM RTE and LMS, “2003 International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA), March 27-29, Xidian University, 2003.
- [34] Timothy K. Shih, Jason C. Hung , Nigel H. Lin and Louis H. Lin, “An Effective Course Authoring and Student Evaluation System for Distance Learning, “2003 International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA), March 27-29, Xidian University, 2003.
- [35] J.M. Su, S. S. Tseng, et al, “A Study of Standardization of E-Learning Teaching Material, “Proc. of 兩岸交大, Hsinchu, Taiwan, Oct., 2002.
- [36] J.M. Su, S. S. Tseng, et al, “The Development and Trend of Standardization for E-Learning Teaching Materials ,”Proc. Of ELTA 2002, HsinChu, Taiwan, Oct. 2002.
- [37] J.M. Su, S. S. Tseng, et al, “A Design and Implementation of Standardizing Transformation System for E-Learning Teaching Materials, “Proc. of CSIM, Kaohsiung, Taiwan, Nov. 2002.
- [38] J.M. Su, S. S. Tseng, et al, “A Study of Standardization of Teaching Materials in E-Learning, “ Proc. of the 2003 Workshop on Web Instruction System & Content Standardization, April 18, 2003.
- [39] C.C. Yang, J.M. Su, S.S.Tseng, et al, “A Study of Expert System of Chinese Poetry-Tsu – An Example of Modern Style Poetry, “ Proc. of ICCAI 2003, Taipei, Taiwan, May, 2003.
- [40] S.C. Siao, J.M. Su, S.S.Tseng, et al, “A Study of Expert System of Chinese Poetry and Knowledge Base, ” Proc. of ICCAI 2003, Taipei, Taiwan, May, 2003.
- [41] Jun-Ming Su, Shian-Shyong Tsen, Chun-Han Chen, Yu-Chang Sung, Tong-Hsin Su, and Wen-Nung Tsai (2003), “A Study of Standardization of Traditional Teaching Materials,” to appear in Proc. of ICEE2003, International Conference on Engineering Education, Valencia, Spain, July 2003.
- [42] Jyh-Cheng Chang, Chang-Kai Hsu, Yi-Yi Lin and Jia-Sheng Heh, "The Design of an Internet Test for Learning Diagnosis Conformed to SCORM Standard", Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET 2003), Marrakech, Morocco, 2003. (Accept)
- [43] Jyh-Cheng Chang, Ya-Ping Chiu, Yi-Yi Lin and Jia-Sheng Heh, "Learning Diagnosis Process with SCORM Compatible Learning Materials", Web Instruction System & Content Standardization (WISCS 2003), Taiwan, 2003.
- [44] Jyh-Cheng Chang, Yi-Yi Lin and Jia-Sheng Heh, "Standard of Internet assessment derived from SCORM and its application to learning diagnosis", E-Learning Theory & Applications (ELTA 2002), Taiwan, 2002, pp.177-184.
- [45] 游寶達及劉明宗, “On the Study of e-Learning Standardization for the Loose and Tight Frameworks,” 「網路學習理論與實務」學術研討會 (ELTA 2002), 國立交通大學, Taiwan, Oct. 31, 2002 .
- [46] Pao-Ta Yu and Ming-Tsung Liu “On the Study of e-Learning Standards in Business Logic Level for Developing Reusable and Interoperable Software Components,” WISCS 2003, Kaoshung, Taiwan, R.O.C., April 2003.

# 目錄

1、前言.....	1
2、研究背景.....	6
2.1 國際標準.....	6
2.1.1 AICC 之 CMI(Computer Management Instruction).....	6
2.1.2 都柏林核心集(Dublin Core) .....	8
2.1.3 ARIADNE .....	9
2.1.4 IMS (Instructional Management System).....	9
2.1.5 IEEE LTSC(Learning Technology Standards Committee).....	10
2.1.6 SCORM(Sharable Content Object Reference Model).....	12
2.1.7 LMML(Learning Material Markup Language).....	14
2.1.8 ULF(Universal Learning Format).....	16
2.1.9 DLTS(Distance Learning Technical System).....	16
2.2 教材之發展工具.....	20
2.3 網路學習(E-Learning)平台.....	21
2.3.1 資料交換技術-XML.....	22
2.3.2 網路學習社群(E-Community) .....	23
2.3.3 合作式學習(Collaborative Learning) .....	24
2.3.4 E-Learning平台之標準化.....	26
2.4 網路學習的評量、歷程與行為之分析.....	33
3、學習系統平台與內容標準化規劃.....	35
3.1 教材標記語言(Teaching Material Markup Language, TMML).....	37
3.1.1 TMML 教材標準之詮釋資料(Metadata) .....	39
3.1.2 TMML 之內容包裝(Content Package) .....	50
3.1.3 TMML 之教材組織(Organization)架構.....	51
3.1.4 TMML 與特殊領域之結合 .....	52
3.1.5 特殊領域教材導入方法.....	57
3.1.6 與 TMML 標準連結方法.....	59
3.1.7 資料結構教材導入 TMML 之規劃與實證.....	60
3.1.8 教學元件資源庫(Instructional Resource Base, IRB) .....	66
3.1.9 IRB 系統展示.....	69
3.2 標準化系統工具與教材編輯工具.....	80
3.2.1 發展工具.....	81
3.2.2 運作工具.....	82
3.2.3 維護工具.....	86
3.2.4 多媒體同步教材工具.....	89
3.2.5 共享工具設計.....	96
3.2.6 共享教材物件編輯工具設計.....	97
3.2.7 設計以概念圖為教學策略的教材編輯工具.....	103
3.2.8 合作學習系統.....	103
3.2.9 多媒體教材編輯工具.....	114
3.2.10 收集使用者行為之機制.....	124
3.3 軟體系統與平台(APD)標準.....	127
3.3.1 學習管理系統(LMS)與網路服務.....	131

3.3.2 網路服務導向之學習管理系統.....	135
3.3.3 合作式課程編輯.....	147
3.3.4 教材庫管理系統.....	165
3.4 學習評量、歷程與行為分析標準化.....	174
3.4.1 學習歷程之 SCORM/TMML 化.....	175
3.4.2 SCORM 學習歷程資料蒐集.....	185
3.4.3 學習系統的學習歷程分析功能.....	187
3.4.4 試卷之診斷分析.....	192
4、計畫之研究成果.....	204
4.1 舉辦之會議(Workshop).....	204
4.2 發表之文章.....	206
5、結論.....	209
參考資料(Reference).....	212
附錄:TMML Metadata 規範說明.....	218

## 1、前言

近年來，國家資訊通信基礎建設（National Information Infrastructure，NII）的發展，帶動了國家高速通信網路及資訊工業的成長，進而間接促進其他相關經濟的競爭能力。其中教育部主導之遠距教學先導系統，發展並建立各項遠距教學軟、硬體環境，推動各項教學課程，除在各國立大學推展課程選修學分互相承認外，預期將來並可擴展至職業教育、社會教育、及終身學習等，利用高科技培育訓練更多人才，其影響實是深遠且廣大。遠距教學（Distance Learning）是高速資訊網路繼學術網路應用後，另一重要的科技應用。它可充分發揮高速網路高頻寬的特性，將人類行為中非常重要的互動關係及媒介如身體語言、動作、表情等經由數位化系統的協助，在點對點或多點間傳遞。因此一些重要研討會或著名專家學者的講授等內容，將不僅能嘉惠在教室或講堂內的學員，同時也能與遠端連線含國內與國外的教室內學生做互動即時的教學。所謂的“虛擬教室”、“虛擬大學”、“隔空教育”等都已經是可以實現的理想。

除了遠距教學外，由於網際網路的發達，以全球資訊網(WWW)為教學環境的電腦輔助教學系統已是多元化教學中不可或缺的一環。近年來，教育部更致力於非同步網路教學的推動，各大專院校都有針對各校網路教學需求來開發網路教學系統。例如：國立台灣大學的 Ceiba 網路課程製作系統與 Media-Sync 多媒體教材教材同步機制、國立交通大學的網路課程隨選系統“學習頭等艙”的系統、國立清華大學的課程上網系統、國立中正大學學習領航家等等。然而，各大專院校所自行研發的以全球資訊網(WWW)為教學環境的網路教學系統，其網路教材資源分散各地，且建構一套網路教學系統就必須自行建置教學教材資料庫，然後建置教學教材資料庫所需花費的成本與時間相當的高，並非在短時間內就能有所成果。如需要整合所有網路教學資源，因教材格式的不統一，造成資源搜尋不易與資料整合的困難。因此，為整合已建制完成的網路教學系統與未來所開發的系統，並兼顧網路教材的共享與流通，網路教學系統與教學內容的標準化成為一個重要課題。

有鑒於國內網路教學系統平台與網路教學內容日益增加，但是，彼此之間的互通性缺乏，造成開發資源上的耗費，而且，在國外，已經提出對於網路教學系統平台及教學內容的相關標準，例如：航空業 AICC (Aircraft Industries CBT Committee)[1]推出的 AGRs (AICC Guidelines and Recommendations) 與 CMI (Computer-Managed Instruction) 規範。IMS[2]制訂之 QTI (Question & Test Interoperability)、LIP (Learner Information Package)、

Content Packaging 等規範。美國政府推動之 ADL (Advanced Distributed Learning)[3]制訂之 SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 皆為被廣泛討論之規範。其他如 IEEE LOM(IEEE Learning Object Metadata)[4]、LMML(Learning Material Markup Language)[5]、ARIADNE(Alliance for Remote Instructional and Authoring and Distribution Networks for Europe) [6]、荷蘭開放大學的 EML (Educational Modeling Language)[7]及大陸地區目前正在制定的遠距教學技術標準 DLTS(Distance Learning Technical System)[8]等也都已經提出。因此，國內迫切需要對於網路教學的標準取得共識，並制定出一套可以實行的標準，以供進行網路教學相關研究的學者及開發網路教學系統或教材的業者能夠依循，此套標準亦必須與國外及大陸標準相容，才能使國內所發展之網路教學系統及內容與世界其他國家互通，增加我國在 E-learning 上的競爭力及重要性。

而過去網路教學教材通常利用非結構化、未帶語意的語言格式來編撰，例如：HTML 語言，造成了各個網路教學組織與平台之間無法彼此分享已建構的網路教材，導致許多資源浪費在重複教材製作的成本上。近來愈來愈多的教育組織企圖解決這樣的問題，因此投入相當的人物力來制定網路教學教材的標準，希望透過這標準化的格式來達到教材資源共享、結構化的教材資訊、以及易於再利用處理的目的地。

本計畫集合國內數十位於 E-learning 領域進行研究的教授學者和資策會等政府組織、教改協會與民間業者，共同討論標準制定的相關事宜，將標準制定歸納如下之工作項目：

- 標準化教材編輯離型工具的發展。
- 網路教學系統平台標準之規劃與制定。
- 教材內容標準之規劃與制定。
- 學習評量、學習歷程與學習行為之分析。

因此，在本計畫中，如何有效整合現有網路教學系統平台標準，以利依據教材標準製作之教學教材可以在不同系統平台流通與共享，並且與國際及大陸所研製之教學系統相容。與如何有效整合現有的網路教材資源，讓他人可以分享教材至作者的教材內容，縮短製作教材所需要花費的時間，避免重複教材至製作的浪費，亦能提升網路教材品質，便成為本計畫之研究重點。

本計畫除了著重於網路教材內容與平台之相關標準的制定與工具的開發外，在未來

希望進一步探討數位典藏國家型計畫對於 Metadata 制定上的依據，來進行網路教材標準的制定，以讓此研究計畫未來能與 E-learning 國家型計畫接軌，以發揮研究成果的整體價值與貢獻。

整體計畫將對於網路教學相關的標準及雛型工具進行深入的研究，共規劃四項研究分項，分別進行相關之研究：

- **研究分項一：標準化系統工具與教材編輯工具**

(台灣大學 陳銘憲教授／中正大學 黃仁斌教授／成功大學 黃悅仁教授)

提供已開發完成的網路教材發展工具，可供教師直接利用發展符合標準的網路多媒體教材，所開發的網路教材除符合所制定的網路課程標準也符合國內教學標準。

- **研究分項二：軟體系統與平台 (API) 標準與 SCORM 標準採用之技術研究**

(中正大學 游寶達教授／淡江大學 施國琛教授／成功大學 朱治平教授)

針對符合 SCORM E-Learning 「教」與「學」的執行環境，分析並比較其效能，以落實目前新科技的發展潮流，包含教師端教學平台和學生端教學平台，所制定的平台工具能適應各行業或各領域教師的需求，並提供工具以快速建構平台系統。

- **研究分項三：教材內容標準化之分析與規劃**

(交通大學 曾憲雄教授／暨南大學 黃國禎教授／中華大學 曾秋蓉教授)

依據國際及大陸教材內容標準，及本土化教材之特性，建構兩層式教材標準架構，稱為 TMML，包括通用型及領域特性型標準，以期增加教材內容的共享與再利用程度，並導引各學科領域建構領域特性型教材標準。

- **研究分項四：教學網路學習評量、學習歷程與學習行為分析標準化之研究**

(中央大學 陳國棟教授／元智大學 劉晨鐘教授／中原大學 賀嘉生教授)

分析學習歷程評鑑(Portfolio Assessment)系統，以達到輔助老師分析學生的學習歷程、評鑑學生學習狀況，並協助學生朝向自我導向學習與增強自我反省能力等功能。同時整理分析網路學習記錄評量與學習行為分析資源結構之需求與種類，規劃實驗平台與實驗方法。

本計畫各研究分項主要之成果與貢獻如下：

分項 1：

1. 發展網路標準教材發展工具，包含：
  - 發展工具：可規劃與設計課程教材順序的編輯工具。
  - 運作工具：可規劃與設計公佈欄、線上課程討論板、線上聊天室等三個最常用的工具的 SCORM/TMML 標準化轉換。
  - 維護工具：可規劃與設計線上測驗工具及學生學習歷程查詢工具標準化轉換。
  - 多媒體同步教材製作工具：可規劃如何將 Powerpoint Producer 及 Real Video Producer 兩項工具所產出的檔案轉成 SCORM/TMML 的標準。
2. 發展合作學習系統：用來提供學生與老師進行合作式學習。

分項 2：

1. 發展一網路服務導向學習管理系統 (Web-Service Oriented Learning Management System, WSOLMS)，包含：
  - 資料模型管理系統之註冊管理實作。
  - 資料模型管理系統之分類等級與對應管理實作。
  - 資料模型管理系統之中介 API 實作。
  - RTE 的 CORBA、SOAP 及 ebXML 的系統建置。
  - 完成在「網路教學平台」領域，一般性功能元件之實作。
2. 發展合作式教材編輯系統：提供教師們互相作開發標準教材課程。
3. 發展一教材管理系統(CRMS)：用來建制與管理符合 SCORM/TMML 的學習元件儲存庫(LOR)。

分項 3：

1. 結合國際標準與本土化之特質，延伸出一套具有通用領域與特殊領域之教材內容標準，稱為教材標記語言(Teaching Material Markup Language, TMML)：
  - 針對不同領域與學科作模組化，教材可完整的表達學科的特殊概念。
  - 提供教材包裝(Content Packaging)機制，使教學元件具有可重組性(Recombination)、可重複使用性(Reuse)與可管理性(Manageability)。
2. 發展與建置一 TMML 教學元件資源庫系統(IRB)：
  - 提供方便與快速之傳統教材之 TMML 標準化轉換。

- 提供 TMML 標準教材之編輯與檢索與使用者之個人化管理。
- 3. 以資訊領域的資料結構為實驗領域，建立根據特殊領域特性所需的領域標準，為特定領域建立其網路教材的本體(Ontology)。
- 4. 建立 TMML 教材標準之標準建立與導入流程規範，以提供未來其他學科領域導入應用之參考依據。
- 5. 提出國際網路教學資源標準與交換規格之優缺點分析。

分項 4：

1. 利用概念圖的組織要素來建構知識庫地圖與分析在知識庫地圖中各知識的相關性。
2. 發展分析學習歷程評鑑(Portfolio Assessment)系統：來輔助老師分析學生的學習歷程、評鑑學生學習狀況，並協助學生朝向自我導向學習與增強自我反省能力等功能。
3. 分析網路學習記錄評量與學習行為分析資源結構之標準需求與種類：以提供分項 3 標準延伸與制定之參考。



## 2、研究背景

本章節將針對本計畫所相關之研究背景，包含國際教材標準、標準教材發展工具、網路學習平台標準與學習歷程分析等相關技術，在以下各節中分別作介紹。

### 2.1 國際標準

目前國際上已有許多流通的標準，每一標準的創立背後皆有其來源起由與歷史背景，圖 1 則顯示出 AICC、DuBlin Core、ARIADNE、IMS、IEEE LTSC 與 ADL SCORM 之歷史起源與彼此之相互關係。

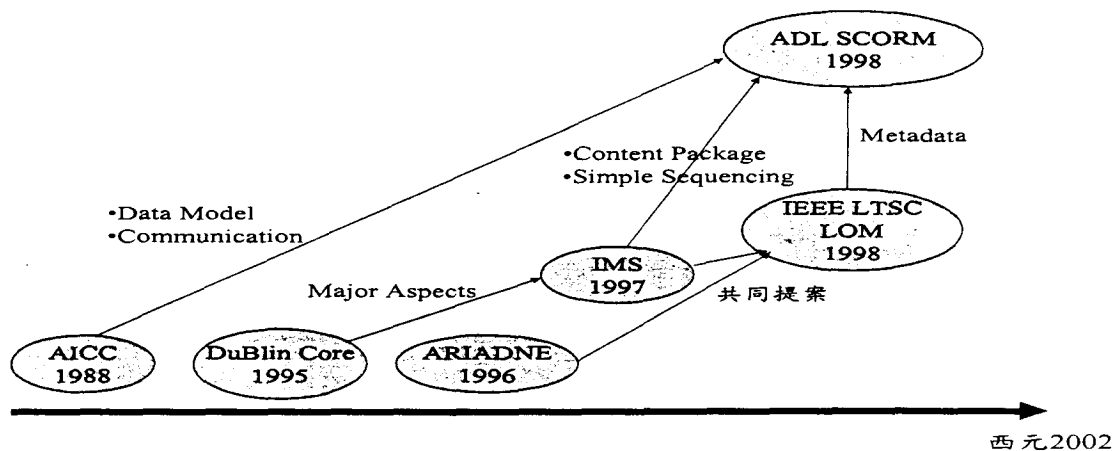


圖 1：國際標準之歷史發展與關係

#### 2.1.1 AICC 之 CMI (Computer Management Instruction) [1]

AICC(Aviation Industry of CBT Committee)，是一個國際航空專業訓練的組織，成立於 1998 年，由 Boeing 和 Airbus 這兩家航空公司為首。希望藉由這樣的組織替航空訓練的課程制定一套標準。根據這套標準可以使不同廠商所製作出的訓練課程可以彼此互通交換，賦予教材再利用(Reuse)及互操作性(Interoperability)的特性，節省在訓練課程上的開銷。對於教材的定義，在 AICC(Aviation Industry Computer-based Training Committee) 組織的 CMI 指引中，規範一個課程的課、章(Lesson) 包含教學指令集合，為 20 至 50 分鐘學生學習課程。其資料模型中定義教材物件為一個最小基本學習訓練的單位，或教學指令群集，具獨立性，擁有結構化教材目標，在網頁客戶端操作並提供學習系統追蹤。

CMI 還提供一組標準的資料元件，定義學習資源的狀態等資訊，提供教材物件與學

習管理系統(Learning Management System, LMS)溝通機制。LMS 必須在每次學生連上系統時，維護所需資料元件的狀態，學習教材物件也是透過這些事先定義的資料元件與不同教學系統溝通。

在這個資料模型裡面定義有：

- **cmi.core**：在這個類別裡面包含有 student\_id, student\_name, score, total\_time 等一些教材物件在起始的時候就需要知道的資訊，而這些資訊需要經由 LMS 來提供。
- **cmi.objectives**：在這個類別裡面描述著對於此教材物件所包含的各種教學目標、以及學生於此教材上的各種教學目標的學習表現的狀況記錄。
- **cmi.student\_data**：在這個類別裡面包含有 及格成績、教材允許最長的瀏覽時間多長、限制時間到了之後要做些什麼動作等等資訊，能夠依照學生的學習狀況而客制化出適當的學習教材。
- **cmi.student\_preference**：在這個類別裡面包含有學生偏好的設定，如聲音的開啟或關閉、所使用的語言、教材的速度等等。
- **cmi.interactions**：在這個類別裡面主要是要收集學生在瀏覽教學物件時和這教學物件的互動情形。
- **cmi.suspend\_data**：這個資料模型元素是紀錄學生在瀏覽此教學物件後所產生的資料，先由 LMS 儲存起來後，能讓下次教學物件再被啟始時利用。
- **cmi.launch\_data**：這個資料模型元素是紀錄一些教材物件在啟始時一定要用的資訊。
- **cmi.comments**：這個資料模型元素是提供教材物件收集和傳遞對於此教材的意見或是註解的機制。
- **cmi.comments\_from\_lms**：這個資料模型元素是提供 LMS 來表達對於教材物件的一些註解或是評論。

## 2.1.2 都柏林核心集(Dublin Core) [9]

1995年3月，國際圖書館電腦中心(OCLC)與National Center for Supercomputing Applications(NCSA)共同研討與制定出都柏林核心集。目的在於希望建立一套描述網路上電子文件特色的方法，以協助資訊之檢索。因此其將詮釋資料(Metadata)定義為資源描述(Resource Description)，都柏林核心集所處理之對象，將祇限於「類文件物件」(Document-Like Objects, 簡稱DLO), DLO之定義為[可用類似描述傳統印刷文字媒體方式，加以描述的電子檔案]。

其主要目的在幫助使用者查檢網路資源，而不是在詳細描述該資源，因為都柏林核心集之目標是在發展一個簡單有彈性，且各種專業人員皆可輕易了解與使用之資料描述格式，所以其只規範了在大部分情況下，必須提及的資料特性。都柏林核心集其規範了描述網路資源時所最低須具備的15個項目，而這15個項目都是可選擇、可重覆及可延伸的。分別是：

1. **Title**：資源名稱。
2. **Format**：資源格式，例如：書、影帶、錄音帶、.html檔...
3. **Author**：主要作者。
4. **Resource Identifier**：資源識別碼。
5. **Other contributors**：其他作者。
6. **Source**：來源。
7. **Subject or Keywords**：主題或關鍵詞。
8. **Language**：語言。
9. **Description**：資源描述。
10. **Relation**：關連性。
11. **Publisher**：出版者。
12. **Coverage**：時空範圍。
13. **Date**：日期。
14. **Rights Management**：著作權管理。

15. **Type**：資源性質，例如：散文、論文...

### 2.1.3 ARIADNE (Alliance of remote instructional authoring and distributed networks for Europe) [6]

ARIADNE 起源於西元 1996 年，由歐洲數國大學所組成之聯盟，旨在藉由 E-Learning 的方式幫助專業人員進修，這套標準也考量了歐洲的文化歷史背景，所以強調多語言與多文化的包容性。其規格是參考 LOM 而來，但整體而言卻較 LOM 稍微精簡，且其支援 IEEE LTSC 與 IMS 標準。ARIADNE 的 Metadata 共分為 6 大類：(1)一般資源描述 (General)，(2)資源的語譯描述 (Semantics of the Resource)，(3)教學文件屬性 (Pedagogical Attributes)，(4)技術特性 (Technical Characteristics)，(5)使用條件 (Condition for Use) 與 (6) 再詮釋資料 (Meta-Metadata)。

ARIADNE 提供了一個完整的 E-Learning 平台以及許多編輯工具來幫助教師編輯教學文件，而在教材的儲存與交換上，ARIADNE 建構了一個大型的分散式系統：Knowledge Pool System 作為教材資料庫，並藉由 ARIADNE 的工具來達到教材管理和資料交換與再使用 (Reuse) 之目的。在教材編輯上，ARIADNE 把教學文件分為兩種：Active Document 與 Expositive Documents。Active Document 可讓使用者與電腦產生互動，如 Simulator (模擬，實驗)、Auto-evaluation (自我評估練習) 等等。而 Expositive Document 則是比較單純的接收性知識，例如：文字、圖形...。將編輯好的文件經由 Pedagogic Header Generator 的工具來產生一類似標頭檔的資料後，接著存入 Knowledge Pool System 中。

### 2.1.4 IMS (Instructional Management System) [2]

IMS 是一個由產官學界所組成的一個全球性組織。目的是為了在不同的平台之間可以互相使用教材，追蹤學習者的進度，回報使用者的成效，交換學生的紀錄而發展出來的一種開放性規格。IMS 為 LOM 的創始者，有鑑於 LOM 在實行上的一些困難處，IMS 仍繼續對 LOM 進行修改，並交由 IEEE LTSC 審定。IMS 主要針對 IEEE 組織下 LTSC 委員會所訂定學習元件的 Metadata，提出表達教材組合模型使用的對應與建議，可以形成基本教材庫，提供教材發展者搜尋取用已存在的適當教材。提供一致性命名法則訂定 Meta Data 標準，使學習教材可以自我定義，以便於教學系統內部運作及教學教材的分享，及在不同的平台進行搜尋與檢索。

IMS 的標準化規範共包括：1、IMS 學習資源(Learning Resource)的 Meta data 規格書：創造一致性的描述學習資源的方法，藉由運用能夠反應使用者在學習環境下的獨特需求之 Meta Data 搜尋工具來讓這些資源可以容易的被找到。2、IMS 企業規格書：針對管理的應用程式和那些需要分享學習者、課程、效能..等的服務，跨平台作業系統、使用者介面等。3、IMS 內容和封裝規格書(Content & Packaging Specification)：使能較方便產生在各種學習系統可使用，且能重複使用的內容物件。其中，IMS 定義了整個教材的封包格式—Content Packaging：可表示一份完整的教材、一門課程，或是一系列課程。而其中包含二個部份：物理檔案實體(Physical Files)以及描述這些物理檔案如何組成課程的邏輯組織(Manifest.xml 檔)。將教材以 Package 形式存在的最大好處就是教材在組成上有最大的彈性，可以將二份教材拆解、融合、穿插與形成巢狀的教材結構。4、IMS 問題和測試規格書(Question & Test Specification)：紀錄可分享測試項目(test items)和其他跨越不同平台之評估工具的需要項目。5、IMS 學習者個人資料規格書(Learner Profiles Specification)：描述如何組織學習者資料，便於讓學習系統能更適切地回應每個使用者特定的需求。

#### 2.1.5 IEEE LTSC (Learning Technology Standards Committee) [4]

當 IMS 組織成立的同時，National Institute for Standards and Technology (NIST) 和 IEEE LTSC P.1484 研讀小組也正在探討制訂有關教學教材的相關標準。後來 NIST 和 IMS 的努力成果互相結合，且 IMS 也開始跟 ARIADNE 合作。在 1998 年，IMS 和 ARIADNE 共同向國際電氣和電子工程師協會(IEEE)提案，此提案草稿就是現今 IEEE Learning Object Metadata (LOM) 的基礎文件。IEEE 成立了一個學習技術標準委員會 (Learning Technology Standard Committee, IEEE LTSC)，LTSC 組織力量發展有關標準的研究工作，現已形成了 IEEE p1484 標準體系，其致力於推動教學軟體、工具、開發，維護、與內容的標準，為內容平台標準制定組織。LTSC 有多個工作小組，其中 Learning Object Metadata(LOM)工作小組負責內容標準的制定，其標準藍圖是以 IMS 為基礎加以修飾而成。

LOM 的主要目標是希望藉由此標準的完善，可以讓學習者、教學者和系統軟體更能有效快速的進行搜尋、評估以及資源的獲得與使用。更甚者，可以促進學習資源的交流與分享。所謂一份符合 LOM 架構的文件必須滿足四個條件：

- (1) 文件中必須至少含有一個 LOM 所定義的元素。
- (2) 所有的 metadata 元素都只能用來描述規格表中所定義的功能，而不能作為其他的使用。
- (3) metadata 中元素的值及結構必須遵守規格所定義的架構。
- (4) 如果 metadata 中包含括充的結構，那麼這些結構並不能取代 LOM 原本所定義的結構。

LOM 定義了一組專門用來描述學習資源的元素。它將教材文件標籤分成九大種類，每一種類下面仍有子標籤來描述相關的內容，這九大種類如下表 1 所示：

表 1：LOM 教材文件標籤

Name(名稱)	Explanation(解釋)	Multiplicity
1. General	Context-independent features of the resource.	single instance
2. Life Cycle	Features related to the life cycle of the resource.	single instance
3. Meta-Metadata	Features of the description rather than the resource.	single instance
4. Technical	Technical features of the resource.	single instance
5. Educational	Educational or pedagogic features of the resource.	single instance
6. Rights	Conditions of use of the resource.	single instance
7. Relation	Features of the resource in relationship to other resources.	unordered list (32 items)
8. Annotation	Comments on the educational use of the resource.	unordered list (32 items)
9. Classification	Description of a characteristic of the resource by entries in classifications	unordered list (10 items)

## 2.1.6 SCORM (Sharable Content Object Reference Model) [3]

美國國防部的分散式學習主導計畫(Advanced Distributed Learning Initiative)，主要為推動電子學習元件的國際標準—SCORM(Sharable Content Object Reference Model)，目的在於提供可再用與分享的課程元件撰寫準則。SCORM 將 E-Learning 系統上的教材視為元件，透過 API(Application Program Interface)來操作與分享這些教材元件，目的是讓網路上不同的學習管理系統，可以分享所開發設計的學習教材，達到重複使用的目的。

SCORM 基本上遵循 IMS 教材標準定義，依據 IMS 訂定之 Metadata，使用標記(tag)紀錄可分享教材的 XML 文件 Meta Data 格式。依據 IMS 訂定之 Meta Data，可將網路教學教材包裹成可分享教材，提供網路上不同教學平台重複使用。Meta Data 扮演兩個角色，一是教材本身一般性描述，一是描述高階教材的組合結構，如圖 2 所示。

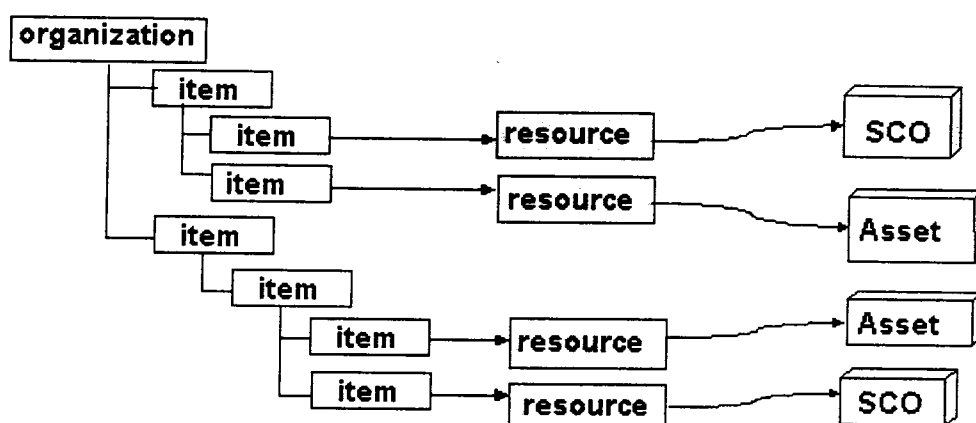


圖 2：IMS Content Package 機制之結構圖

SCORM 最重要的概念在於可分享教材元件(Shareable Content Object, SCO)，共有教材資產(Asset)、共享教材元件及教材包裹(Content Packaging)等三個層次，三種 Meta Data 型態分別對應三種層次教學教材：

- (1) 原始媒體 Meta Data 描述教材資產教材
- (2) 教材 Meta Data 描述如何使用可分享教材物件和區塊教材形成教學教材，
- (3) 課程 Meta Data 使用教材結構格式定義課程教材組合。

如圖 3 所示，最左邊每個課程必須有三個檔案，分別是 Course.html 為主要檔案，用以描述此課程一般性 Metadata，IMSmanifest.XML 則為此課程結構的 Metadata，一個課程可以有許多的 SCO 教材元件。中間每個教材元件包括 SCO 的主要 HTML 檔與

Metadata，以及描述 SCO 結構的 Metadata，一個 SCO 可由一個以上的實體教學教材檔案組成，如影像檔、聲音檔等，每個實體教學教材檔案都有自己的 Metadata 描述。

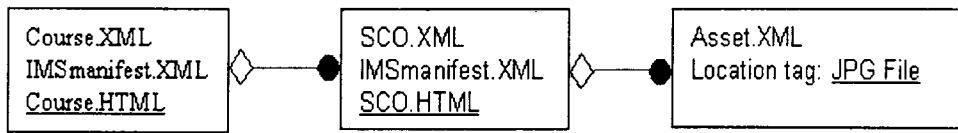


圖 3：SCORM 教學教材層次示意圖

底下分別舉例說明：

- (1) **教材資產**：媒體、文字、影像、聲音和網頁等數位資料，內容小且可重複使用，可透過網頁介面傳送到使用者端。教材資產經過 Meta Data XML 標記，可在網路上遞送、搜尋與發現。實體教材：distress\_sigs.jpg 影像檔的 Meta Data 一般性描述之 XML 檔。
- (2) **共享教材物件 SCO**：是最小的教材單元，可以被學習管理系統追蹤監管。一個客戶端共享教材物件是一個可被指定的單元，由一個或多個的資產所形成的集合。使用標記性教材組合 (Tagged Content Aggregation) 方式去組合教材元件，組成較高階的教材單位。教材元件還包含區塊元件 (Block)，是可分享教材物件的 and/or 階層表示，可使用標記變成標記區塊 (Tagged Block)，提供線上搜尋、發現與重複使用。SCO 一般性描述與組合結構 Meta Data 描述之 XML 檔。
- (3) **教材包裹(Content Package)**：例如整個課程，運用教材結構格式 (Content Structure Format – CSF)，包裹學習教材資源以利從一個系統環境移動到另一個系統環境使用。教材內容格式是一種階層式的地圖，提供系統將標記區塊組成學習教材單元，如課程或章節，提供線上搜尋、發現與重複使用，並且給予教材物件與教材區塊定義循序與導覽(Navigation)，亦即教材的結構順序組成課程。SCORM 為這些學習教材定義一個以網頁為基礎的教材整合模型 (Content Aggregation Model) 及執行環境。在教材整合模型中，主要描述如何將這些共享教材物件定義及整合入一個結構化的學習教材。整個課程教材的結構可以圖 4 表示之，包括課程結構與實體教材所在網路位址。

SCORM 為這些學習教材定義一個以網頁為基礎的教材整合模型及執行環



境。在教材整合模型中，主要描述如何將這些共享教材物件(SCO)定義及整合入一個結構化的學習教材。在執行環境中，主要描述了如何在一個網頁基礎的環境中進行物件的發行和系統之間的溝通，及此物件如何可以被追蹤。透過程式寫作介面(API)，可以對教材進行開發、定義與操作，同時使得這些共享的教材更容易的被重複使用及增進 interoperability，而不需要花費太大的成本，更可開發出支援網路教學的模組，提供非技術性人員自行發展網路教材，而不需考慮技術性細節，藉以提高教學內容的品質。

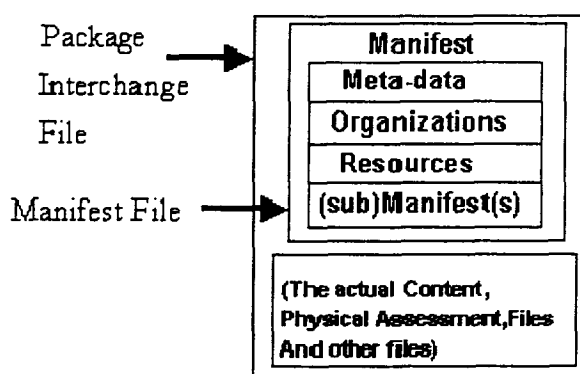


圖 4：SCORM 教材包裹示意圖

### 2.1.7 LMML (Learning Material Markup Language) [5]

LMML 是德國 Passau 大學所制定的一種標準，它最主要是為了配合他們的知識管理系統在網路教材管理上而開發的一種標準，適用的範圍是大學教育或職業訓練教材。LMML 是一種 XML-base 的語言，所以它具有相當大的彈性，也能延伸到不同的應用領域上，LMMLv1.0 制定於 2000 年，2002 年已發展到 LMMLv1.1。LMML 主要著重在教材內容的描述與線上閱讀，對整個平台及系統沒做任何的規定，LMML 也具有以下的特性：(1)Model-base 之 XML 架構：在這種架構下，使得 LMML 能夠適用在不同的領域應用上，而且也能將它的 Elements 延伸到 XML 的其他語言上，例如：MathML, SMIL... 等等。(2)模組分割化：一些分割出來的模組能做到重複使用性，能適用於不同的學習環境和學習者，能夠刊登在不同的媒介上(Cross-Media-Publishing)。(3)多媒體教材的高度適用性：因為它是文件導向的設計，所以可在原先的架構上不斷擴展到其他領域上，並能簡易地將現存文件轉移到不同的格式，此外也適用於標準的 XML 編寫工具。整個架構關係如圖 5 所示：

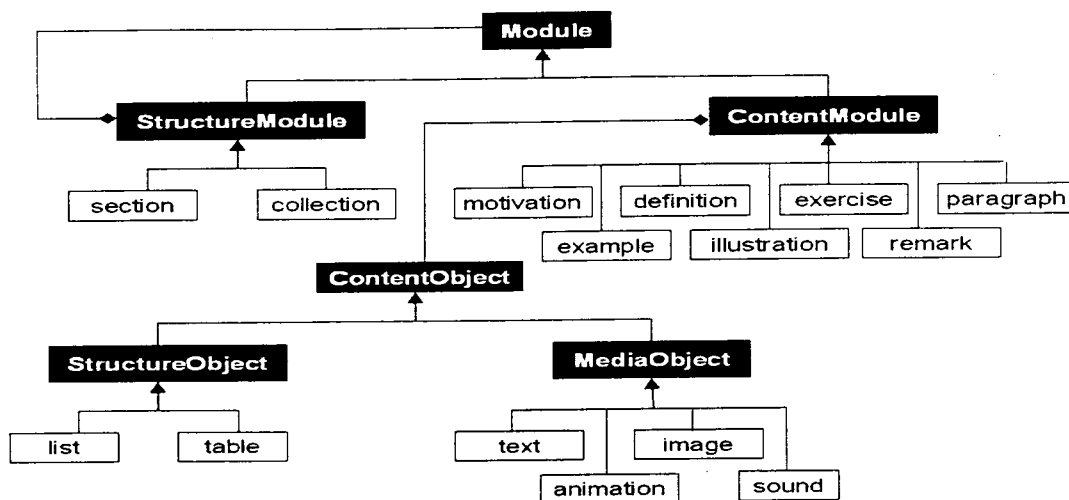


圖 5：LMML 模組關係圖

LMML 主要分為四部分：

1. **StructureModules**：主要用來將 ContentModules 結構化，包含了以下元素：
  - **Section**：有順序性的內容，例如有順序的章節內容。
  - **Collection**：沒順序的內容，如選讀的章節。
  - **Glossary**：術語的說明及解釋，其中包含了許多的定義(Definition)。
  - **Bibliography**：標明參考文獻的出處。
2. **ContentModules**：是一個 Self-contained 的元件，內容主要包含了實際的 MediaObject，此模組中包括 Conclusion、Definition、Example、Exercise、Motivation、Remark、Illustration、Task、Solution 與 Paragraph 等元素。而針對資訊科學(Computer Science)領域則增加了 Algorithm、Formula、Proof、Proposition、Theorem 等元素。
3. **StructureObjects**：結構化的物件，有 ulist、olist、table、tableheading、tablerow 與 tabledata 等元素。
4. **MediaObjects**：這個物件指向實際的多媒體內容(包括文字，聲音，影像....等等)，或者是 LMML 文件中的延伸格式，此物件包括了 Text、Image、Sound、Animation。針對資訊科學(Computer Science)領域增加了 Code、Listing、Block、Line、Math、LMMLtext、Annotated、Defined、Emphasized、Formatted、Quoted、ReferencesLink、ExternalLink 與 CitesLink。

此外，在 LMML 中呈現數學公式的方法有 1).以 XHTML-Math-Symbols 呈現、 2).

以 GIF 圖檔格式呈現、3).使用一些特別的 Plug-in 工具，例如 LaTeX 或 MathML。而 LMML 定義的 DTD 結構也很簡單，首先將所有使用到資料型態都加以定義，然後在 Conceptual Model 內部宣告 Element，再將參考到的資料型態載入(Include)進來，因此模組結構非常完整。在延伸到特定領域時(Computer Science)，和一般領域的宣告採類似的做法，先將一般領域的架構 include 進來，然後將特定領域使用到的資料型態做宣告，最後在 Conceptual Model 相對應的模組中做修正。

### 2.1.8 ULF (Universal Learning Format) [10]

Universal Learning Format(ULF)是以 XML 和 RDF 為基準的一套教材定義格式，由 SABA 公司根據一系列學習系統所統整而定義出來的，主要是用以處理線上學習各種資料的整合性標準，其目的為提供一套完整的規格描述，並與目前其他標準作橋接(Bridge)。ULF 包括下列五個模組，其依存關係如圖 6 所示。

- **Learning Content Format**：描述教材目錄、內容與試題的標籤定義。
- **Catalog Format**：描述教材關係、一般性資訊與資源搜尋的標籤定義。
- **Competency Format**：描述個人學習能力的標籤定義。
- **Certification Format**：描述個人學習成果的標籤定義。
- **Profile Format**：描述個人基本資訊與學習歷程的標籤定義。

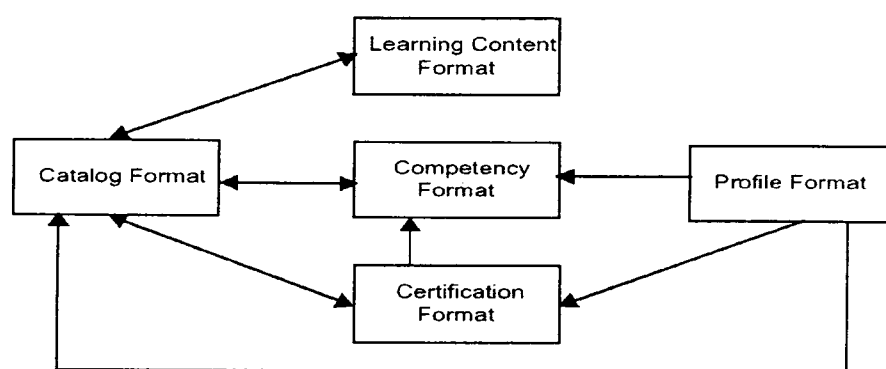


圖 6：ULF 模組關係圖

### 2.1.9 遠距教學技術標準(Distance Learning Technical System, DLTS) [8]

中國大陸的現代遠端教育技術標準(Chinese E-Learning Technology Standard, CELTS)之研製，是以實現資源分享、支援系統互操作性、保障遠端教育服務質量為其主要目標，通過了跟蹤國際標準研究工作與引進相關國際標準，並根據其中國大陸之本土教育實際情況加以修訂與創建出各項標準，最後形成一個具有中國大陸本土特色的現代遠端教育

技術標準體系。CELTS 目前包含 27 項子標準，分為總標準、教學資源相關標準、學習者相關標準、教學環境相關標準、教育服務質量相關標準等五大類。此外，還設立了 4 個跟蹤研究專案。如下表 2 所示。

表 2、CELTS 之標準分類

標準分類	子標準 (編號)	參考之國際標準
1、總標準	系統架構與參照模型 (CELTS-1)	IEEE 1484 · 1
	術語 (CELTS-2)	IEEE 1484 · 3
	標準本地化規範 (CELTS-25)	IEEE 1484 · 9
2、教學資源相關標準	學習物件詮釋資料 (CELTS-3)	IEEE 1484 · 12
	語義與互換綁定 (CELTS-4)	IEEE 1484 · 14
	資料互換協定 (CELTS-5)	IEEE 1484 · 15
	HTTP 綁定 (CELTS-6)	IEEE 1484 · 16
	課件互換 (CELTS-7)	IEEE 1484 · 10
	課程編列 (CELTS-8)	IEEE 1484 · 6
	內容包裝 (CELTS-9)	IEEE 1484 · 17
	練習/測試互操作 (CELTS-10)	IMS QT
	教育資源建設技術規範 (CELTS-31)	高教司教育資源庫建設技術規範
3、學習者相關標準	學習者模型 (CELTS-11)	IEEE 1484 · 2
	任務模型 (CELTS-12)	IEEE 1484 · 4
	學生身份標識 (CELTS-13)	IEEE 1484 · 13
	學力定義 (CELTS-14)	IEEE 1484 · 20
	終身學習質量描述 (CELTS-15)	IEEE 1484 · 19
	協作學習 (CELTS-16)	ISO ALIC
4、教學環境相關標準	平臺與媒體標準引用 (CELTS-17)	IEEE 1484 · 18
	工具/代理通信 (CELTS-18)	IEEE 1484 · 7
	企業介面 (CELTS-19)	IEEE 1484 · 8
	教學管理 (CELTS-20)	IEEE 1484 · 11
	用戶介面 (CELTS-21)	IEEE 1484 · 5
	教育管理資訊系統 (CELTS-30)	
5、教育服務質量相關標準	課程資源評價 (CELTS-22)	ASTD-ELCS
	教學環境評價 (CELTS-23)	QOS
	教育服務品質管制 (CELTS-24)	ISO9000

表 3：國際標準之優缺點分析

教材標準	優點	缺點
Dublin Core	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 簡單易用、延伸性強。</li> <li>● 且廣為國際所接受。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 定義太過於一般性與簡單，不適合於教育應用。</li> </ul>
IMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 教材標準之制定與規劃相當完善，例如：Simple Sequence 與 Content Packaging 等。</li> <li>● 制定的 Metadata 被廣泛採用，因此可與許多教材標準相容，例如：SCORM。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 偏向概念層次的提出，實際系統細節的實作尚未非常完整。</li> </ul>
IEEE LTSC	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 具有多國語言的特性，有助於編碼與解碼的進行。</li> <li>● 廣泛地被採用，例如：IMS、ARIADNE、ADL SCORM 等等皆是採用此標準。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 某些分類元素之宣告仍不夠精細，無法做更深入的延伸與分析，例如：教育特性(Education)之元素定義即無法有效達到本土性教材之支援。</li> </ul>
AICC CMI	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 高度互操作性：不同 CMI 系統間的課程交換格式定義完整，只要符合 AICC 規格，就可達到教材互相交換整合的目的。</li> <li>● 簡易重組教材：一份課程由許多物件組成，可根據紀錄檔找到所需的物件，故教材可輕易的重組再使用。</li> <li>● 利用文字檔簡易交換資料：CMI 與 CBT 間的通訊只需一個 ASCII 文字檔即可，該檔包含與學生相關的資訊，如學習路徑、學習成果等，故管理較簡單。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● AICC 規格幾乎都是在定義 CMI 與 CBT 及其他 CMI 間課程交換的格式，對於課程的設計與教學文件的格式無太多著墨，可以說是沒有 meta-data 與 content packaging 之定義，對於 Course Structure 規格也過於簡單。</li> </ul>
SCORM	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 統合現有各大國際標準：例如：IMS 的 Metadata 與 Content Packaging、IEEE Metadata Dictionary、AICC 的 Content Structure、Data Model 和 Communications。</li> <li>● 建立一套可行的實際範例：SCORM 建立一個可供測試的平台，供使用者批評、測試。以往標準只是具有一本技術文件，而無實際系統可供測試與修改。</li> <li>● 系統架構完整：SCORM 定義了一套完整的系統架構，讓使用者可以延伸系統功能，且可與其他 SCORM 系統進行溝通與教材交換等。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 無測試的標準：SCORM 把試題當成一種 Asset，對於題型、配分等皆無詳細定義，故難以為學習者評分，或分析教材和學習者間的程度關係。</li> <li>● 不同教材間無法分析：SCORM 並無針對教材分析做定義，故在學習效果的評估中，無法分析教材間的難易度是否契合，或學習路徑的安排是否適當。</li> <li>● 使用者無法動態的選擇教材：SCORM 教材的安排由系統指定，而系統的決定卻是由教材編輯者所決定。</li> </ul>
LMML	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 擴充容易：以模組方式設計，只要在各模組新增所需之 Elements 即可</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 低階的媒體物件加入不易：低階物件加入時，所有上層的內容模組皆需考</li> </ul>

	<p>完成擴充。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 結構內容穩固：教材編輯者可使用 StructureModule 來對不同的使用者規劃不同之學習內容。</li> <li>● 內容彈性大：每個 ContentModule 使用的元件可以不同，所以使用的物件也具備選擇性。</li> </ul>	<p>慮是否需要使用此物件。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 使用的便利性不足：因為階層性不夠明顯，所以編輯者容易造成混淆。</li> <li>● 著重於教材內容之標記，卻沒有對系統做任何的規劃，所以比較近似於做傳統教材的標記工作而已。</li> </ul>
ARIADNE	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 良好之教學標準架構與豐富的編輯工具：提供豐富教材編輯工具給教師或使用者來快速的編輯教材，且可利用課程編輯軟體設計出符合需要的教學流程。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 未明確定義教材結構，Metadata 之定義不夠詳細完整。</li> </ul>
ULF	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 與 IMS、ADL、IEEE LTSC 等標準能某種程度的互通。</li> <li>● 將教學環境及資源規格劃分為五部份，每一部份各有其專屬規格，以達到模組化效果。</li> <li>● 教材中的題型、評分設計詳盡，為其它標準所缺。</li> <li>● 具有 認證 機制 (Certification Format)、分級 機制 (Competency Format)與編目機制(Catalog Format)可提供學習者認證、設定不同教學等級等功能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Learning Content Format 偏向單純將傳統教材作標記，缺乏教材包裝、巢狀組織、互通、交換方面的規格說明。</li> <li>● Structure Element 及 Content Element 与其它標準比較起來，較顯薄弱。</li> <li>● 學科未作特殊化，故其 Metadata 為一般性的資訊。</li> <li>● 和其他標準包裝理念不同，因此教材轉換困難。</li> </ul>
DLTS (CELTS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 主要參考 IEEE LTSC 的標準所訂定，再佐以其餘相關標準(例如 SCORM, LOM 等)，定義詳盡完備，且包括不同領域標準如 Standard Upper Ontology 等等。</li> <li>● 教材組織與教材實體分離—教材可重組、混合、巢狀包含，提供更大彈性。</li> <li>● 組織方式(organization)可融入 SCORM 中的 course structure format (CSF)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 未對教材內容 META-DATA 作深入的定義，如 explain, formula...等等。</li> <li>● 沒有針對不同學科作模組化，未來教材標記將不夠明確，可能造成潛在性的管理困難。</li> <li>● 由於此標準涵蓋內容廣範，且標準複雜度非常高，在設計教學系統上造成過多限制，可能產生教學系統實作不易，以及教學系統間的相容性問題。</li> </ul>

## 2.2 教材之發展工具

遠距教學系統已經發展了許多年，它可以提供學生在不同的學校、不同的地方進行學習，不再受到地域上的限制。然而，根據現存網站的調查，使用遠距教學進行學習的學生無法感受到如同實質上課般的雙向通訊感受[11, 12, 13]。這部分導因於學習裝備硬體的極限與部分是由於遠端學生其臨場感覺的缺乏。雖然大多數的教師已經了解到網路教育的必要性，也相當樂意去執行，然而其電腦技能的障礙卻尚未被克服[12, 14, 15]，而當大量的網路學習系統增加，系統間的並存導致系統不相容的問題。單獨的從不同的使用者介面到教師需維護多份的教材管理。通常，為了達到不同教材版本的一致性，教師們必須繁瑣的進行重複教材的維護與管理。這將導致教師們對網路學習興趣缺缺與進而遠之。此外，在傳統的語言學習方式，學生必須到語言學習教室與使用特殊的學言學習程式來改善他們的語言能力[16]。然而，此種傳統的語言學習的主要缺點在於時間與空間上受到限制。換句話說，學生只能在特殊的地方與時間中進行語言學習。例如：學生也許在星期一早上有英文課程，而他們就只能在此時段中去語言教室進行學習，這種傳統的學習方式，將無法有效的改善學生的語言能力。

因此，目前有許多E-Learning 的製作工具(Authoring Tools)可以幫助教師或教材設計者建立網路課程，但是如何充實、分享教學內容和能重複使用這些學習元件才是發展之途。因此國際上有關E-Learning的組織便提出標準與規範，如IMS、AICC、ADL、IEEE LTSC 及ISO/IEC JTC1/S36 等單位研定學習內容的標準。另外Cisco、IBM、Microsoft 等知名大廠，從技術與應用層面，亦提出系統之可行性研究，以期望未來大家在數位學習環境的建設與發展能統一標準，以簡化教材製作流程，降低企業教育訓練的成本。

### 2.3 網路學習(E-Learning)平台

新一代數位學習平台之發展，漸漸走向以學習管理系統(Learning Content Management Systems, LCMS)為趨勢，主要以學習元件(Learning Objects, LO)的理念與標準為設計核心，eLearningpost 的兩位負責人曾歸納出一個公式： $LCMS=LMS+CMS(Content Management System)$ [17]，然而The LCMS Council在2002 September 所發表的”Critical Business Benefits”文件[18]中指出，目前的架構趨勢已走向LMS與LCMS為不同的系統，但可以相互合作運用，如表4.所列[19]。因此依據brandon-hall.com的E-Learning分析師Bryan Chapmann所定義的LCMS為：「一種提供多人學習環境，將數位內容集中蒐集置放，並發展製作、存放、能重複使用、管理與傳送等機制的管理系統。」[20]

因此LCMS的重心放在學習的程序與效果上，如何將Learning Objects整合並彈性的建置課程的順序(Sequence)與運作(Activity)順暢，(如圖7)，使得線上學習教材在建構上，能符合個人化、共享、標準化之目標。

表4：LCMS 與LMS 功能比較

LCMS 功能	LMS 功能
提供給教材發展、設計者和專案經理人使用。	提供給教育訓練負責人、講師和系統管理者。
以製作許多學習單元、練習、評量、模擬項目等學習內容，並設計互動功能。	管理課程目錄、行程、學生註冊和獲取學習者學習資訊。
儲存內容在學習資料庫中。	儲存課程和學生學習資訊。
提供內容管理與教材擴充工具。	提供訓練結果、學習效能和技巧差異報表分析。
提供多樣格式之學習內容。	提供數位學習課程。
提供課程摘要與解說。	提供課程表、選課和測驗項目。



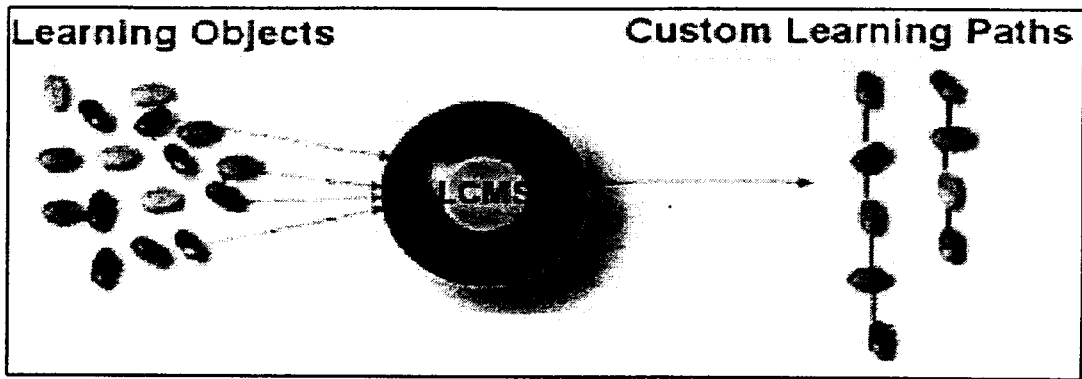


圖7：LCMS Path [21]

### 2.3.1 資料交換技術-XML

目前E-Learning的環境下，有許多現行的LMS或資訊系統(ERP or Content Management System)散佈在網路上，由於它們基本上都是為了某個應用目的或是想解決某些問題而存在；所以對於文件存取的格式及重複使用的功能上，並不相同也無法相通。因此若從技術的角度來實作E-Learning環境，上述的系統在資料交換上比較不容易，因此為了使系統或異質資料庫能達到資訊交換(Exchange)及再使用(Reuse)的目的，採行XML的技術，是目前可行的方法，且XML也被大家公認為現行標準的文件交換格式。XML(Extensible Markup Language)[22]及HTML(Hypertext Markup Language)[23]都是SGML(Standardized General Markup Language)[23]的產物，XML是由World Wide Web Consortium (W3C)所制定的標準，一種延伸式的標記語言，具有擴展性(Extensibility)、結構性(Structure)、描述性(Description)、確認性(Validation)等特性。同時XML具有跨平台的功能，對於不同的作業系統、硬體設備、應用軟體、多元的輸入模式，開發者可以自行制定符合己身需求的標記(tag)，做結構性的描述，促使相同的一份文件呈現不同的規格，適用於不同的軟體，符合不同的設備、滿足多重的輸入方式。

```

<?xml version="1.0" ?>
- <manifest identifier="SingleSharableResourceManifest" version="1.1"
  xmlns="http://www.imsproject.org/xsd/imsscp_rootv1p1p2"
  xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_rootv1p2"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.imsproject.org/xsd/imsscp_rootv1p1p2
  imscp_rootv1p1p2.xsd
  http://www.imslobal.org/xsd/imsmd_rootv1p2p1
  imsmd_rootv1p2p1.xsd http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_rootv1p2
  adlcp_rootv1p2.xsd">
  <organizations />
- <resources>
  - <resource identifier="elearning_A1" type="webcontent" href="評選企
    業eLearning教材.htm">
    <!-- This meta-data is context independent Asset Meta-
    data -->
    <!-- This meta-data describes the resource (asset).
    -->
    - <metadata>
      <schema>ADL SCORM</schema>
      <schemaversion>1.2</schemaversion>
    </metadata>
    <file href="評選企業eLearning教材.htm" />
  </resource>
</resources>
</manifest>

```

圖8：XML-Based之數位課程格式

### 2.3.2 網路學習社群(E-Community)

由於新科技的介入，使得E-Learning 得到充分的發揮，然而新科技從來也不是主題，它只是輔助學習的工具；學習者在網路上的學習，大部份屬於自學式，個人化的學習模式。藉助LCMS 管理平台所提供的學習教材之外，完整的E-Learning學習環境，還必須包含互動式的教學方式，也就是說能將所學經由討論，發表或試誤等方式[24]，以增進學習的成效，才是完整的數位學習管理模式。

網路學習社群(E-Learning Community)是指一群人在網路上基於共同理想與願景，在相類似的學習目的與目標趨使下，經由討論、溝通、互動、回饋、傳授、諮詢、分享、提供、交換、合作、或搜尋的過程，進行資源共享、資訊流通、知識分享、知識創造、經驗交換、情感交流的活動，進而共同學習與成長所形成的虛擬學習環境[25]。因此整體數位學習的範疇，除了提供正式地教學教材內容之外，對於學習社群這類非正式的學習方式亦應給予相等重視，畢竟我們的從小到大，學習的模式，並不是一個順序式的軌跡，給予個人的討論與思考的空間，則是個人化學習應有的模式。

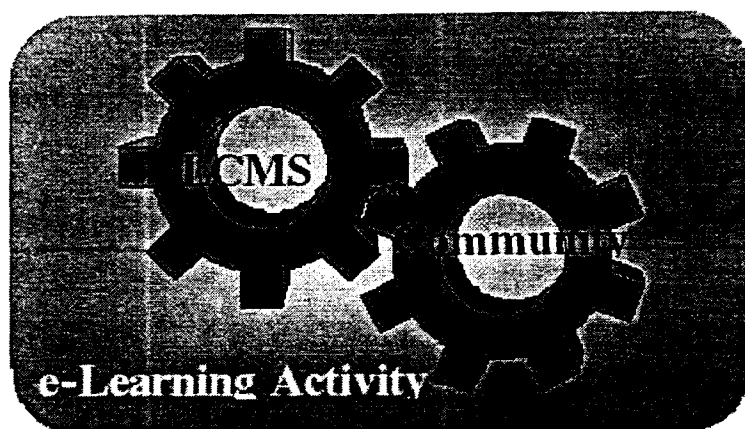


圖9：數位學習活動

### 2.3.3 合作式學習(Collaborative Learning)

從合作學習的理論基礎來看，它是一種分組式教學的教學策略，其構成的基礎理論包含了教育學，社會心理學，團體動力學等，大致上可區分為兩大取向，分別為「動機理論」與「認知理論」。合作學習利用了動機理論對人的觀點，透過各種合作、互賴和酬賞的方式，讓學生產生學習的動力，以增加學生積極合作的動機。另外合作學習的進行方式中也參考了認知理論的論點，用各種討論、分享的教學策略，強化學生對所學知識的認知過程，幫助學生的學習成效。合作學習可以增加學習者的成績，創造力和學習動機[26]。從西元1980年開始，有眾多的研究顯示，以合作方式進行學習，可以提高學習者的學習效果，在小組中也因為有競爭的心理，對學習的效果也大有幫助。Johnson 提出合作學習可以增加學習者後設認知的應用，提高對知識解釋的層次，在人際溝通的技巧上也大有幫助[27]。

合作學習顧名思義使用了合作作為它的基本概念，在合作學習的過程中，組員間互相幫助以共同達成目標。組員除了做好自己份內的事情外，為了讓小組成功必須幫助其他組員達成目標，因為唯有小組的成功才等於個人的成功。合作學習共包含了以下四個觀點，分別為(1).合作行為、(2).誘因結構、(3).任務結構以及(4).群體動機。合作學習教學方式便是讓組員之間以一種合作的目標結構，透過合作學習的內部機制提供彼此合作的誘因及群體和個人的學習動機，以產生合作的行為[28]。

合作學習的進行方式，首先由教師依照學生各人的專長、生活背景、種族差異.等不同的性質，將學生分成幾個的異質性高的小組，讓學生與不同特質的組員進行溝通與互動，互相提供資料、互相幫助、辯正和分享個人的觀點，最後發表此次合作完成的結果

以達成此次學習的目標。文獻中提到合作學習結合了認知、情意、學習及社會互動等多項功能，可以適用在大部分知識的取得過程中[29, 30]。由於合作學習可以適用於大部分知識的取得過程中，因此如能將合作學習應用在網路教學中，便可以不必擔心知識的種類太多，造成教學平台所使用的策略必須經常更換所帶來的困擾，反而還可提高學生的學習成效。合作學習與傳統的分組討論有相當大的差別，傳統的分組討論有相當多的漏洞，造成有些學生並沒有真正參與討論，便可以獲得團體的榮耀，這對學生的學習效果上並沒有幫助。而合作學習之所以有別於傳統的分組討論，因為其擁有傳統分組討論所沒有的特色，分別為積極互賴、面對面互動、個人績效、人際技巧、團體歷程[31]、責任分擔[32]、異質分組[33]，因而促使學生積極合作，互相幫助，相互依賴，增加學生在學習上的成效。並有文獻指出，孤立的學習環境，因為缺乏互動的對象，問題無法得到及時性的回饋，容易造成學習者學習慾望降低，且專業知識、經驗、感情交流不足，容易失去凝聚力，失去參與感等影響學習效果的情形發生[34]。而以往的教學系統大都讓學生在孤立的環境中自行學習，而這種孤立環境也有兩大重要缺陷：(1).學習動機的持久性不夠，因為缺乏學習的同伴，沒有互動的對象，於是容易喪失學習的動機和興趣，造成對課程學習的持久性不足。(2).當遇到困難問題時，由於得不到即時的回饋，無法及時的解決問題，久了容易造成學生中斷學習，失去繼續學習的心。因此使用一種教學策略來避免網路學習的孤立感也是很重要的。因此將合作學習運用於網路教學上，乃因此做法具有以下五個優點：(1).學生可以從同學得到不同的見解及看法，增加對教材的了解。(2).團體的能力與經驗遠大於個人，而合作學習促進了這類經驗及能力的交流與分享。(3).學生藉由交流時，可以將自己的知識口語話，使得新舊知識的整合更加充分。(4).增加了學習者的參與感、認同感和歸屬感[35]。(5).學習時，可以與同伴互動，不但可以減少孤立的感覺，更可以互相合作一起解決問題增加解決問題的能力[36]。加上在網路上實現合作學習，提供了學習者更寬廣的學習空間，有利於合作學習的[37]。

### 2.3.4 E-Learning平台之標準化

在 2.1 節中所介紹的國際組織所提出之網路學習標準規範中，其標準化之結果可以歸納為以下兩大類 [2]：

#### (1).制訂資訊模組 (Information Model) 之標準：

這個層級的規格書 (Specification) 之所以被提出，通常是用來將資料的格式、語法及語意標準化。透過一個共同的資料格式及語法，讓異質的教學系統間，也可以彼此互相交換資料，藉此達到跨平台 (Interoperability) 的目標。這些需要標準化的資料則包括了教材、學習者個人資料、測驗及評量等。

#### (2).提出軟體元件及教學的系統架構，或提出標準化的介面：

在這個層級的標準目前還不常見，這類標準通常會將教學系統中，用於處理資料(在第一個層級中所標準化的資訊模組)的常見功能識別出來，並引入軟體工程中『軟體元件』 (Software Component) 的概念，同時，系統架構及介面也必須加以標準化，才能讓這些軟體元件重複使用 (Reuse) 的效能，達到最大化。

許多網路程式設計師習慣使用三階層式 (3-Tier) 的架構來建造他們的系統，如圖 10 所示。可以動態的平衡負載 (Dynamic Load Balancing)、商業邏輯 (Business-Logic) 軟體元件的重用、資料的保護及安全性，都是使用這種架構的優點。此三層式的架構，包含：第一層級—資料層 (Data Tier)：負責資料的儲存。第二個層級—商業邏輯層 (Business Logic Tier)：此層中包含了一些軟體元件，這些元件是依據系統所需的各項功能 (Business Rule)，存取資料層 (第一層) 的資料之後，經過運算或處理之後，將運算結果傳遞給第三層級—表現層 (Presentation Tier)：由表現層負責將結果呈現給使用者。簡單來說，表現層就是負責與使用者互動的輸出入介面。

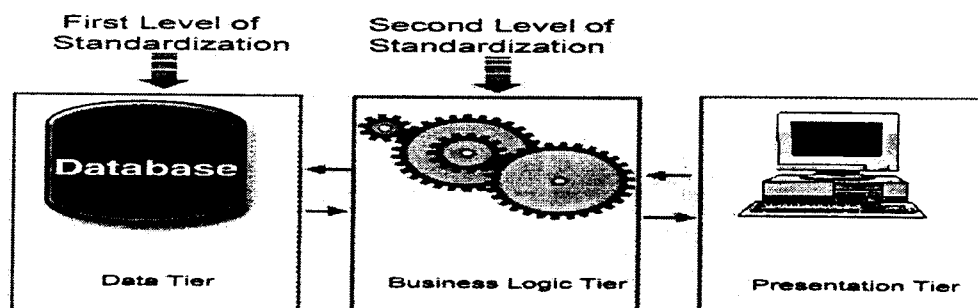


圖 10：『3-tier』的架構及 e-Learning 標準化的層級

E-Learning 之標準化亦可以類似的架構方式來加以分類：第一層級的 E-Learning 標準化，提供『資料層』中所用到的資料格式、語法及語意等標準；第二層級的 E-Learning 標準化則提供『商業邏輯層』中，軟體元件的標準架構及介面；至於第三層級的標準，目前則幾乎還沒有任何標準出現。第一層級的標準化就如同 2.1 節所介紹的各種國際標準規範，其實現了資料的重用。這些標準化的努力，最重要的貢獻是透過重用 (Reuse) 的概念，讓我們有更經濟、可靠的教材元件，未來將有可能帶動知識經濟的起飛。然而更進一步，如果教學平台的軟體元件，也能使用重用的概念，將會使得教學平台的開發更快速、更有效率。因此第二層級的 E-Learning 標準化，將提供一個實現教學平台軟體元件重用的學習環境。

### ● 第二層級的 E-Learning 標準—商業邏輯層級的標準

在第二層級的 E-Learning 標準化的規格書，比起第一層級來說，在數量上少了很多。接下來我們會介紹軟體元件整合的三個模組—1.API 整合模組、2.訊息交換整合模組以及 3.資料整合模組。並針對這三種模組，分別使用 MIT Open Knowledge Initiative(OKI)[38]、IMS Digital Repository Interoperability(DRI)[39]與 AICC/CMI Guidelines for Interoperability [1]這三個規格書為例，來說明其整合方式。

#### (1) 軟體元件整合的三種模組

為了實現教學平台軟體元件的重用，首先必須先定出一個有彈性的教學平台架構，IEEE LTSC 所制定的規格書 Learning Technology Systems Architecture (LTSA)[40]，提出一個適用於各種 E-Learning 情境的架構，從這些架構，找出在教學平台中常用的功能 (Common Services)，將他們實作成軟體元件 (MIT 的 OKI 就是這樣的一個開放碼—Open Source 的計畫)，然後在建立教學平台時，可以不斷的重用這些軟體元件。有了這些可重用的軟體元件，接下來就是如何將這些元件 (有可能是由不同組織或公司所提供) 整合在一起。就像玩樂高積木時的黏膠一樣，軟體元件的整合就是要將各自獨立的軟體元件，組裝合成為一個完整的教學平台。而以目前的技術來看，可能的整合模組有三種 [41]。透過 API (Application Programming Interface) 的使用，利用 API 的呼叫，讓軟體元件直接與另一個元件交換資料，達到整合的目的。MIT 的 OKI 就是一個實例。

透過訊息交換的方式，達到整合的目標。元件與元件之間，是以純文字的訊息交換協定，如 SOAP (Simple Object Application Protocol) [42]，來進行整合。IMS Digital

Repository Interoperability 規格書就是一個實例。資料整合的方式，則是使用 XML 檔案，或是關聯式資料庫中的記錄，來讓元件與元件之間分享資訊。AICC/CMI Guidelines for Interoperability 規格書就是一個實例。

接下來，我們就分別針對這三類軟體的整合分式及其實例加以說明。

## (2) MIT OKI—API 為基礎的整合

Open Knowledge Initiative (OKI) 是一個由 MIT 與 Stanford 大學領導的計畫。OKI 是一個很有野心的計畫，這個計畫希望能建立一套 Open Source 的、可重用的教學系統軟體元件。OKI 針對教學相關軟體的開發，定義了一個開放式架構的規格，這個開放式的架構，提供一個模組化、有彈性的開發平台，在這個開發平台上可以建構各式各樣的教學應用程式，用來改進一個組織或機構內的教學環境。

OKI 正在嚐試的是建立一套標準的介面，透過這個介面，可以讓不同製造商所生產的軟體元件互相溝通，藉以交換資訊，達到跨平台的目標。OKI 的開放式架構將系統分為四層，如圖九所示。這個架構，是由最底層開始往上設計的 (Bottom-up)，這樣設計的目的，是為了讓底層的基础建設 (Infrastructure) 與上層的服務 (Service)，可以互相貼近，不會有無法整合的情形。

由上面的分析可知，OKI 這個計畫發展的焦點，是集中在使用 API 的方式，定義與實作一套可共用的介面。這些開放碼的 API，提供一套可靠而穩定的軟體服務元件，給開發教學應用程式的開發人員使用。這種 API 的整合模組，不但可以達到程式碼再利用的目標，在將來，更有可能發展成動態的、即時的軟體元件的整合。

雖然這個共同介面可以有不同的實作方式，然而實作這個介面軟體元件，在使用的方式上是完全相同的；換句話說，重要的是一個軟體元件是否可以完成預期的功能，而不是它如何完成，因此，就算軟體元件更新版本時，和其他元件之件的互動還是不會有任何改變。這種情形就像開車一樣：操控汽車的元件—方向盤、油門和煞車，在所有的汽車裡幾乎都一樣，這就是『介面』的一致。如此一來，儘管車子的性能再怎麼改良，功能再多，甚至將引擎翻新，都不會影響車子的操控方式。

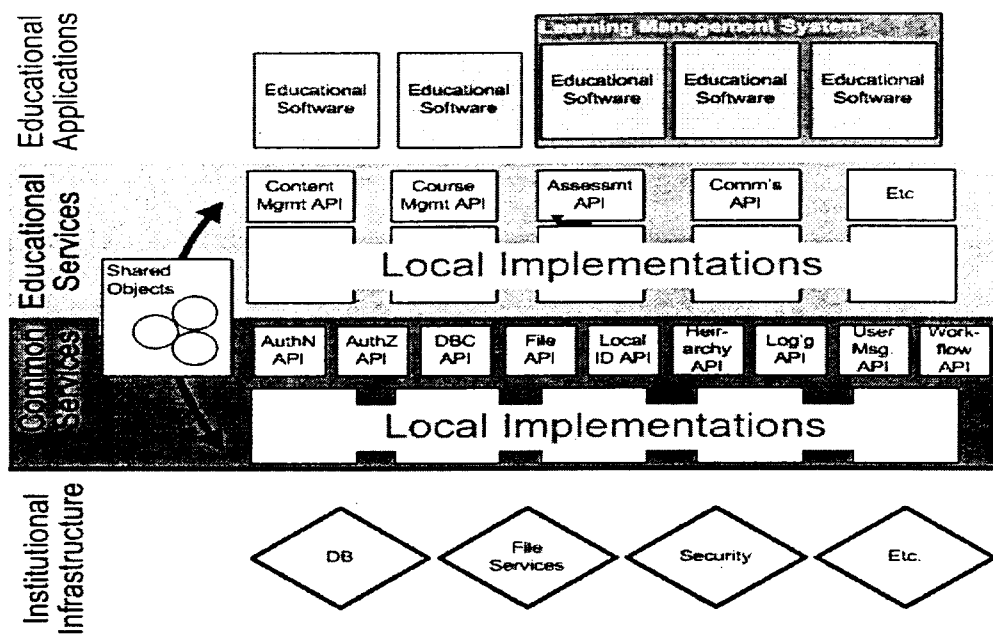


圖 11：OKI 的系統架構[38]

### (3) IMS DRI—訊息交換為基礎的整合

IMS 提出 DRI (Digital Repository Interoperability) 這份規格書的目的，是為了要提供數位化儲存庫 (Digital Repository) 的開發人員，在實作一些常見的功能時的建議，這些建議其實就是用來讓不同的儲存資料庫，提供相同的使用介面，這部分與 OKI 的努力有些雷同，只是 IMS DRI 的應用範圍縮小至數位化的儲存庫。IMS DRI 的功能架構圖，如下圖 12 中所示。圖 12 中包含了三種實體：e-Learning、數位資料儲存庫與資訊服務，以及彼此之間的互動，圖中的互動是以實線表示。這個架構圖可以幫助我們了解和釐清 IMS DRI 所要解決的問題。這三種實體為：

- \* 使用者，包括 Learner、Creator、Infoseeker 和 Agent 等。
- \* 功能元件，如資源使用者 (Resource Utilizers)、儲存庫 (Repositories)、存取管理 (Access Management) 和採購服務 (Procurement Service) 等。
- \* 資訊服務 (Information Service)，如 Registries 和 Directories。



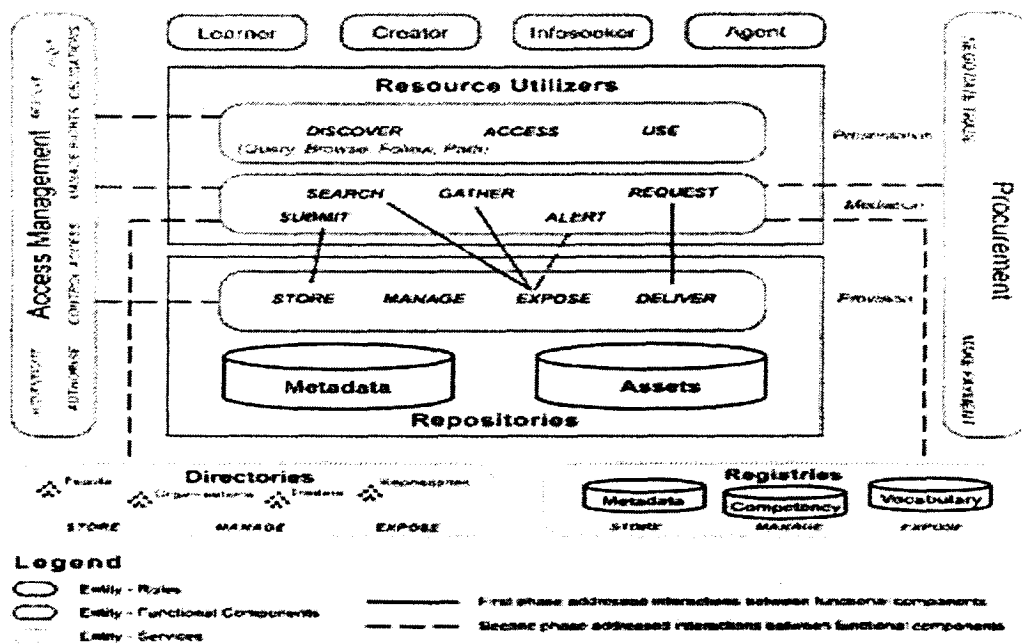


圖 12：IMS DRI 的功能架構[39]

上圖 12 中，在資源使用者與儲存庫之間的存在許多實線，這些實線表示在核心元件之間的互動，包括：

- \* SEARCH, GATHER, (ALERT) /EXPOSE
- \* REQUEST/DELIVER
- \* SUBMIT/STORE
- \* DELIVER /STORE between two repositories

在 IMS DRI 規格書中使用 Z39.50 和 XQuery 兩種搜尋協定。由於傳統的數位儲存庫如圖書館等，大都支援 Z39.50 的協定，因此，在 IMS DRI 規格書中，搜尋此類傳統的儲存庫時是透過 Z39.50。至於以 XML 為基礎的教材物件儲存庫來說，IMS DRI 則是建議使用 XQuery 的方式查詢，如圖 13 所示。元件之間的訊息的交換，則是透過 SOAP with Attachment 的方式。圖 13 提供了一個簡化過的數位化資料儲存庫其系統概觀，其中包含了圖 12 中識別出的核心功能。在圖 13 中包含了兩類的資料儲存庫：

- \* 實作某種標準或規格的資料儲存庫，如 Z39.50。

- \* 依 IMS DRI 所提的建議，實作的資料儲存庫，使用 XQuery 及 SOAP-based 的方式達到跨平台的整合。

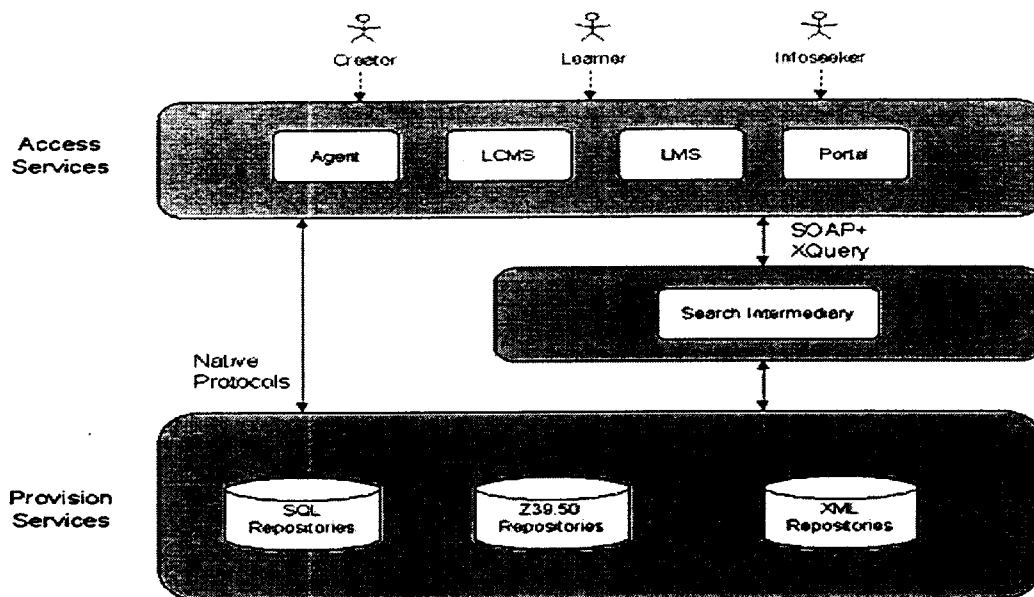


圖 13：IMS DRI 的參考模組[39]

當要在多個數位資料庫中搜尋資料時，問題就比搜尋單一的資料庫複雜得多，如果這些數位資料庫各自擁有自己的 Metadata 格式以及存取方式時，問題就變得更為嚴重了。在圖 13 的參考模組中，引入了 Intermediary 元件的概念，這個元件具有下面三個功能，可以用來簡化上述的問題：

- \* Translator Function 用來做搜尋的語法轉換，例如將 Z39.50 的搜尋轉換為 XQuery 的格式。
- \* Aggregator Function 負責接收從不同的數位資料庫中擷取的 Metadata，以利後續的查詢之用。
- \* Federator Function 將搜尋的要求傳遞給多個數位資料庫，並負責處理搜尋的回應結果。

IMS DRI 規格書在資源使用者與數位資料庫之間，使用訊息為基礎的軟體元件整合方式，不管是透過 Z39.50 或是 SOAP、XQuery 的方式，只要軟體元件有能力收送 Z39.50 或 SOAP 格式的訊息，就能進行資料的交換，達到跨平台的軟體整合。

#### (4) AICC/CMI Guidelines—資料為基礎的整合

AICC 提出這個規格書的目的，是企圖提出一些方式與法則，使得電腦課程 (Computer Managed Instruction, CMI) 得以達到跨平台播放的目標，這份規格書涵蓋了：

- \* 教學系統與課程之間的溝通方式
- \* 在不同的教學系統平台之間移動與播放課程 (Interoperability)
- \* 記錄教學評量、課程記錄等資訊

學生的評量記錄，包括了學生在進行課程或測驗時，一些互動所產生的結果。這些評量記錄不光是對教學平台有用，對於其他的教學分析工具來說，也需要借重這些記錄，來分析教學成果及學生表現，藉以調整教學策略。因此，這些評量記錄的標準化，將有助於在多個教學工具之間，分享與共用這些資訊，如圖 14 所示。

在 AICC CMI (Computer Manage Instruction) 的這份規格書中，定義了一套 API 介面，這套 API 提供了課程用以和網路遠端的教學管理系統 (Learning Management System, LMS) 溝通的標準介面，如圖 15 所示。在這份規格書中所提到的 CMI 系統，可能是一個獨立的教學管理系統，或者是一組功能獨立的教學管理功能元件。這份規則書中也定義了一個 Web-based 教材啟動的機制，教材啟動之後，才能透過 LMS 所提供的 API，來與 LMS 做資料的交換。

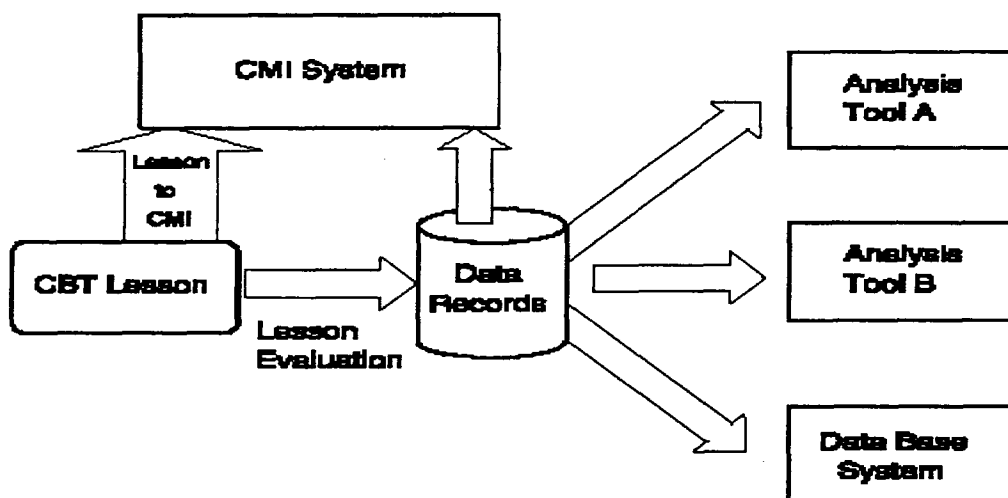


圖 14：在不同的教學平台與工具間共享課程與學生資訊[1]

在 AICC 的這份規格書 “The AICC Guidelines for Interoperability of Computer-Managed Instruction System” 中，提供了一套可行的教材啟動、互動追蹤與訊息

交換的機制，同時也企圖將學生與課程的資料模組（Data Model）標準化。透過這些機制，教材開發者或是教材編輯工具的開發者，在需要與教學平台溝通時，可以使用較高階的 API，而不必考慮底層的一些細節。雖然這些機制是針對 CMI 的資料模組所設計的，這套 API 可以輕易轉換成可以處理其他標準化的資料模組。美國國防部的 ADL SCORM 規格書，其中 Run-Time Environment 的標準化部份，包括教材啟動、互動追蹤與訊息交換，以及資料模組等，都是使用 AICC 這份規格書所提出的解決機制。

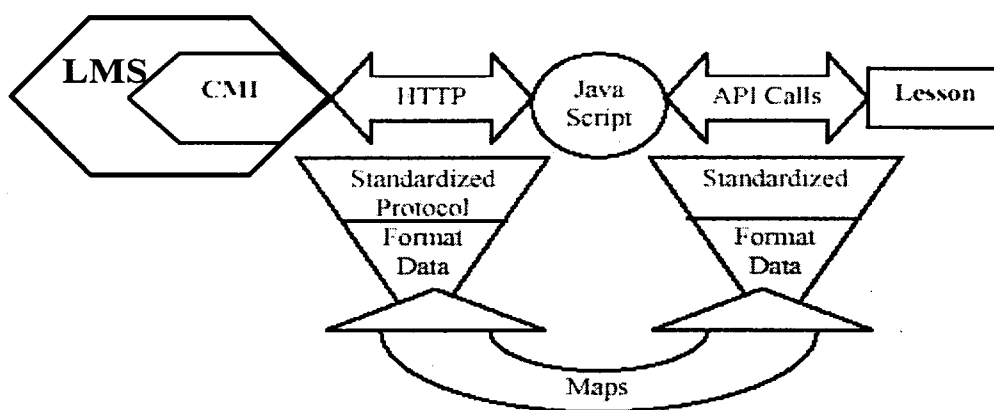


圖 15：API-based 的 CMI 資訊交換機制[1]

AICC 所提出的 API-based 資訊交換機制，仍是屬於 API-based 的軟體整合；然而在資料模組的部份，其標準化目的就是要讓不同的教學工具，能夠透過標準化的資料模組，達到資訊共享的目標。是十分典型的，以資料為基礎的軟體整合。

## 2.4 網路學習的評量、歷程與行為之分析

為了讓學習系統更適切的與學生互動，讓老師更輕易更詳實的了解學生的學習進度與學習過程，藉由記錄學習者的線上學習行為及學習者的測驗結果和作業作品成果繳交狀況，進而分析應用，將可以提供傳統學習環境下不易達成的學習功效。這些線上學習歷程的分析結果可分成提供給老師及學生參考用的兩大類，高速的計算分析統計能力，能即時的顯現各種分析圖表數據，老師可以因此了解學生於學習過程中所面臨的困難問題，依此了解自己教學的過程對學生產生的影響，進而調整補充教學內容或方向，也可以針對個別的學生提供適性化的輔導，讓整體學生的學習成果能全面性的提升；此外，藉由學習系統的即時監督即時通知重要的學習狀況，將可以讓老師更便易更有效的掌握學生學習，學習系統的參與者間的互動也將變的頻繁且有效率。對學生而言，同儕間的學習狀況（學習行為及學習成果），經由適切的統計公佈，將對其他學習者產生仿效砥

礪的作用，可以讓學生於線上學習時，感覺較不孤單，也較有學習目標與動力；若藉以提供學習者適性化的學習指引，也將讓學習更便更有效，且可以學的更完整。

而測驗的目的是在於找出學生的迷思概念進而了解其學習狀態。通常在適度的學習後應該給予診斷測驗以求讓老師與學生共同了解其目前的學習情況。但是在面對許多位能力多不相同的學生下，想要以傳統的測驗或是晤談方式來診斷學生的學習狀態是一件非常耗時且辛苦的事情。此外，許多藉由電腦技術發展的非同步遠距教學系統也紛紛上線，對於這些非同步的學習系統，因為是階段性的學習，所以更需要階段性的診斷來決定學習者的學習進度。於此，若能結合電腦技術將傳統的概念製圖診斷發展成電腦輔助測驗，將有助於學習者的學習。一個良好的測驗系統不但要能有效評估學生之學習成效，更要能診斷學生的學習障礙與盲點，幫助學生突破學習障礙、改進學習成效。因此，一個好的測驗系統必須達成兩項目標，亦即（1）分析造成學生學習障礙之根本原因，（2）建立改進學習成效。為了達成這兩項目標，學者提出了「知識地圖」[43][44]來解決網路學習環境中，學習障礙診斷的問題。

網路上充斥大量相同的教材資源，不僅浪費人力與時間資源也阻礙網路學習環境的發展，也使得網路教材品質參差不齊。整合現有的網路教材資源，讓他人可以分享教材至作者的教材內容，縮短製作教材所需要花費的時間，避免重複教材至製作的浪費，能提升網路教材品質。因此，如果可在題庫及試卷的製作上結合IMS及SCORM的國際標準，便提供網路教材分享和重覆使用的機制。

### 3、學習系統平台與內容標準化規劃

本計畫總共規劃了4個分項來針對網路教學相關的標準及雛型工具等相關研究主題來進行的分析與研究，共包含：研究分項一：標準化系統工具與教材編輯工具、研究分項二：軟體系統與平台（API）標準與 SCORM 標準採用之技術研究、研究分項三：教材內容標準化之分析與規劃、與研究分項四：教學網路學習評量、學習歷程與學習行為分析標準化之研究。本計畫之架構與各研究分項之關係請參考圖 16 所示。

在分項 3 中，其針對目前國際上所提出的網路教材標準，來進行分析與研究，以延伸與制定出符合國內本土性質的網路教材標準。所延伸之本土化標準教材，規劃為 2 層次架構，稱為教材標示語言(Teaching Material Markup Language, TMML)，分為通用型教材標準與領域特殊型教材標準，此架構除了可符合一般領域之網路教材外，對於特定領域的教材，依能滿足其特殊需求。此外，為了能快速產生符合所延伸之標準化教材，分項 3 亦發展標準教材轉換工具，以快速的轉換傳統教材成為標準教材，已建立學習元件儲存庫(Learning Object Repository, LOR)。而所延伸之教材標準 TMML，將提供給分項 1、分項 2 與分項 4 使用，進而達到建置示範模式之建立。此外，針對各國際標準所作之優缺點分析則詳列於表 4 中。

在分項 1 中，將利用分項 3 所延伸制定的 TMML 教材標準來提供與開發網路教材發展工具，可提供教師來直接利用與發展符合 TMML 標準的網路多媒體教材，而目前國際上以 SCORM 標準規範為主流，因此其所開發的網路教材工具除了可符合分項 1 所延伸制定的 TMML 網路課程標準之外，也將符合 SCORM 國際標準。在此分項中，共提供 4 種工具，包含：1. 發展工具、2. 運作工具、3. 維護工具與 4. 多媒體同步教材製作工具，而其所發展之教材編輯工具，將與分項 2 所發展的合作式教材編輯環境來進行整合，以提供教師們進行合作式的教材編輯。

在分項 2 中，除了發展與分項 1 搭配之合作式教材編輯系統之外，並針對符合 SCORM E-Learning 『教』與『學』的執行環境，來分析並比較其效能，而發展了一網路服務導向學習管理系統(Web Oriented Learning Management System, WOLMS)，以落實目前新科技的發展潮流，其包含教師端教學平台和學生端教學平台，所制定的平台工具亦能適應各行業或各領域教師的需求。此外，並發展一教材管理系統(CRMS)來建制與管理符合 SCORM/TMML 的學習元件儲存庫(LOR)，此儲存庫將搭配分項 3 所建置的 LOR。

在分項 4 中，針對分項 2 所發展的 WOLMS 來進行網路學習的評量、學習歷程與學習行為之標準化分析，以發展分析學習歷程評鑑(Portfolio Assessment)系統，來輔助老師分析學生的學習歷程、評鑑學生學習狀況，並協助學生朝向自我導向學習與增強自我反省能力等功能。同時整理分析網路學習記錄評量與學習行為分析資源結構之標準需求與種類，以提供分項 3 標準延伸與制定之參考。

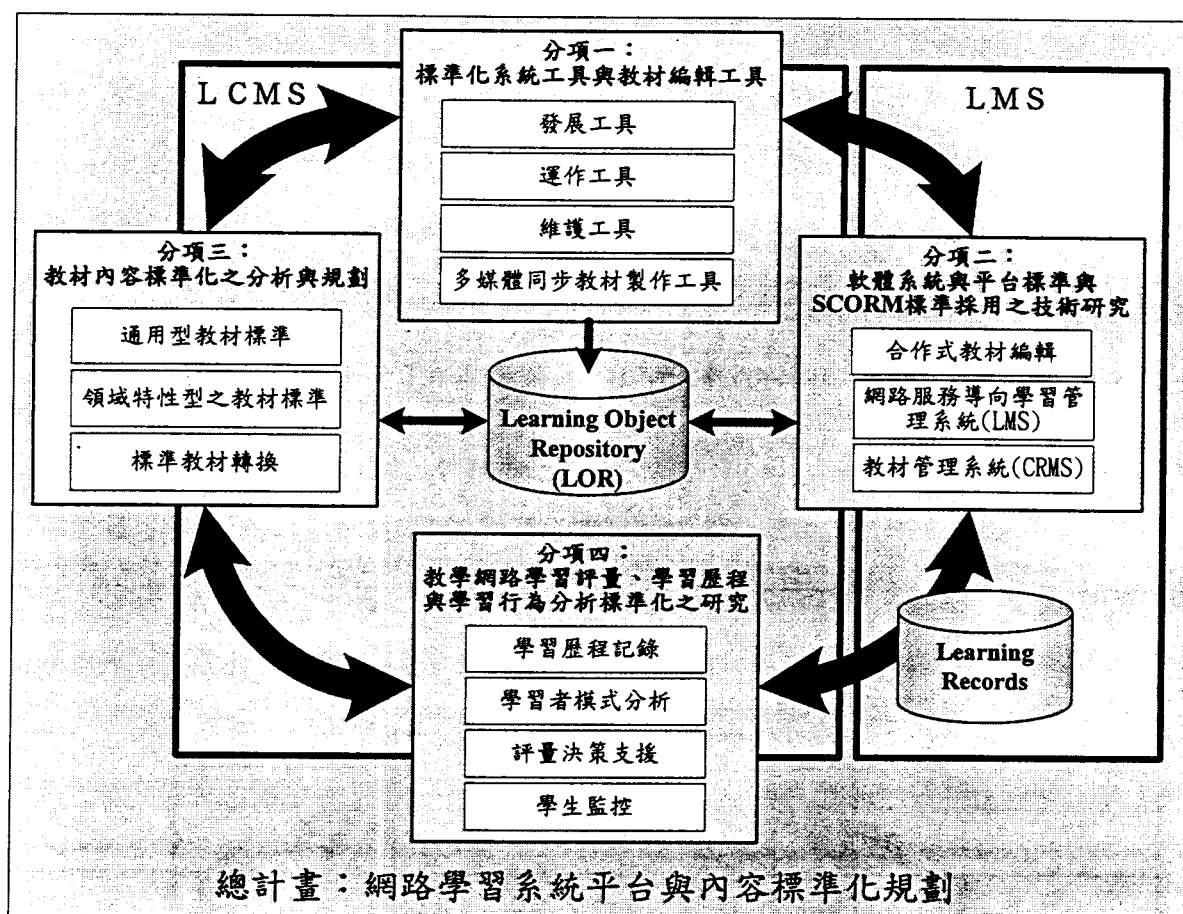


圖 16：各分項計畫之關係架構圖

後續章節中，我們將針對本計畫之各研究分項內容與成果進行說明與介紹，3.1 節介紹先介紹分項 3 所延伸制定出的教材標記語言(Teaching Material Markup Language, TMML)，如前所述，此教材標準將提供給其他分項作為網路平台與標準教材之標準規範。在 3.2 節中，針對分項 1 的研究內容[標準化系統工具與教材編輯工具]來作說明與介紹。3.3 節將對分項 3 所針對的 LMS 軟體系統與學習平台(API)標準來作敘述說明。最後，對於如何將學習歷程 SCORM/TMML 化、蒐集與分析 SCORM 學習歷程資料及診斷與分析試卷等分項 4 之研究主題，將在 3.4 節中作陳述。

### 3.1 教材標記語言(Teaching Material Markup Language, TMML)

在本計畫中,研究分項3主要目的在於分析各個國際標準規範之共通性與優缺點(參考表3),並衡量與評估國內網路學習環境與資源之本土化特質後,修訂出除具有本土化特質之外,亦可與國際標準相容之網路學習教材文件的標準規範。在共通標準的依循之下,國內不同的網路學習系統可以互相分享教學資源,達到學習資源(Learning Resource)之再利用性與互操作性之目的,以減少學習資源之開發成本與促進國內網路學習(E-Learning)之蓬勃發展。如前所述,此 TMML 標準也將提供給其他分項作為標準依循之規範,而完整之 TMML 標準規範說明請參考附錄。

因此,本研究分項3主要參考與分析國際現行的網路教材標準,在基於與國際標準相容與符合本土性教材的基礎上,根據 SCORM、IMS、LOM、AICC 與 LMML 這些目前國際最被廣泛採用的標準,針對其標準本身的優缺點,去蕪存菁地修訂了一個基於 XML 語言格式的標準化規格,稱為二層次教材標記語言(Teaching Materials Markup Language, TMML)。此架構之規劃為2層次,包含:

#### 第一層:通用型教材標準:

主要用來定義所有學科領域中通用之資源描述與定義,所以適用於各個學科領域使用。

#### 第二層:領域特性型之教材標準:

此層架構于通用行教材標準之下,用來針對不同學科的特定領域來加以深入的規範其資源描述與定義,故適合於單一特定領域使用。

TMML 兩層次的定義架構,主要原因在於目前國際標準皆僅針對網路學習資源通用之資源加以描述與定義,雖然可保留其通用性與其延伸性,但缺失去了對於特定某些領域(Domain)與學科之特殊規範,使的在特定領域上之特有需求無法被滿足。因此, TMML 便針對此一問題加以規劃與設計,制定出通用型與特殊領域型之2層次標準規範。此外,為了不因自行定義本土化之網路學習教材規範,而造成所定義之規範無法與國際相容,因此,在分析完各家國際標準之後,因 SCORM 標準規範集合各家之所長,嚴然以成為未來國際上網路教材之標準規範,其目的在於提供可再用與分享的課程元件撰寫準則。SCORM 將 E-Learning 系統上的教材視為元件,透過 API(Application Program Interface)



來操作與分享這些教材元件，目的是讓網路上不同的學習管理系統，可以分享所開發設計的學習教材，達到重複使用的目的。

雖然 SCORM 標準具有：1. 統合現有各大國際標準(IMS、LOM、AICC 等)、2. 建立一套可行的實際範例、3. 系統架構完整等優點，但它仍有其潛在之缺點，例如：1. 雖然 SCORM 1.3 中採用 IMS 所制定的[學習者個人資訊(Learner Information Profiles)]與[學習者學習路徑(Simple Sequence)]等標準來提供個人化教學，但其中仍存在著許多問題。另外，SCORM 對於教材的安排是由系統所指定，而系統的決定卻是由教材編輯者所決定。因此，此種教學方式，較像傳統教學，全體使用者會被安排到相同的學習路徑，而使用者也無法動態的選擇想要學習的教材。

因此，TMML 在基於與國際標準相容與兼具本土化教材特質之雙重考量下，便以 SCORM 作為基礎，在針對本土化與其不足之處加以延伸，以成為 SCORM 的超集合(Super Set)，此種方式，可同時兼顧國際相容與本土化之雙重要求，此外，亦可藉此模式，可簡易的與其它分項之研究成果作結合。圖 17 即為 TMML 之基本架構圖，從圖中可明顯看出 TMML 以 SCORM 為基礎，包含了 SCORM 的基本 Metadata、並融入了 Simple Sequence 與 Question & Test Interoperability 的功能，在加以作延伸。

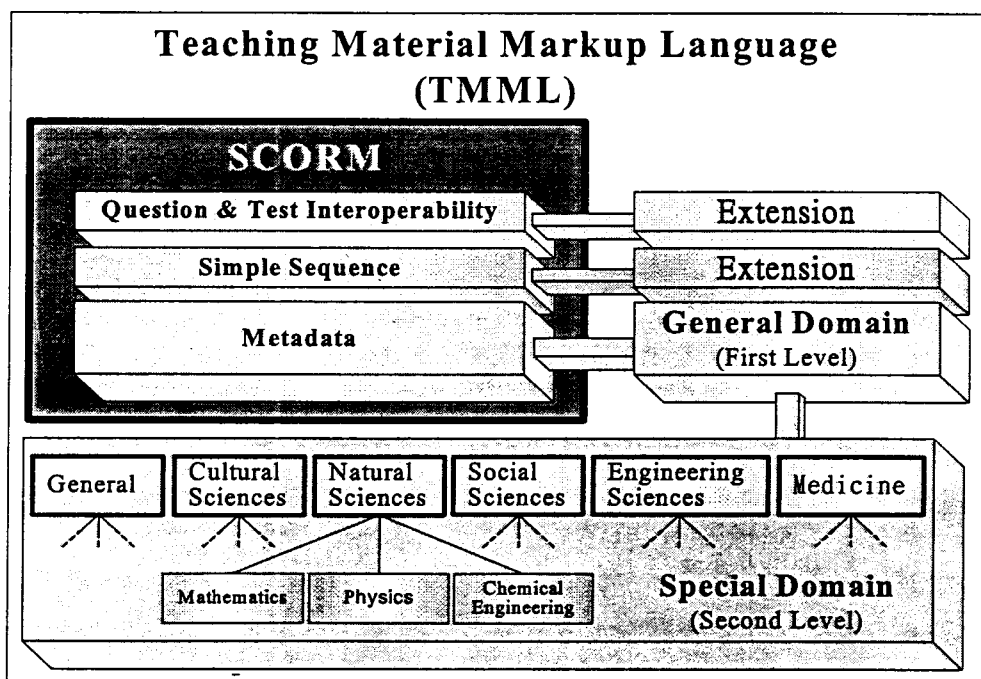


圖 17：TMML 基本架構圖

### 3.1.1 TMML 教材標準之詮釋資料(Metadata)

TMML 教材標準之詮釋資料(Metadata)主要包含 4 部分，而每部分亦包含數類，總共可分為 14 類：(1) 一般(General)、(2)生命週期(Life Cycle)、(3) 再詮釋資料(Meta-Metadata)、(4)技術支援(Technical)、(5)教育特性(Educational)、(6)使用權力(Right)、(7)技術支援(Technical)、(8)註解與評論(Annotation)、(9)分類(Classification)、(10)類別(Category)、(11) Assessment、(12)Section、(13)Item 與(14)Simple Sequence。其 TMML 之架構如圖 18 所示。

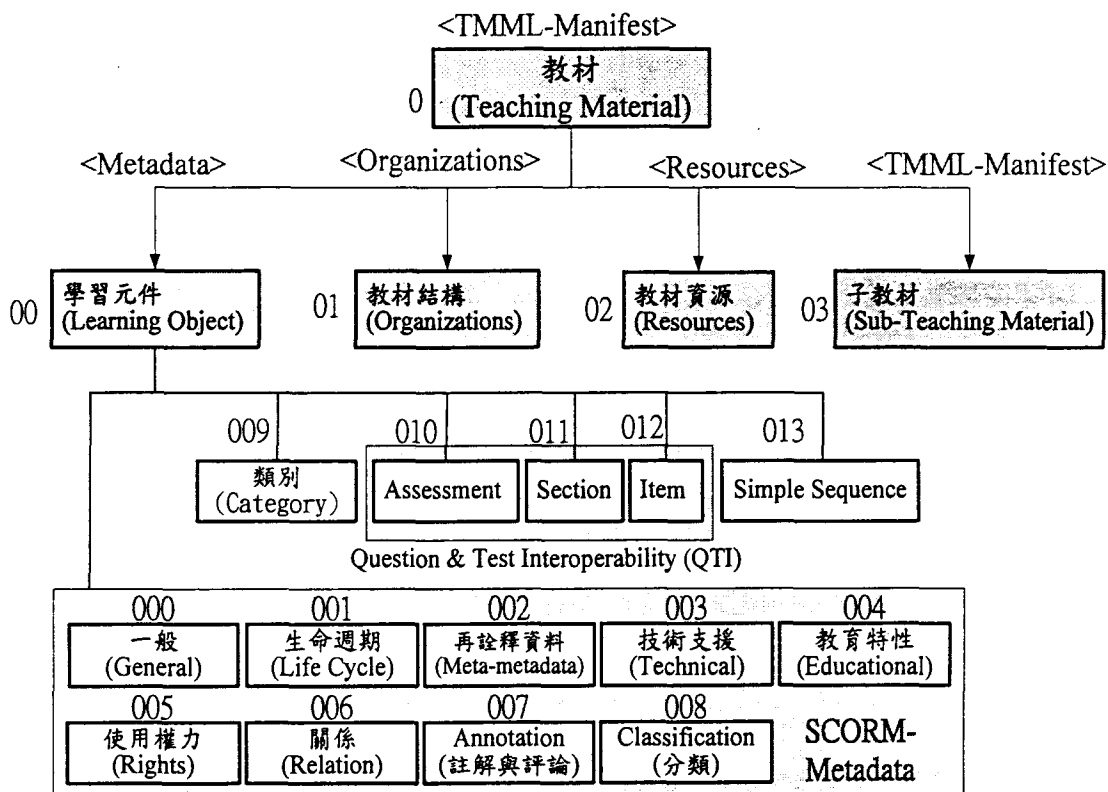


圖 18：TMML 之完整組織架構圖

- TMML 的詮釋資料(Metadata)：

1. SCORM 基本 Metadata：

- (1) General(一般資源描述)：包括 title, description, date of creation, version 等，組合一般性資訊描述整個資源。
- (2) Lifecycle(歷史資料)：描述歷史性資料和這個資源目前狀態以及影響這個資源演進的相關人員。

- (3) **Meta-metadata(再詮釋資料)**:描述 meta-data 本身記錄相關資訊，非此資源資訊。
- (4) **Technical(技術性資訊描述)**:描述技術需求與此資源的特性，包括實體教學教材實際位置。
- (5) **Educational(教育特性)**:描述此資源教學或教育上的特性。
- (6) **Rights(狀態描述)**:描述使用此資源在知識層次特性的權力和狀況。
- (7) **Relation(關聯性描述)**:描述此資源和其他標的資源之間的關係和特性。
- (8) **Annotation(註解與評論)**:提供在教育上使用此資源的建議，以及此資源在何時由誰所建立的相關資訊。
- (9) **Classification(分類)**:描述此資源屬於哪一個系統領域類別。

## 2、TMML Specific Metadata :

- (10) **類別(Category)**:針對國內特有之學門分類之標籤定義。

## 3、問題與測試互操作性(Question & Test Interoperability, QTI)之 Metadata :

- (11) **評估(Assessment)**:相當於測驗(Test)。
- (12) **章節(Section)**:是其他 Section 或 Item 的組合。
- (13) **項目(Item)**:QTI 中最小的獨立單位，

此部分之 Metadata 主要是在參與與分析 SCORM 與 IMS 的 QTI 架構後，根據目前國內之使用需要，加以延伸與修訂而成。

## 4. Simple Sequence 之 Metadata :

其主要目的是為了來控制整份教學活動的教學過程，以達到教學自動化之目的。

TMML 之第一部分為 SCORM 之基本詮釋資料，其詳細之標籤定義與範例說明可以參考第 4 章節中的 TMML Metadata 規範說明，故在此不再贅述。以下僅針對 TMML 之第 2、3 與 4 部分作定義與功能詳述。

### ● 類別(Category) :

TMML 之第 10 類 Metadata 為類別(Category)，在此類中，在本土性之教材考量下，

本計畫特地參考與依照了中國圖書分類與國內教育學科分類之特有分類方式加以修訂而成，可以提供教材在本土性標準分類上的需求，此外，亦可成為與特殊領域銜接之接口，以構成二層式之教材標準架構。另外，為了在系統實做上之方便與標準日後之延伸，我們將類別中之細部元素(Element)採用編碼方式來處理，且以逗點(·)來區隔出 Metadata 中之階層關係，以保留可追蹤性與延伸性。其 Metadata 架構如圖 19 所示。

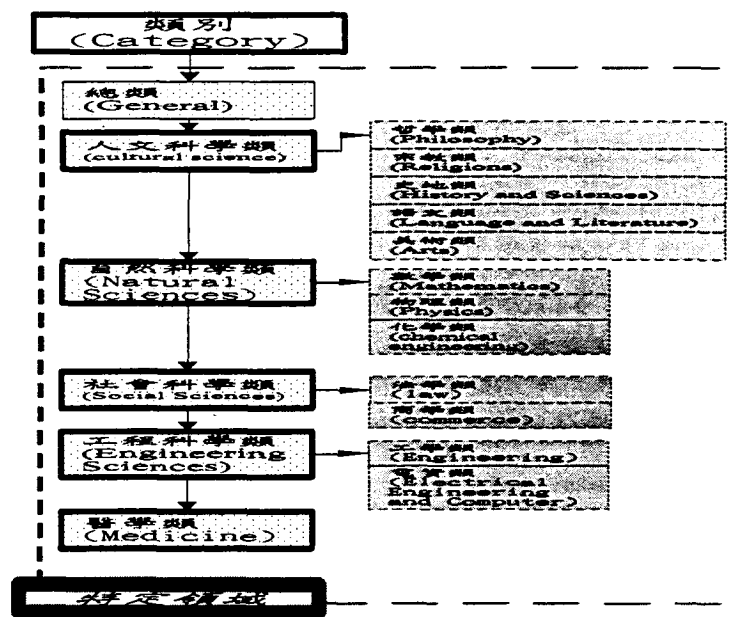


圖 19：TMML 之 Category Metadata

● 問題與測試互操作性(Question & Test Interoperability, QTI)之 Metadata：

隨著網路學習(E-Learning)環境的受到重視，雖然 SCORM 標準以制定出網路教材文件之標準規範，但是對於試題文件的定義卻無明確之規範。而現有的題庫系統因為沒有統一的標準格式，因此各系統間不能有效的互相共用試題資源，導致了重複的試題開發，浪費了大量的人力物力，且使得題庫無法得到廣泛的普及，這現象與傳統的網路教材一樣，遭遇了相同的資源共享、互操作性之問題。此外，因試題資源無法得到廣泛的使用，使得題庫的修訂和校正缺乏完善的資料基礎，因此也難以提高整個題庫資源的品質。因此，為了使各學習系統中之試題資源亦可達到和網路教材一樣可以具有互操作性、長期性、可獲得性、可擴展性和可重用性等特性。因此，本計畫便參考了 IMS 國際組織所制定的[問題與測試互操作性(Question & Test Interoperability Specification, QTI)]標準規範，此規範主要在解決目前試題資源的獨享性和缺乏開放性等問題，來加以延伸與修訂，以解決 TMML 在題庫資源互操作性上之問題並可與國際題庫標準相容。圖 20 展示了利用 QTI 規範來實行題庫資源互操作性之示意圖。

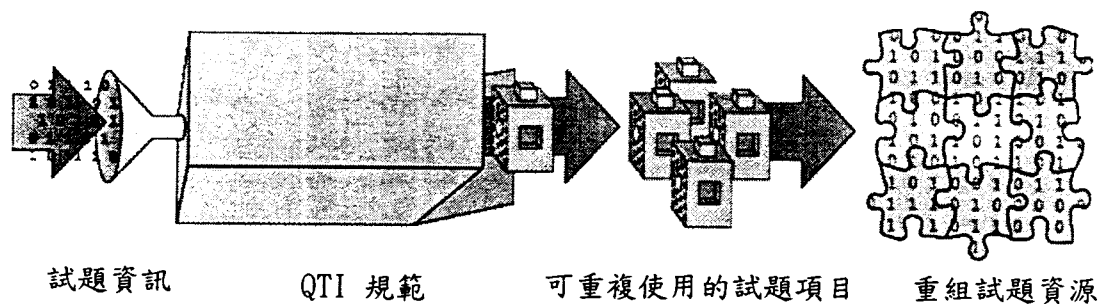


圖 20：QTI 之互操作性示意圖

TMML 的 QTI 中，定義了一 ASI 資料模型，該模型為 QTI 互換模型提供了題庫中內容的表現形式和內容的組織方法，即為如何對已有的內容進行組織描述。

此模型包含以下 3 個元素：

### 1. 評估(Assessment)：

相當於測驗(Test)，是“Section”的集合。Assessment 是由一個或多個 Section 所組成，而 Section 又是由一個或多個 Item / Section 組成的，ASI 結構定義是可遞迴的。在 QTI 中只能有唯一的一個 Assessment，而在 Assessment 彼此間不存有關聯 (Relationship)，每個 Assessment 必包含至少一個 Section，但不能直接包含 Item。

### 2. 章節(Section)：

是其他 Section / Item 的組合。Section 可以巢狀、可包含一個或多個 Item 與可允許定義空的章節(Null Section)。

### 3. 項目(Item)：

為 QTI 中最小的獨立單位，用以涵蓋題目所涉及的所有內容。Item 包括了問題的表述、構成、計分和反饋等全部資訊。Item 不允許巢狀架構。

題目和 Item 的主要區別就在於：Item 不僅包括了[題目]本身，還包含顯示資訊、回應處理資訊、提示和解決方案以及反饋等與[題目]相關的資訊。

以上 3 三個物件構成 TMML QTI 部分中的 ASI 模型，並以 XML 語言來定義此資料模型，其 ASI 架構如圖 21 所示。

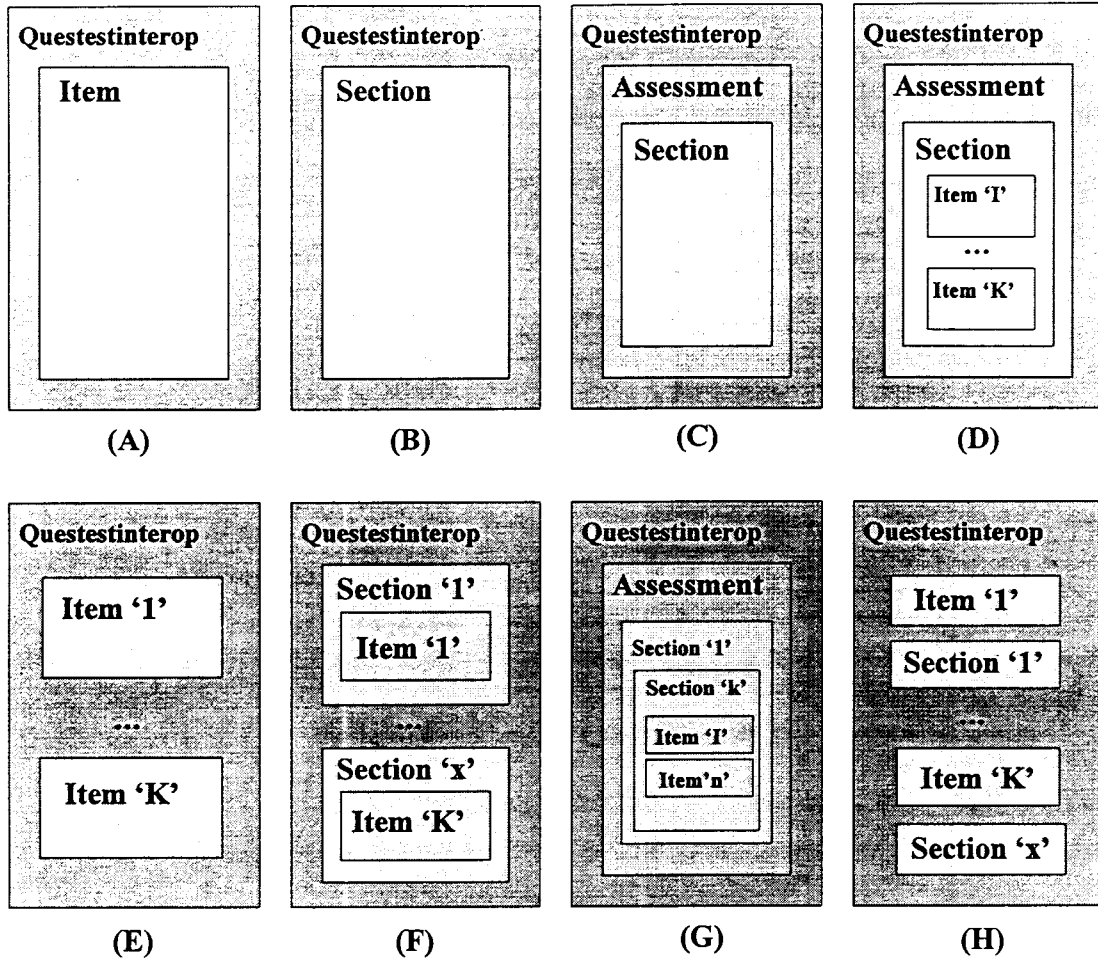


圖 21：QTI 之 ASI 模型架構

TMML 參考 IMS 的 QTI Metadata，並加以截取其精華後再根據國內使用之需要，加以延伸修定與融入 TMML 的 Metadata 中。圖 22、圖 23 與圖 24 分為 TMML 的第 11、12 與 13 類 Metadata 之架構。

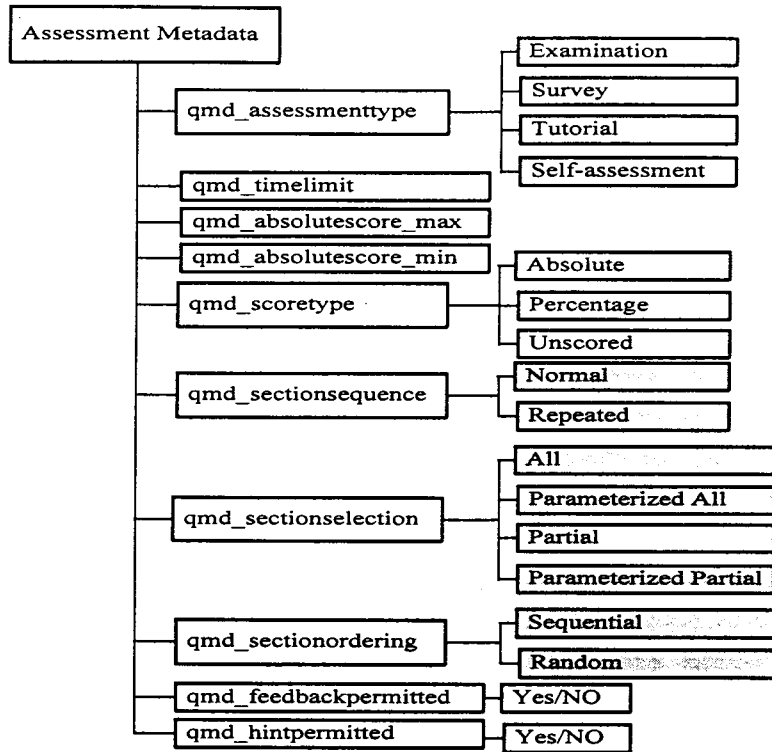


圖 22 : Assessment 之 Metadata 架構

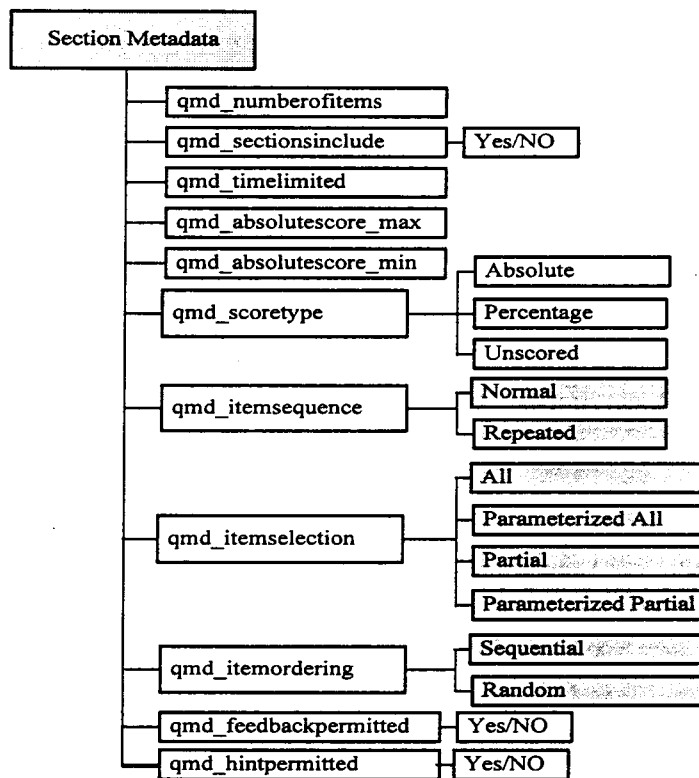


圖 23 : Section 之 Metadata 架構

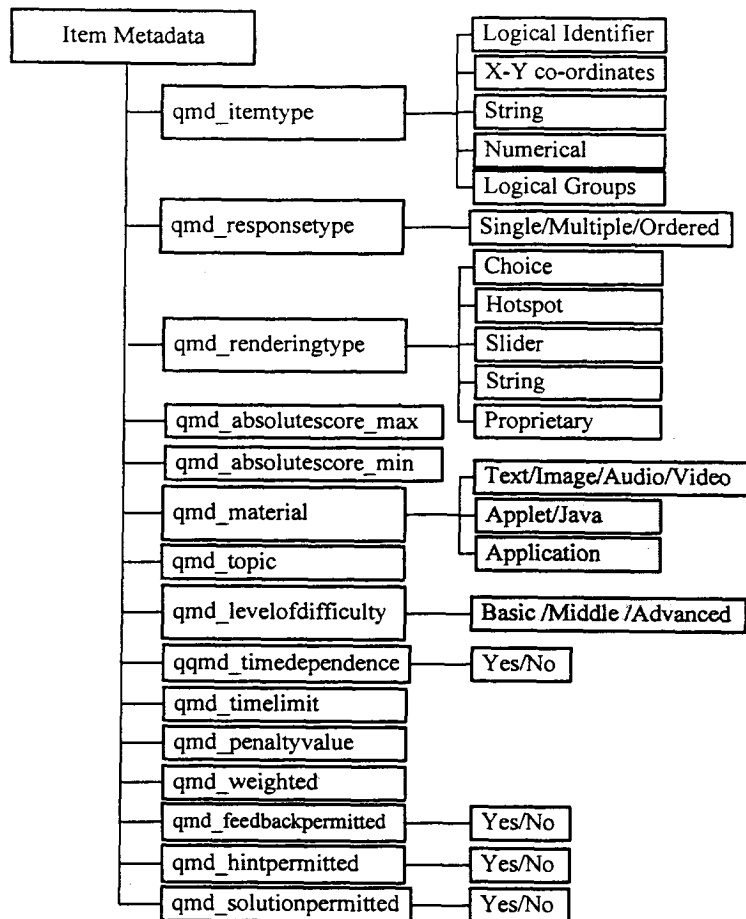


圖 24：Item 之 Metadata 架構

● **TMML 之 Simple Sequence Metadata：**

ADL 於 2002 年 11 月公佈 SCORM 1.3 版[45]，此版本參照了 IMS [2]的簡單順序規範(Simple Sequencing Specification, SSS)，此規範主要是依據學習活動(Learning Activity)的概念與因應實際的學習情境(Learning Situation)需求所提出的。主要在規範系統如何呈現學習內容(Learning Content)給使用者學習的學習順序(Sequencing)，系統可以根據不同的學習情況，來提供不同的學習內容與不同的學習導引順序。而其所指的學習活動概念，可能是指使用一個學習資源(Learning Resource)，也可能是由許多的子學習活動(Sub-Activity)所組成；SCORM 1.3 之學習活動為一叢集的階層式組織，如圖 25 所表示。由一父節點與其子節點所構成，每一父節點包含其叢集的學習順序規則(Sequencing Rule)與策略，許多的叢集即組合成一活動樹(Activity Tree, AT)。



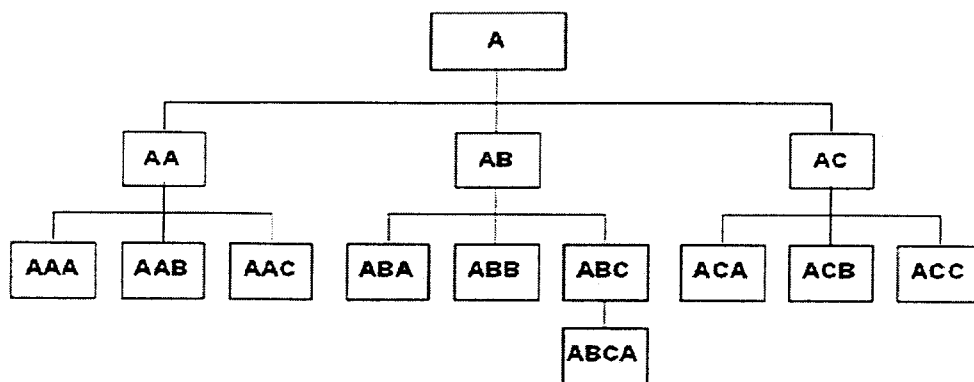


圖 25: 活動樹(Activity Tree)之架構 [10]

SSS 包含兩個資料模型：1.追蹤狀態模型(Tracking Status Model, TSM)與 2.順序定義模型(Sequencing Definition Model, SDM)。前者 TSM 定義了當學習者與學習管理系統產生互動時，所應紀錄的相關資料，例如:成績、教材學習次序...等等，其中尚定義有 1.課程活動學習資訊(Activity Progress Information)、2.教學目標學習資訊(Objective Progress Information)與 3.課程經驗學習資訊(Attempt Progress Information)等三種資料定義。而後者 SDM 則定義了在學習活動中，不同之學習順序的次序建議與限制。

在 SDM 所制訂的 Metadata 中，有 2 資料模型：1.順序控制模式(Sequencing Control Modes, SCM)與 2.順序規則(Sequencing Rules)。SCM 主要定義一般常用的學習路徑，例如:隨機學習(Randomization)、只向前學習(Forward Only)...等等；Sequencing Rules 則主要定義規則中的條件與動作，並設定相關標準字彙庫，可以讓教師或是教材編輯者自由填寫教材的建議學習規則。其規則為 *if <condition set> Then <actions>* 之格式，而此格式相當適合用來發展規則式推論引擎(Rule Based Inference Engine)。因此，藉此 SSS 規範，系統便可以發展智慧型推論引擎來進行學習活動導引之推論以提供學習者最適合的學習路與課程。

如同前面所述，在 SCORM 1.3 草案中，規範了系統如何呈現學習內容給使用者學習的學習順序的簡單順序規範(SSS)。因此系統可以根據不同的學習情況，來提供不同的學習內容與不同的學習導引順序。此規範有利於智慧型學習系統的發展與教學活動規劃的互通與分享。因此，TMML 除了需要靜態的教材標籤定義(第 1 至 13 類)之外，亦需要動態的學習導引規範，故亦納入 SCORM 最新的 SSS 規範，雖然 SSS 的 Metadata 與 SCORM 的其它標籤功能相關，但基於功能模組化之考量，我們將其獨立規劃為 TMML 的第 14 類。此外，依據目前 SSS 的定義，內容相當詳細，以至於稍嫌繁瑣，過多的標

籤定義，會導致教師在做學習活動之規劃時感到厭煩，因此，我們根據實際之需求，將 SSS 加以精簡，TMML 之 SSS 標籤架構請參考圖 26 所示。圖中主要包含 Control Mode 與 Sequence Rule，此 2 部分定義於 SSS 中之 Sequence Definition Model，主要用來規範與決定教材呈現之先後次序與衡量規則(Rule)。Control Mode 定義常用的教材導引順序，目前 TMML 引用了常用的 Choice、Flow 與 Forward Only 三標籤，其餘 SSS 相關標籤將視後續 TMML 之發展而考慮是否納入或予以延伸。

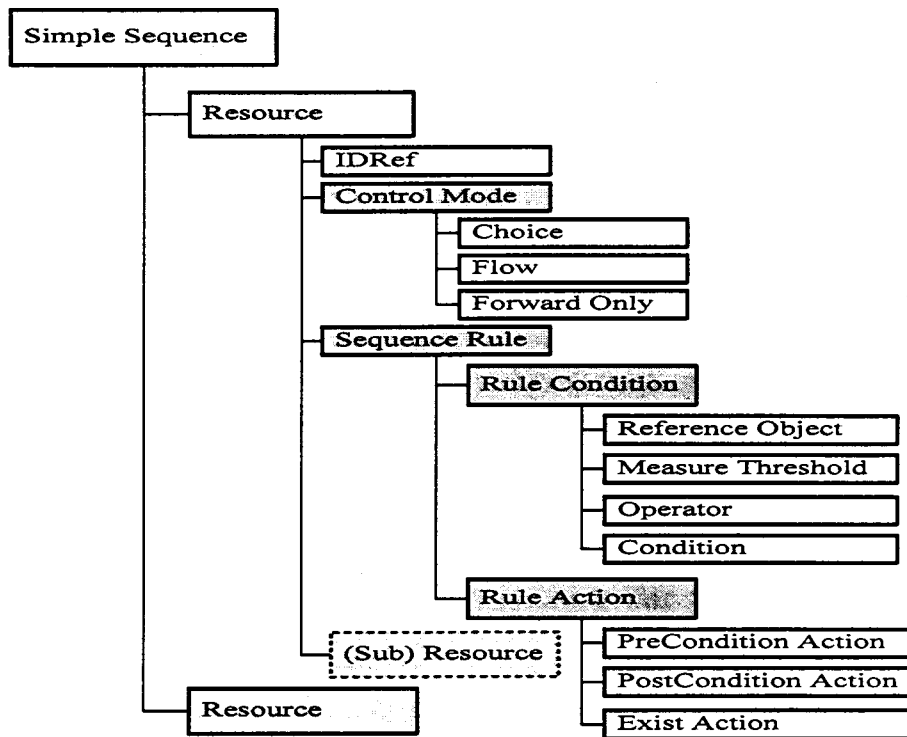


圖 26：TMML Simple Sequence 架構

亦如先前所述，Sequence Rule 利用 *if* <condition set> **Then** <actions> 格式來評斷與決定教材之呈現順序與時機，這有利於智慧型教學系統的發展，Sequence Rule 裡 Rule Action 主要參考 SCORM 的 Precondition Action, Exist Action, Postcondition Action 三種定義，以利學習系統作為教材選擇之執行處理。此外，TMML 延伸加入(sub)Resource 之定義，主要為了允許教材間可以以巢狀或是平行的組織來做呈現。而所用到的 Vocabulary 定義可參考圖 27 所示。目前我們已利用 TMML 之 Simple Sequence 標籤定義結合推論引擎與 SCORM RTE 來實做智慧型教學系統，細節可參考本計畫所發表文章[46]中之內容說明。

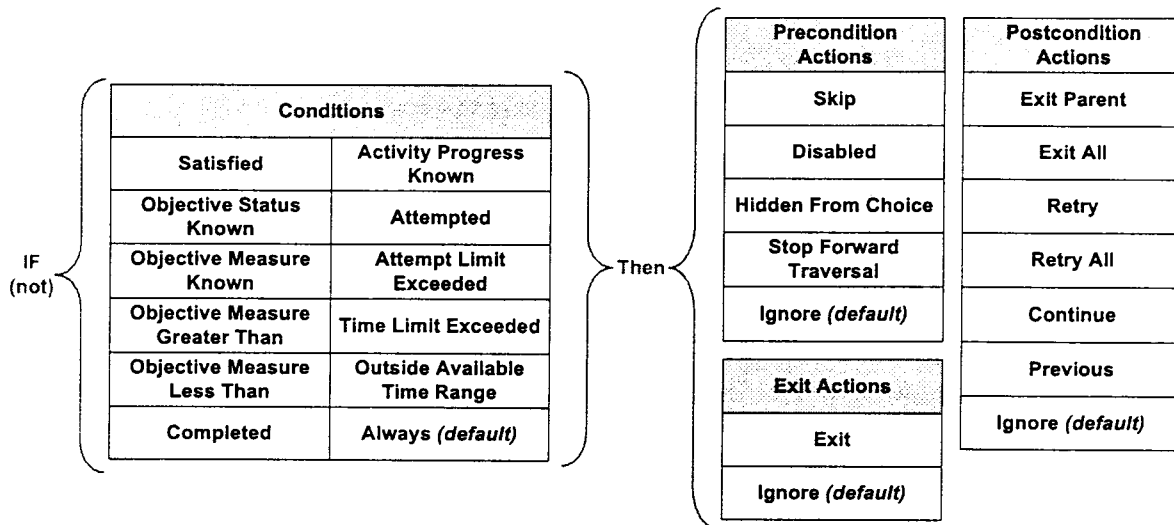


圖 27：Vocabulary 之內容定義

● SSS 與 QTI 之結合：

依照目前 TMML 的標籤定義，除第 10 類外，主要包含 SCORM、QTI 與 SSS 規範 3 部分。如前各章節所述，QTI 與 SSS 之標籤定義皆有部分與 SCORM 基本標籤相同，因此在納入之時，已將重複之部分刪除。而依照 QTI 目前之規範，雖然可利用 Selection 與 ordering 標籤來控制試題之呈現順序與排列方式，但在彈性上仍嫌不足，而 SSS 的主要概念便是在能有效的控制學習活動的引導與教材的呈現順序，因此，將 QTI 導入 SSS 的標籤定義可解決 QTI 彈性不足之缺點，故在 TMML 目前的規劃中，便在分析 QTI 與 SSS 之差異後加以修定與延伸，因此教師除了可以規劃教材的學習導引之外，亦可結合試題規劃，達到更好的教學管理。參考圖 28 所示，在學習活動部份，可引用 TMML 的 Simple Sequence 定義，而在試題的規劃上，可引用 TMML 的 QTI 標籤架構。在一學習活動的導引過程中，如前所述，教材的呈現次序之決定與規則定義于每份教學活動或課程的 SDM 資料模型中，而學習者所有學習過程(Learning Path)中的所有行為將紀錄在追蹤狀態模型(Tracking Status Model, TSM)中，因此，TMML 將 QTI 與 SSS 互相結合確實可得互補之效。

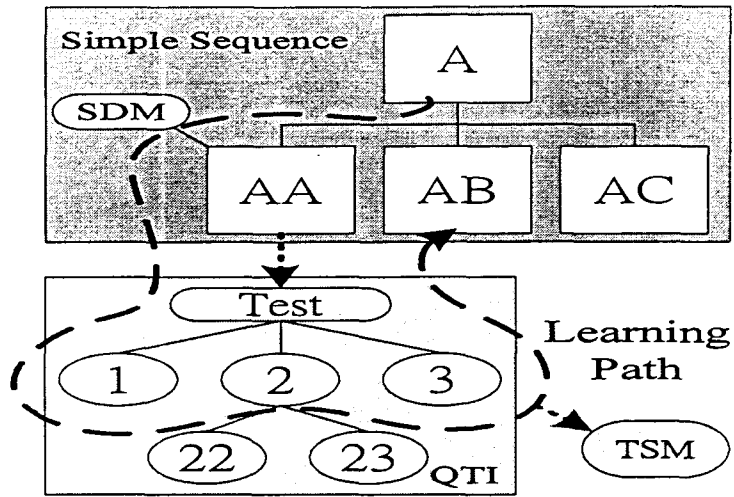


圖 28：TMML 中之 QTI 與 SSS 架構之結合

### 3.1.2 TMML 之內容包裝(Content Package)

網路學習教材除了要有一致的教材標記標準外，為了能夠在不同的學習管理系統(LMS)間互相交換、流通與轉換，還需要有一致性的教材包裝機制。因此，我們參考 IMS 所提的 Content Packaging 模組，維持其原有架構來加以做延伸。TMML 的 Content Packaging 大致上與 IMS 格式相符，一份教材(TMML-Manifest.xml)共分成以下四個部份：

1. **Metadata**：整份教材之詮釋資料與所使用之 Schema 版本。
2. **Organizations**：定義整份教材之組織邏輯架構。
3. **Resources**：參考至所使用到的實際教材檔案(Physical File)。
4. **TMML-Manifest**：引用外部的 TMML-Manifest 檔，使課程可以任意組織、串連，或形成巢狀結構。

其包裝架構如圖 29 所示，其中圖 29(A)為 TMML 包裝機制的示意圖，而圖 29(B)則列出整個包裝架構之細部結構，其中，Metadata 中之 TMML-Metadata 將會分別參考至 3.1.1 節中所討論的 TMML 之 Metadata。

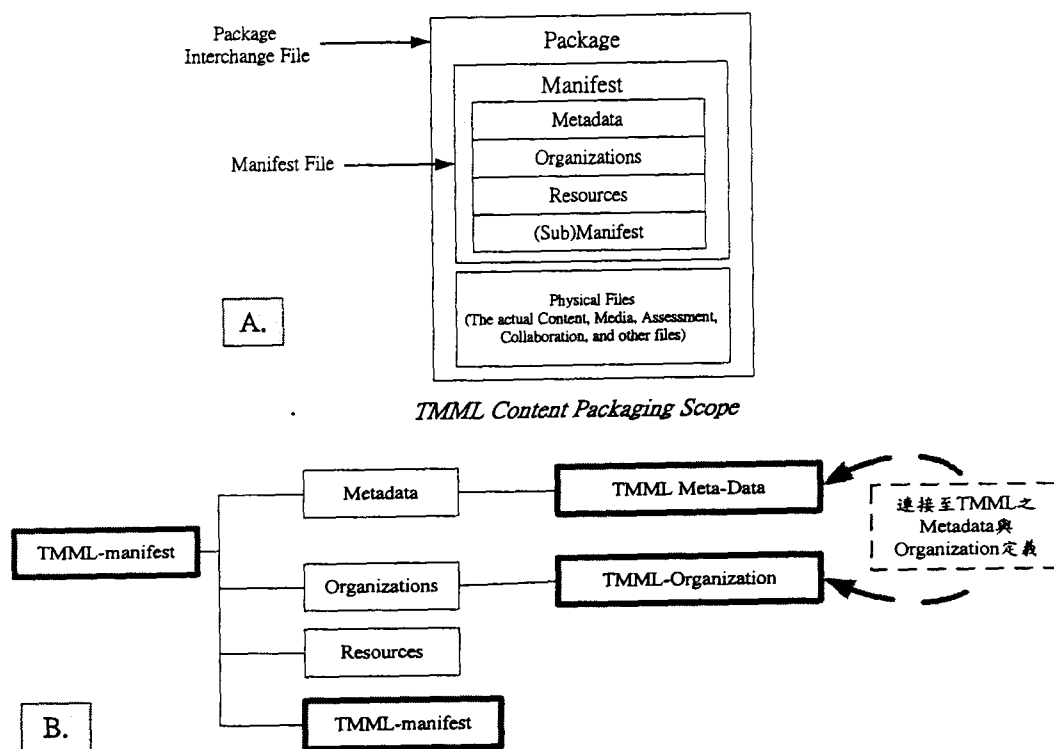


圖 29：TMML 之內容包裝(Content Packaging)架構

### 3.1.3 TMML 之教材組織(Organization)架構

為了能夠針對學生的學習結果進行分析與能夠精確的定義出教材中之細部結構，因此 TMML 在教材組織部份，做了詳細的規劃與細部的定義，除了將內容細分成「說明」、「摘要」、「媒體」、「範例」...等等，也會參照 Metadata 中不同的學科而有不同的擴充內容，愈下層的節點代表愈屬於特定領域的標準，在同一路徑下，下層節點可使用上層節點的標籤，使標籤的使用更具彈性，並提供更細緻的描述，將教材作完美的表達。參考圖 30 所示。這解決了目前國際標準無法提供學生之學習結果分析與不具本土特性之問題。

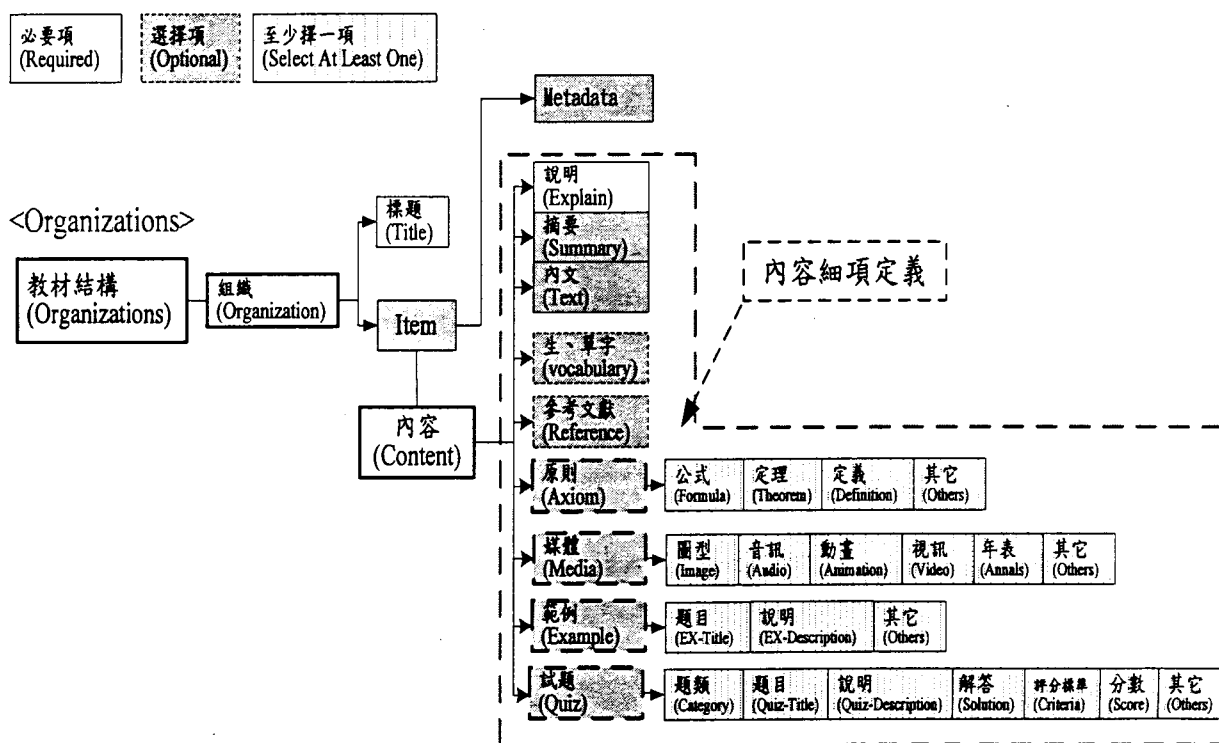


圖 30：TMML 之教材組織(Organization)

### 3.1.4 TMML 與特殊領域之結合

TMML 為 2 層次之教材標準規範，第一層位通用型，第二層為特殊領域型，因此，TMML 標準規範需要能簡易的與其他特殊領域所制定的詮釋資料作密切的結合與擴充。基於此考量，本計畫所延伸的 TMML 標準規範，並不以 XML DTD 作為資料模型之描述，因為 DTD 為靜態的描述語言格式，不具有良好的擴充性與延伸性，如要擴充需重寫整個 DTD。因此，目前 TMML 採用 XML 最新的描述方式：XML Schema。XML Schema 為動態之 XML 格式，具有良好的擴充性與延伸性，因此可以快速的與其他特殊領域作擴充與結合。以下將以例子說明 TMML 如何利用 XML Schema 來與特殊領域作擴充與結合。

#### 1. 利用 XML Schema，針對不同領域做 element 上的延伸：

例子 1：TMML 的 Content/Media 標籤下共包含四個元素：

Images、Audio、Animation 與 Annals。

而欲結合 TMML 與 TMML\_CS (TMML 的 Computer Science 領域)之 Metadata 定義，則可以在 TMML 的 Content/Media 標籤下直接增加 ProgramFile、ProgramCode 這兩個元素，使得 TMML\_CS 可成功的擴充 TMML 的 Content/Media，成為 Images、Audio、Animation、Annals、ProgramFile 與 ProgramCode 這六個元素。參考圖 31 所表示，利用此種方式，各個專業領域，例如：歷史、數學、電腦、英文等等，都可以針對現有的 TMML 的架構加以擴充，不需要像 DTD 一樣重新寫整個架構。

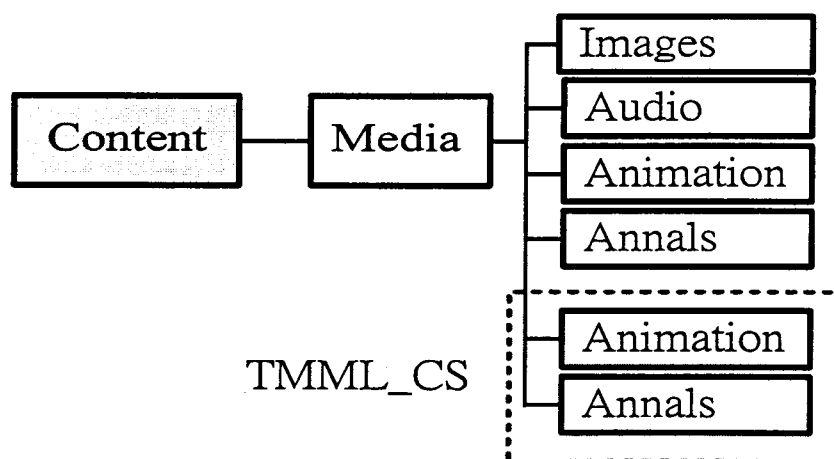


圖 31：TMML 與 TMML\_CS 擴充之元素示意圖

而針對以上的例子，此“Media”元素的擴充之XML Schema可以圖32之方式來撰寫：

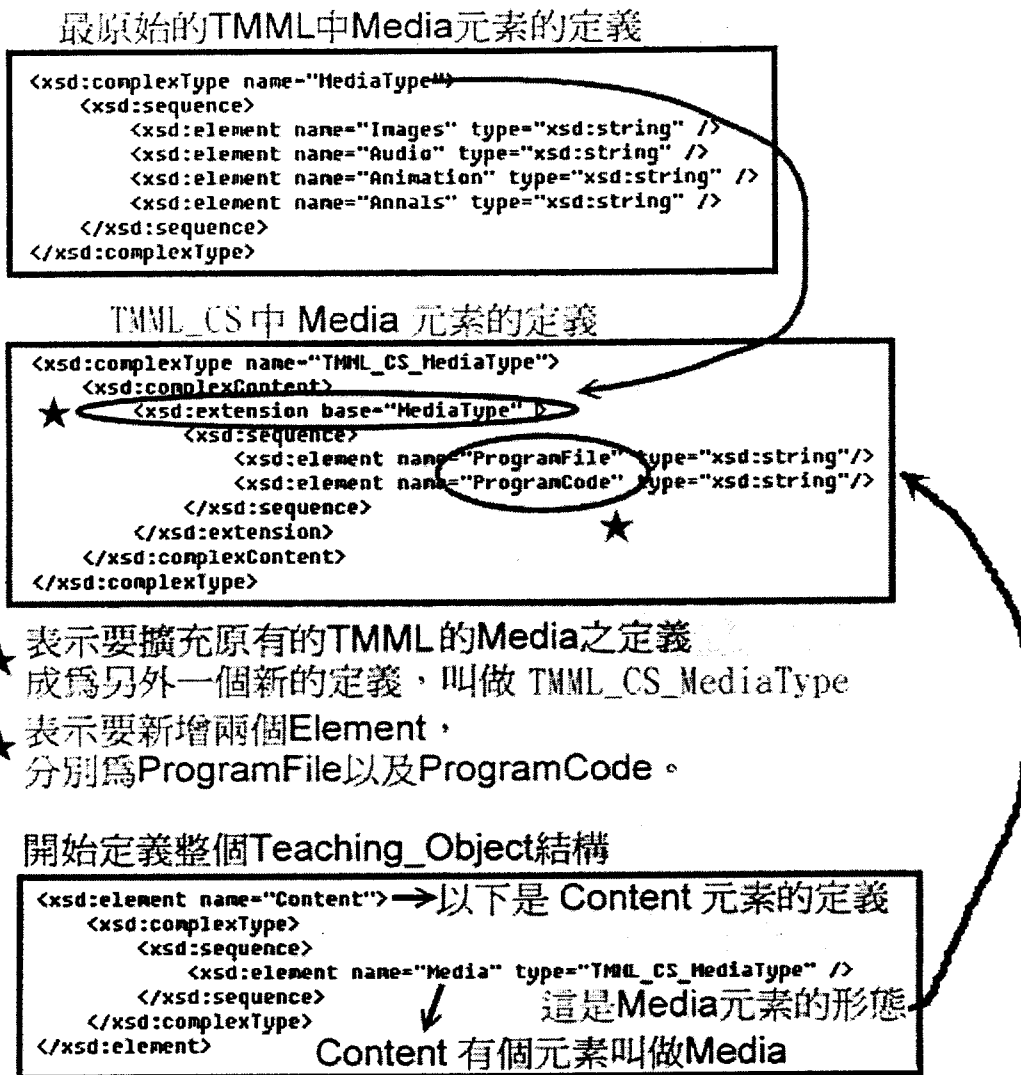


圖 32：TMML 與 TMML\_CS 擴充之 XML Schema 撰寫方式



例子 2：當 TMML\_CS 如要符合 TMML 版本時，所應該要定義出來的 Schema File。

參考圖 32 之撰寫方式，依此方式，Media 元素的形態則換成 TMML\_CS\_MediaType，換言之成功的將 Media 元素擴充了兩個元素：ProgramFile 與 ProgramCode，其結果如圖 33 所示。

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
            targetNamespace="http://e-learning.nctu.edu.tw"
            xmlns="http:// e-learning.nctu.edu.tw "
            elementFormDefault="qualified">
```

這邊是宣告 TMML 一些較低層元素(如 Media, Example 等) 的定義

```
<xsd:include schemaLocation="tmml_type.xsd"/>
```

這邊宣告 TMML\_CS 要擴充的元素，定義成新的 Type: TMML\_CS\_MediaType

```
<xsd:complexType name="TMML_CS_MediaType">
  <xsd:complexContent>
    <xsd:extension base="MediaType" >
      <xsd:sequence>
        <xsd:element name="ProgramFile" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="ProgramCode" type="xsd:string"/>
      </xsd:sequence>
    </xsd:extension>
  </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
```

這邊是 TMML 原有的骨架

```
<xsd:element name="TeachingMaterial">
```

當定義到 Media 這個元素時，要將 MediaType 換成 TMML\_CS\_MediaType

```

<xsd:element name="Media" Type="TMML_CS_MediaType">
.
.
</xsd:element>
</xsd:schema>

```

圖 33：TMML\_CS.xsd(符合 TMML 標準規範的 Computer Science 之 Schema File)

## 2. 利用 XML Schema，可以針對 element 做內容上更多的規範。

例如：假使有一元素稱為 IP，其本身格式定義要求除了是字串之外，還需要符合 IP Address 寫法的規定，如 111.222.111.222。

則利用以下之 XML Schema 便可簡單達到此定義要求，而在 DTD 中，字串就是字串，沒有辦法再加以規範其內容。

```

<xsd:simpleType name="IP">
  <xsd:restriction base="xsd:string">
    <xsd:pattern value="(((1-9)?[0-9]|1[0-9][0-9]|2[0-4][0-9]|25[0-5])\.)}{3}
      ([1-9]?[0-9]|1[0-9][0-9]|2[0-4][0-9]|25[0-5])">
    </xsd:pattern>
  </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>

```

目前 XML Schema 針對內容上有非常多的規範功能，下圖 34 便是 XML Schema 所定義的一些“Primitive Datatypes”。

- Primitive Datatypes
  - string → "Hello World"
  - boolean → {true, false, 1, 0}
  - decimal → 7.08
  - float → 12.56E3, 12, 12560, 0, -0, INF, -INF, NAN
  - double → 12.56E3, 12, 12560, 0, -0, INF, -INF, NAN
  - duration → P1Y2M3DT10H30M12.3S
  - dateTime → format: CCYY-MM-DDThh-mm-ss
  - time → format: hh:mm:ss.sss
  - date → format: CCYY-MM-DD
  - gYearMonth → format: CCYY-MM
  - gYear → format: CCYY
  - gMonthDay → format: --MM-DD
- Atomic, built-in

圖 34：XML Schema 所定義之“Primitive Datatypes”

### 3.1.5、特殊領域教材導入方法論

在進行資料結構課程的規劃與實證前，我們在這先提出了特殊領域的導入方法，因為不同領域的教材都有其個別的需求，我們無法以相同的規劃滿足所有領域教材的需求，所以我們提出了程序性的導入方法，讓各領域的專家學者規劃出最合適該領域的標準，這樣也能加快分項計劃中 TMML 標準的推廣、增加 TMML 與國際標準的競爭力。以下幾個小節我們就逐項的詳細說明之。

#### ● 特殊領域教材導入原則：

1. 良好的整體規劃：不同領域的教材標準，具備一些個別的特性與需求，所以必須審慎的做好標記結構之整體規劃，否則思慮不周的規劃，不但會造成使用上的不便，而且在與上層連結時，會造成整合上的困難。
2. 標準化的導入流程：這有助於推廣、擴充此標準到其他領域，而且可以縮短個案分析評估時間。
3. 整體架構之穩定性、擴充性與整合性：具有彈性的結構規劃，對未來擴充、修改及整合是極為重要的，而且要具備穩定性，修改以不影響上層結構為原則。
4. 整體架構未來之自我維護更新：詳細的說明與良好的規劃，對標準未來架構的維護及更新修改有相當大幫助。
5. 標準與系統間之互動與整合：特殊標記被制定出後，相對地需要開發搭配的工具，而標準與系統平台之結合效能也要列入考慮。

#### ● 導入程序：

我們將導入的經驗整理為程序化的導入步驟，這樣就能將我們的經驗與技術轉移到其他領域的制定上，也有助於 TMML 標準的推廣與應用。在這我們根據系統開發與分析的相關書籍與理論，我們研擬出以下的導入程序(如圖 35 所示)：

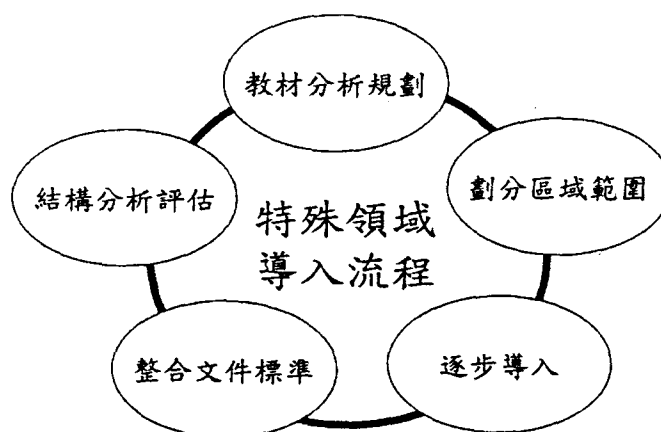


圖 35：特殊領域導入 TMML 流程

1. 領域教材分析規劃：我們在規劃時可以依循下列的步驟：

- a). 選擇目標領域：面對於龐雜的知識領域，要如何選擇優先導入的目標？我們提供了一些選取目標的參考，簡單的先做、基礎重要的先做、應用量大的先做、易見績效的先做。在通用性的基礎規劃完成後，我們才能快速地將標準延伸至個別性的領域。
- b). 蒐集現有教材及相關資料：選擇目標後，緊接著就是蒐集現有的教材和相關資料，用來提供後續步驟的分析之用。
- c). 需求分析：我們可以從藉由蒐集現有書面或電子教材中找出共同需求，或著透過問卷的方式或取有豐富經驗教學者的經驗，然後將這些需要加以整理提出。
- d). 確認研究範圍：需求分析完成後，依照提出的需求規劃出研究的範圍，並且確認目標範圍是否正確。
- e). 決定研究方法：針對提出的需求，找出適當的解決方案，並且決定採用的方法。

在我們實作的經驗中發現，教材分析規劃需要花費較長的時間，不過一但規劃完成就能快速地完成後續的步驟。

2. 劃分範圍區域：當同一領域中有多個團隊同時進行標準規劃，或者目標領域組成結構複雜時，就必須事先劃分個別負責的工作範圍，以免浪費人力物力。
3. 逐步導入：做好規劃後，我們先由上而下逐步地依照教材內容特性做分類，然後逐層分析往下拓展，直到符合提出的教學需求為止。這種方法能讓對上層通用 TMML 不

熟悉的各領域專業人員，迅速地完成各領域特殊標記的規劃。

4. 整合教材文件標準：逐步地將各部分的規劃做整合，以得到完整的教材標準。
5. 結構分析評估：完成文件標準整合後，必須經過評估的程序，以免訂定之標準結構不符合使用習慣，或是過於繁瑣或粗糙不符合實際應用的需求。我們先利用一般化的方式將性質相同的類別與以合併，以及將較為通用的類別往上層提昇，在這裡可分為幾個部分加以討論：
  - a). 標記所屬類別：因為我們採用逐步導入的方式做教材的分析，所以難免會有無法顧及整體的疑慮，所以我們此時需要就各個標記所屬的類別做評估，讓各標記符合所處類別的特性，不符合者可考慮移動到其他類別或產生新的類別。
  - b). 學科領域整合：在多學科完成規劃後，需要整合各學科標準，將以及性質相似、重複的類別往上層提昇成為通用的類別型態。同理，不同領域課程在整合時也採取相同的做法。
  - c). 標記實用性：一些較繁瑣的註記未必是教學時需要使用的，反而增加教材編輯者的使用負擔、降低使用的意願，這樣有違本計劃推動標準化的本意，此外 XML 格式的標籤本身就具有可讀性，所以在標記的命名上必須做一番評估，要讓使用者能直接望文生義，不需再做一番猜測，而且盡量使用現有、大家能接受的名稱，如此對於現有的教材也比較能快速的轉換成設計出來的標準。此階段的評估方法有兩種做法，一種是在標準規劃完成後，透過問卷的方式詢問教師使用各標記的意願；另一種方法就是在教材上線後，透過分析統計的方式找出使用率極低的標記，然後評估其原因，再決定是否與以刪除或合併或移動到其他的類別層級。

### 3.1.6 與 TMML 標準連結方法

依照前幾節所述之導入原則與程序後，就能產生一份完整的教材文件標準，接著我們就需要將規劃完成的標準與上層 TMML 做連接。在分項計劃中提出的 TMML 已預留下延伸到特殊領域的空間，所以只需要利用 XML Schema 的擴充延伸性，在原先 TMML 的架構下，透過預留的 Axiom（原則）標記，將規劃好的領域教材標準連接上，這樣就能在不改變原先架構原則下，擴充不同領域的教材標準需求。（請參考 3.1.4 TMML 與特殊領域之結合）

### 3.1.7 資料結構教材導入 TMML 之規劃與實證

為落實資訊基礎教育課程學習資源標準規格的實用性，我們以「資料結構」課程進行實驗，實際制訂該課程的詳細標準規格，使教材分享的概念得以真正落實。

#### ● 領域教材分析規劃：

1. 選擇目標領域：基於以下的考量：a) 簡單的先做，b) 基礎重要的先做，c) 應用量大的先做，d) 易見績效的先做。在眾多的學科中，我們挑選資料結構學科作為研究的目標，因為資料結構屬於資訊領域，對我們而言是較為熟悉簡單的學科，而且屬於變化度高的資訊類教材，其次它是資訊領域中非常基礎但重要的課程，在許多的學科中都會應用到資料的型態與結構，而且較容易見到績效。
2. 蒐集現有教材及相關資料：經過蒐集與調查後，我們發現國內大學資料結構課程的參考書，大多是採用 Ellis Horowitz, Sartaj Sahni, Susan Anderson-Freed 所著的 Fundamentals of Data Structures，為了因應授課需求的不同，我們也一併參考了 Pascal、C 以及 C++ 版本，此外我們也將一些網路上的教材列入考慮分析。
3. 需求分析：除了一般通用性教材的需求，如提供語意搜尋、教材元件重複利用以便教材編輯，在資料結構課程中，我們可發現一些特殊的需求，例如教師會需要介紹各種常見的資料結構型態，以及可應用在哪些實作範例上。此外，應用這些結構的演算法的時間複雜度也是重點項目。
4. 確認研究範圍：我們在研擬資料結構的教材標記時，我們發現必須先將底層基礎的資訊領域教材一般性標記予以規劃，所以我們研究的範圍就設定在資訊領域一般性標記與資料結構的特殊型內容標記上。
5. 決定研究方法：因應第 3 象提出的需求，我們決定將教材內容的種類做分類，以達成查詢及重組的需求；此外，考慮到教材的擴充性彈性，以及標準相容性，我們決定採用跟上層相同的階層式 XML Schema，然後採用由上而下的方法由鉅而微的分析處理，因為這種方法能讓對上層通用 TMML 不熟悉的各領域專業人員，能迅速地完成各領域特殊標記的規劃。

#### ● 劃分範圍區域：

目前我們只專注在資料結構的導入規劃上，所以範圍較小，只需針對資訊一般性的資訊共用標記，以及資料結構教材標記做規劃。

● 逐步導入：

我們先由上而下先按照類別分類，再依教材內容特性與以特殊化，接著逐層分析往下拓展直到符合教學的需求為止，以下幾個小節我們就詳細的加以說明之：

1. 領域架構分層：

首先需要先為教材的領域學科層級結構做好規劃，如此可助於我們將焦點集中在單一領域上，當我們依照領域的不同做區分後，接著在將此領域下的學科做區別。依循這個概念我們可以在 TMML 預留的 Axiom 標記下直接連接數學、資訊、化學...等領域型的標記，目前本計劃只做了資訊領域的延伸嘗試，若是將來需要加入其他不同類型領域時，就需要再增加一個層次，然後將相近的領域歸在一類型下，例如：音樂、美術歸於藝術類，電機工程、資訊工程歸於電機資訊類，也就是說 Axiom 下先依類別分類後再依領域做區分。

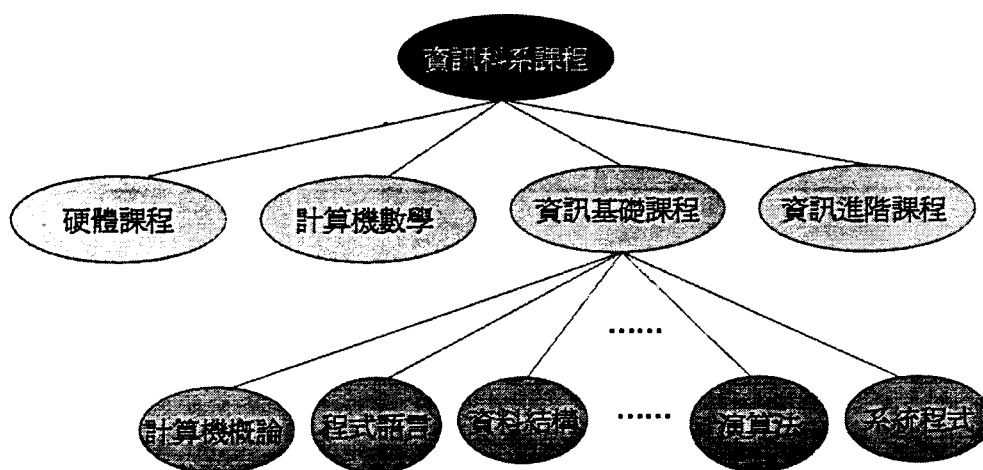


圖 36：資訊基礎課程本體概念圖(Ontology)

在資訊基礎課程的本體 (Ontology) 概念圖中 (圖 36)，我們可發現資訊領域課程又可細分為許多的科目，如：計算機概論、程式語言、資料結構...等學科，通常細分到學科層次時已能符合大多數的需求，甚至會有劃分過細需要將層級扁平化縮減的現象，在後續標記結構評估的部分會再加以討論。

2. 領域共用標記分析：

確定領域分層的結構後，就能將重心放在特定領域上，接著就需要開始收集、分析



此領域的教材特性，我們可以把這些教材的特性視為教學素材的種類，然後劃分為兩大類來思考，一類是媒體物件類，也就是此教材中特屬的媒體型教學素材；另一類就是內容文字類，即此教材專屬的文字型教學素材。

以資訊領域教材為例，我們可以整理出以下的種類：

- [1] 媒體物件類：資訊類的教材中具有了一些多媒體物件，例如：圖像、聲音、視訊，這些已定義在通用的層次中，所以不需要另行定義重複的標記。我們也整理出一些與一般教材不同的資訊類媒體物件—「可執行的程式檔案」、「流程圖」，可執行的程式可以讓教師在教學過程中執行某個程式，用以加深學生的學習印象，而流程圖可以協助教師說明一些程式或演算法的流程。
- [2] 內容文字類：內容標註是用來讓敘述性的文字變成有價值的知識物件，在資訊教材中我們整理出了「演算法」、「程式碼」、「公式」、「定理」、「命題」、「證明」、「定義」。

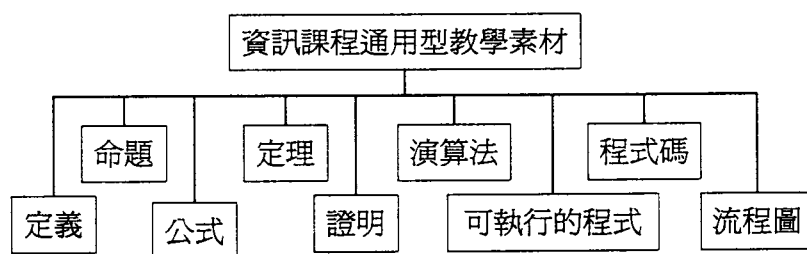


圖 37：資訊領域通用型標記

依照上述的資料分析方法就可以得到資訊領域層次的教材標記（圖 37），其中我們發現「演算法」這類型的較學素材具有很大的結構性，而且在教師教學的過程中，或許會需要運用一些細節的資訊來講解演算法的內容，所以我們針對了這個特性又將「演算法」依兩大方向往下延伸：

- [1] 設計使用技巧：我們可以依常見的演算法設計技巧分為 Divide and Conquer、Greedy Method、Dynamic Programming、Backtracking、Branch and Bound、Pram algorithm、Others 這些種類。
- [2] 演算法結構：裡面存放的是整個演算法的結構程式，首先依照物件導向程式和一般傳統程式設計方式做初步劃分，接著才開始描述演算法的架構。藉由狀態區塊（statement-part）描述演算法的結構將更加的清晰，而且教師只需專注在演算法的教授，不用因為學生程式背景不同而要改變教材。

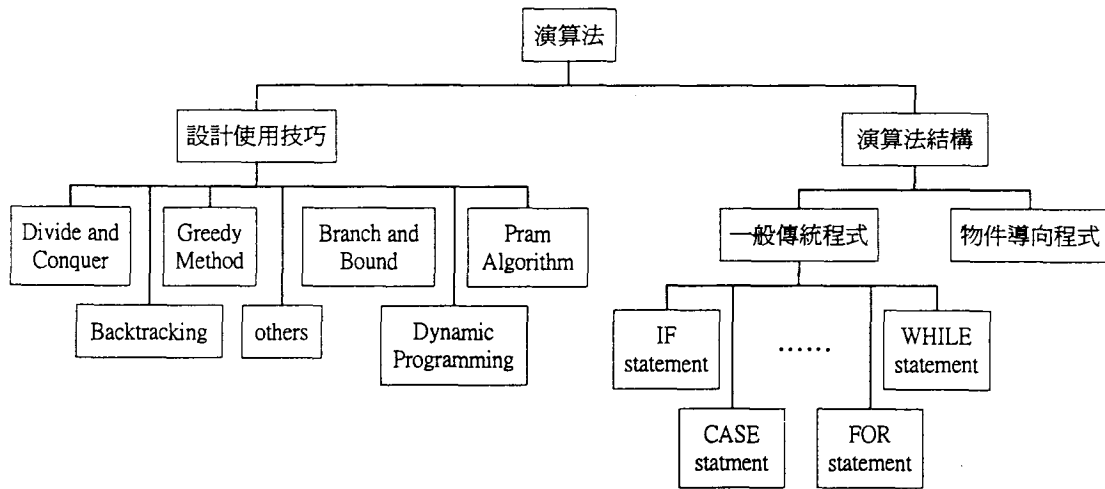


圖 38：演算法內容延伸

### 3. 學科特殊標記分析

整理出領域共同標記後，緊接著分析學科教材中特殊的標記需求，步驟與領域共用標記分析的方法相同。而在分析資料結構學科的需求後，我們發現資料結構課程著重於儲存的結構和複雜度分析，所以依照此特性我們提出了以下的規劃（見圖 39）：

[1] 複雜度分析：底下區分為最差、平均、最佳狀態下的複雜度描述資料。

[2] 抽象資料型態：包括了以下元素：

a). 儲存結構：抽象資料型態中物件的儲存結構。內含單個或多個「組成元素」，例如在串列出現一次的指標和多次的節點。

b). 操作的函式群：具有單個或數個「操作函式」。

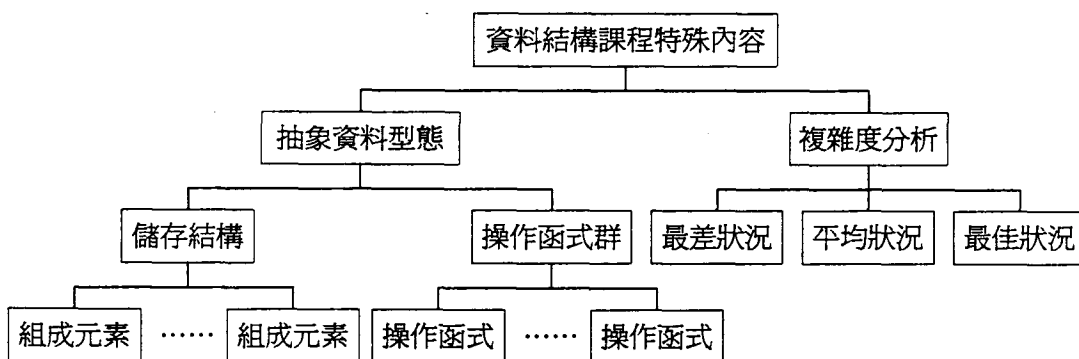


圖 39：資料結構課程內容結構

- 整合教材文件標準

針對多個學科領域標準，我們需要先進行領域學科的整合，因為我們採用的是 XML Schema 的文件標準，所以對整合而言是非常容易的，我們只需將「資料結構課程」與「基礎資訊課程」標準做連結（圖 40）。

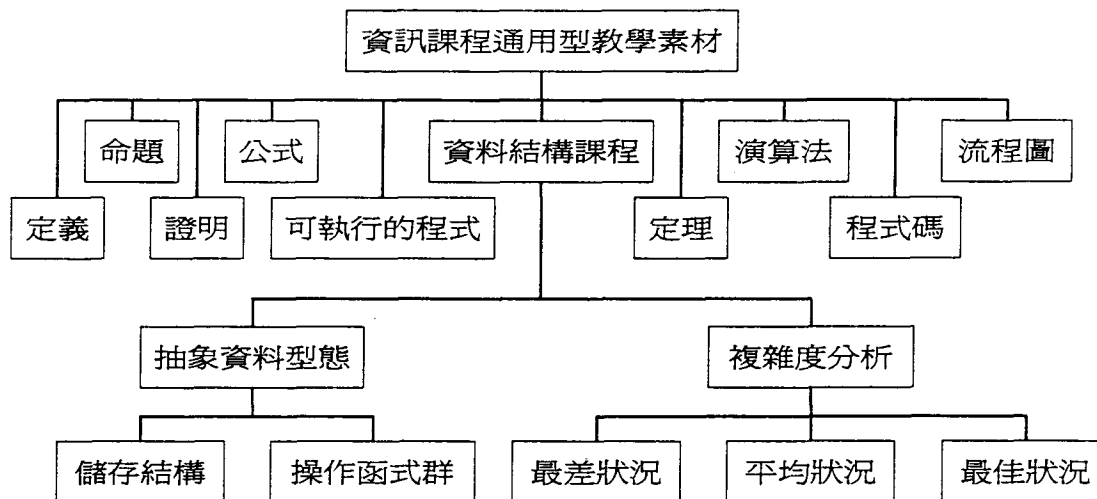


圖 40：資訊領域整體內容結構

- 結構分析評估

在完成標記的規劃後，就需要開始檢視分析整個結構的完整性與實用性。我們利用一般化的方式將一些性質相同的種類與以合併，而較通用性的類型往上層提昇，在此可分為幾個評估方向加以討論：

- [1] 標記所屬類別：這個部分主要是檢視各標記所在的類別層次是否合宜，目前在我們的實作驗證中發現，「資料結構」課程之下的「複雜度分析」要移到「演算法」類型之下較為適合，所以這時就需要考慮整個結構的分布，因為「複雜度分析」移出後，「資料結構」學科標記就只剩下「抽象資料型態」，這是因為資料結構是相當基礎性的課程，所以大多數的資訊領域課程會使用到資料結構的知識，在此考量下我們需要考慮是否需要為「抽象資料型態」衍生出資料結構學科。目前我們只做了資料結構方面的研究尚不足夠，所以暫時決定保留「資料結構」學科標記。
- [2] 學科領域整合：主要在處理度同領域延伸標準中的重複類別。例如我們將資訊與數學領域標準做比較後，發現有些內容種類是重複的，如：「公式」、「定理」、「命題」、「證明」、「定義」，此時就需考慮是否將這些標記移至較高的層級。通常在較多領

域都會出現的標記，我們就可以將此類別移到上層。

- [3] 標記實用性的分析：在圖 38 的演算法內容延伸規劃中，我們發現針對大多數的教材編輯者，將各狀態(statement)加以標記似乎過於繁瑣，這時就需要考慮是否適用於一般資訊領域教材中，還是將這些標記移至演算法學科內容種類，因為目前尚無符合此標準教材可供分析，所以我們決定採用問卷的方式，詢問各校資訊科系教授的意見，再與以整合修訂。

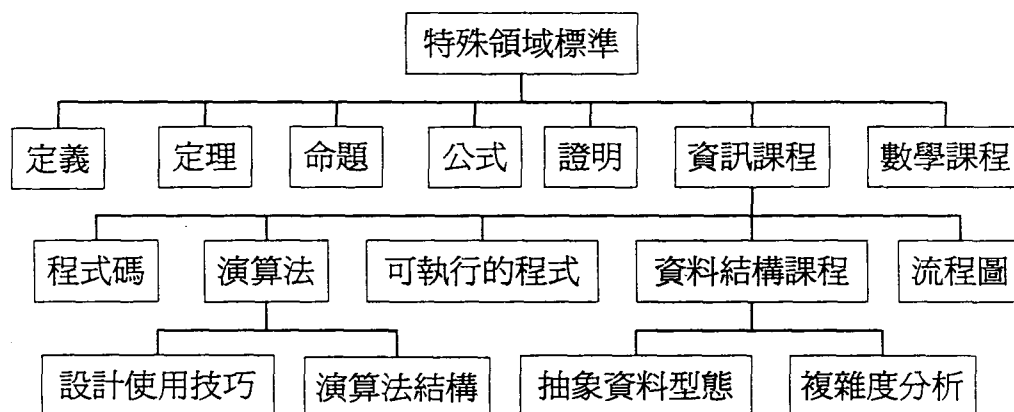


圖 41. 資訊與數學領域教材整合結果

### 3.1.8 教學元件資源庫(Instructional Resource Base, IRB)

此研究分項 3 所延伸修訂而成的 TMML 教材標準，如僅定義出標準規範文件，而不加以實際的實行與推廣，則所制定之標準將僅流於形式，而無法達到預期之目的。有鑑於此，為了使我們所延伸與修訂出的 TMML 教材標準能快速與方便提供給教師與學習者使用，所以此分項 3 便發展與建置了一套[教學元件資料庫系統(Instructional Resource Base, IRB)]。此外，並可配合分項 2 所發展之課程管理系統(CRMS)，來互相流通與管理符合 SCORM/TMML 之教材物件。

此系統具有 5 大模組：1.傳統教材標記模組、2.標準教材編輯模組、3.教材標準化轉換模組、4.教材檢索模組、與個人資訊管理模組。其系統架構圖請參考圖 42 所示，以下便針對此系統之 5 大主要模組加以詳述介紹。

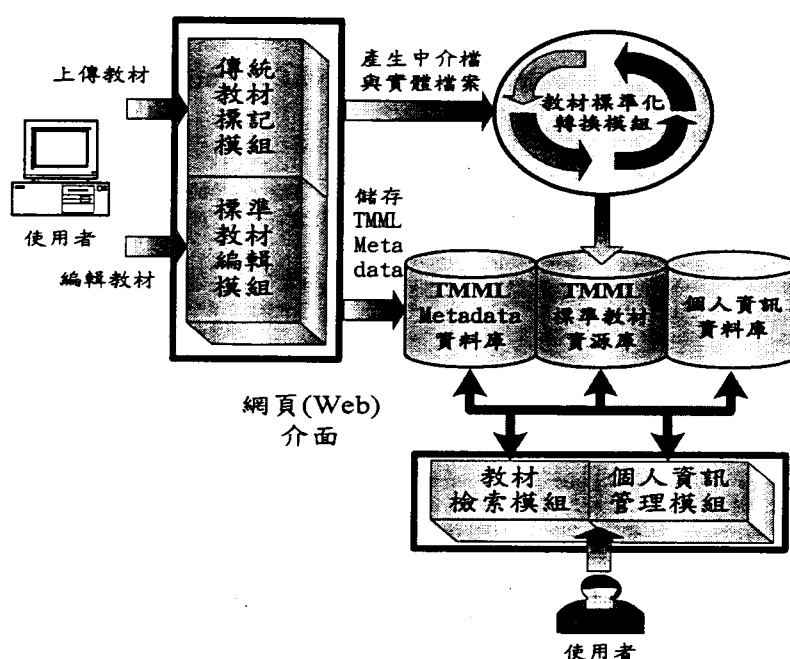


圖 42：教材標準化轉換系統架構

#### ● 傳統教材標記模組

因有鑑於目前普遍被廣泛使用的教材大多為 HTML 格式或 PowerPoint 格式之教材，而為了能妥善利用這些已經被製作出來的龐大教材資產，則需要提供一個機制來將這些統教材加以集中管理，並進而加以轉換成標準教材。而此模組之功能主要便是在提供使用者上傳傳統教材，並加以標記上 TMML 的 Metadata，以利教材之管理與後續之教材

標準化轉換。另外，為了能有效的定義出傳統教材中每一章節部分，此模組會提供一個教材組織(Organizations)定義頁面給教師或編輯者定義教材之組織結構，此模組之作業流程可參考圖 43 左半部分所示。

再經過 TMML Metadata 與教材組織定義頁面後，此模組會產生一個中介檔(Meta-File)輸出給後端的[教材標準化轉換模組]，以進行更進一步的教材標準化轉換與教材包裝處理。此中介檔如圖 44 所示，共包含 TMML Metadata、教材索引頁(Index Page)與教材實體檔案(Physical Files)等 3 種資料，此教材索引頁可在其中定義章(Chapter)、節(Section)或是小節(Subsection)，完全依教師或編輯者之需求任意定義。

### ● 教材標準化轉換模組

先前所述之[傳統教材標記模組]與[標準教材編輯模組]，此 2 模組皆會輸出仲介檔，此中介檔並非符合 TMML 格式的標準教材，因此需要進一步的轉換與包裝處理。圖 43 展示出教材標記模組與標準化轉換模組間的處理流程。目前系統共規劃 3 種轉換方式，即：

1. **使用者定義**：使用者自行切割好教材章節，在經過教材標記後，轉換系統依照所定義好之教材組織加以轉換成與包裝成 XML 格式的 TMML 標準教材。
2. **PowerPoint 檔案格式**：使用者直接上傳 PowerPoint 檔案，在經過填寫 TMML Metadata 後，系統提供 2 種選擇，一為使用者自行定義教材組織，再經[Extract PowerPoint Page Engine]將 PPT 檔中的每一個章節粹取出來後，再產生與包裝成標準教材。另一方式為使用者不定義教材組織，直接由經過[章節粹取引擎]將檔案中之每一個章節擷取出來進行包裝。
3. **HTML 檔案格式**：使用者上傳 HTML 檔案，在填寫 TMML Metadata 後，亦經由[章節粹取引擎]，利用關鍵字比對方式，循序的依[章]、[節]與[小節]將教材之每一部擷取出來進行教材包裝。

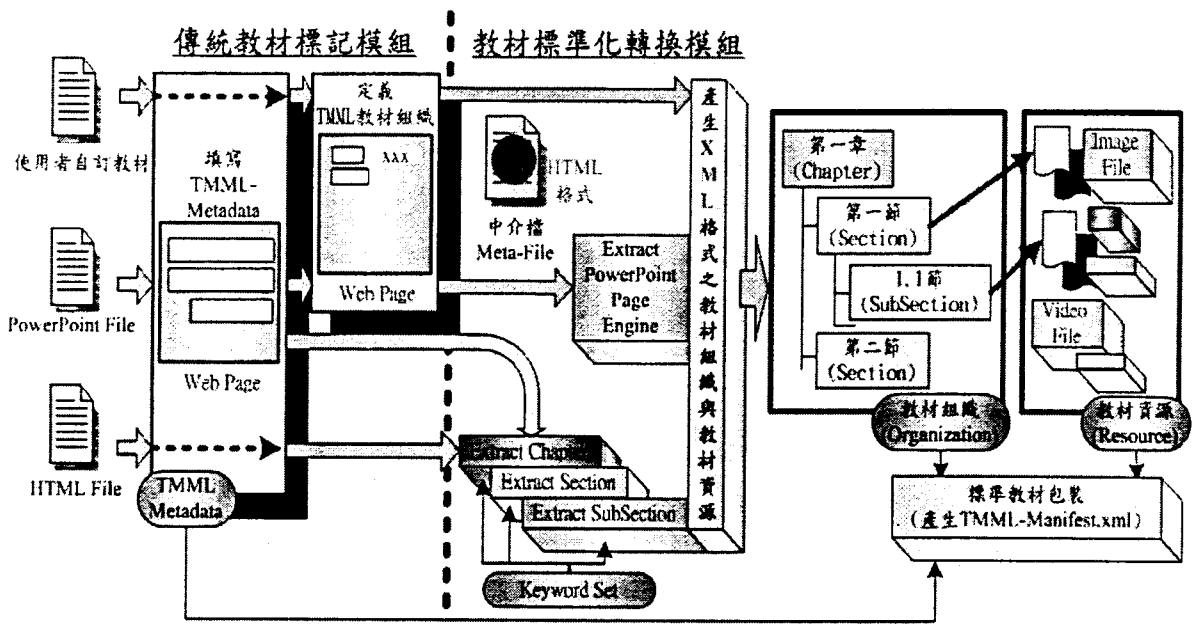


圖 43：傳統教材標記模組與教材標準化轉換模組之系統架構

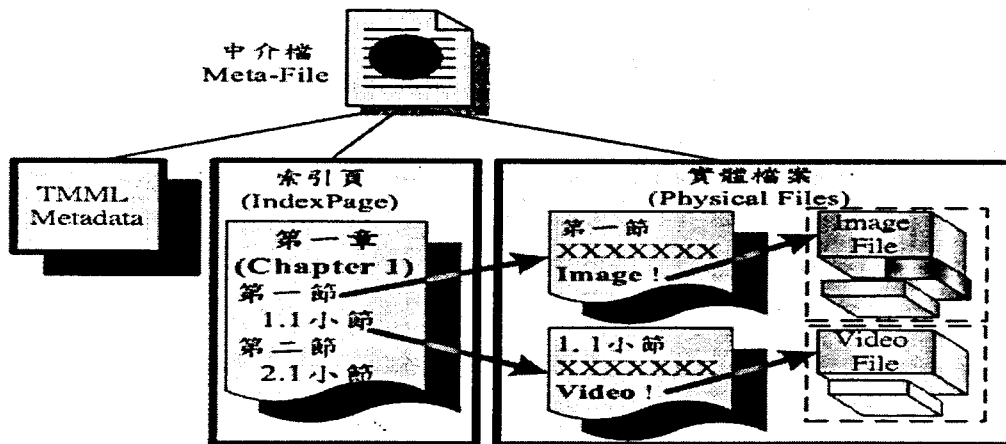


圖 44：中介檔(Meta-File)內容架構

● 標準教材編輯模組

為了提供教師或使用者能快速與方便編輯出符合 TMMML 格式的標準教材，因此我們在教材標準化轉換系統中，提供了一套標準教材編輯模組，此為一網路式編輯工具，所以不需要像傳統的教材編輯工具一樣，使用者需要在自己的電腦上皆安裝一套教材編輯工具，而只需要登入至此系統，即可使用此教材編輯工具，具有極大的方便性。

整個模組之編輯流程分為四部份，首先，需要填寫教材的 Metadata，Metadata 會存入 Metadata 資料庫中，以被日後教材搜尋檢視用，接著進入教材編輯頁面，我們利用在教材內容中插入特有標籤的方式來指定教材中的媒體位置與圖形大小，編輯完後便會進入上傳檔案頁面，此時便需要使用者提供教材中所有使用到的檔案，完成後便會進入教材檢視頁，檢查無誤後便會將教材包裝成中介檔，以供[教材標準化轉換模組]之轉換使用，其系統架構圖請參考圖 38 所示，

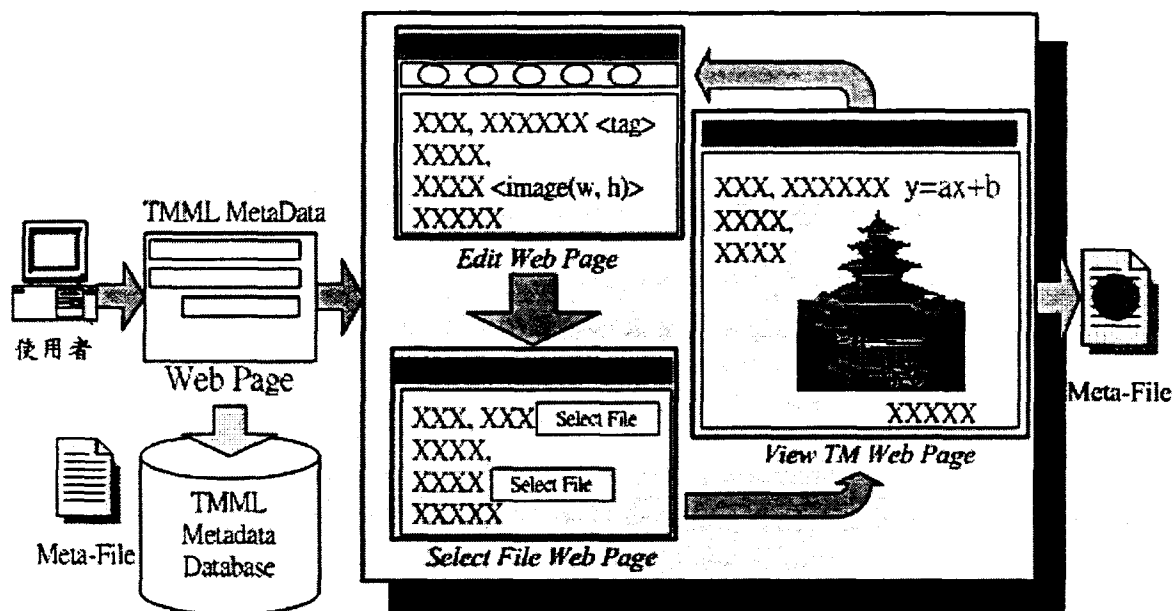


圖 45：TMML 標準教材編輯模組架構

### 3.1.9 IRB 系統展示

在此章節中，我們將展示教學元件資料庫中之系統功能畫面與各功能之操作方式，圖 46 展示系統首頁與相關功能頁面，圖 52 為[教材標準化轉換系統]在傳統教材(以 PPT 檔為例)標準化轉換模組之系統畫面，而圖 53 為教材編輯模組之系統畫面。此研究分項 3 所發展之系統確實能將傳統教材轉換成 TMML 標準教材之格式。且也能提供編輯頁面給教師與使用者編輯出符合 TMML 標準教材的工具並提供完善的使用者管理與教材檢索管理。

#### ● 系統架構

此系統採用主從式(Client/Server)架構，Server 端作業系統(OS)採用 FreeBSD 系統，伺服器與資料庫系統為 Apache 與 MySQL。Client 端則只需具有上網功能之個人電腦與瀏覽器即可。在系統開發方面，主要利用 PHP(Hypertext Preprocessor)網頁程式撰寫語言



來發展系統，其為一種伺服器端(Server-Side)與跨平台(Cross-Platform)的 HTML 嵌入式非編譯性語言(HTML embedded scripting language)，此系統之首頁如圖 46 所示。

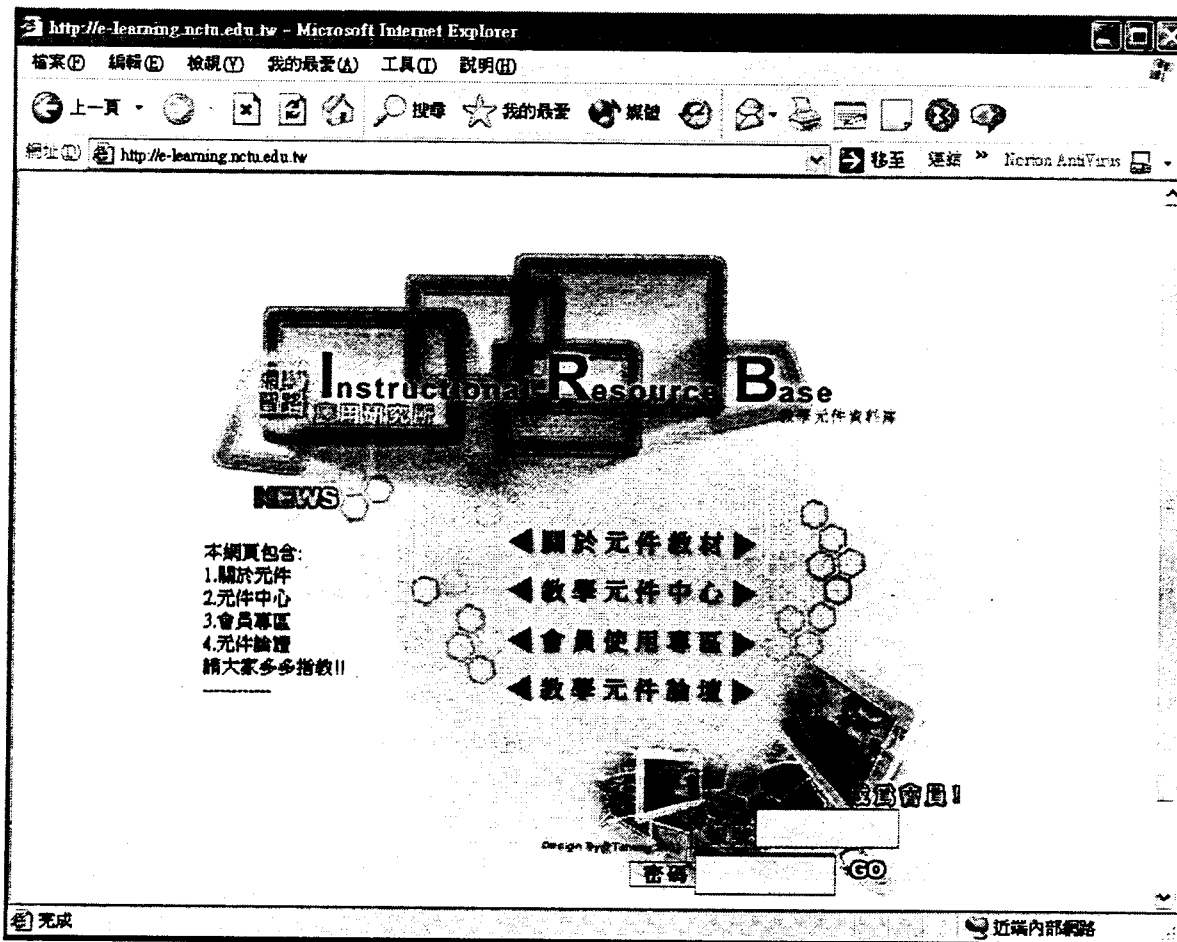


圖 46：教學元件資源庫(IRB)之首頁

● 系統功能與操作方式

以下針對系統之 5 大功能作詳細的操作說明：

個人資訊管理：

此功能具有以下子選項

- 會員註冊—成為網站上會員。
- 資料修改—提供個人化資料修改功能。
- 使用記錄—上傳記錄、瀏覽記錄、評分記錄。
- 個人元件—檢視與管理個人所上傳之所有教材。



1. 會員註冊操作流程：

1. 點選[會員註冊]

◀ 會員使用專區 ▶

◀ 教學元件論壇 ▶

會員註冊

資料修改

IRB會員申請同意書

請詳細閱讀以下的服務條款，再按下接受鍵，您即可申請成為IRB會員了

2. 同意[IRB會員申請書]

IRB服務條款

新增會員資料

帳號  (必填) 請填入3-15個字元的帳號

密碼  (必填) 請填入3-15個字元的密碼

密碼確認  (必填) 請再次輸入您的密碼

中文姓名  (必填)

英文姓名  (必填)

性別  男  女 (必填)

生日 西元  年  月  日 (必填)

E-mail  (必填)

連絡電話  (必填)

教育程度  (必填)

職業  (必填)

3. 填寫[IRB會員資料]

資料確認無誤

清除資料重寫

圖 47：會員註冊操作流程

2、資料修改操作流程：

1.點選[資料修改]

會員使用專區

教學元件論壇

會員註冊

資料修改

修改個人資料

帳號: 77150 本項資料不能修改

新的密碼: [ ] 請填入3-15個字元的密碼 [沒有填表示不修改]

確認密碼: [ ] 如果您要修改密碼,請再輸入一次

中文姓名: 蘇俊銘 (必填)

英文姓名: Jun Ming Su (必填)

性別: 男 女 (必填)

生日: 西元 [ ]年 [ ]月 [ ]日 (必填)

E-mail: jmsu@csie.nctu.edu.tw (必填)

連絡電話: [ ] (必填)

教育程度: 研究所以上 (必填)

職業: 學生 (必填)

2.修改[會員資料]

資料確認無誤

清除資料重寫

圖 48：資料修改操作流程

3、個人元件操作流程：

1.點選[資料修改]

會員使用專區

教學元件論壇

會員註冊

資料修改

使用紀錄

個人元件

2.檢視個人所登入之教材

以下是您所登錄的教材列表

教材編號	主題	版本	上傳者	功能	Ranking
教材 197	<a href="#">UNIX Shell 程式設計</a>	v1.00	管理者	刪除	尚無人評分
教材 200	<a href="#">UNIX 系統指令介紹</a>	v1.02	管理者	刪除	尚無人評分
教材 201	<a href="#">FreeBSD 系統指令簡介</a>	v2.0	管理者	刪除	尚無人評分
教材 202	<a href="#">Linux 系統指令</a>	v3.5	管理者	刪除	尚無人評分
教材 203	<a href="#">Windows XP 入門操作</a>	v1.5	管理者	刪除	尚無人評分
教材 204	<a href="#">WinZip 使用指引</a>	v2.00	管理者	刪除	尚無人評分

圖 49：個人元件操作流程

● 教材登錄

本系統目前提供了4種符合TMML標準的教材登錄方式，操作流程分述如下：

1. 簡易教材登錄(傳統教材標記)：提供使用者上傳傳統教材，並加以標記上TMML的Metadata，以利教材之管理與後續之教材標準化轉換。

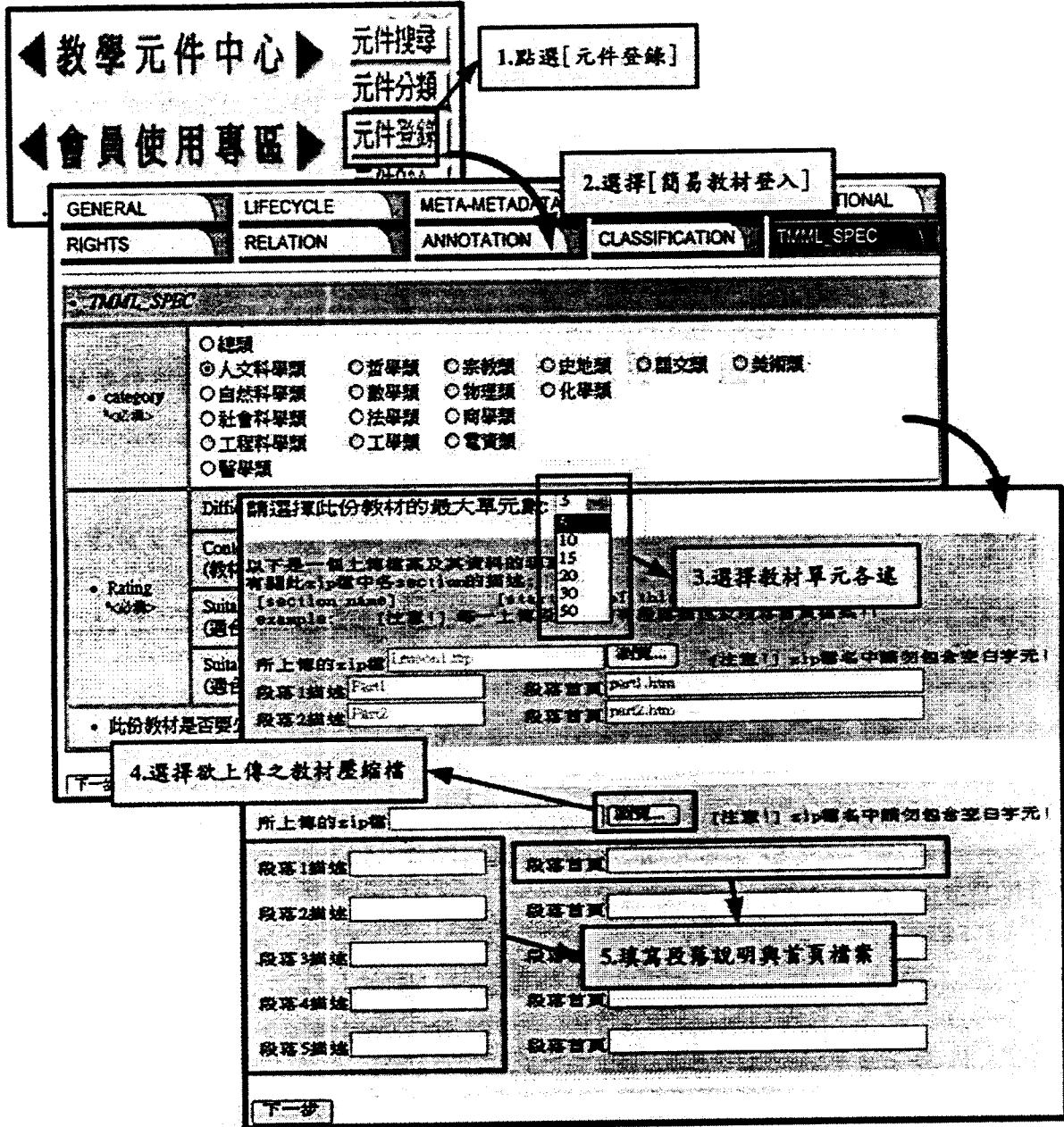


圖 50：簡易教材登錄(傳統教材標記)

2. 教材標準化轉換：提供將傳統教材轉換成為學習物件(Learning Object)之標準教材，目前提供 2 種方式來做轉換。

- 傳統多檔教材登錄(使用者定義)：使用者自行規劃好好教材章節之相關檔案，轉換系統依照所定義好之教材組織加以轉換成與包裝成 XML 格式的 TMML 標準教材。

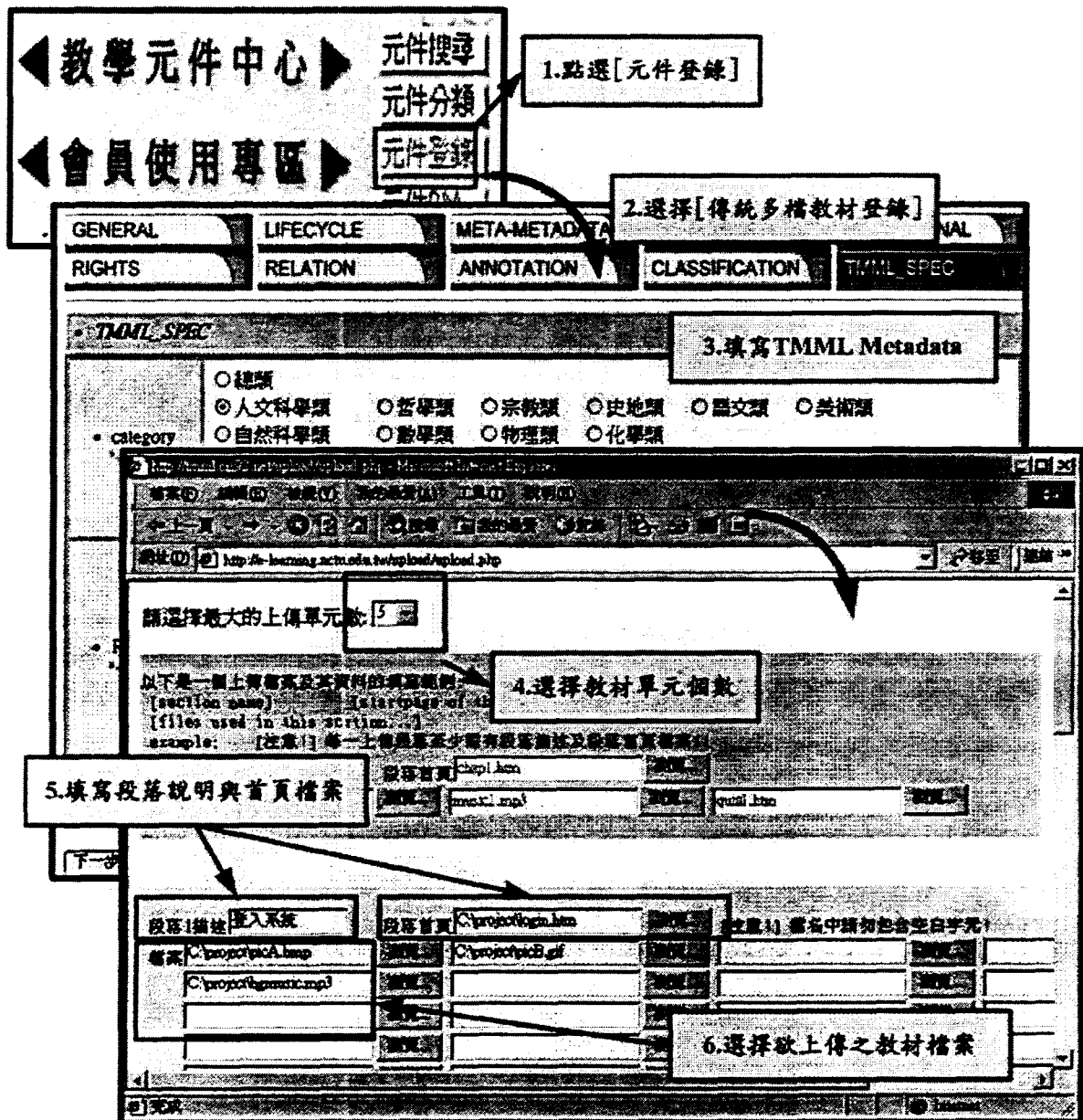


圖 51：傳統多檔教材登錄

PowerPoint 檔案格式：使用者直接上傳 PowerPoint 檔案，在經過填寫 TMML Metadata 後，將 PPT 檔中的每一個章節粹取出來後，再產生與包裝成標準教材(可巢狀粹取與包裝教材)。

1. 前置處理：

- 先行使用 Microsoft PowerPoint 2000/XP 開啟該 PPT 檔案，並且 [另存新檔] 成為“網頁 html”格式。
- 將所產生之網頁 html 相關檔案打包成為 ZIP 檔案。

2. 登入 IRB 教學元件資料庫：

- 教學元件中心 ◇ 元件登錄 ◇ [PowerPoint] 教材登錄。

3. 登錄教材：

- 填寫此份教材的 metadata
- 確認填寫的 metadata 是否正確
- 上傳此份教材的檔案，
- 並填寫教材結構描述資訊 (TOC)
- 教材登錄完成

The screenshot shows the '教學元件中心' (Teaching Component Center) interface. The steps are as follows:

1. 點選 [元件登錄] (Click [Component Registration])
2. 選擇 [PowerPoint 教材登錄] (Select [PowerPoint Course Registration])
3. 填寫 TMML Metadata (Fill in TMML Metadata)
4. 選擇教材最大階層數 (Select the maximum number of course levels)
5. 選擇教材單元個數 (Select the number of course units)
6. 選擇欲上傳之教材 ZIP 檔案 (Select the ZIP file of the course material to be uploaded)
7. 填寫 [段落說明] 與每一段落之 [起始頁數] 與 [終止頁數] (Fill in [Section Description] and [Start Page Number] and [End Page Number] for each section)
8. 完成上傳 (Complete upload)

index	段落敘述(index)	起始頁	終止頁
1	TMML 標準	1	2
1.1	介紹	3	15
1.2	相關標準	16	19
2	教學元件資料庫	10	11
2.1	系統架構	12	15
2.2	系統功能	16	21

圖 52：PowerPoint 之教材檔案上傳

- 線上標準教材編輯：此為一網路式教材編輯工具，使用者只需要登入系統，即可使用教材編輯工具，具有極大的方便性。

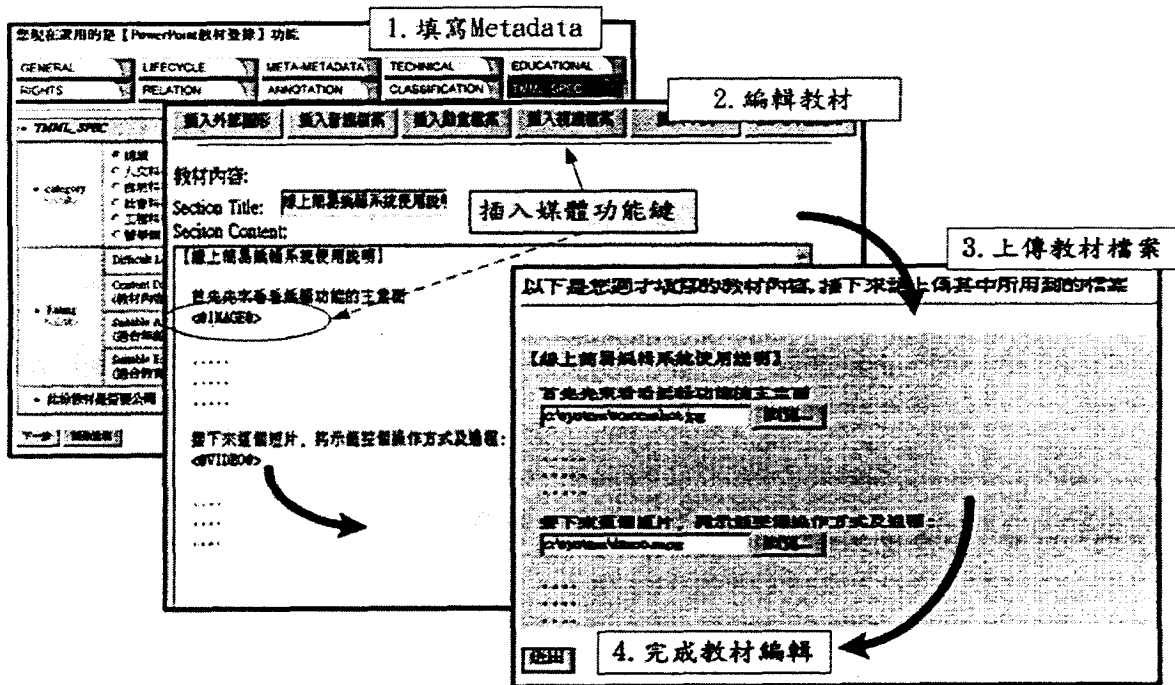


圖 53：線上教材編輯

教材檢索：提供使用者檢索、瀏覽與搜尋資源庫中之教材元件。

#### 1. 搜尋教材元件：

- (1) 輸入搜尋條件。
- (2) 輸出搜尋結果。
- (3) 列出搜尋符合條件的教材及一些重要資訊。
  - ◆ 上傳者：即上傳此份教材的使用者
  - ◆ 功能：若是此份教材的使用者或系統管理者，則可擁有此份教材的管理權（刪除權）
  - ◆ Ranking：此份教材品質的平均分數。

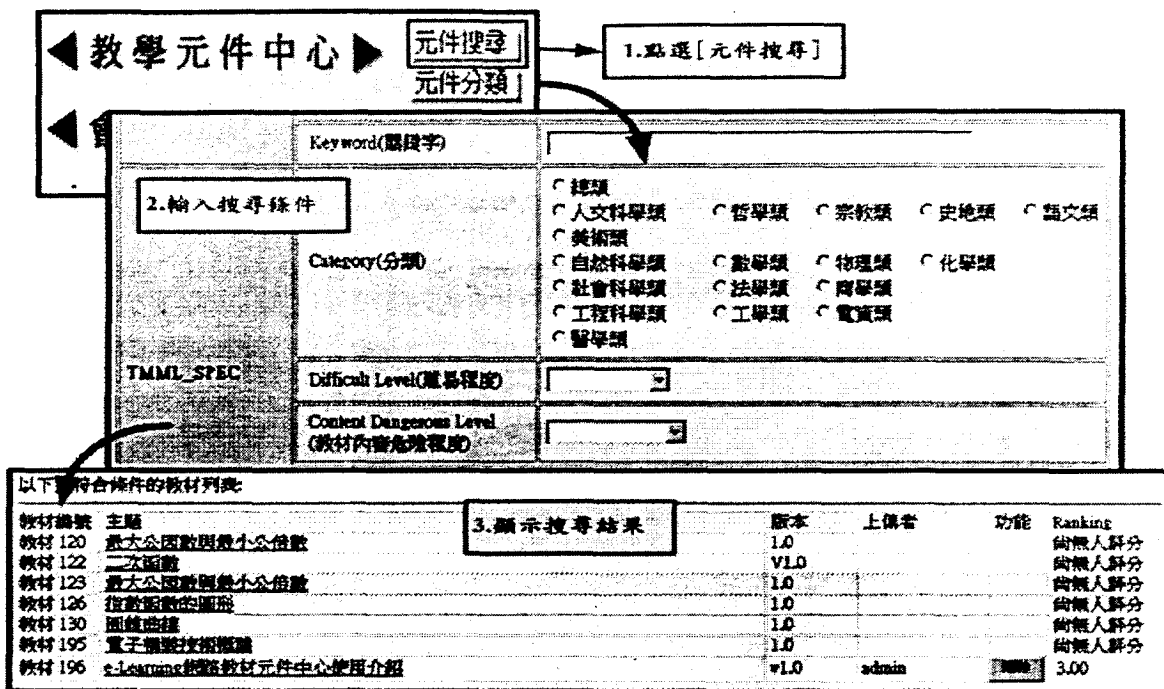


圖 54：搜尋教材元件

## 2. 分類搜尋教材元件：

此功能是為了方便使用者瀏覽教材而設計，使用者一次可瀏覽多領域的教材，輸出畫面同[元件搜尋]功能。

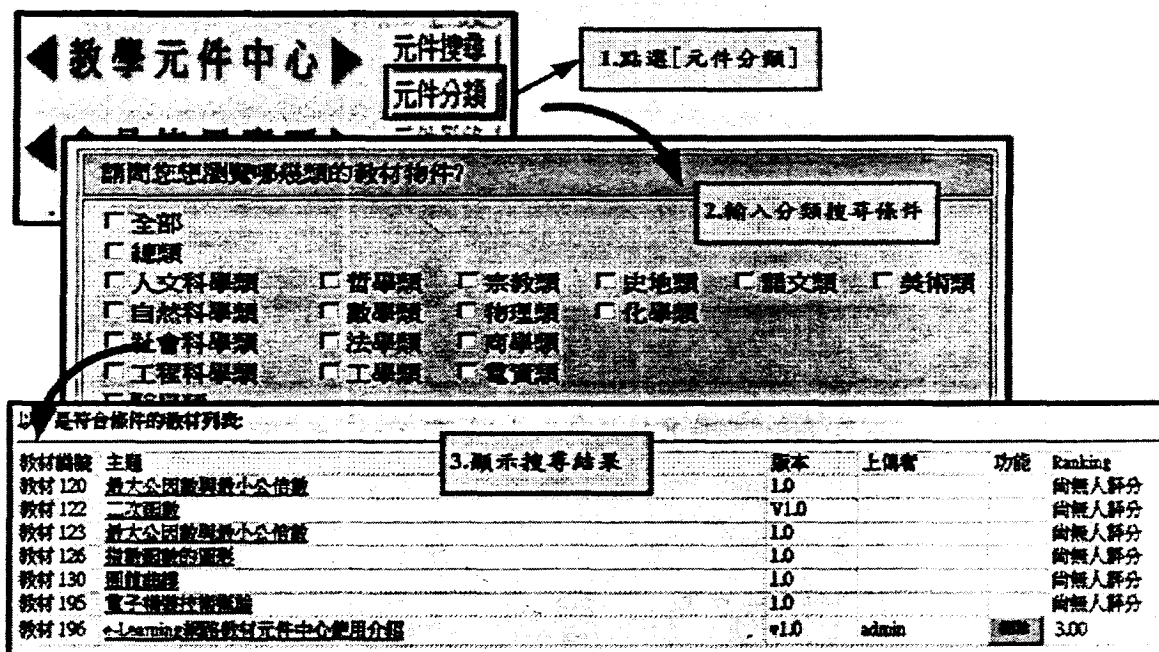


圖 55：分類搜尋教材元件



- 檢視教材內容

此功能可檢視[教材內容]、Metadata 與 Schema，並可針對教材之內容作評分。

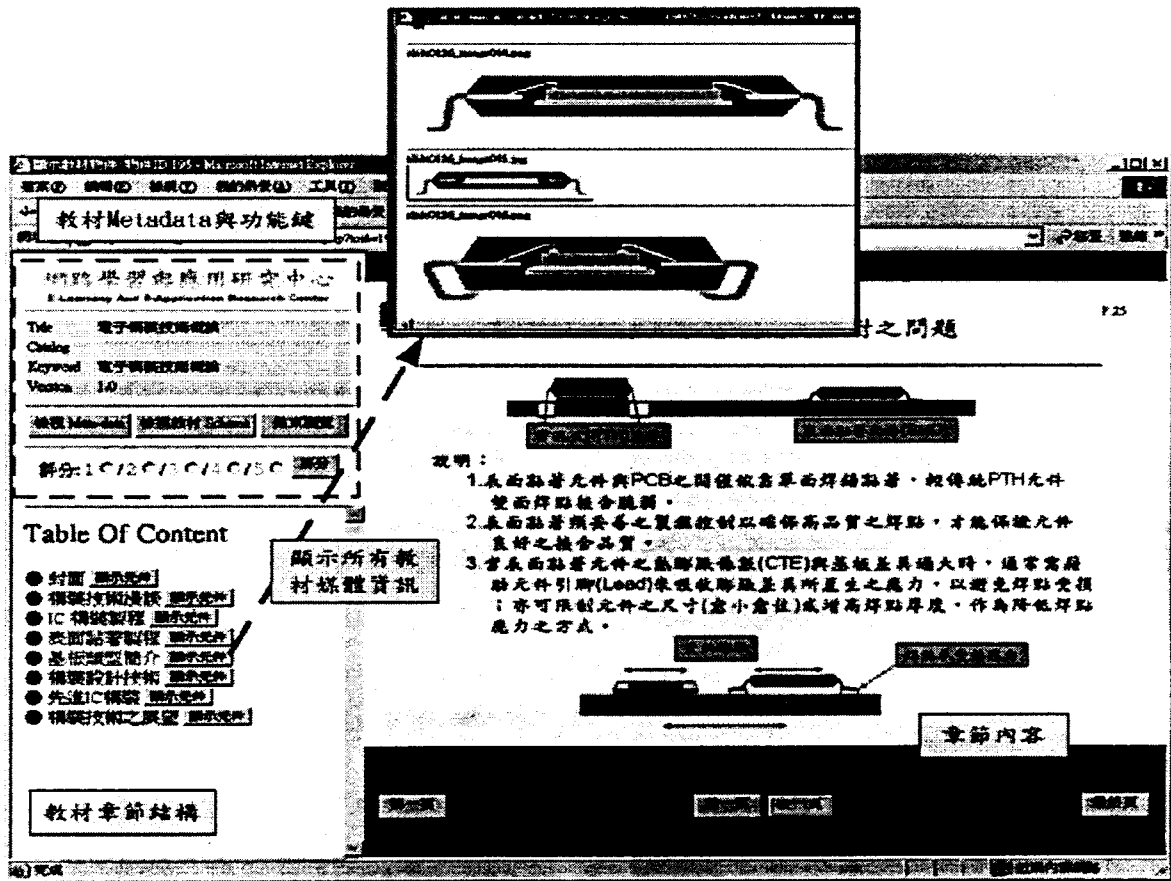


圖 56：教材內容檢視

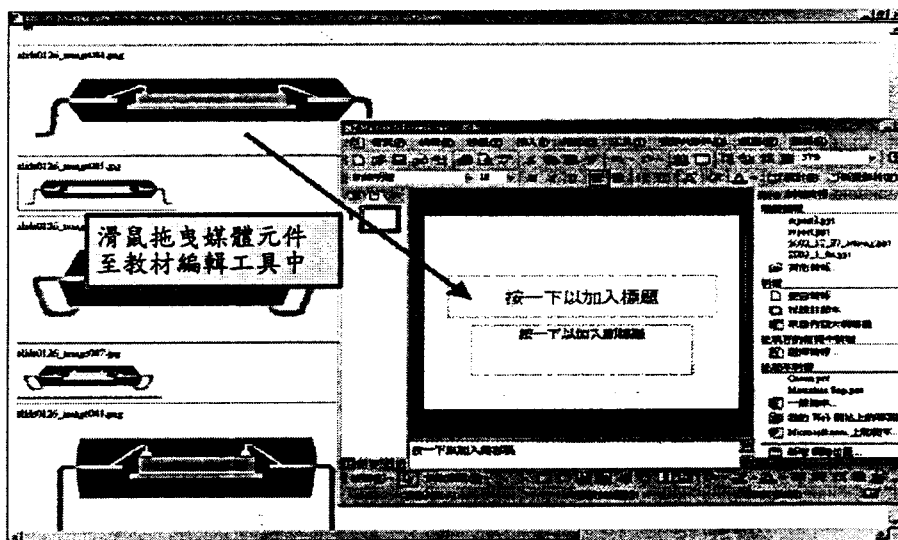


圖 57：教材之媒體元件之再用(Reuse)

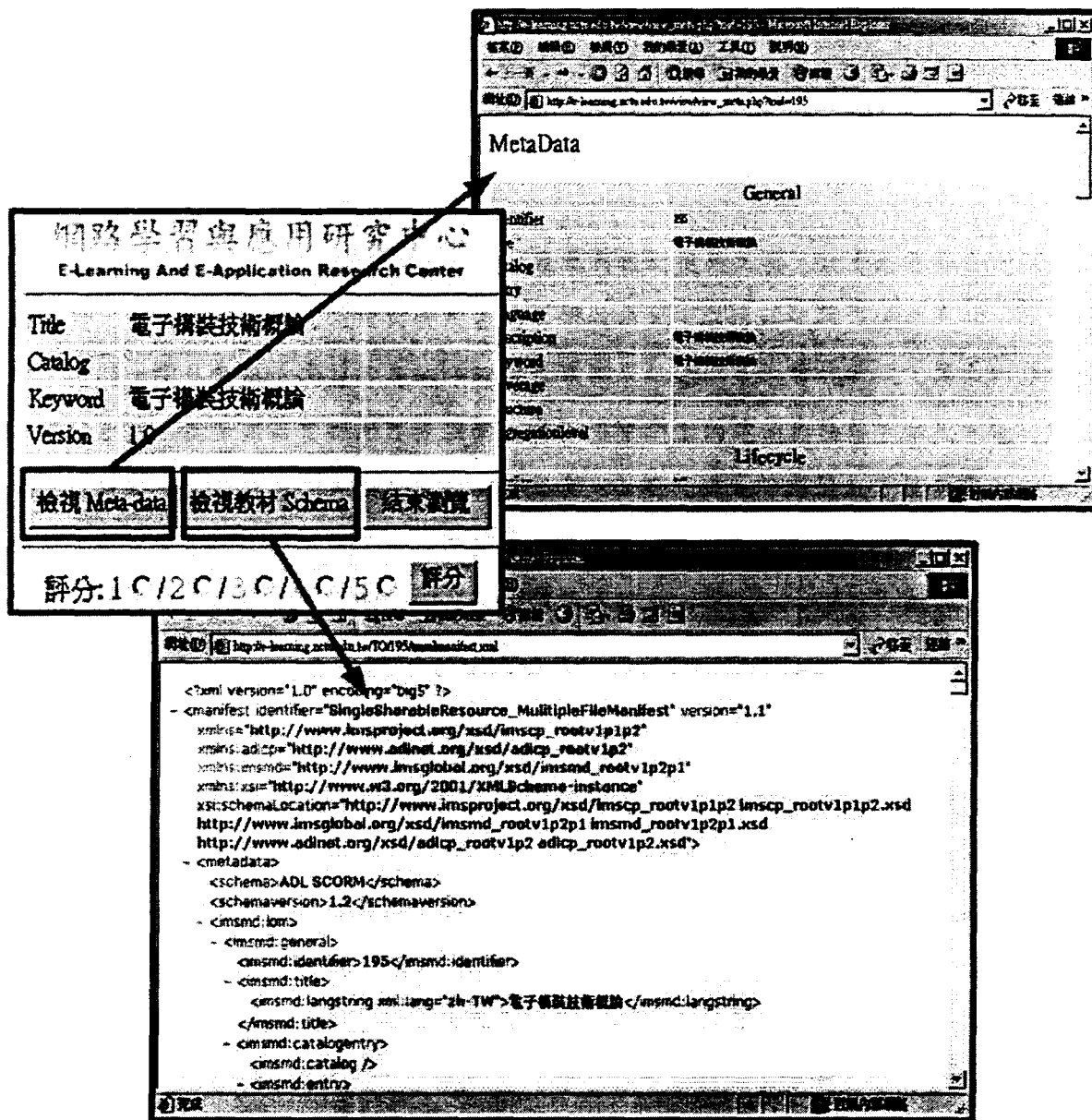


圖 58：檢視教材之 Meta-Data 與 Schema

### 3.2 標準化系統工具與教材編輯工具

本計畫之研究分項 1，提供教師與使用者開發設計的網路教材發展工具，可供教師直接利用發展符合 SCORM 與分項 1 所延伸制定之 TMML 網路教材標準的網路多媒體教材，所提供之開發設計的網路教材發展工具，其根據不同的特性可分成 1.發展工具、2.運作工具、3.維護工具與 4.教材工具等四大部分。此外，此研究分項根據計畫之研究目的與需求進一步地規劃成三個研究主題：

#### (1)、標準化教學工具之規劃與設計：

鑒於建製一個符合教師與學生使用的系統與教材使用工具，除了需要符合所制定的標準外，也需要對工具的使用與使用者的習慣做研究，以達到使用方便之目的。舉例來說，建制一個具有紀錄學習行為的課程學習機制來紀錄學生學習的狀況，藉由所分析出有用的資訊，教學工具可輔助並提供學生在網路學習上的建議與指導。因此，此研究主題中已規劃與設計標準化系統與教材編輯工具，除了提供教師與學生方便使用的教學工具外，並可提供給作為學習評量、學習歷程與學習行為分析所需要的重要資訊，以提升整個計畫在網路教學平台的學術與實用價值。

#### (2)、符合 SCORM/TMML 標準的網路合作式學習教學策略研究：

鑒於在 1980 年以後的許多研究顯示，以小組方式的合作學習有許多正面的學習成效。然而，在網路教學的環境中，少了面對面的溝通，卻多了各式各樣的網路同步、非同步互動工具，對學生社會化的技巧也有了很大的衝擊。一般而言，合作學習在網路教學的環境中，其正面效應比負面影響要來的多。也就是合作學習在網路教學環境中，應是一個非常可行的教學策略。因此，在網路平台採 SCORM/TMML 標準後，許多的系統工具需要重新定位，而工具的功能也需要重新進行使用者需求分析，以符合合作學習的教學需要。所以在此研究主題中，我們重新對合作學習的工具進行需求分析，重新定位在網路教學標準的平台中的合作學習的工具，並以網路教學的標準來訂定合作學習的教材範例。

#### (3)、XML-based 現場影音多媒體教材編輯工具之設計與實現：

利用 XML-based 的技術，以促進交換介面的統一和減少資料交換的複雜度，並使網路教學系統上具備電子資料交換的功能。此外，設計可搜尋、轉換、重新製作符合標準格式電子化教材的工具，再透過教材內容共享的機制，縮短製作教材的時間，幫助使

用者能發展出適合網路教學系統的電子化教材內容，以利教材資源的流通性。進一步地，設計課程隨選系統之同步化教材製作軟體，提供不同以往單純網頁的教材表現方式，進而提昇整體的網路教學系統品質與成效。

### 3.2.1 發展工具

可以利用此發展工具來建置一個客製化的網路教學課程。舉例來說，提供一個可以讓教師可以快速製作與課程內容相符的特製網頁功能，圖 59 所示為其中的功能之一。此外也可以放置網頁外，也可以上課所使用到的投影片，圖片檔案，聲音影像檔案等多媒體檔案。此外，為能夠符合 SCORM/TMML 的平台與教材標準，在製作特製網頁時，需要填寫描述課程內容的資訊。如圖 60 所示，在特製網頁樹狀架構下，每個課程網頁資訊應包括四個元素，課程內容(Lesson)、問題(Question)、評量(Assessment)、教學資源(Resources)。圖 61 則是網路教學系統以導覽樹狀圖來建置課程教材的工具。

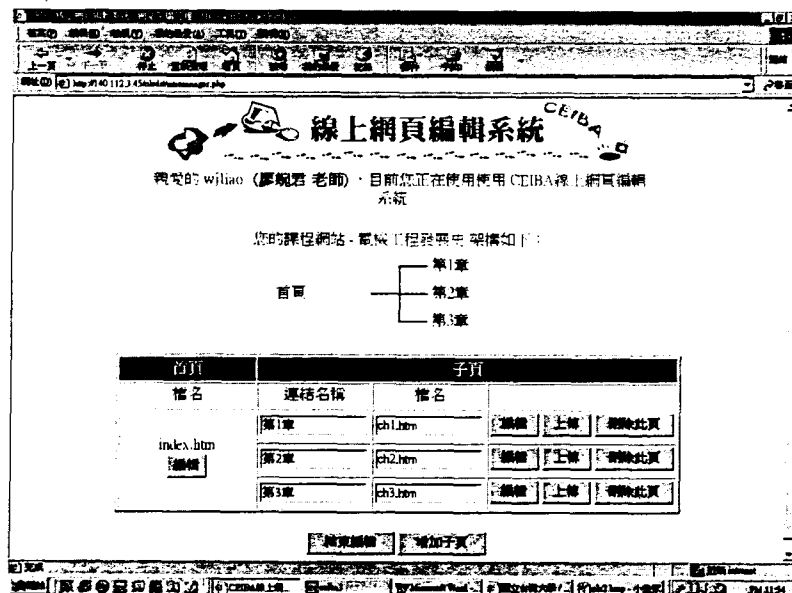


圖59：快速製作與課程內容相符的特製網頁

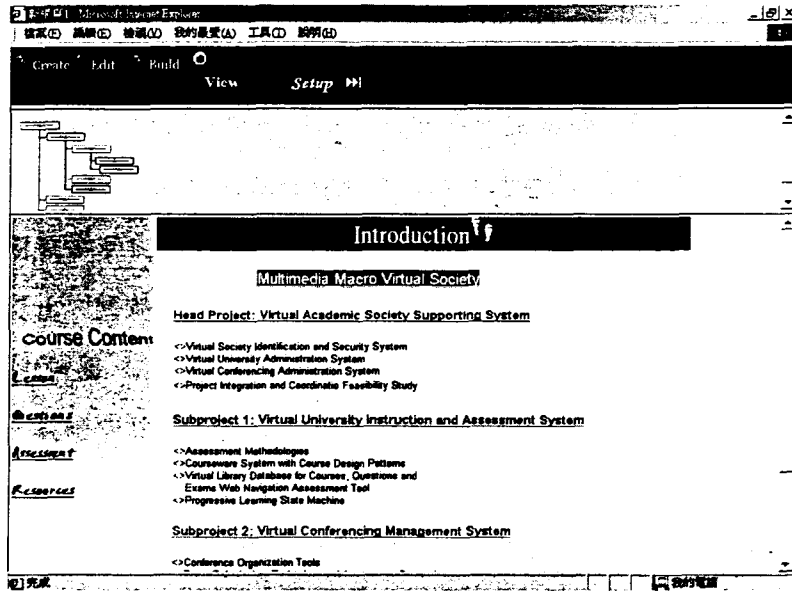


圖60：每個課程網頁資訊

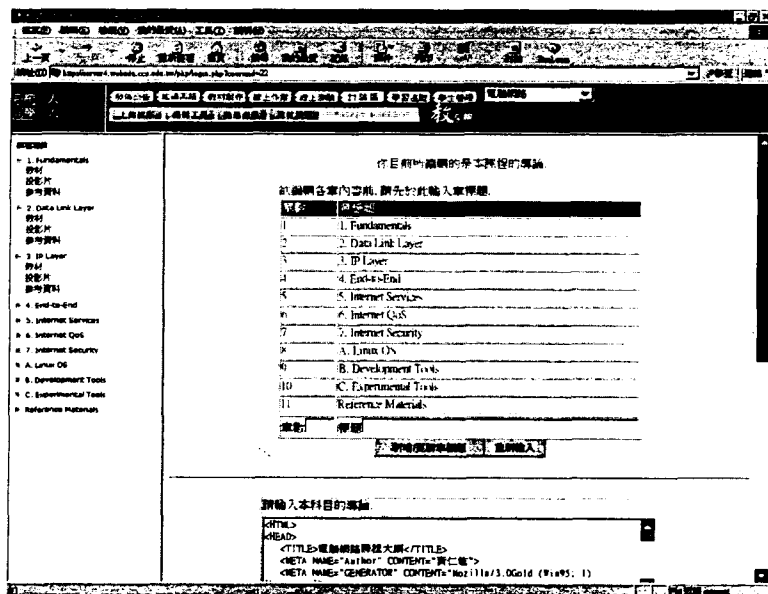


圖61：以樹狀導覽圖來建構課程教材的編輯工具

### 3.2.2 運作工具

此工具可用來協助開發者快速建置一個可以用來進行網路教學的學習環境。此外，運作工具符合 SCORM/TMML 網路系統平台的標準，可以重複使用與易於整合於教學系統，對提供高品質的網路教學有極大的助益。網路教學的運作工具包括，公佈欄、線上簡訊、線上課程討論看板、課程聊天室、行事曆等互動式的學習工具。『公佈欄』功能

讓教師把要隨時更新課程最新消息公告給學生，讓學生可以隨時了解課程的進度，以協助學生調整課程學習的方法與時間的運用。網路教學互動功能它提供課程之餘，讓同學可以對課程的內容與同學或老師透過網路來討論，互相幫忙學習。也可以讓老師知道同學的對課程的反應情形，以對課程內容加以改良。其包括『討論看板』與『線上討論室』，都提供網路互動教學功能但其應用範圍不同。『討論看板』提供一“非即時”的討論機制，讓老師與同學提出“隨時隨地”問題，讓大家來討論。而『線上討論室』提供一“即時”的線上討論機制(如圖 62、63 所示)，讓老師與同學可以“同時”在網路上進行討論，如同在教室上課一般地討論問題。

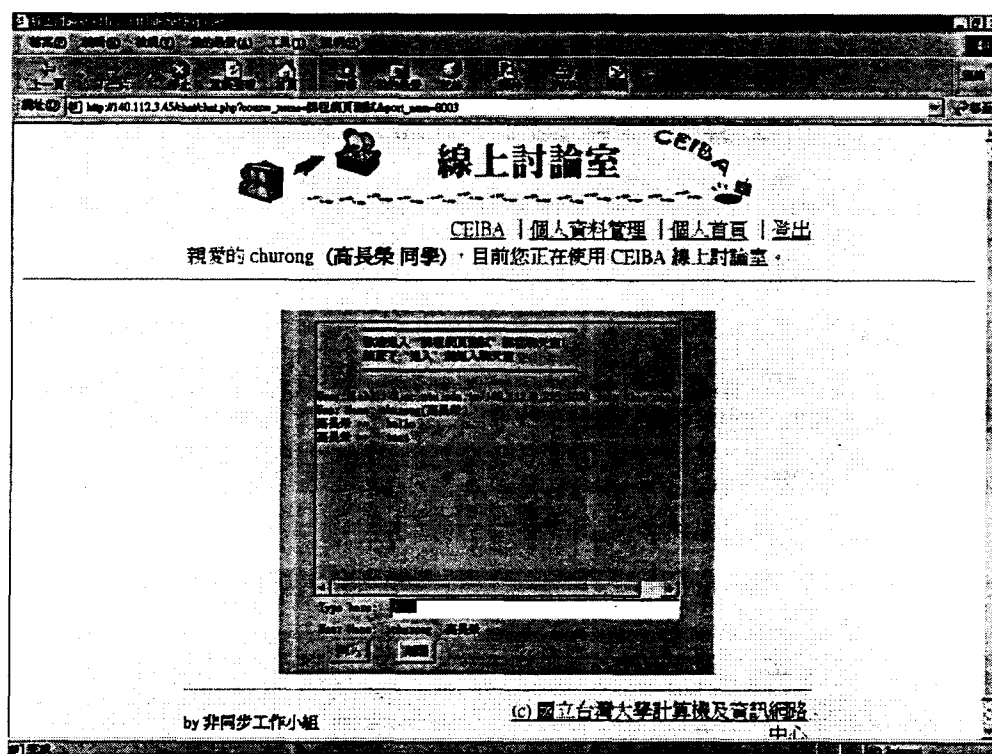


圖62：「線上討論室」網頁範例

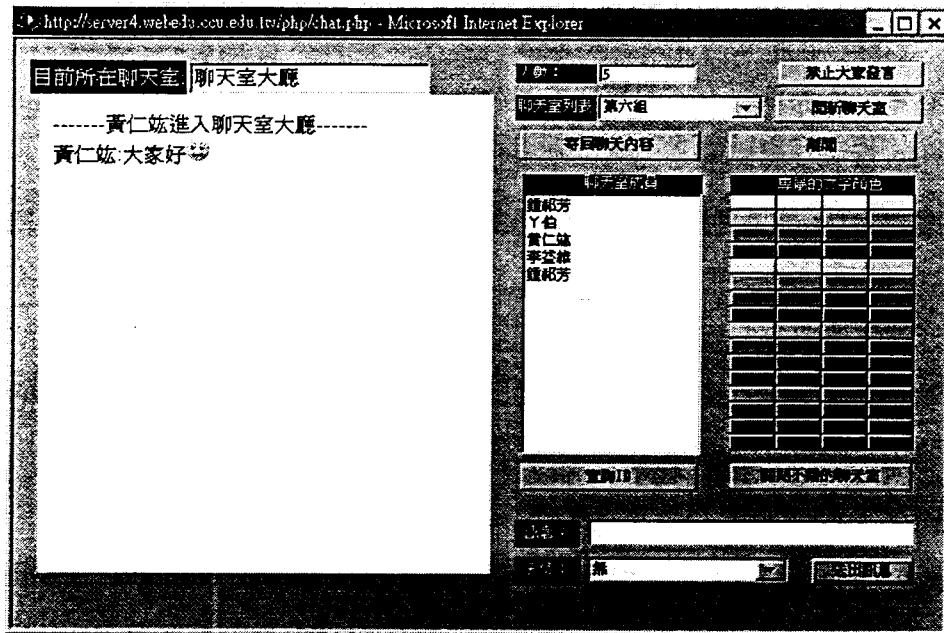


圖63：「線上討論室」網頁規劃與設計

以文字為主的「線上討論室」最大的問題是大部份的人打字速度沒有說話快，所以常常一堂課下來，討論不到幾個問題，也有些打字慢的學生會感到非常的挫折。所以即時的互動也可改以語音為主的聊天室。但當多人一起發言時，會相當混亂，所以也可以有老師主控發言的設計。圖64為「語音教室」的使用者介面。

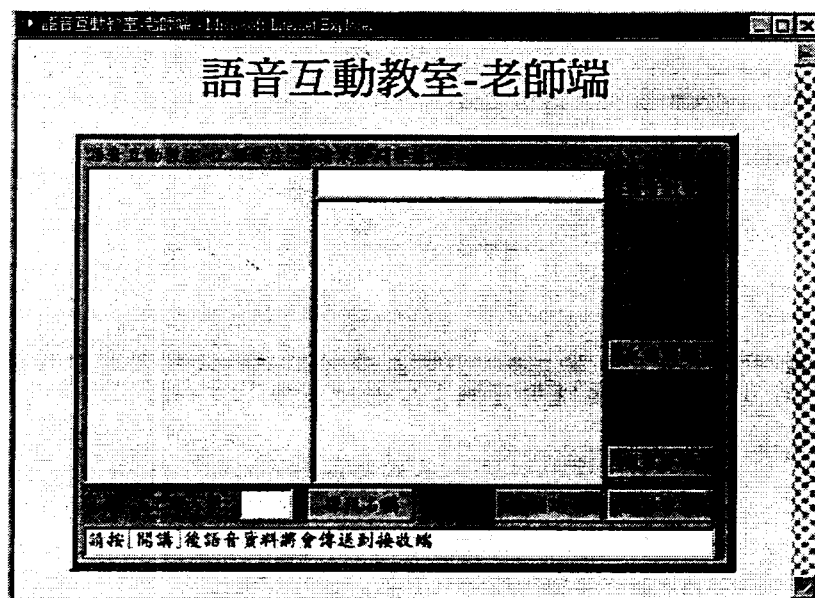


圖64：「語音教室」網頁規劃與設計

「行事曆」功能雖然網路教學不限定時間，但為確保教學品質仍需要訂定時程。因此藉由行事曆的功能，老師可以公布教學進度、作業、專題、考試之時程與進度，讓同

學瞭解這些學習活動之評量與分數的關係。舉例來說，行事曆可分為三大類：「學校」、「課程」與「個人」行事曆。學校行事曆顧名思義，為記錄全校性事項之行事曆。課程行事曆則提供給每一門在網路教學系統中註冊之課程，記錄屬於該課程之事項。至於個人行事曆，則為每個網路教學系統中註冊之帳號(包括教師、助教與學生)所擁有，記錄其個人事項。如圖 48 所示。

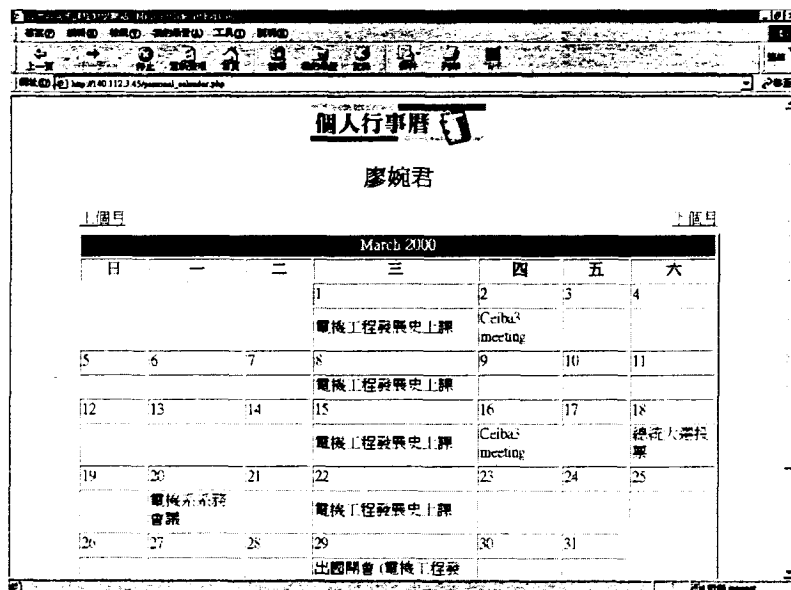


圖 65：『行事曆』網頁

在網路學習中，學生最容易因無法感受到學習同伴而覺得孤單，進行容易中輟。所以網路教學系統需提供虛擬同伴學習情境，以避免學生覺得孤單。以圖 66 為例，學生可以設定好友，上線時可以知道好友是否也在線上，如果不在線上，系統也會在其好友上線時，加以通知。學生愈常使用系統，其可以設定的好友也愈多，以鼓勵其熟悉虛擬同伴學習情境。學生也可以送簡訊給某個好友或一般線上同學。或者，送一個簡訊給一群同學。通常老師會非常需要利用群播的簡訊功能，在上課時，即時通知線上同學特殊的公告。圖 66 為的線上簡訊工具。



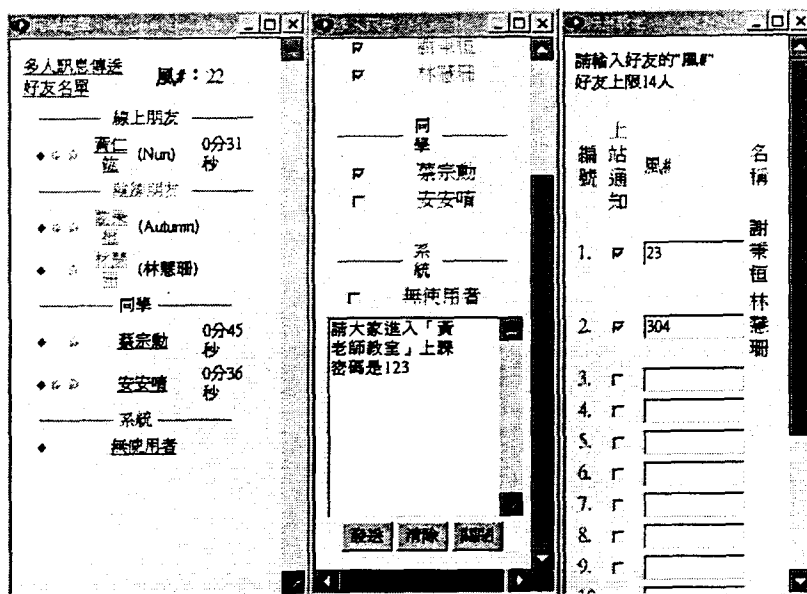


圖66：線上簡訊與好友設定

### 3.2.3 維護工具

此工具可以幫助管理者進行教學內容或是教學系統的維護。維護工具應包括『作業管理』功能與『線上評量與課程評估』功能，且遵循本計畫中研究分項四所定義的評量方法原則。『作業管理』功能：遠距網路教學與傳統教學同樣需要學生繳交作業，來對學生做學習狀況的評估。這部分包括學生繳交作業與查詢作業功能，以及老師更改作業與學生評量兩大部分。舉例來說，在《學生部分》，學生在登入系統後，可以選擇所選修的課程，以查詢作業情況(如圖 67 所示)，包過繳交作業紀錄、成績以及老師的評語。學生選擇課程網頁後，即可以選擇欲繳交的作業項目，然後上傳作業檔案與作業註解給老師。在《老師部分》，老師在登入系統後，可以選擇所開設的課程，以指派作業內容(如圖 68 所示)與查詢作業繳交情況(如圖 69 所示)，包過繳交作業紀錄、成績以及註解。老師選擇批改作業程網頁後，即可以對每個學生評分以及評語(如圖 70 所示)，以達到遠距教學因材施教的目的。『線上評量與課程評估』功能：網路教學的好處之一就是可以記錄學生上網上課的行為做紀錄，這是傳統教學上的所難以做到的。藉由這些網路教學行為的紀錄，可以對學生學習狀況做評量外，也可以對課程做評量。目前除了利用作業成績來對學生評量外，此系統還提供老師們『課程網頁的流量分析』(如圖 71 所示)，可以根據時間，使用者或是上網的 IP 來統計(如圖 72 所示)。這提供了另一個評量學生以及課程評估的標準，以做網路遠距教學分析使用的效能。

親愛的 r86921010 (謝明志 同學) 您好，歡迎使用台大非同步課程教學網站。

[非同步課程列表](#) | [課程名稱查詢](#) | [教師名稱查詢](#)

您這學期修課課程列表：

班次	課號	課程名稱
526 U0990		視窗程式設計製作
741 M0210		多變量分析
523 M0040	08	專題討論
523 M1910	45	專題研究
523 U2100		人工智慧
921 U1000		多媒體網路
503 10210	02	計算機程式

by 非同步工作小組

(c) 國立台灣大學計算機及資訊網路中心

圖 67：學生「選修課程列表」網頁

**【多媒體網路】**  
目前已指派的作業

作業代碼	作業描述	繳交期限
HW1	這是第一個作業	2000-04-01
HW2	這是作業二	2000-04-15
HW3	這是期中作業	2000-05-01

作業代號	4
作業描述	<input type="text"/>
作業指派	上傳作業描述 <input type="text"/> <input type="button" value="Browse..."/>
繳交期限	2000 年 01 月 01 日
<input type="button" value="開始進行"/>	

[回教師園地](#)

圖 68：老師「指派作業」網頁

**【多媒體網路】**  
請選擇欲批改的作業

作業代碼	作業描述	繳交期限	批改	公佈成績
HW1	這是第一個作 <input type="text"/> <input type="button" value="Browse..."/> <input type="button" value="更改"/>	2000年 04月 01日 <input type="button" value="更改"/>	<input type="button" value="打分數"/>	取消公佈
HW2	這是作業二 <input type="text"/> <input type="button" value="Browse..."/> <input type="button" value="更改"/>	2000年 04月 15日 <input type="button" value="更改"/>	<input type="button" value="打分數"/>	公佈成績
HW3	這是期中作業 <input type="text"/> <input type="button" value="Browse..."/> <input type="button" value="更改"/>	2000年 05月 01日 <input type="button" value="更改"/>	<input type="button" value="打分數"/>	公佈成績
HW4	這是第四個作 <input type="text"/> <input type="button" value="Browse..."/> <input type="button" value="更改"/>	2000年 05月 18日 <input type="button" value="更改"/>	<input type="button" value="打分數"/>	公佈成績

說明：紅色字體，表示該項作業的繳交期限已過。

圖 69：老師『選擇批改作業』網頁

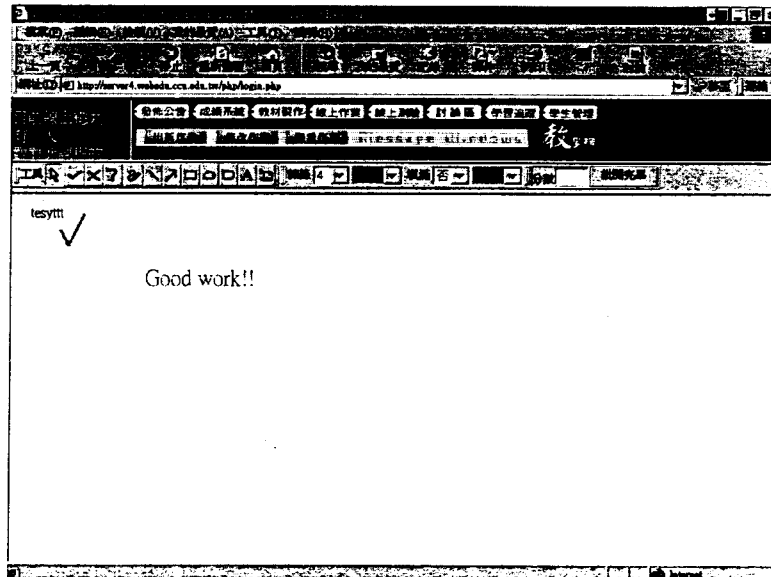


圖 70：線上閱卷系統內，老師『批改作業及加評語』網頁

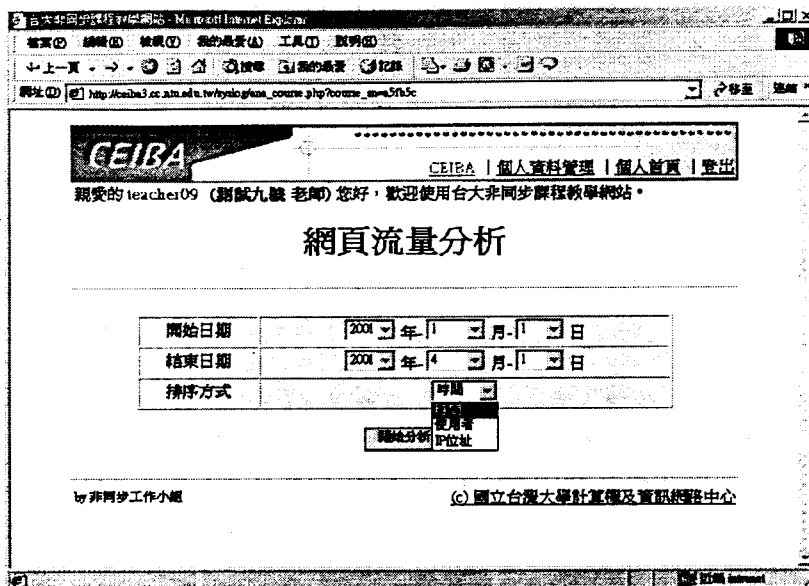


圖 71:「課程網頁的流量分析」網頁

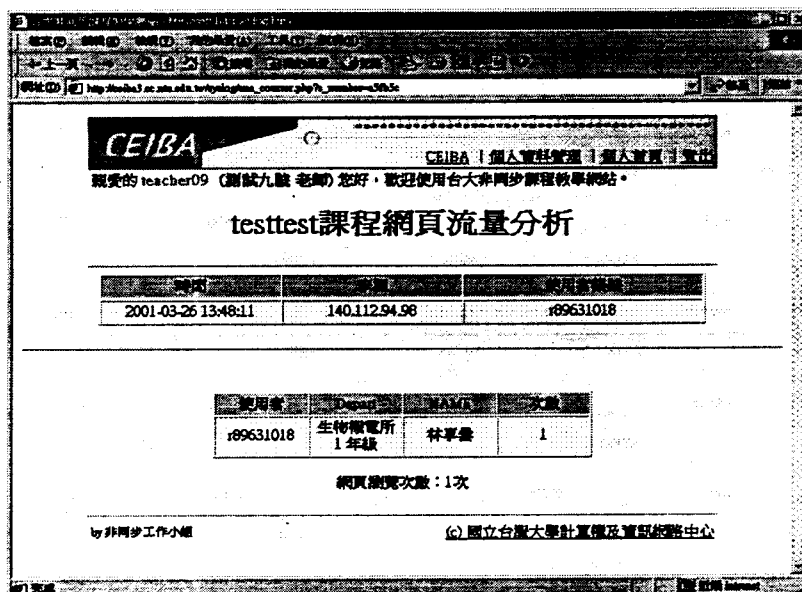


圖 72:「課程網頁統計」網頁

### 3.2.4 多媒體同步教材工具

教師可以利用此工具來進行以音/視訊為主的多媒體同步教材的製作。舉例來說，針對線上語言學習課程開發的網路教材製作工具。舉例來說，利用已建置有多媒體影音伺服器來提供隨選視訊(Video On Demand, VOD)服務，以提供書面教材以外的多媒體教材的儲存與撥放，進而提昇網路學習的教學品質(如圖 73、圖 74 所示)。此外，靜態的電

子化教材檔或是單純的 HTML 檔，加上老師授課時對課程教材的指引動作、解說畫面，隨時可同步製作出多媒體影音檔的同步教學工具，可以增加教材呈現格式的豐富度(如圖 75 所示)。當然除了需要已建置好的多媒體影音伺服器，最重要的是提供製作多媒體教材上網的軟體套件(如圖 76 所示)。此外也應該提供多媒體教材的線上編輯介面，以便利教師的多媒體課程的製作(如圖 77 所示)。因此，針對不同的教學課程需求，需要建制相對應的網路多媒體教材製作工具機制。

此研究分項所開發設計的網路教材教法標準化工具，對學習者而言，可以容易使用所有網路教學系統上的所提供網路課程；對教師而言，可以減少在教材製作上的成本與時間，提高更好的教材內容，這也是網路教學系統與內容標準化計劃的目的。

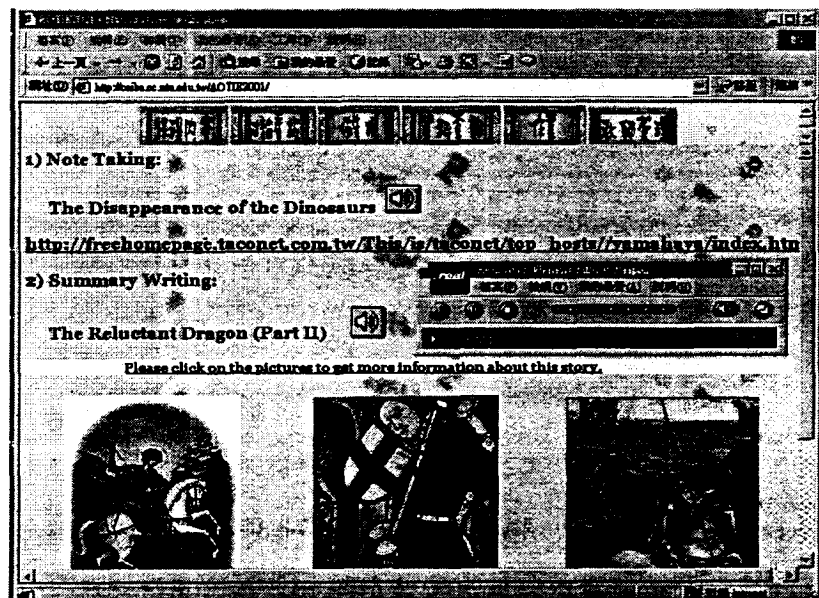


圖 73：「隨選視訊」課程網頁

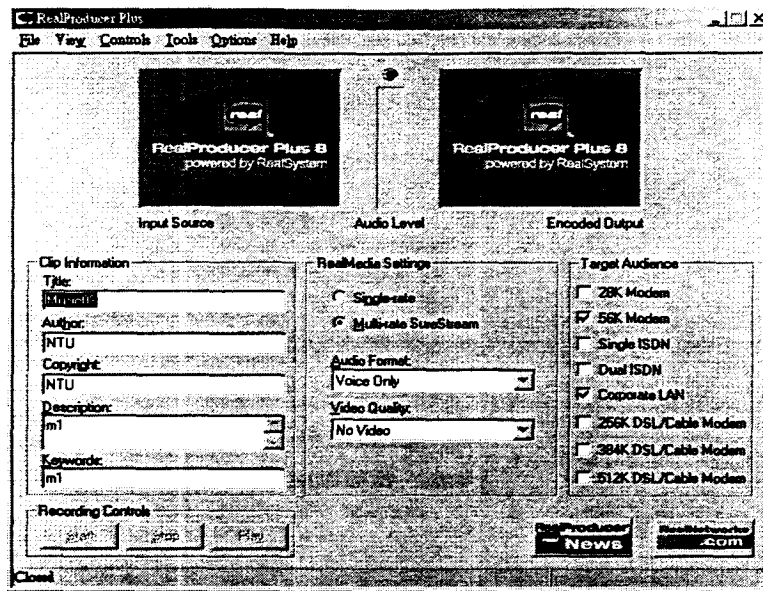


圖 74：「多媒體教材製作軟體套件」

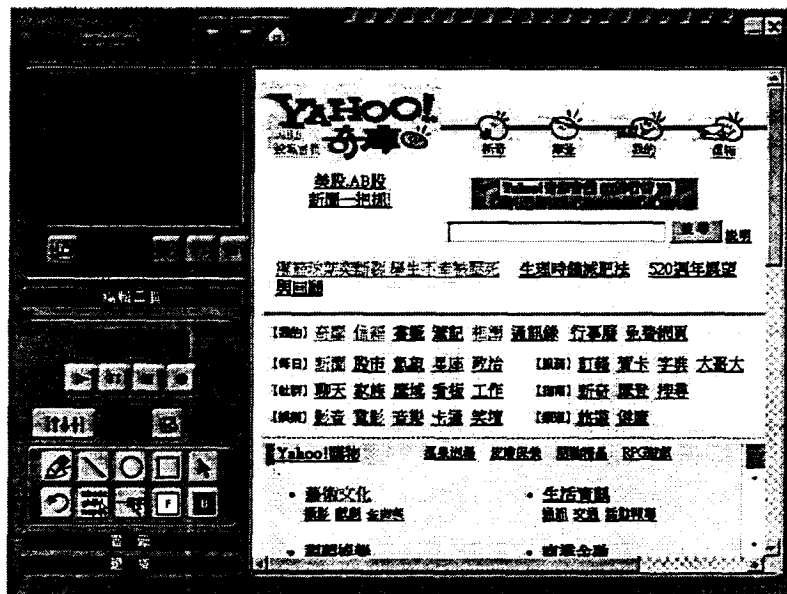


圖 75：「多媒體影音教學檔的製作工具」

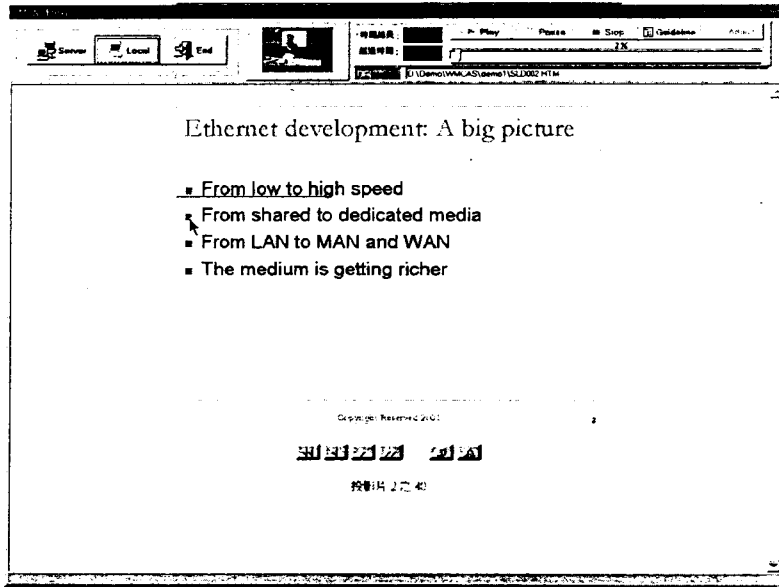


圖 76：WMCAS 多媒體同步教材瀏覽器

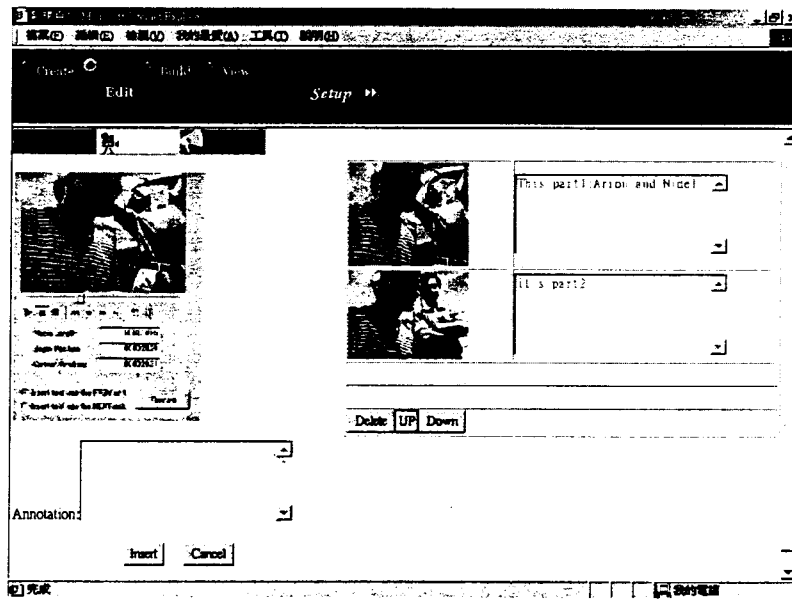


圖 77：網路多媒體課程內容編輯介面

我們使用 Microsoft Visual C++ 6.0 開發多媒體教材編輯工具，並利用 Microsoft 的 Windows Media 串流系統架構與 Windows Media Encoder 的技術來發展動態課程教材導引的功能。我們使用 Windows Media Encoder SDK 中的 WMEncoder Object 來實現對教材導引動作的錄製功能，以下是 WMEncoder Object 的架構圖[47]。

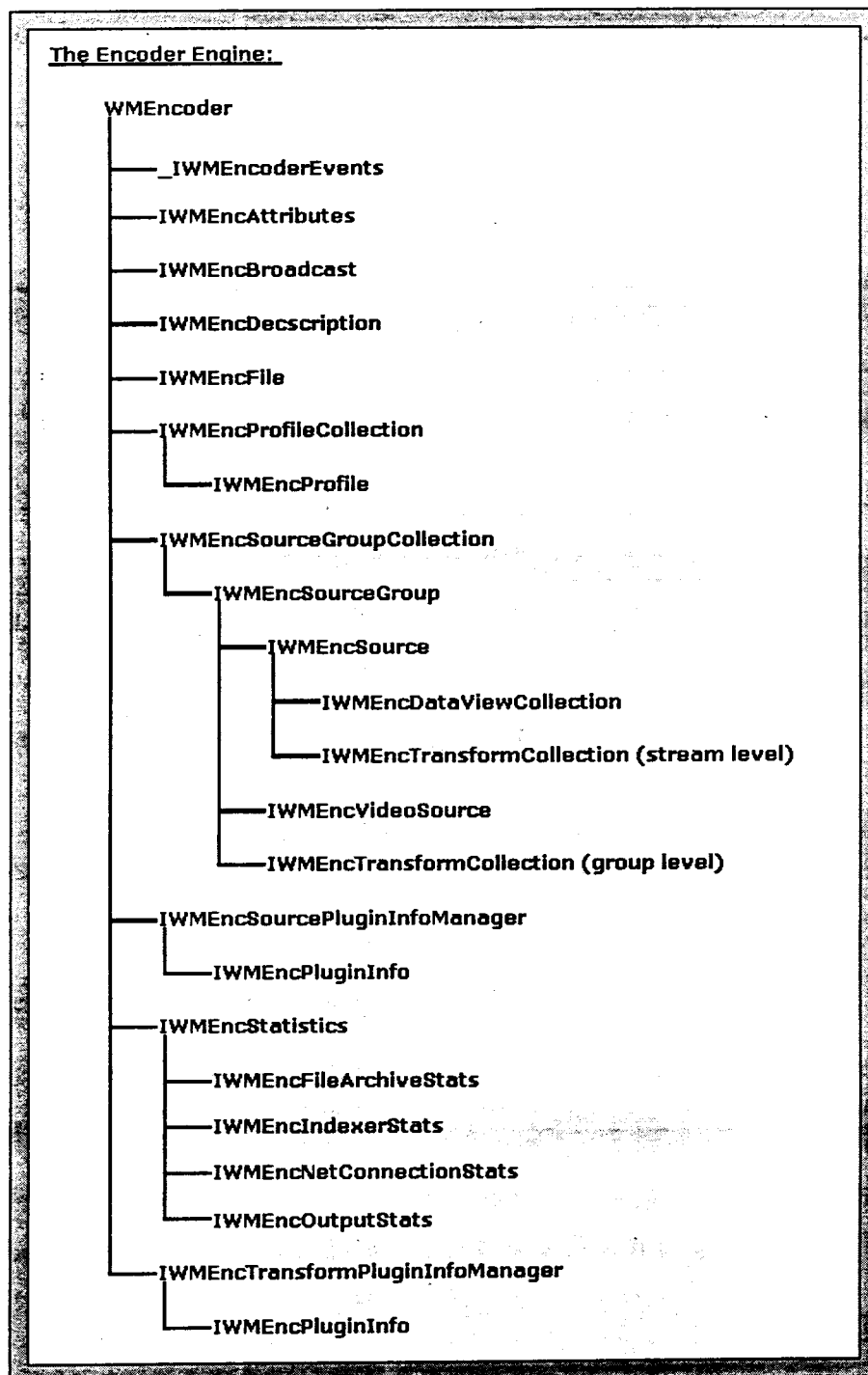


圖 78：WMEncoder Object 架構圖



Windows Media Encoder SDK 把一些可以擷取的資料流，依照不同類型分成下列幾種 [48]：

Scheme type	Plug-in type	Description
Device	Source	Captures a stream from an attached device.
File	Source	Captures a stream from a file.
ScreenCap	Source	Captures a stream from the screen.
UserScript	Source	Sends a script stream to the encoder engine.
TCGroupTransformPlugin	Transform	Enables accelerated rendering of a stream without audio or video distortion.

圖 79：Available Plug-ins by Scheme Type

在這裡我們使用 ScreenCap 這個類型，來開發多媒體教材製作編輯工具錄製老師解說教材畫面的功能，Screen Capture Plug-in 提供我們對螢幕上任一範圍的選取與相關的設定，而需特別注意的是，在設定 profile 的屬性時，要選擇有支援 screen capture 的設定檔，以確保我們錄製出來的教材畫面有較佳的品質。建議可以優先使用下列的設定檔：

- Screen capture (live) for dial-up modems (28.8 Kbps)
- Screen capture for dial-up modems (28.8 Kbps)
- Screen capture for e-mail and dual-ISDN (128 Kbps)

除了利用 Screen Capture Plug-in 進行教材導引畫面的記錄，我們運用 Device Plug-in 來擷取教師上課時影像的視訊，它可以選取所有連接到電腦的 Audio 或 Video devices 做為資料流的來源，透過對 Device Plug-in 的設定，我們可以將老師的視訊記錄下來。接著再加上同步化的機制，此多媒體教材製作編輯工具便可以實現製作多媒體課程的功能，將老師的影音檔與對教材解說的動作豐富的呈現給學習者。

在產生標準化課程檔方面，我們則是運用文件物件模組(Document Object Model, DOM)，來實現對 XML 文件的操作。DOM 是一個用以描述 XML 文件架構而且可跨平

台的應用程式介面(Application Programming Interface, API) [49, 50]，一個 XML 格式的檔案對應到這個模型上，將成為一個樹狀的結構。而任何的 Application 或 Script 可依照標準的方式，透過 DOM 介面動態存取 XML 文件或是修改 XML 檔案的結構與內容。

Microsoft XML Core Services (MSXML) 4.0 提供了 MSXML Library 實現 DOM 的概念[51]，如下圖 80。DOM 物件在對文件進行剖析的過程中，會將 XML 文件的階層載入成樹狀結構，稱為 XML DOM Tree，其中 Root Element 即代表文件物件的根節點，而 XML 檔案裡的 Text、Attribute...等都可以視為一個不同型態的子節點，建立在 Root Element 之下，依此模式，整份 XML 文件就會被 parsing 成一個完整的 DOM Tree。

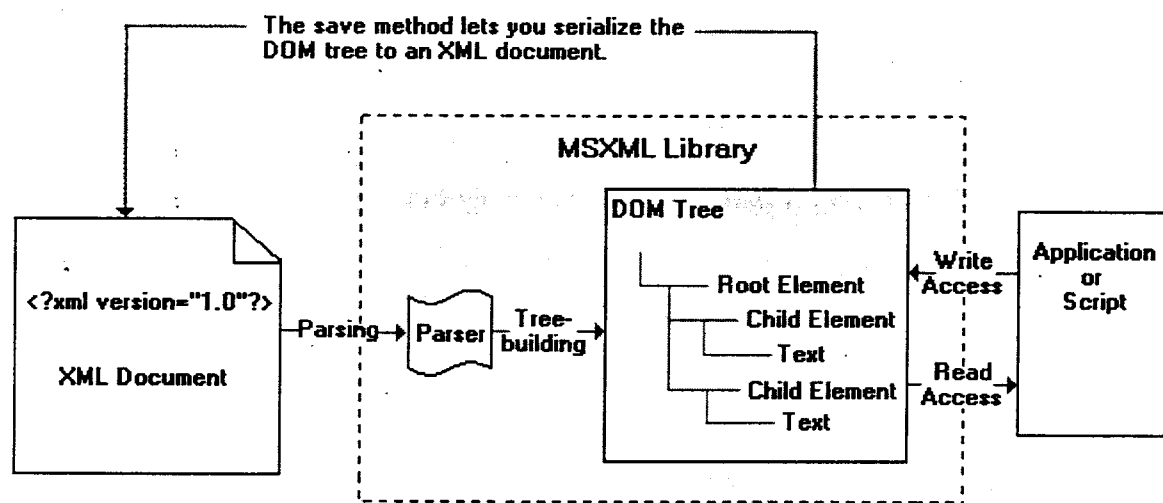


圖 80：DOM - Parsing and Presenting XML Document to Application

MSXML 提供了一些的 DOM 物件供我們使用，而以下列出本教材編輯工具常用的幾個及其說明：

IXMLDOMDocument	代表 XML 文件的根節點，其他的物件都要根據此物件的才能被建立與存取。
IXMLDOMNode	代表 DOM 中任何一個節點，依此可對各節點進行操作，如插入或刪除一節點
IXMLDOMNodeList	為這個 XML 文件中所有節點物件的集合，只要 XML 檔

	案有改變，就會隨時產生新的一份 NodeList 清單。
IXMLDOMNamedNodeMap	是所有屬性物件的集合，依此可對各屬性進行操作，如根據指定的屬性名稱存取屬性。

圖 81：XML DOM Objects

我們所開發設計的多媒體教材製作工具，在圖 80 中的功能是代表最右邊的 Application，透過 MSXML Library 的使用，我們可以新建一個符合 SCORM/TMML 標準格式的 DOM Tree，產生一個標準化 XML 檔；或是 parsing 已存在標準化課程教材檔，建立 DOM Tree，對已有的課程檔案做修改，並加上上述錄製的多媒體課程，便可以製作出 Content Package 一個基本的 SCO。接著經由教師對整個課程的設定，例如每個主題的呈現順序(SCO 的順序)、關鍵字、先修主題、通過標準...等，便可以製作出一個符合 SCORM/TMML 標準格式的課程封裝檔，提供學習管理平台上的課程的呈現方式與基本資訊。

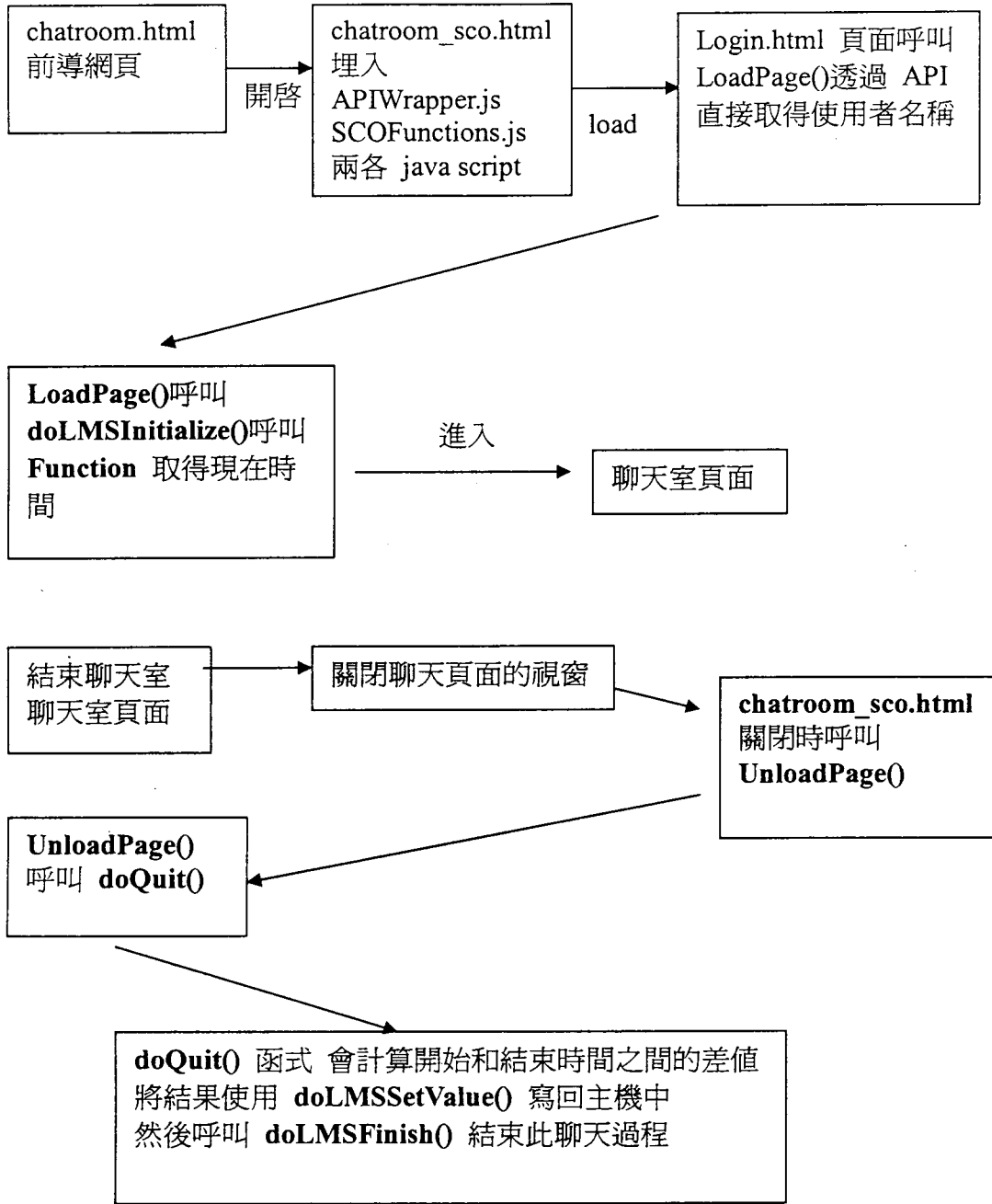
### 3.2.5 共享工具設計

在共享工具設計中，目前所開發設計系統投票系統及語音聊天室，以符合原此研究分項 1 所提出之六項共享工具。接下來便是嘗試將其 SCORM/TMML 標準化，在標準化的過程中，我們發現可以將共享工具分做兩類，其中一類是與系統較無關聯、較獨立的文字聊天室和語音聊天室兩項，而其餘部分由於資料庫關係，與系統的關聯性較大，在標準化的過程中複雜性也較大。目前我們已針對文字聊天室進行了標準化設計，而語音聊天室的標準化流程與文字聊天室大致相同。其運作流程如下：

原始途徑：

Login 頁面 → 聊天室頁面 → 結束聊天室(關閉視窗)

### SCORM 途徑



### 3.2.6 共享教材物件編輯工具設計

整個編輯工具的雛型是參考目前現在網路教學平台上的教材編輯工具，使得在對現有編輯工具沒有太多改變的情況下，老師所製作的教材可以被包裝成合乎 SCORM/TMML 的 Content Aggregation 及 Content Package。目前系統所提供的教材編輯工具是以建構導覽樹的方式，讓老師以章節或主題建構的方式，在導覽樹上增加或刪除節點，學生再利用導覽樹的結構來展開、檢視教材。節點的內容可以直接線上編輯或以

上傳檔案或目錄方式編輯。我們已修改此部份的程式及部份的介面，使得系統除了儲存這些原始教材的 resources 外，再多存一些 meta data 在相關 XML 檔案中(SCO.XML, Manifest.XML)。

採用這個方法的原因是老師已習慣這個教材編輯工具，對他們而言，平台或教材標準化與使用者介面是兩回事，他們還是會依原有的習慣來使用系統，標準化的工作應該由系統隱藏起來做。但為了取得一些 meta data，如某一節點的教學目標，我們還是得依 SCORM 所定義的 meta data 標準，來修改部份編輯介面，以取得相關的 meta data 的原始資料。此工作完成後，系統不但可以接受由外面轉移進來符合 SCORM/TMML 標準的教材，也可以產生符合 SCORM/TMML 標準的教材並加以包裝以便可匯出到其他的 SCORM/TMML LMS (Learning Management System)上。

由上述的設計理念，我們可以把編輯工具分成五個部分：1.教材導覽路徑編輯、2.檔案上傳、3.教材內容編輯、4.教材 Meta Data 編輯和 5.教材匯入匯出。表 5 顯示出各個部分和系統中資料的互動關係。表中的 DMBS 指的是整個系統有關教材部分的資料庫，XML file 指所有 metadata 和 manifest，其他檔案則是所有和教材相關的檔案(如 HTML，圖片檔等 Asset)。

表 5：編輯工具各部分的功能

	DMBS	XML file	其他檔案
教材導覽路徑編輯	R / W		
檔案上傳	R		R / W
教材內容編輯	R / W		R / W
教材 metadata 編輯	R	R / W	
教材匯入	W	R	W
教材匯出	R	R / W	R

● **教材導覽路徑編輯：**

此部份的目標為：讓老師能夠在建立教材時，也能同時提供足夠的資訊供系統於匯入匯出時產生 Manifest file 中定義教材展現順序的部分。圖 82 為編輯工具中，編輯教材

結構時的畫面。

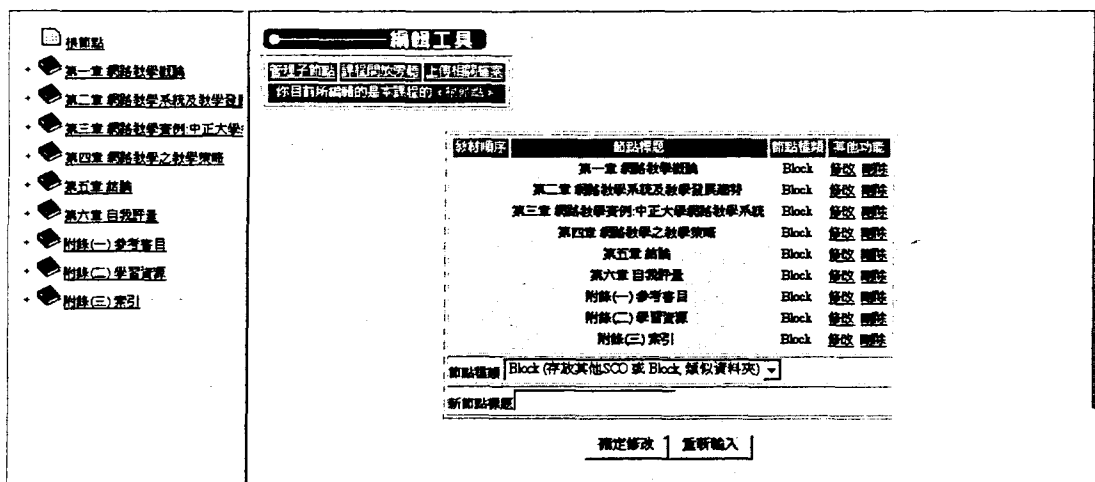


圖 82：編輯工具-教材導覽路徑編輯

編輯工具將教材分成兩種節點：SCO 和 Block。此種分類法類似 SCORM 1.1 的分類法，將所有節點分成兩大類。

1. **Block**：可包含 Block 和 SCO 種類的兩種節點。自己本身並不會包含一個可以讓 LMS 讀出、讓使用者觀看的資源。

2. **SCO**：雖然在此節點下無法再包含其他節點，不過編輯工具本身會讓使用者編輯一個 HTML 檔作為此節點的教材內容。

老師完成資料的輸入後，編輯工具便會將這些資訊存入資料庫中，供系統作進一步的查詢和修改。同時建立資料夾和相關檔案，供教師上傳資料和提供 API 功能。

老師在新增 SCO 節點時，系統會要求老師輸入“節點順序編號”。此編號的用途有兩個。一是當 LMS 需要決定下一個呈現給使用者的節點時，LMS 能夠由此編號來作判斷。另一個功能則是匯出教材時，編輯工具能夠將資料庫的資料轉成 Content Package 中的 Organization 部分。藉由節點順序編號，老師便能訂定想要的教材導覽順序。

以圖 83 的例子來說，教材在系統內的節點順序編號將會有由小到大的順序存在。這同時也影響了節點在導覽樹中的位置。編號越小，則節點所在的位置便會越靠近根節點。當系統需要決定下一個呈現給使用者觀看的 SCO 時，系統會由小到大逐步搜尋符合條件的 SCO。

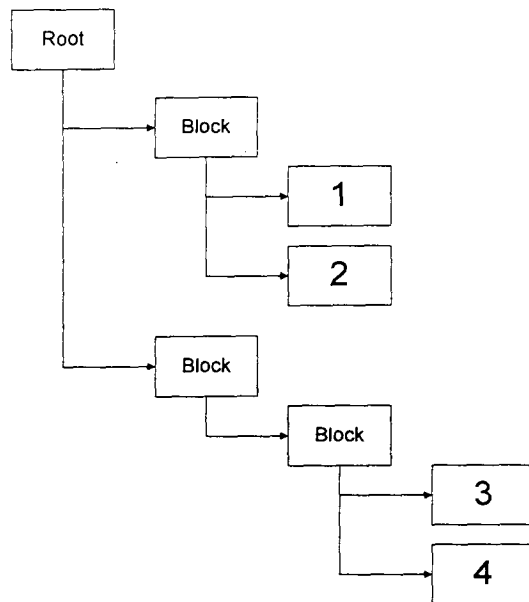


圖 83：導覽樹範例

● 檔案上傳：

老師在編輯好教材節點後，會需要上傳一些檔案(如 HTML 檔中包含的圖片)到系統上。此部分提供一個和編輯工具整合的上傳介面，讓教師在編輯時能夠上傳相關檔案到各個 SCO 節點的相關目錄下。另外也提供教師一個簡單的 Web-based 檔案管理工具。圖 84 是檔案上傳功能的使用者介面。

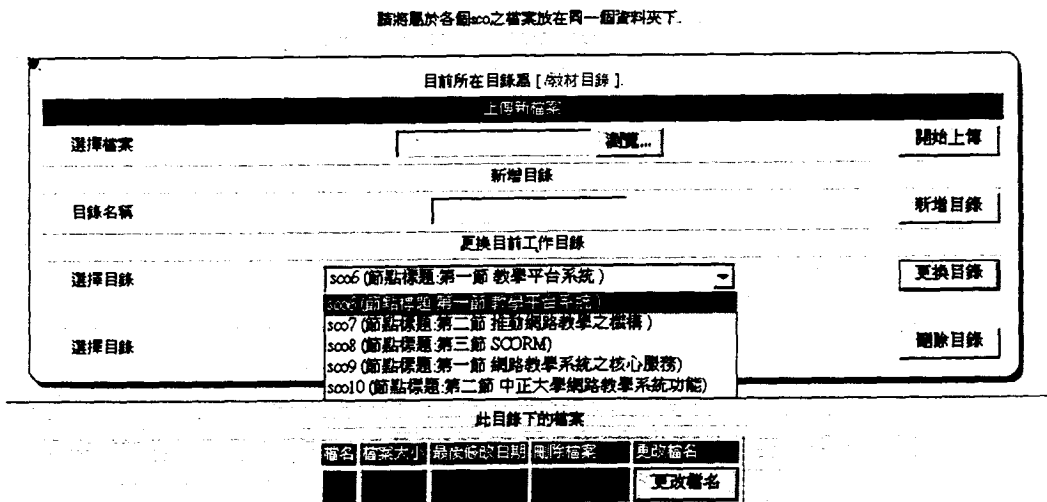


圖 84：檔案上傳的使用者介面

- 教材內容編輯：

在 SCORM 標準中提到有關各個 SCO 物件符合標準的最低需求：需要呼叫 LMSInitialize()和 LMSFinish()這兩個 API call。大部分的老師均不熟悉 HTML，影響了將 SCORM API call 加入教材中的困難。系統如果要求要自己手動輸入這些 API call 的話，一定會造成反彈，甚至於排斥使用這個工具。

我們的做法是：提供一個最基本的樣板 HTML，請老師將自己的教材內容複製到 <body></body>標籤之間。並且提供幾個預先定義好的功能(如顯示使用者名稱)讓老師加入 HTML code 中(圖 85)。老師可以先用其他網頁編輯工具編輯好所需的 HTML 後，再將其複製到我們的編輯工具中。

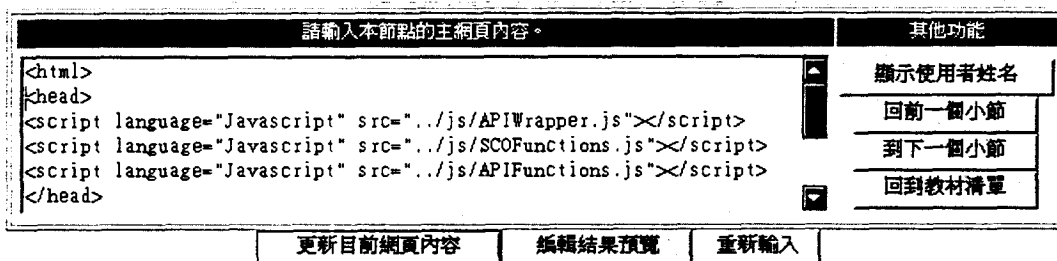


圖 85：教材內容編輯

- 教材 Meta Data 編輯：

在作教材交換或搜尋教材內容時，我們需要的是一些確定且容易管理的內容，而不是真正的尋找教材中所包含的所有資訊。尋找教材的完整資訊除了效率不佳，搜尋的結果也不一定能夠真正符合我們的需要。SCORM 在規格書中訂定了許多不同的資訊來描述一個 SCO。為了減少老師在輸入這些資訊上的負擔，我們選出一部分必要的資訊讓老師填寫，其餘的部分則由工具自動產生。以圖 86 來說，我們的工具在此希望讓老師能夠填入教學目標和關鍵字等資料。至於像標題等資訊則由程式自行到資料庫中讀出並寫入。



主要教學目標	教導學生對網路基礎架構有更深入的了解
教學目標內含之關鍵字 (各個關鍵字請用"ENTER"鍵隔開)	網路 基礎架構
備註	Problem Statement
教材內含關鍵字 (各個關鍵字請用"ENTER"鍵隔開)	Internet Network

確定新增修改 | 重新輸入

圖 86：教材 meta data 編輯

● 教材匯入匯出：

SCORM/TMML 的目標之一就是教材在各個不同 LMS 之間的互相交換。因此，對於其他編輯工具所編輯出的教材，只要其符合 SCORM/TMML 標準，藉由匯入介面，我們的系統就能將其成功的匯入到資料庫中。另一方面則是匯出的功能。在產生 Content Package 之前，系統會先檢查目前資料庫和相關的檔案是否全部符合我們的要求。對資料庫來說，我們要的是足夠的資訊來產生一個導覽樹，也就是 Manifest XML 檔案中的 Organizations 部分。對相關檔案則要求所有 SCO 所需的 HTML 檔案需要完全編輯完成。在確定資訊正確無誤後，編輯工具就會開始產生 imsmanifest.xml 檔案，並將所有相關檔案壓縮起來後供使用者下載。圖 87 是系統對課程檢查的結果。如果檢查成功的話，下面的超連結則會指向 ZIP 檔讓教師下載。

## 檢查結果

檢查BLOCK  
Block 參考資料 下沒有任何SCO存在

檢查SCO  
第二節(教材順序 4)的主網頁檔案不存在, 請重新編輯

[回到編輯工具修正錯誤](#)

圖 87：匯出檢查結果

### 3.2.7 設計以概念圖為教學策略的教材編輯工具

在概念圖方面，我們使用 javascript 和 VML 開發了一項繪製概念圖的工具，讓學生可以繪製自己的概念圖，並儲存概念圖。系統執行畫面如圖 88:

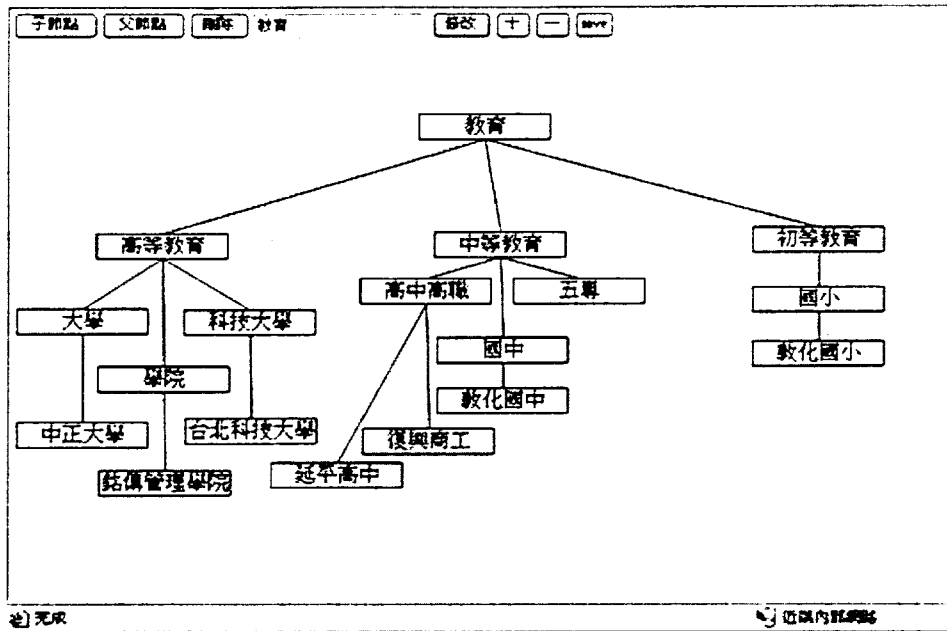


圖 88：教學策略的教材編輯概念圖

此工具可以點選新增子節點或父節點，在點選節點後可以進行刪除或在文字方塊中輸入文字修改圖中的文字，每各節點的大小都可以使用‘加’‘減’來改變大小，並且可以使用滑鼠拉動節點調整位置。學生得以透過此工具完成自己的概念圖，並儲存進行日後的評量。

### 3.2.8 合作學習系統

此研究分項 1 所提出之合作學習系統架構 (如圖 89)，為了讓此套合作學習系統可以更容易的融入符合 SCORM/TMML 標準之教學平台中，採用了額外的資料庫紀錄有關合作學習的資料。獨立於教學平台外的資料庫有兩大好處：1.可以讓整個合作學習系統更加獨立，增加其模組化的特性、2.將來在標準化的過程當中，在資料的整合和欄位的管理上，顯得更加方便。

本系統中老師在同一堂課裡，可以針對不同的學習目標，進行多次的合作學習，而每次的合作學習，在系統裡稱為一個專案。使用者進入教學系統後，個人的資料即已存

在於系統中，而在進入本系統時，系統會取得使用者的相關資料，並且依照不同的權限出現不同的功能，教師有管理的部分，而學生僅能看到自己正在執行中的專案。

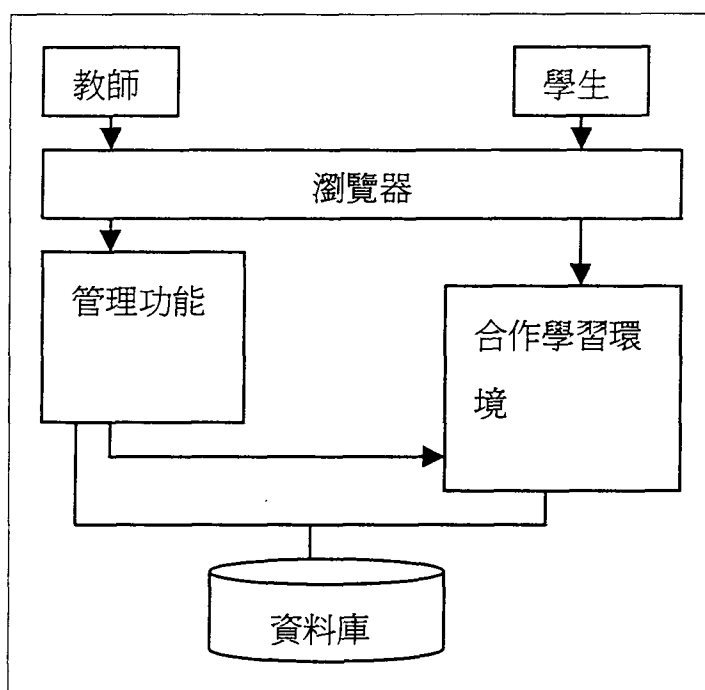


圖 89：系統架構

本系統取得使用者資料後，會查詢自己的資料庫以確定使用者的組別、權限及所屬的專案，進入專案後，便會顯示出此專案的合作學習環境供使用者使用。使用者一但進入合作學習環境，系統便會對使用者的行為進行紀錄如登入時間、登入次數、發表的文章數、參與討論的次數、整理的資源數目及總使用時數...等，以作為日後教師評分的依據。由於本系統將每次合作學習視為一個專案，因此必須有專門的介面提供教師管理專案。加上合作學習的功能眾多，必須加以整合以便於使用者操作和進行合作學習，因此本系統包含了管理功能和合作學習環境兩大部分。

- **管理功能：**

管理功能部分包含了專案的新增及專案管理兩部分。

- (1). **專案新增：**

專案新增功能如下圖 90 所示，教師可以設定專案名稱、此次專案是否計分、是否公開小組的學習過程及內容，以及此次專案在學期成績所占的百分比比例。

請輸入專案名稱：

請選擇專案類型：

請選擇環境類型：

請輸入配分：  %

圖 90：專案新增

(2).專案管理：

專案管理共分修改專案、專案目標、分組設定、發布專案、觀看專案及觀看評分，六個子功能。

- A. 修改專案：修改專案功能與專案新增相同，可以修改已建立的專案名稱、此專案是否計分、是否公開小組的學習過程及內容，以及此專案在學期成績所占的百分比比例。
- B. 專案目標：專案目標只要用以設定專案的題目，亦即此次合作學習的學習目標和內容，教師可使用 html 語法或一般文字內容作為輸入格式，系統會自動判定、處理並顯示在專案目標功能內。
- C. 分組設定：分組設定如圖 91 所示，可以手動設定學生的組別或交由系統自動產生分組，系統自動產生分組可使用 1.多少人為一組、2.共分為幾組，兩種條件產生分組結果。
- D. 發布專案：當專案內容、型態、分組都設定完成後便可以發布專案，如圖 92 所示系統提供了三種時間的設定方式，供教師依照專案的需要，自行設定專案的起訖。設定的方式有 1.自行設定起始及結束日期，系統將依照設定自動發布專案和結束專案。2.小型專案可以選擇系統提供的時間間隔，至發布時間起執行一小時、兩小時、四小時或八小時，四種時間間隔，系統在時間期滿自動會結束專案。3.教師可以手動發布和結束專案，系統將不會自動動作，教師得以自行控制時間。專案發布後，學生始可以進入此

專案的合作學習空間。

- E. 觀看專案：在合作學習的教學策略中指出，教師有其從旁指導並幫助學生學習的義務。因此此功能提供教師隨時都可以進入學生的合作學習環境，觀看學生目前的進度，適時給予建議及錯誤的導正...等功用。
- F. 觀看評分：觀看評分功能可以用來觀看並給定學生成績，如下圖 93 所示老師可以參考學生此次合作學習的互評、自評以及組間互評的成績，並可以參考學生個別參與歷程的內容，給定該學生最後應得的成績。

分組條件	分為 <input style="width: 30px;" type="text"/> 組	每組 <input style="width: 30px;" type="text"/> 人
分組方式	<input checked="" type="radio"/> 依學號順序 <input type="radio"/> 亂數分組	

**請輸入各個學生的小組編號，  
未分組的學生編號為"-1"**

學號	姓名	新小組編號	原小組編號
490415007	李長峰	<input style="width: 80px;" type="text" value="1"/>	1
689410049	Raymond	<input style="width: 80px;" type="text" value="1"/>	1
690000001	Student, Joe	<input style="width: 80px;" type="text" value="2"/>	2
690410001	謝秉桓	<input style="width: 80px;" type="text" value="2"/>	2
690410003	ABC	<input style="width: 80px;" type="text" value="3"/>	3
690410014	kof9x	<input style="width: 80px;" type="text" value="3"/>	3
690715019	張芳綺	<input style="width: 80px;" type="text" value="4"/>	4
oocat2	oocat2	<input style="width: 80px;" type="text" value="4"/>	4

圖 91：分組設定

觀看狀態

2002-11-23 15:00 開始 2004-11-23 15:43 結束

<b>專案名稱</b>	<b>專案開始時間</b>	<b>專案結束時間</b>
專案: 2003 年 11 月 23 日 15 時 00 分	<input type="radio"/> 一小時 <input type="radio"/> 兩小時 <input type="radio"/> 四小時 <input type="radio"/> 八小時	
<b>子專案名稱</b>	<b>專案結束時間</b>	<b>狀態</b>
<input checked="" type="checkbox"/> 2004 年 11 月 23 日	2002-11-23 15:00 開始 2004-11-23 15:43 結束	

圖 92：發布專案

類別	學號	姓名	參與學分	已發表評語數	已投票	被發表評語學分	管理成績	指定成績
1	490415007	李長峰	參與學分 0	小組成員 32	未獲成績	<input type="button" value="確定"/>		
1	689410049	Raymond	參與學分 0	小組成員 32	未獲成績	<input type="button" value="確定"/>		
2	690000001	Student Joe	參與學分 36	小組成員 0	未獲成績	<input type="button" value="確定"/>		
2	690410001	謝榮福	參與學分 34	小組成員 0	未獲成績	<input type="button" value="確定"/>		
3	690410003	ABC	參與學分 0	小組成員 0	未獲成績	<input type="button" value="確定"/>		
3	690410014	hot9x	參與學分 0	小組成員 0	未獲成績	<input type="button" value="確定"/>		
4	690715019	張芳洲	參與學分 0	小組成員 0	未獲成績	<input type="button" value="確定"/>		
4	cccc2	cccc2	參與學分 0	小組成員 0	未獲成績	<input type="button" value="確定"/>		

圖 93：觀看評分

● 合作學習環境：

如下圖 94 所示，為本系統合作學習環境的輪廓。在合作學習環境中主要包含四個部份，(1).功能選單部分(圖 94 左上)，提供所有功能的選單。(2).個人行事曆部分(圖 94 左中)，顯示個人行程。(3).線上組員及訊息傳送(圖 94 左下)，提供組員得知其他組員是否在线上及傳送即時簡訊。(4).功能使用區(圖 94 右)，所有功能皆顯示在此部分供使用者使用。

- 小組說明
- 小組說明
- 小組說明
- 個人工具
- 個人工具

---

日 2003年 03月 4日

日 日 日 日 日 日

1 2 3 4 5 6 7 8

9 10 11 12 13 14 15

16 17 18 19 20 21 22

23 24 25 26 27 28 29

30 31 日 月 年

---

多人區 週 4 : 2

上線

● 6.1. Action 1分1秒

---

● 6.1. Desktop 3s

● 6.1. 圖庫

小組說明

主題：生態計畫-台灣河川中的外來魚種入侵

標題：  
 自然生態與人類有著密切的關係，  
 如果我們能善用這些生態資源的話，  
 就能深入瞭解自然生態等等的奧秘，  
 並以生態計畫為主要的方向尋找網頁的主題。

人類由交通網以在五大洲間自由往來，經由通商，  
 促進與鄰近有了文化在交流，儘管我們好奇的過，  
 那些行動不若人類那樣自由的生物，又是如何到達重地呢，  
 從數千里外的距離來到台灣這些生物呢？

最近公共電視節目-我們的島-介紹有關外來魚種的專題報導，  
 介紹我們跟大自然-在經過討論之後，我們決定以此作為網站的主題，  
 介紹有關外來魚種在台灣的河川中的生態研究，  
 這一步可以討論到人類任意破壞環境，  
 對環境的破壞與河川生態環境造成的破壞。

理念宗旨：  
 自然界的生物是很有趣的，牠們會隨著環境的改變而增加或減少，  
 所以當生物離開原本生存的地區之後，便會具有非常大的危機，  
 存活的機會也有限不少！  
 最近幾年，台灣地區出現了許多原本會是在台灣河川中自然生長的魚種，  
 可是這些外來魚種不但沒有因為自然環境不具競爭力而消失，  
 反而在這些地區，甚至佔據了原本屬於本地魚種的生存空間。

圖 94：合作學習空間

在此環境中，使用樹狀結構，將合作學習的功能進行分類，一方面節省畫面空間，一放面便於使用者尋找並使用功能，並將個人的行事曆以月曆方式顯示在環境的左方，搭配色彩標記，讓使用者清楚且便於安排自己的行程，然後將上線的組員及傳送簡訊的功能顯示於左下方，告知使用者組員的上線情形，並可以立即傳送訊息，減低網路學習的孤獨感，提升學習的動力，最後保留最大的空間給其功能顯示，方便使用者操作。經過上述的整合及分配，建立起一個便於使用者使用及管理的合作學習空間。

所包含的合作學習的功能如下：

1. 小組說明預覽(如圖 94 右)，小組說明編輯(如圖 95)，使用者可以上傳做好的 HTML 說明網頁或輸入到文字方塊中由系統自行產生網頁。

主題： 生態教育--台灣河川中的外來魚種入侵 ^

緣起：

自然生態和人類有著密切的關係，  
於是我們希望透過此次團體作業的機會，  
能更深入地探討與生態有關的議題，  
並以生態教育為主要的方向尋找網頁的主題。

人藉由交通得以在五大洲間自由往來，經由通婚，  
使得異族間有了文化的交流，但令我們好奇的是，

確定 清除

上傳之檔案名稱請使用 "index.html" 取名方可顯示，如欲使用本系統提供之格式，請將目錄中之 index.html "刪除"，並將資料直接輸入於輸入區

瀏覽... 上傳檔案 清除

現有檔案

檔名	檔案大小	最後修改日期	刪除檔案
----	------	--------	------

圖 95：小組說明

2.任務指派(如圖 96)，提供使用者設定組員的職位，分為一般組員及組長兩種，每個人選擇完畢後，採多數決定此人的職位。

暱稱	姓名	學號及網頁	性別	性向色彩	系所	現職	職責
Student, Joe		690000001		彩虹		組員	組員 v
Autumn	謝秉桓	690410001	男	橘色	資工所	組長	組員 v

圖 96：任務指派

3.聯絡簿，顯示組員的聯絡資料及 email，加強組員之間的聯繫以彌補組員上線不一至的缺陷。

4.聊天室(如圖 97)，提供組員建立聊天室，進行線上即時討論，提供互動的方式。



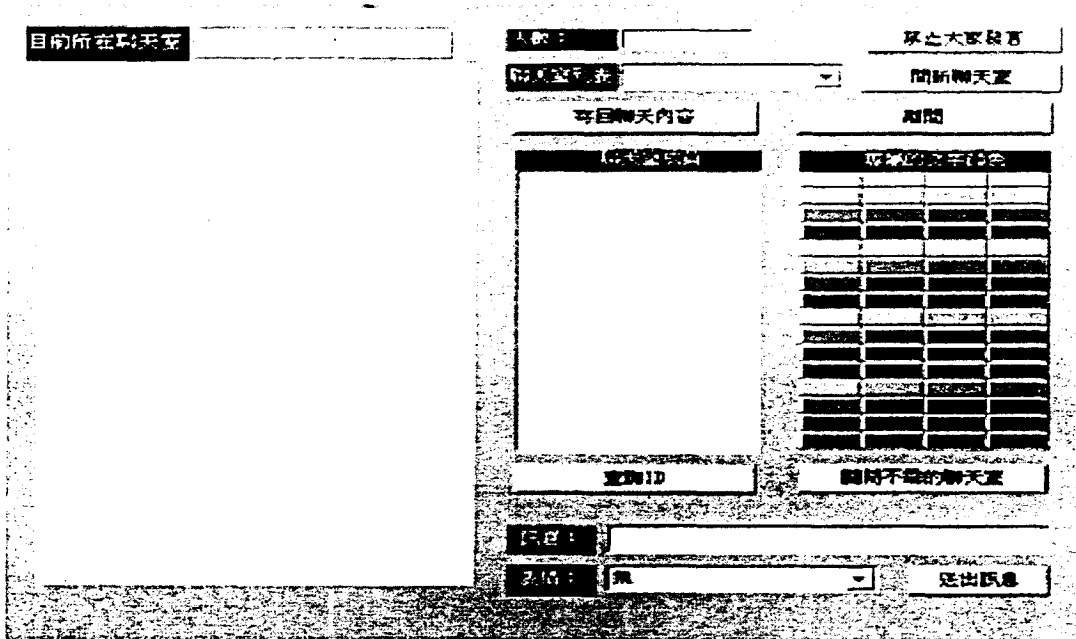


圖 97：聊天室

5. 討論區(如圖 98)，提供學生討論的園地，發表個人的看法及問題，相互討論以確定是否真正了解新的概念。

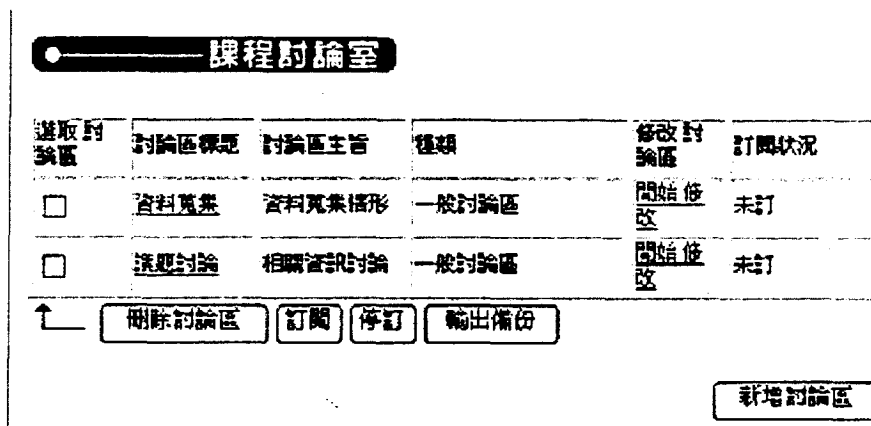


圖 98：討論區

討論區提供了訂閱的功能，可以彌補學員無法天天上網的缺陷，當有新的文章時系統會自動送發到使用者的信箱。討論區中所發表的文章，可以夾帶一個檔案以彌補單單使用 html 文字的不足。

6.留言版(如圖 99)，可以讓組員留言以增進彼此的互動和感情。

我要留言 管理介面 第2組留言版

---

姓名：	E-mail：
留言：	

圖 99：留言版

7.公佈欄(如圖 100)，給小組組員發布消息使用，用以提醒其他組員該注意的事情。

· 發佈新消息 ·

刪除	日期	公告重要等級	標題及詳文連結	瀏覽次數
<input type="button" value="刪除"/>	2003-01-11	一般等級	<a href="#">上課地點</a>	3

圖 100：公佈欄

8.時程表(如圖 101)，用以設定各組預定進度的時程表，督促組員如期完成工作，避免進度落後的情形。

期數	日期	內容
第6次	2003-10-22	資料蒐集與整理
第7次	2003-12-1	網頁製作練習
第9次	2003-12-30	網頁設計
第11次	2004-1-14	成果發表

圖 101：時程表

9.成果預覽及發表，如小組網頁功能，可上傳已製作完成的網頁或使用文字由系統產生網頁，不同之處在於，成果可以設定是否公開，好像其他小組可以完成組間互評的分數。

10.資源分享(如圖 102)，使用樹狀結構將檔案分類便於管理，使用者可以將自己找到的資料分類放至於此功能中，並選擇是否分享。

11.個人筆記本(如圖 103)，會跳出新的視窗，使用者可以將看到的資料複製貼到文字方塊中並取名以紀錄入自己的筆記本中，日後可以在筆記本列表中找到筆記觀看，也可以設定成分享。

個人筆記本中的資料會自動出現在資源分享中，當設定成分享時，別人便可以觀看你的筆記內容。

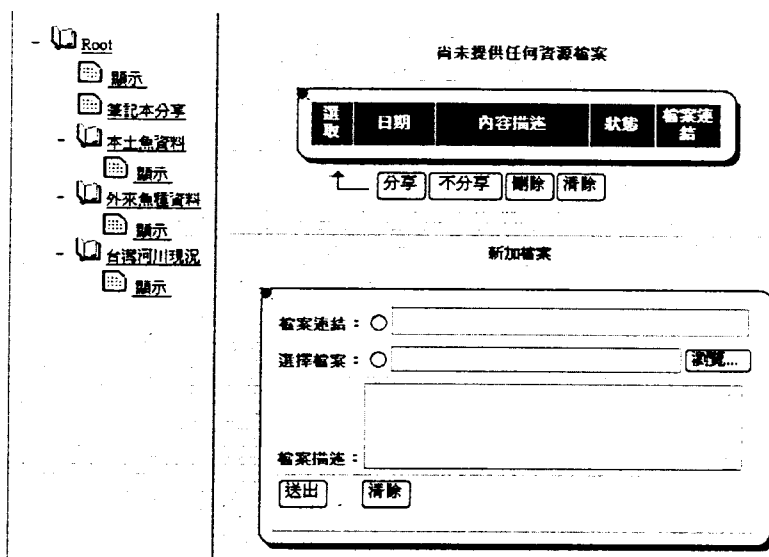


圖 104：資源分享

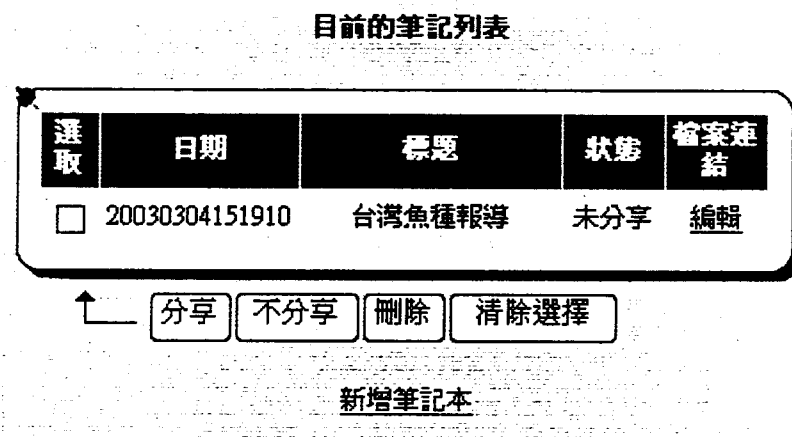


圖 105：個人筆記本

12.組內自評及互評(如圖 106)，組員可以給自己分數和其他組員分數，分數採平均方式，並且會顯示你個人的得分。

您的得分 89

暱稱	姓名	學號及網頁	性別	性向色彩	系所	分數
	Student, Joe	690000001		彩虹		90
Autumn	謝秉桓	690410001	男	橘色	資工所	89

圖 106：組內自評及互評

13.組間自評，會顯示每一組成果的連結，供使用者觀看後，給定分數，分數採平均方式，並顯示本組的目前得分。

14.參與歷程(如圖 107)，顯示每一各組員的參與歷程連結及內容。

謝秉桓		690410001	
登錄次數	3	上次登入時間	2003-03-04 15:35:56
留言次數	0	上次留言時間	尚未留言過
觀看留言次數	1	上次觀看時間	2003-01-11 00:23:18
發表文章次數	0	上次發文時間	尚未發表過
瀏覽文章次數	1	上次瀏覽時間	2003-01-11 00:23:16
資源個數	20	筆記本數	1
使用總時間(分：秒)	197:48		
參與聊天次數	0		

圖 107：參與歷程

### 3.2.9 多媒體教材編輯工具

此分項開發的多媒體教材編輯工具裡，利用 Microsoft 的 Windows Media 串流系統架構與 Windows Media Encoder 的技術來發展動態課程教材導引的功能。我們利用 Encoder 把教材網頁編輯時的畫面同步壓縮成串流的影片，將老師上課時的影像與相對應的教材解說動作都能即時的記錄下來，並提供給學生瀏覽。更進一步的，老師可選擇將此課程壓縮成符合 SCORM/TMML 共享教材格式的教材封裝檔，提供至任一標準 LMS(Learning Management System)上成為一共享教材。以下是此多媒體教材編輯工具的架構圖：

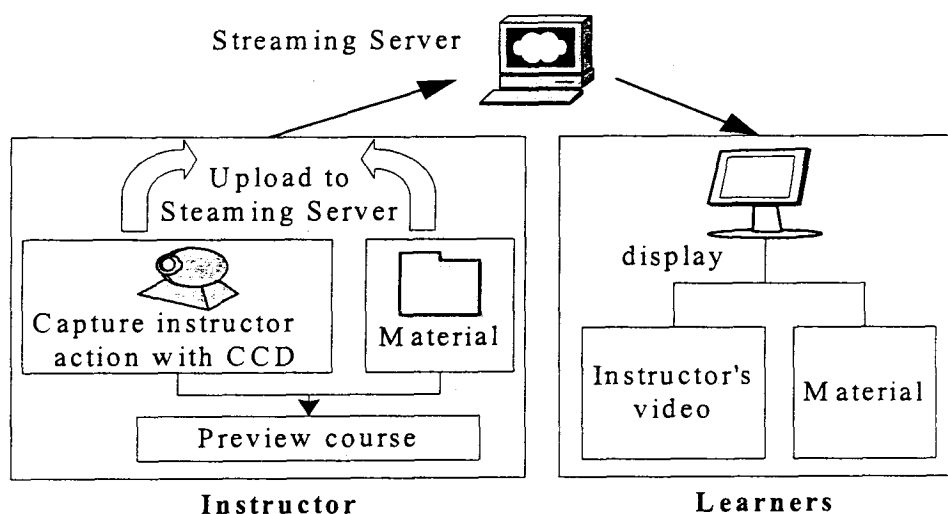


圖 108：多媒體教材編輯工具架構圖

上圖的左半部是「老師編輯端」的部分，將老師提供的影片或是現場錄製老師的影音說明，和課程教材檔，加上老師授課時對教材的解說動作，同步化的產出多媒體教材。在教師編輯完教材之後，能夠透過 client-server 的架構，經由網路傳輸來將教材與教學影片新增至串流伺服器。而圖的右半部是「學生瀏覽端」的部分，經由 Streaming 的機制，學生可以自由的觀看有老師指引動作的多媒體影音教材。另外，老師也可以選擇將教材壓縮成符合 SCORM/TMML 格式的教材封裝檔，本文將於之後說明本教材編輯工具產出的教材封裝檔於 ADL Sample Run-Time Environment 進行測試與播放的情形。以下先介紹多媒體教材製作編輯工具的編輯端功能模組說明，如下圖。

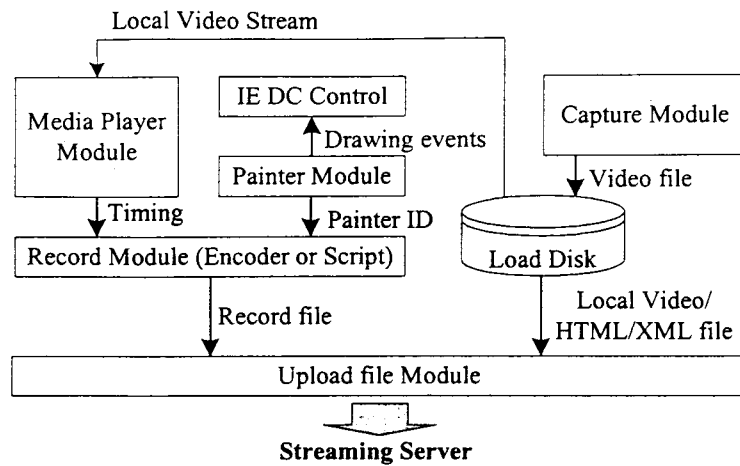


圖 109：多媒體教材製作編輯工具 Modules

在老師編輯端方面，包含了錄製教材導引模組(Record Module)、串流系統模組(Media Player /Streaming System Module)、畫筆模組(Painter Module)、視訊擷取模組(Video Capture Module)、檔案上傳模組(Upload File Module)等五個部份，分別負責主控各類別之溝通、記錄滑鼠與鍵盤之動作、教學影片播送、產生多種特殊效果之畫筆，視訊擷取部分與教材檔與影片檔上傳等多項功能，而下圖正是此概念教材編輯工具的畫面。



圖 110：教師編輯端畫面

教師端編輯畫面包括了四個主要部分，茲就各部分簡單說明如下：

### 1. Browser and the area of course authoring

這是網頁瀏覽、導引繪圖的區域。在老師選定了此次教學的教材後，老師可以利用 authoring tool box 的工具，一邊講解一邊可對此區域的教材做導引註記的動作。

### 2. Preview of the video

影片預覽的區域，不管是老師事先準備的影片，或是即時、現場錄製的老師上課的影像檔，都可以在此區域顯示與預覽，用以輔助老師錄製課程。

### 3. Authoring tool box

授課講解教材時的繪圖工具列，提供了畫線、畫圈、方框等工具，以及編輯動作復原的功能，老師可以利用這邊的工具輔以說明教材。

### 4. Functional Menu

系統功能選單，提供老師每次錄製課程的專案設定與錄製時的功能操作。功能包括：

「新增專案」：進行新課程錄製前的設定，老師需在此提供相關資訊，以進行標準化教材的製作。

「開舊專案」：開啟舊的設定檔編輯課程。

「修改資訊」：在初始設定之後，提供老師對此課程資訊做再次修改。

「定位程式」：在普通教材之外，也可以選擇錄製一個 Application 的操作課程(例如：如何使用 MS Word、如何製作 powerpoint)。

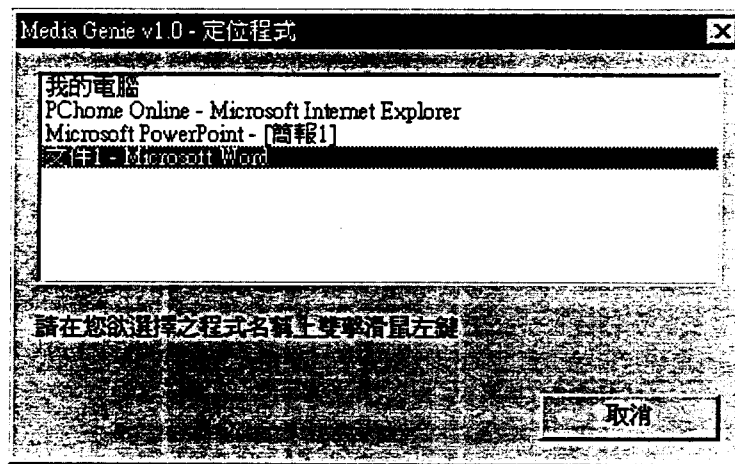


圖 111：「定位程式」選擇 Application

「開始錄製」：開始教材的錄製。

「完成錄製」：完成教材的錄製。

「預覽專案」：提供老師預覽製作好的課程畫面，也是學生可直接瀏覽教材的畫面。

「結束系統」：離開本教材編輯工具。

以下以新增一個課程主題為例，來說明本教材編輯工具產出標準化課程的概念，並將此課程置於 ADL Sample Run-Time Environment 進行測試，證明這是一個共享、標準化的課程。

我們可由 Functional Menu 中選擇「新增專案」，開啟圖 56 的設定選單，先選擇課程要存放的目錄，輸入課程、章節與新主題名稱，如下圖即是新增一課程為：「國中電腦第二冊」→「第一章電腦倫理」→「第一節使用電腦的倫理」的主題，並將此次錄製的課程存放在下列的目錄中“D:\WorkJuniorComputer2”。



另外老師必需進行此次錄製的教材來源的設定(網頁教材或定位錄製一 Application)，並作影片來源的選擇(匯入現存影像檔或現場錄製老師的影音)。完成專案的相關設定後，就可以按下 Functional Menu 中「開始錄製」，完成本主題的課程教授後，可以按下「完成錄製」並進行剛剛錄製完的課程預覽，此時符合 SCORM/TMML 的標準化教材封裝檔也同時製作完成。

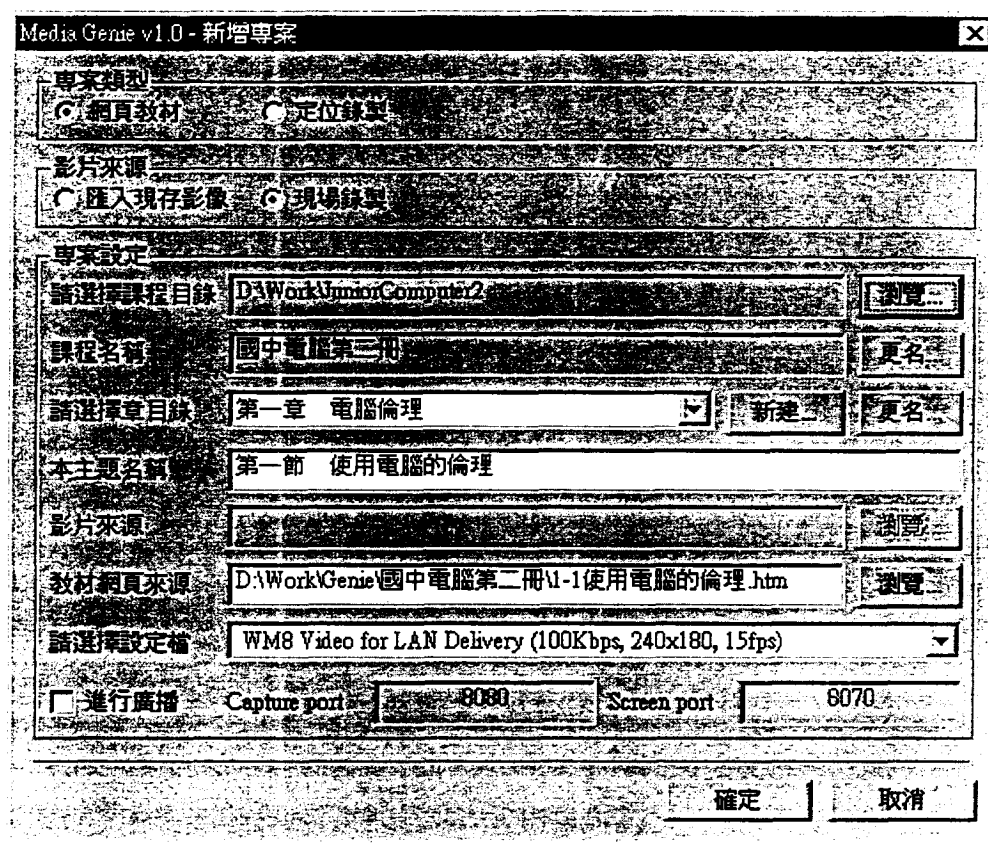


圖 112：新增一課程主題

根據 SCORM specification version 1.2 中對 Content Aggregation Model 的定義，一標準化教材的內容結構如圖 113 所示，「organization」代表一整個課程，「item」表示此課程下各章節、主題教材內容，「resource」則表示這個主題的實體(SCO/Asset)存放位置。

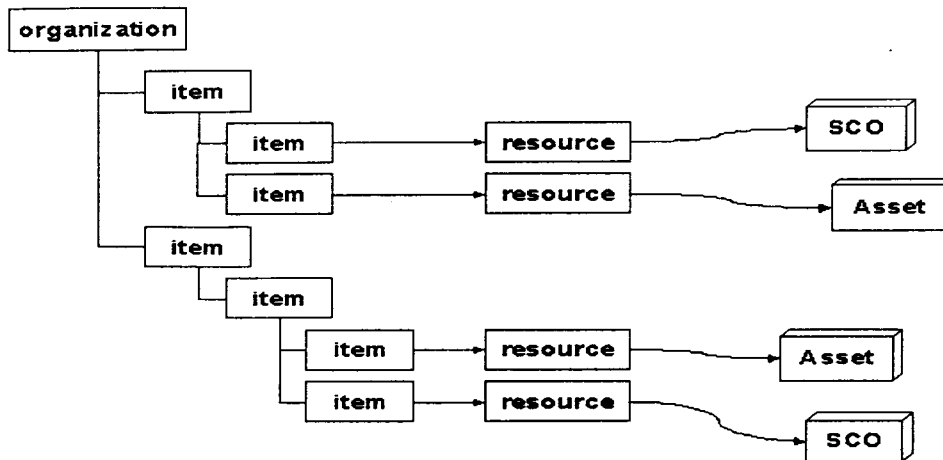


圖 113：SCORM Content Model

所以我們的教材編輯工具提供老師在錄製每一次課程的同時，可以選擇成為新的課程主題或是將此主題加入到一個舊的課程裡，而如圖 113 新增一課程為：「國中電腦第二冊」，其產出的標準教材檔，主要課程格式簡示如下，包含<organization>標籤中描述了本課程各主題呈現的順序，如下圖。

```

<organizations default="Computer02">
  <organization identifier="Computer02">
    <title>國中電腦第二冊</title>
    <item identifier="C02_LESSON01">
      <title>第一章 電腦倫理</title>
      <item identifier="C02_SCO01" identifierref="SCO01">
        <title>第一節 使用電腦的倫理</title>
      </item>
      <item identifier="C02_SCO02" identifierref="SCO02">
        <title>第二節 資訊安全</title>
      </item>
      <metadata>
        <schema>ADL SCORM</schema>
        <schemaversion>1.2</schemaversion>
        <adlcp:location>Lesson01\Lesson01.xml</adlcp:location>
      </metadata>
    </item>
    <metadata>
      <schema>ADL SCORM</schema>
      <schemaversion>1.2</schemaversion>
      <adlcp:location>JuniorComputer2.xml</adlcp:location>
    </metadata>
  </organization>
</organizations>
  
```

圖 114：描述課程各主題呈現的順序

另外<resource>標籤中也描述了各教材主題資源存放的位置，如圖 115。

```
<resources>
  <resource identifier="SCO01" type="webcontent" adlcp:scormtype="sco"
  href="Lesson01/Resources/sco01.htm">
    <metadata>
      <schema>ADL SCORM</schema>
      <schemaversion>1.2</schemaversion>
      <adlcp:location>Lesson01/Meta-data/sco01.xml</adlcp:location>
    </metadata>
    <file href="Lesson01/Resources/sco01.htm"/>
    ...
  </resource>
  <resource identifier="SCO02" type="webcontent" adlcp:scormtype="sco"
  href="Lesson01/Resources/sco02.htm">
    <metadata>
      <schema>ADL SCORM</schema>
      <schemaversion>1.2</schemaversion>
      <adlcp:location>Lesson01/Meta-data/sco02.xml</adlcp:location>
    </metadata>
    <file href="Lesson01/Resources/sco02.htm"/>
    ...
  </resource>
  ...
</resources>
```

圖 115：描述各教材主題資源

使用多媒體教材編輯工具所錄製的每一個課程主題可視為一 SCO，將會在 <organizatiuon> 中依所設定的教材順序產生出一個 <item> 的節點，與一個參照的 <resource> 實體資源位置。例如：在「國中電腦第二冊」課程中，進行「第二節 資訊安全」的課程主題錄製，完成專案後將會在此課程檔案中新增一個 <item> 節點：

```
<item identifier="C02_SCO02" identifierref="SCO02">
  <title>第二節 資訊安全</title>
</item>
```

以及這個主題所存放的資源位置：

```
<resource identifier="SCO02" type="webcontent" adlcp:scormtype="sco"
href="Lesson01/Resources/sco02.htm">
  ...
</resource>
```

依此步驟，我們可以將「國中電腦第二冊」的第一、二章課程主題都建置完成，並且產出一個標準化的課程封裝檔(JuniorComputer2.zip)。再將此“Course Content Package”匯入至 LMS Run-Time Environment 來做測試，看看是否為一標準化的教材，以達到教材共享的目的，以便在任何符合標準的學習管理平台下使用。

SCORM 的標準測試環境“SCORM Version 1.2 Sample Run-Time Environment Version 1.2.1”，可在 ADL 的網站下載 (<http://www.adlnet.org/>)。我們需先進行 Java 2 Runtime Environment、Apache Jakarta - Tomcat Servlet Engine、系統環境變數與 ODBC 的設定，才能使整個環境正常運作，詳細的步驟在此不做贅述，如有需要可以參考 ADL 的網站。

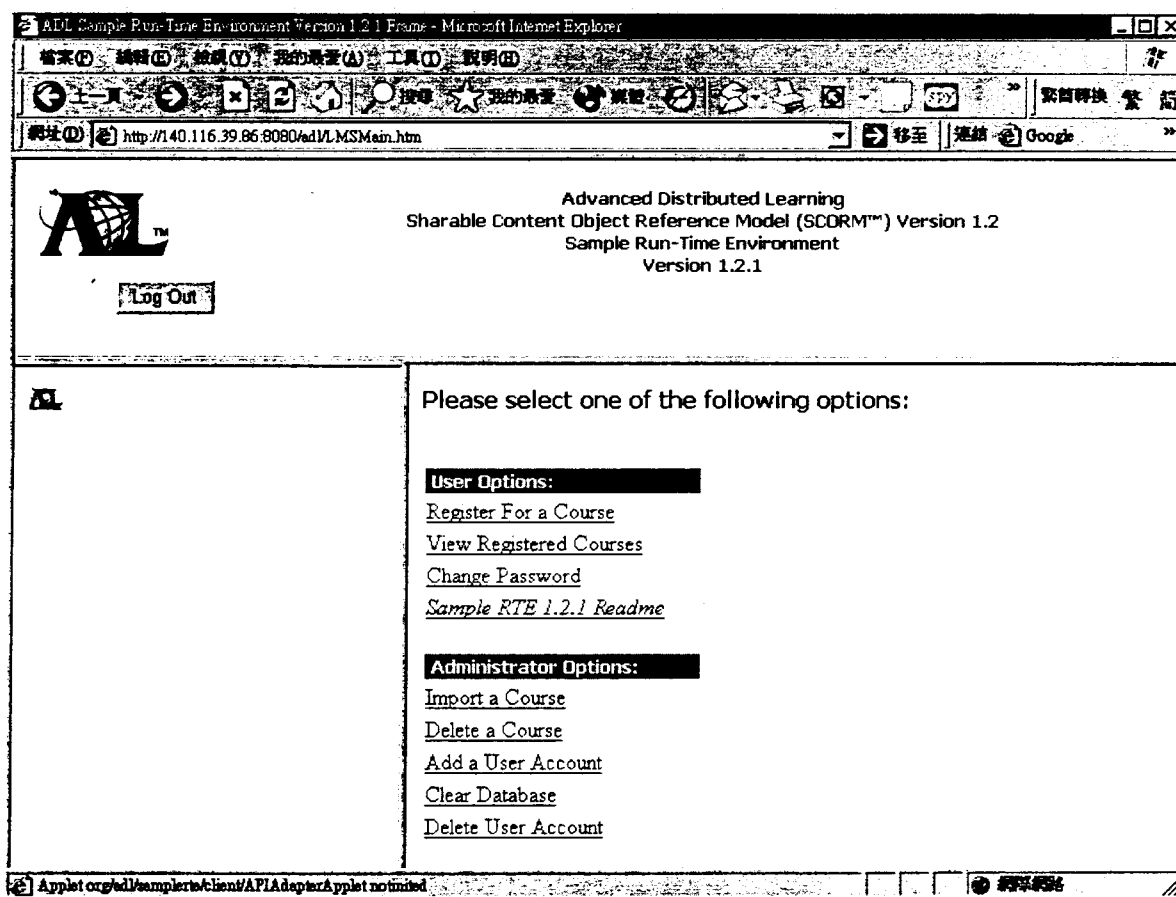


圖 116：LMS Run-Time Environment

在整個 RTE (Run-Time Environment) 安裝完成後，我們可以使用系統管理者身份登入，來做教材的匯入、刪除課程、新增或刪除使用者帳號、清除資料庫等功能。我們可以選擇「Course Import」進行將多媒體教材編輯工具產出的教材檔匯入 LMS 資料庫的動作，如下圖。

[Go Back To Main Menu](#)

### Course Import

**Please provide the following course information:**

Enter the title you want to use for the course you wish to import:

Enter the name of the Zip file containing your course content that you wish to import:

Select the type of navigation controls that you would like present during the course.  
*See the 'Help' Section for details*

Flow

Choice

[Help!](#)

圖 117：Course Import

在匯入標準化課程時，總共有三個步驟：第一、先輸入在 LMS 平台上欲建立的課程名稱（例如：國中電腦二）；第二、選擇標準教材封裝檔的路徑，在此可選擇之前用多媒體教材製作編輯工具產出的檔案（例如：D:\ JuniorComputer2.zip）；第三、選擇學生瀏覽此課程的模式，“Flow”表示一次只呈現一個單元的模式，“Choice”則表示以一樹狀目錄呈現此課程。

一般使用者可在登入學習管理平台後，先對課程做註冊的動作(圖 116,「Register For a Course」),便可以選擇對已註冊的教材進行瀏覽、學習(圖 116,「View Registered For a Course」),下圖即是我們將教材封裝檔以“Choice”方式匯入 RTE, 建立起「國中電腦二」課程後, 使用者的瀏覽畫面。

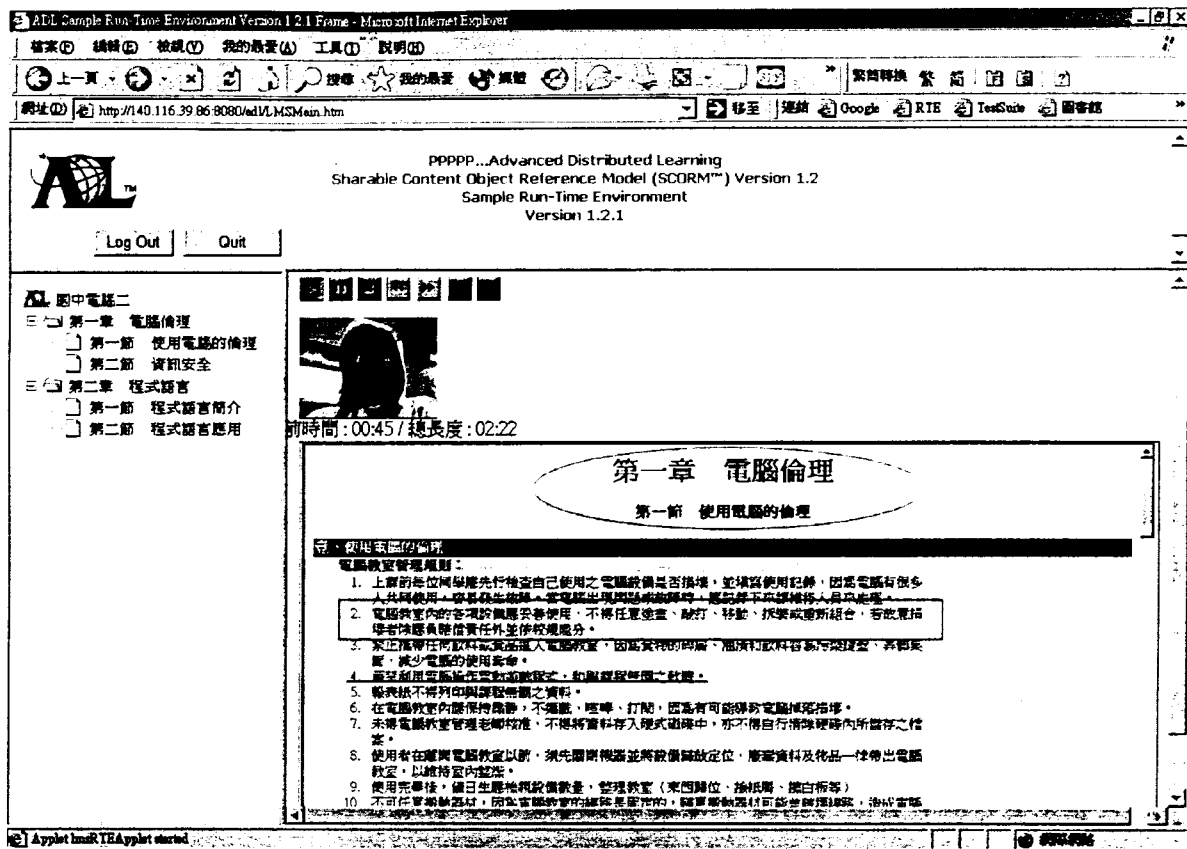


圖 118：瀏覽標準化課程

我們可以看到在 SCORM Run-Time Environment 所呈現的樹狀目錄正是依據使用多媒體教材編輯工具時所建立的課程資訊檔(圖 114 與圖 115)，而錄製的課程也能成功的在學習管理平台上顯示，包括：老師的影音、主題教材檔以及老師講解時的動作。可證明我們提供一個多媒體教材製作編輯工具能輔助老師建立一套多媒體教材，製作完成時可以提供學生直接瀏覽，或是進一步的壓縮成標準化教材封裝檔，這個標準化的課程可以依照需要在 LMS 平台上匯入、建立一個課程，提供每一學生對課程的每一個主題來做課程瀏覽。

### 3.2.10 收集使用者行為之機制

為達成個人化教學系統計劃目標。我們將作教學材料搜尋整理以及使用者個人行為的記錄和研究。針對此教學系統，我們將進行資訊探勘(Data Mining)以瞭解學生之操作模式並據以作系統改進。為提供充份之資料進行資訊搜尋整理，研發在網路上收集使用者行為(Data Collection)之機制是研究的另一重點。

在今日 Web 系統上，如何正確且有效率地收集使用者使用行為仍是一項值得重視的課題。Web 伺服器上收集到的存取記錄(Access Log)大多不能有效的界定單一使用者之存取行為。如前所述，今日的 WWW 系統為了有效的降低網路頻寬之需求，並加快反應時間(Response Time)，Proxy 伺服器的設置非常普遍。大部份的 Web Browser 皆透過 Proxy 伺服器來存取 WWW 上的資訊，此一現象造成大部份之存取記錄皆只記錄少數的 Proxy 伺服器。因此，利用 Web 伺服器上收集到的存取記錄來分析使用者行為將不準確，而無法達成總體計劃中個人化的計劃目標。為解決此一困難，我們已經成功地完成了 Access Pattern Collection Server 機制的研發和實作。

藉由此機制和伺服器的建構，可以克服因為使用 Proxy 伺服器而造成不能準確分析使用者行為的困難，而此機制和伺服器的研發已與研發完成的 Web 倉儲系統整合(如圖 89 所示)，以做為教學材料搜尋整理以及使用者個人行為的記錄和研究，以達成個人化教學系統計劃目標。

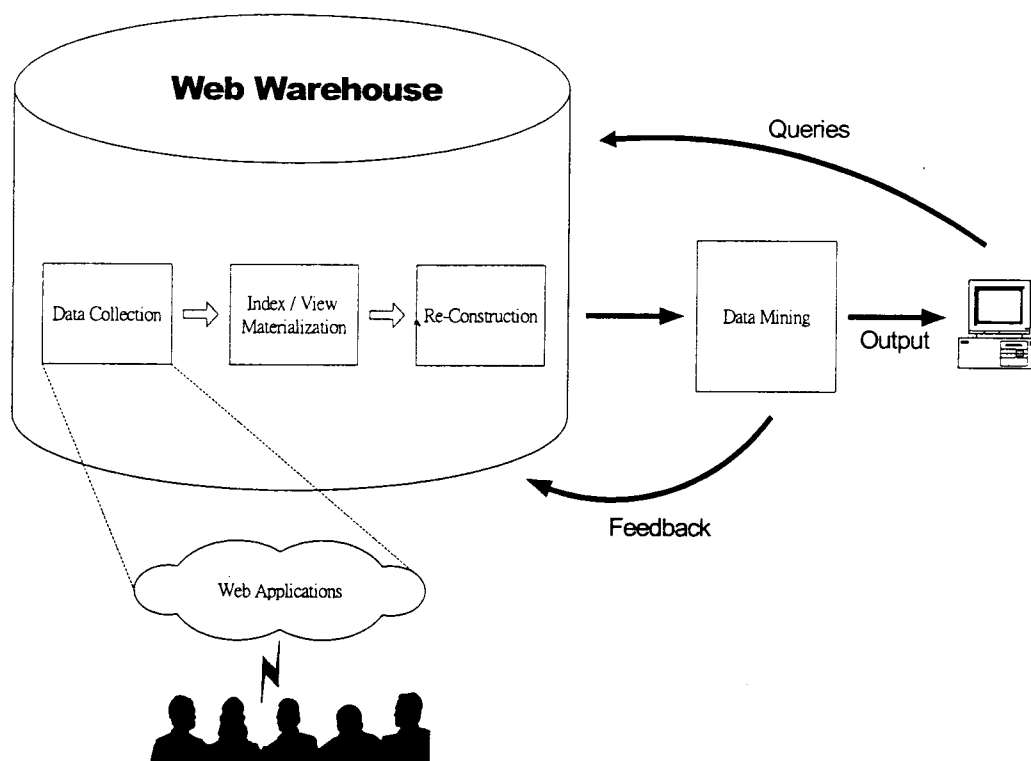


圖 119：Web 資料倉儲系統的架構

此分項 1 的目的即在於提供已開發設計的網路教材發展工具，可供教師直接利用此工具發展符合標準的網路多媒體教材課程。而以上所提到的多媒體教材編輯工具 (Multimedia Authoring Tool) 正是能幫助使用者發展出適合學習管理平台 (Learning Management System) 的電子化教材內容。另外，為了提昇學習者瀏覽教材的興趣，若能在傳統教材的呈現之外使用現今當紅的網路多媒體技術，學習效果更能相對提高。但由於許多的教師並非電腦專業科系畢業，且缺乏容易使用的工具能夠直接的表達老師上課時講述教材的指引動作與授課內容，所以在編作多媒體教材方面較不容易得心應手。所以此研究成果的多媒體教材編輯工具特別結合串流影音與網頁教材同步化機制，來建構一個易上手的教材編輯系統，提供教師使用。

另一方面，學生透過學習管理平台觀看標準化的多媒體課程，就像坐在教室學習一樣，可以達到真正樂在學習的效果。透過此機制，學生們可以一邊隨著教材網頁的呈現，一邊可以觀賞老師的教學影片，並且同時瀏覽老師的教材導引動作。這種隨著影片的播送，同步化展示教材引導的機制，可以讓學生更有系統學習課程，並且結合影音資料使得教學教材網頁具有時間結構不再死板，在瀏覽上更加方便。

我們應用多媒體技術，開發具整合能力的多媒體教材編輯工具與可以製作標準化課



程教材的機制。透過此工具，相信能讓使用者製作一份精彩豐富的多媒體知識教材，對企業與公司的網路教學提供幫助。也使網路教學系統上的課程符合 SCORM/TMML 的教材標準，並具備電子資料交換的功能，透過共享的機制更有利教材資源在各 LMS 平台上流通。

### 3.3 軟體系統與平台(API)標準

由於網際網路的日益普及，寬頻時代的逐漸到來，WWW 上各種商業、教育訓練、娛樂應用蓬勃發展，可以預見的 E-life 將是未來人類生活上的一種方式。而在教育的應用上，利用 WWW 來從事無遠弗屆的教育訓練活動，例如：改進教學品質，普及教學的效果，甚至取代傳統教育都已日漸可能。由於教育是一個國家發展強盛的基礎，世界各國無不對利用網路從事教育活動投入大量人力、物力從事相關理論、應用、技術研究。有鑑於此，我國目前也正積極進行相關工作，一般利用 WWW 從事教學活動最主要的困難點有二：(1) 製作適合網路學習之教材 (2) 建立能將網路教材呈現並提供良好網路學習環境的平台並且對於網路教材及網路學習平台都有其個人化需求的特性，換句話說，都並非能以一種一般性 (generalized) 的教材或學習平台可以滿足各式各樣網路教學科目的需求，因此使得有心利用 WWW 網路改進或延伸教學品質範圍的廣大教師們，不是自行苦心研究建構網路教材及學習平台，就是裹足不前，浪費了此一珍貴的科技產品，而一般具專業能力的資訊技術人員，所開發的網路教材或學習平台，因為滿足一般性的需求，故不具個人化之能力，實用性雖有，但效果不盡理想，使得網路教學的效果未能充分發揮，有鑑於此一現象，研究開發一套可依個人需求、目的而自行以簡單編輯的方式建構出網路教材及網路學習平台的工具是絕對有其迫切性的。

針對目前國內教學平台尚無一致性的標準可以依循，因此發展出的教學平台只能就特定的教學教材做設計，一旦想要讓其他教學平台上的教材也能夠在本身的教學平台上分享時，便會受限於教學平台的設計不同，而常導致無法共享彼此的教材，於是本計畫之研究分項 2 主要在研究已漸成為國際教學平台與教材標準的 SCORM(Sharable Content Object Reference Model)參考模型，提出 SCORM 相容的教學平台標準與相關工具。

美國國防部分散式學習先導計畫 (Advanced Distributed Learning Initiative)，主要為推動網路可分享教材元件的國際標準 SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 之 e-learning 學習系統，SCORM 主要目的在於提供網路教學環境標準參考架構，在教學平台的執行環境中，描述如何在一個以網頁為基礎的環境中進行教學教材物件的發行及教材與教學平台間的溝通，包括此教學物件如何被教學系統追蹤、管理。透過程式寫作介面(API)，對教材進行開發、定義與操作，同時使得這些共享的教材更容易被重複使用及增進互動操作性，而不需花費太大成本，便可開發出支援網路教學的模組，提供非技術性人員自行發展網路教材，使他們不需考慮技術性細節，藉以提高教學內容的品質。

SCORM 相容參考架構的 APIs，是事先定義的功能模組，提供教學教材物件和 LMS 溝通機制，一旦教學教材物件發行至客戶端，LMS 就可使用 API 取得或設定物件資訊。API 隱藏實作的詳細內容，提高教學教材物件重用率及增進互動操作性。API 功能的實作及提供是透過 APIs 轉接器(Adapter)，教材發展者無須擔心轉接器內部實作的細節。所有介於 APIs 轉接器和教學教材物件的通訊由教學教材物件發起，LMS 僅需提供 APIs 轉接器，並實作 API 的功能將其介面開放給客戶端的教學教材物件即可。基本 APIs 轉接器主要有三部分的功能：(1)執行狀態表示教學教材物件通知 API 轉接器，教學教材物件希望與 LMS 建立溝通，(2) 狀態管理為取得執行 API 的錯誤代碼與說明，(3)資料傳輸 APIs 將資料傳出或傳入 LMS，教材物件與 LMS 的溝通訊息內容格式，使用 AICC (Aviation Industry Computer-based Training Committee) 組織的 CMI 指引中定義的一組資料模型元素(Data Model Element)。

針對 SCORM 規格所定義的學習平台 LMS 標準與可分享教材物件 SCO 標準，有達到 SCORM 相容標準所務必要滿足的需求條件(Conformance Requirements)。

**學習平台 LMS 需求條件依符合程度分三等級：**

**1、第一級(LMS-RTE1)**

- (1) 能發行一個符合標準的共享教材物件。
- (2) 提供 API Adapter，並正確實作 API 規格內所定義的程式寫作介面。
- (3) 支援資料模型定義的必要性 (Mandatory)資料模型元素。

**2、第二級(LMS-RTE2)**

- (1) 符合第一級要求。
- (2) 支援一個以上的選擇性(Optional)資料模型元素。

**3、第三級(LMS-RTE3)**

- (1) 符合第一級要求。
- (2) 支援所有資料模型中定義的選擇性資料模型元素。

**共享教材物件的需求條件依符合程度分四等級：**

**1、第一級(SCO-RTE1)**

- (1) 能被一個符合 SCORM 標準的學習平台所發行。
- (2) 搜尋 API Adapter。

(3) 實作並呼叫 API 中 LMSInitialize()和 LMSFinish()功能函式。

(4) 正確呼叫 API 內定義的功能函式。

## 2. 第二級(SCO-RTE1+Mandatory)

(1) 符合共享教材物件第一級要求。

(2) 教材物件運用一個以上資料模型中定義的必要性資料模型元素。

## 3. 第三級(SCO-RTE1+Optional)

(1) 符合共享教材物件第一級要求。

(2) 教材物件運用一個以上資料模型中定義的選擇性資料模型元素。

## 4. 第四級(SCO-RTE1+Mandatory+Optional)

(1) 符合第二級共享教材物件要求。

(2) 符合第三級的共享教材物件要求。

每個 LMS 都需要有自己的資料庫系統來儲存教學教材、學習者個人帳號、學習紀錄等等，要建構 SCORM 相容的 LMS，其相容等級的驗證，LMS 使用 SCORM 相容資料模型有密切關係，因此 LMS 需將 SCORM 相容資料模型對應至自己平台本身資料庫系統內的各個資料表。為了讓現有的資料庫系統能與 SCORM 的 Data Model 接軌，此研究分項 2 提出資料模型管理系統與資料模型轉接器設計樣式(Adapter Design Pattern)，用來設計與製作 LMS 資料庫與資料模型中介軟體，並協助教學平台發展者發展 SCORM/TMML 相容資料模型。

ADL 目前所提供的 SCORM LMS 之 implementation 方式，是以 java servlet 作為 LMS 端處理 API adapter 的 run-time environment，然而這樣的架構卻無法應付大量的連結，因此分項 2 亦將提出一種利用 CORBA (common object request broker architecture) 為建構平台的分散式計算環境，以其具有 load balancing 的能力來做為 run-time environment 的實行方式，透過這樣分散式的架構，可以大量地提昇 run-time environment 系統的效能。

另外亦可透過 SOAP (Simple Object Access Protocol) 的 client 當成是 API Adapter，並使用實作 SOAP Server 來當作 run-time environment 的方式來實行：SOAP (Simple Object Access Protocol)，SOAP 是一個輕量級的通訊協定用來在一個分散式的環境下做資訊交換，不像一般的分散式物件架構一般（如：CORBA、RMI 等），SOAP 僅是一個通訊協定而已，利用 HTTP 來作為連線的通訊協定，在系統之間傳輸用 XML 編碼好的程式方法 (method call) 及其參數的資料，當伺服器端接收到 SOAP 的請求時，便要將

SOAP 的動作標籤從 HTTP 的 HEADER 中取出，並解析包含在其中的 XML 資訊，並且完成所要求的事項。SOAP 是由四個部分所組成的，包含 1.SOAP 信封 (envelope)：是一個規範用來描述在一個訊息裡面有包含什麼以及要如何處理它；2.SOAP 傳輸連結規範 (transport binding framework)：利用指定的通訊協定來交換訊息；3.SOAP 編碼規則 (a set of encoding rules)：用來表示應用程式自訂的資料型態；4.SOAP convention for representing remote procedure calls and responses。

此外，在本研究中，提出了一個網路服務導向 (Web- Service Oriented) 的教學平台系統 (LMS)，同時也實作了合作式的教材編輯工具以及教材管理系統 (CRMS)。這些系統與工具的設計理念，皆是以符合 SCORM/TMML 標準為前提。因此，除了能夠整合成一個完整的 e-Learning 教學環境之外，各個系統也能獨立運作，與其他符合 SCORM/TMML 標準的系統或工具之間，也能彼此相容。

### 3.3.1 學習管理系統(LMS)與網路服務

數位學習隨著網路環境的建置完善而有越來越多有關其應用，然而對於系統間的相容性問題仍舊有相當大的討論空間。隨著 SCORM 提出了對於各種不同系統間教材相容的解決模型，並且對於學習系統（LMS, Learning Management System）的建立也提供一個執行環境，SCORM 的主要目的是提供教材內容間的 accessibility, interoperability, durability 及 reusability 等能力，而在現階段的程式設計技術下，要達到上述的四種功能並非難事，例如目前的 Java 或是 Microsoft .NET 等工具。而此研究分項所著重的不但是要在 SCORM/TMML 的標準下建立學習系統的架構，使得所使用的教材皆能符合前述四種能力，更重要的還需要在 component level 中還需要符合上述四種能力。若以 Component-based 的方式來設計學習系統則雖然可以提高元件（component）的重複使用性（reusability），然而在維護上仍然是一個問題，以 J2EE 的 EJB Component 系統若使用其他系統的元件則除了需要先將該元件先部署（publish）到 local 端的執行環境外，並需要對該元件執行設定作業方可使用，此方式對於元件的除錯（debug）、更新（update）皆造成莫大的困擾，未來整個系統的維護工作亦將是一項莫大的負擔，因此本研究分項除了研究在分散式的環境下來建置 LMS 外，並希望藉由良好的架構設計來解決維護上的問題。另一個重要的因素則是未來的 LMS 的維護人員可能落到學校行政資訊人員的身上，因此在尋求其架構的同時，系統的維護問題將是一項重要的因素。

原本分散式的作業環境（distributed computing）便具有不需將遠端元件載到本機端（local host）而能執行遠端的優點，然而礙於資料庫（database）及學習內容庫（learning content repository）的維護及取用等因素，最簡單的做法仍是所有的課程提供者（learning content providers，負責提供學習內容的單位，例如各個學校或是地區性的區網中心）皆自行建立自己的 LMS，並且各自維護自己的學習內容，各個 LMS 間學習內容的分享則透過 SCORM/TMML 標準的打包（packaging）及解包（un-packaging）的方式，來匯入（import）及匯出（export）學習內容。所以在原來 SCORM 的架構下分別以分散式或是 component-based 的方式各自建立自己 LMS 並無法真正達到彼此共用元件的目的，因此我們考慮利用鬆散式耦合（loosely coupled，讓 component 分散於原先的執行環境中，透過遠端的呼叫來執行該元件）的架構來設計 LMS。

雖然目前有許多的分散式環境皆提供不錯的架構（如 Sybase JAGUA CTS, Oracle OAS, Silverstream, Bea Web-Logic, IBM Web-Sphere Application Sever, Inprise Enterprise

Application Server, Sun J2EE - Java 2 Platform Enterprise Environment, Microsoft .NET) , 並且大都數的作業環境皆提供 (Web Service) 的功能。此研究分項的主要問題之一就是 Web Service 的觀點來研究在 SCORM/TMML 的標準下, 如何來架構 LMS。我們除了將 SCORM 規格相容 LMS 的各個 Services 以 Web Service 的方式架構外, 並研究在此運作環境下所衍生的問題及其解決方式。

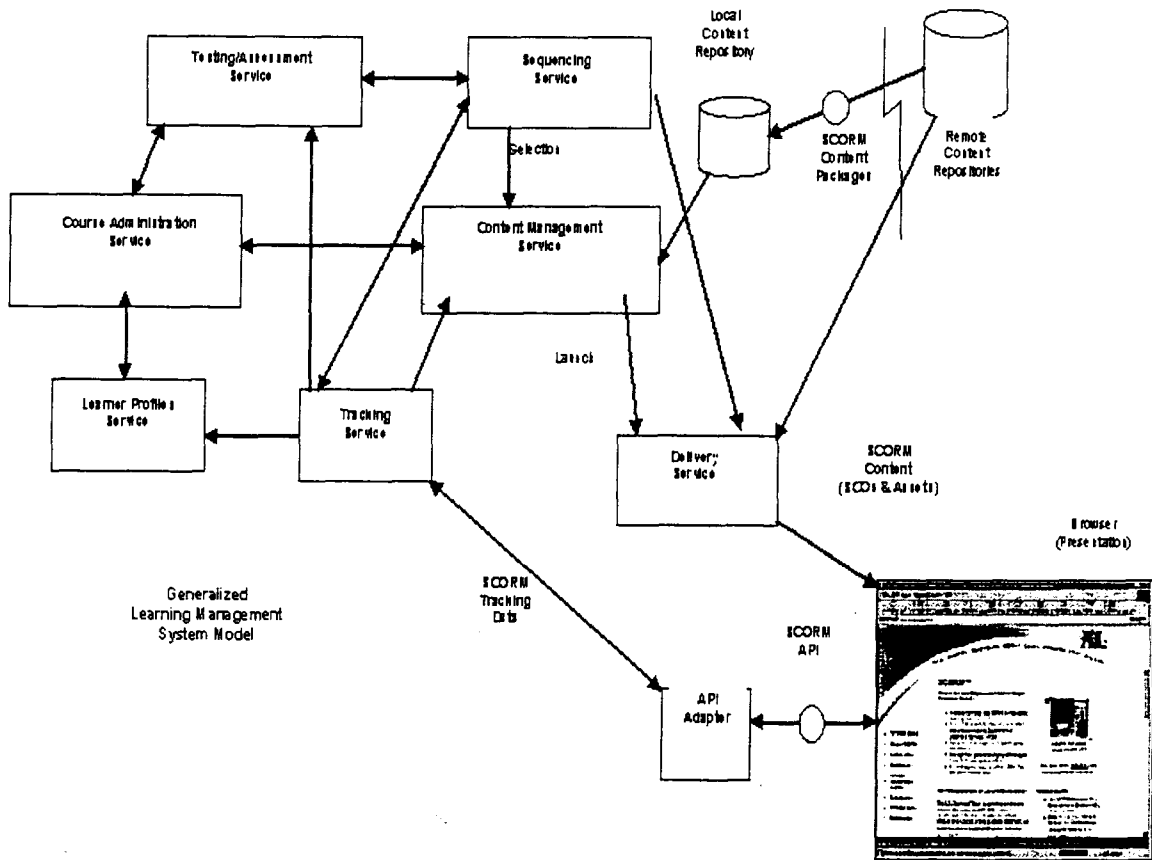


圖 120： LMS 一般化模型

如圖 120 所示, 在 SCORM 所提出的 LMS Highly Generalized Model 中顯示 LMS 的幾個重要的元件, 分別 tracking service, delivery service, learner profile service, course administration service, sequencing service, content management service 及 assessment service, 這些 service 基本上可以設計成一個應用系統中或是拆解成 (decomposed) 不同的元件分佈於網路中, 若以 J2EE 的環境來架構這些元件, 則上面的 service 可分別組合為如圖 104 所示的元件架構, 包含有 User profile management, course management, content aggregation/assessment management, sequencing management 等元件, 基本上這些元件可

以在所有支援 EJB (Enterprise Java Bean) 的環境下部署及執行，每一個元件皆有其供外界呼叫 (export) 的介面 (interface)，因此這些元件間彼此相互獨立 (independent)，對於新元件的加入及移除皆不會對原先的元件造成影響，而這也是 component-oriented 設計上最大的優點。

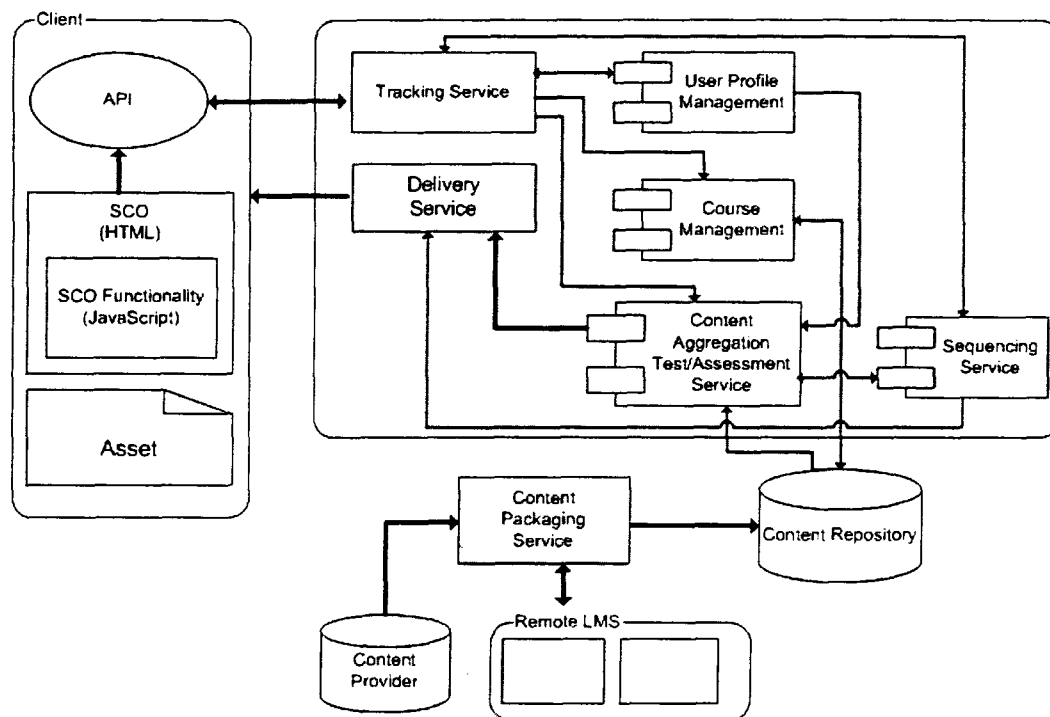


圖 121：LMS 中所包含之元件

為解決前述所提有關應用系統在維護上的問題，此分項提出另一種網路服務導向 (Web-Service Oriented) 的架構。基本上 Web Service 的相關技術包含有 XML (Extensible Markup Language), UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration), SOAP (Simple Object Access Protocol) 及 WSDL (Web Services Description Language) 等技術的結合，UDDI 提供給使用該項技術的元件 (或 Web Service) 兩種基本的功能，分別為註冊 (Register) 及搜尋 (Search)，遠端的元件會以 service 的型態存於網路上，但為讓網路上其他的服務找到此服務，它必須先於一個提供註冊的主機 (Registry Server) 上註冊。這些註冊的資訊包含該服務所有相關的資訊 (service information) 及連結資訊 (bind information)，WSDL 則用以描述這些資訊，其中也包含 Web Service 的結構、作用程序



(operation procedure) 資訊等，主要是讓使用到這些服務的程式能夠了解這些服務的用法及如何解譯 (translate) 這些服務間所傳遞的訊息 (包含有 data type, message, operation, port type, binding type 及 service naming)。而這些 Service 間所傳遞的訊息皆使用 SOAP 的方式來傳送，SOAP 是一種專門用來傳送經 XML 加碼後資料的通訊協定，由於它對訊息定義的一致性，使得各服務間皆可以清楚的解釋所收到的訊息。

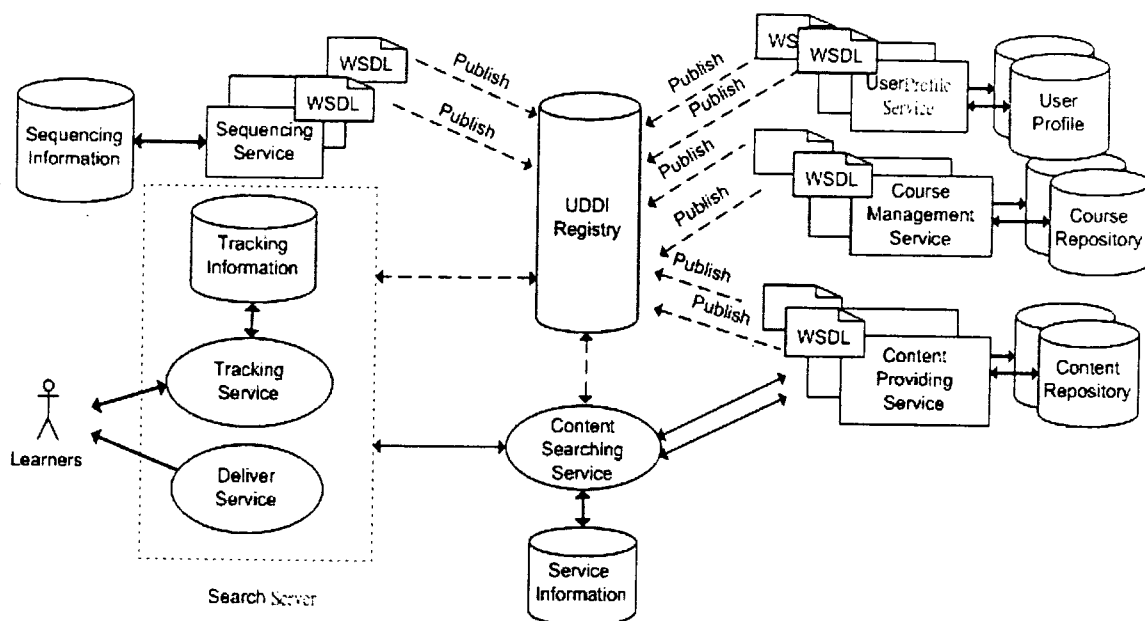


圖 122：網路服務導向之 LMS

如果以前述所提的 LMS 為例，將相關的服務拆解成 Web Service 及該 Service 向 UDDI Server 註冊的關係圖(如圖 122)，由於在 Web Service 的架構下相關的元件散佈於 Internet 中，因此要如何快速找到所需要的服務便成為一個重要的研究課題，本研究則就這些服務間如何協調作業及在作業中所有相關的資料及學習內容傳遞作業提出架構及實作方式，供此領域的研究者在實作該項系統時參考。

### 3.3.2 網路服務導向之學習管理系統

此研究分項成果共分成 4 個部份，第一部份為以 Web Service 為 LMS 系統架構，將原有的 Services 實作成 Web Service 後，各元件間的協調機制。第二部份介紹在 Web Service 的機制下，如何提供應有的課程管理機制。第三部份介紹在 Web Service 的機制下，有關學習內容的供應機制及原有的順序管理服務 (sequencing service) 要如何與系統協調作業。第四部份則對於此種架於 Web Service 架構下的 LMS 有關效率及實用性進行討論，並藉此了解該架構的可行性評估。

#### ● LMS 的管理機制

本部份主要介紹 LMS 的管理機制，LMS 和學習者有最直接關係的服務就是追蹤服務 (Tracking Service) 及傳送服務 (Delivery Service)，前者負責提供對前端學習者所需的服務，並且協調各服務間的作業，另一方面也追蹤學習者的學習狀態。而後者則負責提供學習內容給前端的學習者。

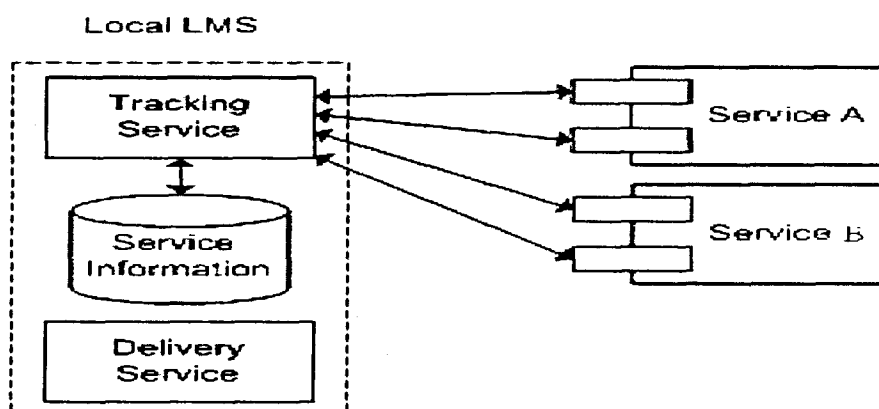


圖 123：追蹤服務和遠端網路服務間之互動

#### (1) 追蹤服務 (Tracking Service)

雖然將 LMS 中大部分的 Service 皆改以 Web Service 而散佈於 Internet 中，但對於學習者而言仍然需要有一個入口服務 (Service)，此服務類似於使用者在連上 Internet 前需要有一個 ISP (Internet Service Provider) 一樣，如圖 123 中所示，Tracking Service 將學習者的學習資訊存於 Local Repository 中，這些資訊包含有學習過程的相關資訊以及學習者用到哪些遠端的資源，例如遠端課程提供單位 (Course Provider)、學習內容提供單位 (Content Provider)、學習者資訊 (User Profile) 及學習過程的一些追蹤資訊，這

些資訊未來可提供為課程提供的參考。由 Tracking Service 找尋其的 Services 可利用 Dynamic Binding 或是 Static Binding 的方式，雖然每次皆可由 UDDI Server 找尋相關的 Service，但此種做法將嚴重 Delay 到學習的進行，因此本研究採用兩種方式的合併使用，如圖 124，每次需要找尋遠端服務時 Tracking Service 會先到 Service Information Repository 找尋該 Service 的相關資訊，再根據該資訊到相關位置尋找服務，如果無法順利取得 (Binding) 該服務，再到 UDDI Server 上找尋適合的服務，Tracking Service 在每次取得服務時皆會將其相關資訊記錄於 Service Information Repository 中，同時會更新該服務的資訊，等下次再用到該資訊時，Tracking Service 將會以最新的資訊對外尋找，此種設計方式大大降低服務搜尋的時間，並且可矯正因網路問題所衍生的 delay 問題。

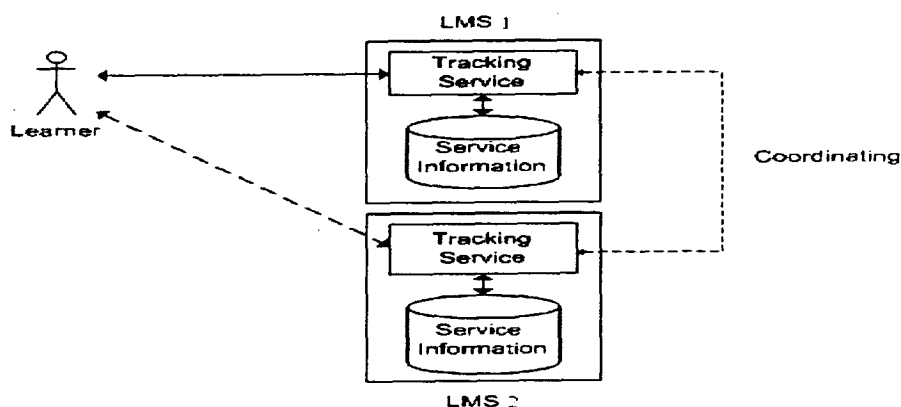


圖 124：追蹤服務之錯誤容忍

利用 Web Service 來設計 Tracking Service 的優點是 Fault Tolerance，如圖 123 所示，當錯誤發生在 Service A，假設 Service B 提供和 Service A 相同的服務，因此 Tracking Service 可以經由 UDDI Server 或 Service Information Repository 而很快的找到 Service B，但如果錯誤是發生在 Tracking Service，則由於學習過程的資訊無法自其他的 Tracking Service 中來取得，因此學習者便會中斷學習程序，因此若要減少此一情況的發生，便需要由 Tracking Service 向外尋找一個 Backup Service，如圖 124 所示，當 Learner 連上 LMS 1 的 Tracking Service 時，LMS 1 便會為該位 Learner 找尋一個運作中的 LMS (LMS 2)，此資訊會記錄於 Learner 端的 Cookies 中，當 LMS 1 無法提供服務時，位於 Learner 端的瀏覽器中的 Applet 程式便會自動 Locate 到 LMS 2，由於此時 LMS 1 及 LMS 2 的學習過程資訊皆同步進行，因此當學習者轉移到 LMS 2 時並不會對學習過程造成影響。

## (2) 傳送服務 (Delivery Service)

依此研究分項 2 的所提的架構，Delivery Service 和 Tracking Service 不一定要置於同一個 Host 上面。另一方面，雖然 LMS 和 Client 間的溝通可以使用 HTTP 以外的通訊協定，但使用 HTTP 遠較其他的通訊協定來得普遍，因此本研究採用 HTTP 的通訊協定。基本上 Tracking Service 皆收來自 Client 端的 Request，而 Delivery Service 用以將 SCO Launch 到學習者端，因此在 Tracking Service 取得所需要的 SCO 後，便會將之傳送給 Delivery Service。但此二者若置於不同的 Web Server，則在使用者端會造成 Request 及 Response 在不同的 Web Server 上，對於執行效率及程式的實作上皆較負面，因此此研究將此二者置於同一個 Host 上。

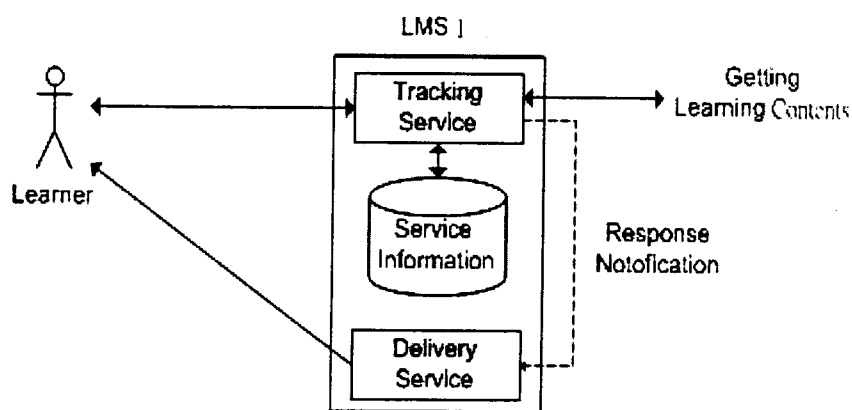


圖 125：追蹤服務及傳送服務

如圖 125 所示，將學習內容派送 (Launch) 到學習者端的作業方式是由 Tracking Service 先由提供 Learning Content 的 Service 取得所需的 Content，接著通知 Delivery Service 準備回應 (Response) 學習內容到學習者端。此種設計的方式和原本 LMS 的設計不同，原來的 Delivery Service 是由 Sequencing Service 及 Content Management Service 來驅動，而本研究所提供的架構則由 Tracking Service 來驅動，這樣的架構可以讓 Tracking Service 追蹤到所派送的學習內容。

### ● 課程管理機制

課程管理主要是提供課程設計 (Course Design)、學習內容設計 (Content Design) 及學習者資訊管理 (User Profile Management)，學習內容為整個課程的底層的結構部份，一般而言學習內容提供者可視為教材提供者 (Content Provider)，課程管理的主要

功能為提供管理人員對於現有的教材提供輸入 (import) 到 LMS 的作業，而藉由課程設計作業則可將鬆散的教材內容整合成有次序的學習課程。例如出版商編寫學習內容，而學校的教師則依照教學所需取的相關教材後設計教學課程。而學習者管理作業則負責管理學習者的學習資訊。底下分別就課程、學習內容及學習者資訊在 Web Service 的架構下加以說明。

### (1) 內容管理服務 (Content Management Service)

學習內容為學習進行中的最基本學習元素，依原 LMS 的架構，學習內容管理作業主要是用來選取所要 Launch 到前端的學習內容。如圖 120 所示，他主要提供下面三種服務：

首先是提供課程設計方面的服務，例如課程設計作業 (請參閱第 2 點) 提供輸入 (import) 課程內容的功能可以將學習內容由此項功能匯入到 Local 端的 LMS 中，而刪除作業也可將已匯入的課程刪除，在此同時本作業也會更新資料庫中的記錄。第二項功能是提供 Tracking Service 來追蹤學習內容的派送狀態。第三項功能則是提供 Sequencing Service 選取並派送內容的服務，此項作業會讓 Content Management Service 由 Local Repository 讀取學習內容並將之派送到 Delivery Service，以便傳送到學習者端。

但在 Web Service 的作業環境下，上述的作業模式需要加以更改。由於此時學習內容可能來自遠端 (Remotely) 而直接傳送給 Tracking Service，而和遠端的 Content Provider 有直接互動的服務為 Sequencing Service，因此如果 Tracking Service 需要進行學習內容追蹤的話，則可透過 Sequencing Service 而不直接由 Tracking Service 向 Content Provider 直接取得，有關 Content Provider 的進一步資訊詳述於第 (3) 部份中。如圖 126 所示，Tracking Service 可以在 Web Service 的作業環境下透過 Content Searching Service 找到 Content Management Service，並且學習內容的相關資訊，至於現階段學習過程的資訊則記錄於順序管理服務 (Sequencing Service) 中。

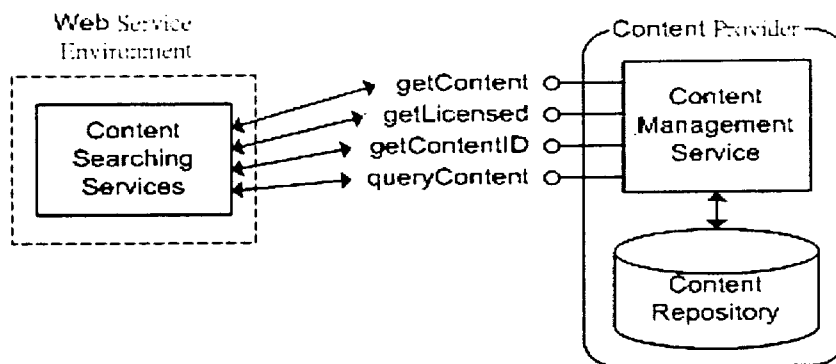


圖 126：內容管理服務

對於前述第一項提供 Course Management Service 有關課程管理作業，因為在 Web Service 的環境中已經不需要將課程在不同的 LMS 間進行匯入及匯出的作業而不再需要。倒是在學習管理系統 (LCMS, Learning Content Management System) 的領域中，本作業可提供遠端管理學習內容的機制 (如圖 126 中 CMS 所提出的四個 Interfaces)，這個部份也將詳述於第 (3) 部份中。

本作業的第三項功能亦如前所述，提供 Sequencing Service 用來選取課程之用，不同的地方是當 CMS 取的學習內容時不會直接驅動 Delivery Service (因為此時 Delivery Service 位於遠端的主機中)，而是將結果傳送給 Sequencing Service，再回傳給 Tracking Service 執行派送作業。

## (2) 課程管理服務 (Course Management Service)

課程設計作業為學習系統極為重要的一環，本研究主要是針對 LMS 來分析，並不深入研究 LCMS 的細節。在原来的 LMS 的 Course Management Service 主要提供兩項功能，分述如下：

第一項為匯入課程 (import course) 及匯出課程 (export course)，第二為設定課程給學習者。前者在 Web Service 的環境中已經不再需要，因為此時所有的學習內容皆分散於網路上面，而取得這些學習內容也都透過 Content Provider Service 來完成。至於第二項，則可改為 Web Service 的作業方式。課程設計者 (Course Developer) 可以透過 Content Searching Service (如圖 126) 找尋適當的學習內容，而在設計課程的過程中則會將學習內容的來源 (包含 Host, Service, SCO ID 等資訊) 記錄下來，而一但學習活動

開始時，Sequencing Service 便會利用這些資訊找到相對的 SCO (如圖 127 所示)。

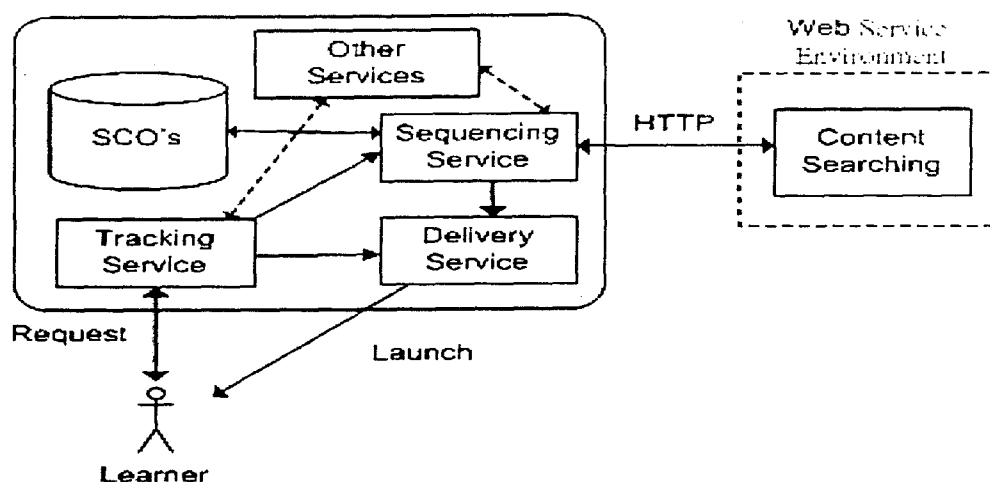


圖 127：教材呈現順序及搜尋服務

### (3) 使用者資訊服務 (User Profile Service)

本服務主要提供學習者資訊，在 Web Service 的作業環境中，學習者的資訊可能散佈於網路中，而當學習者更換 LMS 時，要如何取的該學習者的資訊便十分的重要，一般來說學習者資訊大致可分成基本資料集學習資訊，基本資料對於管理學習者的學習有著相當程度的影響，原先的 LMS 架構將學習者資訊至於 Local Host 中，自然不會有認證上的困難，但當資訊散佈在兩個不同的主機時，認證便有其困難度。

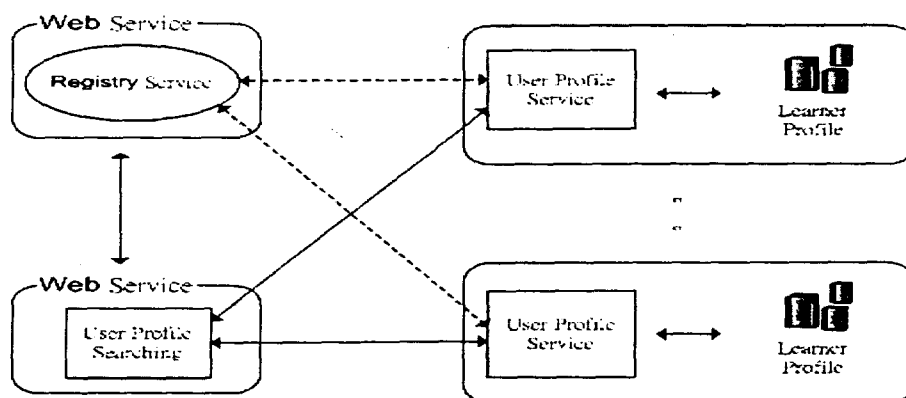


圖 128：使用者資訊搜尋 (User Profile Searching)

此研究分項的做法是所有分散的 User Profile Service 皆會在 UDDI Server 上註冊 Service 的資訊，而當一個 Service 需要查詢到學習者的資訊時便先會到此 Server 上找到

所需要的 Service，再分別查詢學習者資訊（如圖 128 所示）。

但此作業方式對於個人學習資訊的保護並不周延，最佳的方式是結合現有的憑證申請作業作為個人資訊的保護，亦即當 User Profile Searching Service 需要到其他的 Server 上讀取資訊時，需要先經過憑證的認證作業。

- **學習內容供應機制**

- (1) 教材排序服務 (Sequencing Service)**

教材呈現順序 (Sequencing) 的控管作業是達到教材生動活潑的重要技術，然而這也是 LMS 中最為複雜的一段。如圖 128 所示，Tracking Service 找到 Sequencing Service 後，Sequencing Service 會依照目前學習者的資訊而到學習內容提供者找學所要的學習內容。所不同的是原來的學習內容皆來自 Local Repository 或是透過 HTTP 讀取遠端的學習內容，但在 Web Service 的環境中我們不提供讓 Sequencing Service 直接透過 HTTP 由 Web Server 中直接讀取，理由在下一節 (Content Providing Service) 中再詳述。

因此經由 Sequencing Service 所讀取的學習內容便只有來自 Content Provider Service 的部份，此種設計也免除課程維護的相關問題，因為若提供讓課程直接 import 到 Sequencing Service 中，當該課程有所變動或更新時，原先舊有的課程變需要再更新，當課程內容一多時便會造成學習內容的紊亂，因此此研究分項仍將課程的維護工作交由 Content Provider 來作。

- (2) 內容提供服務 (Content Providing Service)**

課程內容提供者 (Content Provider) 主要為教材設計者，他的角色有點像出版商。但也不一定非要出版商才可執行學習內容製作的工作，例如我們所使用的教材便包含有由書商所印製的書籍，但也有可能來自於老師所編輯的講義，在此研究分項 2 中所謂的教材便是這兩者的總稱。

其實若我們嚴格來區分我們所稱的教材又可分成內容 (Content) 及呈現方式 (Appearance)，現實的生活中我們也會碰到同樣的一份教材因為學習對象的不同而重新改編的例子，照傳統的做法我們必需重新製作一份，但如此的作法顯然費時費力，因此



此研究分項提出將學習內容與呈現方式分離的作法 (Separating content from appearance), 主要的目的是讓學習內容的呈現更多樣化。如圖 129, Content 及 Appearance 可能來自兩個不同的提供者, 而最後由學校老師將此二者整合成教材並實施於學習者上, 在此架構下, 專經於學習內容設計的單位便可發揮其 Content 的設計 (如教學規劃者), 而專經於美工呈現的單位則可儘量依不同的學習對象設計不同的呈現方式, 至於要採用何者作為學習內容則由課程提供者來決定。

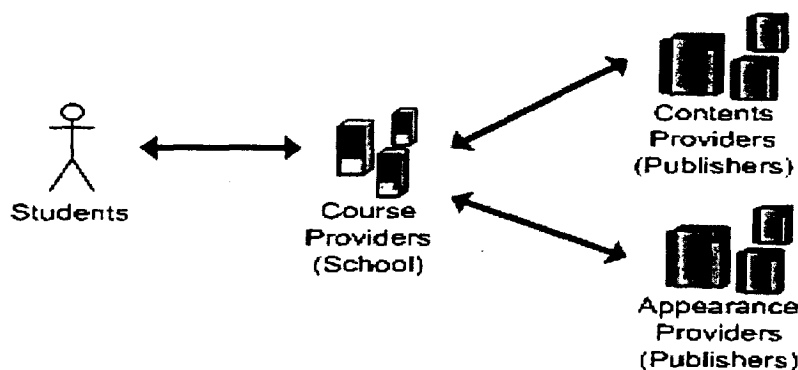


圖 129：學生與內容提供者間之關係

這種動態內容呈現 (Dynamic Content Appearance) 的技術源自於 XML 及 XSLT 的結合運用, 如圖 130 所示, 我們將學習內容由原本的 HTML 格式轉為 XML 的表示方式, 此 XML 檔案也為一個文字檔, 因此所有的媒體檔案 (Media Files) 皆如同 HTML 的外掛方式處理, 相同的此 XML 檔案也可以包含另一個 XML 檔, 至於要如何解譯這些 XML 的內容則由定義於 DTD (Data Type Definition) 來描述 (本研究採用 DTD 的描述方式, 也可使用 Schema 的描述方式)。

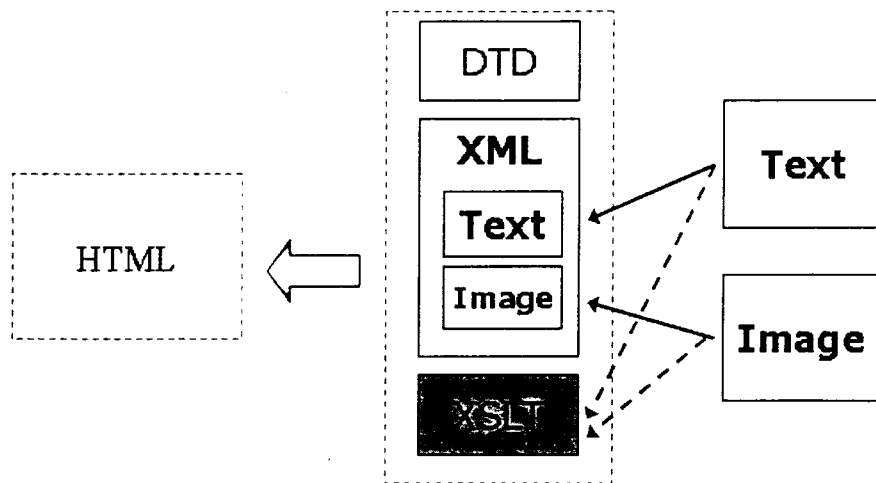


圖 130：動態內容呈現模式

當然要依照圖 130 的方式來存放 SCO 的方式有很多種，最簡單的方式就是按照 SCORM 對於學習內容的定義來分，共可分成 Asset, SCO, SCA 等。因為就學習內容而言 SCO 及 SCA 已是最小單位，因此研究分項 2 著重在以 SCO 為學習內容的最小單位來實作。

### 例子 3：XML 版本之 SCO：

```
<!DOCTYPE SCO SYSTEM "sco.dtd" [
<!ENTITY out_1 SYSTEM "out_1.html">
<!ENTITY out_1 SYSTEM "dat_1.xml">
]>
<SCO>
  <TITLE>Introduction to Visual Basic
</TITLE>
  <SCA ID="1">SCO 01</SCA>
  <SCA ID="2">This section ...</SCA>
  <SCA ID="3">Concepts of programming</SCA>
  <SCA ID="4">IDE Concepts</SCA>
  <SCA ID="5">User Interface</SCA>
  <SCA ID="6">&out_1;</SCA>
  <SCA ID="7">&dat_1;</SCA>
  <SCA ID="8" src="pics/intro1.jpg"/>
</SCO>
```

例子 3 呈現出將一個原本為 XML 版本的 SCO，該 SCO 由八個 SCA 所構成，每個 SCA 具有在該 SCO 內唯一的 ID，其中 ID 由 1 到 5 為簡單的文字內容，而 ID 7 為另一

個 XML 的檔案，該檔案包含有另一些學習內容，ID 6 則為一個簡單的 HTML 檔案，之所以保留簡單的 HTML 檔案是因為為了要呈現一些簡單的效果（如改變局部的字型，雖然保留 HTML 檔案的格式可以增加呈現的彈性，單對於資料的儲存及搜尋將會造成不便）。

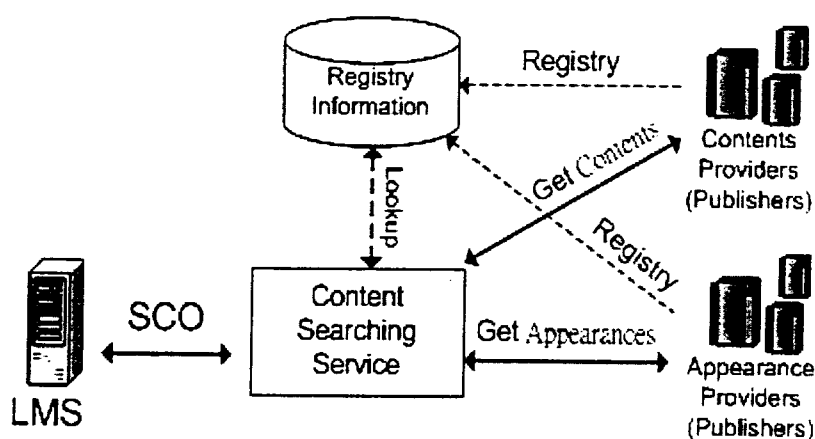


圖 131：內容與外觀之提供者間之關係

對於 Content Provider 而言最重要的是讓課程設計者找到他們的學習內容，以便能將此學習內容納入到教材中，因此他們必需提供一個讓課程設計者容易取的教材的方式，如圖 131 中所示，Content Provider 及 Appearance Provider 將負責搜尋學習內容的服務註冊於 UDDI Server 中，而當課程設計人員進行課程設計時便會經由 Content Searching Service 來找尋相關的 Content 及 Appearance，因此在設計階段課程資訊中便已經包含所有 SCO 及 SCA 的位置資訊，這對於在學習活動中學習內容的取得較為方便。

將學習內容存於資料庫中不但能加速存取的速度，當未來學習內容的數量增大時亦能提供一個方便的管理機制，然而將原本以檔案型態的資料存於資料庫中不但資料與資料間的相對路徑及位置皆會受到影響，更重要的是維護的機制也會因之而改變。

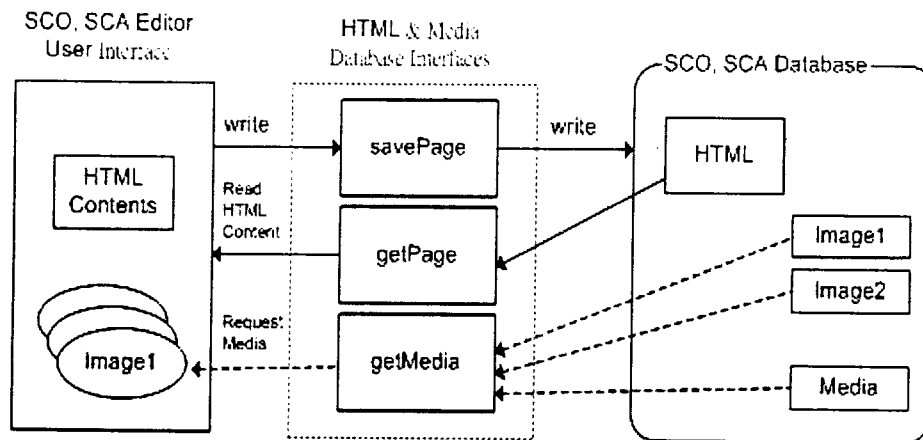


圖 132：資料庫內容之維護

如圖 132 所示，由於一般的學習內容包含相當廣泛，包含有 HTML 檔案、圖形檔、媒體檔等，為了編輯存於資料庫中的這些學習內容，我們必需另外提供一些編輯介面，這些編輯介面除了須依照維護人員的條件搜尋所要的學習內容外，並且必需將之呈現出來，而真正的編輯作業倒是可以藉由現有的影像編輯工具來完成，編輯完成後再由介面程式將之回存到資料庫中。

將學習內容存於資料庫中所面臨的另一項問題就是網頁元件間相對路徑的問題，如圖 132 所示，User Interface 所取得的網頁資源是透過中間層的 Interface 所轉交的，而且在 HTML 內所含有的 Image1 的路徑的位置在傳送到 User Interface 時，已無法再由相對路徑中來取得媒體資料了，為解決此一問題，本研究將所有學習內容中的媒體資訊皆採用 Servlet 的方式來呈現，亦即由資料庫所取出的學習內容資訊會包含網頁及所有相關的媒體資訊，並將其包裝成一個物件 (Object) 送至 Delivery Service，此時所有該學習內容的媒體來源資訊 (如影像檔或是多媒體檔) 皆由 Delivery Service 提供。此方式可以減少網路來回傳送資訊所花費的時間並提高學習程序進行的效率。

### (3) LMSs 間內容之提供

藉由 Web Service 應用到 LMS 的設計，對於各 LMS 間的學習內容可以透過 Web Service 來互相分享。然而在系統設計時則需要考慮到原系統是否有支援 Web Service 的作業環境，如果原系統未支援，則需要為該學習系統建立一個支援 Web Service 的介面服務。

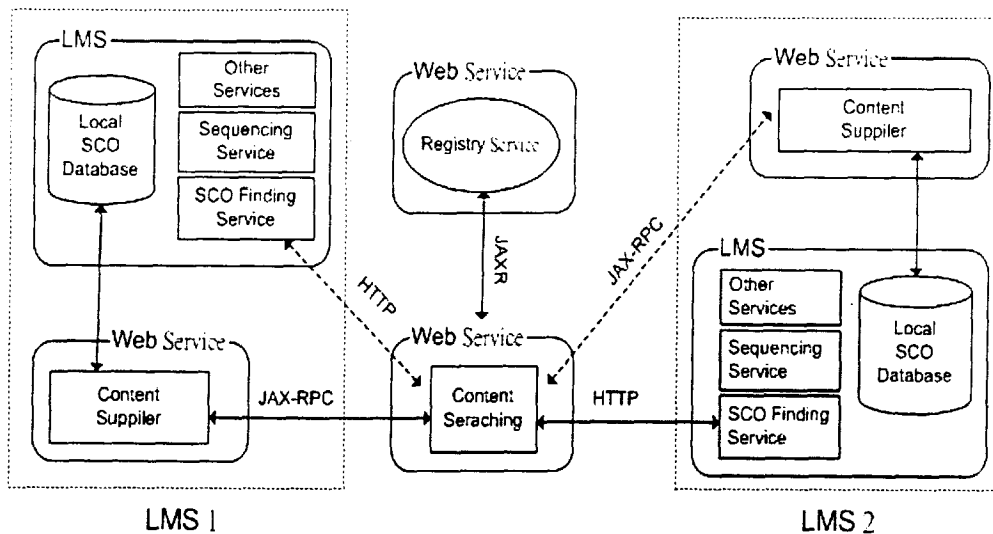


圖 133：LMS 間之內容共享

在圖 133 中顯示兩個原來不是以 Web Service 的架構所設計的 LMS，經過加入適當的 Web Service 後便可彼此分享學習內容，主要的機制是在原有的 LMS 中加入一個 Content Supplier Service，此時若原來的 LMS 執行環境不支援 Web Service 的執行環境，則可以將該服務另外至於一個 Web Service Container 中（如圖 133 左下角所示），此服務經由在 UDDI Server 的註冊而能提供 LMS 2 遠端取用學習內容。另一方面如果想要取得遠端的學習內容，則需要在原有的 LMS 中加入 SCO Finding Service（因為原來的 LMS 並不提供對 Web Service Searching & Binding 的功能）。藉由該 Service 來尋找 Content Searching Service，我們在 SCO Finding Service 與 Content Supplier 間加入 Content Searching Service 而不直接連結，其主要的目的是讓 LMS 間更為靈活。所有找尋 Service 的工作皆由 Content Searching Service 來負責，如此也可簡化服務間的管理作業。

### 3.3.3 合作式課程編輯

在此系統中，設計者可以輕鬆的選取課程中的任何一個元件。因此設計者能夠從不同的課程中，選取出設計者想要的課程元件。另外一方面，這個系統能夠提供設計者一個最佳化的課程元件組合與規劃。依據設計者選出的課程元件，產生最佳化的建議組合與規劃。此外，此系統可搭配分項1的[合作式教材編輯系統]以提供良好的合作式教材編輯。

#### ● 依據 SCORM/TMML 發展之課程組織編輯與呈現系統

##### (1) 課程編入

當我們讀入一個課程時，會先分析其主要課程內容，然後為其作一個檔案描述 (metadata)，而這個檔案描述即為一個 xml file。至於為什麼要利用這種 xml 檔案作其檔案描述呢？

第一個原因是因為在 html 中，幾乎所有的 tag 描述都是有限的，而且是固定的，如果現今一個使用者想要利用 tag 來描述其所要告知的特別意義時，就顯得十分有限，而 xml 即是所謂的 (extension)，也就是再延伸的架構，可以利用此特別的 tag 作特別的描述

第二個原因則是 xml 有一個很好的機制，即是可以讓使用者自訂特別的 tag，在 SCORM 中，他們制定了一套共通的 tag，所以當系統讀到此類 tag 時，即了解其所表達的意義，如此一來，不同的系統便可利用這種共通的機制，達到所謂真正共享的原則。在 html 檔案來源中找到的資訊卻又不如預期般的多，或是如預期般的相符，所以透過使用者輸入的動作是必要的，但是如此一來，使用者必須花很多的精力或是時間在輸入資訊上，目前，這個系統希望先達到的目標是全自動化，也就是希望先不要透過使用者之手輸入，而將一個完整課程的雛形大致描述出來，大致完整的課程已經被勾勒出的最初的形體，最基本可供分享的課程已經誕生，如果課程設計者想要加入一些新的資訊時，將來也許要一個更複雜或是說更完整的介面供使用者輸入，所以現今，我們只是初步達到自動化，更完整的功能，將期待以後更完整的發展實作。

另外一個部份就是除了 html 以外的檔案，這些檔案大部分為影像檔或是動畫檔，通常是被包在 html 檔案中作為影像描述的檔案，其中，圖片檔便包括了 JPG 或是 BMP 再來便是 GIF，在我們的系統中，第一，因為一般圖片的讀出，並不像文字一樣好處理，

而其圖片內容描述，更不大可能由系統直接讀入且辨識，例如說，一張風景圖與一張人像圖的讀入，以人眼觀之，當然很容易分辨，但是現今由系統作一個自動讀入的動作時，最基本的，它可以由其檔案的檔頭 (header) 分辨其檔案類型，再者它最多只能知道一張圖中哪些位址的像素值 (pixel) 的色彩分布 (RGB)，要一個系統自動去分辨其內容實在是一件太苛責的事情了，也許，有一些演算法是可以達到大部分的辨識率，比如說，辨別圖中的肉色範圍是由多少到多少，或是佔整張圖的百分之幾，若是大部分為肉色的，我們大可推論說這張圖是張人臉部的圖，或是一張人體圖，再者，有一些人會利用樣本分析的方法，有就是說在資料庫中已經蒐集了千萬張的人臉圖，而當一張圖的掃入時，他會自動去其資料庫作比對的動作，事實上是有這種方法存在的，但是在我們的系統中，並不會自動去為其分析內容，而是只萃取其最基本能由系統讀入的資訊，比如說，日期，檔案大小，檔案格式，而其他的內容，將期待使用者自己輸入，比如說圖的內容描述，或是圖形的用途，而這些，在目前，系統只以暫存值代入，整個描述的架構如下：

此 xml 檔案所支援的語言碼，與其版本：

```
<?xml version="1.0" encoding="Big5"?>
```

其檔案的標題：

```
<title>
<langstring>投影片 22.JPG</langstring>
</title>
```

製作日期：

```
<date>
<datetime>2003/3/31</datetime>
</date>
```

支援 SCORM 版本與國別：

```
<metametadata>
<metadatascheme>ADL SCORM 1.2</metadatascheme>
<language>en-US</language>
</metametadata>
```

檔案格式：

<format>image/jpeg</format>

檔案大小:

<size>30645</size>

檔案位址:

<location type="URI">投影片 22.JPG</location>

最後，我們將介紹整個課程的 metadata XML 架構，而這個檔案，在 SCORM/TMML 中固定命名為 imsmanifest.xml，這個檔案將包含這個課程所有的章節內容，與其在課程中的分布，另外，這個課程所包含的所有資源，都會被一一列在這個檔案裡，也就是說，在這個章節中，我們的重點將放在這裡，因為，我們需要把一個完整的課程編寫成一份 xml 檔案，這樣，當別人在讀入這個課程時，它只需要將這個 xml 檔案描述讀入，她便知道這整個課程的分布，架構，與資源為何，我們現在正式進入主題，在這個 imsmanifest.xml 中，我們一樣描述些資訊在其中，第一部份是系統資訊:

檔案描述支援的語言碼:

<?xml version="1.0" encoding="Big5"?>

課程所支援的 SCORM 版本:

<schema>ADL SCORM</schema>

<schemaversion>1.2</schemaversion>

第二部分是課程資訊:

課程名稱:

<organization identifier="B0">

<title>computer science</title>

教師姓名:

<item identifier="B100" isvisible="true">

<title>Angus</title>

課程中，可能有幾個部分的章節，而這些章節將會完全被這個系統描述，以下為章節的描述:



```
<item identifier="S10000000" identifierref="R_S10000000">
<title>Adaptive Media Presentation System</title>
</item>
```

在上面的程式碼中，我們會給定一個章節一個 ID（S10000000），與其 reference（R\_S10000000），接下來我們一樣給定其標題（Adaptive Media Presentation System），如上所述，若是一個課程有多個章節，便會產生下列的架構

```
<item identifier="S10000000" identifierref="R_S10000000">
<title>Adaptive Media Presentation System</title>
</item>
<item identifier="S10000001" identifierref="R_S10000001">
<title>Adaptive Media Presentation System</title>
</item>
<item identifier="S10000002" identifierref="R_S10000002">
<title>Adaptive Media Presentation System</title>
</item>
<item identifier="S10000003" identifierref="R_S10000003">
<title>Adaptive Media Presentation System</title>
</item>
<item identifier="S10000004" identifierref="R_S10000004">
<title>Windows Media Presentation</title>
</item>
```

注意到，我們既然給定一個章節一個 ID，為何還要再給定其 reference ID 呢？因為在接下來的整份文件中，我們一但提到其章節，或是提到其章節內容的資源時，我們都必須指明其 reference ID。

接下來，我們要開始說明其課程資源分布，如下：

第一我們必須利用方才定義的 reference ID 指明現在描述的章節資源為何，與其檔案的格式為何（此為 webcontent），另外必須再定義其資源在 SCORM 中，為何種類型

(此為 sco)，當然，我們也必須將其檔案所在位址指明 (href = "Demo/default\_1.htm")：

```
<resource identifier="R_S1000000" type="webcontent" adlcp:scormtype="sco" href="Demo/default_1.htm">
```

接下來，我們將會為系統說明其使用到的檔案描述格式為何，符合哪種標準：

```
<schema>ADL SCORM</schema>
```

又符合第幾版的：

```
<schemaversion>1.2</schemaversion>
```

其所在位址為何：

```
<adlcp:location>Demo/default_1.xml</adlcp:location>
```

又這個章節所包含的資源有哪些：

```
<file href="Demo/default_1.htm"/>
```

```
<file href="Demo/defaultaa.htm" />
```

```
<file href="Demo/1.asf"/>
```

```
<file href="Demo/toc.htm"/>
```

```
<dependency identifierref="R_A0"/>
```

```
<dependency identifierref="R_A1"/>
```

```
<dependency identifierref="R_A2"/>
```

```
<dependency identifierref="R_A3"/>
```

我們可以看到，上述的資源中，有一些並不是完整的檔案路徑，或是檔案名稱，取而代之的是他們的 reference ID，在此，系統一旦讀入這個資訊，它便在檔案的接下來部分去尋找其所包含的資源檔案資訊：

如同章節的描述，我們在這裡一樣也給定一個資源檔一個 reference ID，而利用這個 reference ID，我們可以看到下面的描述：

第一，這個檔案的類型是 webcontent，在 SCORM 中他所屬的課程元件類型是 asset，而他所在的位址是在 Demo 這個資料夾下：

```
<resource identifier="R_A0" type="webcontent" adlcp:scormtype="asset" xml:base="Demo/">
```

而 SCORM 所支援的版本，一樣會在這裡列出：

```
<schema>ADL SCORM</schema>
<schemaversion>1.2</schemaversion>
```

另外，此檔案的檔案描述的檔名如下：

```
<metadata>
<adlcp:location>投影片 1.xml</adlcp:location>
</metadata>
```

此元件的位址如下

```
<file href="投影片 1.JPG"/>
```

得到以上資訊，我們便可以得到一個完整的課程描述。

## (2) 實作技術

這個系統是用 Borland C++ Builder 5.0 所開發出來，這個程式大量用到 parse 的技術，也就是將一篇 html 或是一篇 xml 文件讀入，再將其所對應到的標籤 (tag) 夾取的資訊擷取，轉換成我們要的資訊，在讀入時，這個系統會先自動將齊檔案所描述的各种標籤資訊轉換成一份簡單的資訊，即沒有 xml 中多餘的資訊存在，然後再利用這份檔案，繼續生長成一份完全的 xml，例如，我們現今已經知道一個課程中有兩個章節，所以我們會在這份檔案中描述：

```
subcourse_id:S10000000
subcourse_rid:R_S10000000
subcourse_title:Adaptive Media Presentation System
subcourse_id:S10000001
subcourse_rid:R_S10000001
subcourse_title:Adaptive Media Presentation System
```

另外，我們又由系統得知檔案的類型，位址，與其所包含的資源，所以我們便可以得到下列的資訊：

```
R_S10000001:  
R_S10000001_type:webcontent  
R_S10000001_filehref:Demo/default_2.htm  
R_S10000001_metahref:Demo/default_2.xml  
R_S10000001_filehref:Demo/default_2.htm  
R_S10000001_filehref:Demo/default2.htm  
R_S10000001_filehref:Demo/2.asf  
R_S10000002:  
R_S10000002_type:webcontent  
R_S10000002_filehref:Demo/default_aa.htm  
R_S10000002_metahref:Demo/default_aa.xml  
R_S10000002_filehref:Demo/default_aa.htm  
R_S10000002_filehref:Demo/defaultaa.htm  
R_S10000002_filehref:Demo/aa.asf
```

當我們有這些資訊後，我們便可以將這些資訊塞回 xml 檔案中，將章節名稱放入所相對應的標籤 (tag) 中間，將其類型放入描述其類型的標籤中，以此類推，如此，一份完整的檔案資訊便可以產生出來，整體上架構是如此，但是系統又如何得知其資訊呢？我們現在便詳細說明系統是如何運作的。

在一開始，系統會讀入一個使用者指定的資料夾，接著，系統會一個一個檔案讀入，若是屬於文字檔的，如 html 之類型的，我們會將其內容讀入我們的系統中，再一個一個標籤 (tag) 去分析，若是得到相關的資訊，我們便將其寫入剛剛提到的檔案中，再來，我們將檔案的屬性讀入，例如，檔案的大小，檔案的名稱，檔案所屬的位址，檔案產生的日期，等等...，這些資訊我們一樣會將其紀錄在我們系統中的檔案內，當系統將整個資料夾的檔案全部讀入後，會產生一個一個描述檔案 (XML file)，利用剛剛所得到的資訊，系統會將其一一寫入其描述檔案中，最後，系統會再將所得到的整合資訊寫入整個課程的描述檔案中 (imsmanifest.xml)

### (3) 課程解讀 (reader)

當系統去讀入一個課程包裝時，首先或去找屬於這個課程的架構描述檔案，也就是所謂的 imsmanifest.xml 這個檔案，當系統一接收到這個檔案時，系統會自動將其產生一個相對應的樹狀結構，也就是將原本的文字結構轉換成為一個可供使用者瀏覽的介面，使用者只需要將縮合的樹狀圖用滑鼠點選展開，就可以看見整個課程的架構，再點選任一個元件節點時，瀏覽器便會將其內容載入，這個功能是為了改善 SCORM 的瀏覽介面，因為所有的檔案描述，在 SCORM 中僅只是文字檔案，再加上其文字描述很複雜，所利用到的 xml 檔案，其標籤也都是 SCORM 內所制定的，所描述以一般人並沒有辦法很簡單的去從其複雜的文字描述中了解其架構，所以這套系統便有鑒於這點，產生了一套人性化的介面，一個使用者可以將一份課程架構描述讀入後，系統便將其轉換成樹狀結構，總共課程有幾個章節，或是章節中有哪些資訊都可以一一得知，另外不只是如此，除了樹狀的結構展示外，只要使用者點選任何一個節點，系統都會為其找到相對應的檔案，並且將其展示在瀏覽器中，這個功能與前一章節所提的包裝功能剛好是相反的功能，前者在於將一份課程做包裝的動作，而後者，便將此包裝再做解包裝且展示的功能，當然，如果僅只是將之前系統做好包裝的課程解除包裝且展示之的話，可能並不能使大眾信服其解包裝的功能，因為既然包裝是系統包的，當然解除包裝時，系統應當知道如何解除，所以在之後的章節，我們會在讀入更多的其他系統包裝的課程檔案，包括其他不同的兩個包裝系統，與 ADL 這個組織所公佈的包裝課程檔案，我們一樣可以為其做解讀的動作，這個系統實作我們將會在後面章節展示

### (4) 實做介面

實作介面共有五張，分別為圖 134 至圖 138，將分別呈現出五種不同功能的實作介面與使用方法

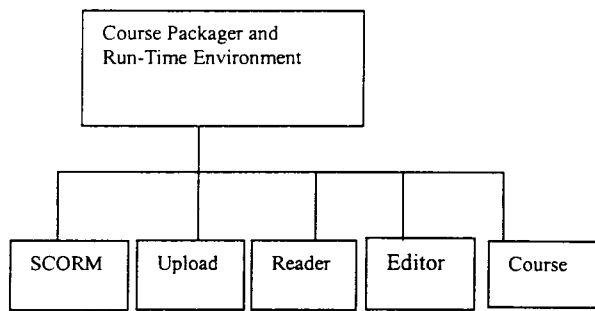


圖 134:系統架構

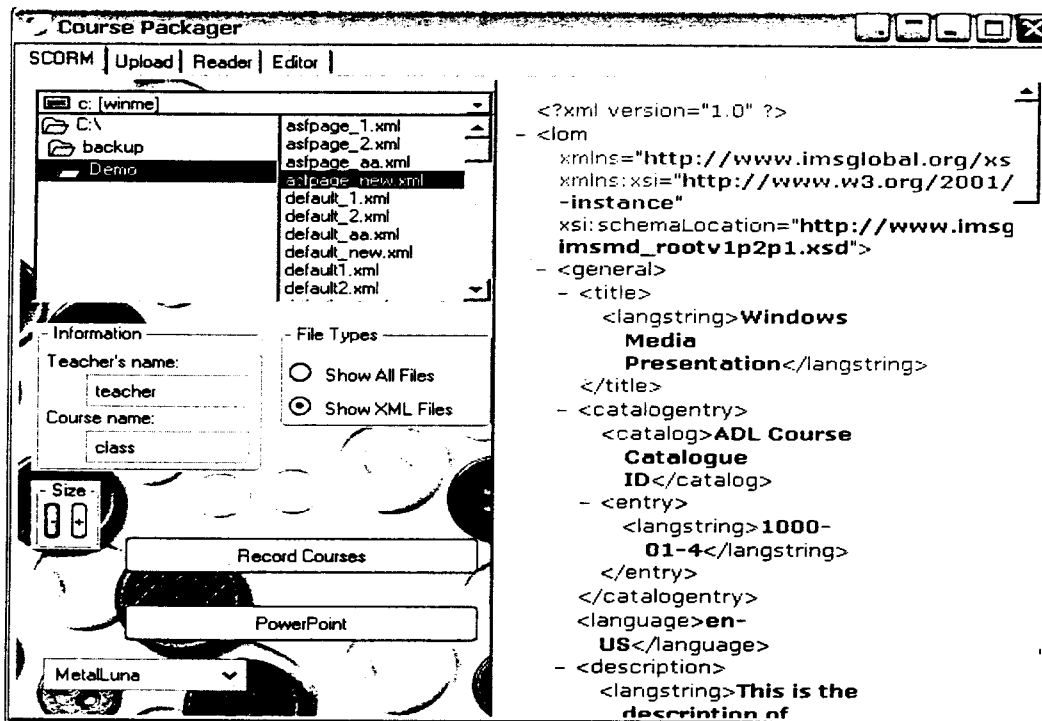


圖 135:課程編入畫面

Form1

SCORM Upload Reader Editor

Connect to server

Host IP : 210.85.22.104

User Name : way

Password : way

Port : 21

Connect

圖 136：上傳功能畫面

SCORM Upload Reader Editor

Open File Demo/default\_1.htm

build tree E:\BC8\_BUY\Demo\default\_1.htm

ID	Reference ID	Metadata
S10000000	R_S10000000	Demo/default_1.xml

Demo/default\_1.htm  
 Demo/default\_1  
 Demo/default\_1  
 Demo/1.aef  
 Demo/default\_2.htm  
 Demo/default\_2  
 Demo/default21  
 Demo/2.aef  
 Demo/default\_3a.htm  
 Demo/default\_3  
 Demo/default3a  
 Demo/3a.aef  
 Demo/default\_new.t  
 Demo/default\_r  
 Demo/default3c  
 Demo/new.aef  
 Demo/toc.htm  
 Demo/toc.htm  
 Demo/slide1.JPG  
 Demo/slide2.JPG  
 Demo/slide3.JPG  
 Demo/slide4.JPG  
 Demo/slide5.JPG

**Systems Engineering**

- Designing, implementing, deploying and operating which include hardware, and people

© 2004 Pearson Education, Inc. All rights reserved. Systems Engineering, 6th edition, Chapter 2

圖 137：課程解讀功能畫面

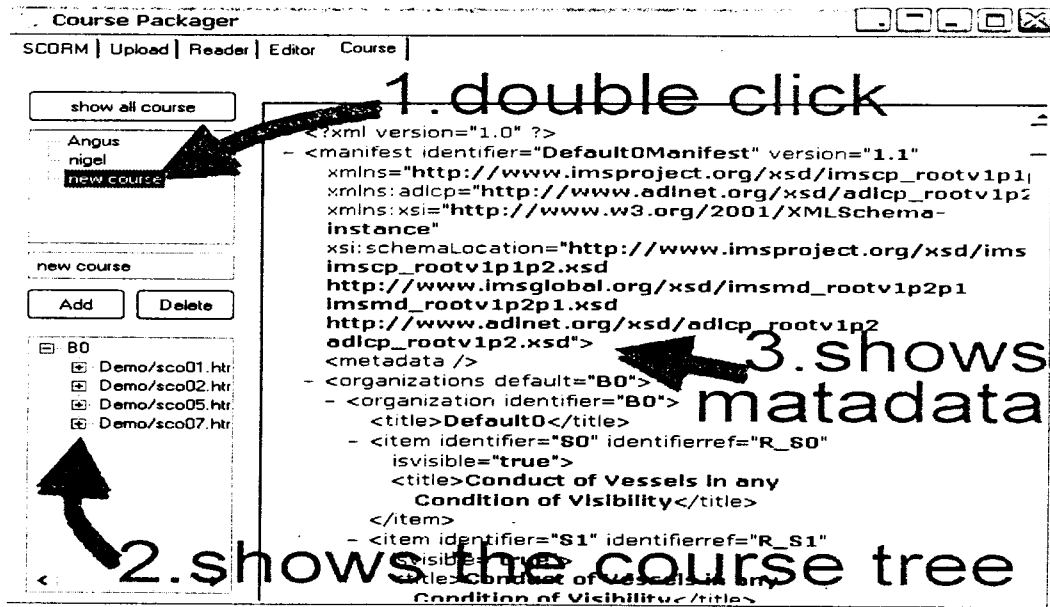


圖 138：課程編輯與顯示，並呈現 metadata

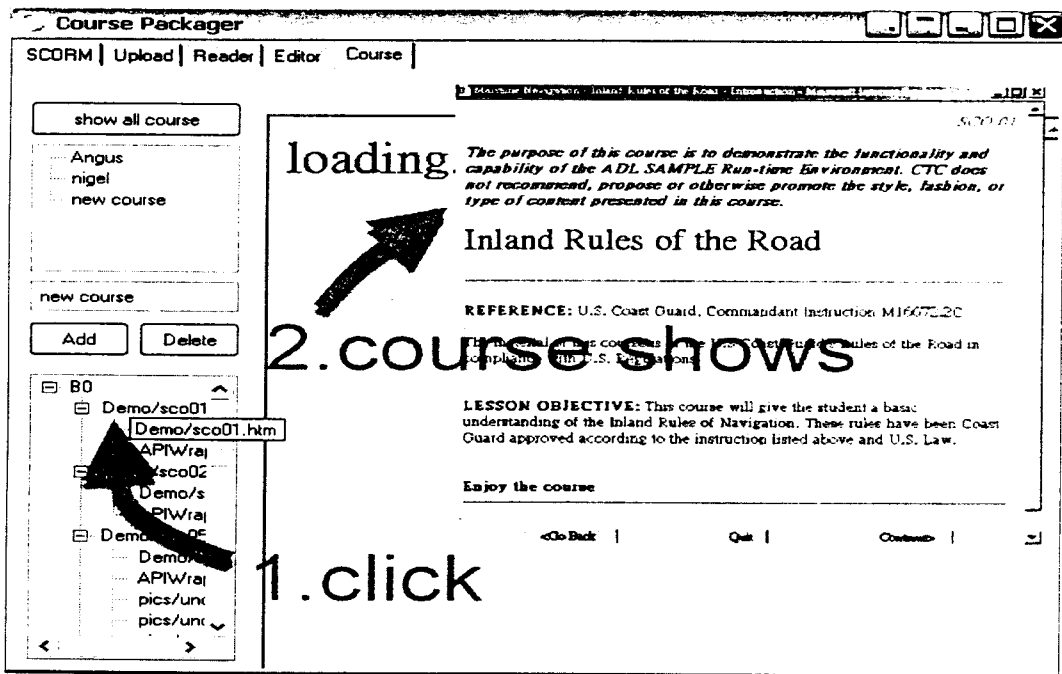


圖 139：Run-Time Environment 環境介紹



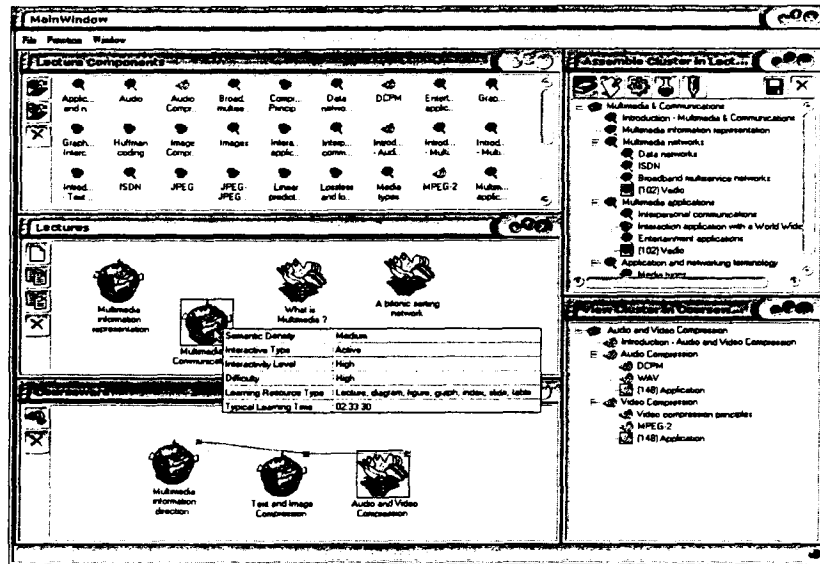


圖 140：以 SCORM 為基礎的課程編輯系統

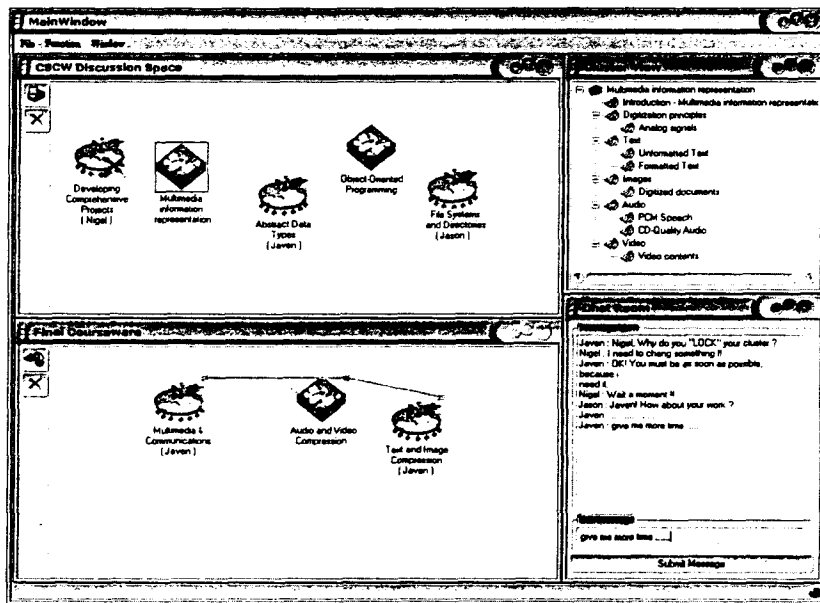


圖 141：合作式課程編輯環境

● 以 SCORM/TMML Metadata 為基礎之合作式課程編輯

一個授課課程可以是自己製作出來的課程（自己製作的菜色），或是別人所製作的課程（外帶的菜色）。在流程中，我們可以將一群課程元件（SCA）依據教學活動規則（食譜）組成一個授課課程（SCO）。我們更能夠將產生出來的許多授課課程單位，聯

結成一個學期的課程。這些產生的課程並且可以依據 SCORM/TMML 的標準，包裝成符合 SCORM/TMML 標準的包裝，以符合 SCORM/TMML 遠距教學標準的交換，分享與重複使用的機制。下面的段落我們將細部討論如何產生這些課程。

根據 SCORM 版本 1.3 草稿，我們使用下面提到的 metadata 資訊，訂定出自動產生課程的規則。

- [1] 識別編號 (Identifier-階層 1.1) 一個全世界唯一的標籤可以識別學習物件
- [2] 教育方面/語意密度 (Educational/Semantic Density 階層 5.4) 語意密度會隨著語意上的程度不同給予程度。並且跟難度等級沒有關係。也就是課程的清晰程度。
- [3] 教育方面/互動程度 (Educational/Interactivity Level 階層 5.3) 學習者受影響程度或是學習物件的行為影響程度。
- [4] 教育方面/學習資源型態 (Educational/Learning Resource Type 階層 5.2) 學習物件的模組，例如表格，測驗，實驗，課堂等。
- [5] 教育方面/互動型態 (Educational/Interactivity Type 階層 5.1) 由學習元件支援學習的主要模式。
- [6] 教育方面/典型學習時間 (Educational/Typical Learning Time 階層 5.9) 學習時間的約略預估是學習元件對目標群眾的時間估計。
- [7] 教育方面/難度 (Educational/Difficulty 階層 5.8) 對於學習物件所設定的一般學習對象而言，難度的等級。

根據 SCORM 1.3 版本中的描述，上述大多數的項目為選擇性的。然而，我們相信這些元素代表呈現知識的重要來源。我們的系統中，鼓勵設計者提供上述的幾個重要資訊在基本的教學元件上 (SCA)，除此之外，根據著 AICC 所提供先修課程資訊的標準中，也可以獲知課程本身的結構與修課順序資訊。先修課程資訊運用識別編號 (階層 1.1)，這個識別編號在我們的系統中有唯一值，以便於識別，搜尋用途。其他的四個項目 (階層 5.1-5.4) 用描述一個教學課程活動的規則。我們相信一個課程元件在不同的課堂上可以發揮出不同的功能，因此我們可以將自動產生課程的規則分為兩個層次。第一層 (教學活動規則) 屬於較精密定義每一個教學元件所屬的角色，或是定義每一個教學元件屬於蛇麼類型的教學型態。為了讓設計者花費較少的時間在安排教學策略方面，第二層的規則只包含了四種教學活動元素的選擇，這樣的安排方式便利了設計者安排教

學活動的安排。我們將所定義的第一層教學活動規則呈現在表 5。

表 6: 預設的教學活動規則對應到不同的 SCAs

SCA Type	<u>Semantic Density</u> (5.4)	<u>Interactivity Level</u> (5.3)	<u>Learning Resource Type</u> (5.2)	<u>Interactivity Type</u> (5.1)
<b>Activity Rule 1</b> (Presentation)	medium   high   very high	very low   low   medium	diagram   figure   graph   index   slide   table   narrative text   lecture	expositive
<b>Activity Rule 2</b> (Assessment)	all	medium   high   very high	questionnaire   index   narrative text   exam   problem statement   self assessment	expositive
<b>Activity Rule 3</b> (Interaction)	all	medium   high   very high	exercise   index   narrative text   lecture	active
<b>Activity Rule 4</b> (Questionnaire)	all	medium   high   very high	questionnaire   index   narrative text   problem statement	expositive
<b>Activity Rule 5</b> (Exercise)	all	medium   high   very high	exercise   exam   problem statement   self assessment	active
<b>Activity Rule 6</b> (Experiment)	all	medium   high   very high	exercices   simulation   diagram   figure   graph   table   experiment   problem statement	active

表 7: 預設的教學活動規則

○: 必須條件    ×: 靜止條件

Activity Elements	Rule1	Rule2	Rule3	Rule4	Rule5	Rule6
Lecture	○	×	○		×	
Exam	×	○	×		○	
Training	×		○	○	○	○
Experiment	×	×	○			○
Any						

表 6 只定義我們系統中一個集合預設的規則。但是，設計者也可以利用圖形使用者介面自行定義自己想要的教學活動規則，我們所定義的六種預設規則中。對於一個 SCA 而言。如果四個 metadata 滿足表一 SCORM 制定的元素，這個 SCA 就會被定義為其中的一種，例如測驗，問卷，實驗，互動等。在字彙中所定義的”所有”，代表滿足任一個元素在語義密度的元素。在這樣的規則下，如果額外的 SCA 型態由設計者自行設定，製作教材的時間與步驟十分麻煩。因此我們在表 7 中，我們提出第二層的規則，四種教學活動元素經常運用在遠距教學課程規劃方面。一個 SCA 應該符合必須的條件以及必須禁止的條件，運用這樣的原則我們讓這些符合條件的教學元件符合特定的教學活動。譬如說，一個”課堂”教學活動應該符合規則一與規則三，但是卻不會符合規則二與規則五。然而萬一一個 SCA 沒有符合表 7 中的任意其中的一個規則的組合，這個 SCA 屬於表 7 中的”任意”元素。表二將會包含設計者自行制定新的教學活動規則。如此一來，設計者本身只要使用簡易的拽取與放下動作，就能夠製作出自己的教學課程，並且還能

夠運用系統中所提供的教學活動規則，訂定設計者自己需要的新教學活動規則。配合 AICC 中所訂定的先修課程概念，我們便可以將制定好的課程變成一個學期的課程。


除了運用在自動產生課程的識別編號與其他相關的 metadata 之外，另外兩個 metadata “典型學習時間”與“難度”，我們將這樣的資訊放在事後條件設定中，事後條件意思為經過一段自動產生過程之後，有些 metadata 應該符合某些特定的條件。下面段落介紹的是關於概要性的條件敘述，讓課程設計者清楚了解一個產生課程的狀態與資訊。


- [1] 語義密度:程度分類依據 SCORM 字彙的規定，目前定為五層，例如中等
- [2] 互動程度:程度分類依據 SCORM 字彙的規定，目前定為五層，例如中等
- [3] 學習資源型態:對於 SCA 的定義與分類，有許多的型態，SCORM 字彙中建議最好使用幾種類型，例如圖形，目錄，投影片，表格，流程圖等。
- [4] 互動型態:對於 SCA 的定義與分類，有三種型態，在 SCORM 字彙中，例如主動式，混合等
- [5] 典型學習時間:時間單位，舉例如 02:33:30
- [6] 難度:程度分類依據 SCORM 字彙的規定，目前定為五層，例如中等。

上述的這些概要資訊會經由我們在系統點選課誠實作一個概要資訊的顯示。


## ● 課程編輯系統





系統的編輯介面如圖 140 所顯示，目的是為了讓使用者容易以抓取與放下的動作完成課程設計與編輯。圖 140 的介面中有三層架構的設計視窗（圖 140 左方），並且在右邊視窗有兩個預覽視窗。左邊視窗的第一層，作者可以使用以下的任何一種型態的 SCAs:


 個人課程元件是由設計者個人所製造與使用的 SCA，設計者個人的姓名標籤將會跟著這個 SCA。


 公用課程元件儲存在一個公用的資料庫。公用課程元件可以讓任何其他設計者提取出




來共用。







 提取出來的課程元件 是從一個公用或是個人的課程提供重複使用。

在圖 140 左邊窗中，有三個按鈕，裝載課程按鈕 ()，讓使用者能裝載一個課程元件，載入元件按鈕 () 允許設計者加入公用的課程元件。當然在系統中我們也提供了整個包裝好的一個課程，經過載入或裝載動作後，拆成細部的課程元件，再讓設計者自行挑選想要的課程元件。達到重複使用教學元件的重複使用與共想的優點。其他的按鈕如刪除 ()，讓設計者便於刪除不需要的課程元件。第二層視窗設計的部分，讓設計者組織一群的課程元件。當中，每一個課程可以依據教學活動規則。如果需要再開一個新的課程則可以選擇開新檔 ()。設計者可以使用抓取與放下的機制來進行加入新的課程元件。新的課程可以透過右上方視窗的預覽，清楚了解細部內容。這一曾有兩種課程格式表示：

 個人課程：由個別的設計者製作與使用的課程。

 公用課程：從公用的資料庫載入近來系統使用。

藉著先修課程元件 SCA，一個課程的推論結構是一種方向性非環式圖。但是受到方向性非環式圖視覺上彈性受到限制，因此我們將方向性非環式圖以樹狀形式呈現。使用者可以利用匯入課程按鈕 () 與會出課程按鈕 () 來進行課程加入編輯。在圖 140 中，使用者也可以透過事後條件視窗獲得課程概要資訊。第三層的視窗允許使用者製作一個學期的課程。當使用者利用連結按鈕 ()，系統可以依據先修課程資訊與關係來進行排序不同課程。

在圖 140 中，我們看到有七個按鈕的設計，前面的五個按鈕設計，分別代表教學活動元素： 代表授課， 代表測驗， 代表訓練， 代表實驗，及  代表使用者自行設定與設計。而儲存按鈕 () 讓使用者儲存編輯好的課程以供未來重複使用。第二個預覽視窗屬於唯讀，讓使用者預覽一學期中的其中一堂課程內容。

除了課程編輯工具外，我們也發展了合作式編輯課程環境，可以提供一群不同使用者整理課程教材，透過線上聊天視窗的溝通介面。圖 141 部分顯示了這樣的一個功能說明。圖 141 的其他功能提供了相似的服務功能。這樣的線上溝通機制讓多個使用者有一個共同的討論空間。這個合作式編輯環境，提出課程修訂編輯的控制管理。一個個人課程圖像為 (👤)，當一個作者編輯完自己的課程，那麼這個圖像表示為 (🔒)。然而一個公用的課程圖像為 (👥)，如果沒有人進行編輯修改動作才可以進入修改，否則會出現修改人的名字在圖像旁邊。

### 3.3.4 教材庫管理系統

此研究的結果有三:即 CRMS 與線上 (online) 或離線 (offline) 編輯工具。並可搭配分項 3 所發展、建置學習物件儲存庫(Learning Object Repository, LOR)。

- 「教材庫管理系統」:

它能提供使用者透過教材名稱、摘要及關鍵字查詢，在網路中如同人們從圖書館裏借書一樣尋找書目。針對一般的使用者與管理者不同，其個人資訊與課程資訊如圖 142 與圖 143 所示。此系統中的「數位教材庫」具有以下列的特性。

針對一般使用者，系統提供便捷的操作，例如密碼及個人資訊的修改。使用者亦可對教材進行管理，上傳課程教材包，以及名稱、摘要敘述或以關鍵字搜尋教材包。

針對於系統管理者，系統提供便捷的管理模式，以進行課程管理，例如：上傳課程教材包、摘要搜尋教材包，以及關鍵字來搜尋教材包。此外，系統亦提供完整之管理機制，對於使用者及類別，新增、刪除、更新及查詢等功能。

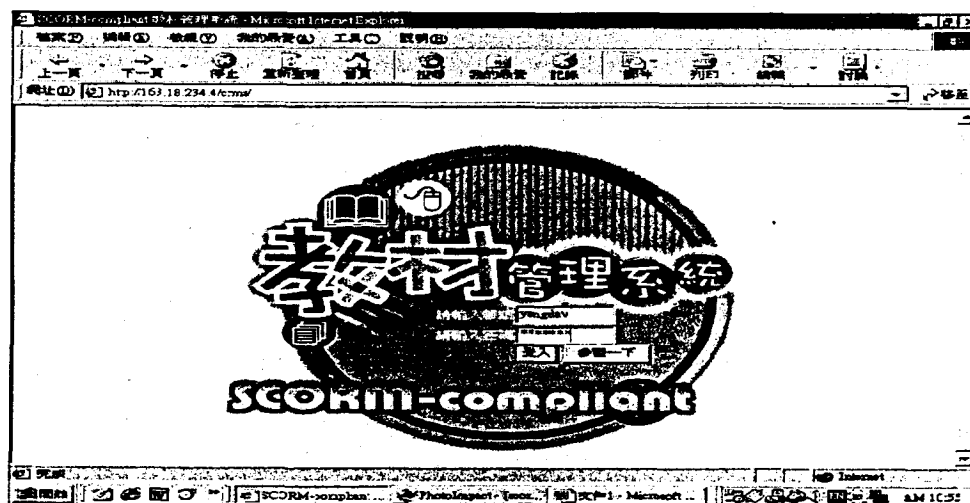


圖 142：數位教材管理系統之示範



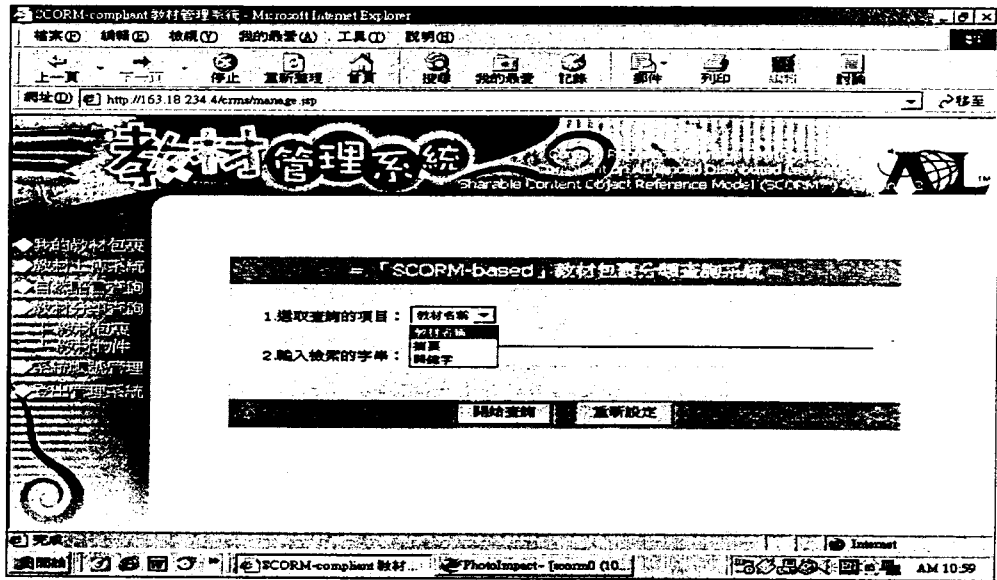


圖 143：數位教材管理系統的功能項目

- 教材推薦代理人系統中建立教材包裹的 On-line 編輯

其主要步驟如下：

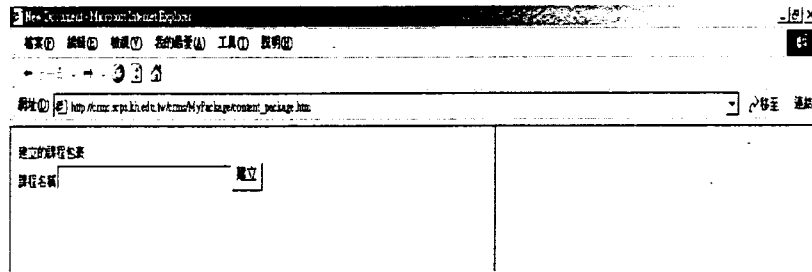
- (1) 在 CRMS 中選取 CA 或 SCO 放入「我的包裹」。
- (2) 點選「我的教材包裹」/編輯【我的教材包裹】

共有 2 筆課程包裹在【我的教材包裹】中

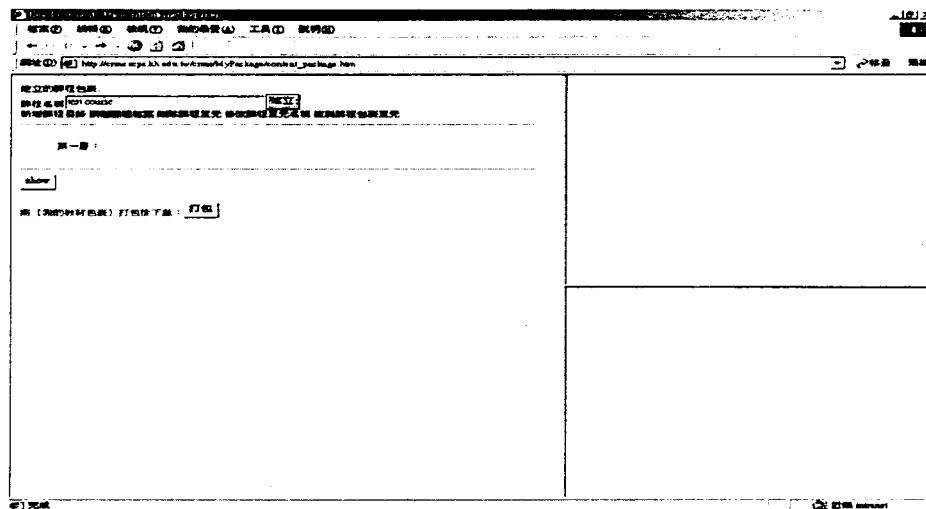
順序	課程包裹標題
1	SingleCourse
2	TCP_IP Protocol

編輯【我的教材包裹】：

- (3) 填入課程名稱，「建立」課程包裹



(4) 編輯畫面如下

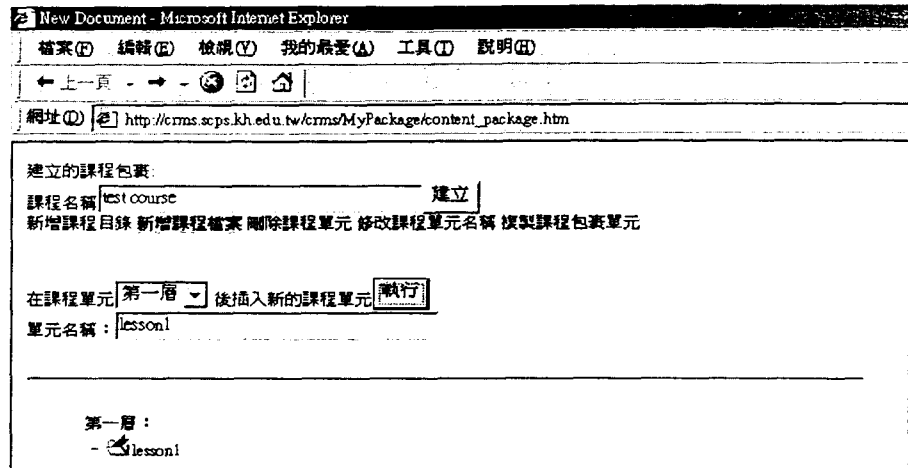


(5) 新增課程目錄

(6) 選取新目錄要加在那一課程之後

(7) 填入目錄的單元名稱

(8) 按下執行即可新增目錄



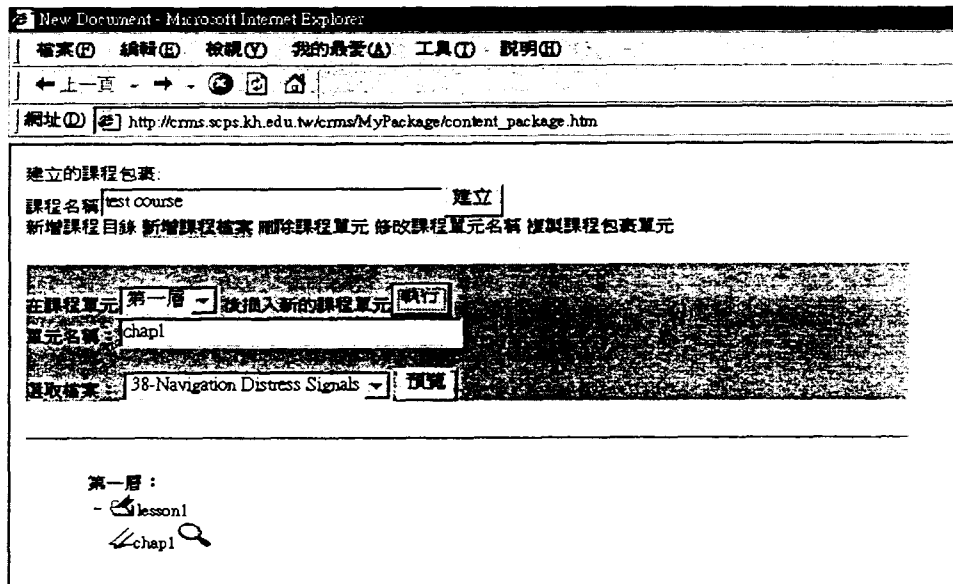
(9) 新增課程檔案

(10) 選取新課程檔案要加在那一課程之後

(11) 填入檔案的單元名稱

(12) 選取檔案，亦可點選預覽觀看檔案內容

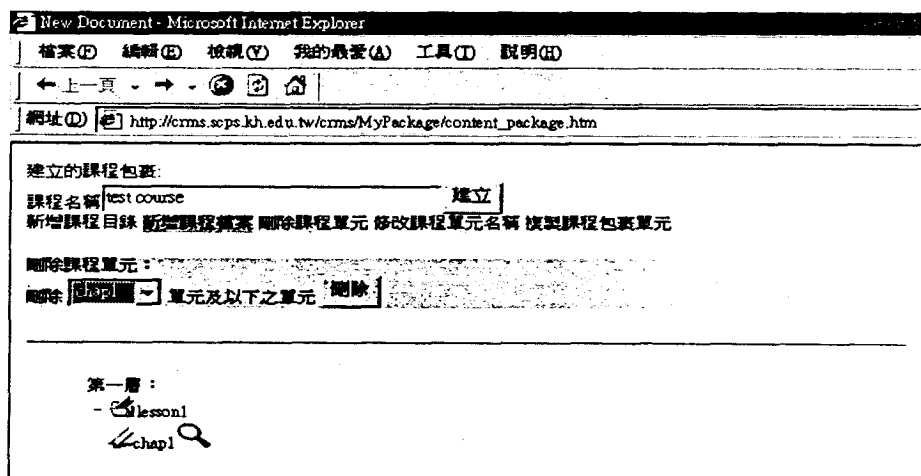
(13) 按下執行即可新增課程檔案



(14) 刪除課程單元

(15) 選取要刪除的單元

(16) 按下刪除即可刪除課程單元

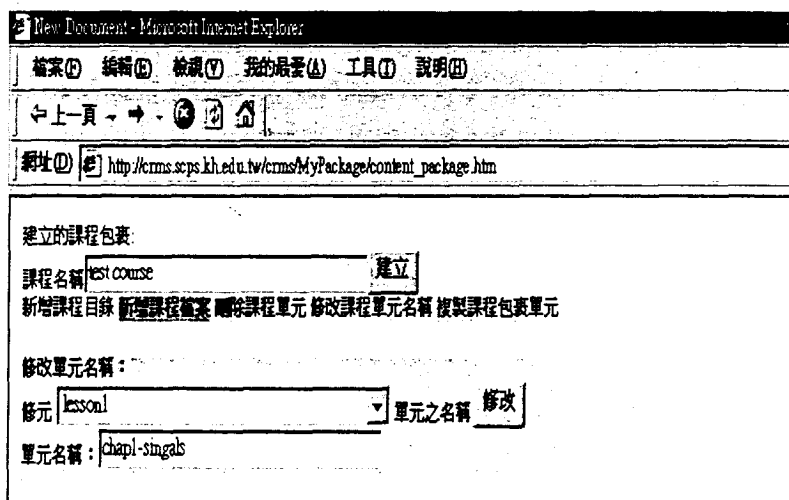


(17) 修改單元名稱

(18) 選取要修改名稱的單元

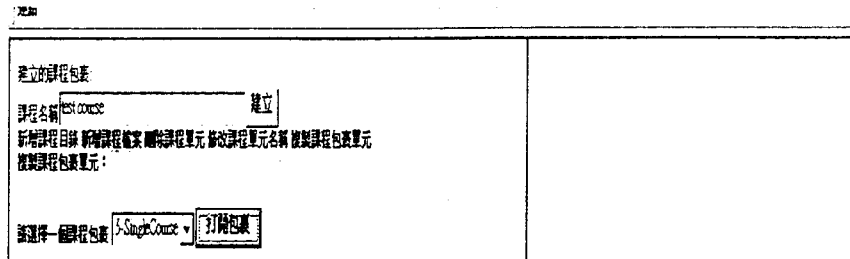
(19) 填入新的單元名稱

(20) 按下修改即可修改單元名稱

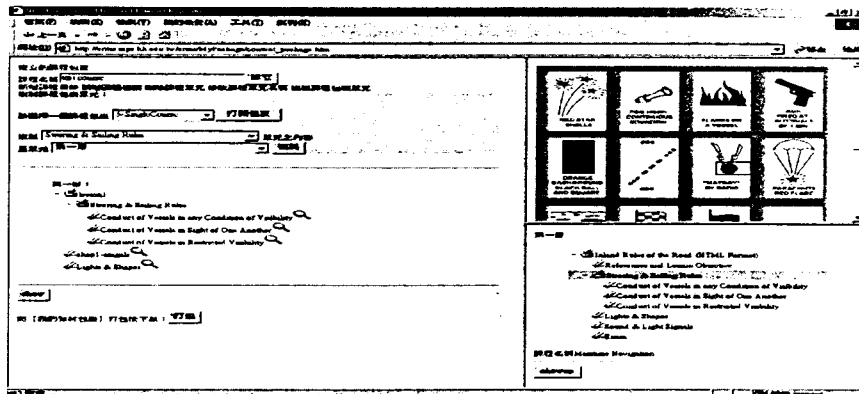


(21) 複製課程包裏單元

(22) 選取要開啟的課程包裏，按下打開包裏



(23) 選取要複製的單元，及要複製到那一個單元



(24) 打包課程包裏

按下打包即可將編輯好的課程包裏打包下載。

● 教材推薦代理人系統中 Off-line 編輯教材包裏

(1) 執行『教材推薦代理人系統』，如圖 144 所示。

(2) 檔案／建立教材包裏，如圖 145 所示。

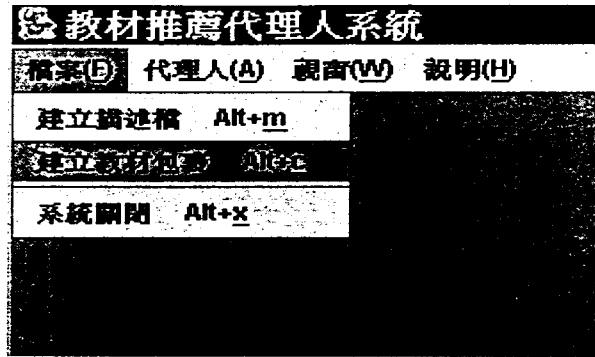


圖 144：教材推薦代理人系統

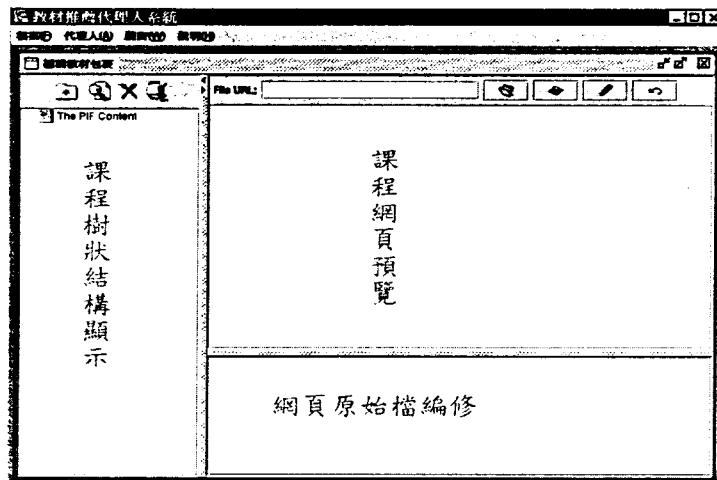


圖 145：建立教材包裹的畫面

(3) 教材推薦代理人系統的編輯圖示的說明:

(3a)開啟既有的網頁、儲存、修改與回復功能，如圖 146 所示。

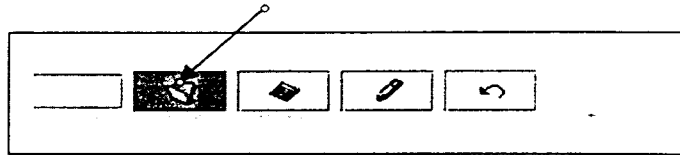


圖 146：開啟、儲存、修改與回復功能



圖 147：加入、刪除與打包成 zip 檔

(3b)編修功能:在網頁原始檔編修處，進行網頁的編輯。將文件加入課程體內，或建立一個新章節，以便加入新文件 如圖 148 所示。

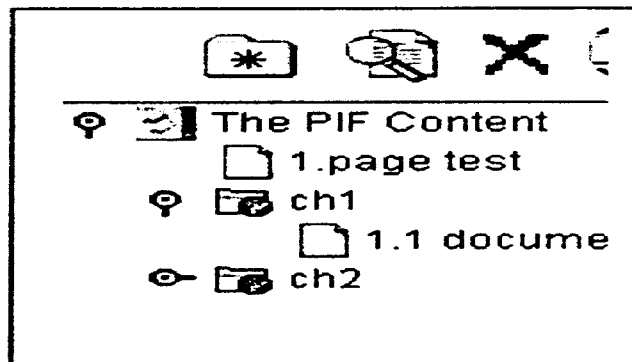


圖 148：編修成時的階層式課程架構

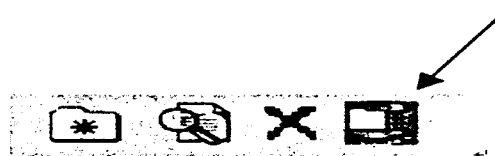


圖 149：課程壓縮成 zip 檔

(4) 在 ADL 的 LMS 上執行，依序進行上傳、註冊、瀏覽課程，執行結果如下：

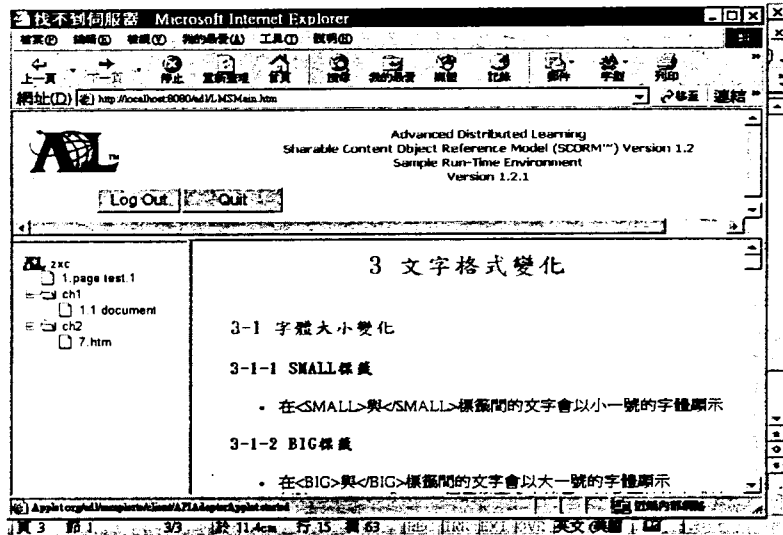


圖 150：課程壓縮成 zip 檔



### 3.4 學習評量、歷程與行為分析標準化

線上學習不僅包括學習平台與教材的建構，還必須有效利用網路的影響力及互動性，才能充分發揮線上學習的功效，學生於線上學習的過程中，所有的學習行為及學習結果產出，都是非常有用的資訊，若能適當的紀錄分析，善加利用將可大幅提升影響力及互動性，藉此增進學習成效；學者指出學習歷程不僅為評量之工具，其更可與教學與學習結合，融入教學與學習活動之中，然而，不同學習平台具有不同之學習歷程檔案格式，在使用學習歷程於教學、學習、與評量上遭遇到格式轉換的問題，而 SCORM 提供了些標準的學生學習行為紀錄方法及對應的變數，讓學習系統能掌握學習者的動態及歷程，以控制學習流程或調整教學策略，

此外，在學生的學習過程中，除了要教導學生吸收新知外，更重要的是要能了解學生的學習狀態，才能適時地糾正學生的迷思及錯誤觀念，增進學習效果，而在教學活動裡，紙筆測驗也在逐漸轉變成網路即時測驗。而概念製圖通常被用於分析學生的認知與診斷學生的迷思概念，電腦科技則使得概念圖知識結構的表現更加便利。所以藉由領域專家制定的知識地圖(概念圖)及分析題目知識概念的方法，給予學生線上評量，可藉此作為診斷考生迷思概念的參考依據。

因此，在本計畫之分項計畫四中，便針對學習系統平台的[學習評量、歷程與行為分析標準化]等研究問題進行分析與研究，包含：學習歷程之 SCORM/TMML 化、SCORM 學習歷程資料的蒐集、學習系統之學習歷程分析與試卷之診斷分析等等。

### 3.4.1 學習歷程之 SCORM/TMML 化

在 SCORM 的執行環境中，學習者學習教材所產生的歷程會被儲存在 LMS 的資料庫裡，但如何分享學習歷程的資料，以達到多人參與、同儕互評以及教師回饋的功能。在本計畫研究分項 4 中，我們提出一個方法，就是透過 SCORM 分享的機制，將學習歷程的資料 SCORM/TMML 化，把同儕間的學習歷程視為教材。以 SCORM/TMML 的標準包裝，以達到分享的目的。我們的想法如圖 151 所示，學習歷程(SCOs)可以不同的之間 LMS 互相交換共享，學生、同儕、教師以及教材編輯者都可利用達到以下目的：

1. 學習者可以檢閱自己的學習歷程以及同儕給予的評語，作為自身反省的參考。
2. 同儕之間也可透過此機制，彼此互評，達到互動溝通的功能。
3. 教師可進行評分、追蹤學生的學習狀態，根據學生的狀踏，給予有效的回饋與激勵。
4. 教材編輯者則可以根據學生學習的歷程資料，對教材內容作適性化的調整。

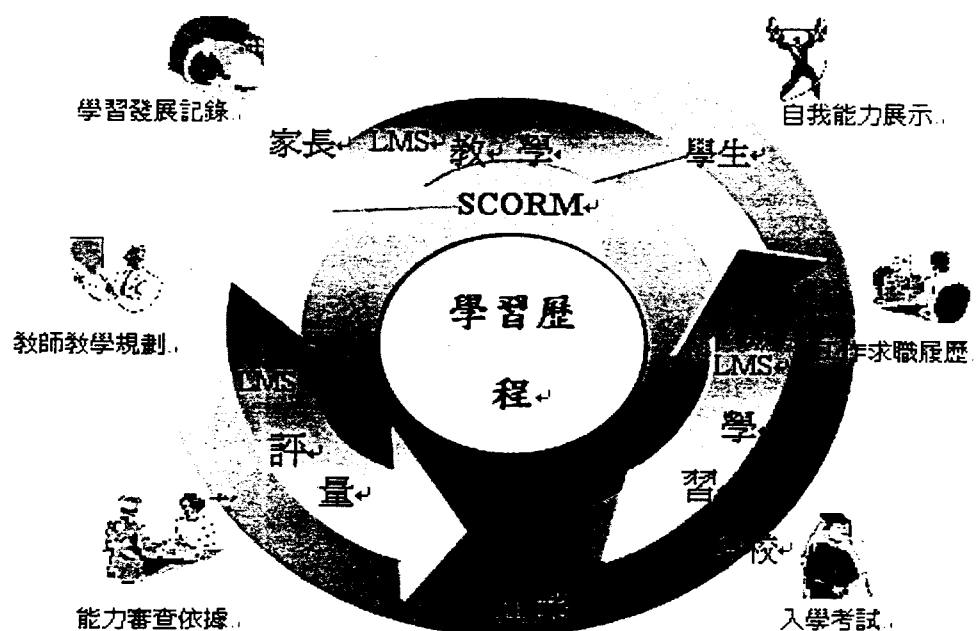


圖 151：學習歷程 SCORM/TMML 化的應用範圍

學習歷程(SCOs)包含某一課程所有學生的學習歷程資料，包含學習歷程、作業、互動性資料以及同儕與教師的回饋資料。這些資訊我們可從 LMS 的資料庫、SCO 的

Metadata、同儕以及教師的回饋(feedback)來取得。圖 152 即顯示學習歷程(SCOs)的資料來源。學習歷程 SCORM/TMML 化之完整架構，說明學生學習課程的過程中，產生互動資訊給學習管理系統，由學習管理系統儲存記錄到資料庫，最後我們在從資料庫中將學習歷程資訊包裝成 SCORM/TMML 的格式。因此學習者、同儕以及老師就可以在透過學習管理系統取得學習歷程的(SCOs)，達到多人參與溝通的目的。

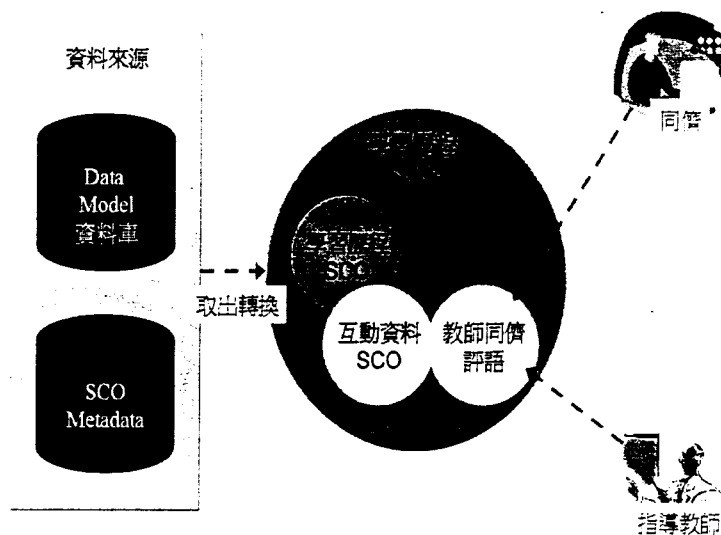


圖 152：學習歷程 SCORM/TMML 化資料來源示意圖

- 整體架構

我們依據之前的分析以及 SCORM1.2 規格書來建構系統，主要目的是紀錄學習過程中之作品結果與學習證據，提供較充足的資訊來使學習系統較容易分析學生學習狀況。並將此值得保留並予以分析的學習歷程資訊包裝起來成一標準的學習資源以共享並再利用。

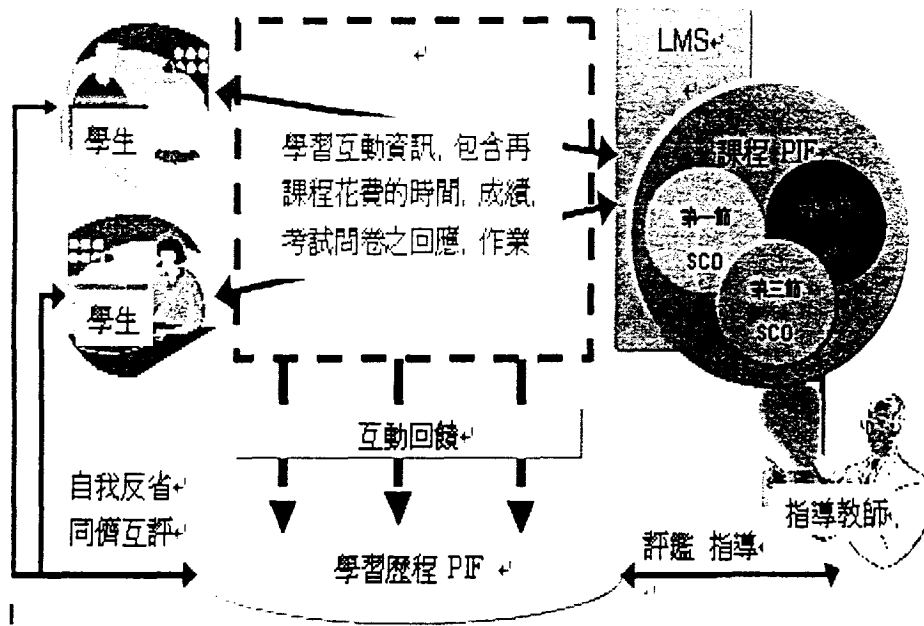


圖 153：學習歷程之系統架構

如圖 153 之系統架構，此系統將課程匯入 LMS（學習管理系統），修習此課程的學生藉由 LMS Launch 課程 PIF(Package Interchange File)，便可一一閱讀、學習各個章節 SCO，系統將紀錄各個章節的瀏覽時間，次數及流程等等...；並由系統管理者(助教)或教授交付作業、專案及測驗題目，同樣地，將紀錄學生繳交狀況，而專案可由其自定規格，分成各個檔案上傳，暫時僅支援 pdf, doc 及 txt 檔案格式。圖 154 顯示，學習歷程 SCOs 目錄樹狀的內容架構(manifest)，該內容集合架構(content aggregation)我們定義在 imsmmanifest.xml 檔中。其內容是一個課程為主，包含課程資料、上課學生、成績、學生學習狀態、作業、教師評分以及同儕互評等。學生可以自己瀏覽自己的學習歷程，同儕之間可針對作業進行互評，而教師也可以對作業進行評分以及追蹤學生學習狀態。

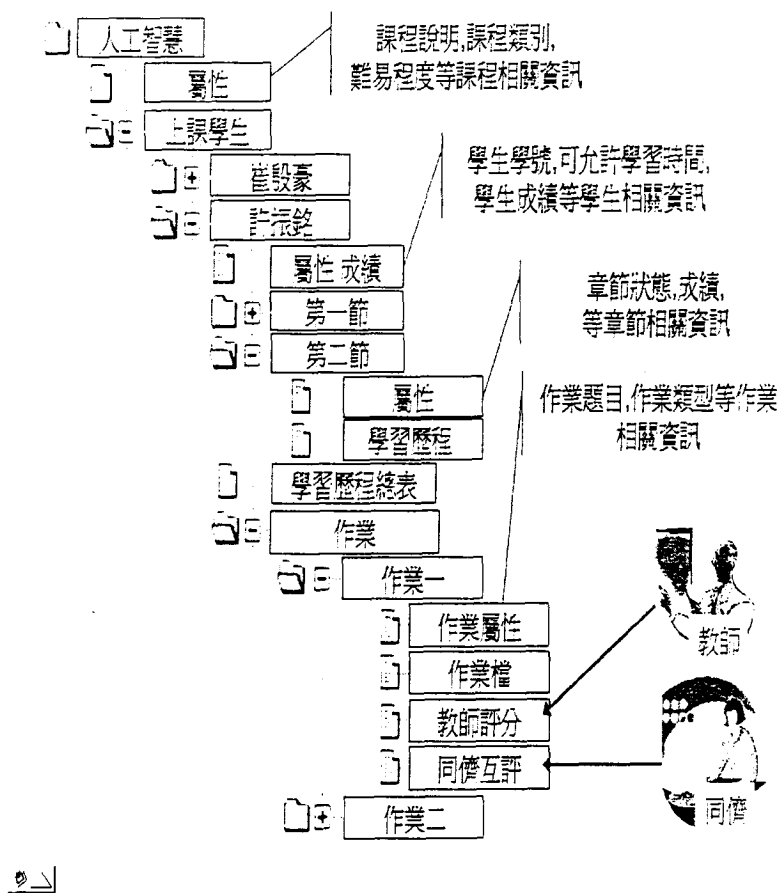


圖 154：學習歷程 SCOs 之內容架構

同時，系統將產生一個新的課程，在此我解釋為「課程」，其實就是學習歷程資訊，亦即是修習此課程同學彼此的學習紀錄，雖解釋為「課程」，卻不僅僅只是課程能夠代表的意義，它代表了學習成果、過程、檢討，表現方式如前頁所述，圖 155 為系統的實際表現方式，有課程屬性、學生屬性、作業、專案、成績、學習進度、學習流程等等...。學生，教授皆可瀏覽這些歷程，並產生互動回饋，由系統管理者控制是否要包裝成一個學習歷程 package，不僅可用於分析，亦可用於學生間同儕互評、自我反省和指導教師評鑑、指導，有助於有效學習。但是，重要的資訊則必須紀錄在其 xml 檔內，以便之後可從其中擷取並進行分析，若未紀錄於 xml 檔內，而從網頁 htm 檔內擷取，則整個紀錄就不具任何語意性，當內容稍有變動，則整個分析甚至瀏覽這些內容的 application 也會整個變動，而各種分析的介紹將於後章討論。

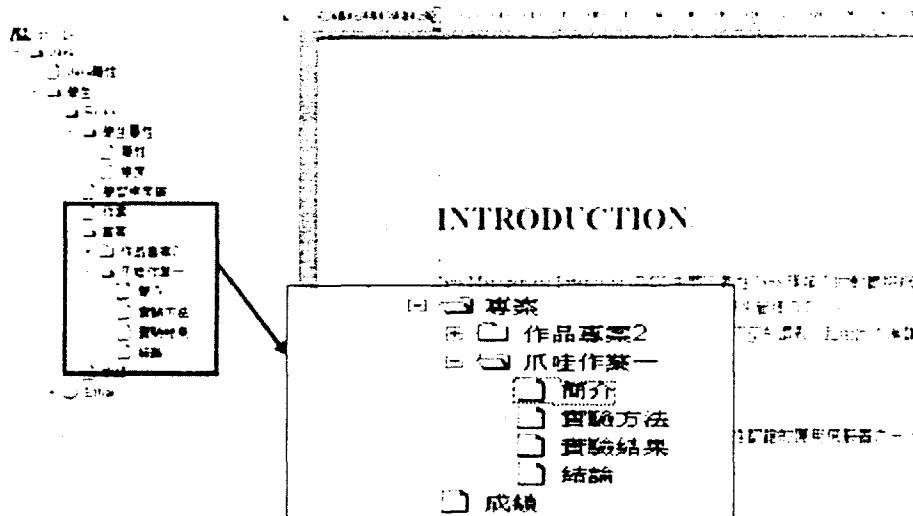


圖 155：學習歷程結構展示圖

● 現有的歷程資訊與應用

SCORM 定義了 LMS 與學習者(用戶端)之間溝通可記錄哪些互動資訊。茲將 Data model 與學習歷程追蹤相關的元素描述如下[3]

- \* **cmi.core** -- 記錄學生編號、姓名、課程狀態、成績、學習狀態等資料。
- \* **cmi.interactions** -- 記錄學生互動的資訊，例如學生考試問答的的回應、問卷的回應等。
- \* **cmi.comments** -- 記錄學生對教材的意見與註釋。

在 SCROM 的環境下，基於現有支援的歷程資訊，學習資源有各項優點如前項所述，但若加以利用，則此學習資源的優點將不止於此，茲討論如下：

● 行為追蹤

我們可以利用學習歷程資訊追蹤學生們的學習流程，了解他們遇到困難的部分，加以輔導並加強。圖 156 顯示一個簡易型的學生學習歷程流程，主要說明學生在閱讀教材所花費的時間以及學習的狀態。學生在學習的過程中追蹤如下：

1. 首先學生在 2001 年 9 月 20 日九點十分開始進行學習第一節的(SCO)，於同日十二

- 時完成學習。
- 繼續學生在 2001 年 9 月 22 日九點十分開始進行學習第二節的(SCO)，於同日十時停止學習，並回到第一節重新閱讀，並於十一時回到第二節學習，在十二就時完成。此時可能學生在第二節遇到問題，因此回到第一節重新閱讀。
  - 繼續學生在 2001 年 9 月 26 日十三時開始進行學習第三節的(SCO)，於十三時三十分登出系統離開，再於 2001 年 9 月 29 日十二時重新開始學習第三節，經終止重新閱讀第一節後才完成第三節的學習。

從這一個簡要的學習歷程中，我們可以看出，對於第二節與第三節來說，第一節是一個很重要的基礎。而該學生花費在第一節的時間最多。這些都是學習者、同儕間以及教師可以參考追蹤的資料。

	第一節(SCO)	第二節(SCO)	第三節(SCO)
2001/9/20 09:10~12:00	完成		
2001/9/22 09:10~10:00		終止	
2001/9/22 10:00~11:00	重新閱讀		
2001/9/22 11:00~12:00		完成	
2001/9/26 13:00~13:30			登出
2001/9/29 14:00~16:00			終止
2001/9/29 16:00~16:30	重新閱讀		
2001/9/29 16:30~17:30			完成

圖 156：簡易的學習歷程示意圖

● 同儕互評

由系統產生出歷程資訊並包裹，讓這些資訊給予同儕間參考做互評，則整個學習系統不只是能夠讓學生學習到此課程的知識，並可經由互評激發學生批判性思考的能力，讓學生觀摩彼此的學習歷程（學習流程、作品），藉由同學互評回饋，修正自己的觀

念以達到學習的目的。

故此研究分項4便實驗讓學生瀏覽在這個或別的符合 SCORM/TMML 學習平台上產生之學習歷程，並在原有的系統上建構一個具有互評機制的系統，且可針對作業、作品專案作互評，系統管理者再決定是否也將其包入整個 package 中。

我們不單純只是讓學生對彼此的作品做普通的互評，而是利用元素三元組的方式引出學生的構念建立資料庫並利用凱利方格的方式呈現，請參考圖 157，取得作品特徵 [52]。方格技術被用來測量個人的構念系統,也就是個人構念結構。方格是由元素 (Elements)和構念(Constructs)各自為一軸而形成的方格。經由準備元素、引出構念、資料分析來引出個人構念結構。經由這個互評的機制可讓學生更努力投入學習，提高學習品質，增進學生能力，讓學生參與評量的的機會，藉由互評可以互相幫助，提升學習效果。

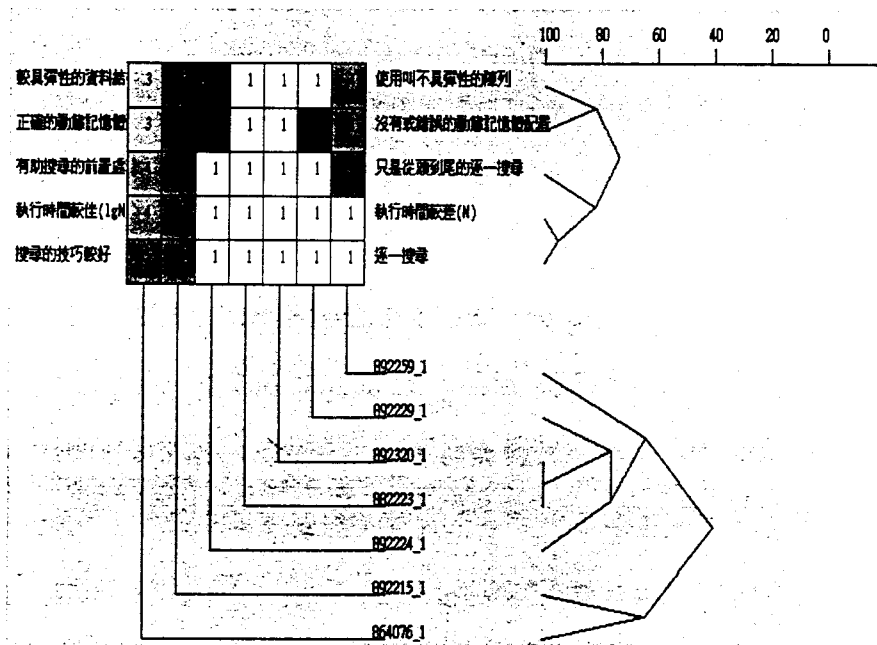


圖 140：個人構念結構

### ● 決策分析

當學習歷程包成學習資源後，我們不僅希望給同儕間作互評、指導教師作評鑑，也希望能夠將整個紀錄進行分析，在這我們做了一個簡單的決策樹系統對學習歷程作基礎分析 [53]。決策樹是一種分類和預測的工具，可畫出樹狀的結構，並產生文字表示的規



則，讓人類容易了解。在本論文的例子，會依不同的 training data（在此是學生的歷程資訊）而得到不同的規則，如：

- 閱讀次數多的 + 瀏覽時間長的 → 成績高
- 作業一遲繳 + 作業二遲繳 → 成績低
- 瀏覽時間短 + 作業一按時交 + 作業二遲交 → 成績中
- 瀏覽時間很長 + 作業一未交 → 成績中
- ....等等

可依據這些從 ID3 演算法產生的規則，以後若有 sample 可依據此規則做出決策，但是其正確性則跟 training data 有關。

本研究實作一個簡單的決策樹系統，此系統可以將包裝過的學習歷程資訊匯入並解開，由各個 xml 檔讀取可以分析的資訊，比如說瀏覽次數、瀏覽時間、作業專案繳交情況、成績等等...，整理擷取出來的資訊後，儲存在表格內，如圖 158。而決策樹的演算法有 ID3、C4.5 等等...，C4.5 是現在較為廣泛使用的演算法，不過 ID3 的演算法較簡單、容易了解，故在此選擇 ID3 來做本系統決策樹的演算法來產生規則並跑出決策樹，並利用 Java Applet 在網頁上繪出決策樹，如圖 159；不過在 SCORM 標準內並沒有提供足夠且完全適合的 metadata 的標籤去描述這些資訊，在不違背標準下，將其紀錄在已提供的標籤內，雖然在系統是能夠運作的，且能夠如預期的得到資訊，但還是必須說明，其實現有的標準對學習歷程的支援是不夠的。故在這部分提出了一些建議加入適合學習歷程的 metadata，讓整個包裝過的 package 更具意義與語意性以幫助學習歷程的紀錄更有效的共享與再利用，請參考表 8。

表 8：學習歷程資訊之元資料

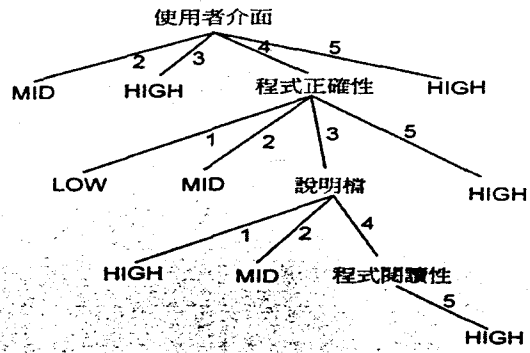
Calendar	行事曆
Homework_answer	作業答案
Homework_question	作業題目
Portfolio_diary	日誌
Student_Survey	自評表回答
Survey	自評表問題
Portfolio_question	學習歷程問題
Portfolio_experience	學習歷程心得、經驗
Portfolio_notes	學習歷程筆記
Portfolio_grade_map	各章作業等級與分數對應表
Teach_scheduled	老師課程進度表

http://localhost:9060/sdl/ImportTreeInfo.jsp

2	2	2	2	2	2
1	1	2	2	1	2
1	2	1	1	1	1
1	2	2	1	1	1
1	1	1	1	0	0
0	0	1	0	1	0
1	0	2	2	1	2

瀏覽次數+ 瀏覽時間+ 專案繳交情況+ 作業一繳交情況+ 作業二繳交情況+ 成績高低(Target)+

圖 158：經由學習歷程 PIF 中擷取資訊整理成表格



395:程式正確性, 403:使用者介面, 404:說明檔, 406:程式閱讀性, 553:是否有準時  
 874018 .3, 3, 1, 3, 5, 85, High,  
 902205 .1, 4, 4, 3, 5, 50, Low,  
 902214 .2, 2, 2, 3, 5, 65, Mid,  
 902227 .3, 2, 4, 3, 5, 75, Mid,  
 902238 .3, 4, 4, 3, 5, 75, Mid,  
 902248 .5, 5, 4, 5, 5, 98, High,

圖 159：系統匯入學習歷程產生之決策樹

### 3.4.2 SCORM 學習歷程資料蒐集

學習歷程資料的蒐集對於日後的分析是否準確影響甚大，所以對於資料的蒐集上我們盡量詳盡，記錄了學生在學習過程中的大部分行為，所蒐集項目如下：

學生上線次數(Login times)，線上書籍閱讀及討論(Reading/Writing times)，線上測驗時間及測驗結果(Test time and results)，作業或計畫報告等上傳狀況(file upload times for resource)，sharing / collaborating，自我程度評量結果(browsing self- assessment)，線上電子郵件傳送及收件閱讀次數及時間(E-mail sending times and reading times)，討論區閱讀狀況(read article times in discussion board)，討論區參與發表文章狀況(post article times in discussion board)，線上小組合作學習參與狀態(enter project developing environment times)，增加小組合作時任務規劃次數(add a new group mission times)，增加小組合作時工作日誌次數(add a working diary times)，線上小組合作時小組資源存取狀況(access group resource) 等。

以上這些線上學習行為，可分成線上個人學習及線上小組合作學習兩部分，各種學習者線上學習的學習行為，都可經由分析，當作學習支援的一部份；在目前 SCORM 的標準中，包含了部分的標準化學生學習行為記錄，其他的一些線上學生學習歷程，可經由標準化的變數及函式，經由運算可得，還有一些學習者的學習歷程行為特徵，必須另外增加學生學習行為記錄的功能於學習平台上，進而儲存其他較特殊的學習行為以供日後分析及決策支援。

經過整理後我們把所蒐集的資料記錄於 SCORM/TMML 標準所訂定的格式中，主要分為 **Student portfolios** 和 **Learning portfolios** 兩部分。

**Student portfolios** 部分如下：

- cmi.core.student\_id 學生唯一識別的編號。
- cmi.core.student\_name 學生姓名
- cmi.core.lesson\_location 記錄學生離開時的課程章節位置，當學生進入時則以此章節

為進入點。

- `cmi.core.credit` 依據學生成績，記錄學生是否通過該課程的考核。

**Learning portfolios** 部分如下：

- `cmi.core.lesson_status`  
代表課程 SCOs 的狀態；該屬性值的狀態有六種。
- `cmi.core.total_time`  
紀錄學生學習課程的總時間。
- `cmi.core.session_time`  
紀錄學生在此 session(SCO)所花的時間。
- `cmi.core.lesson_mode`  
定義 SCO 被 launch 後的行為，該屬性值與 `cmi.core.lesson_status` 結合使用。
- `cmi.core.exit`  
代表學生離開 SCO 的狀態，共分為四種狀態。
- `cmi.student_data.time_limit_action`  
當學生學習時間超過了限制時間，則由該屬性告知 SCO 該做如何的動作；共有四種狀態。

SCORM/TMML 標準化的學習系統將可以這些標準內的函式與變數，追蹤記錄學習者的各種線上學習歷程，以提供進一步的分析統計及應用。

### 3.4.3 學習系統的學習歷程分析功能

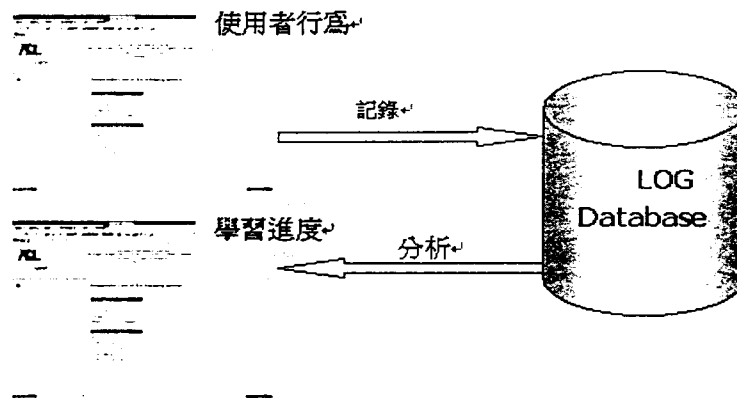


圖 160：學習歷程分析架構圖

網路學習系統常會利用資料庫來協助儲存教材，記錄分析資料，管理帳號權限等；圖 160 中的右邊表示網路學習系統中的資料庫，用以記錄學生線上學習的行為，且經過處理分析，再提供老師或學生觀察各種學習活動狀況，換句話說，就是透過監控學習者在網站的瀏覽行為，作完整的行為紀錄（LOG），以取得學習者學習進度、作答狀況等資訊，提供老師掌握學生的學習狀況，並讓學生和學生之間也能互相了解學習進度，排名等資訊。

- 整合性即時統計圖表

藉由 SCORM/TMML 學習系統針對學習者的各種線上行為記錄，透過分析統計紀錄的方式之後，就可以圖表的方式，呈現給老師關於學生學習進度，學生作答狀況和提供學生英雄榜的功能，其中學生每人每組每日上限次數參與狀況紀錄統計圖表如圖 161，此外譬如也可以以三天為單位來做統計，或者以一組學生為單位來進行統計，或者只觀察近一週的學習活動，以掌握學生學習活動。

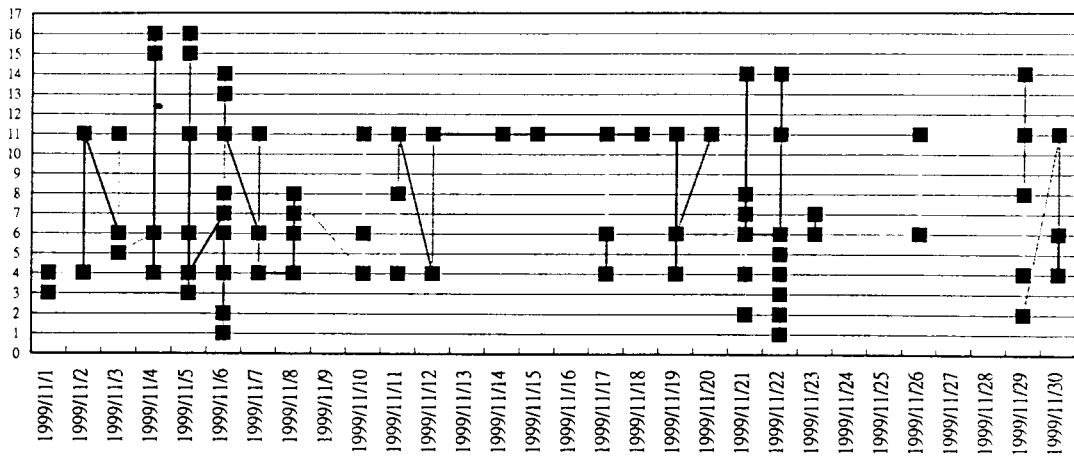


圖 161：學生每天上線此數的統計分析圖

● Data Cube Analysis

學生的學習行為可以依據時間軸或者章節等來進行分析其各種線上學習行為，並將統計資訊以圖表的方式明確的呈現出來(如圖 161)，但是有許多資料(學習習慣、學習行為、學習成效等)是有週期性或可以區分的，若透過資料庫 Data Cube 技術，針對不同的座標軸，動態的進行資料操作(如 add, divide, aggregate, separate, sum)可以觀察出些有意義的資料資訊、規則或趨勢。

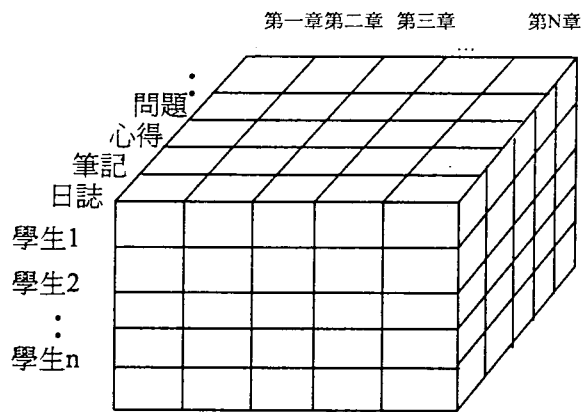


圖 162：所有學生與每一章節的各式學習歷程所呈現的 Data Cube 示意圖。

以圖 162 為例，學生線上學習歷程的各式資料存放於資料庫時，所呈現出來的樣子就如同一個立方體，若經由 Data Cube 的運算，將學生分類，並依學生類別聚集加總，將可以觀察出學生類別於線上學習系統，各方面表現的差異；此外，若一本書有十五章，分成三大主題，Cube 也可以依據這些主題來進行分析，評估每位學生對於不同主題的學習成效差異；若連續多次恰當的操作 Data Cube 的運算，將可以觀察分析出適切的資訊。

### ● 特徵空間

特徵空間的目的是讓老師能夠自行定義各種希望觀察的現象，且系統經由分析運算，告知老師所欲觀察的結果，老師也可以自行調整特徵空間中的各項邏輯運算組合，以簡易的方式掌握學習系統中各個發生的事件。

特徵空間分成三層，

- (1) Level 1：學習歷程各項學習特徵統計值(譬如每週上線次數)。
- (2) Level 2：具語意的各種學習特徵(譬如上線次數高或上線次數低)。
- (3) Level 3：具體的學生角色特徵(譬如遊手好閒的學生或勤奮的學生)。

特徵空間的運作過程即轉換 row data 成為具體的觀察指標。特徵空間運作時，每一層都必須定義與其他層之間的邏輯關係，這邏輯關係可以是老師或專家來事先制定，或者藉由機器學習的方法來訂立特徵空間內的結構，再進而細步調整，以下則為特徵空間運作示意圖：



## 特徵空間架構

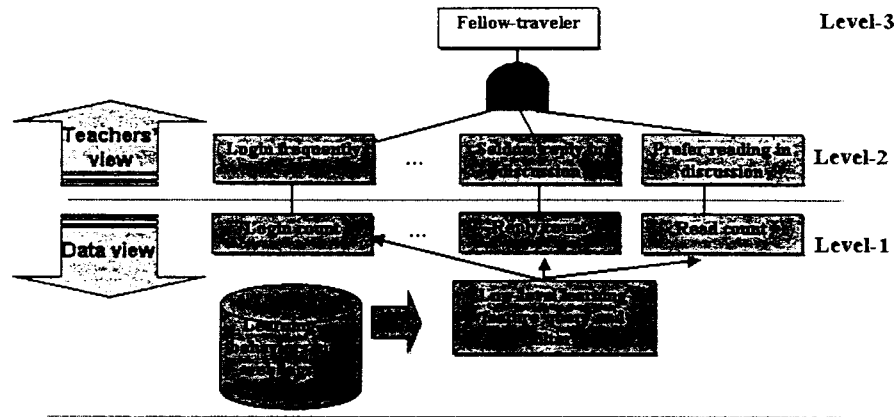


圖 163：特徵空間運作示意圖

圖 163 中展示了特徵空間的基本架構及運作原理。Level 1 就是所謂的 row data，指的是原始的紀錄資料庫的資料，如登入的次數、文章回覆篇數、文章閱讀篇數等線上學習行為記錄。

在 Level 2 中，是以老師的觀點來解釋這些資料，如登入次數就可以以一個時間區段來分隔，例如以一週的時間的學習系統登入次數，如此老師就可得到登入的頻率有多高。相同的，經由回覆文章的篇數也可以得知他是屬於喜歡回覆文章的學生或是對於討論漠不關心的學生。

如此的綜合資料，可以在 Level 3 時做一個集合運算，判斷這個學生對這個系統的使用程度及使用意願，提供老師教學時的參考。

這個架構可以舉一個實例來說明，如老師事先定義某學生若登入學習網站次數少，討論區回應文章少，討論區張貼的文章也少，這個學生為遊客(不太用功不太參與討論)；這時系統就會從資料庫原始學生學習行為記錄中分析過濾出哪些學生符合這些特色，在 Level 3 的地方顯示資料給老師說這個學生不太用功不太參與討論，最好多加關懷輔導。

以下將對於特徵空間的細部作法及資料庫表格的設計，提供更具體的說明。

## 特徵空間於資料庫的細部描述

### Students' learning feature space

Level	Feature id	Feature Name	Total Degrees	Range	Abnormal
Level 1	1.1	Login count	5	0-MAX	--
	1.2	Homework grades	5	0-100	--
	1.3	Gender	2	1-2	--
	1.4	Reply count	5	0-MAX	--
	1.5	Read count	5	0-MAX	--

Level	Feature id	Feature Name	Combination id	Degree	Abnormal
Level 2	2.1	Login frequently	1.1	5	N
	2.2	Login seldom	1.1	1	Y
	2.3	Homework success	1.2	5	N
	2.4	Seldom reply in discussion	1.4	1	Y
	2.5	Prefer reading in discussion	1.5	5	N

Level	Feature id	Feature Name	Combination	Operations	Abnormal
Level 3	3.1	Fellow-traveler	2.1,2.4,2.5	AND, AND	Y

圖 164：特徵空間於資料庫的細部描述

我們於關聯式資料庫中定義了如圖 164 的資料表格，每個值我們定義了幾個等級作為分級之用，並定義數值的範圍。第一層的實體資訊我們定義了使用者的基本資訊，有登入次數、作業成績、性別、回文章數及貼文章數；第二層資料主要就是第一層資料的等級表達，我們將第一層數值資料做一個分級的動作之後，存在這個資料表格中，每一個原始資料可以表達成一個或多個的等級資料，例如 Feature id 1.1 的 Login Count 就能在第二層資料中表達成登入頻率及是否難得登入這兩個等級資料；第三層的資料則是允許專家或老師來決定想要找出特徵的人，其包含哪些線上活動的特性，若以圖 164 中 Level 3 為例，則 Feature id 3.1 則由特徵空間 Level 2 中的特徵 2.1, 2.4 和 2.5 所交集運算構成。

#### 3.4.4 試卷之診斷分析

試卷是由試題所組成，而試題是概念( $\text{concept}, \theta_i$ )、關係( $\text{relation}, \rho_k$ )以及命題( $\text{proposition}, \phi_k$ )三個基本單元組合而成。[54]概念是建構知識的基本單元，一個概念是用來表達知識的基本元素，例如，花、草、樹木...等。關係是用來描述概念與概念之間的關聯。而命題是由概念以及關係組合而成的。在試卷中每一個試題都( $q$ )是由一群命題及答案所組成，命題會以語言的方式呈現，例如（“下列何者為非固態金屬元素？(A)銀(B)銅(C)汞(D)氬”，“(C)”），而「下列何者為非固態金屬元素？(A)銀(B)銅(C)汞(D)氬」是屬於命題的集合，而「(C)」就是這個試題的解答，而這個命題的概念集合可以得知是{固態金屬元素, 銀, 銅, 汞, 氬}。

有了上述試題的概念集合之後，必須要有可以正確比對的概念集合才能正確診斷出學生在概念上不正確的地方，而知識地圖[43, 44]是可以表達出知識架構的方式，而知識地圖是由概念階層( $\text{concept hierarchy}, \text{CH}$ )與概念基模( $\text{concept schema}, \text{CS}$ )所組成的，例如，元素的概念集合為{元素物質, 金屬元素, 非金屬元素, 銀, 銅, 汞, 氬}，若是要以階層的方式表達方式則為下圖(圖 165)，而概念基模是用來描述本身所擁有的屬性[55]，舉例來說，元素的概念集合為{元素物質, 金屬元素, 非金屬元素, 銀, 銅, 汞, 氬}，而狀態的概念集合{固態, 液態, 氣態}，狀態關係集合則為{金屬元素, 固態}, {非金屬元素, 固態}...等，那麼元素物質的概念基模如下列表格(表 9)所示。

表 9：元素物質的概念基模

元素概念	狀態概念
元素物質	固態
元素物質	液態
元素物質	氣態
金屬元素	固態
金屬元素	液態
金屬元素	氣態
...	...
氫	氣態

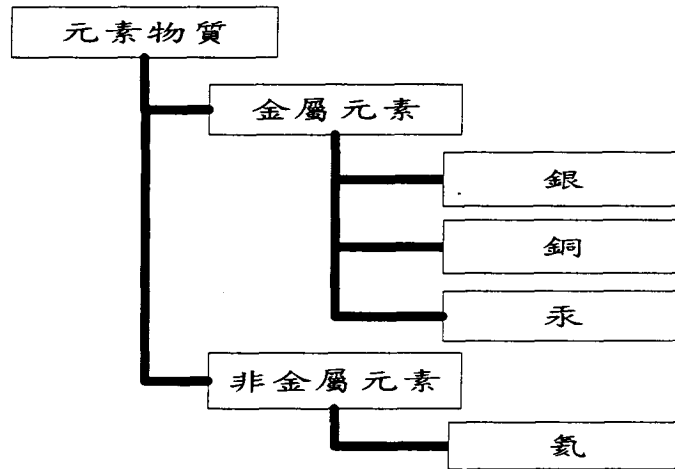


圖 165：元素物質的概念階層

有了概念階層與概念基模，便可得知元素物質的知識地圖（圖 166），我們可以利用這樣的結構便可以將試題的知識結構表達出來，結合上述概念階層及概念基模的例子可以得到元素物質的知識地圖其中包含的資訊有概念、概念的屬性及概念與概念之間的關係。利用這樣的結構即可將學科的知識結構表示出來，進而進行概念診斷。

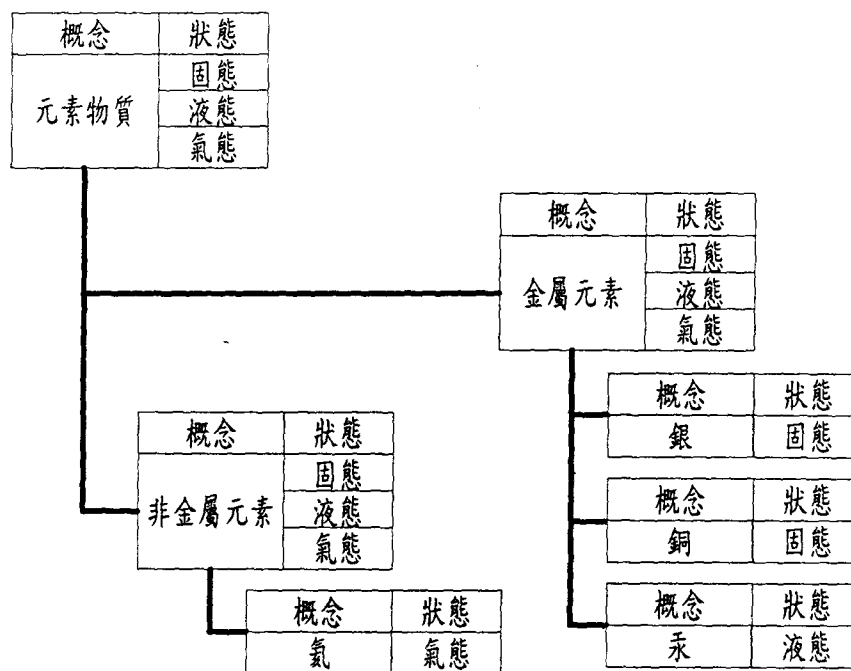


圖 166：元素物質的知識地圖

● 試題概念之分析

在試卷中的試題的知識架構，可以由前一節所提到的概念與知識地圖結合產生出來，假設一份試卷包含下列題目，1. (“下列何者是非固態的金屬元素？(A)銀(B)銅(C)汞(D)氫”，“(C)”)，2. (“下列何者常溫常壓是固體？(A)鎢(B)氫(C)汞(D)氫”，“(A)”)，3. (“在常溫中下列何者為液體？(A)碲(B)汞(C)氫(D)銅”，“(B)”)，則這份試卷的知識架構如下(圖 167)。又因概念有階層式關係，所以我們可以定義“元素”的 *Level* 為 1、“固態”的 *Level* 為 2、...等，便可得到每個概念在知識架構中的 *Level*：

$$Level(\theta_i) \begin{cases} 1: & \text{if } \theta_i \text{ is the deepest (root) node of CH} \\ \max\{level(\theta_j) : \rho_k(\theta_i, \theta_j), \rho_k \in PART\_OF \cup DIS\_A\} + 1: & \text{otherwise} \end{cases}$$

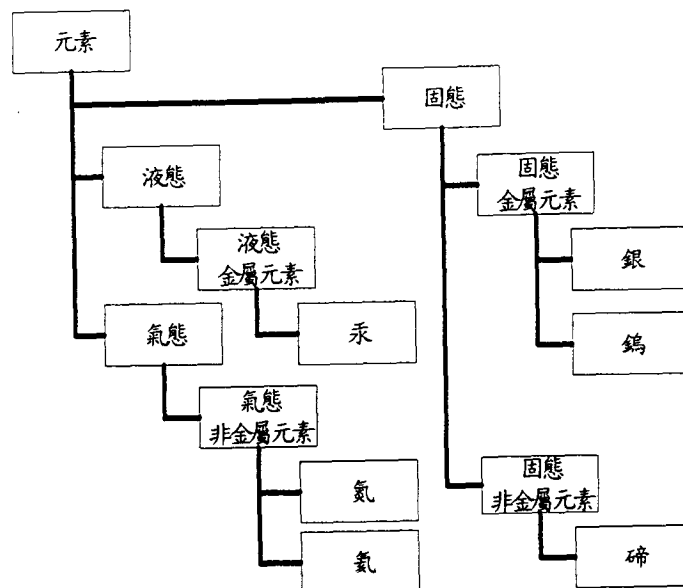


圖167：測驗試卷之知識架構

為了表達概念與試題之間的關係，設計了隱含概念的矩陣(Embedded Concept Matrix, ECM)，如式二，主要是表達試題中包含了哪些概念，矩陣表達方式如下列表格所示(表 10-A)，為了讓上述的隱含概念矩陣能夠表達階層的關係，因此導入累進隱含概念矩陣(Cumulative Embedded Concept Matrix, CECM) 去計算單一試題在各個概念上的值，定義如下：

$$ECM \equiv [e_{ij}], \text{ where } e_{ij} = \begin{cases} 1 & \theta_i \in \text{Concept}(q_j) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

例如在(表 10-A) 試題 1 裡面氮的概念出現了一次，之後把相關的概念都加上一，也就是在氣態和氣態非金屬元素的概念上加上一，透過這樣的計算便可以得到所有試題累加後的概念矩陣如下面表格所示(表 10-B)，而為了能在這個矩陣中看出概念在整份試卷的分布情況，故加上總合的計算，有了概念在試題上的分布情況後，再配合上學生的答題情況，便可得到學生的概念分布矩陣，進而對於學生做概念上診斷。

表 10—A 試題的隱含概念矩陣

	試題1	試題2	試題3
元素			
固態			
固態金屬元素	1		
銀	1		
銅			1
鎢		1	
固態非金屬元素			
碲	1		1
液態			
液態金屬元素			
汞	1	1	1
氣態			
氣態非金屬元素			
氫	1	1	1
氮		1	

表 10—B 試題的累加概念矩陣

	試題1	試題2	試題3	總合
元素	5	4	4	14
固態	2	1	2	5
固態金屬元素	1	1	1	3
銀	1			1
銅			1	1
鎢		1		1
固態非金屬元素			1	1
碲	1		1	2
液態	1	1	1	3
液態金屬元素	1	1	1	3
汞	1	1	1	3
氣態	1	2	1	4
氣態非金屬元素	1	2	1	4
氫	1	1	1	3
氮		1		1

然而在概念診斷的過程中，還需要一個參數：概念門檻的定義為  $Threshold(\theta_i)$ :  $\theta_0 \rightarrow [0, 1]$ 。再根據這個參數來判別學生在概念上是否有問題，學生經過診斷後如果概念門檻超過了概念門檻的值，便認定學生在這個概念上產生了問題，概念門檻的值介於 1

與 0 之間，預設值為 0.5，而領域專家可以更改這個值去決定哪些的概念門檻較低，哪些概念門檻較高。

● 診斷流程

在本節中將展示學生錯誤概念診斷的過程，以物理中的「直線運動」為例，今有一份直線運動的試卷，試卷中的試題如下（表 11），則試卷之知識架構如下（圖 168）。而試題中隱含概念分布矩陣如下（表 12-A），與計算後累加概念矩陣如下（表 12-B）。

表 11：直線運動試卷中之試題

題號	試題內容	答案
一	某車去程速率10m/s，回程速率15m/s，則全程平均速率為若干m/s？ (A)12.5 (B)5 (C)12 (D)25	C
二	將一球鉛直拋出，其在上升而後下降的過程中，該球的加速度 (A)與其運動方向一致(B)與其運動方向相反(C)向上(D)向下	A
三	等速度運動(A)必是拋物線運動(B)必是直線運動(C)是直線運動或拋物線運動(D)是水平運動	B
四	下列何種運動必為直線運動？ (A)等加速運動(B)等速度運動 (C)等速率運動(D)變加速度運動	A
五	自由落體運動中，A的質量為B的2倍，則A的加速度為B的多少倍？ (A)2 (B)1/2 (C)4 (D)1	C

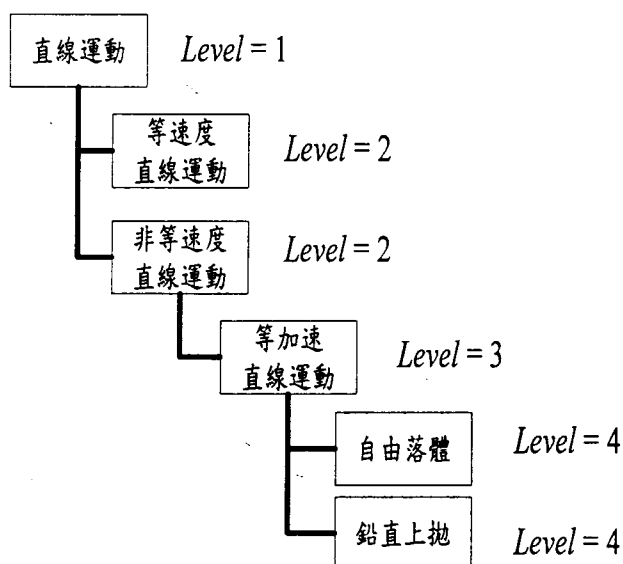


圖 168：直線運動試卷的知識架構



表 12-A：隱含試題概念矩陣

概念/題號	一	二	三	四	五
直線運動	1	0	1	0	0
等速度直線運動	0	0	1	0	0
非等速度直線運動	0	1	0	0	0
等加速直線運動	0	0	0	1	0
自由落體	0	0	0	0	1
鉛直上拋	0	1	0	0	0

表 12-B：試題累加概念矩陣

概念/題號	一	二	三	四	五	概念總合
直線運動	1	3	1	2	2	9
等速度直線運動	0	0	1	0	0	1
非等速度直線運動	1	1	0	1	0	3
等加速直線運動	0	2	0	1	1	4
自由落體	0	1	0	0	1	2
鉛直上拋	0	1	0	0	0	1

得到累加概念矩陣之後，再把累加概念矩陣中的概念總合，去除在矩陣中每個試題中包含的概念可得下圖（表 12-B），今有五位學生參與測驗，其個別作答狀況如表 13。有了學生作答情況以及累計概念的分布矩陣後，就可以計算學生的概念分布情況，其分布情況如下（表 14）。

表 12-C：累計概念分布矩陣

概念／題號	一	二	三	四	五
直線運動	0.11	0.33	0.11	0.22	0.22
等速度直線運動	0	0	1	0	0
非等速度直線運動	0.33	0.33	0	0.33	0
等加速直線運動	0	0.5	0	0.25	0.25
自由落體	0	0.5	0	0	0.5
鉛直上拋	0	1	0	0	0

表 13：學生答題情況

學生／題號	一	二	三	四	五
王大明	1	0	0	1	1
陳曉華	0	0	1	0	0
劉松	1	1	0	0	0
林春樹	1	0	1	0	1
黃嘉仁	0	0	0	1	1
吳宗宏	1	1	1	1	0

1：答錯；0：答對

表 14：學生概念分布圖

學生/概念	直線運動	等速度 直線運動	非等速度 直線運動	等加速 直線運動	自由落體	鉛直上拋
王大明	0.55	0	0.66	0.5	0.5	0
陳曉華	0.11	1	0	0	0	0
劉松	0.44	0	0.66	0.5	0.5	1
林春樹	0.44	1	0.33	0.25	0.5	0
黃嘉仁	0.44	0	0	0.5	0.5	0
吳宗宏	1	1	1	1	1	1

這時可以設定測驗的每個概念的概念門檻，之後再從這個分布圖中可以知道學生哪些概念超過了概念門檻，概念門檻設定表格如表 15)。接下來可以根據領域專家概念門檻的設定值進行對學生概念上的診斷，以劉松為例，該學生在“非等速度直線運動”、“等加速直線運動”、“自由落體”、“鉛直上拋”這些概念上超過了領域專家設定的概念門檻，因此便可判斷出該學生在這些概念有問題，而在試題的知識架構下，上層的概念包含了下層的概念，所以診斷的結果可以表示該學生在“非等速度直線運動”概念需加強，而不用表示其他的概念，因為“非等速度直線運動”包含了“等加速直線運動”、“自由落體”、“鉛直上拋”這些概念。

表 15：概念門檻設定

	直線運動	等速度 直線運動	非等速度 直線運動	等加速 直線運動	自由落體	鉛直上拋
概念門檻數值	0.5	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5

### ● 試卷規劃

目前國際上對於資源交換的共識與作法皆是架構在 XML (eXtensible Markup Language) 相關標準格式上。國際標準 SCORM(Sharable Content Object Reference Model)

為美國國防部的分散式學習主導計畫 (Advanced Distributed Learning Initiative) [3]，主要為推動電子學習元件的之 e-learning 學習系統，目的在於提供可再用與分享的課程元件 (Course Object) 撰寫準則。

SCORM 使用標記(tag)紀錄可分享教材的 XML 文件 meta-data 格式。其標記性資產 (tagged asset) 可在學習管理系統線上遞送、搜尋與發現(discovery)，此又稱為教材內容包裹(content package)。教材區塊(block)是將可分享教材物件使用 and/or 連結組成較高階的教材單位。另外也可使用標記變成標記區塊教材(Tagged Block)，提供線上搜尋、發現與重複使用。

SCORM 的教材內容格式(content structure format - CSF)是一種階層式的教材組合地圖，即教材物件與教材區塊的循序(sequencing)與指定(navigation)之結構描述，提供系統將標記區塊教材組成較大的學習教材單元。

IMS(Instructional Management Systems) 為美國國防部的 IMS 計畫所開發[2]，也有著許多教學的標記定義，定義著一題試題應該有那些資訊被保留，包括有題目、題型、選項...等等的資訊。在此研究分項 4 中即應用 IMS 的試題標記定義、SCORM 中的教材資訊標記與 TMML 標準中之 QTI Metadata 與 ASI 架構來完成一份診斷試卷。

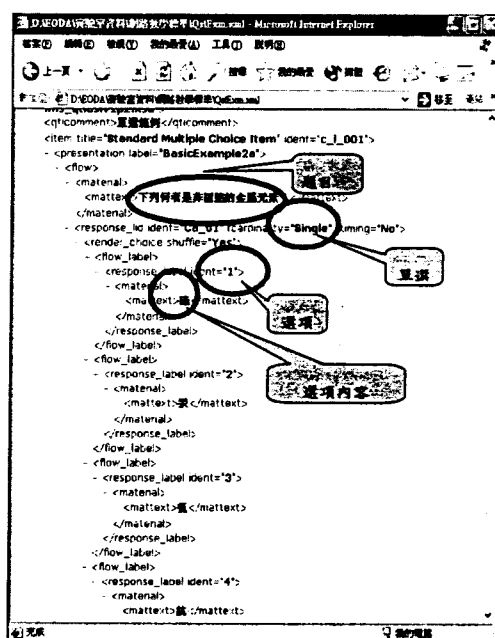


圖 169：試題內容

- 線上測驗系統實作

根據了前面的分析和設計，我們製作了「線上測驗系統」，亦即讓學生透過網路參加測驗並了解自己的測驗結果。下圖（圖170）是線上測驗系統的架構圖。

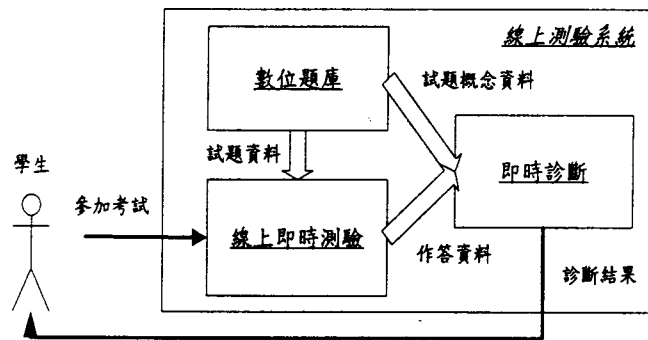


圖170：線上測驗架構圖

當考生測驗完畢之後可以立即了解自己的作答狀況、及學科概念的診斷情形。線上測驗系統的架構圖，學生在此測驗系統上面進行考試（圖171）。測驗完畢後，考生可以立即知道自己的對錯題號及量尺總分。針對答錯的題目，考生可以點選該題的問題解析（圖172），適時的了解問題的意涵，以期達到線上學習的目的。接下來學生可以觀看自己的診斷結果（圖173），了解自己在概念上較為薄弱的地方，而系統可以提出一些建議以供學生參考。

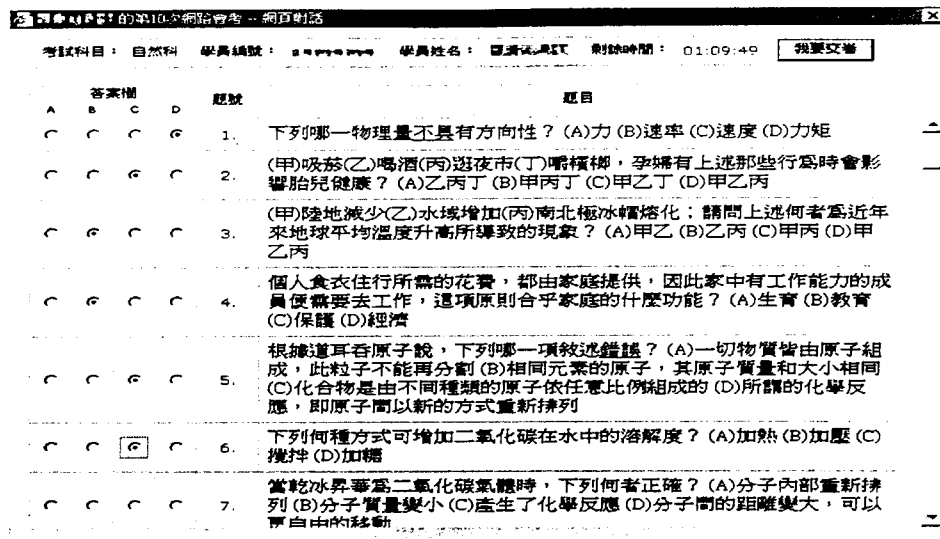


圖 171：線上測驗之試題

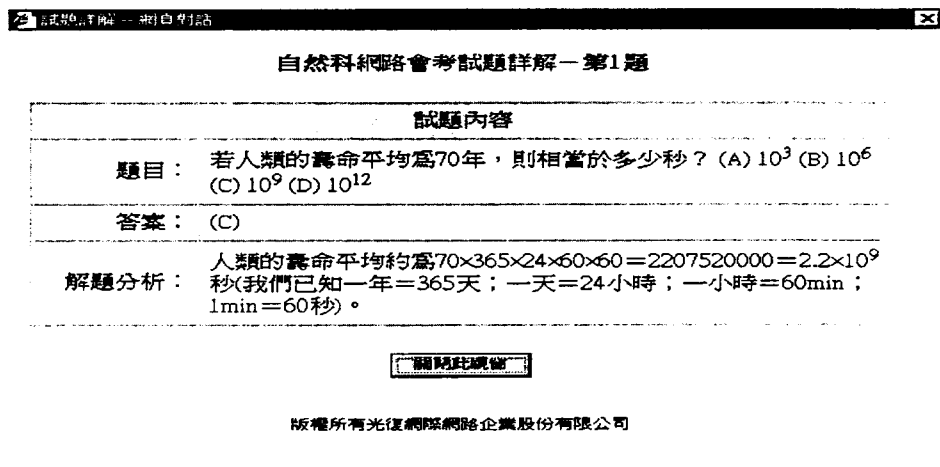


圖 172：試題解析

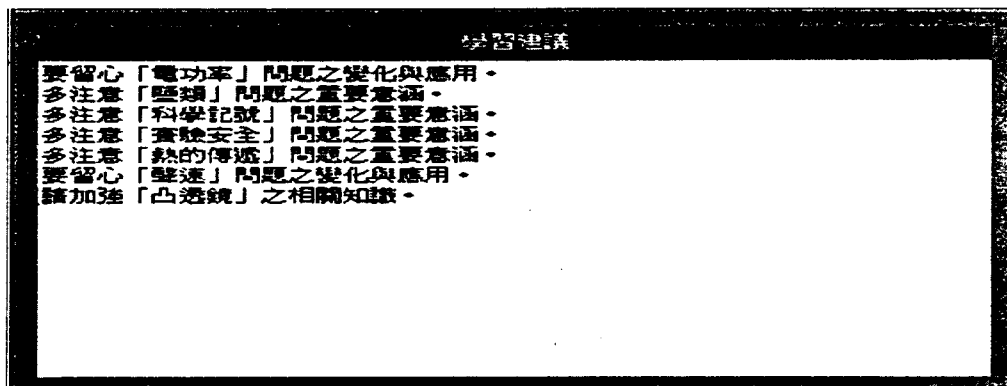


圖 173：概念診斷結果

#### 4、計畫之研究與執行成果

在此章節中，我們主要針對在此計畫執行過程中，所召開相關會議(Workshop)與計畫所發表之期刊與會議論文等成果加以說明與介紹。

##### 4.1 舉辦之會議(Workshop)：

此計畫之一年的執行過程，針對研究成果的落實與示範模式的執行，我們總共召開了2次工作會議(Workshop)，介紹如下：

- ELTA 2002—「網路學習理論與實務」學術研討會議 (2002 Workshop on E-Learning Theory & Applications)：

地點：國立交通大學。 召開時間：2002年10月31日。 參與人數：約400人。



ELTA 2002報到現場



交大副校長蒞臨致詞



交大教務長蒞臨致詞



計畫主持人曾憲雄教授致詞



ELTA 2002 會議現場

- WISCS 2003-網路教學系統平台與內容標準化研討會(Workshop on Web Instruction System & Content Standardization 2003)：

主辦單位：高雄師範大學

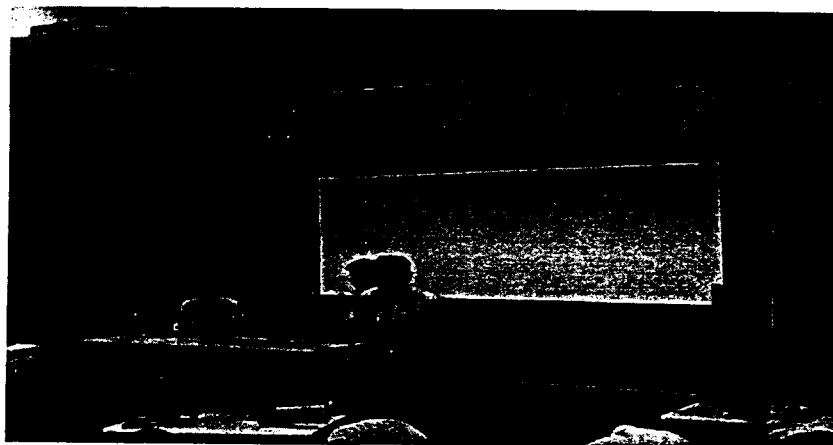
指導單位：國家科學委員會

協辦單位：國立交通大學

地點：高雄師範大學。

召開時間：2003年4月18日。

參與人數：約350人。



計畫主持人曾憲雄教授現場致詞



WISCS 2003會議現場



#### 4.2 發表之文章：

以下分別列出在本計畫各分項中，所有發表之相關論文列表。

##### 分項一：

1. J. Chang, S.-H. Lo and M.-S. Chen, "On the Design and Development of a Network Education Platform," Proc. of the 2003 Workshop on Web Instruction System & Content Standardization, April 18, 2003.
2. 黃悅民, 邱續瑩, and 張志強 "XML-based 現場影音多媒體教材編輯工具之設計與實現", 2002 Workshop on E-Learning Theory & Applications, Taiwan, Oct. 31, 2002.
3. Y.M. Huang, C.C. Chang, P.Y. Chiu, S.C. Huang, and William C.C Chu, "Applying Multimedia Authoring Tool and XML Techniques to Standardized Knowledge Management for Web-based Learning", The 1st International Conference on Web-based Learning, Hong Kong, China, Aug. 2002.
4. 黃悅民 and 王坤德, "個人化學習教材管理機制的探討與應用", Web Instruction System & Content Standardization, WISCS 2003, Taiwan, April 18, 2003.

##### 分項二：

1. Chih-Ping Chu, Ching-Pao Chang, Alice Yeh, Yu-Fang Yeh, "Web-Service Oriented Content Providing for SCORM Compatible LMS Systems," Proceedings of The 9th International Conference on Distributed Multimedia Systems (DMS' 2003), Florida International University, Miami, Florida, September 24~26, 2003. (Accepted)
2. 朱治平, 張慶寶, 葉瓊韋, "基於 Web Service 技術之學習管理系統," 中華民國自動化科技學會會刊, June, 2003.
3. 朱治平, 葉瓊韋, 張慶寶, "Web-Service Oriented Computing Framework for SCORM Compatible LMS Systems," 「WISCS 2003 網路教學系統平台與內容標準化」學術研討會 (WISCS 2003), 國立高雄師範大學, Taiwan, April 18, 2003.
4. 朱治平, 葉瓊韋, 張慶寶, 張瑞芬, "Building SCORM Compatible Learning Management Systems Based on Components in J2EE," 「網路學習理論與實務」學術研討會 (ELTA 2002), 國立交通大學, Taiwan, Oct. 31, 2002.
5. 施國琛, 洪啟舜, 柯文杰, 張文智, 林修名, "以 SCORM metadata 為基礎之合作式課程編輯," Web Instruction System & Content Standardization, WISCS 2003, Taiwan, April 18, 2003.
6. Timothy K. Shih, Jason Chi-Shun Hung, Wen-Chieh Ko, Wen Chih Chang, and Nigel H. Lin, "Collaborative Courseware Authoring Based on SCORM Metadata," IEEE International Conference on Multimedia & Expo (ICME), July 6-9, 2003.
7. Timothy K. Shih, Keith Hsieh, Wen-Chih Chang, and Jyh Yu Hu, "A SCORM Based Content Aggregation and Presentation system," The Ninth International

- Conference on Distributed Multimedia Systems(DMS), Florida International University, Miami, Florida, USA, September 24-26, 2003.
8. Timothy K., Nigel H. Lin and Wen-Chih Chang, "Using SOAP and .NET Web Service to Build SCORM RTE and LMS Mechanism," "Proc. Of ELTA 2002, HsinChu, Taiwan, Oct. 2002.
  9. Timothy K. Shih, Nigel H. Lin, "Course Authoring and On-line Learning System with Student Assessment Algorithm for Distance Education," "Proc. Of ELTA 2002, HsinChu, Taiwan, Oct. 2002.
  10. Timothy K. Shih, Wen-Chih Chang, Nigel H. Lin, Louis H. Lin, Hun-Hui Hsu, and Ching-Tang Hsieh, "Using SOAP and .NET Web Service to Build SCORM RTE and LMS," "2003 International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA), March 27-29, Xidian University, 2003.
  11. Timothy K. Shih, Jason C. Hung, Nigel H. Lin and Louis H. Lin, "An Effective Course Authoring and Student Evaluation System for Distance Learning," "2003 International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA), March 27-29, Xidian University, 2003.
  12. 游寶達及劉明宗, "電子化學習之發展趨勢探討與分析," 資訊與教育, 六月, 2002。
  13. 游寶達, "e-Learning 標準 SCORM 已成形," 資訊傳真週刊, 657 期, July 6, 2002。
  14. 游寶達及劉明宗, "On the Study of e-Learning Standardization for the Loose and Tight Frameworks," 「網路學習理論與實務」學術研討會 (ELTA 2002), 國立交通大學, Taiwan, Oct. 31, 2002。
  15. 游寶達, "透視 SCORM 真面目 - 最具大一統實力的標準," 網路通訊, 137 期, 12 月, 2002。
  16. 游寶達及劉明宗, "符合數位學習標準之網頁教材設計," 資訊與教育, 四月, 2003。
  17. Pao-Ta Yu and Ming-Tsung Liu "On the Study of e-Learning Standards in Business Logic Level for Developing Reusable and Interoperable Software Components," WISCS 2003, Kaoshung, Taiwan, R.O.C., April 2003.
  18. 游寶達及張原豪, "鬆散耦合之網路分散式技術," 中華民國自動化科技學會會刊, 六月, 2003。

### 分項三：

- 1 蔡昌均, 曾憲雄, 林智揚(2002). "中文化 e-learning 共享教材元件標準之規範," 資訊與教育 第八十九期, 10-20 頁(最佳論文)
- 2 J.M. Su, S. S. Tseng, et al, "A Study of Standardization of E-Learning Teaching Material," "Proc. of 兩岸交大, Hsinchu, Taiwan, Oct., 2002.
- 3 J.M. Su, S. S. Tseng, et al, "The Development and Trend of Standardization for E-Learning Teaching Materials," "Proc. Of ELTA 2002, HsinChu, Taiwan, Oct. 2002.
- 4 J.M. Su, S. S. Tseng, et al, "A Design and Implementation of Standardizing Transformation System for E-Learning Teaching Materials," "Proc. of CSIM,

- Kaohsiung, Taiwan, Nov. 2002.
- 5 J.M. Su, S. S. Tseng, et al, "A Study of Standardization of Teaching Materials in E-Learning," Proc. of the 2003 Workshop on Web Instruction System & Content Standardization, April 18, 2003.
  - 6 C.C. Yang, J.M. Su, S.S.Tseng, et al, "A Study of Expert System of Chinese Poetry-Tsu – An Example of Modern Style Poetry," Proc. of ICCAI 2003, Taipei, Taiwan, May, 2003.
  - 7 S.C. Siao, J.M. Su, S.S.Tseng, et al, "A Study of Expert System of Chinese Poetry and Knowledge Base," Proc. of ICCAI 2003, Taipei, Taiwan, May, 2003.
  - 8 Jun-Ming Su, Shian-Shyong Tsen, Chun-Han Chen, Yu-Chang Sung, Tong-Hsin Su, and Wen-Nung Tsai (2003), "A Study of Standardization of Traditional Teaching Materials," to appear in *Proc. of ICEE2003*, International Conference on Engineering Education, Valencia, Spain, July 2003.

分項四：

1. Chen-Chung Liu, Gwo-Dong Chen, Chin-Yeh Wang "Student modeling for performance assessment using Bayesian network on web portfolios" *Journal of Educational Computing Research*, Volume 27, Number 4(2002), pp. 437-469 (SSCI)
2. Gwo-Dong Chen, Kuo-Liang Ou, Chin-Yeh Wang "Use of group discussion and learning portfolio to build knowledge for managing web group learning" *Journal of Educational Computing Research*, Volume 28, Issue 3 (2003), pp. 291-315 (SSCI)
3. Gwo-Dong Chen, Kuo-Liang Ou, Chin-Yeh Wang "Using group communication to monitor web-based group learning" *Journal of Computer Assisted Learning* (2002) (accepted) (SSCI)
4. Jyh-Cheng Chang, Chang-Kai Hsu, Yi-Yi Lin and Jia-Sheng Heh, "The Design of an Internet Test for Learning Diagnosis Conformed to SCORM Standard", Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET 2003), Marrakech, Morocco, 2003. (Accept)
5. Jyh-Cheng Chang, Ya-Ping Chiu, Yi-Yi Lin and Jia-Sheng Heh, "Learning Diagnosis Process with SCORM Compatible Learning Materials", Web Instruction System & Content Standardization (WISCS 2003), Taiwan, 2003.
6. Jyh-Cheng Chang, Yi-Yi Lin and Jia-Sheng Heh, "Standard of Internet assessment derived from SCORM and its application to learning diagnosis", E-Learning Theory & Applications (ELTA 2002), Taiwan, 2002, pp.177-184.

## 5、結論

隨著資訊科技與網路技術的成熟與發展，網路式學習已受到廣泛的重視。網路式學習環境具有不受限於時間與空間的優越特性，可彌補傳統集中式教學的缺點與不足。然而，由於不同的網路學習系統所使用的學習資源之格式通常具有其獨享性，因此導致系統間無法互通與共享已開發完成的學習資源，造成人力與物力上的嚴重浪費。此外，各大專院校所自行研發的以全球資訊網(WWW)為教學環境的網路教學系統，其網路教材資源分散各地，且建構一套網路教學系統就必須自行建置教學教材資料庫，然後建置教學教材資料庫所需花費的成本與時間相當的高，並非在短時間內就能有所成果。如需要整合所有網路教學資源，因教材格式的不統一，造成資源搜尋不易與資料整合的困難。因此，為整合已建制完成的網路教學系統與未來所開發的系統，並兼顧網路教材的共享與流通，網路教學系統與教學內容的標準化成為一個重要課題。

因此在國際上，已經提出多種網路教材的標準規格，以解決傳統教材在交換、重組與在使用上之問題。但眾多的國際標準，亦導致使用不同標準的系統間依然無法共通，且國際標準也有缺乏本土性定義之缺憾。因此，我們有鑒於教材標準對於國內發展與推動 E-Learning 的迫切需要，便開始著手研究國際上的各教材標準並分析其優缺點，而綜觀目前國際標準，SCORM 因集各家標準之所長，已成為目前最為廣泛採用之標準。故本計畫便以 SCORM 標準為基礎，其它標準所輔，來進行網路學習平台標準化與教材標準之相關研究。

本計畫總共規劃了4個分項來針對網路教學相關的標準及離型工具等相關研究主題來進行的分析與研究，共包含：研究分項一：標準化系統工具與教材編輯工具、研究分項二：軟體系統與平台（API）標準與 SCORM 標準採用之技術研究、研究分項三：教材內容標準化之分析與規劃、與研究分項四：教學網路學習評量、學習歷程與學習行為分析標準化之研究。各分項間皆互相關聯與支援研究，以有效整合各分項之研究成果。

分項3 主要針對目前國際上所提出的網路教材標準來進行分析與研究，並延伸與制

定本土化出 2 層次架構的教材標準，稱為教材標示語言(Teaching Material Markup Language, TMML)，分為通用型教材標準與領域特殊型教材標準，此架構除了可符合一般領域之網路教材外，對於特定領域的教材，依能滿足其特殊需求。此外，亦發展標準教材轉換工具，來快速的轉換傳統教材成為標準教材，並建立學習元件儲存庫(Learning Object Repository, LOR)。此 TMML 標準規範，便提供給分項 1、分項 2 與分項 4 使用，進而達到建置標準示範模式之建立。

分項 1 利用 TMML 教材標準來提供與開發網路教材發展工具，可提供教師來直接利用與發展符合 SCORM/TMML 標準的網路多媒體教材。此分項共提供 4 種工具，包含：1. 發展工具、2. 運作工具、3. 維護工具與 4. 多媒體同步教材製作工具，而其所發展之教材編輯工具，將與分項 2 所發展的合作式教材編輯環境來進行整合，以提供教師們進行合作式的教材編輯。此外，此分項亦建置一合作學習系統，來提供學生與老師進行合作式學習。分項 2 除了發展與分項 1 搭配之合作式教材編輯系統之外，並發展了一網路服務導向學習管理系統(Web-Service Oriented Learning Management System, WSOLMS)，其包含教師端教學平台和學生端教學平台。此外，並發展一教材管理系統(CRMS)來建制與管理符合 SCORM/TMML 的學習元件儲存庫(LOR)，此儲存庫將搭配分項 3 所建置的 LOR。而分項 4 發展分析學習歷程評鑑(Portfolio Assessment)系統來針對分項 2 所發展的 WSOLMS 來進行網路學習的評量、學習歷程與學習行為之標準化分析。

因此，本計畫有效整合現有網路教學系統平台標準，以利依據教材標準製作之教學教材可以在不同系統平台流通與共享，並且與國際 SCORM 標準及大陸所研製之教學系統相容。此外，並有效整合現有的網路教材資源，讓他人可以分享教材至作者的教材內容，縮短製作教材所需要花費的時間，避免重複教材至製作的浪費，亦能提升網路教材品質。

本計畫各分項之研究成果，除了對於網路教材內容與平台之相關標準的制定與工具的開發有卓越的貢獻之外，對於探討數位典藏國家型計畫對於 Metadata 制定上的依據，

來進行網路教材標準的制定與國家型數位學習計畫的接軌上，皆有深遠的貢獻與影響。

在本計畫執行期間，我們總共召開了 2 場工作會議(Workshop):ELTA 2002 與 WISCS 2003，其中，ELTA 2002 會議於新竹國立交通大學舉行，參與人數約 400 人，而 WISCS 2003 會議於高雄師範大學舉行，參與人數約 350 人，並分別於會議召開同時一併舉辦 2 場網路學習座談會。此外，本計畫並分別於資策會與工研院宣導本計畫所研究之成果，並發表了 10 篇期刊(Journal)論文[56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65]與 26 篇會議(Conference)論文[66,...,91]。

## 參考資料(Reference)

- [1] AICC (Aviation Industry CBT Consortium), <http://www.aicc.org>
- [2] IMS (Instructional Management System), <http://www.imsproject.org/>
- [3] SCORM (Sharable Content Object Reference Model), <http://www.adlnet.org/Scorm/scorm.cfm>
- [4] LTSC (IEEE Learning Technology Standards Committee), <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- [5] LMML (Learning Material Markup Language), <http://www.lmml.de>
- [6] ARIADNE (Alliance for Remote Instructional and Authoring and Distribution Networks for Europe), <http://www.ariadne-eu.org>
- [7] EML(Educational Modelling Language), <http://eml.ou.nl/eml-ou-nl.htm>
- [8] 遠距教學技術標準 DLTS (Distance Learning Technology Standards), <http://www.cernet.edu.cn/html/keyanfz/yuanchengjiaoyu.shtml>
- [9] 都柏林核心集(Dublin Core), <http://dublincore.org/documents/dces/>
- [10] ULF (Universal Learning Format), <http://www.saba.com>
- [11] E. Bilotta, M. Fiorito, D. Iovane and P. Pantano, "An Educational Environment Using WWW", Computer Networks and ISDN Systems, 27, pp.905-909, 1995.
- [12] D. Dwyer, K. Barbieri and H. M. Doerr, "Creating a Virtual Classroom for Interactive Educations on the Web", Computer Networks and ISDN Systems, 27, pp. 897-904, 1995.
- [13] M. Khalifa and R. Lam, "Web-based learning: effects on learning process and outcome", IEEE Transactions on Education, Nov. 2002.
- [14] H.P. Huang and C. H. Lu, "Java-based distance learning environment for electronic instruments", IEEE Transactions on Education, Feb. 2003.
- [15] A. Tartaglia and E. Tresso, "An automatic evaluation system for technical education at the University level", IEEE Transactions on Education, Aug. 2002.
- [16] D. Lo, W.-T. Liao and M.-S. Chen, "An Interactive Language Learning System in the Web", Proc. of the 2000 International Conference on Engineering Education, August 14-16, 2000.
- [17] Maish Nichani, eLearningPost, <http://www.elearningpost.com/features/archives/001022.asp#001022>
- [18] LCMS Council, "Critical Business Benefits of an LCMS", Online Learning 2002 Conference <http://www.lcmscouncil.org>
- [19] LeadingWay Knowledge Systems, [http://www.leadingway.com/nl-back/newsletter07\\_19\\_02.htm](http://www.leadingway.com/nl-back/newsletter07_19_02.htm)
- [20] LCMS Council Panel at the Online Learning 2002 Conference, "Critical Business Benefits of an LCMS " Page 13, <http://www.lcmscouncil.org>
- [21] Internet Time Group, <http://www.internetttime.com/Learning/lcms/index.htm>

- [22] XML (eXtensible Markup Language), <http://www.w3c.org/xml/>
- [23] W3C, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org>
- [24] 洪明洲，  
[http://elearning.uline.net/guestbook/dir\\_show.asp?file=726&mana=0&page=2&area=1](http://elearning.uline.net/guestbook/dir_show.asp?file=726&mana=0&page=2&area=1)
- [25] 張基成，[http://edtech.ntu.edu.tw/epaper/910810/prof/prof\\_1.asp](http://edtech.ntu.edu.tw/epaper/910810/prof/prof_1.asp)
- [26] Johnson, R. T. & Johnson, D. W. ( 1989a ). Toward a cooperative effort : a response to Slavin. *Educational Leadership*, 46 ( 7 ), p.80~81
- [27] Johnson, D. W. & Johnson, R. T. ( 1990 ). *Cooperation in the classroom*. MN: International Book Company.
- [28] Slavin, R. E. ( 1980 ). Cooperative Learning. *Review of Educational Research*, 50 , p.315-342
- [29] 陳明和( 民 86 )。「合作學習法」在國語科教學的可行性。中國語文，481 期，p.8~11。
- [30] Slavin, R. E. ( 1995 ). *Cooperative Learning : Theory, Research, and Practice*. ( 2nd ed. ). Needham Heights, Massachusetts : Allyn and Bacon.
- [31] Johnson, D. W. & Johnson, R. T. ( 1989b ). *Cooperation and Competition : Theory and Research*. MN: Interaction Book Company.
- [32] 張春興，( 民 85 )。教育心理學。東華書局。
- [33] Brandt, R. ( 1990 ). On cooperative learning : A conversation with Spencer Kagan. *Educational Leadership*, 47 ( 4 ), p.8~11.
- [34] 包景濂、李其璋( 民 90 )。Web-based 社群學習系統之互動策略環境設計開發。TANET2001
- [35] 王淑如、王裕德( 民 90 )。教學新策略—網路合作學習。台灣教育 P33
- [36] Swigger, K. & Brazile, R. ( 1997 ). The Virtual Collaborative University. *Computers & Education*, 29(2/3), p.55~61.
- [37] Riel, M. M. & Levin, J. A. ( 1990 ). Building electronic communities: Success and failure in computer networking. *Instructional Science*, 19(2), p.145~169.
- [38] Open Knowledge Initiative [Online]. Available : <http://web.mit.edu/oki/index.html>
- [39] IMS Global Learning Consortium, “IMS Digital Repositories Specification”. [Online]. Available: <http://www.imsproject.org/specificationdownload.cfm>
- [40] IEEE LTSC, “IEEE P1484.1/D8, 2001-04-06 Draft Standard for Learning Technology—Learning Technology Systems Architecture (LTSA)” [on line]. Available: [http://ltsc.ieee.org/doc/wg1/IEEE\\_1484\\_01\\_D09\\_LTSA.pdf](http://ltsc.ieee.org/doc/wg1/IEEE_1484_01_D09_LTSA.pdf).
- [41] Scott Wilson, “The next big thing? Three architectural frameworks for learning technologies” [Online]. Available: <http://www.cetis.ac.uk/content/20010828163808>
- [42] P. Dodds. "*Sharable Content Object Reference Model (SCORM)*". Version 1.2. Technical report , The SCORM Run-Time Environment , Advanced Distributed Learning Initiative , October 1 2001.



- [43] Chang-Kai Hsu, Jyh-Cheng Chang, Maiga Chang, Jihn-Chang Jehng and Jia-Sheng Heh, (2002) "An Approach for Automatic Learning and Inference by Knowledge Map," International Conference on Computer Education (ICCE 2002), Auckland, New Zealand, December. 3-6, 2002
- [44] Rita Kuo, Maiga Chang, Da-Xian, Dong Kun-Yuan Yang and Jia-Sheng Heh, (2002) "Applying Knowledge Map to Intelligent Agents in Problem Solving Systems," World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-Media 2002), Denver, Colorado, USA, Jun. 24-29, 2002
- [45] ADL SCORM Version 1.3 Application Profile WORKING DRAFT 0.9, November 27, 2002
- [46] J.M. Su, J.H Chen, S. S. Tseng, et al, "A Study of the Intelligent Learning System with SCORM standard in E-Learning," Appeared in Proc. of GCCCE2003, Nanjing, China, 2003.
- [47] 侯俊傑, 深入淺出 MFC 程式設計, 松崗, 臺北市, 1996
- [48] MSDN Library - Windows Media Encoder SDK, <http://msdn.microsoft.com/library/en-us/wmencode/htm/windowsmediaencoderautomation.asp>
- [49] W3C Document Object Model (DOM), <http://www.w3.org/DOM>
- [50] Document Object Model (DOM) Level 1 Specification, <http://www.w3.org/TR/REC-DOM-Level-1/>
- [51] MSDN Library - Microsoft XML Core Services (MSXML) 4.0 SDK , [http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/xmlsdk/htm/sdk\\_intro\\_6g53.asp](http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/xmlsdk/htm/sdk_intro_6g53.asp)
- [52] 惠子安, 劉晨鍾, 劉寶均, "基於凱利方格技術的網路互評系統", 元智大學資訊工程研究所碩士論文, 民 91
- [53] Gwo-Dong Chen, Cheng-Chung Liu, Kuo-Liar, "Discovering Decision Knowledge from Web Log Portfolio for managing Classroom Processes by Applying Decision Tree and Data and Data Cube Technology", 2000
- [54] Yi-Yi Lin (2002), "Applying Concept Hierarchy to Diagnose Misconceptions in Distance Testing", Chung Yung Christian University Information and Computer Engineering graduate school thesis
- [55] Da-Xian Dong (2002), "Apply knowledge Map to develop physics Problem-Solving System", Chung Yung Christian University Information and Computer Engineering graduate school thesis
- [56] Chen-Chung Liu, Gwo-Dong Chen, Chin-Yeh Wang "Student modeling for performance assessment using Bayesian network on web portfolios" Journal of Educational Computing Research, Volume 27, Number 4, pp. 437-469, 2002. (SSCI)
- [57] Gwo-Dong Chen, Kuo-Liang Ou, Chin-Yeh Wang "Use of group discussion and learning

- portfolio to build knowledge for managing web group learning” Journal of Educational Computing Research , Volume 28, Issue 3, pp. 291-315, 2003. (SSCI)
- [58] Gwo-Dong Chen, Kuo-Liang Ou, Chin-Yeh Wang “Using group communication to monitor web-based group learning” Journal of Computer Assisted Learning, 2002. (accepted) (SSCI)
- [59] 朱治平, 張慶寶, 葉瓊韋, “基於 Web Service 技術之學習管理系統,” 中華民國自動化科技學會會刊, June, 2003.
- [60] 蔡昌均, 曾憲雄, 林智揚, 中文化 e-learning 共享教材元件標準之規範,” 資訊與教育 第八十九期, 10-20 頁, 2002. (年度最佳論文)
- [61] 游寶達及劉明宗, “電子化學習之發展趨勢探討與分析,” 資訊與教育, 六月, 2002。
- [62] 游寶達, “e-Learning 標準 SCORM 已成形,” 資訊傳真週刊, 657 期, July 6, 2002。
- [63] 游寶達, “透視 SCORM 真面目 – 最具大一統實力的標準,” 網路通訊, 137 期, 12 月, 2002。
- [64] 游寶達及劉明宗, “符合數位學習標準之網頁教材設計,” 資訊與教育, 四月, 2003。
- [65] 游寶達及張原豪, “鬆散耦合之網路分散式技術,” 中華民國自動化科技學會會刊, 六月, 2003。
- [66] J. Chang, S.-H. Lo and M.-S. Chen, “On the Design and Development of a Network Education Platform,” Proc. of the 2003 Workshop on Web Instruction System & Content Standardization, April 18, 2003.
- [67] 黃悅民, 邱續瑩, and 張志強 “XML-based 現場影音多媒體教材編輯工具之設計與實現”, 2002 Workshop on E-Learning Theory & Applications, Taiwan, Oct. 31, 2002.
- [68] Y.M. Huang, C.C. Chang, P.Y. Chiu, S.C. Huang, and William C.C Chu, “Applying Multimedia Authoring Tool and XML Techniques to Standardized Knowledge Management for Web-based Learning”, The 1st International Conference on Web-based Learning, Hong Kong, China, Aug. 2002.
- [69] 黃悅民 and 王坤德, “個人化學習教材管理機制的探討與應用”, Web Instruction System & Content Standardization, WISCS 2003, Taiwan, April 18, 2003.
- [70] Chih-Ping Chu, Ching-Pao Chang, Alice Yeh, Yu-Fang Yeh, "Web-Service Oriented Content Providing for SCORM Compatible LMS Systems," Proceedings of The 9th International Conference on Distributed Multimedia Systems (DMS' 2003), Florida International University, Miami, Florida, September 24~26, 2003. (Accepted)
- [71] 朱治平, 葉瓊韋, 張慶寶, "Web-Service Oriented Computing Framework for SCORM Compatible LMS Systems," 「WISCS 2003 網路教學系統平台與內容標準化」學術研討會 (WISCS 2003), 國立高雄師範大學, Taiwan, April 18, 2003.
- [72] 朱治平, 葉瓊韋, 張慶寶, 張瑞芬, "Building SCORM Compatible Learning Management Systems Based on Components in J2EE," 「網路學習理論與實務」學術研討會 (ELTA 2002), 國立交通大學, Taiwan, Oct. 31, 2002.

- [73] 施國琛，洪啟舜，柯文杰，張文智，林修名，“以 SCORM metadata 為基礎之合作式課程編輯，“Web Instruction System & Content Standardization, WISCS 2003, Taiwan, April 18, 2003.
- [74] Timothy K. Shih, Jason Chi-Shun Hung, Wen-Chieh Ko, Wen Chih Chang, and Nigel H. Lin, “Collaborative Courseware Authoring Based on SCORM Metadata, “ IEEE International Conference on Multimedia & Expo (ICME), July 6-9, 2003.
- [75] Timothy K. Shih, Keith Hsieh, Wen-Chih Chang, and Jyh Yu Hu, “A SCORM Based Content Aggregation and Presentation system, “ The Ninth International Conference on Distributed Multimedia Systems(DMS), Florida International University, Miami, Florida, USA, September 24-26, 2003.
- [76] Timothy K., Nigel H. Lin and Wen-Chih Chang, “Using SOAP and .NET Web Service to Build SCORM RTE and LMS Mechanism, “Proc. Of ELTA 2002, HsinChu, Taiwan, Oct. 2002.
- [77] Timothy K. Shih, Nigel H. Lin, “Course Authoring and On-line Learning System with Student Assessment Algorithm for Distance Education, “Proc. Of ELTA 2002, HsinChu, Taiwan, Oct. 2002.
- [78] Timothy K. Shih, Wen-Chih Chang, Nigel H. Lin, Louis H. Lin, Hun-Hui Hsu, and Ching-Tang Hsieh, “Using SOAP and .NET Web Service to Build SCORM RTE and LMS, “2003 International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA), March 27-29, Xidian University, 2003.
- [79] Timothy K. Shih, Jason C. Hung , Nigel H. Lin and Louis H. Lin, “An Effective Course Authoring and Student Evaluation System for Distance Learning, “2003 International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA), March 27-29, Xidian University, 2003.
- [80] J.M. Su, S. S. Tseng, et al, “A Study of Standardization of E-Learning Teaching Material, “Proc. of 兩岸交大, Hsinchu, Taiwan, Oct., 2002.
- [81] J.M. Su, S. S. Tseng, et al, “The Development and Trend of Standardization for E-Learning Teaching Materials ,”Proc. Of ELTA 2002, HsinChu, Taiwan, Oct. 2002.
- [82] J.M. Su, S. S. Tseng, et al, “A Design and Implementation of Standardizing Transformation System for E-Learning Teaching Materials, “Proc. of CSIM, Kaohsiung, Taiwan, Nov. 2002.
- [83] J.M. Su, S. S. Tseng, et al, “A Study of Standardization of Teaching Materials in E-Learning, “ Proc. of the 2003 Workshop on Web Instruction System & Content Standardization, April 18, 2003.
- [84] C.C. Yang, J.M. Su, S.S.Tseng, et al, “A Study of Expert System of Chinese Poetry-Tsu –An Example of Modern Style Poetry, “ Proc. of ICCAI 2003, Taipei, Taiwan, May, 2003.
- [85] S.C. Siao, J.M. Su, S.S.Tseng, et al, “A Study of Expert System of Chinese Poetry and

- Knowledge Base, ” Proc. of ICCAI 2003, Taipei, Taiwan, May, 2003.
- [86] Jun-Ming Su, Shian-Shyong Tsen, Chun-Han Chen, Yu-Chang Sung, Tong-Hsin Su, and Wen-Nung Tsai (2003), “A Study of Standardization of Traditional Teaching Materials,” to appear in Proc. of ICEE2003, International Conference on Engineering Education, Valencia, Spain, July 2003.
- [87] Jyh-Cheng Chang, Chang-Kai Hsu, Yi-Yi Lin and Jia-Sheng Heh, "The Design of an Internet Test for Learning Diagnosis Conformed to SCORM Standard", Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET 2003), Marrakech, Morocco, 2003. (Accept)
- [88] Jyh-Cheng Chang, Ya-Ping Chiu, Yi-Yi Lin and Jia-Sheng Heh, "Learning Diagnosis Process with SCORM Compatible Learning Materials", Web Instruction System & Content Standardization (WISCS 2003), Taiwan, 2003.
- [89] Jyh-Cheng Chang, Yi-Yi Lin and Jia-Sheng Heh, "Standard of Internet assessment derived from SCORM and its application to learning diagnosis", E-Learning Theory & Applications (ELTA 2002), Taiwan, 2002, pp.177-184.
- [90] Pao-Ta Yu and Ming-Tsung Liu “On the Study of e-Learning Standards in Business Logic Level for Developing Reusable and Interoperable Software Components,” WISCS 2003, Kaoshung, Taiwan, R.O.C., April 2003.
- [91] 游寶達及劉明宗, “On the Study of e-Learning Standardization for the Loose and Tight Frameworks,” 「網路學習理論與實務」學術研討會 (ELTA 2002), 國立交通大學, Taiwan, Oct. 31, 2002。

## 附錄: TMML Metadata 規範說明

本附錄針對 TMML 所有的 Metadata 作詳細的標籤說明，並對每一類別以範例作介紹。

### ● SCORM 之基本 Metadata :

#### 1、General (一般) :

<b>General (一般)</b>	Identifier (識別標號)	
	Title (標題)	
	Catalog Entry (目錄項目)	Catalog (目錄) Entry(項目)
	Language (語言)	
	Description (解釋)	
	Keyword (關鍵字)	
	Coverage (涵蓋)	
	Structure (結構)	
	Aggregation Level (聚合度)	

1. **General(一般)** : 此類別描述了學習物件一般的通用資訊。

**Multiplicity:** 1 and only 1

**Data Type:** Container

**1.1 Identifier(識別標號)** : 學習物件的識別標號，該標號全球唯一。由於現在沒有產生全球唯一識別標號的方法，所以該資料元素現在保留中，尚未使用。

**Multiplicity:** 保留

**Data Type:** String

**1.2 Title (標題)** : 學習物件的名稱。

**Multiplicity:** 1 and only 1

**Data Type:** LangString Type (smallest permitted maximum: 1000 characters)

**1.3 Catalog Entry(目錄項目):** 此元素定義了學習物件在某一目錄系統中所對應的項目。此元素應該根據一些已知的目錄系統來描述所代表的學習物件，這樣就可以通過特定系統所具有的方法從外部檢索和定位此學習物件。此元素在功能上可以替代現在只作為保留值的元素 *1.1: 識別標號*。注：某個目錄項可以通過特定工具自動產生。

**Multiplicity:** 0 or More (smallest permitted maximum: 10)

**Data Type:** Container

**1.3.1 Catalog(目錄):** 目錄系統的名稱。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** String (smallest permitted maximum: 1000 characters)

**1.3.2 Entry(項目):** 學習物件在目錄系統中所對應的項目。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** LangStringType (smallest permitted maximum: 1000 characters)

**1.4 Language(語言):** 描述此學習物件所使用的語言。語言 ID = 語言編碼 ('-'子編碼)\*語言編碼是由兩個字元組成的對不同語言的編碼，由 ISO 639 定義，子編碼是對國家的編碼，來自於 ISO 3166 的編碼集。注：編碼採用的方法是和 xml:lang 屬性相相容的，由 RFC 1766 定義。例：“en-GB”注：ISO 639 處理“古”語言，如希臘語和拉丁語。語言編碼應該使用小寫字母，國家編碼應該使用大寫字母。但是編碼值是與大小寫無關的。“none”是一個合法的值。

**Multiplicity:** 0 or More (smallest permitted maximum: 10)

**Data Type:** String (smallest permitted maximum: 100 characters)

**1.5 Description(解釋):** 學習物件內容的相關描述

**Multiplicity:** 1 or More (smallest permitted maximum: 10)

**Data Type:** LangStringType (smallest permitted maximum: 2000 characters)

**1.6 Keyword(關鍵字):** 描述學習物件的關鍵字。本資料元素不應該用於描述別的資料元素可以描述的內容。

**Multiplicity:** 0 or More (smallest permitted maximum: 10)

**Data Type:** LangStringType (smallest permitted maximum: 1000 characters)

**1.7 Coverage(涵蓋):** 此學習物件所涉及到時間上的，文化上的和地理區域上的範圍和程度。

**Multiplicity:** 0 or More (smallest permitted maximum: 10)

**Data Type:** LangStringType (smallest permitted maximum: 1000 characters)

**1.8 Structure(結構)：** 學習物件的基本組織結構。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** VocabularyType (Restricted)

**IEEE LOM Vocabulary:**

- Collection (集合)
- Mixed (混合)
- Linear (線性)
- Hierarchical (階層)
- Networked (網狀)
- Branched (分支)
- Parceled (封裝)
- Atomic (原子)

**1.9 Aggregation Level(聚合度)：** 學習物件在功能上的粒度。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** VocabularyType (Restricted)

**IEEE LOM Vocabulary:**

- 1 = 最小程度上的聚合，即原始的媒體資料或片段。
- 2 = 原子的集合，如一個嵌有圖片或包含一堂課內容的html文檔。
- 3 = 程度1的學習物件的集合，如一個html文檔的集合，有一個索引頁面把所有的頁面鏈結到一起。
- 4 = 最大粒度的聚合，例如：一個課程。

實例：

General (一般)	Identifier (識別標號)		保留
	Title (標題)		二元一次方程式
	Catalog Entry (目錄項目)	Catalog (目錄)	URI
		Entry(項目)	<a href="http://www.cis.nctu.edu.tw/teach/二元一次方程式/Section2">Http://www.cis.nctu.edu.tw/teach/二元一次方程式/Section2</a>
	Language (語言)		zh-TW
	Description (解釋)		學習本單元的預備知識： 1. 能指出數線上的點所代表的數。 2. 能在數線上標出一個數所表示的點。
	Keyword (關鍵字)		二元一次
	Coverage (涵蓋)		台灣
	Structure (結構)		集合
	Aggregation Level (聚合度)		2



## 2、Life Cycle (生命週期)：

Life Cycle (生命週期)	Version (版本)	
	Status (狀態)	
	Contribute (貢獻者)	Role (角色)
		Entity (實體)
		Date (日期)

2. **Life Cycle(生命週期)**：此類別描述了學習物件在過去和現在所處的狀態以及那些對學習物件的發展產生作用的人和組織。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** Container

- 2.1 **Version(版本)**：學習物件的版本。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** LangStringType (smallest permitted maximum: 50 characters)

- 2.2 **Status(狀態)**：學習物件所處的條件或狀態。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** VocabularyType (Restricted)

**IEEE LOM Vocabulary:**

- Draft (草案)
- Final (最終版)
- Revised (修正版)
- Unavailable (未完成)

- 2.3 **Contribute(貢獻者)**：該資料元素描述了在學習物件的發展過程中(包括創建，編輯和發行等)，對它產生影響的人或組織。注：注意！此元素和 3.3:再詮釋資料.貢獻者 相是不一樣的。

**Multiplicity:** 0 or More (smallest permitted maximum: 30)

**Data Type:** Container

- 2.3.1 **Role(角色)**：貢獻者所作貢獻的類型至少應該描述學習物件的作者。

注：建議至少應該描述學習物件的作者 **IEEE LOM**。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** VocabularyType (Best Practice)

**Vocabulary:**

- Author (作者)
- Publisher (發行商)
- Unknown (未定義)
- Initiator (發起人)
- Terminator (定稿人)
- Validator (總審核人)
- Editor (編輯)
- Graphical Designer (圖形設計者)
- Technical Implementer (技術實踐者)
- Content Provider (內容提供者)
- Technical Validator (技術審核人)
- Educational Validator (教學審核人)
- Script Writer (腳本編寫者)
- Instructional Designer (教學設計者)

**2.3.2 Entity(實體):** 對於學習物件的貢獻列出相關的人或組織的資訊。如果 2.3.1: 生命週期. 貢獻者 角色 為“作者”，那麼實體應該為一個或多個人。如果 2.3.1: 生命週期. 貢獻者. 角色 為“發行商”，則實體應該為一個組織。

**Note:** This is a vCard<sup>25</sup> element。

**Multiplicity:** 0 or More (smallest permitted maximum: 40)

**Data Type:** String (smallest permitted maximum: 1000 characters)

**2.3.3 Date(日期):** 貢獻者做出貢獻的日期。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** DateType

**實例:**

Life Cycle (生命週期)	Version (版本)	2.0	
	Status (狀態)	Final (最終版)	
	Contribute (貢獻者)	Role (角色)	Author (作者)
		Entity (實體)	曾老師
		Date (日期)	2002-11-1

### 3、Meta-Metadata(再詮釋資料)：

<b>Meta-Metadata</b> (再詮釋資料)	Identifier (識別標號)	
	Catalog Entry (目錄項目)	Catalog(目錄)
		Entry (項目)
	Contribute (貢獻者)	Role (角色)
		Entity (實體)
		Date (日期)
	Metadata Scheme (詮釋資料方案)	
Language (語言)		

**3 Meta-Metadata(再詮釋資料)：**此類別描述了詮釋資料記錄本身（而不是詮釋資料資料所描述的學習物件）的資訊。此類別描述了諸如以下的內容：誰創建了該詮釋資料紀錄，怎麼創建的，什麼時候創建的，引用了哪些東西等等。這些都不是關於學習物件本身的資訊。

**Multiplicity:** 1 and only 1

**Data Type:** Container

**3.1 Identifier(識別標號)：** 詮釋資料的識別標號，該標號全球唯一。由於現在沒有產生全球唯一識別標號的方法，所以該資料元素現在保留中，尚未使用。

**Multiplicity:** 保留

**Data Type:** String

**3.2 Catalog Entry(目錄項目)：** 此元素定義了詮釋資料實例在某一目錄系統中所對應的項目。此元素應該根據一些已知的目錄系統來描述所代表的詮釋資料，這樣就可以通過特定系統所具有的方法從外部檢索和定位此學習物件。此元素在功能上可以替代現在只作為保留值的元素 3.1: 識別標號。注：某個目錄項可以通過特定工具自動產生。

**Multiplicity:** 0 or More (smallest permitted maximum: 10)

**Data Type:** Container

**3.2.1 Catalog(目錄)：** 目錄系統的名稱 注：一般由系統產生。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** String (smallest permitted maximum: 1000 characters)

- 3.2.2 Entry(項目):** 學習物件在目錄系統中所對應的項目。注：一般可由系統產生。
- Multiplicity:** 0 or 1
- Data Type:** LangStringType (smallest permitted maximum: 1000 characters)
- 3.3 Contribute(貢獻者):** 該資料元素描述了詮釋資料的發展過程中（包括創建者審核人等），對它產生影響的人或組織。注：注意！此元素和 2.3:生命週期.貢獻者 是不一樣的。
- Multiplicity:** 0 or More (smallest permitted maximum: 10)
- Data Type:** Container
- 3.3.1 Role(角色):** 貢獻者的類型。注：建議只存在一個創建者的實例。
- Multiplicity:** 0 or 1
- Data Type:** VocabularyType (Best Practice)
- IEEE LOM Vocabulary:**
- Creator (創建者)
  - Validator (審核人)
- 3.3.2 Entity(實體):** 對於詮釋資料的貢獻列出相關的人或組織的資訊和身份。
- Multiplicity:** 0 or More (smallest permitted maximum: 10)
- Data Type:** String (smallest permitted maximum: 1000 characters)
- 3.3.3 Date(日期):** 做出貢獻的日期。
- Multiplicity:** 0 or 1
- Data Type:** DateType
- 3.4 Metadata Scheme(詮釋資料方案):** 用於創建詮釋資料實例的規範的名稱和版本，該規範需經過認證。注：此資料元素可由用戶選擇產生或系統自動產生。如果提供多個值，那麼詮釋資料實例應該遵循多個詮釋資料方案。
- Multiplicity:** 1 or More (smallest permitted maximum: 10)
- Data Type:** String (smallest permitted maximum: 30 characters)
- 3.5 Language(語言):** 詮釋資料實例所使用的語言。注：“None”值是可以被接受的。
- Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** String (smallest permitted maximum: 100 characters)

實例:

<b>Meta-Metadata</b> (再詮釋資料)	Identifier (識別標號)		保留
	Catalog Entry (目錄項目)	Catalog(目錄)	
		Entry (項目)	
	Contribute (貢獻者)	Role (角色)	Creator (創建者)
		Entity (實體)	
		Date (日期)	2001-08-03
	Metadata Scheme (詮釋資料方案)		SCORM V1.3
	Language (語言)		en

#### 4、Technical (技術)：

Technical (技術)	Format 格式		
	Size 大小		
	Location 位置	Type 類型	TEXT
			URL
	Requirement 需求	Type 類型	Operation System 作業系統
			Browser 瀏覽器
		Name 名稱	PC-DOS
			MS-Windows
			MacOS
			Unix
			Multi-OS
			Other
			None
			Any
			Netscape Communicator
Microsoft Internet Explore			
Opera			
Minimum version 最低版本			
Maximum version 最高版本			
Installation Remarks 安裝描述			
Other Platform Requirements 其他平台需求			
Duration 持續時間			

#### 4. Technical(技術)：

**4.1 Format(格式)：** 描述學習物件(及其所有組件)在技術上的資料類型。該資料元素用於確定處理學習物件所需要的軟體。一份文件可能由多種格式的物件組成，所以可允許多種格式的描述。例如：“video/mpeg”，“text/html”。

**4.2 Size(大小)：** 數位化學習物件的位元組大小。只能使用“0”到“9”的數位，單元是位元組。且必須是實際大小，不能是壓縮過的大小。

**4.3 Location(位置)：** 用於表明如何獲取學習物件的一個字串。它可能是一個位置

(如 URI)，或解析出位置的一種方法。最可取的位置優先：該資料元素描述了詮釋資料實例所描述的學習物件的實際物理位置。

描述"Location"的字串可分為兩類："text" 和"URL"，定義在"Location"的子類別"Type"下。

**4.4 Requirement(需求)：** 此類別描述了使用學習物件所需要的技術要求。如果有多個要求，那麼所有要求都必須得到滿足，即它們之間的邏輯關係是"與(AND)"關係。

**4.4.1 Type(類型)：** 使用該學習物件所需要的技術上的要求，即對軟體，硬體和網路的要求等。在此區分為兩種："Operation System 作業系統"，"Browser 瀏覽器"。

**4.4.2 Name(名稱)：** 使用該學習物件所需要的技術的名稱。

If 4.4.1:技術.需求.類型='作業系統'

- PC-DOS
- MS-Windows
- MacOS
- Unix
- Multi-OS
- Other
- None

If 4.4.1: 技術.需求.類型='瀏覽器'

- Any
- Netscape Communicator
- Microsoft Internet Explorer
- Opera

**4.4.3 Minimum version(最低版本)：** 使用該學習物件所需技術的最低版本。

**4.4.4 Maximum version(最高版本)：** 使用該學習物件所需技術的最高版本。

**4.5 Installation remarks(安裝描述)：** 描述如何安裝該學習物件。

**4.6 Other Platform Requirements(其他平台需求)：** 關於其他軟體和硬體的需求資訊。

**4.7 Duration(持續時間):** 在指定的速度下連續運行學習物件所需要的時間，該資料元素對聲音，視頻和動畫等學習物件尤其有用。

實例：

<b>Format 格式</b>	video/mpeg, text/html		
<b>Size 大小</b>	4200		
<b>Location 位置</b>	Http://www.cis.nctu.edu.tw/teach/二元一次方程式	<b>Type</b>	URL
<b>Requirement 需求</b>	<b>Type</b>	Browser	
	<b>Name</b>	Microsoft Internet Explorer	
	<b>Minimum version</b>	Microsoft Internet Explorer 4.0	
	<b>Maximum version</b>	Microsoft Internet Explorer 6.0	



5、Educational(教學特性)：

Educational(教學特性)	Interactivity type 互動類別	Active 實作性教材
		Expositive 閱讀性教材
		Mixed 實作間閱讀性教材
		Undefined 其他
	Learning resource type 教材形式類別	Exercise 習題演練
		Simulation 模擬
		Questionnaire 問卷
		Diagram 圖示
		Figure 圖形
		Graph 圖形
		Index 索引
		Slide 投影片
		Table 表格
		Narrative Text 敘述性文字
		Exam 測驗考試
		Experiment 實驗
		Problem Statement 問題陳述
		Self assessment 自修
	Interactivity Level 互動程度	Very low 很低
		Low 低
		Medium 中等
		High 高
		Very high 很高
	Semantic Density 語意密度	Very low 很低
		Low 低
		Medium 中等
		High 高
		Very high 很高
	Intended end user role 預期的使用者角色	Teacher 老師
		Author 編輯者
		Learner 學習者
		Manager 管理者
	Context 學習背景	Primary Education 小學
Secondary Education 國中		
Higher Education 高中		

		University First Cycle
		University Second Cycle
		University Postgrade
		Technical School First Cycle
		Technical School Second Cycle
		Professional Formation
		Continuous Formation
		Vocational Training
	Difficulty 難易度	Very easy
		Easy
		Medium
		Difficult
		Very difficult
	Typical Age Range 年齡範圍	
	Typical learning time 學習時間	
	Description 教材使用說明	
	Language 語言	

5. **Educational(教學特性)**：描述該教材的主要教學特性，適合什麼樣的學習者或學習情境。

5.1 **Interactivity type(互動類別)**：描述學生與教材間的互動關係，可分為以下四種：

**IEEE LOM Vocabulary:**

- Active(實作性教材)
- Expositive(閱讀性教材)
- Mixed(實作兼閱讀性教材)
- Undefined(其他不在預設特性內的教材)

註：

**Expositive resource(說明式教材)**：指"閱讀式"的被動學習，這類教材的形式包括文章(essay)、影片剪辑(video clips)、圖片(graphical material)、超連結文件(hypertext document)。

**Activity resource(實作性教材)**：此種教材強調的是"實作"的精神，經由模擬(simulation)、問卷(questionary)和習題演練(exercise)來完成教學目標。

5.2 **Learning Resource Type(教材形式類別)**：以適切的字彙描述各種不同學習教材的形式。

**IEEE LOM Vocabulary:**

- Exercise (習題演練)
- Simulation (模擬)
- Questionnaire (問卷)
- Diagram (圖示)
- Figure (圖形)
- Graph (用來描述統計或數學上的圖表)
- Index (索引)
- Slide (投影片)
- Table (表格)
- Narrative Text (敘述性文字)
- Exam (測驗考試)
- Experiment (實驗)
- Problem Statement (問題陳述)
- Self Assessment (自修)

**5.3 Interactivity Level(互動程度)：** 定義教材與學生間的互動程度。

**IEEE LOM Vocabulary:**

- very low (很低)
- low (低)
- medium (中等)
- high (高)
- very high(很高)

**5.4 Semantic Density 語意密度：** 以教材的內容多寡與學習所需的時間來衡量該教材是否助於學習。

**IEEE LOM Vocabulary:**

- very low (很低)
- low (低)
- medium (中等)
- high (高)
- very high(很高)

**5.5 Intended End User Role(預期的使用者角色)：** 適用該份教材的使用者。

**IEEE LOM Vocabulary:**

- Teacher (老師)
- Author (編輯者)
- Learner (學習者)
- Manager (管理者)

註：

**Author:** 製作或發行教材的人。

**Manager:** 管理教材傳送(delivery)的人，如大專院校。此時的教學文件通常是整個課程。

**5.6 Context(學習背景):** 適用該教材的學習背景。

**IEEE LOM Vocabulary:**

- Primary Education (小學)
- Secondary Education (國中)
- Higher Education (高中)
- University First Cycle (大學第一階段)
- University Second Cycle (大學第二階段)
- University Postgrade (研究生)
- Technical School First Cycle (專科職校第一階段)
- Technical School Second Cycle (專科職校第二階段)
- Professional Formation (專業進修)
- Continuous Formation (持續進修)
- Vocational training (職業訓練)

**5.7 Difficulty(難易度):** 定義教材的難易程度。

**IEEE LOM Vocabulary:**

- very easy (非常簡單)
- easy (簡單)
- medium (中等)
- difficult (困難)
- very difficult (非常困難)

**5.8 Typical Age Range(年齡範圍):** 適合該教材的學習年齡，年齡的表示法有 "minage-maxage"，如 12-15。“minage-”，如 7-。或是以文字來表示：“適合七歲以上的學生”。

**5.9 Typical learning time(學習時間):** 學習此份教材可能花費的時間，時間是根據 ISO8601 標準來表示的。例如：01:30:00 (時:分:秒)。

**5.10 Dscription(教材使用說明):** 描述此份教材在教學過程中應如何使用。例如：教師用來輔助教科書的教學方針。

**5.11 Language(語言):** 學生所使用的語言，用法同於 general 中的 language。“None”是可被 language 接受的一個值。

實例：

<b>Interactivity type 互動類別</b>	expositive
<b>Learning resource type 教材形式類別</b>	graph, narrative text
<b>Interactivity Level 互動程度</b>	Medium
<b>Semantic Density 語意密度</b>	High
<b>Intended end user role 預期的使用者角色</b>	Learner
<b>Context 學習背景</b>	Secondary Education
<b>Difficulty 難易度</b>	Medium
<b>Typical Age Range 年齡範圍</b>	12-13
<b>Typical learning time 學習時間</b>	01:30:00
<b>Description 教材使用說明</b>	輔助數學課本第二章節-二元一次方程式的教學
<b>Language 語言</b>	zh-GB

6、Right(教材使用權力)：

Right(教材使用權力)	Cost 付費	Yes
		No
	Copyright And Other Restrictions 著作權和其他限制	Yes
		No
Description 使用條件的描述		

6 Right(教材使用權力)：

6.1 Cost 付費：是否需要付費才能使用該教材。

IEEE LOM Vocabulary:

- yes (是)
- no (否)

6.2 Copyright And Other Constraints(著作權和其他的限制)：此份教材是否有牽涉到著作權或其他的限制。

IEEE LOM Vocabulary:

- yes (是)
- no (否)

6.3 Description(使用條件的描述)：以文字描述在使用該份文件時要注意到的條件與限制。

實例：

Cost 付費	No
Copyright And Other Constraints 著作權和其他的限制	Yes
Description 使用條件描述	如要複製另為他用需徵求作者的同意

7、Relation(關聯)：

Relation(關聯)	種類 Kind	
	參考的教材 Resource	識別碼 Identifier
		目標教材的簡述 Description
	索引 Catalog Entry	索引系統 Catalog
		索引值 Entry

7 Relation (關聯)：描述教材間的關係，可與許多種關係的表示，若參考到的教材不只一個的話，只要新增一個 relation(關係)類別就可以了。

7.1 Kind (種類)：教材間是以何種關係表示。

**IEEE LOM Vocabulary:**

- IsPartOf (該教材的父集)
- HasPart (該教材的子集)
- IsVersionOf (該教材來源版本)
- HasVersion (該教材衍生的版本)
- IsFormatOf (該教材的來源架構)
- HasFormat (該教材的延伸架構)
- References (該教材的參考出處)
- IsReferencedBy (該教材的被何者參考)
- IsBasedOn (建構該教材的基礎)
- IsBasisFor (該教材適合者的標準)
- Requires (需要)
- IsRequiredBy (被需要)

7.2 Resource (參考的教材)：在所定義"關係"下的目標教材的相關資訊。

7.2.1 Identifier(識別碼)：目標教材的識別碼。

7.2.2 Description(目標教材的簡述)：對於在此關係下的目標教材的描述。

7.2.3 Catalog Entry(索引)：我們以某一套索引系統來對被參考到的教材作目錄編輯，透過索引值來找到該份教材。

7.2.3.1 Catalog (索引系統)：索引系統(catalog system)的名稱。

7.2.3.2 Entry (索引值)：利用該索引系統的索引值來搜尋。

8、Annotation(註解與評論)：

Annotation(註解與評論)	評論者 Person
	日期 Date
	簡述 Description

8 Annotation (註解與評論):教育專家或該教材學術領域的專家對於此教材在教育上的使用的一些評論。

8.1 Person (評論者)： 評論此份教材的人。

8.2 Date (日期)： 評論的日期，表示法是根據 ISO 860126 標準。

8.3 Description (簡述)： 該評論者對於此教材的評論內容。



## 9、Classification(分類)：

<b>Classification(分類)</b>	目的 Purpose		
	Taxon Path 分類層級	分類來源 Source	
		類別 Taxon	辨識值 Id
			類別值 Entry
	簡述 Description		
	關鍵字 Keyword		

9 **Classification (分類)**： 描述此份教材的分類依據以及分類的階層架構。

9.1 **Purpose (目的)**： 分類的依據。

### IEEE LOM Vocabulary:

- Discipline (學科)
- Idea (概念)
- Prerequisite (必修)
- Educational Objective (教育目標)
- Accessibility Restrictions (使用限制)
- Educational Level (教育程度)
- Skill Level (技能程度)
- Security Level (保密程度)

9.2 **Taxon Path (分類層級)**： 將此份教材根據所選擇的分類法加以分類，並以一個序列階級(taxon path)表示，層級越高分類越籠統，層級越低則越細緻。每一層都代表一個 taxon，也就是"同類"。

9.3 **Source (分類來源)**： 分類系統的名稱(classification system)，分類法(taxonomy)，可允許自訂的分類法。

9.4 **Taxon (類別)**： 分類階層上每一層都表示一個 taxon，這個階層可以到達9層。

**Id (辨識值)**： taxon 的辨識值。

**Entry (類別值)**：以一個文字標籤(textual field)描述該 taxon 的分類意義。

**9.5 Description (簡述)**：描述該教材和分類目的(purpose)的關係。

**9.6 Keyword (關鍵字)**：描述該教材和分類目的關係的關鍵字。

● TMML Specific Metadata

10、Category(類別)：

Category(類別)	總類 General	
	人文科學類 Cultural Sciences	哲學類 Philosophy
		宗教類 Religions
		史帝類 History and Sciences
		語文類 Language and Literature
		美術類 Arts
		自然科學類 Natural Sciences
		物理類 Physics
		化學類 Chemical Engineering
		社會科學類 Social Sciences
		商學類 Commerce
		工程科學類 Engineering Sciences
		電資類 Electrical Engineering and Computer
		醫學類 Medicine

10. Category(類別)：依照中國圖書分類與國內教育學科分類之特有分類方式加以修訂而成，可以提供教材在本土性標準分類上的需求，此外，亦可成為與特殊領域銜接之接口，以構成二層式之教材標準架構。

● Question & Test Interoperability (QTI) Metadata :

11、Assessment(評估)：

Assessment	qmd_assessmenttype (性質)	Examination (考試)
		Survey (研究)
		Tutorial (輔助)
		Self-assessment (自我評量)
	qmd_timelimit (時間限制)	
	qmd_absolutescore_max (總分)	
	qmd_absolutescore_min (最低分)	
	qmd_scoretype (計分方式)	Absolute (絕對成績)
		Percentage (百分比)
		Unscored (不記分)
	qmd_sectionsequence (section 序列)	Normal (傳統)
		Repeated (可重複)
	qmd_sectionselection (Section 的選擇)	All (全選)
		Parameterized All (條件性全選)
		Partial (部分)
		Parameterized Partial (條件部分選擇)
qmd_sectionordering (section 排列)	Sequential (循序)	
	Random (隨機)	
qmd_feedbackpermitted (回應)	Yes	
	No	
qmd_hintpermitted (提示)	Yes	
	No	

11. Assessment:

(0 or 1)

11.1 qmd\_assessmenttype(性質)： (0 or 1) 描述此 assessment 的性質，可分為四類：

- 11.1.1 Examination(測驗考試)：可作為平時的測驗。
- Survey(研究調查)：可視為一個 pretest，在學習前先測驗學生的程度在決定合適的學習策略。
- Tutorial(輔助)：類似於課堂上的範例，可幫助學生更加了解教學內容。
- Self-assessment(自我評量)：屬於課後的教材，可讓學生對上過的課程印象深刻，如家庭作業。

11.2 qmd\_timelimit(時間限制)： (0 or 1)描述時間的限制，可分為兩類：

- **Unlimited**：不限制時間。
- 若考慮時間的限制，這份試卷必須在幾分鐘內做完。例如：若此題必須在 60 分鐘內答出來，則 `qmd_timelimit="60"`。

**11.3 qmd\_absolutescore\_max(最高總分)**：(0 or 1)學生在這份試卷中可能得到最高的成績。

**11.4 qmd\_absolutescore\_min(最低分)**：(0 or 1)學生在這份試卷中可能得到最低的成績，0 為預設值。

**11.5 qmd\_scoretype(計分方式)**：(1 and only 1)此份試卷的計分方式，可分為三種：

- **Absolute(絕對分數)**：直接以各題所得的分數來加總計算總成績。
- **Percentage(百分比)**：總成績需換算成百分比來表示。
- **Unscored(不計分)**：此份試卷不予計分。

**11.6 qmd\_sectionsequence section 序列**：(0 or 1)描述此份試卷中 section 的排列方式，可分為兩種：

- **Normal**：section 不可重複出現在此試卷中。
  - **Repeated**：section 可重複出現在此試卷中。
- 預設值：“Normal”。

**11.7 qmd\_sectionselection section 的選擇**：(0 or 1)定義 section 的選擇方式，分為下列四種：

- **All(全選)**：選擇所有的 sections。
- **Parameterized All(條件性全選)**：選擇所有符合自訂條件的 section。
- **Partial(部分選擇)**：需另外指定 section 的數目。
- **Parameterized Partial(條件性部分選擇)**：選擇符合自訂條件下某些 section，需另外指定 section 的數量。
- 預設值：“All”。

**11.8 qmd\_sectionordering (Section 的排列)**：(0 or 1)定義 section 的排列方式，分為兩種：

- **Sequential(循序)**：section 是以被選擇時的順序來排列的。
- **Random(隨機)**：被選擇的 section 是以隨機的方式排列。
- 預設值：“Sequential”。

**11.9 qmd\_feedbackpermitted(回應)**：(0 or more)此份試卷是否會根據學生的表現給予不同的訊息。

- 預設值：“No”。

**11.10 md\_hintpermitted(提示)**：(0 or more)此份試卷是否提供提示。

- 預設值：“No”。

實例：

qmd_assessmenttype 性質	Examination
qmd_timelimit 時間限制	60
qmd_absolutescore_max 總分	100
qmd_absolutescore_min 最低分	0
qmd_scoretype 計分方式	Absolute
qmd_sectionsequence section 序列	Normal
qmd_sectionselection section 的選擇	All
qmd_sectionordering section 排列	Sequential
qmd_feedbackpermitted 回應	Yes
qmd_hintpermitted 提示	No

## Assessment 的 XML-binding:

```
<?xml version="1.0" encoding="Big5"?>
  <Assessment_metadata>
    <qmd_assessmenttype > Examination </ qmd_assessmenttype >
    <qmd_timelimit >60</ qmd_timelimit >
    <qmd_absolutescore_max >100</ qmd_absolutescore_max >
    <qmd_absolutescore_min >0</ qmd_absolutescore_min >
    <qmd_scoretype > Absolute </ qmd_scoretype >
    <qmd_sectionsequence > Normal </ qmd_sectionsequence >
    <qmd_sectionselection > All </ qmd_sectionselection >
    <qmd_sectionordering > Sequential </ qmd_sectionordering >
    <qmd_feedbackpermitted >Yes</ qmd_feedbackpermitted >
    <qmd_hintpermitted > No </ qmd_hintpermitted >
  </ Assessment_metadata >
```

12、Section(章節)：

Section	qmd_numberofitems (item 的數目)	
	qmd_sectionsinclude (是否包含其他 sections)	Yes No
	qmd_timelimited (時間限制)	
	qmd_absolutescore_max (總分)	
	qmd_absolutescore_min (最低分)	
qmd_scoretype (計分方式)	Absolute (絕對成績)	
	Percentage (百分比)	
	Unscored (不記分)	
qmd_itemsequence (item 的序列)	Normal (傳統)	
	Repeated (可重複)	
qmd_itemselection (item 的選擇)	All (全選)	
	Parameterized All (條件性全選)	
	Partial (部分)	
	Parameterized Partial (條件部分選擇)	
qmd_itemordering (item 的排列)	Sequential (循序)	
	Random (隨機)	
qmd_feedbackpermitted (回應)	Yes	
	No	
qmd_hintpermitted (提示)	Yes	
	No	

12. Section: (0 or 1)

12.1 qmd\_numberofitems(item 的數目)：(1 and only 1)設定在此 section 中所包含的 item(題目)的數目。

12.2 qmd\_sectionsinclude(是否包含其他 sections)：(1 and only 1)此 section 中是否還包含其他的 section。

12.3 qmd\_timelimited(時間限制)：(0 or 1)描述時間的限制，可分為兩類：

- **Unlimited**：不限制時間。
- 若考慮時間的限制，此 section 必須在幾分鐘內做完。例如：若此題必須在 10 分鐘內答出來，則 qmd\_timelimit="10"。

12.4 qmd\_absolutescore\_max(總分)：(0 or 1)此 section 的總分。

12.5 qmd\_absolutescore\_min(最低分)：(0 or 1)學生在此 section 中可能得到的最低



分數。

12.6 **qmd\_scoretype**(計分方式)：(0 or 1)此 section 的計分方式，可分為三種：

- **Absolute**(絕對分數)：直接以各題所得的分數來加總計算總成績。
- **Percentage**(百分比)：總成績需換算成百分比來表示。
- **Unscored**(不計分)：此 section 不予計分。

12.7 **qmd\_itemsequence**(item 的序列)：(0 or 1)描述此 section 中各 item(題目)的排列方式，可分為兩種：

- **Normal**: item(題目)不可重複出現。
- **Repeated** : item(題目)可重複出現。
- 預設值：“Normal”。

12.8 **qmd\_itemselection**(item 的選擇)：(0 or 1)定義 item(題目)的選擇方式，分為下列四種：

- **All**(全選)：選擇所有的 item(題目)。
- **Parameterized All**(條件性全選)：選擇所有符合自訂條件的 item(題目)。
- **Partial**(部分選擇)：需另外指定 item(題目)的數目。
- **Parameterized Partial**(條件性部分選擇)：選擇符合自訂條件下某些 item(題目)，需另外指定 item(題目)的數量。
- 預設值：“All”。

12.9 **qmd\_itemordering**(item 的排列)：(0 or 1)定義 item(題目)的排列方式，分為兩種：

- **Sequential**(循序)：item(題目)是以被選擇時的順序來排列的。
- **Random** (隨機)：被選擇的 item(題目)是以隨機的方式排列。
- 預設值：“Sequential”。

12.10 **qmd\_feedbackpermitted**(回應)：(0 or more)此 section 是否會根據學生的表現給予不同的訊息。

- 預設值：“No”。

12.11 **qmd\_hintpermitted**(提示)：(0 or more)是否給予提示。

- 預設值：“No”。

實例：

qmd_numberofitems item 的數目	5
qmd_sectionsinclude 是否包含其他 sections	No
qmd_timelimited 時間限制	Unlimited
qmd_absolutescore_max 總分	10
qmd_absolutescore_min 最低分	0
qmd_scoretype 計分方式	Absolute
qmd_itemsequence item 的序列	Normal
qmd_itemselection item 的選擇	Parameterized_All
qmd_itemordering item 的排列	Random
qmd_feedbackpermitted 回應	Yes
qmd_hintpermitted 提示	Yes

## Section 的 XML-binding:

```
<?xml version="1.0" encoding="Big5"?>
  <Section_metadata>
    <qmd_numberofitems >5</ qmd_numberofitems >
    <qmd_sectionsinclude >No</ qmd_sectionsinclude >
    <qmd_timelimited > Unlimited </ qmd_timelimited >
    <qmd_absolutescore_max >10</ qmd_absolutescore_max >
    <qmd_absolutescore_min > 0</ qmd_absolutescore_min >
    <qmd_scoretype > Absolute </ qmd_scoretype >
    <qmd_itemsequence > Normal </ qmd_itemsequence >
    <qmd_itemselection > Parameterized_All </ qmd_itemselection >
    <qmd_itemordering > Random </ qmd_itemordering >
    <qmd_feedbackpermitted > Yes </ qmd_feedbackpermitted >
    <qmd_hintpermitted > Yes </ qmd_hintpermitted >
  </ Section_metadata >
```

### 13、Item(項目)：

<b>Item</b>	qmd_itemtype (題型)	Logical Identifier (選擇題)
		X-Y co-ordinates (圖示)
		String (文字敘述)
		Numerical (數字敘述)
		Logical Groups
	qmd_responsetype (答案型態)	Single (單一答案)
		Multiple (答案不只一個)
		Ordered (排列順序)
	qmd_renderingtype (呈現方式)	Choice (選擇題)
		Hotspot (由圖形中點選)
		Slider (拖曳捲軸)
		String (字串)
		Proprietary
	qmd_absolutescore_max (總分)	
	qmd_absolutescore_min (最低分)	
	qmd_material (內容型態)	Text
		Image
		Audio
		Video
		Applet/java
Application		

### 13、Item: (1 or more)

13.1 qmd\_itemtype(題型)：(1 and only 1)在 QTI 中將題型分為五類：

- **Logical Identifier:**一般是指選擇題，如：單選題、複選題、是非題...
- **X-Y co-ordinates:**通常是藉由圖片來輔助題目的作答，像是從一張地圖中指出某個城市，或是從一堆圖片中選出正確的圖...等。
- **String:**以文字來作答，如填空、簡答、短文...等。
- **Numerical:**和 String 類似，不過是以數字來作答、填空..。
- **Logical Groups:**

13.2 qmd\_responsetype(答案型態)：(1 and only 1)

- **Single:**答案只有一個。
- **Multiple:**答案有很多個，如複選題。
- **Ordered:**答案間彼此有一定的順序。

13.3 qmd\_renderingtype(呈現方式)：(1 and only 1)

- **Choice**：以選擇題的型態呈現。
- **Hotspot**：藉由圖形來作答。(從圖上點選或選擇某個圖形..)
- **Slider**：答題時需借助於拖曳捲軸來”拖曳”或”捲”道正確的答案(位置)上，比如在模擬實驗時，我們藉由拖曳捲軸選擇適合的溫度..。
- **String**：藉由字串的輸入來作答。
- **Proprietary**：

13.4 **qmd\_absolutescore\_max(總分)**：(1 and only 1)即是此題的配分，以一個正整數表示。

13.5 **qmd\_absolutescore\_min(最低分)**：(0 or 1)學生在此題可能得到最低的分數。

- 預設值：0。

13.6 **qmd\_material(內容型態)**：(0 or more)

- **Text**：文字檔.txt 形式。
- **Image**：圖形檔，如 jpg、bmp...。
- **Audio**：聲音檔，如 wav..
- **Video**：影像檔，如 mpg3、mpg4...。
- **Applet/java**：
- **Application**：應用程式。

13.7 **qmd\_topic(主題)**：(0 or 1)簡述此題的主題。例如：“二元一次方程式”。

13.8 **qmd\_levelofdifficulty(難易度)**：(0 or 1)考量國內教育體制，不需要過於複雜的分類，因此將此類別加以簡化為三類：

- Basic(基礎)
- Middle(中等)
- Advanced(進階)

13.9 **qmd\_timedependence(時間考量)**：(0 or 1)是否將時間的長短納入成績的評估。

13.10 **qmd\_timelimit(時間限制)**：(0 or 1)描述時間的限制，可分為兩類：

- **Unlimited**：不限制時間。
- 若考慮時間的限制，這題必須在幾分鐘內答出來，否則不予記分。若此題必須在 3 分鐘內答出來，則 `qmd_timelimit="3"`。

13.11 **qmd\_penaltyvalue(倒扣)**：(0 or 1)是否需要倒扣，通常是根據在 `Assessment_metadata` 裡對 `score` 的定義，若 `score_model="Guesspenalty"` 時才需要定義，否則就省略。

- `qmd_penaltyvalue` 的型態可以是整數或是浮點數。

13.12 **qmd\_weighted(權重值)**：(0 or 1)設定該 item 的權重值，可視為”重要性”，不是必要的參數。

13.13 **qmd\_feedbackpermitted(回應)**：(0 or more)此題是否會根據學生的表現給予不同的訊息。

- 預設值：“No”。

13.14 **qmd\_hintpermitted(提示)**：(0 or more)是否提供該題的提示。

- 預設值：“No”。

13.15 qmd\_solutionpermitted(解答)：(0 or more)是否提供解答。

- 預設值：“Yes”。

實例：

qmd_itemtype 題型	Logical Identifies
qmd_responsetype 答案型態	Single
qmd_renderingtype 呈現方式	Choice
qmd_absolutescore_max 總分	3
qmd_absolutescore_min 最低分	0
qmd_material 內容型態	Applet/java
qmd_topic 主題	二元一次方程式
qmd_levelofdifficulty 難易度	Basic
qmd_timedependence 時間考量	Yes
qmd_timelimit 時間限制	1
qmd_penaltyvalue 倒扣	0.2
qmd_weighted 權重值	2
qmd_feedbackpermitted 回應	Yes
qmd_hintpermitted 提示	No
qmd_solutionpermitted 解答	Yes

## Item 的 XML-binding:

```
<?xml version="1.0" encoding="Big5"?>
  <Item_metadata>
    <qmd_itemtype> Logical Identifies </qmd_itemtype>
    <qmd_responsetype> Single </qmd_responsetype>
    <qmd_renderingtype> Choice </qmd_renderingtype>
    <qmd_absolutescore_max> 3</qmd_absolutescore_max>
    <qmd_absolutescore_min> 0</qmd_absolutescore_min>
    <qmd_material> Applet/java </qmd_material>
    <qmd_topic> 二元一次方程式</qmd_topic>
    <qmd_levelofdifficulty> Basic </qmd_levelofdifficulty>
    <qmd_timedependence> Yes </qmd_timedependence>
    <qmd_timelimit> 1</qmd_timelimit>
    <qmd_penaltyvalue> 0.2 </qmd_penaltyvalue>
    <qmd_weighted> 2 </qmd_weighted>
    <qmd_feedbackpermitted> Yes </qmd_feedbackpermitted>
    <qmd_hintpermitted> No </qmd_hintpermitted>
    <qmd_solutionpermitted> Yes </qmd_solutionpermitted>
  </Item_metadata>
```

● Simple Sequence Metadata :

14、Sequencing(次序) :

<b>Sequencing</b> (次序)	Resource (目標教材)	IDRef (參考位址)			
		Control Mode (控制模式)	Choice (選擇)		
			Flow (流程)		
			Forward Only (只能向前)		
		Sequence Rule (次序規則)	Rule Condition (規則條件)	Reference Object (參考物件)	
				Measure Threshold (分數門檻)	
				Operator (運算子)	
				Condition (條件)	
			Rule Action (規則動作)	Precondition Actions (先決動作)	
				Postcondition Actions (後決動作)	
Exit Actions (離開動作)					
(sub)Resource (子目標教材)					

14、Sequencing(次序)：此類別描述此學習物件內容學習的相關順序。

**Multiplicity** : 1 and only 1

**Data Type**: Container



**14.1 Resource(目標教材)：**此學習物件所含的目標教材（目標教材可能一或多個）。  
**Multiplicity :** 0 or More  
**Data Type:** Container

**14.1.1 IDRef (參考位址)：**目標教材的參考位址。  
**Multiplicity :** 1 and only 1  
**Data Type:** String

**14.1.2 Control Mode (控制模式)：**教師建議學習此目標教材所需遵守的學習次序模式。  
**Multiplicity :** 0 or 1  
**Data Type:** Container

**14.1.2.1 Choice(選擇)：**學習者可以任意選擇想要學習的目標教材。  
**Multiplicity :** 0 or 1  
**Data Type:** Boolean

**14.1.2.2 Flow(流程)：**學習者學習目標教材時只能往前或往後。  
**Multiplicity :** 0 or 1  
**Data Type:** Boolean

**14.1.2.3 Forward Only(只能向前)：**學習者學習目標教材時只能往前。  
**Multiplicity :** 0 or 1  
**Data Type:** Boolean

**14.1.3 Sequence Rule(次序規則)：**教師建議學習此目標教材所需遵守的相關規則。  
**Multiplicity :** 0 or more  
**Data Type:** Container

**14.1.3.1 Rule Condition(規則條件)：**學習此目標教材所需遵守規則的判別條件。  
**Multiplicity :** 0 or more  
**Data Type:** Container

**14.1.3.1.1 Reference Object(參考物件)：**學習此教材目標拿來審核是否通過學習基本要求的參考物件。  
**Multiplicity :** 0 or 1  
**Data Type:** String

**14.1.3.1.2 Measure Threshold(分數門檻)：** 學習此教材目標，參考物件所需抵達的分數門檻要求。

**Multiplicity :** 0 or 1

**Data Type:** String

**14.1.3.1.3 Operator(運算子)：** 一元運算子

**Multiplicity :** 0 or 1

**Data Type:** Vocabulary Type (Restricted)

**SCORM Simple Sequence Vocabulary:**

- Not
- NoOp

**Default Value :** 沒有任何運算子。

**14.1.3.1.4 Condition(條件)：** 判斷條件。

**Multiplicity :** 0 or 1

**Data Type:** Vocabulary Type (Restricted)

**Vocabulary Extended from SCORM Simple Sequence :**

- Objective Measure Greater Than  
(參考物件分數高於)
- Objective Measure Less Than  
(參考物件分數低於)
- Completed  
(參考物件已被完整學習過)
- Attempted  
(參考物件被學習過)
- Attempt Limit Exceeded  
(參考物件被學習的次數高於規定)
- Time Limit Exceeded  
(參考物件被學習的時間高於規定)

**14.1.3.2 Rule Action(規則動作)：** 學習此目標教材所需遵守規則的執行動作。

**Multiplicity :** 0 or more

**Data Type:** Vocabulary Type(Restricted)

**14.1.3.2.1 Precondition Actions(先決動作)：** 適用於教學系統替學生選擇其適合目標教材時。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** Vocabulary Type (Restricted)

**Vocabulary Extended from SCORM Simple Sequence :**

- Skip(跳過)
- Disabled(取消)
- Hidden From Choice  
(當 14.1.2.1 Choice 被設為 true 時, 此份目標教材不能被學生任意選擇進行學習)
- Stop Forward Traversal  
(禁止往前繼續學習)
- Ignore(忽略, 預設值)

**14.1.3.2.2 Postcondition Actions(後決動作):** 適用於學生欲結束其學習的目標教材時。

**Multiplicity :** 0 or 1

**Data Type:** Vocabulary Type(Restricted)

**Vocabulary Extended from SCORM Simple Sequence :**

- Exit Parent (離開父目標教材)
- Exit All(離開所有學習目標教材)
- Retry (此目標教材重新再學一次)
- Retry All (全部的目標從頭全部再學一次)
- Continue (往前繼續)
- Previous (往回學習)
- Ignore(忽略, 預設值)

**14.1.3.2.3 Exit Actions(離開動作):** 適用於子目標教材結束時。

**Multiplicity :** 0 or 1

**Data Type:** Vocabulary Type(Restricted)

**Vocabulary Extended from SCORM Simple Sequence :**

- Exit (離開)
- Ignore(忽略, 預設值)

**14.1.4 SubResource (子目標教材):** 此標籤允許目標教材間可以以巢狀或是平行的組織呈現

**Multiplicity :** 0 or more

**Data Type:** Container

實例:

Sequencing (次序)	Resource (目標教材)	IDRef (參考位址)		Http://www.cis.nc tu.edu.tw/teach/二 元一次方程式 /Section2	
		Control Mode (控制模式)	Choice (選擇)	False	
			Flow (流程)	False	
			Forward Only (只能向前)	False	
		Sequence Rule (次序規則)	Rule Condition (規則條件)	Reference Object (參考物件)	//UserProfile/Stud entA/二元一次方 程式/Section1
				Measure Threshold (分數門檻)	90
				Operator (運算子)	NoOP
				Condition (條件)	Objective Measure Greater Than
			Rule Action (規則動作)	Precondition Actions (先決動作)	Skip
		Postcondition Actions (後決動作)		Ignore(忽略)	

				Exit Actions (離開動作)	Ignore(忽略)
		(sub)Resource (子目標教材)			

**TMML Simple Sequence XML Binding :**

```

<?xml version="1.0" encoding="Big5"?>
<Sequencing>
  <Resource>
    <IDRef>Http://www.cis.nctu.edu.tw/teach/二元一次方程式/Section2</IDRef>
    <SequenceRule>
      <RuleCondition>
        <ReferenceObject>//UserProfile/StudentA/二元一次方程式/Section1
      </ReferenceObject>
      <MeasureThreshold>90</MeasureThreshold>
      <Condition>Objective Measure Greater Than</Condition>
    </RuleCondition>
    <RuleAction>
      <PreconditionActions>Skip</PreconditionActions>
    </RuleAction>
  </SequenceRule>
</Resource>
</Sequencing>

```

- Computer Science Extended Metadata

### 15、Computer Science：

Computer-Science (資訊領域課程)	Definition (定義)	
	Formula (公式)	
	Proof (證明)	
	Proposition (命題)	
	Theorem (定理)	
	ProgramFile (可執行的程式)	
	FlowChart (流程圖)	
	Code (程式碼)	
	Algorithm (演算法)	Algorithm-Type (演算法所屬的類型)
		Algorithm-Structure (演算法結構)
	Data-Structure (資料結構學科)	

15、Computer-Science(資訊領域課程)：此類別描述的是資訊領域教材的內容種類，也概括此領域下的相關學科。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** Container

15.1 **Definition (定義)**：描述所標記的內容為定義。

**Multiplicity:** 0 or More

**Data Type:** LangStringType

15.2 **Formula (公式)**：描述所標示的內容為公式。

**Multiplicity:** 0 or More

**Data Type:** String

15.3 **Proposition (命題)**：描述所標示的內容為一段證明，通常會與 Proof 一起使用。

**Multiplicity:** 0 or More

**Data Type:** String

**15.4 Proof (證明):** 描述所標示的內容為一段證明，通常會與 Proposition 一起使用。

**Multiplicity:** 0 or More

**Data Type:** String

**15.5 Theorem (定理):** 描述所標示的內容為一定理。

**Multiplicity:** 0 or More

**Data Type:** String

**15.6 ProgramFile (可執行的程式):** 此元素描述網路上或本地端某個可執行檔的鏈結位置。

**Multiplicity:** 0 or More

**Data Type:** URL

**15.7 FlowChart (流程圖):** 此元素描述包含的內容是流程圖的圖片檔。

**Multiplicity:** 0 or More

**Data Type:** String

**15.8 Code (程式碼):** 此元素描述包含的內容是程式碼的某個片段。

**Multiplicity:** 0 or More

**Data Type:** String

**15.9 Algorithm (演算法):** 描述一段演算法的內容，其中包括了演算法所屬的類型以及內部的組成結構。

**Multiplicity:** 0 or More

**Data Type:** Container

**15.9.1 Algorithm-Type (演算法所屬的類型):** 描述演算法所使用的類型，是屬於何種設計概念。

**Multiplicity:** 1 and only 1

**Data Type:** VocabularyType (Restricted)

**Vocabulary:**

- Divide and Conquer
- Greedy Method
- Dynamic Programming
- Backtracking
- Branch and Bound

- Pram algorithm
- Others

**15.9.2 Algorithm-Structure (演算法結構):** 描述演算法的內部結構由哪些 Statement 所構成。

**Multiplicity:** 1 and only 1

**Data Type:** Container

**15.9.2.1 Object-Oriented-Program (物件導向程式)**

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** Container

**15.9.2.1.1 Statement-part (Statement 集合)**

**Multiplicity:** 0 or More

**Data Type:** String

**15.9.2.2 Traditional-Program (一般傳統程式)**

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** Container

**15.9.2.2.1 Statement-part (Statement 的集合)**

**Multiplicity:** 0 or More

**Data Type:** String

**15.10 Data-Structure (資料結構學科):** 資料結構學科 Metadata。

**Multiplicity:** 0 or More

**Data Type:** Container



## 16、Data Structure Specific Metadata

Data-Structure (資料結構學科)	Complexity (複雜度分析)	Worst (最差狀況)
		Average (平均狀況)
		Best (最佳狀況)
	ADT (抽象資料型態)	Storage-Structure (儲存結構)
		Operation-Functions (操作函式群)

**16 Data-Structure(資料結構學科)**：此類別描述的是資料結構學科中，特有的教材內容種類。

**Multiplicity:** 0 and only 1

**Data Type:** Container

**16.1 Complexity (複雜度分析)**：演算法的時間複雜度分析。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** Container

**16.1.1 Worst (最差狀況)**：在最差狀況下的複雜度。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** String

**16.1.2 Average (平均狀況)**：在一般平均狀況下的複雜度。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** String

**16.1.3 Best (最佳狀況)**：在最佳狀況下的複雜度。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** String

**16.2 ADT(抽象資料型態)**：此元素描述某資料型態的抽象資料型態( Abstract Data Type) 構成元素。

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** Container

**16.2.1 Storage-Structure (儲存結構)**：

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** Container

**16.2.1.1 Element (組成元素)**

**Multiplicity:** 1 or more

**Data Type:** String

**16.2.2 Operation-Functions (操作函式群):**

**Multiplicity:** 0 or 1

**Data Type:** Container

**16.2.2.1 Operation (操作函式)**

**Multiplicity:** 1 or more

**Data Type:** String