

# 第一章 緒論

在數位時代中，資訊無所不在，且以豐富多樣的形式呈現，尤其網路超連結的特性，讓資訊的脈絡更加複雜，常常令網路學習者在進行學習時，面臨不知身處何地且何去何從的困境。主題地圖是以主題為集合體的道路指引，學習者透過教育資源數位圖書館中的教學主題地圖進行學習，可以很清楚地看到學習知識領域的內容與途徑，尤其在新興知識興起之初，領域知識體系尚未發展成熟，相關資訊雜陳各處，主題地圖清楚明確的指引更顯重要。

本章緒論計有五節，包括教育資源數位圖書館教學主題地圖研究的動機與目的、研究內容、研究方法與進行步驟、研究範圍與限制、論文架構五大面向，以便對本論文研究整體之內涵做一簡要的提示與說明，並提供讀者閱讀的指引。

## 1.1 研究動機與目的



隨著網際網路普及率的持續提升，與線上出版機制的簡單易用，網路資源呈現爆炸性的成長現象，一個全球資訊網路已然成形，網路也成為學習的利器之一。但是過多的網路資訊，是否契合使用者的需求？搜尋工具是否能將使用者真正想要的資訊囊括在內？面對網網相連、龐雜而分歧的資訊，相信帶給學習者的只是更多的迷惘與不安；氾濫而無法吸收的資訊反而更容易引發學習者的資訊焦慮。

對於一門學問而言，其領域知識的發展，往往是學者藉由專業的論文、期刊等發表的研究成果，陸續彙編整理而逐步建立的。隨著該領域知識的普及與專業共識的形成，才得以有符合教學需求的專門書籍，供教師及學習者參考。

而新興知識在興起之初，百家爭鳴的結果在現今的網路時代中，固然產生豐富的網路資源，但是由於領域知識未臻成熟，多具有體系整理

上的分歧性、完整性與擴充性等問題，往往造成學習者對其資料掌握上的困難。尤其當教師在面臨將新興知識導入教學需求時，一方面要學習新興知識，另一方面要及時吸收並轉化為教學的教材教導學生，同時做好學習者與教師的角色，無疑是一大挑戰。因此，如何有效地應用數位資源成為教學及學習資源、增進學習的效果，以加速對重要新興領域第一手資料的普遍傳播與廣泛吸收，實為一門新興學問在教學與學習上的重要課題。

教育資源數位圖書館不僅是知識的寶庫，對於新興知識的學習而言，除了蘊藏豐富的教育資源外，也提供有系統、高效率的檢索機制，因此是學習的最佳場所。但是如果能夠在既有的資訊傳播基礎上提供數位學習的環境，利用工具，將知識具象化，並且運用新語言加以描述，讓新興知識更清楚地呈現，此新興知識將更容易入門。

因此，本研究主要探討以協助教育為宗旨的教育資源數位圖書館，對教師在導入新興知識教學時所能提供的協助與效益，並提出一個主題化的知識學習參考架構，藉由標準化的工具與技術，結合圖書館、教師及學習者三方面的努力，共同促進有效的學習。

另一方面，面對新興知識的學習，目前之教師與學習者多缺乏有系統的機制，分別向全球資訊網、圖書館或資料中心等處搜尋資訊，如圖1-1所示。因此，整合並規劃教育資源數位圖書館提供教師與學習者快速學習與吸收新興知識的資源平台，有效組織與整理教學資源，並提供簡易便捷的介面，讓教師能夠迅速地找到所需的資訊，學習並設計教案教導學生，以減輕教師在設計教案、學習新興知識及教導學生時可能產生的負擔。同時，允許教師將設計完妥的教案回饋至圖書館館藏，整合後的新知識亦得以被重複使用，達到合作學習與資源分享的目標，乃本研究最主要之動機與目的，其概念如圖1-2所示。

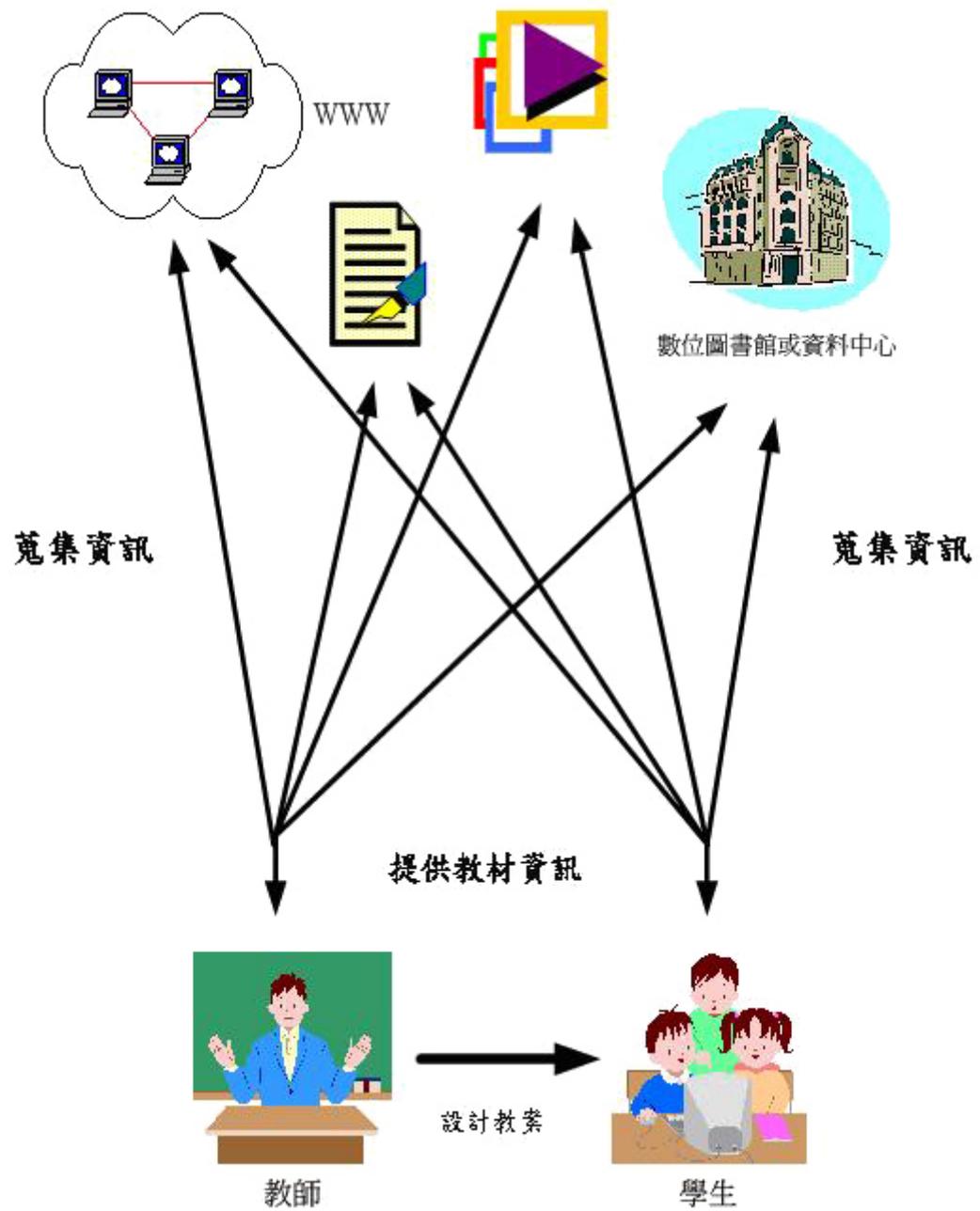


圖1-1 教學資訊搜尋示意圖

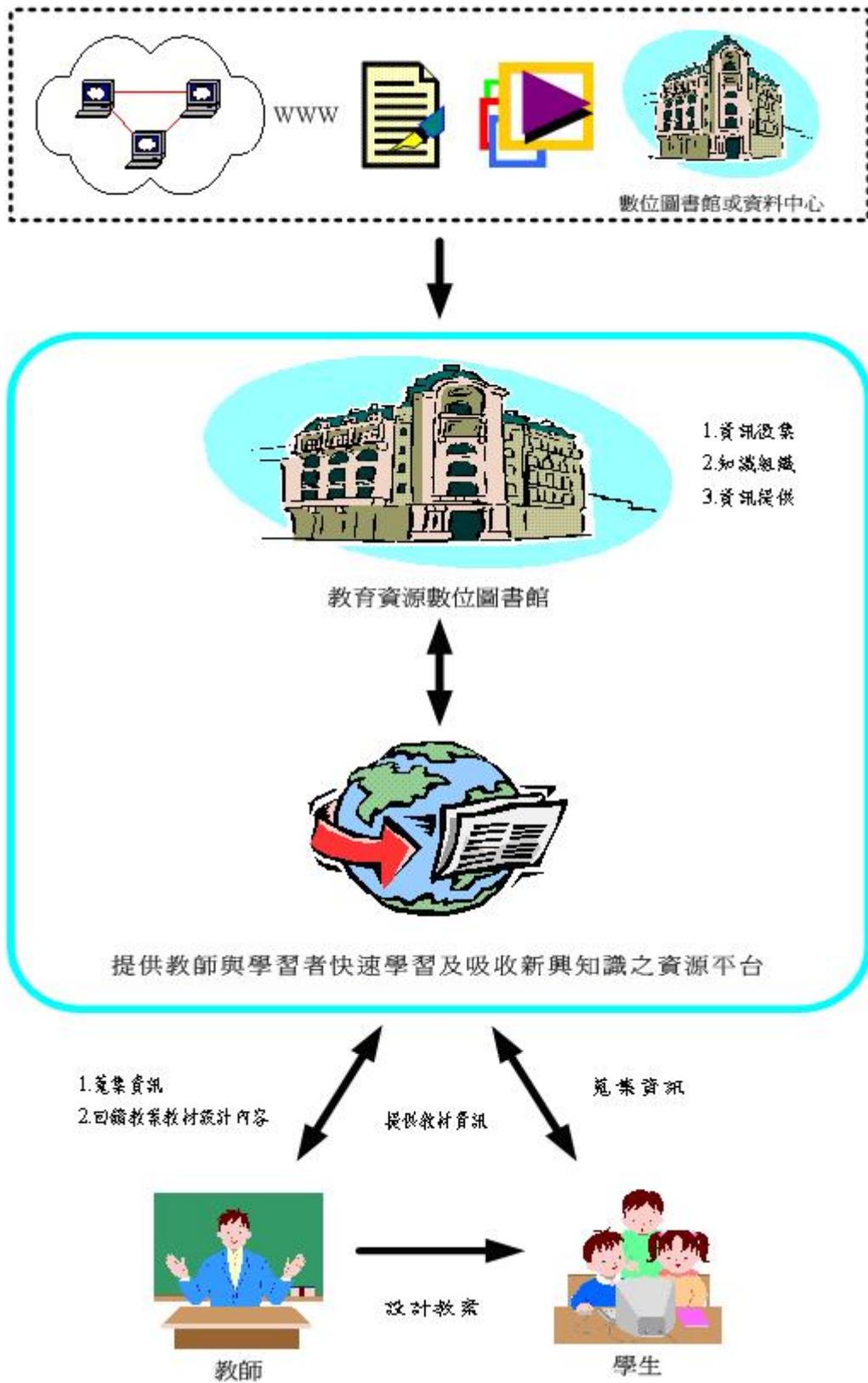


圖1-2 教育資源數位圖書館提供新興知識資源平台之概念圖

## 1.2 研究內容

本研究以教育資源數位圖書館協助奈米新興知識領域內K-12教師設計教案為例，建置一處讓教師與學習者皆能有效學習新興知識的環境，並協助教師設計教案，減輕教師教學之負擔，主要內容包括：

1. 探討新一代網路數位學習的方式；
2. 分析教育資源數位圖書館與數位學習的關係；
3. 探討教師面對新興知識導入教學時，扮演的角色，以及教師學習新興知識並轉化成淺顯易懂的知識傳授給學生；
4. 探討教育資源數位圖書館如何進行館藏資源知識的組織與整理；
5. 研擬以何種方式建置某一知識領域的知識管理工具，以提供教師及學習者較整體性與關聯性的資源；
6. 規劃教學知識管理及學習系統的模式，提供教師檢視教材資源的內容與結構，並得視不同的對象、主題、教學活動、教學方法等層面彈性地選擇、編輯適用的教材，設計教案並提供學生學習的機制。

## 1.3 研究方法與進行步驟

### 1.3.1 研究方法

地圖是圖形資料的一種，主要作為描述地球表面空間事物的工具。雖然地圖的種類，可以依用途、製作方式等因素而呈現不同的面貌，但是地圖具有直觀性、一覽性和可量測性的特點，通過地圖量測，可獲得定位、定量的數據，利用地圖的指引，使用者皆得以迅速、精確地獲得所需的資訊。近年來，人們在日常生活的各方面也相當倚賴地圖，諸如交通路線圖、旅遊地圖等都已是生活中不可缺少的工具。

主題地圖 (Topic Maps) 是一種有效進行知識組織與管理的工具，由主題 (Topic)、關聯 (Association)、資源指引 (Occurrence) 組成，透過網路超連結 (Hyperlink) 的特性，除了提供相關主題間的瀏覽 (Navigate) 與探索 (Explore) 功能外，亦可直接連結到所需資料的所在之處，而不會跳出主題資訊的組織架構。

本研究藉由主題地圖技術進行目標知識空間的主題化與組織化，並結合教師設計教學內容的需求，提供規劃教學內容的參考與檢視教學內容的功能。

在目標知識空間的主題化與組織化方面，首先從教育資源的內容分析開始，參考相關的特定知識組織架構，進行主題化的解析、整理與組織，建立目標知識空間的主題地圖，以呈現目標知識空間的整體面貌與架構，方便教師對知識內涵的學習與探索。

在結合教師設計教學內容的需求方面，藉由課程組織參考架構的建立，進行與目標知識空間相關主題的連結，以瞭解課程發展所需的涵蓋項目，協助教師設計與檢視教學內容的完整性及適切性，以利於教學目標的達成。

關於主題地圖應用於教學內容的安排上，對於主題間的關聯呈現，除了考量領域知識的內容 (Content) 之外，在教學安排的情境 (Context) 方面和在主題間關係的結構 (Structure) 方面，也一併加以考量。主題地圖應用於本研究之項目如表1-1。

表1-1 本研究主題地圖應用之項目

研究方法	主題地圖
應用項目	資訊的徵集 (教案合併的機制)
	知識整理 (主題分析、組織與整理)
	教學內容規劃 (教案)
	檢視教學內容 (教案)

### 1.3.2 進行步驟

本研究之進行步驟共分成界定主題、文獻蒐集與探討、教育資源數位圖書館教學主題地圖模式的建置、主題地圖實作、實作評估、結論與未來發展方向六大部份，各階段重點工作如下（請參考圖1-3）：

1. 界定主題：在觀察新興知識發展初期（如奈米科技）產官學界積極推廣新興知識之現況後，發現如能結合教育資源數位圖書館豐富的教育資源及主題地圖有效組織與整理知識的工具，新興知識將更容易推廣至普羅大眾。
2. 文獻蒐集與探討：確定研究的方向後，為掌握更新、更正確的資訊，因此就教育資源數位圖書館、學習理論與數位學習、主題地圖及其相關工具等面向，進行文獻的蒐集與研讀，以輔助本研究工作所需之資訊。
3. 教育資源數位圖書館教學主題地圖模式的建置：此階段配合教師的立場思考，以協助教師設計教案為例，規劃及建置教育資源數位圖書館教學主題地圖的模式，提供新興知識學習的有效方式。
4. 主題地圖實作：為印證教學主題地圖確實可行，因此進行教學主題地圖的實作。本階段以「中北區奈米科技K-12教育發展中心」為實作的主體（典型的新興知識發展初期之教育資源數位圖書館），並進行實作內容的設計、主題地圖工具的選用、教材內容資料的分析、教案TAO的訂定及主題地圖的實現。
5. 實作評估：為詳細說明教育資源數位圖書館建置教學主題地圖，確實提供教師與學習者對新興知識學習的助益，本研究有別於傳統的方式，從數位圖書館、學習理論及使用者三大面向，進行實作的評估分析與探討。
6. 結論與未來發展方向：此階段具體說明本研究之成果與貢獻，並建議未來教學主題地圖相關研究工作的發展方向。

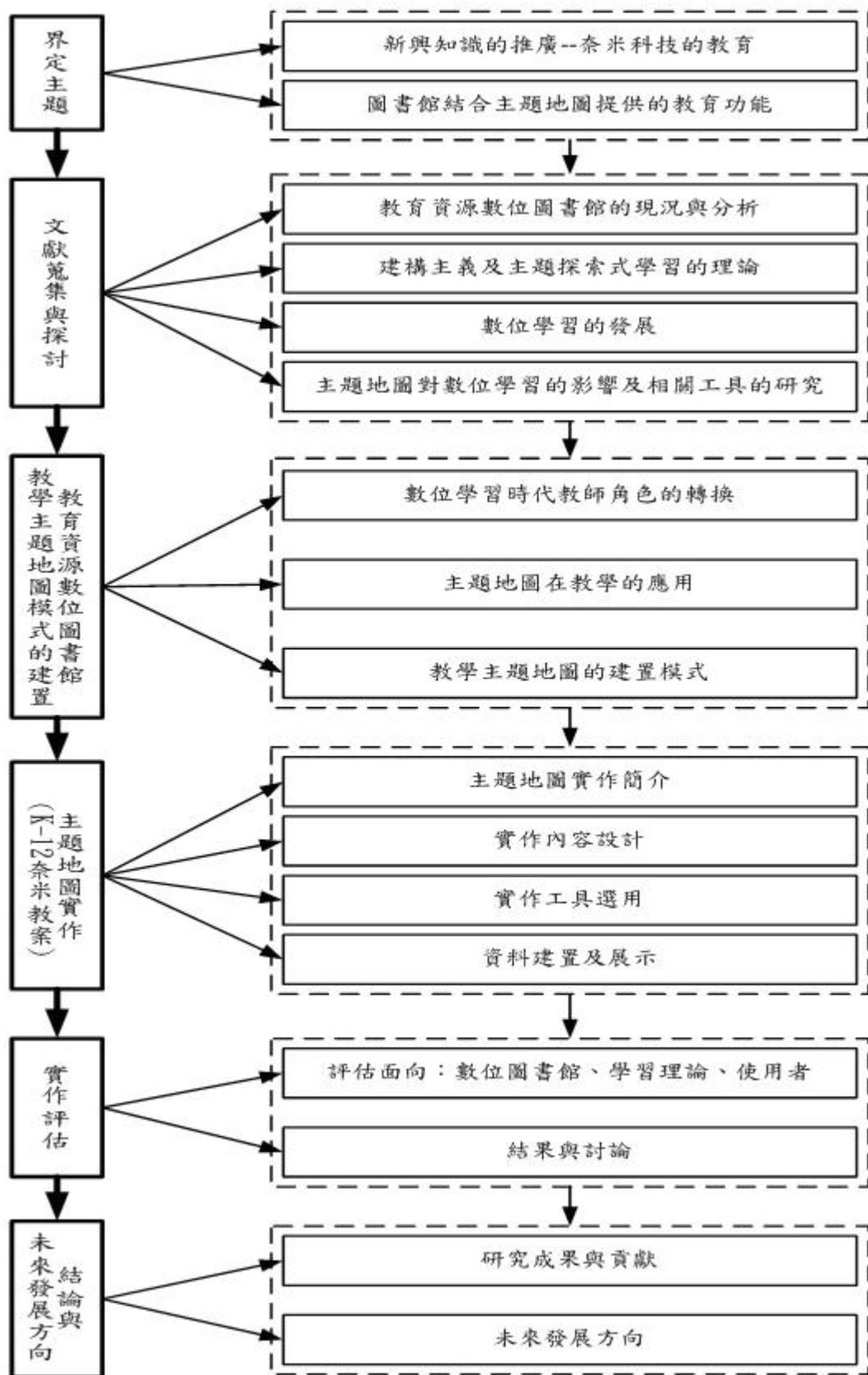


圖1-3 主題地圖應用於教育資源數位圖書館之研究進行步驟

## 1.4 研究範圍與限制

K-12教師無論其本身是否具備某一領域之科學知識，面對新興知識（如奈米科技）導入課程時，對教師本人而言，兼具學習者與教師的雙重角色。另一方面，為了讓K-12學生能夠了解深奧的新興知識，教師必須將學習之知識，轉化為淺顯易懂的知識、融入課程教材，並配合適切的教學法設計教案教導學生，此項使命更加重K-12教師之教學負擔。因此，本研究以協助K-12教師設計奈米教案為出發，結合教育資源數位圖書館（中北區奈米科技K-12教育發展中心）之網路資源，透過主題地圖的機制，讓教師能便捷有效地找到所需資訊，編製奈米教案。

然因個人資源有限，本研究選定奈米科技中與生物相關之文獻進行主題地圖的實作。

## 1.5 論文架構



本論文共分為六章，第一章為緒論；第二章介紹與本論文相關之研究文獻及給予的啟發，包括教育資源數位圖書館、建構主義與主題探索式學習、主題地圖及其對新興知識學習的協助；第三章為教育資源數位圖書館教學主題地圖之建置模式，從教學主題地圖的核心人物—教師在新興知識教學時所扮演的角色出發，說明主題地圖對新興知識教學的應用及提出教學主題地圖的建置模式；第四章即為加值的結果：K-12奈米教案主題地圖系統實作，包括系統概要、主題地圖相關工具、實作工具之選用、教材內容資料分析、教案TAO的訂定與主題地圖的實現；第五章為實作評估，從數位圖書館、學習理論及使用者的觀點進行分析與討論；第六章結論，為本研究做一總結，說明研究的成果、指出遭遇的限制並對未來的發展提出個人具體的看法。

## 第二章 文獻探討

本章主要說明與本論文相關之研究文獻及給予的啟發。教育資源數位圖書館是知識的寶庫，在終身學習的時代中，具有重要的意義。而學習首重動機，建構主義與主題探索式的學習旨在導引學習者對知識的好奇心，從而開啟學習者發掘與探索知識海洋的門鑰。因此本章從現行教育資源數位圖書館積極發展終身學習的現況出發，透過網路數位學習的理論，解釋主題地圖的意涵及圖書館運用主題地圖的機制對新興知識數位學習提供的協助，並藉以闡釋本論文相關的研究工作。圖2-1則說明與本研究相關重要文獻之分佈領域。



圖2-1 與本研究相關之文獻領域分佈圖

## 2.1 教育資源數位圖書館

身處網路發展蓬勃之際，無論是教師或是學習者都愈來愈仰賴網路去尋找教學或學習資源。在全球化終身學習的倡導與推動下，更促進網路學習的發展。聯合國教科文組織Institute For Information Technologies In Education (UNESCO IITE) 在2003年“Digital Libraries in Education”之分析調查報告中指出，終身學習主要強調“Learning to learn”(學習如何學習)，尤其面對持續發展的知識經濟環境，持續的更新與發展新知識，更是知識工作者必須具備的能力。

而教育資源數位圖書館(Digital Libraries in Education, 簡稱DLEs)正沿襲數位圖書館對資訊有系統的蒐集、組織與提供服務的經驗優勢，依據支援教育之特定目的，因此在提供服務的對象與功能上較一般的數位圖書館更具有教育專業社群的特性與數位學習的意義，足可稱為是提供終身學習的最佳機構。誠如聯合國教科文組織IITE報告指出，教育資源數位圖書館結合數位圖書館及數位教材的生產與傳播，促進教師培訓機構及教師脈絡的新形態(Foster new forms of networking between teacher-training institutions and teachers, using digital libraries as well as production and deployment of digital educational materials.)。圖2-2顯示，教育資源數位圖書館不僅是一般學習者進行資料蒐集、專題研讀的最佳環境。對教學者而言，除了提供新知識學習的平台外，教學者更可透過此平台提供的豐富教育資源做為教材內容，設計教案，與社群進行分享及討論，回饋教案內容並納入館藏資源。

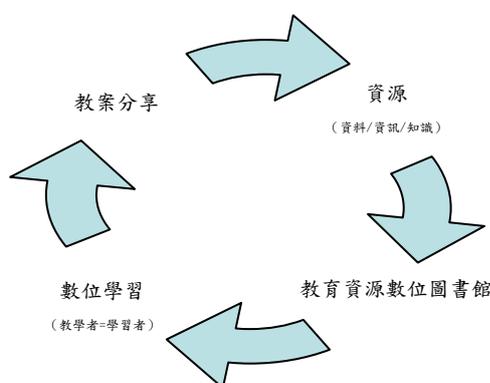


圖2-2 教育資源數位圖書館與教師之關係

## 2.1.1 定義與功能

教育資源數位圖書館顧名思義就是具有教育目的或內涵的數位圖書館，根據美國數位圖書館聯盟（American Digital Library Federation）對數位圖書館的定義，數位圖書館乃是擁有相關資源（包含軟硬體設備、網路、專業人士等）以執行下列任務的機構：對數位形式的館藏進行挑選、組織、提供使用、解釋、傳播、保持完整性、長期保存等工作，並使這些數位形式的館藏能為特定讀者群快速且經濟地運用。〔Cleveland, 1998〕

一般將數位圖書館界定為：在網路上建立並儲存大量的數位化多媒體資訊，提供高效率、高效能且一致性的資訊查尋及檢索功能，並滿足個人需求的資訊服務〔陳昭珍，2000〕。陳雪華等人〔陳雪華等，1998〕則認為數位圖書館發展的主要目的為：文化保存、學術研究及教育學習。也即是數位圖書館以數位化的方式保存及整合人類珍貴的文化遺產，透過網路讓使用者得以便利且迅速地找尋所需資訊，並擴展數位資源的運用，提供教育學習內涵。

教育主題網站主要指建設主體是專業教育機構（學校、研究所等）、其他專業知識機構、教師個人或其他個人的教育網站。此類網站針對特定人群、特定主題、完成特定資訊的搜尋與提供、組織與發佈，或提供互動學習的平台。此與數位圖書館的功能非常接近，因此教育資源數位圖書館可定義為：『蒐集與建立教育性質或目的之數位資源，且包含一個平台，能對這些資源做有效地組織與管理，並透過網路的傳播，提供使用者快速學習及應用』。

## 2.1.2 國內外現況

由以上定義發現，教育資源數位圖書館數量繁多，範圍很廣，難以有效地描述。有將教育主題網站分成互動學習、教育科研、專題資源及綜合四大類，但是由於分類係各述其表，很難有統一的定論。暫不論其分類方法是否適切，本研究僅從台灣教育資源網介紹出發，兼及歐美方

面的發展現況，以體會教育資源數位圖書館的內涵。

台灣教育資源網〔台灣教育資源網，2006〕是台灣教育資源的入口網站，主要介紹國內外的教育資源網站，協助教師及社會大眾收集與善用網路上之教育相關資訊。網站主要分為一般教育資源、在職進修資源、學校體系資源、相關網站資源及網路讀書資源等。在一般教育資源項下，又細分為共同教育、科學教育、人文教育、縣市教育、兒童教育、特殊教育、生命教育、親職教育、遠距教育、及國外教育等資源。共同教育資源，包括政府教育單位、公立教育資源、圖書館、其他教育資源、教育資訊及工具網站；科學教育資源涵蓋數學、生物、化學、物理、資訊等科學領域的網站；人文教育資源包括博物館、文化中心及人文藝術等網站；縣市教育資源則連結至各縣市教育網路中心；兒童教育資源為幼教相關的教育資源網站；特殊教育資源係與特殊教育相關的教育資源網站；生命教育資源即生命教育相關的教育資源網站；親職教育資源為親職教育相關的教育資源網站；遠距教育資源則與遠距學習相關的教育資源網站；此外，台灣教育資源網亦蒐集國外重要之教育資源網站，涵蓋地區包括美洲、歐洲、亞洲及其它地區。

雖然網際網路上的教育資源絕不僅於此，且有持續擴增之勢，但是從台灣教育資源網站的分類與連結，可以很具體地看到教育資源數位圖書館的輪廓與內涵。

在幼稚園至中學教育K-12網路資源方面，我國教育部為落實學科整合的全人教育，配合行政院「挑戰2008國家發展重點計畫—建構數位化學習內容」，結合各領域學者專家、中小學老師、業界、社教館所及民間團體，建置生命教育、自然生態、科學教育、健康醫學、歷史文化、人文藝術等六大學習網站，讓學生在科技時代能具有人文情懷，養成主動學習、創意學習、合作學習等正面的學習態度。

六大學習網除了具備資料上傳、全文檢索、討論、公告等共通性網站基本功能及各領域相關的知識內涵外，亦結合該領域特色，發展出人

與人、人與社會、人與自然為主軸的學習活動，並利用資訊科技與網路來紀錄、分享學習歷程與心得。其中最特別且最具教育意義的，則是六大學習網亦設計各種不同「做中學」的活動教案，讓學生都可以透過網路的教材與學校所學結合，建構優質的數位化學習內容。透過此學習網，學生可進行學習資源的蒐集、自我學習，提供教師教學的參考。教師亦可透過此平台，將教材、教案等教學活動上傳，經過一定的審核程序成為各學習領域之教學資源，並讓學習者或教師在此一平台上進修或擷取所需資訊。〔教育部，2006〕例如在自然生態學習網中，提供九年一貫自然生態教學之專題教案及教案素材，包括照片、影片、動畫等。而科學教育學習網則提供科學教學資源與輔助科學學習，初期以協助教師發展教學模組、趣味實驗、探究式實驗等，並有學習討論園地。

中國大陸中小學教育教學網於1999年開始營運，是中國大陸的基礎教育網站。主要對象為中小學生、教師及家長，該網站目前提供教育新聞、教師頻道、學生頻道、家長頻道、教育教學資源交流平臺、教育論壇和各學科論壇、教師個人專輯、雜誌網上空間、學校與教師免費主頁空間、免費電子郵件等大量服務。其目標為建設成中國基礎教育領域中最具影響的網上教育資源、資訊、研究、學習交流中心及教育電子商務平台。〔中國中小學教育教學網，2006〕

美國密西根大學Digital Library實驗計畫「The UMDL Prototype System」亦包含「K-12 Teaching and Learning Materials」，此教學區專為6至12年級的學生所設計，提供以地球與太空科學為主題的UMDL線上全文教材及相關資源引介。此系統亦規劃內容豐富的教學區，並由密西根大學提供。除了計畫綜覽外，教師專區亦提供教師使用UMDL及MYDL（Middle Years Digital Library）的方法，協助教師獲取許多在教學上有用的資訊。〔劉韋松，2006〕

美國著名之教育資源數位圖書館—美國國家科學數位圖書館（National Science Digital Library，NSDL），是一座支援所有層級科學教育的數位圖書館，主要目的為提供高品質的教育資源與工具，以支援科

學、科技、工程、數學（STEM）方面各層次教育的教學與學習的創新，並提供最好的資訊協助一般民眾進行學習。NSDL對於其他數位圖書館、國家科學基金會贊助的計畫、NSDL評鑑的網站、STEM方面的館藏加以蒐集並提供組織化的檢索。館藏資源包括影像、影片、聲音、動畫、軟體、資料集、期刊文件及教案等課程文件檔案。此外，NSDL亦提供搜尋、瀏覽、諮詢、新聞報導及線上社群討論的服務。

美國地球系統教育數位圖書館（Digital Library for Earth System Education，DLESE），主要藉由教育者、學習者及科學家共同的努力，以增進有關地球系統各層面教學與學習的品質、數量及效率。DLESE以下列的途徑支援地球科學教育：高品質教育資源館藏的檢索、地球資料集、影像集及相關使用工具與介面的檢索、教育資源的有效創造、使用及分享的支援服務、促進互動及合作的通訊網路的支援。館藏資源包括教案、地圖、影像、資料集、視覺化顯示、評估活動、學程及線上課程等。

美國網路論文數位圖書館（Networked Digital Library of Theses and Dissertations），目前已有228個會員，其中包含199所大學參與。主要藉由大學生及研究生論文的電子化，使學生瞭解電子出版與即時可得的數位圖書館內涵，並應用於研究及電子化論文的遞交，提供學生參與學術工作的經驗。

歐洲方面如The Distributed National Electronic Resource and the hybrid library（UK），主要的目的包含策略性教育及學習材料、國家資源的建立；社群資源架構的建立；以及對全球資源館藏的發現、架構及建立。其館藏資源包含學術性期刊、課本、摘要、手稿、地圖、樂譜、靜態影像、地理資料、動畫、聲音多媒體等型態，並透過各種通訊協定，如Http、Z39.50、LDAP、OAI處理這些館藏，以提供更多的服務。

儘管各國教育資源數位圖書館，各有支援不同的教育目的，或不同的服務對象，但其蘊含的意義，正如同發揮NSDL首頁所揭示—「探索」、「分享」、「學習」及「創造」的精神。〔NSDL, 2006〕

### 2.1.3 教育資源數位圖書館與數位學習之發展

亙古以來圖書館一直是人類知識最大的收藏中心，是知識的海洋，蘊孕著無窮無盡的資訊，及至網路數位時代這項使命仍然未改變，只不過館藏由平面印刷改為電子多媒體載體的型態，傳播媒介由人工轉變為電腦與網路。

數位化圖書館，配合高速廣域的網路，以及高性能電腦終端設備，打破傳統教學的迷思，學習者在任何地點、任何時間皆得透過網路直接享受到數位圖書館豐富的知識內涵與親切的服務，因此數位圖書館不僅是數位學習最佳的資訊倉儲中心，面對網路網網相連資訊供給模式的衝擊，圖書館再也不能默默地躲在角落蒐集資訊、整理資訊及提供資訊，而是積極主動地將資訊增值，將資訊管理轉變為知識管理與發展，成為提供學習者知識的教學資源中心，而學習者與知識的互動將徹底改變。

即使處於網路時代，圖書館傳統以來提供教育的宗旨依舊不變。從美國學術與研究圖書館學會（Association of College and Research Libraries, ACRL）1998年的服務指南可以看出，圖書館即使在面臨數位化學習的衝擊之下，仍然與服務傳統校園教育的目標一致。〔陳昭珍，2003〕然而Lone Jensen與Karen Harbo分析圖書館與數位學習相關工作時，提到圖書館可以擔任數位學習推廣者的角色。在數位學習領域中，圖書館難道只是推廣者的角色而已嗎？

從實務工作來看，數位圖書館已從傳統圖書館文獻徵集的角色轉變為將館藏進行創意增值、創造知識的機構；傳統圖書館將資訊分類編目加工的工作，數位圖書館也透過新一代詮釋資料的標準及工具，組織整理資訊並產出隱含的知識；行銷理念加入後，資訊的提供從被動轉變成

主動性的服務；而數位圖書館更希望成為知識的入口網站，提供數位學習平台，因此，數位圖書館就是數位學習的主體，是知識內容，也是知識的提供者。傳統數位圖書館與結合數位學習後之教育資源數位圖書館其知識服務模式彙整如表2-1、表2-2。

表2-1 傳統數位圖書館知識服務模式

任 務	工 作
蒐集資訊	依照館藏發展政策蒐集相關資訊
組織資訊	圖書館技術服務：分類、編目、編製索引、摘要、索引典、標題表等工具（知識組織）
提供資訊	圖書館讀者服務：提供線上檢索及借閱服務（知識推廣）

表2-2 結合數位學習後之教育資源數位圖書館知識服務模式

任 務	工 作
蒐集資訊	依照館藏發展政策蒐集相關資訊
組織資訊	圖書館技術服務：分類、編目、編製索引、摘要、索引典標題表等工具（知識組織）
提供資訊	圖書館讀者服務：提供線上檢索及借閱服務（知識推廣）
<b>創造資訊</b>	<b>圖書館：提供線上檢索、借閱服務外，圖書館本身就是數位學習的主體，提供數位學習的介面、軟體、硬體及教學成品（知識產出）</b>

另一方面，由於數位學習的學習者具有主動性，而主動式學習所隱含的，是學生不再自我侷限於教學者所提供的資源上，而是自行搜尋及組織新材料，以持續性地解決問題及開發自己的能力。教育資源數位圖書館則可視為是一個資訊空間，學習者可以智能性的遊走其中，遭遇新的資訊，並藉由與教學者和其他同儕的合作，以瞭解其含義。

以傳統的教育資源圖書館（如學校圖書館）來看，通常其所蘊含的教學資源包括課本、課程材料、儀器、樣本、掛圖等用具，以及教師自行蒐集的，或其他教師與學生所分享的教學工具。一般而言，這樣的資訊空間歷經逐年的建構包含了教學所需要的內容。

而教育資源數位圖書館，在傳統教室資源過度侷限的資訊空間，與過度開放且不可靠的網路資訊空間中，提供一個中間地帶，藉由內容的控制來達成資訊來源出處及可靠度，以及開放式的遞呈，提供超越教師個人或學校系統所可預見或選擇的豐富材料。

Raganathan在圖書館五律中提及「圖書館是一個成長的有機體」(Library is a growing organism.)，圖書館結合數位學習後更能體現其意義。

## 2.2 建構主義與主題探索式之學習理論



教育資源數位圖書館在規劃進行數位學習功能之前，應考量採用合適之數位學習理論。而建構主義之學習理論，認為知識的理解過程與方式是由學習者自行建構出來的，教學不單單是傳授知識的過程，而是幫助學習者從他們自己的經驗中建構出專屬於自己意義的知識。

認知心理學家David Ausubel [ Ausubel, 1963、1968、1978 ] 認為，教學就是幫助學習者進行有意義的學習活動。因此學習者必須自己去發現知識的意義，將其融入原有認知結構中，經過學習者的整合與融會貫通後，就能產生有意義的學習。Ausubel強調教學應先組織學習者所要學習的知識，將高度抽象與概括化的教材作簡要的提示，並將所教的觀念與先前所學的觀念整合起來，以便融會貫通後產生有意義的關聯。

由此可見，建構主義理論的學習方式，強調學習者在認知過程中必須具備主動性與建構性。學習是一種認知建構的過程，新資訊與學習者

的昔日知識產生關聯之後，透過外在刺激，學習者重新整理與調整既有知識，並與新刺激加以統合後，形成新的知識。

網路學習中普遍使用超連結的方式，提供學習者非線性的瀏覽並進行資訊的蒐集。而全球資訊網的發展，配合多媒體的運用，教師可以透過文字、圖形、聲音、影像及動畫等多種形式安排教學內容。這些生動活潑的教材，吸引學習者，使其對學習的目標感到興趣，進而產生動機，主動搜尋相關資訊，而不侷限於事先計畫好的教材當中，因此網路學習除了培養學習者解決問題的能力與自行建構知識外，也可提升學習的效果。〔鍾宜智，2001〕

主題探索式的學習是一種應運網路發展的學習理論，主要強調學習的活動應以主題為導向，學習主題的規劃與學習環境的設計須能配合學習者的生活情境。學習者以某一研究主題，深入探索，經由實際的參與，解決生活中的問題，因而使學習者對學習主題產生深刻的認識與了解。而知識則於真實的社會情境中經由探索學習逐漸建構而成，學習者使用學習輔助工具去探索相關概念及知識，完成學習任務且呈現具體之學習作品。

一般而言，主題探索式學習的路徑如下〔張家全，2001〕：

- Step 1：確定學習主題，進行階段性的教學，建置主題知識庫；
- Step 2：就學習主題，進行階段性的教學設計，建造主動、自主的學習空間；
- Step 3：提倡「獨立探索」與「合作研究」的學習模式；
- Step 4：提高查詢、獲取、整理、處理、儲存及表達資訊的能力；
- Step 5：鼓勵學習者發現較複雜、較深層的問題；
- Step 6：幫助學習者就學習主題，建立一個相關的概念體系框架；

Step 7：鼓勵學習者進行自我評量，實現自我回饋機制；

Step 8：提供學習者充分技術環境的學習。

由於主題探索式學習強調學習環境應該是學習者可以在其中進行自由探索和自主學習的場所，亦即提供一個充分的技術環境，讓學習者自主地應用技術，而非學習者經常看到教師的操作，所以學習者學習的過程不須受嚴格的控制，而是盡力去開發及利用學習環境。

因此，主題探索式的學習較不強調學科教材的記憶與認知，而強調合作學習活動的重要性。它以單一主題探索為導向，呈現問題為開始，引導學習者於人際之間的互動中解決問題。在網路主題探索學習活動中，學習者猶如一位探險家，與一群各自擁有專長的探險老手，在網際網路中做知識探索、討論、交流、分享、解決問題，此探索過程即是建構知識的基礎。因此，主題探索式學習能發揮網路特性，並廣為教育界採用，為網路課程設計的新典範。〔林奇賢，2004〕

聯合國教科文組織Institute For Information Technologies In Education〔UNESCO, 2003〕對全球化的學習環境提出下列幾點的願景，正是主題探索式學習的最佳寫照：

- 1.以學習者為導向；
- 2.進行互動及動態式的學習；
- 3.透過合作的方式共同解決真實世界的問題；
- 4.由學習者自己決定個人的學習路徑；
- 5.強調培養資訊素養的技能，以達到終身學習的目的。

由此得知，主題探索式的學習讓學習者在學習的過程中，不再只是被動的接受知識，而是主動地參與學習。另一方面，教師也不再是知識來源的權威象徵，而是學習的協助者，以及提供學習的輔助者。

## 2.3 主題地圖

在新興知識的教學中，利用主題地圖組織圖書館的教育資源，除了可以提供資源內涵的輪廓與各主題間的關聯外，更可以提供學習資源的多重面向。而學習資源的多重面向正是提供學習者或教學者個人化學習的基礎，因此適當發揮主題地圖的特性，提供適性化的學習環境或工具，將開啟新一代的學習模式。

主題地圖透過主題間的關聯與資源指引，開啟網路學習資訊的衛星導航系統，讓教學者與學習者得以在浩瀚的知識海洋中，依照自己的興趣主題進行知識的瀏覽與探索，並可建構出專屬個人意義的知識。

### 2.3.1 源起與定義

最早提出主題地圖的概念是W3C，並由國際標準組織SGML委員會負責開發，主要目的為實現索引和辭典建構過程的形式化。隨著ISO/IEC 13250：2000國際標準定義Topic Maps完整的模型，採用ISO 10744：1997 HyTime的標準來定義Topic Maps的語法，因此又被稱為HyTM。主題地圖雖然比XML早出現，但是因為XML與Web的發展迅速，於是產生XML Topic Maps，亦即XTM。XTM是由Topic Maps Org負責訂定，以ISO/IEC 13250模型為基礎，定義XML語法，並規範只能透過URI來實現。2002年修訂第二版，即ISO/IEC 13250：2002，同時包含HyTM和XTM兩種語法。

主題地圖由原來基於合併不同索引的需求，發展到為傳統紙本式索引、目次、辭典、索引典、參照等電子式導覽工具，並以SGML或XML描述知識結構與聯繫至相關的資訊資源，並藉由“主題”及“連結相關資訊集”來達成知識探索的目標。

因此主題地圖可以說是一種標準化(ISO/IEC 13250:2002)的索引及資訊架構方法。它定義了一個以“屬性—值”對的集合為特色，透過Association建立彼此的關聯，與藉由Occurrence連結至資源出處的多面向

主題空間。主題地圖在資訊物件集上產生一個抽象層級，為資訊物件的索引作適當的安排，因而架構出此類物件的空間，允許使用者有意義的瀏覽、查詢（Search）與檢索（Retrieval）。〔de Marchi et al, 2005〕

主題地圖在描述資訊資源與知識結構時，除可以定位某一知識概念的資源位置外，也可以表示知識概念間的相互聯繫。而事物往往具有某些特徵，例如名稱、位置、存在於特定範圍及與其他事物之關聯等，這些事物對主題地圖而言就是一組主題。這些主題同樣也是其本身特徵的集合，最基本的特徵包括主題名稱、資源指引及與其他主題的關聯。因此主題地圖就是由主題（Topic）、關聯（Association）及資源指引（Occurrences）組成的集合體（TAO）。

### 2.3.2 架構分析（TAO）

主題地圖的架構（TAO）由下列三個部分組成：

#### 1. 主題（Topic, T）：



主題是主題地圖構成的基本元素，可以表示任何事物或物件的名詞，若主題表述的概念被形式化後就是所謂的標題（Subject），例如“理察·費曼”（人名）、“顯微鏡”（物件名）等。主題可以有其特定類型，“主題類型”和主題間的關係是“類—例”（Class-Instance）關係的典型代表。在一個主題地圖中，任何主題都是零個或多個“主題類型”的實例。例如，主題“蓮花效應”是主題類型“自然界的奈米現象”的實例，而“理察·費曼”則是《別鬧了，費曼先生》一書“作者”的實例。同時，“主題類型”本身也被當作主題來定義，如前述之“自然界的奈米現象”、“作者”本身就是主題。

原則上為了稱呼方便，主題有自己明確的名稱，但是主題也與其他事物一樣，可以具有多個名稱，以便可以被用於不同的上下文環境中。主題地圖的標準並未將所有主題可能用到的名稱都羅列出來，只是選擇

幾個具有代表意義和特殊用途的名稱納入規定，包括基本名稱（Base Name）、顯示名稱（Display Name）和排序鍵值（Sort Key）。其中基本名稱是必須存在的，而顯示名稱和排序鍵值可根據實際需要設置，但是主題地圖不容許在同樣的環境中出現兩個不同的主題具有同樣名稱的情形發生。

## 2. 關聯（Association，A）：

關聯是主題地圖中最有價值的部分。主題間的關聯是描述兩個或多個主題間相互關係的聯接元素。例如，“理察·費曼”與“別鬧了，費曼先生”這兩個主題間的關聯就是“理察·費曼撰寫了《別鬧了，費曼先生》”。此外，主題的關聯完全獨立於任何資訊資源，即“理察·費曼撰寫了《別鬧了，費曼先生》”，其資訊本身就是有用的知識，這也正是主題地圖與傳統主題索引的區別之處。主題地圖與資訊資源分離，使得同一主題地圖可以被用於多個不同的資訊資源，如同一個資訊資源可以擁有多個主題地圖一樣。

關聯亦具有不同的類型，例如前述提及的關聯，歸類為“作者與作品”的關聯類型或“理察·費曼”與“《別鬧了，費曼先生》”是“故事集”的關聯類型。和主題類型一樣，關聯類型本身也是以主題的方式定義的。關聯賦予不同的類型，使得主題地圖的功能更加強大，可以將給定的主題按照關聯類型進行聚合。

## 3. 資源指引（Occurrence，O）：

一個主題可能和一個或多個資訊資源相關聯，這些資訊資源透過資源指引聯結至資源的所在之處。資源出處一般都是獨立於主題地圖之外，是主題地圖的一項重要特性。

所謂的資源指引可以是關於某一主題的專論，也可以是描述某一主題的圖像，甚至為提到該主題的一段文字。正是因為資源出處具有如此

多樣的類型，主題地圖才設置了資源指引的角色和類型這兩個概念，用來區分不同類型的資源。

舉例來說，如果主題A關聯於主題B，則主題B也必然關聯於主題A，這說明了關聯本身具有多方向性。因此我們在創建關聯時，不能僅止於滿足“A和B相互影響”，而應該更確切地知道誰影響著誰，即誰是影響者，誰是被影響者。因為同樣的兩個主題地圖可能會存在多個不同的關聯類型，例如“鐵奈米顆粒”和“蜜蜂”這兩個主題，它們之間的關係可以是“鐵奈米顆粒存在於蜜蜂腹部表皮下方”，也可以是“鐵奈米顆粒是蜜蜂飛行的自動導航系統”。

由於位於不同的上下文情境會產生不同的關聯類型，如何決定在什麼情形下使用何種關聯類型，則須透過主題地圖的範圍（Scope）來描述上下文情境的概念。例如描述蜜蜂的“生物構造”時，會選擇“鐵奈米顆粒存在於蜜蜂腹部表皮下方”這個關聯；而描述蜜蜂不會迷路的“生物特性”時，則採用“鐵奈米顆粒是蜜蜂飛行的自動導航系統”的關聯，“生物構造”和“生物特性”就是“範圍”的實例。因此，“範圍”也是一種“主題”。總之，主題、關聯和資源指引是主題地圖的基本架構，範圍則是限制這些主題、關聯和資源指引的有效範疇。〔何建新，2005〕

主題地圖將所有可能的物件（包括人、事、時、地、物等），無論具體存在的物質或抽象的概念，統稱為主題。從描述一主題本身的屬性開始，進而組織與此主題相關的所有資源，並對這些資源進行定位，最終將所有相關的主題，依據彼此之間的關係及相對於該關係的角色，建構出主題地圖。

同時，主題地圖利用主題索引的概念將主題、關聯及資源指引三者結合網路的特性，因此具有瀏覽的功能，可以直接連結到所需資料的所在之處，而不會跳出主題資訊組織的架構。亦可利用格式表單，控制資訊獲得及瀏覽的觀念，詳細敘述各種瀏覽層級，並模擬複雜的知識管理關係，提供量身訂做的路徑檢索資訊，幫助使用者更有效率的瀏覽電子

資源。

目前主題地圖的語法以XML為主流。因為XML比HTML更有結構性，且比SGML來得彈性及易用，此即為現今的主題地圖以XML為主要發展語法的原因。以XML為語法的主題地圖基本標籤定義如表2-3、相關結構層次如圖2-3所示，了解XTM標籤的意義與結構就可概略理解主題地圖賦予的功能。進一步的語法描述則須參見ISO/IEC 13250：2002 規範。



表2-3 XTM標籤集

<topicMap>	XTM 的根元素
<topic>	用來定義主題或主題類型
<topicRef>	作為參照到某一個特定主題之用
<instanceOf>	用來將某一主題歸屬於某一類型，以表達主題與類別之間的上下層級關係
<baseName>	定義主題之基本名稱
<baseNameString>	標示主題之基本名稱字串
<variant>	定義主題之別名
<parameters>	說明主題之別名為何種用途：顯示、排序等
<variantName>	實際的主題別名
<scope>	定義範圍
<occurrence>	標示主題所對應的資源指引
<resourceData>	用以標示一段描述資源的文字資料
<resourceRef>	用以標示一個描述資源的參考位址
<subjectIdentity>	標示某主題為具備唯一識別碼之全域性公用主題
<subjectIndicatorRef>	用以將主題參照至某一個具唯一識別碼之全域性公用主題
<association>	用以標示主題與主題之間的關聯
<member>	標示關聯中的成員
<roleSpec>	關聯中的成員所扮演的角色
<mergeMap>	將一個以上的主題地圖合併在一起

資料來源：〔林信成等，2004〕

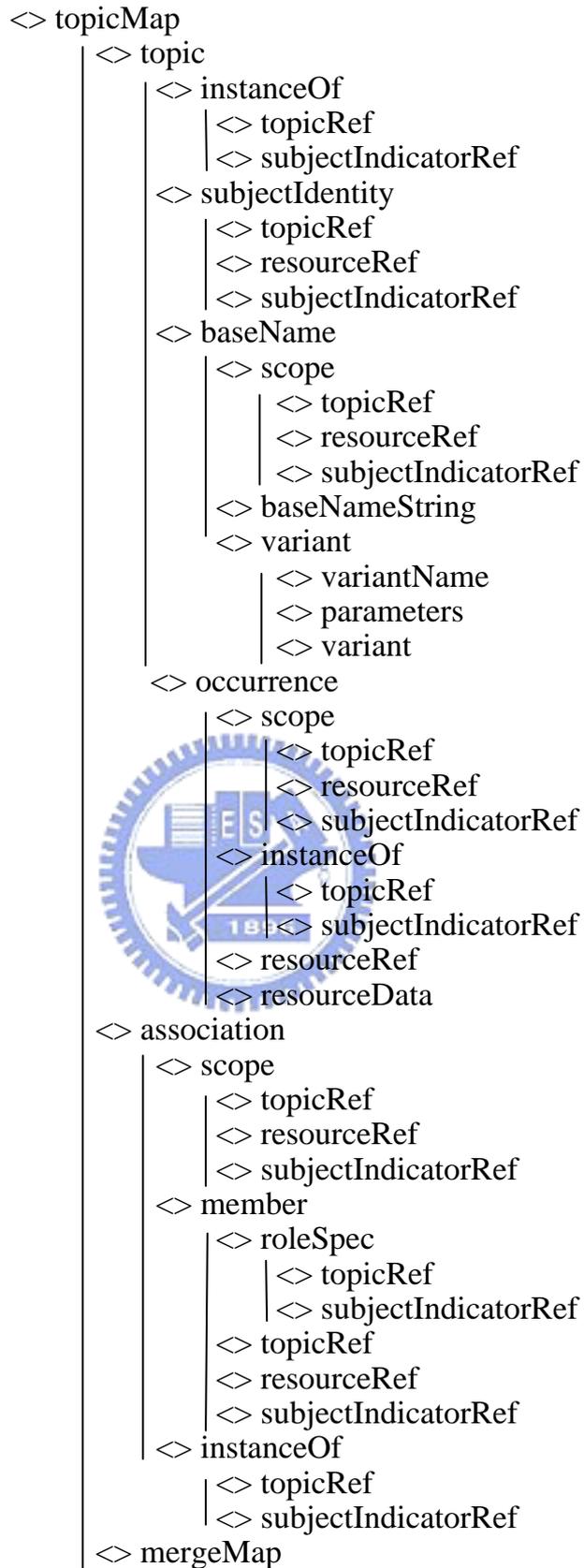


圖 2-3 XTM 結構圖

資料來源：〔林信成等，2004〕

### 2.3.3 功能

主題地圖常被譬喻為一本書的書末主題索引，而主題索引的主要目的即在於將某一主題範圍內的各個主題及其附屬次主題一一列出，並建立見（See）、參照（Cross Reference）和參見參照（See Also）的關係，以便將具有關聯的主題聯繫起來。傳統的書末索引，實際上就是一本書的知識地圖，列出了這本書的全部主題，並給予相對應的資訊資源出處，如頁碼、同義詞和相關主題等。由於書末索引定義主題、主題間的關係及資訊源出處，由此將資訊傳遞給讀者。因此，一本書的主題索引同時具有主題、關聯和資訊資源出處三項要素。

在ISO/IEC 13250中對主題地圖的定義為“主題地圖是一套用來組織資訊的方法，使用這個方法可以提供最佳的資訊導航”。其目的就如同地理資訊系統裏衛星導航所提供的功能。因此主題地圖主要的功能包括：

- 
1. 將數位物件之內文或資料內容描述成主題，提供索引、參照、引用、字彙等系統應用的瀏覽工具。
  2. 將相關的主題連結一起，組成虛擬文件或建立成整體知識的索引典介面。
  3. 依據使用者的特定需求，過濾適當的資訊，例如多語文文件的輔助管理，或依據使用者類別決定文件內容的可視範圍。
  4. 將非結構化的數位物件予以結構化或是協助開發主題導向的使用者介面，使這些非結構化的資訊能夠有效地結合結構化的資訊，而不需改變資訊原始的型態。〔余顯強，2006〕

## 2.4 教育資源數位圖書館主題地圖對新興知識學習之協助

新興知識植基於基礎科學或昔日知識而興起，興起之初可能因為無法歸入某一特定領域，或知識間並不具有牽連關係，因此新興知識初期多具有知識體系整理的分歧性、完整性與擴充性等問題。隨著各涉及領域專家不斷地研究，配合某些契機方得成為學科研究的主流。由於新興知識常常具有跨學科的特性，相對地，學習者對其資料的掌握也比較困難。

另一方面，當新興知識涵蓋的領域龐雜、理論與實務並重時，往往讓初學者有摸不著邊際的經驗。教師在面臨將新興知識導入教學時，常因為新興知識牽涉之學科領域太廣，很難發現有專門的論述完整地闡述其理論，因此不容易準備教材。但是也不能說全然對此知識一無所知，因為新興知識是基於既有的理論為基礎而產生的，對教師而言已有初步片斷的概念。

舉例來說，奈米科技的知識跨越多種學科領域，如物理、生物、化學、機械、材料、工程等，兼具基礎科學與應用科學，也因為這跨越多種學科領域的特性，奈米科技興起之初未有能統合整體奈米知識領域的專門論述。然而，隨著投入奈米科技的研究持續性地增加，有關奈米科技知識領域的資訊愈來愈多，並且雜陳於各學科當中，也因此更突顯出新興知識中資訊集結、知識管理與資訊檢索等工作的重要性。

美國Trinity大學Uddin等人〔Uddin et al, 2001〕於工程教育國際研討會指出，新興知識在導入教學時，應以概念發展與定性分析角度導入，配合先修知識依適當程度教學並注重整體觀的傳達與相關觀念的整合等。

因此，教育資源數位圖書館在面對新興知識的學習時，應該提供高效率與直覺的搜尋工具，並協助教學者創作的工具，以用來進行教材內容的設計。主題地圖提供外在分類結構，以動態、語義的超本文形式，

提供學習者高效率的學習資源—即上下文檢索的環境，使學習者可以對特定主題領域進行瀏覽與探索，並提供具象化的資訊、個人化的觀點、適性的學習及上下文的回饋。對教師而言，主題地圖可以對知識及資訊進行有效的管理與維護、個人化的教學設計、學習教材的再利用、交換與合作開發。因此教育資源數位圖書館結合主題地圖將開啟數位學習新的境界。



## 第三章 教育資源數位圖書館教學主題地圖之建置

數位學習的時代，圖書館並不僅止於扮演館藏知識推廣的角色，而是賦予其新的生命與意義。本章說明教育資源數位圖書館透過教學主題地圖之建置，將圖書館與數位學習緊緊扣在一起，有效發揮圖書館的教育功能。內容共有三節，第一節從教學主題地圖的核心人物—教師出發，探討教師在新興知識數位學習時代中扮演的角色與功能的轉換；第二節為教育資源數位圖書館協助教師設計教案的教學應用；第三節則說明教育資源數位圖書館利用主題地圖協助教師設計教案的機制，並規劃教育資源數位圖書館教學主題地圖的建置模式。

### 3.1 教師扮演之角色

教師是教育資源數位圖書館的核心人物，從使用圖書館的觀點來看，兼具學習者與教學者的任務。在終身學習新興知識的衝擊下，教師除了積極學習新知識外，也須安排課程的內容，協助學生進行學習。另一方面，數位學習主要的精神為合作與分享，因此教師在圖書館社群中，與同儕之間具有伙伴關係。就教育資源數位圖書館而言，教師也可以是教學資源的貢獻者之一。

#### 3.1.1 新興知識之學習

教師知識的內涵是許多學者很有興趣的議題〔王國華，2006〕，教師學科教學基本能力評測主要以Shulman（1986）〔Shulman, 1986〕提出，由學科知識、學科教學知識及課程知識共同組成完整的教師知識架構。翌年，Shulman提出教師需具備另外四種知識體系，包括一般教學知識、學習者知識、教育的歷史與哲學、及教育行政的知識；其中Shulman所指的學科教學知識，是使教學更為有效的教師知識。

學科教學知識係教師將其所理解的學科內容與教學融合後呈現出來，以便使學生容易理解的知識。擁有學科教學知識的教師，得以彈性

地運用適當的教學策略或表徵方式，將學科教材的意義傳送給學生，讓學生了解教材的意義。〔羅鳳珠，2001〕

傳統的教學模式下，教師依照教材內容授課，認真的老師常奔走於各圖書館或資料中心等處蒐集文獻資料作為補充教材，然而隨著電腦網路之急速發展，圖書館或資料中心有計劃地將不同形式的文獻資料數位化，此刻教師尋找資料，毋需再遊走於不同的藏館之間，只需透過網際網路即可搜尋所需資料，至此，教師扮演的角色不再僅止於教學者而已，教師是學習者的角色更加明顯。也因此，教育資源數位圖書館如何迅速有效地協助教師做好學習的活動、整合資訊並提供教學的輔助，當是重要的課題。

面對新興知識的學習，教師就是學習者，而且教師要在短期間內有效地學習到新的知識，並轉化為淺顯易懂的方式，指導學生學習。因此，教師本身兼具學習者與教學者的雙重角色。

### 3.1.2 教學內容之設計與安排

一般而言，傳統教學設計較注重內容而忽略應用，建構主義強調學習的內容與情境兼重，因此在教學設計上，應維持情境的豐富性與複雜性，不宜過度簡化，俾使學生能夠觀察其間的關係與結構。建構主義者強調應協助學習者獲得多元化的觀點，要求學習者儘量嘗試或思考，其主張之教學設計，讓教師更須注重教學內容的設計與安排能否真正協助學生學習到統整的知識。

教案，亦即教學計畫，為教師在教學前的準備，教師根據教學目標擬定教學策略、教學步驟和教學評量。教案設計的格式繁簡不一，因時因地因人而有所差異，但最重要的是教案設計的內容，也就是教學的內容（教材）與教學的方法（教法）須運用得當，要能引起學生的學習動機，以建構該領域知識，培養解決問題與獨立思考的能力。

教案主要的內容包括：教案名稱、設計者、適合對象、學習領域、授課時間、能力指標、教學方法、教學輔具、教案簡介、教學活動描述、引導步驟、學習評量及參考資源等。教案蘊含教師的教學經驗，教師在撰寫教案時除可以有系統、有組織地將知識傳授給學生；透過分享，教師亦可在短時間有效率地獲得經驗傳承。教育資源數位圖書館擁有學科知識的完整蒐藏、良善的組織與管理、以及高效率的檢索功能，因此是教師設計教案教學內容的重要來源。

### 3.1.3 學生學習之引導與協助

傳統的教學方式以教師為中心，多由教師在教室內面對全班學生講授課程內容，教師掌握學習的主導權，決定教學方式與教學內容。數位學習時代講求合作學習，學生得與同儕相互討論，也可依照本身的興趣與能力，調整學習的單元與進度，甚至可以與教師共同選擇與決定教學內容。在數位學習時代中，教師的角色由傳授個人所學或教科書的有限知識給學生，轉變為指導或幫助學生，在網路相連的數位圖書館中，尋找並獲取知識。

數位化的學習資源以及各種檢索、分析、模擬的工具，使學生能有效地透過質疑、探索而學習。傳統單一流向的教學模式，基本上將經過整理的知識，透過教師的講解與教科書，選擇性地傳授給學生，並藉助練習、實驗、測驗等學科導向教學的方式予以補強。數位化的學習環境建立以後，無論在自然科學或社會科學的領域，學生都可以很容易地經由網路從資料庫中搜尋到各種有關實物、現象或事件的記錄，並且以多媒體形式呈現。透過對這些資料的觀察、分析和整理，學生可以回溯知識體系建構的過程。

學習的目的和知識的價值，原本就在於解決問題。學生在數位化的學習環境中，可以接觸到更充裕的資源，幫助問題背景的研析，各種可行途徑的評估，從而獲得較佳的解決方法。網路和多媒體讓教師和學生群能夠不受時空的限制，共同觀察、交換資訊以及進行討論。師生和同

儕間的相互激勵正向互動，更有助於學習效果的提升。

教育資源數位圖書館擁有豐富的數位文獻典藏，精確的資料分類，教師上網搜尋資料編纂教材，學生上網搜尋資料，擴充學習速度與範圍，教師與學生在取得資料方面，二者的角色是平等的，學生不須再被動的等待教師授與的資料，教師不再只是扮演「給」的角色。學生可以依自己的學習速度主動的學習，教師的角色從傳統的「教授」，轉化成「引導與協助」。

### 3.1.4 教學者之伙伴關係

教師是課程的設計者與執行者，提供學生合適的教材與學習經驗。為提升教材品質，教師還須扮演課程的評鑑者與研究者，經由評鑑、研究、發展專業知識來改進、更新及創造教材。

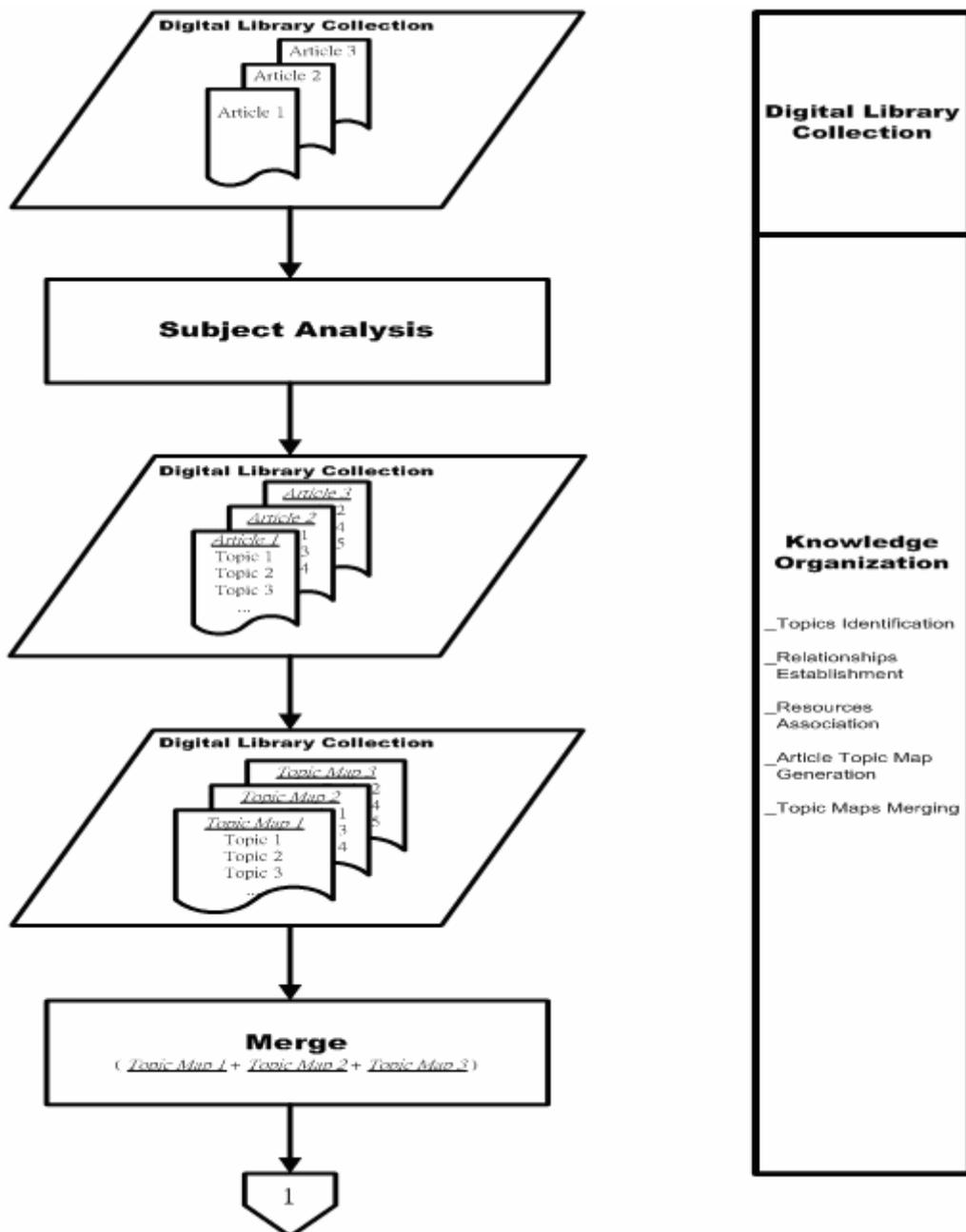
過去教師與同儕之間，除了學生考試成績和升學率相互競爭之外，顯少有專業的互動。數位學習時代，教師與同儕共組教學社群，透過學習平台，教師得與同儕之間共建及共享教案、教學心得，除了是專業知識的學習伙伴外，亦可進一步進行協同教學，成為教學的伙伴。

## 3.2 教育資源數位圖書館主題地圖之教學應用-以協助教案設計為例

主題地圖在教育資源數位圖書館的應用包括：1.教育資源的徵集、組織與管理；2.學習的指引；3.教學資源的提供。雖然近年來不乏主題地圖應用於學習之研究，但較少從教學的層面去探究。另一方面，現存的教案系統多為封閉系統，雖然提供教師查詢與分享的功能，但多缺乏以主題觀點切入的機制。以主題地圖為基礎的教案系統將提供教學者再利用（Reuse）及再組織（Reorganize）的數位教材，如此一來，每個教學單元皆可為教師重複使用，並不需要做太多的修正；也因為可重新組織，教材本身如同積木般，在教學方法或架構異動時，只要調整其順序即可，

相較於其他非主題地圖為基礎的教案系統而言，因為變動所造成的衝擊也較小，因此為教師縮減重新撰寫教案的時間。

鑑於教師編製教案的過程涉及教師知識內涵（學習與教學）的整合與表現，本研究將以教育資源數位圖書館協助教師設計教案為例，運用主題地圖合併及表現結構化知識概念圖像的功能，組織與整理已有的學習資源知識，並結合教師設計教案的新知識，整合並呈現資源的整體面貌。詳細過程如圖3-1張氏教育資源數位圖書館教學主題地圖建置模式：



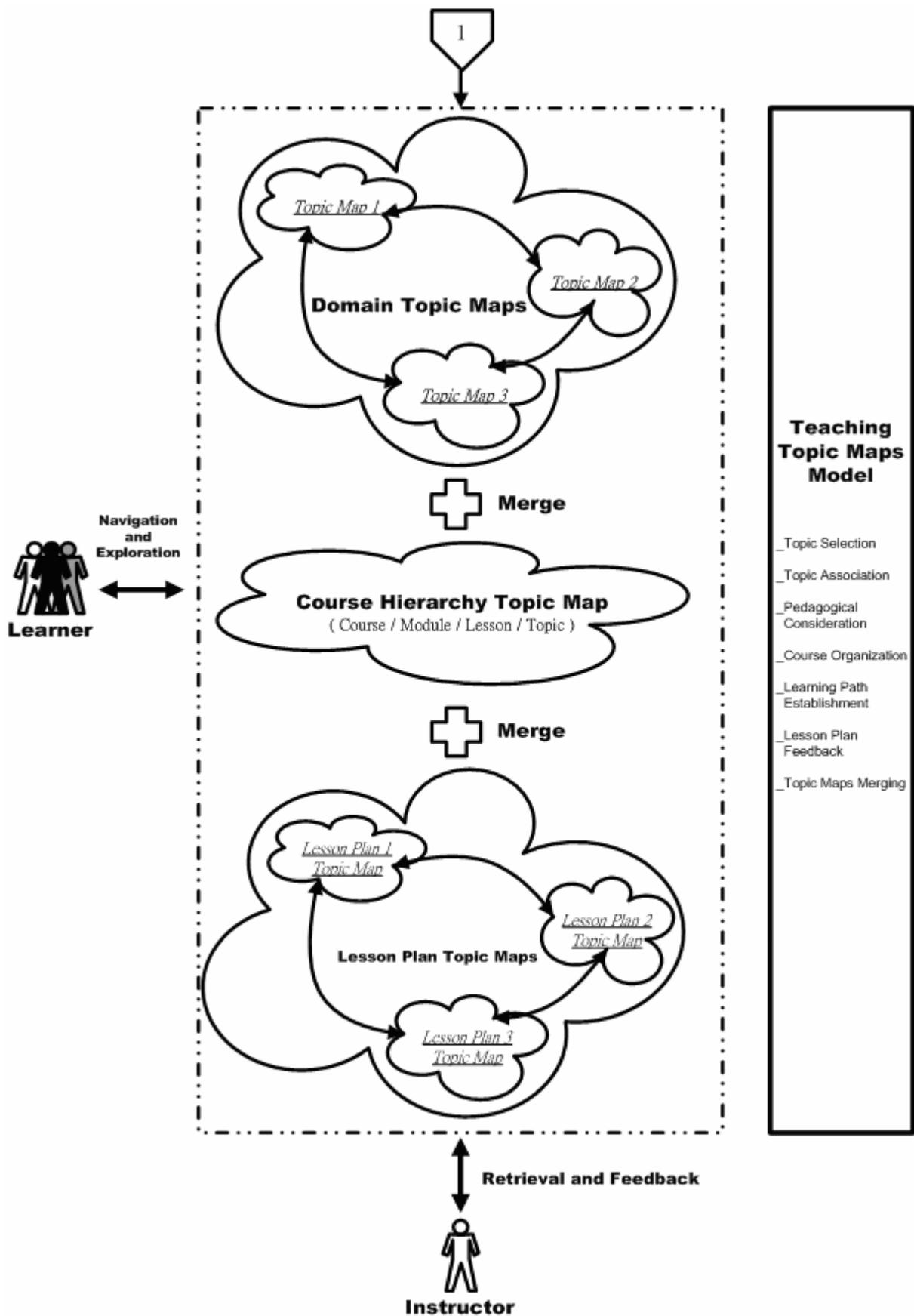


圖3-1 張氏教育資源數位圖書館教學主題地圖建置模式

傳統教案設計的方式以教師為中心的思考模式，即以老師能達成的目標為目標，如果教師的教學目標能夠實現的話，相對的，學生也一定能達到相當程度的學習收穫。這種教學思維容易造成教師在教學時只為了要達成教師本身的任務，而忽略學生是否能真正吸收與正確的反應，也可能造成許多學習能力較差的學生由於跟不上教師的腳步而放棄學習。

學習情境隨著教學活動的進行而不斷變化，教師若缺乏警覺彈性調整教學步調或內容，容易造成學生只學習特定、被選擇的知識而缺乏自主學習的能力，因此，最佳的設計為教師的教學目標完全與學生的學習目標相契合。

至於教案的分類，並無固定分法，可依據學習領域、學習模式、教學目標導向、能力指標導向等來區分。廖春文以九年一貫課程的學習目標、基本能力、學習領域、主題探索和學習內涵等導向來設計教案。然而，好的教案不在於分類，也不在於內容的詳簡，而應包括以下幾個要項：

- 1.要能達到教學目標（能力指標），此為教案的最高指導原則，偏離教學目標，或是能力指標挑選不得宜，皆不能視為良好的教案；
- 2.教學活動必須能夠引起學習興趣與激發學習者主動思考的能力（學習動機）；
- 3.教學活動難易度應適合大部分學習者的程度，即教學活動要為大多數學生接受；
- 4.多元化的評量活動設計必須能夠有效評定學習成果，不要只以一次測驗或作品，就認定學生的學習成果，而是要求整個學習歷程的展現，包括蒐集資料的能力、與同儕討論的能力、表述的能力、知識組織的能力等；
- 5.時間掌控得宜，應考量不同程度學生的專注力與持續力，才能達到較好的學習成效；

6.提供充分的學習資源，除上課內容外，教師應適時提供相關的學習資源，讓學生在課餘進行廣度與深度的探索，以滿足不同類型學生的學習需求。

教案是教師最重要的智慧結晶，也是教師社群中最主要的知識分享内容，因此教育資源數位圖書館須提供分享知識的平台，供教師設計教學計畫，整合教學資源的工具，使知識能夠建立、儲存、累積、分享與應用。由圖3-1顯示，圖書館教學主題地圖的使用對象包含教師與學習者，學習者得於此平台進行知識的瀏覽與探索，因此對教師、學習者與圖書館本身而言，教學主題地圖是一項寶貴的資產。

### 3.3 教學主題地圖之建置模式

根據教案設計的要領，規劃與建置張氏教育資源數位圖書館教學主題地圖的模式（圖3-1），以協助教師設計教案。首先利用主題地圖進行圖書館館藏資源知識的組織與整理，此階段主要工作為文獻主題分析與主題地圖的建立，包括主題的認定、關係的建立、資源出處的連結、使用相關工具產生主題地圖、合併個別文獻主題地圖並整合成知識領域的主題地圖。

第二階段為結合知識、課程架構及教案三大領域之主題地圖，以完成教學主題地圖的建構，本階段重點工作為規劃適宜的教學法、安排層次分明的課程結構、規劃彈性的學習路徑，同時亦允許教案回饋至系統的機制。以下分別就教學主題地圖T.A.O.之關係、本體論之實現方式、教學主題之類型及教學主題地圖之組織法四大面向，分析並探討教學主題地圖建置模式主要的環節。

### 3.3.1 T.A.O.之關係

建立教學主題地圖的主要目的，在於協助教師於教案的教學內容設計上，能藉由對教學主題及其關聯的分析作有效的整合，以提升教學內容的品質，進而增進學習的效果。由XTM（XML主題地圖）的規格中可以發現主題地圖的主要構成元素為主題、關聯及資源指引。而這三者間的關係可以用一個簡單的數學模型來加以表達：

$$f(t) = r$$

其中  $t$  屬於主題， $r$  屬於資源，而  $f$  則為一個結果映射到  $r$  的  $t$  的函數，即為關聯。

函數  $f$  可繁可簡。以傳統上書底的索引為例， $t$  為書中出現的關鍵字之一，透過  $f$  索引的編排，將所有含有關鍵字  $t$  的書頁號碼  $r$  顯示出來。因此，要建構一個主題地圖，所需考量的問題就在最初主題的選定，其次主題間的關聯函數訂定，以及最後資源資料的連結。以下就這三方面的建構考量加以討論。

#### 1. 主題方面

嚴格來說，文件中小到一個字，大到整個文件，都可以視為一個主題。其中精粗程度的拿捏，應當與所要應用的目的有很大的關係。對一個教學主題地圖而言，重要的是要能將要教授的核心觀念加以主題化，以便掌握學習內容，確認預期的學習成效。

#### 2. 資源指引方面

主題地圖透過資源指引的機制將主題與其資訊資源加以聯結。一個主題可能和一個或多個資訊資源相關聯，而這些資訊資源可以存在於主題地圖之內，也可以獨立於主題地圖之外。對一個教學主題地圖而言，

需要注意的是要能配合主題的範圍 (Scope) 聯結不同的資訊資源，以提供適合學習者的學習內容。

### 3. 關聯方面

在主題地圖中，兩個或多個主題間可以透過關聯的機制來表示其間的關係。這種關聯的建立，是藉由定義關聯名稱來代表其意涵，及定義各主題在此意涵下所扮演的角色來完成。以建立Book (書) 和Author (作者) 的關聯為例，可以定義一個名為 "is\_written\_by" 的關聯名稱，來表示 "某書為某人所作" 的關係，且其中在 "is\_written\_by" 之前的主題，扮演的是Book的角色，而在之後的主題，扮演的則是Author的角色。藉由這種關聯的建立，我們可以知道如以下所示的關聯：

**主題A + "is\_written\_by" + 主題B**

所代表的即是 "主題A為主題B所作" 的關係。我們可以發現一種二元關聯的建立往往代表著雙向的關係。就以上的例子來說，它實際上的意涵與 "主題B作了主題A" 相同。因此，主題A + "is\_written\_by" + 主題B" 關聯的建立，也代表了主題B + "writes" + 主題A關聯的建立，兩者代表相同的意涵，不同處只在於是從主題A或主題B的角度來看待彼此的關係。

由以上的分析來看，不論是主題、資源指引或關聯的建立，基本上都要對資料的內容有所瞭解才可行。而其中有關主題的訂定和各個主題間關聯的分析、萃取，對於後續主題地圖應用的成效有直接的影響。對一個教學主題地圖而言，如何將學習資源作有效的組織以利於教學內容的建構、檢索與檢討，是目前急需解決的重要課題。因此我們有必要進一步討論其所需要的建構觀念。

### 3.3.2 本體論之實現方式

從主題地圖三元素主題、資源指引及關聯間的組織概念中，我們可以發現其所表現的，實際上就是一種本體論（Ontology）的實現方式。所謂的本體論根據Gruber〔Gruber, 1993〕的定義，乃是一種對於一共有的觀念化實現的形式及完全系統化陳述的規範（a formal and explicit specification of a common conceptualization），也即是說本體論是一個有關存在於某特定領域元素的形式化理論，其中包括了元素外在的形式、結構、關係和安排，但並不涉及內容的部份。

主題地圖的組織概念中，固然是一種本體論的實現方式，然而此種實現方式又要如何建立？對教學主題地圖而言，所需要的實現方式又有何不同？根據Stojanovic等人〔Stojanovic et al, 2001〕的研究得知，要建立教學主題地圖所需要本體論的實現方式，須進行三方面的考量，包括：

#### 1.內容（Content）方面

主要描述主題地圖中與所要學習之知識領域中的主題及關係，如歷史、地理等。通常牽涉到該知識領域內專業主題的“父類-子類”（Superclass-Subclass）及“類-例”（Class-Instance）關係的建立。

#### 2.情境（Context）方面

主要描述主題地圖中與環境設定範圍相關的主題及關係。以教學主題地圖而言，可能考量的情境包括簡介、分析、討論、範例、例圖、課程、課目、練習、解答等。

#### 3.結構（Structure）方面

主要描述主題地圖中各主題間相互關係的呈現。

根據有關知識組織方面的研究 [ Iris et al, 1988 ] ，表現知識表達 ( Knowledge Representation ) 基本觀念所用的關係有以下幾類：

1. 全體-部分 ( Whole-Part ) 關係
2. 相同 ( Synonymy ) 關係
3. 相似 ( Similarity ) 關係
4. 順序 ( Order ) 關係：如小於、老於、近於的關係。
5. 成果-創作者 ( Result-Agent ) 關係：如“圖畫”為“畫家”所創作 ( 的成果 ) 的關係。
6. 工具-使用者 ( Tool-Agent ) 關係：如“樂器”為“音樂家”所用以演奏 ( 的工具 ) 的關係。
7. 嚴格隱含 ( Strict Implication ) 關係：如“打鼾”隱含“正在睡覺”的關係。

其中“全體-部分”關係佔了一大部分。如果進一步加以細分，還可以分為：

1. 功能性部分 ( Functional-Part ) 型：如青春期的於成長，組裝之於製造或付款之於買東西的關係。
2. 區分性部分 ( Segmented-Part ) 型：如樹枝之於樹木或台北之於台灣的關係。
3. 群聚成員 ( Collection-Member ) 型：如樹木之於森林或鋁之於飛機的關係。
4. 子集 ( Subset ) 型：如一塊蛋糕之於整個蛋糕的關係。

以上的四種子型中只有“區分性部分型”及“子集型”具有關係的可遞性 ( Transitivity ) 。同樣具有關係可遞性的還有“相同關係”、“順

序關係”及“嚴格隱含關係”，而“相同”及“相似”兩種關係則具有對稱性（Symmetric），但“嚴格隱含關係”具有的則是非對稱性。此外，“成果-創作者”及“工具-使用者”關係都另具有對應的反向關係。

了解本體論的實現方式及知識表達關係後，則須進一步探討教學主題地圖所需要的本體論其實現方式為何。如果將主題視為學習物件，根據IEEE LOM（Learning Object Metadata）的規範〔IEEE, 2002〕，在描述學習物件間的關係（Relation）方面具有以下的屬性（Attribute）可供使用（參見表3-1）：

表3-1 IEEE LOM學習物件關係屬性對映表

關 係	對映關係
IsPartOf	HasPart
IsVersionOf	HasVersion
IsFormatOf	HasFormat
IsReferencedBy	References
IsBasedOn/	IsBasisFor
IsRequiredBy	Requires

由表3-1得知，這些學習物件間的關係描述帶給我們的啟發是多方面的。以有限的屬性已經可以描述學習物件間的整體部分關係、存在版本關係、格式支援關係、引用關係、依存關係、次序關係等。我們可以用類似的思維並對照習得的知識表達關係來制訂所需的關係。不過，必須注意的是，IEEE LOM中所定義的僅是方便物件管理的詮釋資料，透過本體論的方式加以定義，才能應用到主題地圖上。

### 3.3.3 教學主題之類型

對於教學的內容和情境而言，可以利用XTM規格中已定義的類別（Class-Subclass）及類例（Class-Instance）關係加以描述。主要是將教學內容加以主題化並和相關教學活動（如講授、討論）相結合，以瞭解整個教學內容涵蓋的範圍，並得以藉由組織相關主題為一教學單元，結合相關教學單元為一教學課程等，由下而上（Bottom-Up）的方式來完成教學課程的規劃。另外，針對特定專題或專案需要，亦可以由上而下（Top-Down）組織選定的主題。當然，對於較為複雜的內容可視情形兼用上述兩種組織方式。不論是以何種方式組織，由於XTM規格的設計彈性，都可以加以支援。

以思科〔Cisco, 2003〕公司所提出的“可重複利用學習物件的寫作指導原則”（Reusable Learning Object Authoring Guidelines）為例，對於教學內容可依其複雜程度如圖3-2中所示的“Course-Module-Lesson-Topic”四個或“Course-Lesson-Topic”三個層級的方式加以組織，並就學習主題類型的不同，配合適當的教學形式，來達到學習的目的。

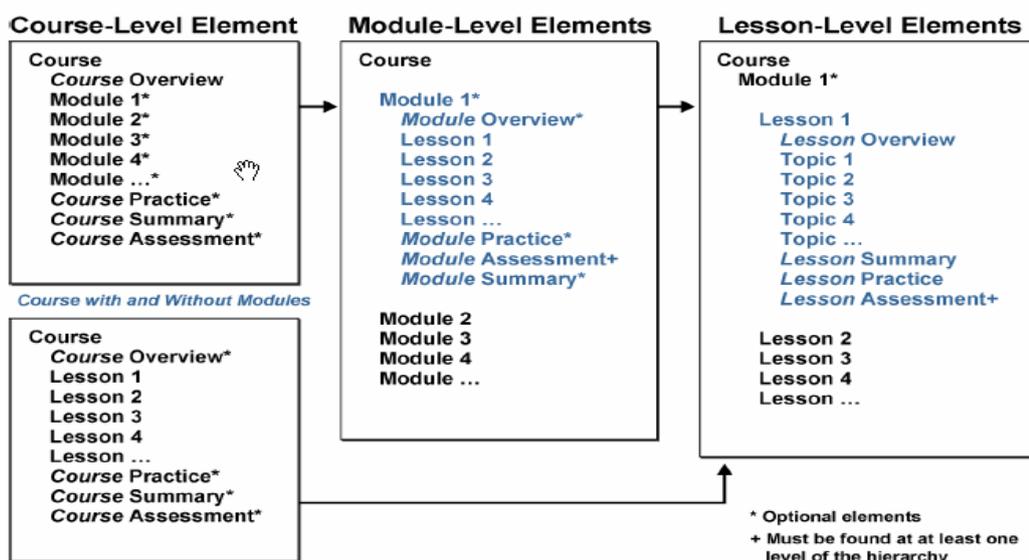


圖3-2 Hierarchy and Structure for ILT (Instructor-Led Training)

資料來源：Cisco Systems, Inc. (2003)

根據Clark〔Clark, 1989〕就網路教學的學習主題分類，一般的學習主題類型可以分為Concept（概念性主題）、Fact（事實性主題）、Procedure（程序性主題）、Process（流程性主題）、Principle（原則性主題）等，各主題類型使用時機如下：

### 1.概念性主題

當描述一群擁有共同特性的物件、符號、想法或事件時，可利用概念性主題來描述，例如馬、電腦等。一般而言，概念性主題出現於主要主題之前。如何辨識概念性主題，若出現“奈米是什麼？”、“什麼是穿遂性顯微鏡？”此類的問題即是。

### 2.事實性主題

當教授獨特或特定的資訊時，可利用事實性主題來描述。因為事實性主題具有獨特性，可以被視為獨立的主題，亦可從其他主題連結而來的，為某些特定物件陳述資料或圖片的顯示，例如“十億分之一米叫奈米”。

### 3.程序性主題

所謂的程序指的是個人要完成工作或決定時須遵循一系列順序性的步驟，在同一環境下，每次皆須以相同的方式完成。通常程序性主題出現於概念性主題或流程性主題之後，例如“如何（How to）操作穿遂性顯微鏡？”。

### 4.流程性主題

討論系統如何運作即是流程性主題，它可以一系列的事件描述某件事情如何運作，是一種由很多人或組織介入的任務，舉凡機械式、商業式或科學式的事情皆可被定義為流程性主題，它可出現於課程的任何地

方。

## 5.原則性主題

當需要做判斷或指引時可以原則性主題來描述，一般而言，原則性主題出現於概念性主題及流程性主題之後，例如“How to ...”、“Guideline for...”。

前述涵蓋了有關學習主題的類型及其常見的呈現形式，然而就教學的需求而言，還須有相關子主題的支援才能提供完整的教學內容。以思科公司的建議而言，前述五種學習主題類型可包涵之內容項目如表3-2所示：



表3-2 五種學習主題類型內容表

主題類型	相關元素
概念性主題 (Concept Topic)	Introduction (r) Facts (o) Definition (r) Example (r) Non-example (o) Analog (o)
事實性主題 (Fact Topic)	Introduction (r) Facts (r) Instructor notes (o)
程序性主題 (Procedure Topic)	Introduction (r) Facts (o) Procedure table (e) Decision table (e) Combined table (e) Demonstration (o)
流程性主題 (Process Topic)	Introduction (r) Facts (o) Staged table (e) Block diagram (e) Cycle charts (e) Instructor notes (o)
原則性主題 (Principle Topic)	Introduction (r) Facts (o) Principle statement (o) Guidelines (r) Example (r) Non-example (o)

符號說明：(r) 代表必要；(o) 代表選項；(e) 代表擇一。

資料來源：Cisco Systems, (2003) 【節錄自 Cisco Career Certification Course Content Structure】

### 3.3.4 教學主題地圖之組織法

在訂定課程組織層級架構後，各種學習主題類型及其可包涵之內容項目，就主題地圖的技術面來看，可以發現其中的對應關係。從教學資源的內容做主題及其間的關聯性分析，並可透過主題地圖的建立，將教學資源內容的知識加以組織；此外，透過主題地圖的出版 (Publish)，提供學習者做主題化方式的瀏覽、探索與學習，進而對教學資源內容所包含的知識有更深層化的理解。由此教學資源內容主題地圖的建立，教師可以依其教學目標，如圖3-3所示，選擇適切的教學主題，根據其類型，連結所需的內容項目，由下而上，藉主題層次的完成，逐步提升到課目、模組、課程層次的完成。在組織課程的過程中，藉著對各個層次所需包涵的內容項目明確的定義，可以提醒教師製作課程時應行注意的內容完整性，幫助規劃及達成符合教學目標的教學內容。

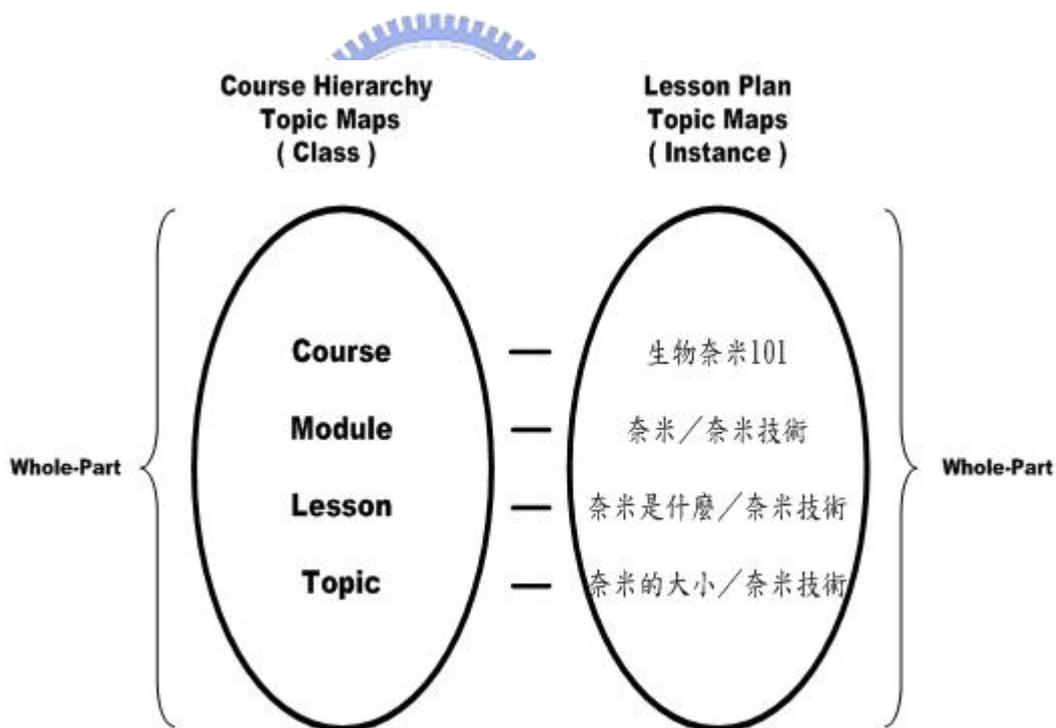


圖3-3 課程類例關係映射圖

在以整部關係定義課程組成元素間的層次關係之後，接下來需要考慮的，便是有關學習路徑安排上的需求。以教師的觀點來看，如何藉由

調整教學單元的先後次序，對教學內容作有效的安排，以方便學習者的吸收，無疑是教學的重點之一。因此，除了在課程安排上垂直面的整部關係之外，還需要在水平面上有所關聯。根據以往的教學經驗，在學習進階課程之前，往往要先修習過基本或先修課程的內容，才能比較容易瞭解進階課程的內容。主題化的教學也有如此的需求。瞭解一般概念性主題的內容之後，再安排進一步的專門性主題，才容易為學習者所吸收。例如K-12學生對奈米的定義（十億分之一米）並未有深刻的感受，不能實地體會，故安排課程內容時可於解釋奈米的定義後再引用實例說明幫助學生了解（例如以人的身高或地球大小比例來描述）。

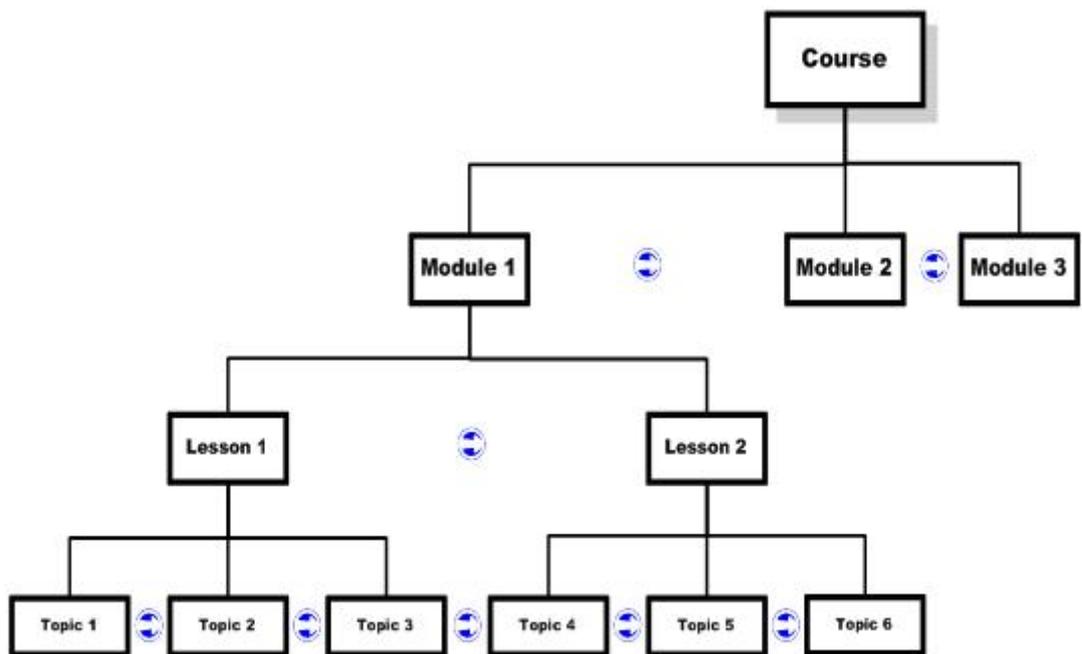


圖3-4 課程安排與學習路徑示意圖

又如以上圖3-4所示，我們可以Topic 1 IsRequiredBy Topic 2(或 Topic 2 Requires Topic 1)等關聯，來安排教授主題、課題、模組及課程的次序。另外，各主題對於原始參考資料的連結，則可藉由Topic 1 References Topic R1 (或Topic R1 IsReferencedBy Topic 1)等形式來加以完成。

由前述之討論可以得知，從主題地圖三元素主題、資源指引及關聯出發，結合領域知識、教學情境、邏輯結構等方面的本體論定義，可以將領域知識內組織化以後的主題，藉由教師對學習者背景知識的瞭解，以及適用各主題類型的教學法的採用，增刪各教學主題所適用的配合教學項目，並考慮課程模組課題的編成方式及學習路徑的順序安排而完成教學內容的規劃。



## 第四章 K-12奈米教案主題地圖系統實作

本研究藉選定的實作資料，依圖3-1所示“張氏教育資源數位圖書館教學主題地圖建置模式”，進行主題地圖系統的建構。以下就系統實作概要、主題地圖相關工具、教材內容資料分析、教案TAO的訂定與主題地圖的實現等方面提供進一步的描述。

### 4.1 系統概要

本實作以新興的奈米科技相關知識為例，藉由開發嶄新學習教材時常遭遇的問題，以了解教師所需要的協助，並探討主題地圖技術可以提供的解決方案。

奈米新興知識跨多種學科領域，興起之初，多由各學科專家自其專業素養出發探討，並無奈米科技專門領域完整且權威性的論述。『中北區奈米科技K-12教育發展中心』為推廣奈米科技，期初主要以邀請各學科專家進行奈米科技之演講，並配合實驗課程的探討，將奈米知識推廣至中小學教師並融入教學中。因此，本實作選定奈米科技文獻為研究主體，更能代表新興知識所蘊含的特性。

本研究實作主體以『中北區奈米科技K-12教育發展中心』為教育資源數位圖書館，實作所需資料摘自中心網站提供之演講資料，檔案格式為Powerpoint檔。實作對象主要為該發展中心之種子教師。

### 4.2 主題地圖相關工具

目前主題地圖的工具約可概分為工具程式集（Toolkits）及應用程式（Applications）兩類。考慮程式取得與學術研究上的方便性，僅就目前

免費 (Free) 或公用類 (Public) 的主題地圖工具加以簡略的介紹，每一工具之網址詳見參考文獻：

1. 工具程式集：可供使用者用來建構應用程式之用。內容包括應用程式介面 (API)、檢索語言、資料庫、檔案輸出/入 (I/O) 等方面的支援。例如：

(1) TM4J：使用 Java 語言。具 TMAPI 1.0 標準、Tolog 檢索語言、RDBMS (關聯性資料庫管理系統) 及 OZone OODBMS (Ozone 物件導向資料庫管理系統)，XTM I/O 及 LTM (Linear Topic Map) 輸入的支援。

(2) Perl XTM：使用 Perl 語言。具 API、XTM/LTM I/O 及 AsTMa=語法輸入的支援。

(3) tmproc：使用 Python 語言。具 API、原始 ISO XTM 語法 I/O 的支援。

(4) tinyTIM：使用 Java 語言。具 TMAPI 1.0 標準、XTM I/O 及 RDF (Resource Description Framework) 輸入的支援。

(5) TM4JScript：使用 JScript 語言。具 API、自有格式及間接 XTM I/O 的支援。

2. 應用程式：針對特定市場或功能所開發的程式。約有下列幾種：

(1) 編輯器：用以手動產生及更改主題地圖。例如：

① TM4L (Editor)：使用 Java 語言。以 TM4J 為核心而開發的主題地圖編輯程式，主要以圖形介面提供表格形式讓使用者輸入主題地圖相關元素，並可以 XTM 格式輸出，以避免直接用 XTM 格式編輯主題地圖時，容易發生語法錯誤的問題，讓主題地圖相關元素的內容成為編輯的重心。此編輯程式亦可支援主題地圖的合併、簡易的主題搜尋及主題間連結情形圖形化的顯示。另有題材 (Theme) 方面的支援，實現藉由主題動態指定範圍 (Scope) 的功能。

(2)產生器：用以自動產生及更改主題地圖資料。例如：

①TMHarvest：TM4J計畫的一部分，支援從XML、CSV、JDBC、PDF、MS Office格式的詮釋資料中，藉XML語法的組態（Configuration）描述而產生XTM格式輸出的應用程式。

(3)出版平台：多以網頁或圖形方式顯示主題地圖資料。例如：

①Omnigator：支援XTM、HyTM及LTM格式的主題地圖顯示，具有合併、全文索引及Tolog語言的檢索功能。除網頁式文字導向的介面之外，Omnigator Eight之後的版本開始有圖形視覺化介面的出現。主要是用來作為瞭解主題地圖概念的輔助學習工具，也可以作為主題地圖的偵錯及建構展示應用的工具。值得注意的是，由於其使用介面直接引用XTM規格中的技術辭彙，以適用於主題地圖的教學及偵錯目的，因此，Omnigator的開發廠商不建議將其作為終端使用者的應用。

②TM4Web及TMBrowse：基於TM4J並運用Apache Velocity Templating Language而開發的網頁應用程式，主要功能為將主題地圖轉為靜態的網站形式以便瀏覽。

③xSiteable：藉XSLT技術提供完整的中小型網站開發程式集。其中亦包含以PHP完成的管理程式。

④ZTM：使用Python語言。為架在ZOPE CMS上的應用程式。其產生的主題地圖係以依附在ZOPE資料庫的形式存在。

(4)主題地圖檢視器：主要針對主題間的關聯作圖形化顯示。例如：

①TMNav：使用Java語言，為TM4J計畫的一部分。支援互動式的主題地圖瀏覽與Tolog語言的檢索。

②Hypergraph：使用Java語言，提供處理Hyperbolic幾何結構及顯示hyperbolic 樹狀圖形以供瀏覽的應用程式介面。

③TM4L (Viewer)：使用Java語言，基於TMNav而開發的主題地圖瀏覽程式，目前並不具主題檢索功能。與TMNav相較，其獨特之處在於有題材 (Theme) 方面的支援。

由比較前述主題地圖相關工具功能及特性所得的表 4-1 可以發現，目前非商業的主題地圖應用程式多為出版平台及檢視器，編輯器方面除了TM4L 以外，尚屬少見。因此，本論文選用 TM4L 主題地圖編輯器及檢視器，作為主題地圖建置及使用環境的工具。

使用主題地圖編輯器作為編寫環境，可以透過較人性化的圖形介面，就主題、關聯及資源指引等輸入關鍵的內容，來完成主題地圖的製作；避免依 XTM 格式直接編寫主題地圖造成的繁瑣程序及容易出錯的情形，較適合一般無特定組織型態的資料內容及中小型主題地圖的製作。此外，對主題地圖有興趣的個人，亦可藉由主題地圖的比較，瞭解對應的 XTM 格式。而主題地圖檢視器則可以用來瀏覽主題地圖中各主題之間的關聯情形，並依使用者自己的思路或偏好，進行探索與發現式的學習。

表4-1 主題地圖相關工具一覽表

Function Tool	Toolkit	TM Editing	TM Generating	TM Publishing	TM Viewing
TM4J	TMAPI 1.0				
Perl XTM	Custom API				
Tmproc	Custom API				
TinyTIM	TMAPI 1.0				
TM4Jscript	Custom API				
TM4L		XTM Import/ Export			Hyperbolic Graph
TM Harvest			Alpha Stage		
Omnigator					Hyperlinks in Webpage
TM4Web/ TMBrowse					Hyperlinks in Webpage
xSiteable				XTM- driven	
ZTM		Zope CMF Database		Zope CMF- driven	
TMNav					Hyperbolic Graph
HyperGraph	Custom API				

### 4.3 實作工具之選用

為完成前述之主題地圖，從教師的立場來看，當然希望教育資源數位圖書館能提供操作介面簡易便捷的編輯工具，以提升製作的效率。對主題地圖的製作，如要以XTM規格所制定的語法結構直接進行編輯，使用一般的文字編輯器即可符合需求。但是如要考量製作的簡易性、維護的方便性、以及推廣的普遍性，便不能不考慮主題地圖專屬編輯器的使用。此方面，TM4L編輯器當可以提供相關的支援。

TM4L主要應用主題地圖技術於學習物件的建立、維護及使用的數位學習環境。其提供概念性結構的設計與維護，功能包括對此概念性結構的編輯、瀏覽、結合，以及支援概念間的關聯、概念與資源的連結、本體論的合併、外在資源的搜尋及視界的定義等。TM4L的環境是由一個TM4L編輯器及一個TM4L檢視器所構成。

TM4L編輯器的功能如下：



- (1)概念的建立與維護。
- (2)概念間關聯的建立與維護：包括關聯型態、成員角色及關聯實例的增刪。
- (3)資源（學習物件）的建立與維護：包括資源型態的定義、資源的增刪、修訂及合併。
- (4)範圍的建立：即主題地圖中包括選定的主題、關聯及資源的不同視界的定義。
- (5)可以XTM檔案或Ozone資料庫形式儲存主題地圖。
- (6)主題地圖的合併。
- (7)外在網站資源失效連結的檢查。
- (8)主題地圖的輸入及輸出。

(9)外在網站資源的搜查（透過Google）。

TM4L編輯器的圖形化介面主要透過Topic Map、Topics、Relationships及Themes四個構面來進行相關的編輯，其他的輔助功能則藉由介面的下拉式選單加以完成。以下藉圖4-1、圖4-2、圖4-3、圖4-4、圖4-5、圖4-6、圖4-7、圖4-8、圖4-9及其相關說明來介紹TM4L編輯器的圖形化介面：

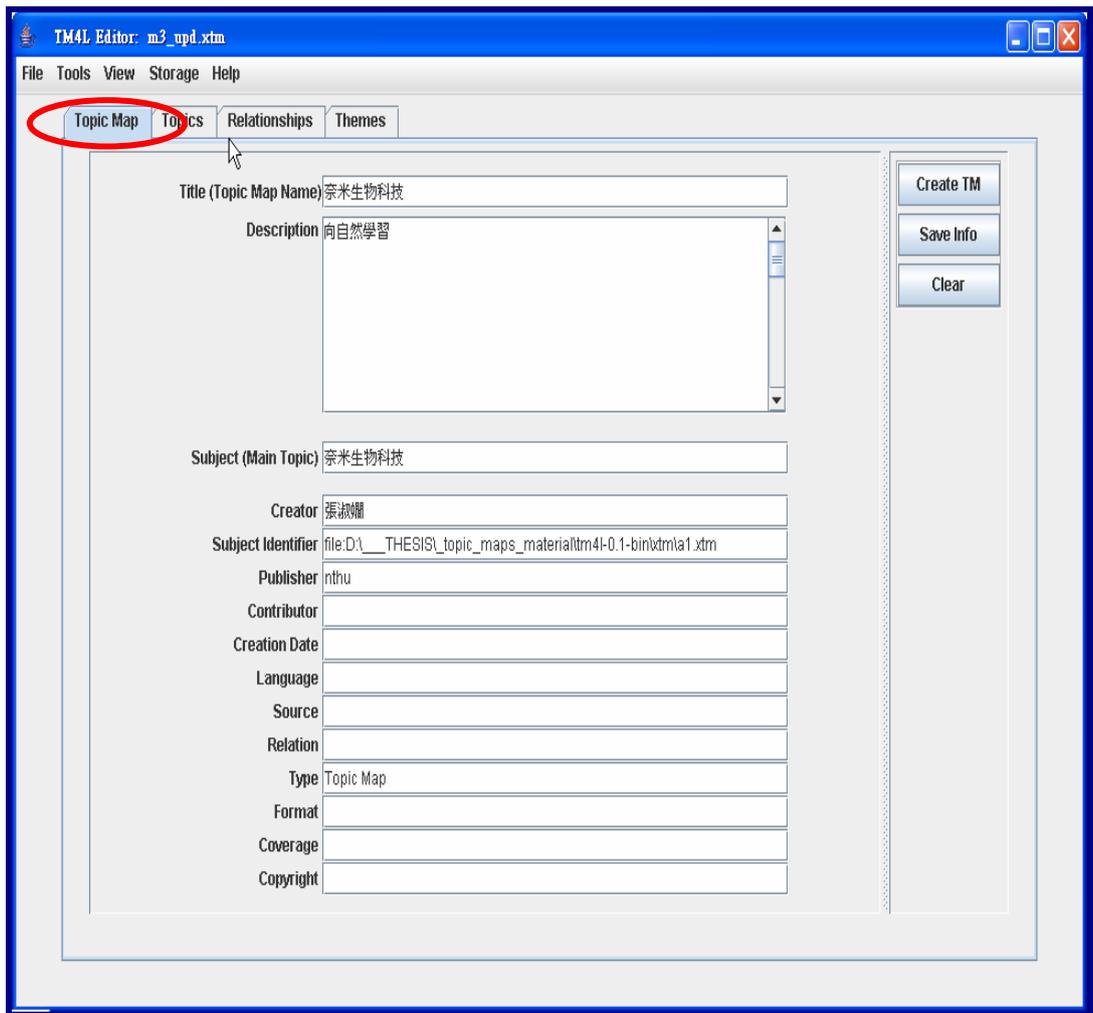


圖4-1 TM4L編輯器的Topic Map構面

說明：TM4L編輯器的Topic Map構面，包含一個讓使用者輸入有關被編輯的主題地圖相關詮釋資料的表格；所需輸入的個別項目定義，多半借用都柏林核心集已定義過的屬性來詮釋被編輯的主題地圖。

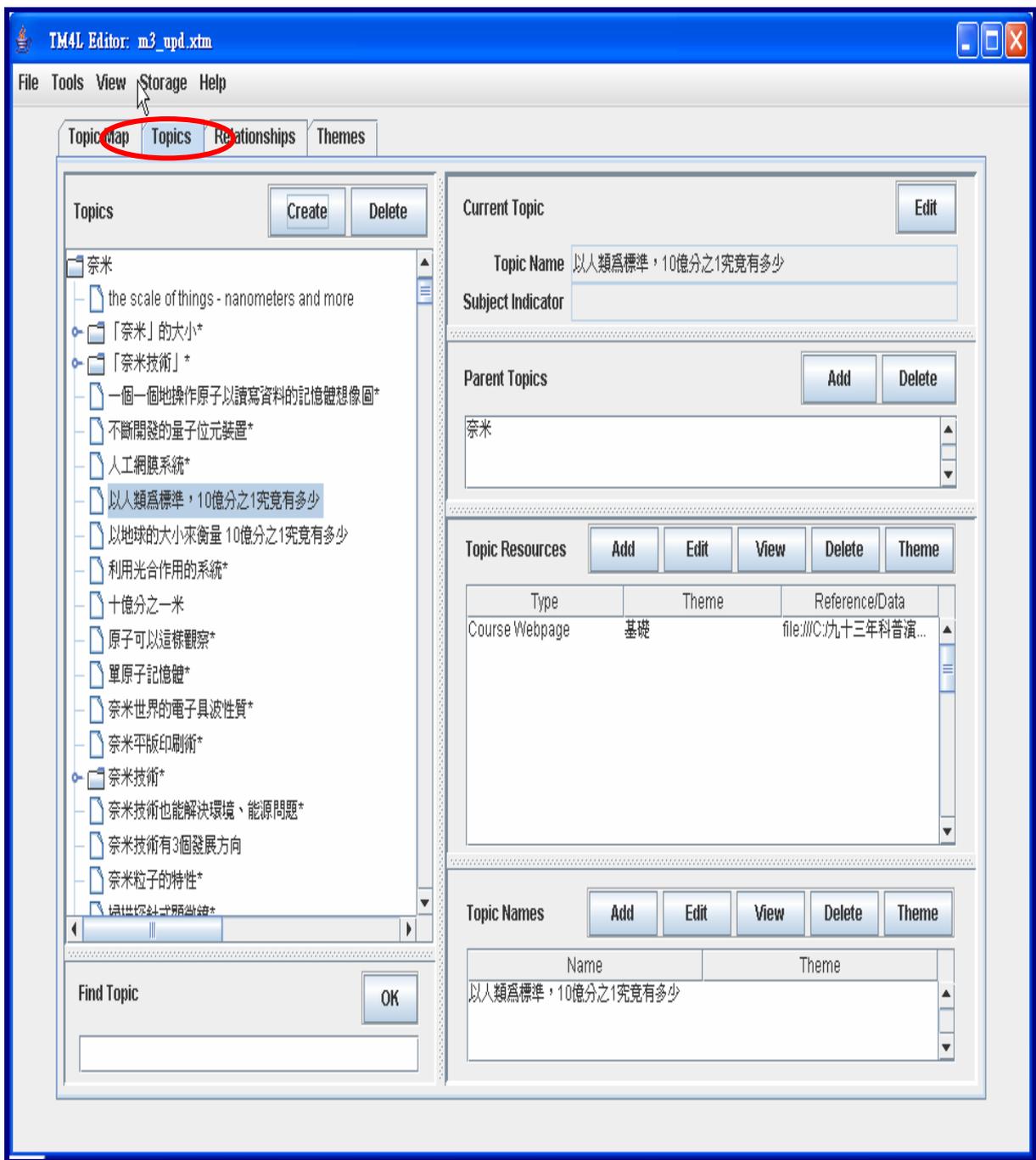


圖4-2 TM4L編輯器的Topics構面

說明：TM4L編輯器的Topics構面，主要用來建置新的主題、與其他主題的層級關係、以及相關資源的連結。有關主題別稱及主題資源連結的範圍限定，也需在此完成。此外，亦提供主題關鍵字查詢的功能。

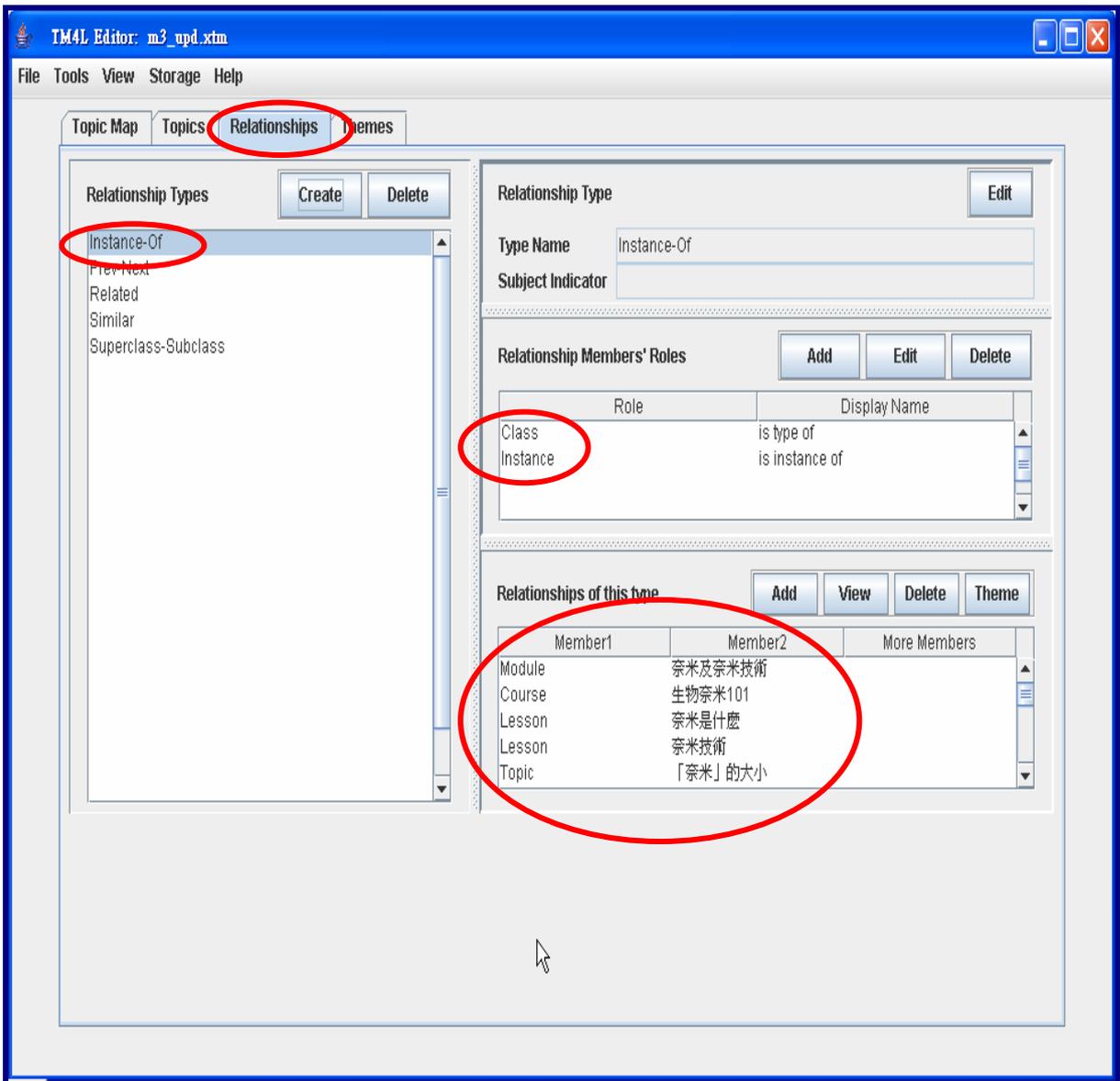


圖4-3 TM4L編輯器的Relationships構面

說明：TM4L編輯器預先定義“整-部”、“類-例”、“相關”、“相似”及“父類-子類”五種關係以供運用。使用者亦可視個別需要，自行定義其他的關係。必須注意的是，每一個新關係的訂定，都包含了關係名稱及相關主題所扮演角色的定義，以及至少一個關係實例的存在。否則，所定義的關係名稱及相關主題所扮演的角色，會被系統以一般主題名稱的形式加以儲存，而喪失了該關係的定義。而當選定某個特定關係以後，在被編輯的主題地圖中所存在的、該關係的所有實例都會被自動顯示出來。

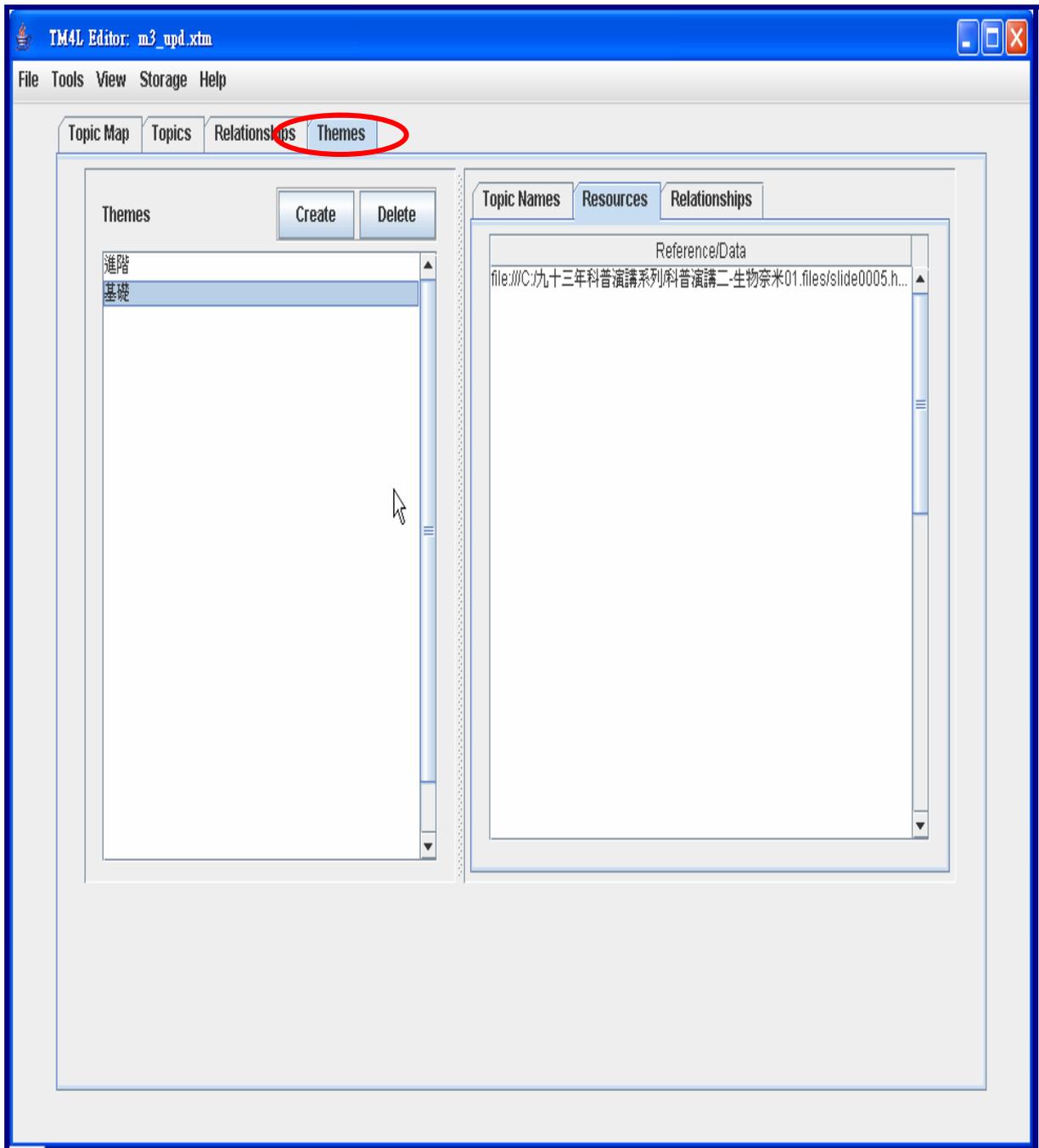


圖4-4 TM4L編輯器的Themes構面

說明：TM4L編輯器的Themes構面，主要是用來作情境的定義及主題名稱、資源與關係中，有關特定情境的表列顯示。圖中所示的，是被編輯的主題地圖內，有“基礎”及“進階”兩種已定義的情境，並將所有擁有“基礎”情境的資源加以顯示的結果。

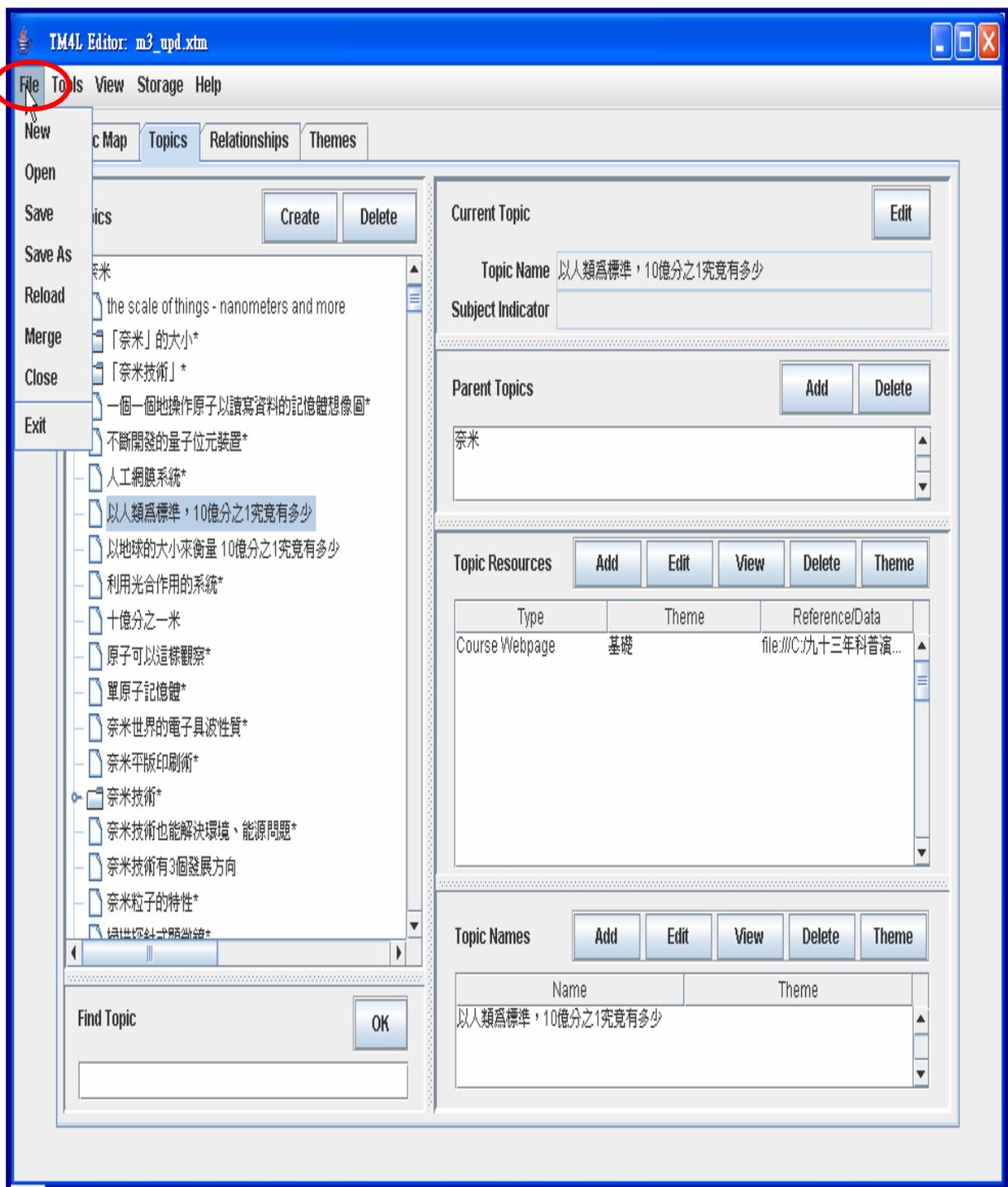


圖4-5 TM4L編輯器的File功能選單

說明：TM4L編輯器的File功能選單包括編輯新檔、開啟舊檔、儲存檔案、另存檔案、重載檔案、合併檔案、關閉檔案及退出系統的功能選項。所使用的檔案名稱會出現在視窗上緣以為提示之用。

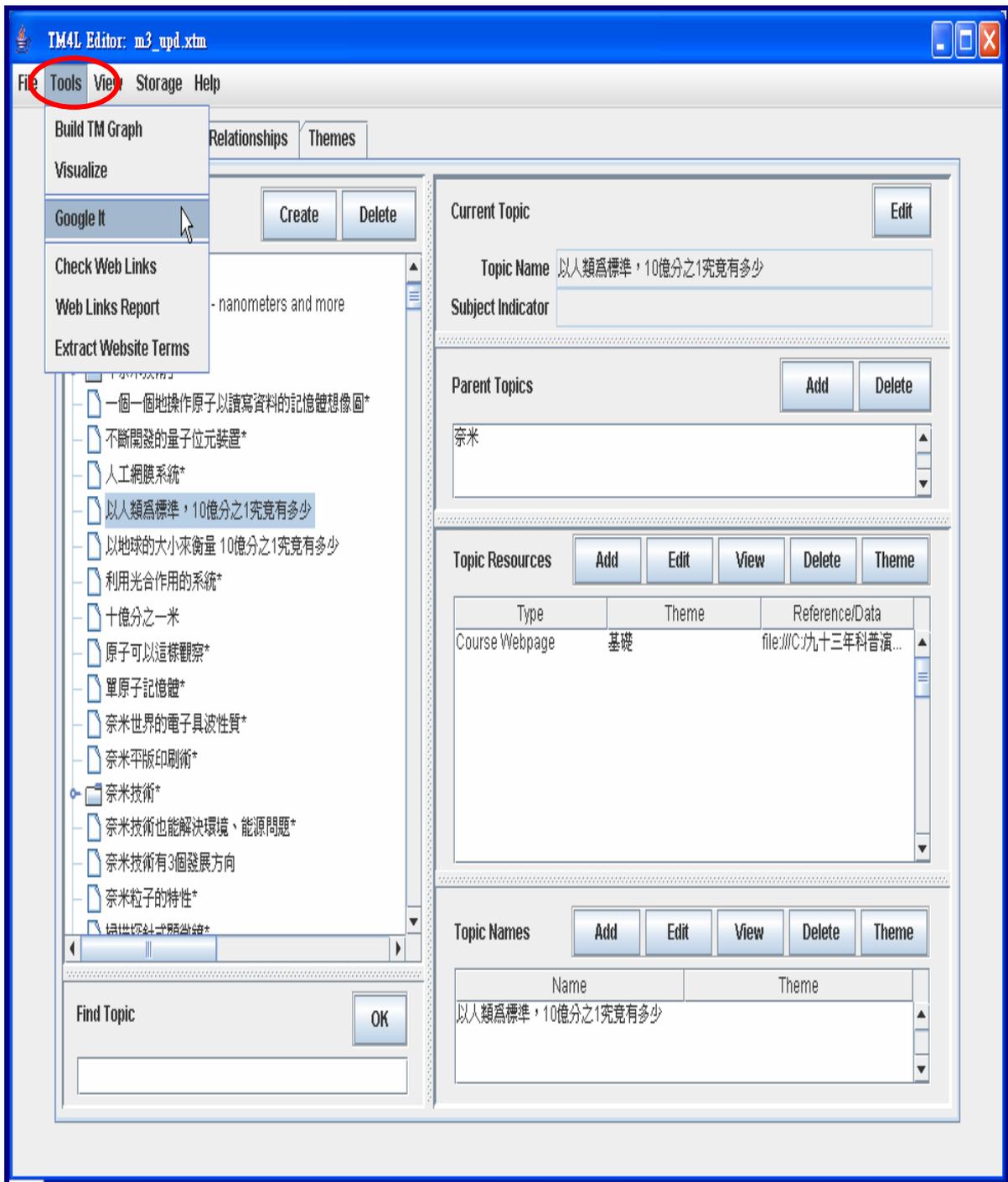


圖4-6 TM4L編輯器的Tools功能選單

說明：TM4L編輯器的Tools功能選單包含有“建立主題地圖圖形”、“視覺化”、“透過Google搜尋”、“檢查網頁連結”、“相關連結報告”及“擷取網路主題”等功能項目。其中“建立主題地圖圖形”主要是進行視覺化主題地圖圖形顯示的前置作業，實際圖形的顯示，要在“視覺化”選項時才會完成。

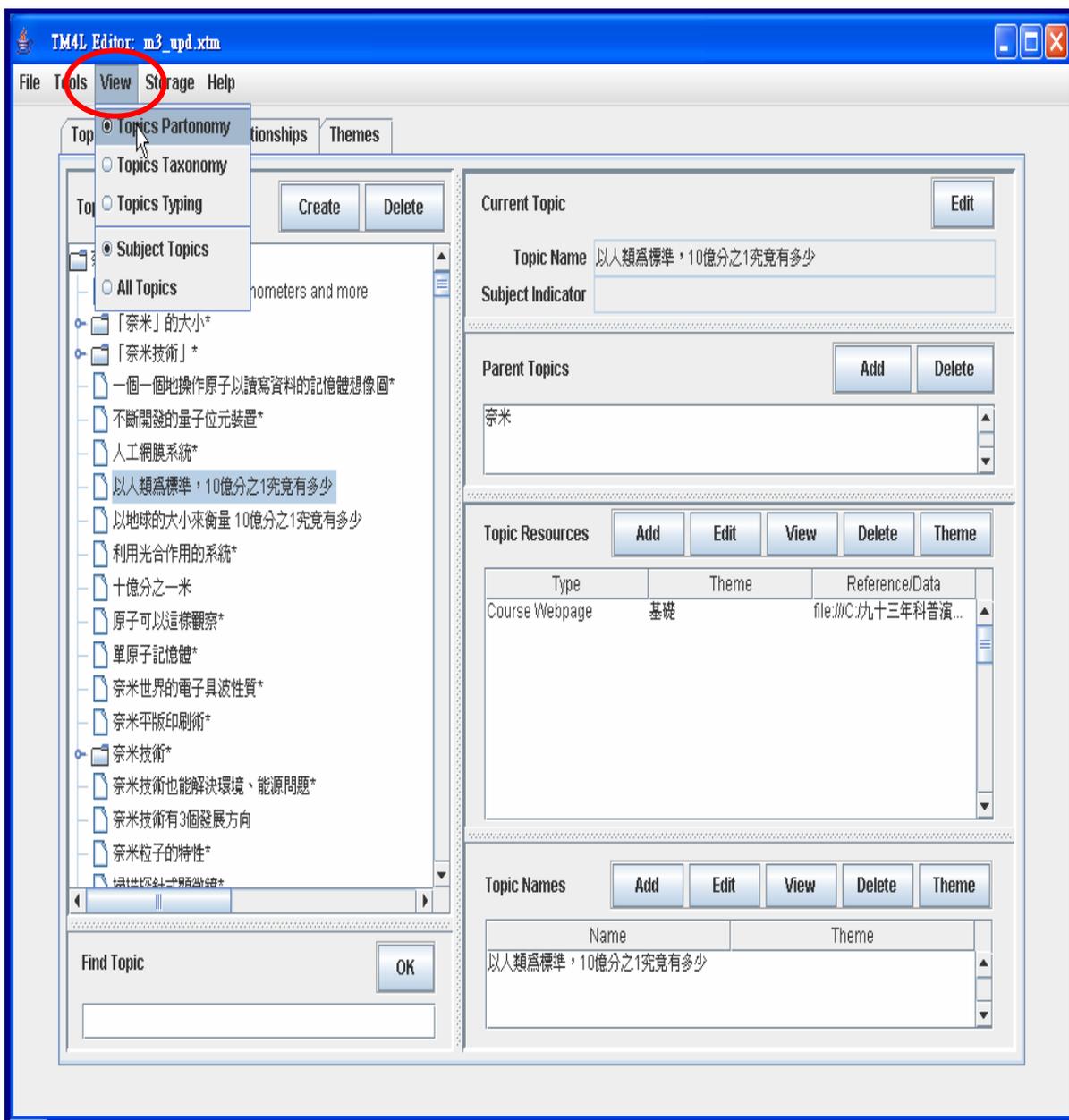


圖4-7 TM4L編輯器的View功能選單

說明：TM4L編輯器的View功能選單包含以主題的整部關係、父類子類關係或主題類型，來顯示主題地圖內的主題。此外，也可就主要主題或所有主題的選項加以顯示。需要注意的是，在選擇以整部關係、父類子類關係或主題類型來更動所要顯示的形式後，需要再從File按鍵功能選單中，重新載入主題地圖才能以新的形式予以顯示。

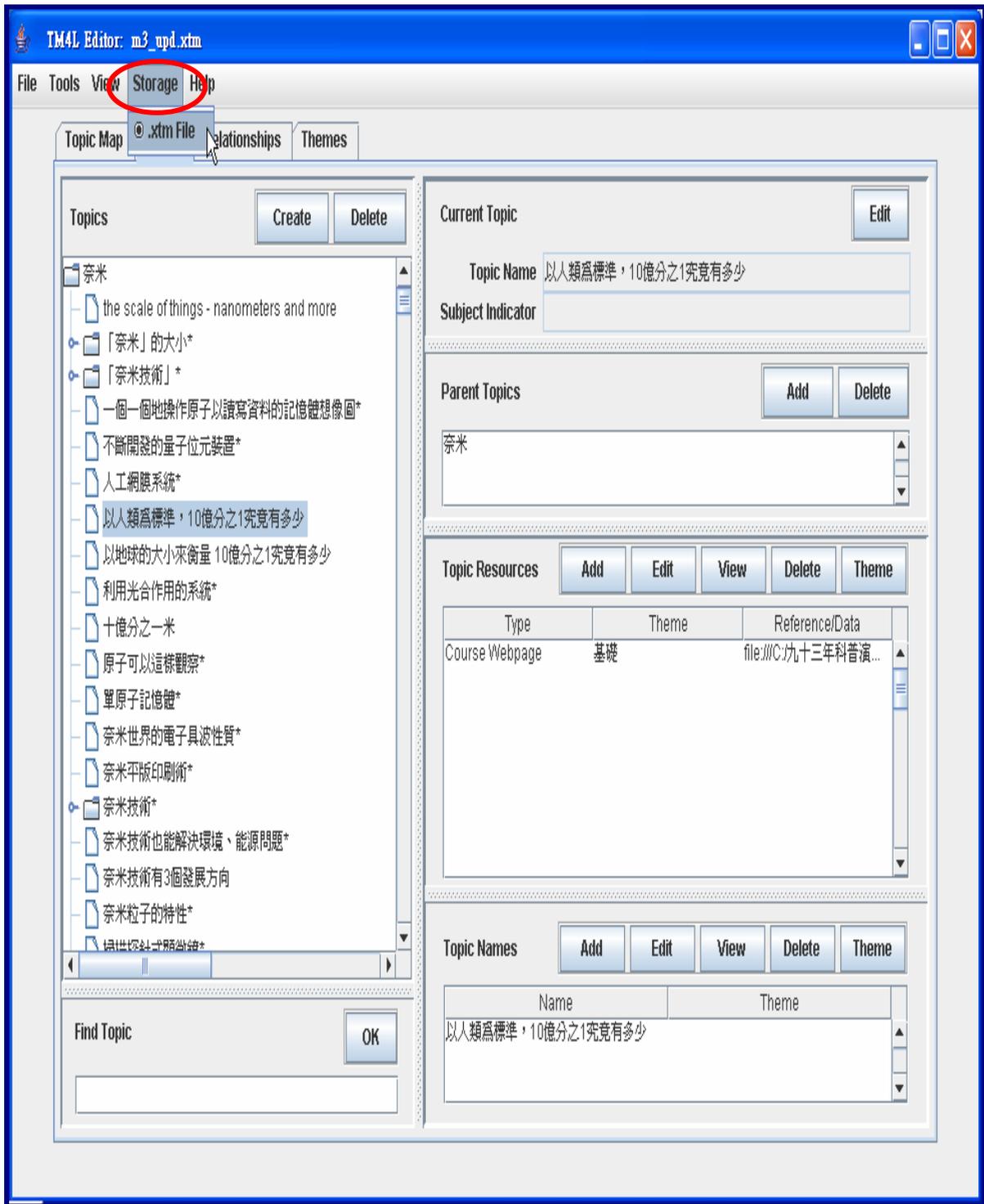


圖4-8 TM4L編輯器的Storage功能選單

說明：TM4L編輯器的Storage功能選單目前只支援XTM檔案方式的儲存。

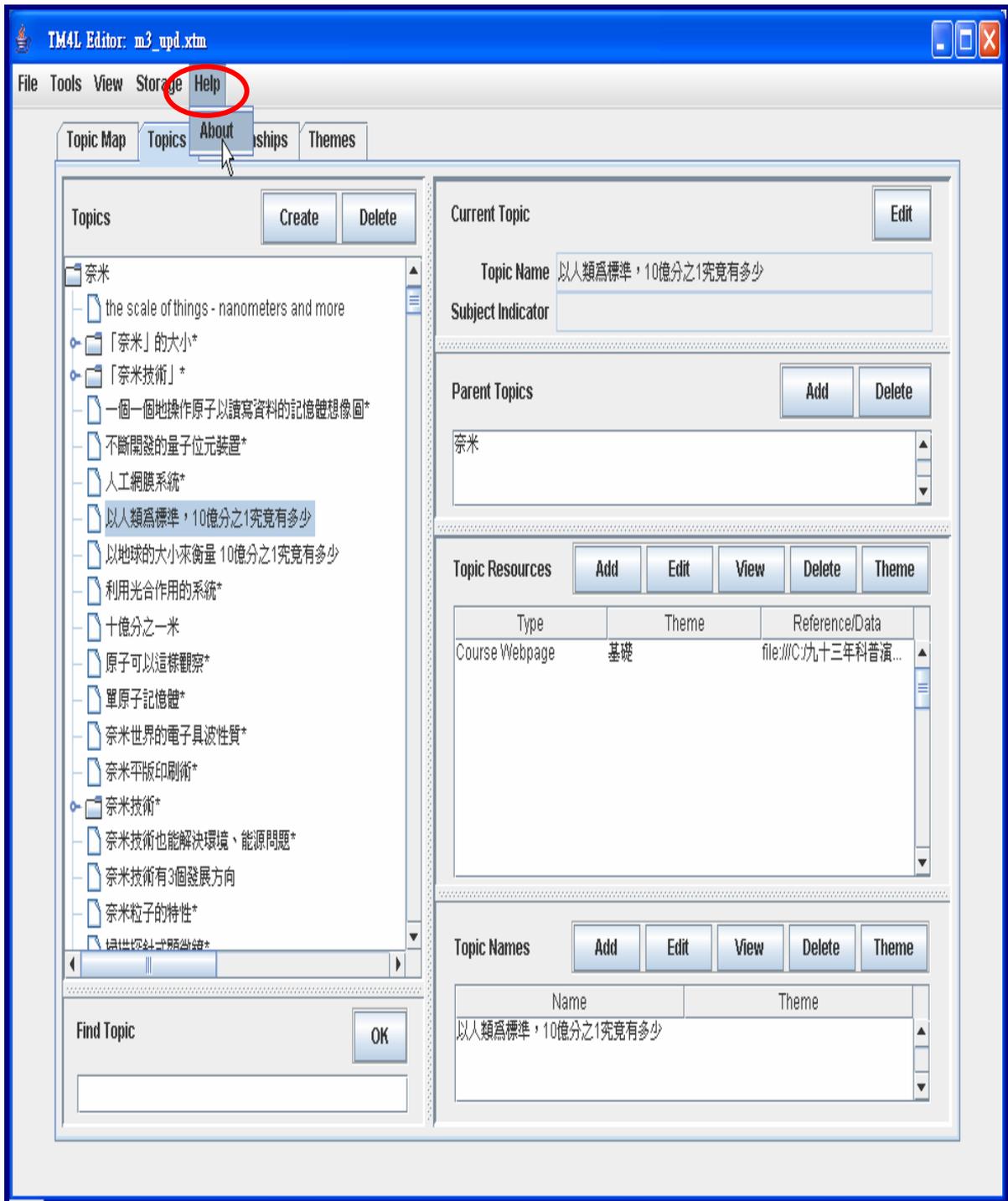


圖4-9 TM4L編輯器的Help功能選單

說明：TM4L編輯器的Help功能選單目前只有關於TM4L編輯器的開發單位及贊助單位的簡介資訊。

TM4L檢視器的圖形化介面則主要透過“Graph View”、“Text View”及“Tree View”三個構面來進行相關內容的顯示。使用者在TM4L檢視器中可以依Text View版面裏所包含的“Subject Topics”、“Relationships”、“Topic Types”、“Relationship Types”、“Resource Types”及“Themes”等視界（View）的分類中，選定所要的物件，而在Graph View及Tree View顯示相關的內容。Tree View版面中則可以展開或縮併選定的主題及其子主題，以及主題所連結的資源。而Graph View版面中則藉TouchGraph的型式，表現主題間的關聯及各相關主題所扮演的角色，以便簡明扼要地顯示主題間的語意內涵。使用者可以就選定的主題及其關聯而開始進行瀏覽，而TM4L檢視器中各版面的內容亦可依照使用者的需要切換到所要的視界，以顯示鄰近或相關物件的內容，而不僅侷限於作同一物件不同視界的顯示。TM4L檢視器其他的輔助功能尚包括：

- (1)視覺化處理：使用者可以依其需要移動圖形或調整其拓樸結構。
- (2)圖形式選擇：使用者可以在Graph/Text/Tree View中，選定瀏覽的物件，加以展開，並對此主題地圖，做特定主題的探索。而在Topic Map Index版面中選定新物件，則成為另一個探索的新起點。
- (3)Context的表達：藉由主題及主題間關聯Theme/Scope定義的建立，可用來限制僅顯示符合選定Theme範圍內物件的需求，而排除其他物件的顯示。
- (4)選定標示：每當選定一個版面上的元素，系統便會加以標示並顯示當下所處的環境。

以下藉圖 4-10、圖 4-11、圖 4-12、及其相關說明來介紹 TM4L 檢視器的圖形化介面：

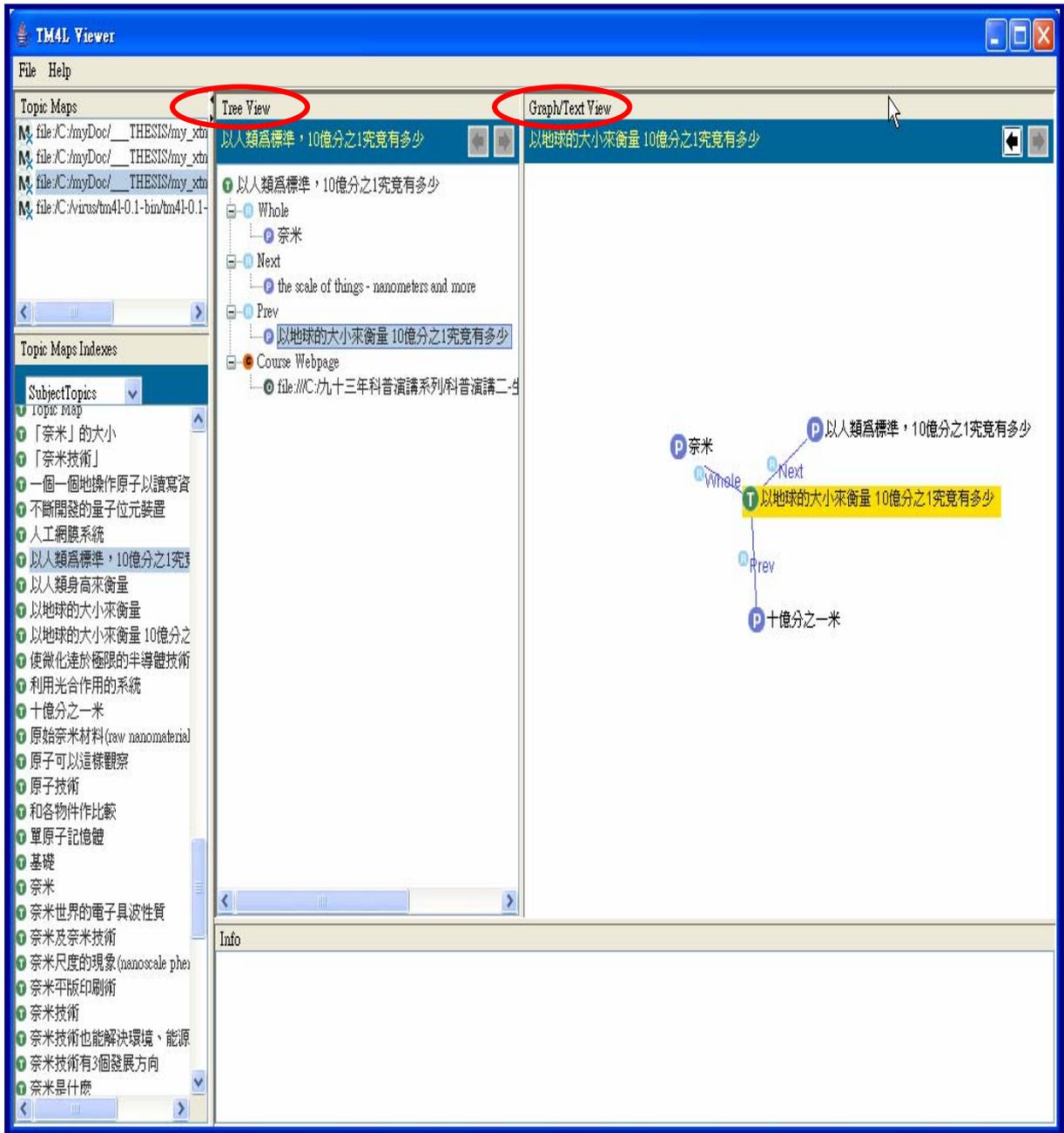


圖4-10 TM4L檢視器的圖形化介面

說明：TM4L檢視器的圖形化介面主要透過“Graph View”、“Text View”及“Tree View”三個構面來進行相關內容的顯示。使用者在TM4L檢視器中可以依Text View版面裏所包含的“Subject Topics”、“Relationships”、“Topic Types”、“Relationship Types”、“Resource Types”及“Themes”等視界(View)的分類中，選定所要的物件，而在Graph View及Tree View顯示相關的內容。

以下是有關TM4L檢視器中所用到的相關顯示符號：

- Ⓣ Topic (主題)
- Ⓟ A Topic Playing a Role(有扮演角色的主題,如 Whole/Part 的角色)
- Ⓡ A Topic Defining a Role(具有定義角色的主題,如 Whole 的角色)
- Ⓒ A Topic Used to Define the Type of an Element (定義元素的類型)  
(Resource Type 如 Webpage://....Class)
- Ⓞ Occurrence (資源指引)
- Ⓢ An Instance of Relationship (關係的實例)





圖4-11 在TM4L檢視器中透過資源索引顯示資源內容的情形

說明：在TM4L檢視器的“Tree View”當中，可以將所選定的主題加以展開，以顯示相關主題及資源索引的連結。而所連結的資源，在經點選之後，亦可藉由適當的系統設定以顯示其內容。圖中例舉的是以網際網路瀏覽器顯示網頁型態資源的情況。

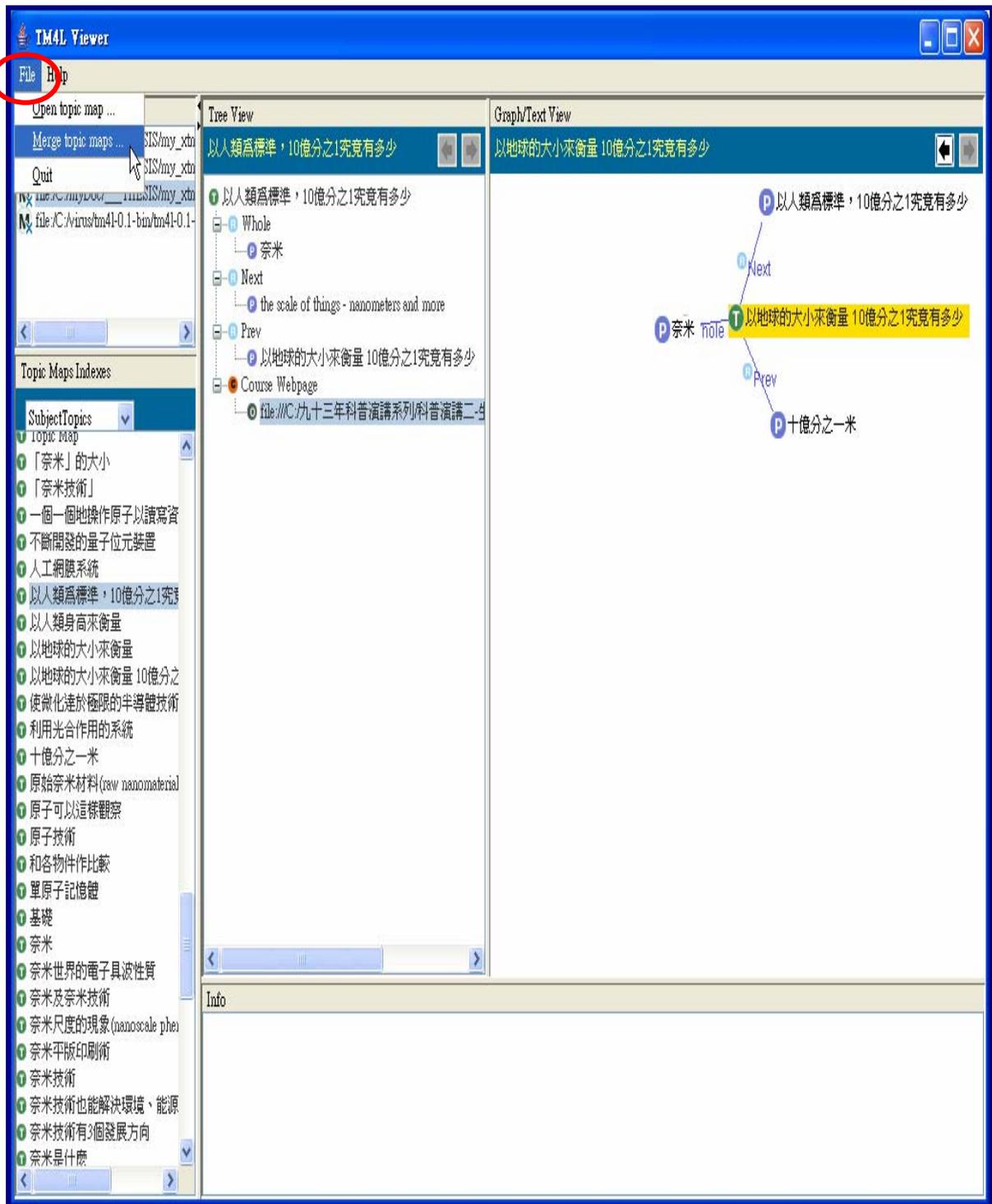


圖4-12 TM4L檢視器File按鍵的功能選單

說明：TM4L檢視器File按鍵的功能選單，目前只支援主題地圖的開啟與合併，以及退出系統的選項。

#### 4.4 教材內容資料分析

本論文以『中北區奈米科技K-12教育發展中心』為教育資源數位圖書館，選定呂平江博士的科普演講投影片資料“奈米生物科技--向自然學習(一)”為藍本，以建構相關的主題地圖。

從投影片資料的內容來看，主要介紹奈米尺度的微觀世界與我們日常接觸的相對巨觀世界，在各基礎科學領域如生物、物理、化學、材料、工程等方面觀察到的現象與其帶來的啟發，以及目前應用的情形與未來預期發展的探討。由各部份所佔的篇幅比例來看，有關基本定義的部份介紹較少，關於目前的應用及未來的展望則介紹較多。

從投影片資料的編排來看，主要由文字的描述及圖片的顯示所組成，並不包含影音方面的資料。另外，投影片中並沒有目次類的資料作為內容大綱的參考，各單頁的投影片並不一定有標題，而具標題的投影片也不一定有獨特或適切的標題可與其他投影片作分別。除前段投影片有關奈米定義較為集中外，後續投影片中有關奈米技術的概論資料則較分散。而後段的投影片所描述的多為奈米技術的應用情形與預期發展。除少數例外，大多以一頁投影片描述一個應用情形為主。

從以上的觀察，可以概略得知一門新興知識開發適用教材時可能面臨的問題。

#### 4.5 教案TAO之訂定與主題地圖之實現

分析選定的教材內容資料後，接著從教材中所出現的名詞定義、專有名詞等，利用TM4L編輯的功能，如圖4-14所示，進行辨識主題、建立關聯、連結資源的工作以產生領域知識主題地圖，並藉由主題地圖的合併機制，提供編輯上的合作與內容上的增進。

其次，教學者由教學目標出發，如圖4-13、圖4-14及圖4-15所示，就領域知識主題地圖的內容，選定相關的主題及關聯，配合主題類型所需的教學單元，運用課程架構及學習路徑的組織與安排，以完成教學主題地圖，並藉由主題地圖的合併機制，提供編輯上的合作與回饋。

以建構的主題地圖為例，假設教師要依照原本投影片教材的順序來教授課程內容，那麼首先就是要賦予每一張投影片一個具代表內容主旨的標題名稱來當作主題名稱，並利用TM4L編輯器將其紀錄為主題，然後將每個主題所在的投影片頁碼作為參考資源並加以連結，最後依投影片教授順序的先後關係（如圖4-16）加以連結，即可完成此一主題地圖，而其主題間的連結關係在TM4L編輯器中可以作如圖4-17的顯示。完成的主題地圖可以用XTM格式加以儲存，隨後可用任一支援XTM格式的檢視器，如TM4L檢視器來檢視完成的主題地圖。以下藉由圖4-18、圖4-19、圖4-20及其相關說明來簡介使用TM4L檢視器來檢視主題地圖的相關情況：



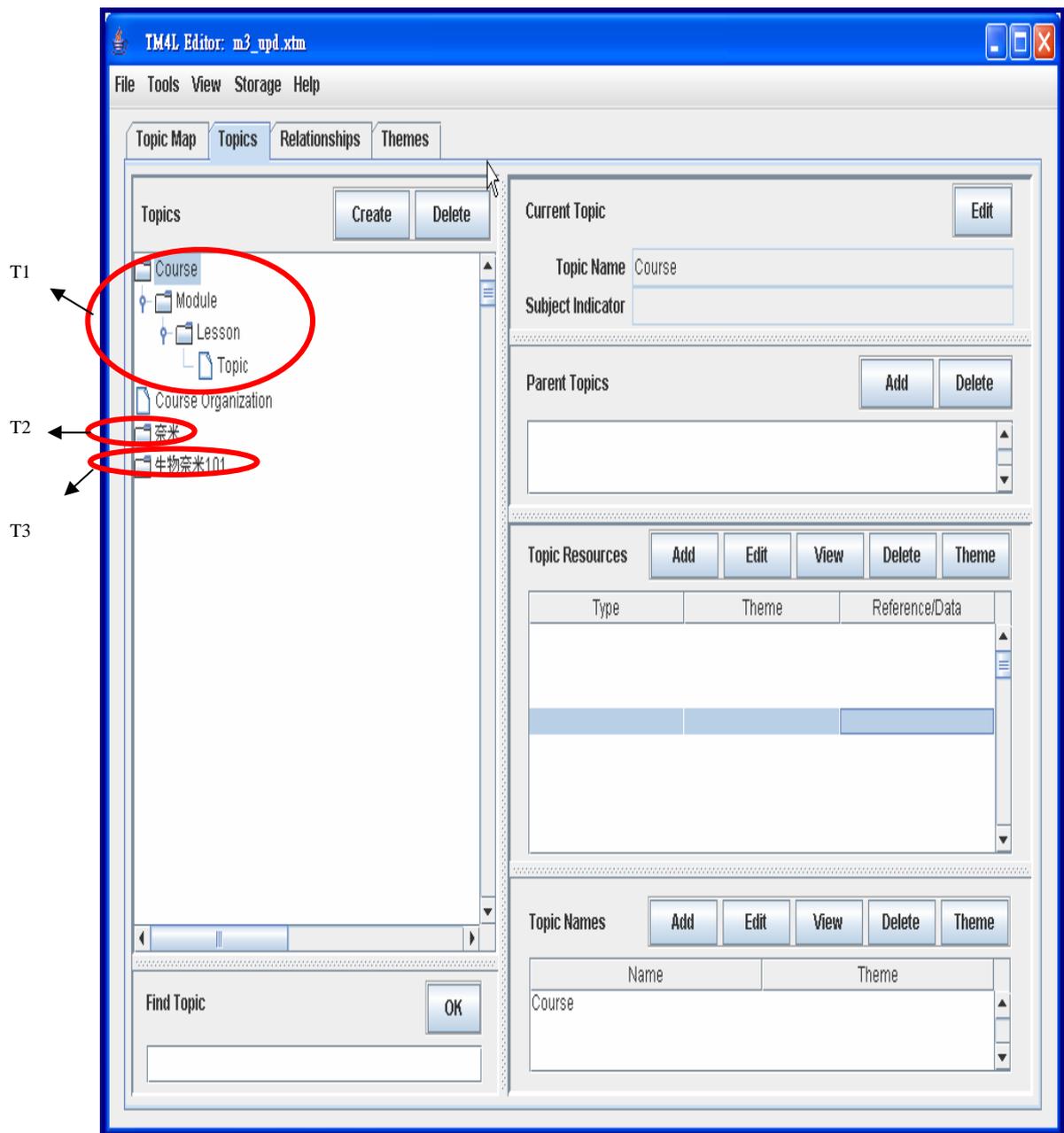


圖 4-13 教學主題地圖建置模式實例

說明：依據 3.2.2 本體論之實現方式，本實作使用 Content、Context、Structure 三種思維建立本體論。並建立三種 Topic Maps：(1) “Course” Topic Maps (T1)；(2) “奈米” Domain Knowledge Topic Maps (T2)；(3) “生物奈米 101” Lesson Plan Topic Maps (T3)。

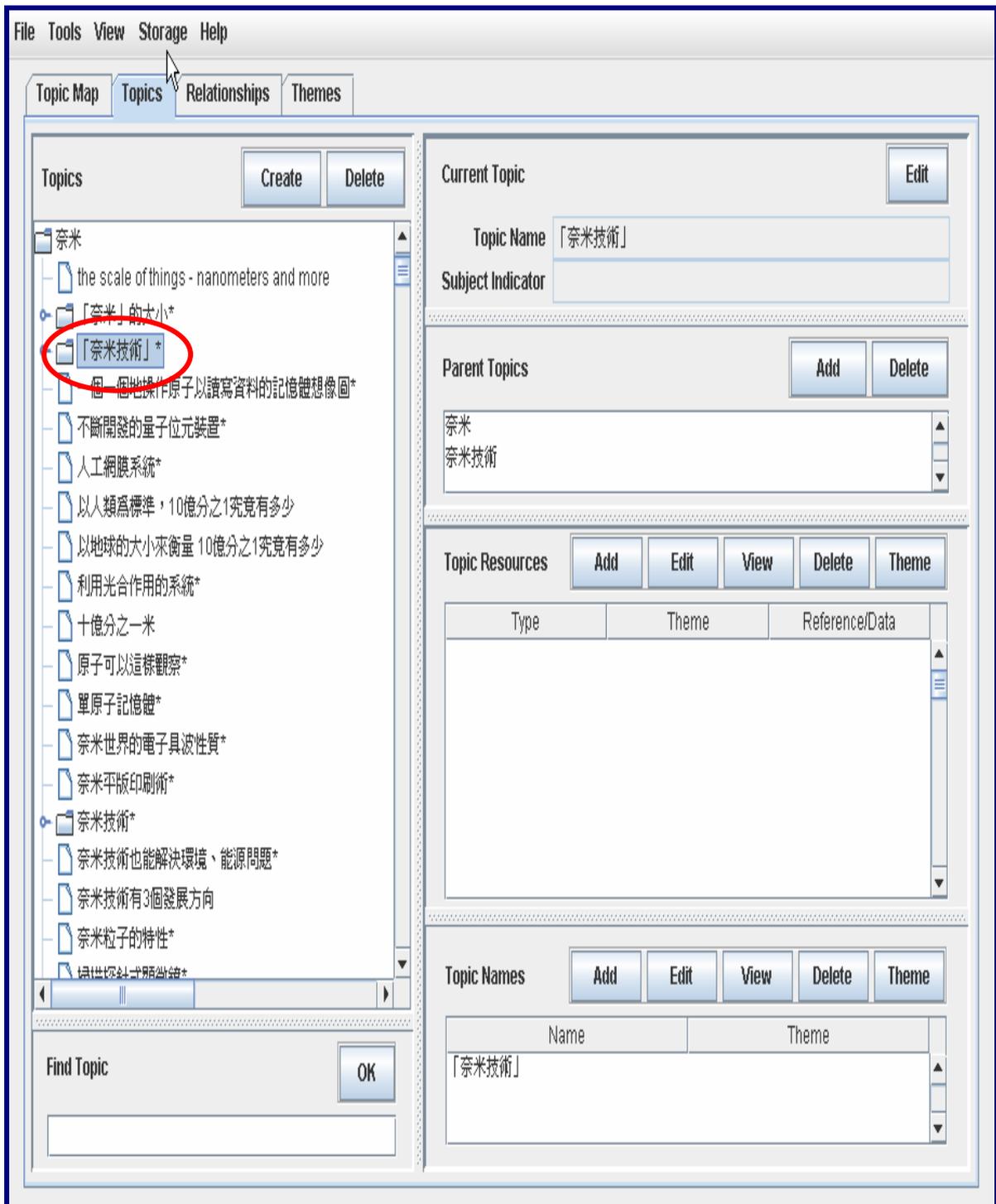


圖 4-14 Domain Knowledge 實例

說明：從主題「奈米技術」來看，分別是主題「奈米」及「奈米技術」的一個部分，也就是 3.3.2 本體論之實現方式所定義「整部關係」的實例。由於「奈米技術」被兩個以上的主題所包含，系統特別以星號（\*）加以標示。

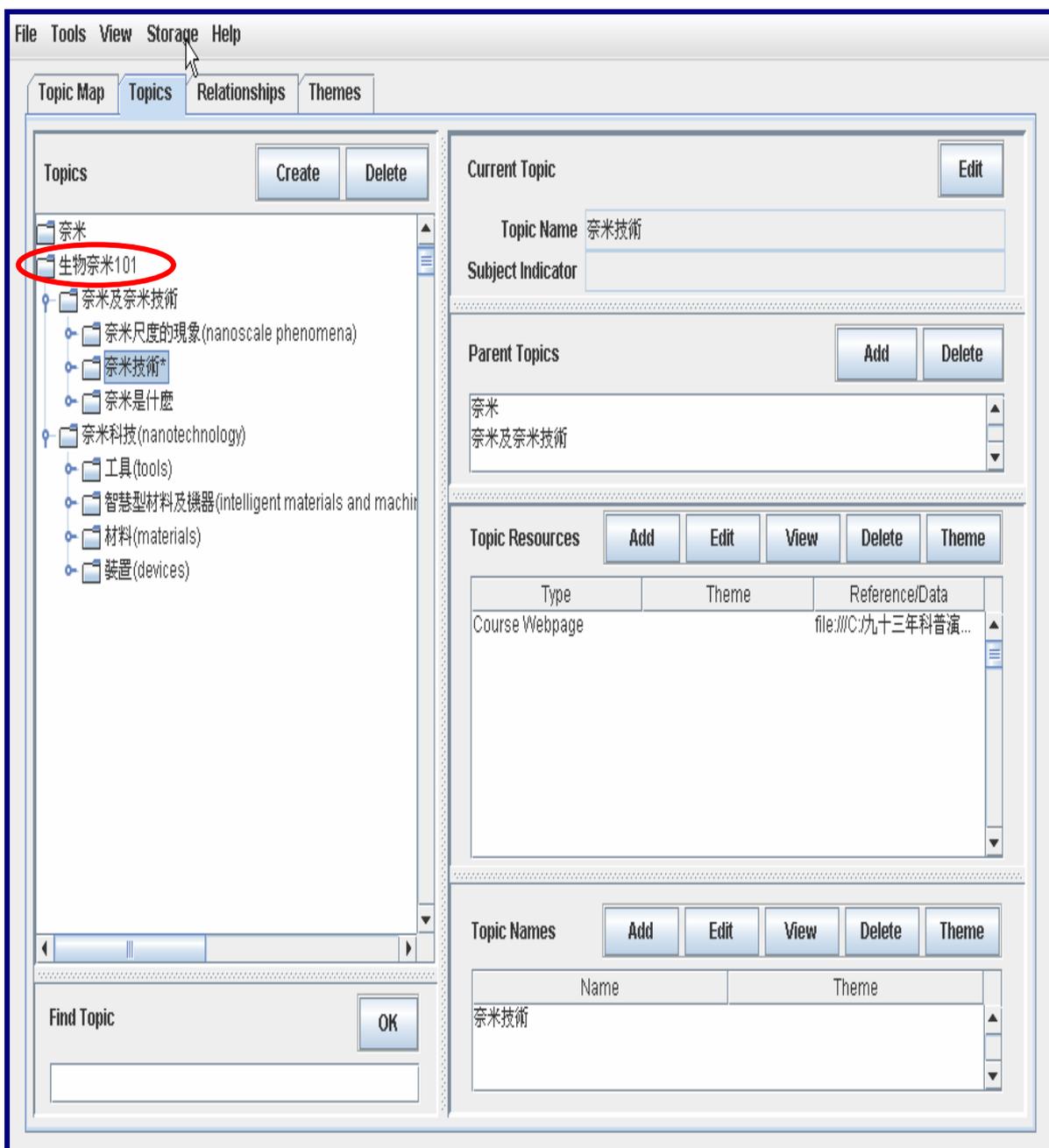


圖 4-15 Lesson Plan 實例

說明：在“生物奈米 101”的課程規劃中包含了“奈米及奈米技術”和“奈米科技”兩個課題。其中“奈米及奈米技術”則包含了“奈米是什麼”、“奈米尺度的現象”及“奈米技術”三個主題；而“奈米科技”則包含了“工具”“材料”“裝置”“智慧型材料及機器”四個主題。

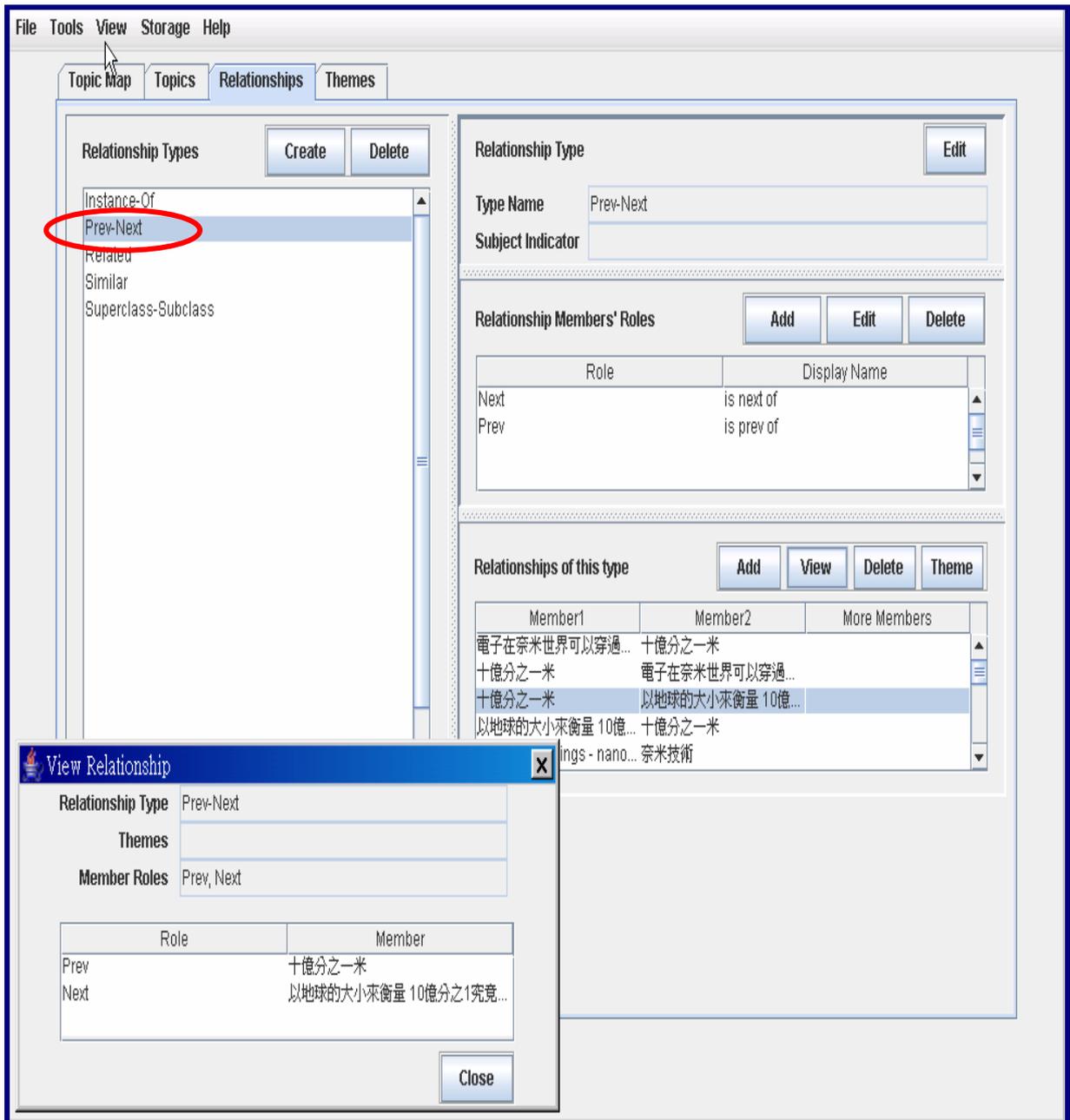


圖 4-16 由 TM4L 編輯器關係構面所看到的主題間關聯的情況

說明：TM4L 編輯器內定“整-部”、“類-例”、“相關”、“相似”及“父類-子類”五種關係以供運用。圖中的“前-後”（Prev-Next）關係可用於描述原始材料（投影片）中的主題出現順序。

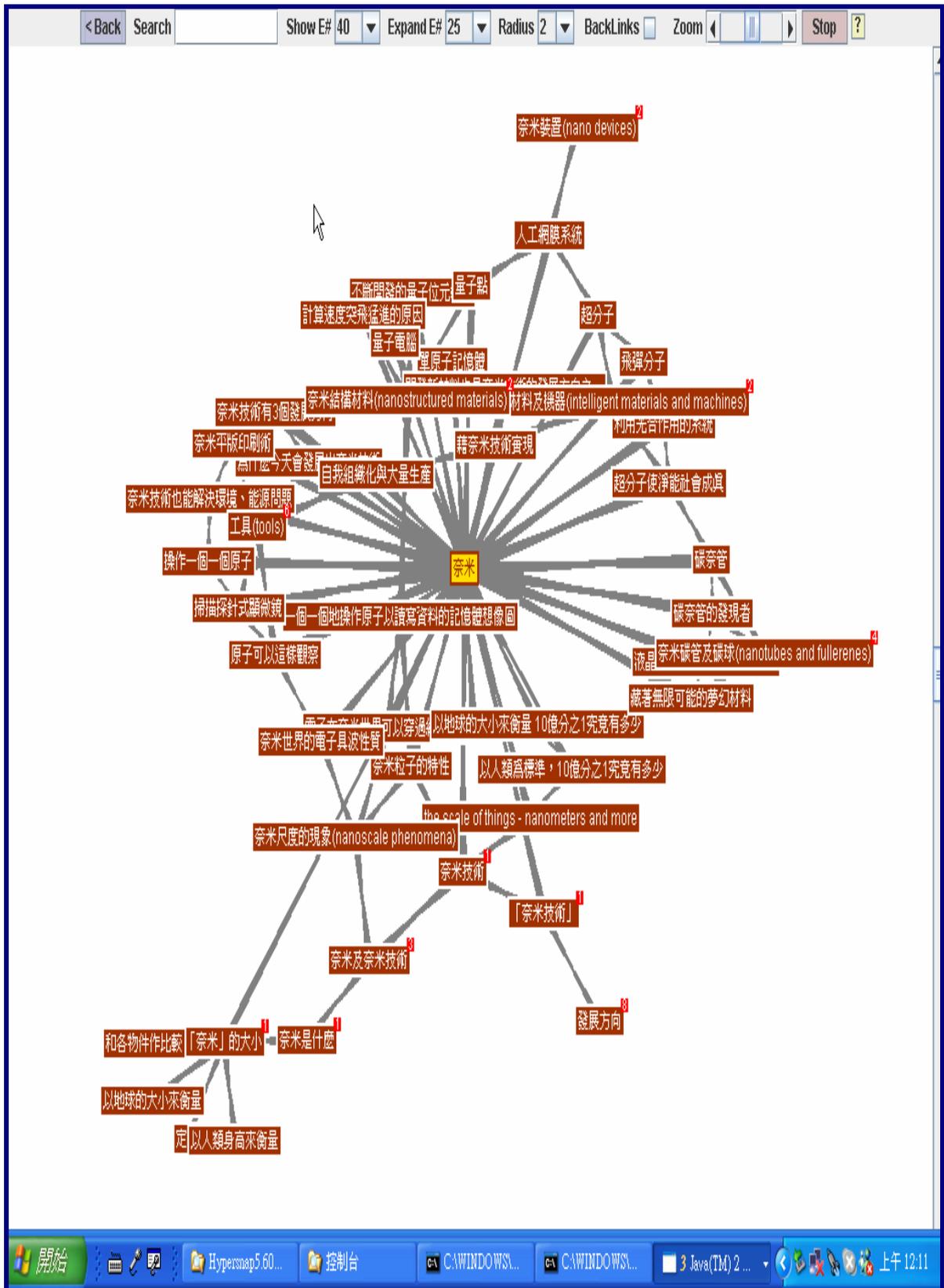


圖 4-17 Expanding Topic Maps in TM4L Editor 實例

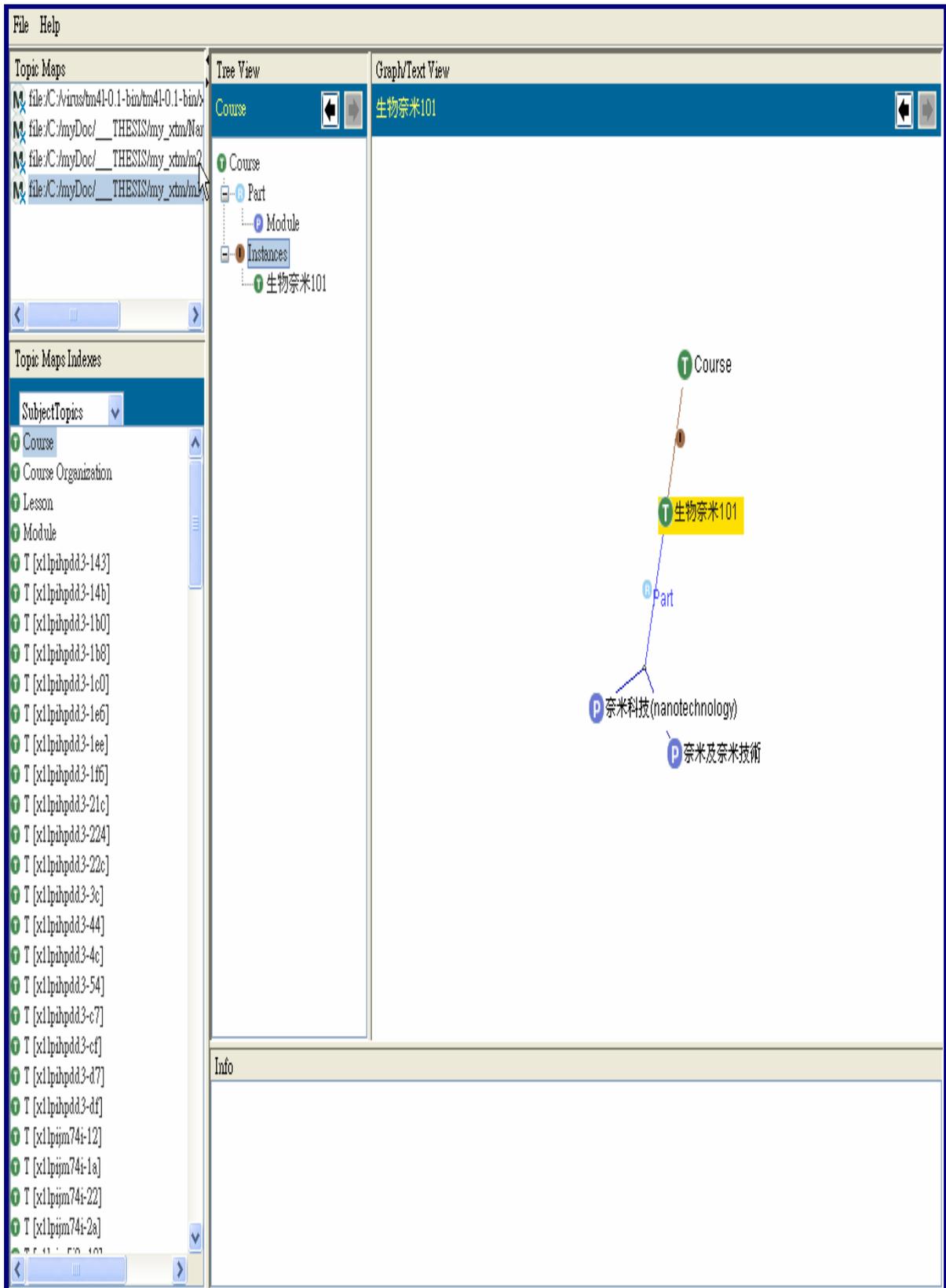


圖 4-18 TM4L Viewer in Course and Lesson Plan 實例

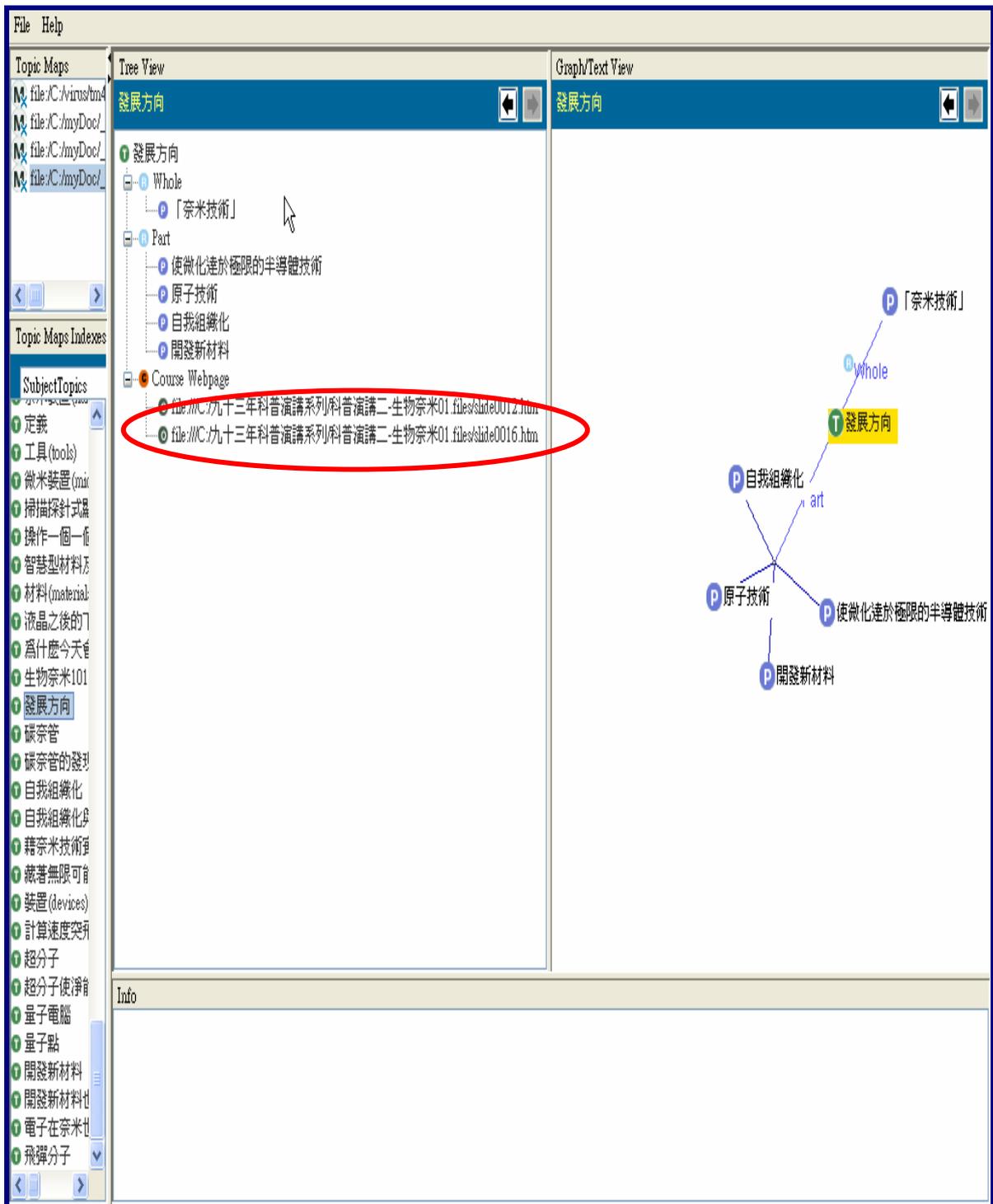


圖 4-19 Occurrences 實例

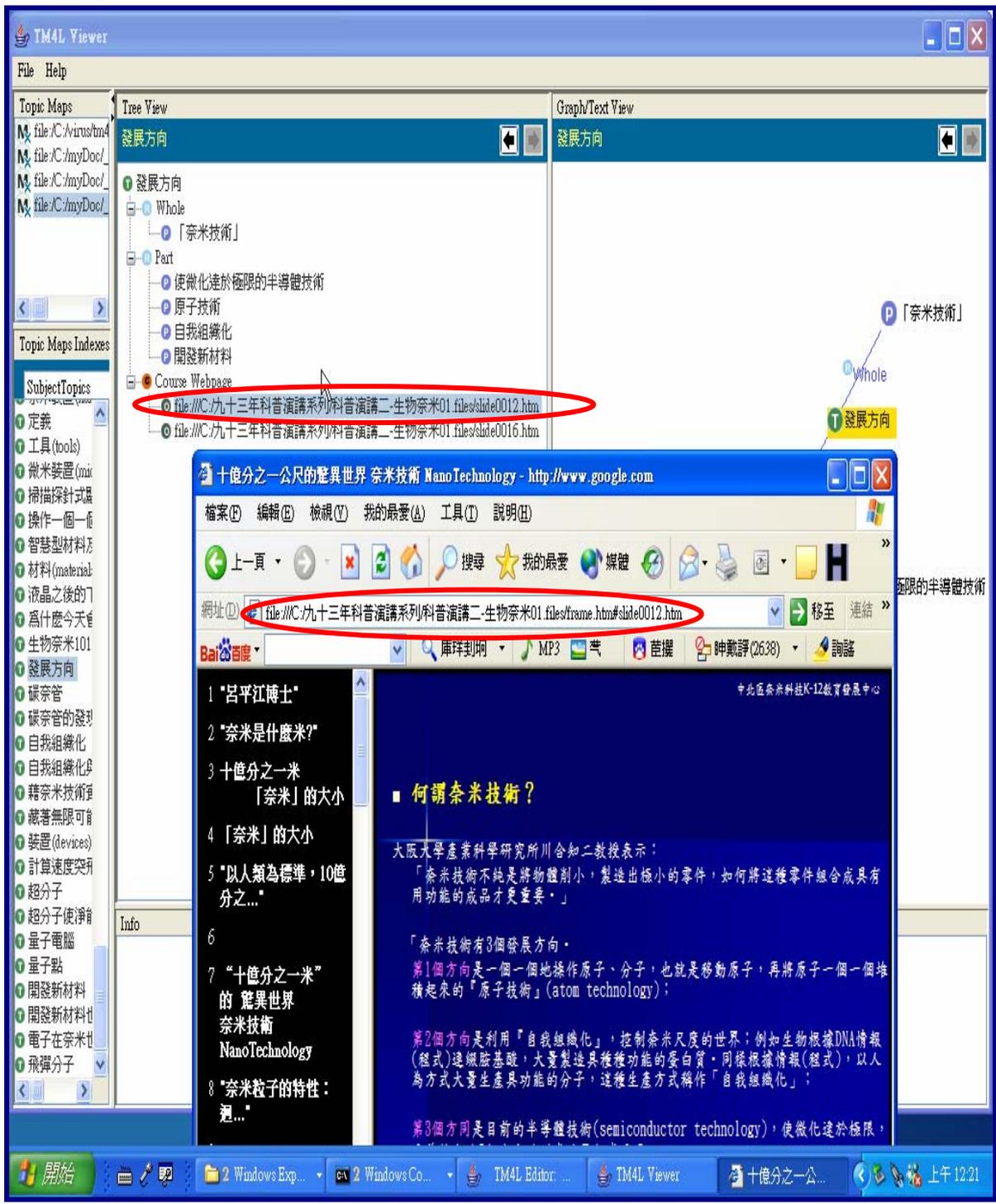


圖 4-20 Resources through Topic Maps Occurrence 實例

## 第五章 實作評估

由以上的實作可知張氏教育主題地圖，結合了數位圖書館教育資源與教師教學方法的應用，透過T.A.O.關係的建立，完成主題化教學的內容規劃，以作為教師教學與學生學習的參考。作為一個新的學習架構，除了就其組織成員探討其與學習理論的契合程度外，對於使用者所帶來的影響也應加以分析。因此，以下就數位圖書館、學習理論及使用者的觀點作進一步的分析與討論，並藉以探討此架構的良窳。

### 5.1 數位圖書館之觀點

根據美國密西根大學數位圖書館網頁及 Wallace 等人的整理〔Wallace et al, 1996〕，在支援學習者學習方面，數位圖書館具有六項重要的特性：1.最新的內容；2.可以從第一手資源而來的內容；3.全面性的內容；4.以各種格式顯示的資源；5.學習者可以線上出版；6.內容可以隨時取得。前述之特性即是令數位圖書館與傳統圖書館產生明顯差異的原因。

此外，值得注意的是，教學資源的再利用應被列入上述的原因之中，正如同Masullo等人〔Masullo et al, 1996〕所提及的“實際的加值來自於再利用。教師運用材料做了很好的橋接工作，以創造豐富的學習經驗。然而，要將結果與其他教學者分享，卻非常困難，因為每一次只有少數的學習者得到獨特模範教學的益處。而開放式及網路化的數位圖書館可以提供再利用的可能性”。

另外根據Edelson等人〔Edelson et al, 1996〕所做的研究發現“為了學習者轉化專家資源的目的，是要將專家用以延伸其知識的資源，轉變為使學習者能藉由執行個人有意義的工作，以發展出一部分專家所擁有的知識的資源”。

由最近NSDL同仁對數位圖書館所做的省思〔Lagoze et al, 2005〕，我們可以發現傳統數位圖書館所強調解決有關如何找到（Search）及如何取得（Access）所需資源的功能，在今日如Google（或Yahoo！，MSN）等網路搜尋引擎的高度發展之下，人們往往會有“有關檢索方面的問題，不是已被Google解決，就是即將被Google解決”的錯覺。因此數位圖書館除了具備對資源的檢索功能之外，還必需對資源有所加值，才能與網路搜尋引擎有所區別。而這些加值的動作則可藉由足以表達圖書館社群的使用型態與知識的資源所處環境（Context）的建立，及資源新資訊與資源間關係的增進來構成。如此數位圖書館便成為一個資訊合作（Collaboration）及累積（Accumulation）的環境而不僅只是一個檢索資訊的地方。

由以上諸位學者的研究與思考可以知道，如何結合教育資源數位圖書館館藏的特性與專家資源成為學習資源，促進學習者作有意義的學習，分享及回饋學習的成果，並發揮學習資源的再利用，以建立優良的教育資源數位圖書館，是一個很重要的課題。而在這些方面主題地圖都有很重要的應用。

藉由主題地圖在主題、關聯、資源指引及限定範圍互為連結方面的彈性，運用領域知識的主題化與組織化、本體論方式的主題間連結關係、URI規範的資源定址模式，可以進一步將教育資源數位圖書館原有的資訊空間，提升為知識空間；而藉由教學者對學習者背景知識的瞭解，對課程主題進行內容組織與教學法的配套，及實際學習資源的連結，可以提供學習者對於課程內容的學習路徑參考；而藉由學習資源的連結學習者可以接觸教育資源數位圖書館館藏的知識空間、作進一步主題化的探索式學習。

## 5.2 學習理論之觀點

依據David Ausubel [ Ausubel, 1963、1968、1978 ] 的學習及認知心理學理論，學習的發生乃在於將新的觀念及命題 (Proposition) 融入學習者既存的觀念及命題架構上。而這種學習者所擁有的知識結構亦被稱為是該學習者的認知結構。使用主題地圖最主要的目的之一就是要促進有意義的學習 (Meaningful Learning)。而為了要達成有意義的學習，Ausubel 認為要有三個先決條件：

1. 用以學習的材料必需是概念清晰的，並可以與學習者的昔知知識 (Prior Knowledge) 相關的語言及範例加以呈現。
2. 學習者必需擁有相關的昔知知識。
3. 學習者必需決定要作有意義的學習。

以下就前述三項先決條件，分析教育資源數位圖書館透過主題地圖技術，協助教學內容設計的結果。

就“用以學習的材料必需是概念清晰的，並可以與學習者的昔知知識相關的語言及範例加以呈現”的條件而言，實際執行上需要考慮教學材料的組織方式以及教學內容的呈現方式。在教學材料的組織方面，本研究以主題地圖技術為本，針對教學材料進行主題分析與主題化，並連結參考資料的來源出處，利用領域本體論的定義來描述主題間的關聯，以求得教學內容中具有清晰的學習主題及主題之間的關係。在教學內容的呈現方面，則藉由教師對學習者程度的瞭解，配合學習主題的類型，選定合適的主題內容組織方式，以先概念性，次專門性主題的教學順序加以實施。而如果主題內容需視學習者程度而有所區分時，則可利用主題地圖中有關範圍 (Scope) 的指定來加以完成，提供更具彈性的主題化組織方式，以符合不同程度學習者的需求。

就“學習者必需擁有相關的昔知知識”而言，一個人從出生到三歲間由於對周遭環境事物的認識，並開始將語言標籤及代表符號與之連結，而得到了初始的概念。三歲以後則藉重語言來理解新舊概念與命題意義和關聯上的比較而得到新的概念與命題。因此對於三歲以上的學習者而言，基本上在各方面都具備相當程度的昔知知識。如果希望能在隨後的課程中，於任何領域提供詳細的專業知識，在概念架構的建立上就必需注意到仔細與明確。由此可以知道條件一與條件二兩者是互相關聯而且重要的。

就“學習者必需決定要作有意義的學習”而言，教師對於學習者決定嘗試以新的意義融入昔知知識而非傳統背誦式學習的動機只有間接的控制，因此如何導入適當的教學方式誘導並促進學習者作有意義的學習就顯得更為重要。以本論文所提出的主題地圖架構而言，教師可以在教學內容中提示主題間的關聯性以吸引學習者的注意，引導學習者的學習重點與方向，並配合習題上的安排，誘導學習者作學習主題與背後領域知識的連結與探索，藉以將新的意義融入學習者的昔知知識而進行有意義的學習。

經由以上的分析，可以知道依前述建置模式而建構的主題地圖，符合學習及認知心理學理論中有關學習者認知結構的建立要求，即可以達成有意義的學習目的。因此教育資源數位圖書館可以利用主題地圖技術，結合前述建置模式，將領域知識、教學內容與學習次第的安排互作主題化的組織、關聯及參考資料的連結，有效協助學習者學習知識的建構。

### 5.3 使用者之觀點

由主題地圖技術的內涵來看 [Dichev et al, 2004]，可以發現其中具有知識表示、資訊的組織與管理之支援，以提供教師結構化的方式，來協調開發教學內容時所有的活動。對於教師而言，主題地圖技術主要有以

下的優點：

- 1.知識外顯化的支援：建立明確的概念化領域結構及連結相關的線上資訊之主題地圖方式，允許教師有效的將其隱含的知識，在概念及資訊層次上加以外顯化。
- 2.有效的知識與資訊的管理及維護：主題地圖的應用程式提供對概念及資源層次的搜尋、瀏覽及視覺化的可能性。基於主題地圖豐富語意而衍生的推理規則，引導教師將資源組織為一個嶄新且具有本體論意識及富含語意意涵方式的互相連結之資訊空間。
- 3.教學空間以外學習空間的增長：教師可將連結於領域概念外部的線上文件包括進來，而藉以達成課程內容的開放。如此可以將學習空間擴展到課程教學內容之外。
- 4.快速及有效的學習物件開發：主題地圖使用標準化的方式提供教師分享與交流所開發的學習物件。而且主題地圖是特別設計並用來支援簡單及有效的既存資訊資源之合併，同時維持其意義上的結構，因而容許既存學習物件的再利用與延伸時的彈性及處理速度。
- 5.合作式開發環境的支援：主題地圖對於本體論方式的關聯及標準化技術的支援，允許合作開發教育資源，及與其他團體、個人或組織進行資訊的合併。
- 6.個人化的學習物件表示：學習主題可以有很多描述的面向，例如不同深度的描述及不同角度的看法。主題地圖可以藉由範圍的使用，允許情境或觀點方面的明確表示。針對同一主題，教師可藉以建立不同程度的學習者，如基礎、中級、進階等各程度所需的學習內容。

對學習者而言，透過主題地圖學習者可以得到下列的支援：

- 1.有效取得特定範圍內的相關學習資訊；
- 2.學習者可以取得新穎的主題相關知識；

- 3.對於學習領域概念間關係能夠有更深層的瞭解；
- 4.資訊的視覺化更能幫助學習；
- 5.對於瀏覽有更好的自覺（Awareness）；
- 6.客制化的視界提供適性化的引導及情境化的回饋。

由以上的探討可以發現，完善的教學主題地圖除了需要教育資源數位圖書館豐富的資源、教師知識性與適性的學習內容設計外，亦需配合主題地圖應用工具的開發，以達到合作開發教學內容、主題地圖編輯、瀏覽、探索、合併等目的。

因此，本研究使用TM4L主題地圖工具建置教學主題地圖。TM4L編輯器是一個主題地圖編輯程式，其與一般的文字編輯器不同之處主要在於，以圖形化表格介面，讓主題地圖相關元素的內容成為編輯的重心，而無需顧慮到XTM語法結構方面的問題。此外，TM4L編輯器具有直接支援XTM格式的輸入及輸出、主題地圖的合併、簡單的主題搜尋及主題間連結情況的圖形化顯示的功能。

TM4L編輯器除了主題地圖相關元素的內容需要使用者作直接的編輯之外，其他如關聯型態、參考資料型態等元素多採先定義、後選用的方式，避免直接的文字編輯，以維持使用上的一致性。

有鑑於目前公用主題地圖專屬編輯器的缺乏，為求日後方便國內一般使用者的廣泛應用，已著手TM4L編輯器介面的中文化工作。又因為TM4L編輯器目前尚未釋出程式的原始碼，無法自行加以修改，經與原開發單位聯絡之後，決定就其所提供的相關介面文字字串的片斷程式的原始碼加以中文化，並回饋給原開發單位，以利中文TM4L編輯器的釋出。目前的工作進展，已完成相關介面文字字串的中文化資料，並回饋給原開發單位，相信很快就會有中文TM4L編輯器的釋出。

## 第六章 結論及未來發展方向

### 6.1 結論

本研究提出一種以主題地圖技術為基礎，藉由教育資源數位圖書館內容的主題化與教學課程內容及主題的組織化，結合本體論的關聯化呈現方式，提供教學者透過教學內容中的主題選定及次序安排等，來完成符合教學目標的教案內容的設計。綜合前述的分析與探討可以發現本研究提出的建置模式有以下的優點：

#### 1.在教育資源數位圖書館方面

藉由資源內容的主題化及主題間的關聯化，教育資源數位圖書館提供的不僅是館藏的索引與搜尋，而是進一步的互相關聯的主題化及資源連結的領域知識空間。相對於應用詮釋資料對“資源”進行組織與查詢而言，藉由主題地圖進行“知識”的組織與探索無疑是一種典範的轉移，使得教育資源數位圖書館的角色由被動的資源保存者轉變為主動的知識供應者，提供教師及學習者無可取代的教育資源增值服務。

#### 2.在教師方面

具備教育資源數位圖書館館藏的相關主題地圖之後，就教師安排教學內容的角度而言，可以應用任何支援XTM規範，並以XTM格式輸入及輸出的主題地圖編輯器，就教學內容的各個主題特性，以其對學習者的瞭解，運用適當的教學方法，規劃教學內容的主題及次序安排，以方便學習者的吸收。在這樣的工作模式下，教學者可以更專注於學習法上的考量，藉由檢視教學內容相關主題的特性，增修施教時所需的元素及其合理的次序。而主題化的教學內容安排，一方面可以更具彈性地，依據學習者的需求作內容或適性的調整，另一方面則可以更有效地，達成學習物件再利用的目的。

### 3.在學習者方面

就學習者學習教學內容及主題的角度而言，亦可以應用任何支援XTM規範，並以XTM格式輸入的主題地圖檢視器，讀取教學者發佈的課程內容主題地圖，藉由探索主題的內容及相互間的關聯，做有意義的學習。由於有教育資源數位圖書館館藏的相關主題地圖的後備支援，學習者可以進一步探索相關的知識空間的主題，拓展視野，累積本身的昔知知識而促進日後的學習效果。此外，透過主題地圖Merge（合併）的功能，不論是學習者及教師或同儕之間都能夠藉以交流彼此的觀點，透過對於更新主題地圖的比較與分析，對於相關的主題產生更為深入的瞭解。

此外，藉由前述主題化的教案內容設計，一方面固然擁有教師就學習者學習背景的瞭解所安排，適合學習者修習課程的學習路徑；另一方面，透過存在於各教學主題與相關教育資源數位圖書館的連結，學習者也可藉以進一步探索其中的領域知識空間。從這個層面的意義而言，這樣的教案內容設計，實際上扮演的是介於學習者與領域知識空間之間的溝通橋樑的角色。而藉由各學習主題間的關聯，學習者得以和本身的昔知知識參照比較，而將新知識納入學習者的知識認知架構中，完成有意義的學習。

## 6.2 未來發展方向

由前述的結論得知，運用主題地圖技術，結合建構式學習理論的學習模式，在教學內容的開發及學習效果的增強具有深遠影響。為進一步發揮其效能，以下幾個方面的工作，值得作更為深入的探討與實現。

### 1.教育資源數位圖書館館藏的主題化

對於大規模的館藏資料而言，主題分析的進行，需要借重人工智慧

(Artificial Intelligence ; AI) 及自然語言處理 (Natural Language Processing ; NLP) 的技術，結合既存或開發的領域知識辭彙表及分類法，以產生相關的資料庫。而主題地圖的產生方式，則需要熟悉XTM規格的語法、意涵及應用模式，以闡述主題、關聯及資源連結間的關係；利用主題分析結果所得的資料庫，以XTM規格，批次產生主題地圖。這個過程的自動化固然需要程式的開發，而結果的專業性則需建立領域知識方面專家的參與及合作機制，以提升其品質。

## 2.更具直覺性的使用者介面及環境開發

在主題地圖的編輯上，除了目前的先定義、後點選的表格方式外，採用如概念圖 (Concept) 般的所見即所得 (What You See Is What You Get) 的建構方式似乎更具操作上的直覺性，而有推廣上的優勢；而在主題地圖的呈現上，則可以進一步研究得以增進學習效益的主題、關聯、與資源的顯示方式，例如範圍子圖、階層空間圖等，以及有關主題地圖探索路徑的記錄、回返與顯示。另外，方便及促進主題地圖的分享與溝通機制的建立，也是建構完整教學與學習環境中不可或缺的一環。

## 3.學習發展系統 (Learning Development System , LDS) 的建立

相對於以管理者立場而開發的學習管理系統 (Learning Management System , LMS) 或學習內容管理系統 (Learning Content Management System , LCMS) ，在強調以學習者為中心的主題探索式學習模式而言，其所更為需要的是一個鼓勵知識探索的學習發展系統，而不僅只及於各別學科與其內容的管理。因此如何結合圖書館的館藏知識資源，提供有系統的知識導覽、探索、開發與管理，成為支援探索式學習的開放知識空間，而非僅侷限於現有學科教材的再利用，並從學習者的觀點出發，以提供更有效的學習輔助，在在是學習發展系統設計上所需考量的重點，值得更進一步的研究。

## 文獻參考

- [ Ausubel et al, 1978 ] Ausubel, D.P., Novak, J.D., Hanesian, H. (1978). Educational Psychology: A Cognitive View, 2nd ed. New York: Holt, Rinehart and Winston. Reprinted, New York: Warbel & Peck, 1986.
- [ Ausubel, 1968 ] Ausubel, D.P. (1968). Educational Psychology: A Cognitive View. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- [ Biezunski, 2003 ] Biezunski, M. (2003). Introduction to the Topic Maps Paradigm. In J. Park & S. Hunting (Ed.), XML Topic Maps: Creating and Using Topic Maps for the Web (pp.17-30). Boston: Addison-Wesley.
- [ Cisco, 2003 ] Cisco System, Inc. (2003). Reusable Learning Object Authoring Guidelines: How to Build Modules, Lessons, and Topics.
- [ Clark, 1989 ] Clark, R.C. (1989). Developing Technical Training: A Structured Approach for the Development of Classroom and Computer-based Instructional Materials. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- [ Cleveland, 1998 ] Cleveland, G. (1998). Digital Libraries: Definitions, Issues and Challenges, UDT Occasional paper #8. Available at <http://www.ifla.org/VI/5/op/udtop8/udtop8.htm> (January 12, 2006)
- [ de Marchi et al, 2005 ] de Marchi, A., de Miranda R., da Rocha Costa, R. (2005). A Learning Objects Repository Management System for Museum Education. Museums and the Web 2005: Proceedings, Toronto: Archives & Museum Informatics.
- [ Dichev et al, 2004 ] Dichev, C., Dicheva, D., Aroyo, L. (2004). Using Topic Maps for Web-based Education. Int. J. of Advanced Technology for Learning, 1(1), 2004, 1-7.

- [ Dichev et al, 2005 ] Dichev, C., Dicheva, D. (2005). Contexts as Abstraction of Grouping. Workshop on Contexts and Ontologies, 12th National Conference on Artificial Intelligence, AAAI 2005, July 9-13, 2005, Pittsburgh, Pennsylvania, 49-56.
- [ Dicheva et al, 2004 ] Dicheva, D., Dichev, C. (2004). Educational Topic Maps. 3rd International Semantic Web Conference (ISWC'2004) Poster Abstracts, November 7-11, 2004, Hiroshima, Japan, 19-20.
- [ Dicheva et al, 2005 ] Dicheva, D., Dichev, C. (2005). Authoring Educational Topic Maps: Can We Make It Easier ? 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2005, July 5-8, 2005, Kaohsiung, Taiwan, 216-219.
- [ Edelson et al, 1996 ] Edelson, D.C., Gordin, D.N. (1996). Adapting Digital Libraries for Learners: Accessibility vs. Availability. D-Lib Magazine. (September, 1996).
- [ Gruber, 1993 ] Gruber, T.R. (1993). A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. Knowledge Acquisition, 1993. 5(2): p. 199-220.
- [ HYPERGRAPH, 2006 ] Available at <http://hypergraph.sourceforge.net/> (January 15,2006)
- [ IEEE, 2002 ] IEEE (2002). Final 1484.12.1-2002 LOM Draft Standard. Available at [http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf) (February 12, 2006) (The official standard can be ordered and obtained from IEEE directly.)
- [ Iris et al, 1988 ] Iris, M., Litowitz, B., Evens, M. (1988). Problems of the Part-whole Relation, in: Evams, M.(ed): Relational Models of the Lexicon, Cambridge.

- [ Lagoze et al, 2005 ] Lagoze, C., Krafft, D.B., Payette, S., Jesuroga, S. (2005). What Is a Digital Library Anymore, Anyway? Beyond Search and Access in the NSDL. D-Lib Magazine. (November, 2005)
- [ Masullo et al, 1996 ] Masullo, M., Mack, R. (1996). Roles for Digital Libraries in K-12 Education. D-Lib Magazine.
- [ NSDL, 2006 ] Available at <http://nsdl.org/> (January 12, 2006)
- [ OMNIGATOR, 2006 ] Available at <http://www.ontopia.net/omnigator/> (January 12, 2006)
- [ PERLXTM, 2006 ] Available at <http://search.cpan.org/dist/XTM/> (January 12, 2006)
- [ Shulman, 1986 ] Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. Educational Researcher, 15(1), 4-14.
- [ Stojanovic et al, 2001 ] Stojanovic, L., Staab, S., Studer, R. (2001). eLearning Based on the Semantic Web in WebNet2001 - World Conference on the WWW and Internet. Orlando, Florida, USA.
- [ TINYTM, 2006 ] Available at <http://tinytim.sourceforge.net/> (January 12, 2006)
- [ TM4J, 2006 ] Available at <http://tm4j.org/> (January 12, 2006)
- [ TM4JSCRIPT, 2006 ] Available at <http://tm4jscript.sourceforge.net/> (January 12, 2006)
- [ TM4L, 2006 ] Available at <http://compsci.wssu.edu/iis/nsdl/> (January 12, 2006)
- [ TM4WEB, 2006 ] Available at <http://tm4j.org/tm4web.html> (January 12, 2006)
- [ TMBROWSE, 2006 ] Available at <http://tm4j.org/tm4web-velocity.html> (January 12, 2006)
- [ TMHARVEST, 2006 ] Available at <http://freshmeat.net/projects/tmharvest/> (January 12, 2006)

- [ TMNAV, 2006 ] Available at <http://tm4j.org/tmnav.html> (January 12, 2006)
- [ TMPROC, 2006 ] Available at <http://www.ontopia.net/software/tmproc> (January 12, 2006)
- [ Uddin et al, 2001 ] Uddin, M., Chowdhury, A.R. (2001). Nanotechnology Education. Available at [http://www.actionbioscience.org/education/uddin\\_chowdhury.html](http://www.actionbioscience.org/education/uddin_chowdhury.html) (January 12, 2006)
- [ UNESCO, 2003 ] UNESCO Institute for Information Technology in Education. (2003). Analytical Survey Digital Libraries in Education. Available at [http://iite.ru/img/upload/Digital\\_Libraris.pdf](http://iite.ru/img/upload/Digital_Libraris.pdf) (January 12,2006)
- [ Wallace et al, 1996 ] Wallace, R., Krajcik, J., Soloway, E. (1996). Digital Libraries in the Science Classroom. D-Lib Magazine.
- [ XSITEABLE, 2006 ] Available at <http://xsiteable.org/> (January 12, 2006)
- [ ZTM, 2006 ] Available at <http://sourceforge.net/projects/ztm/> (January 12, 2006)
- [ 中國中小學教育教學網, 2006 ] 中國中小學教育教學網(2006)。 Available at <http://www.k12.com.cn> (January 12, 2006)
- [ 王國華, 2006 ] 王國華(2006)。生物科實習教師的學科基本教學知能與檢定工具之研究。 Available at <http://www.nknu.edu.tw/~edu/new-eduweb/08Learning/learning%20thesis/learning%20thesis-3/item3-article11.htm> (January 12, 2006)
- [ 古典, 2005 ] 古典(2005)。主題地圖之研究與應用：以漫畫圖鑑為例。國立交通大學碩士論文
- [ 台灣教育資源網, 2006 ] Available at <http://study.ncue.edu.tw/> (January 12, 2006)

- [ 何建新, 2005 ] 何建新(2005)。主題圖及其應用。中國索引季刊, 2005年第1期(總第3卷第1期) Available at <http://www.cnindex.fudan.edu.cn/zgsy/2005n1/hejianxin.htm> (January 12, 2006)
- [ 余顯強, 2006 ] 余顯強(2006)。XML與開放式數位圖書館之標準。Available at [http://research.dils.tku.edu.tw/conference/xml/class/10%20DLib\\_Std.ppt](http://research.dils.tku.edu.tw/conference/xml/class/10%20DLib_Std.ppt) (January 12, 2006)
- [ 呂平江, 2004 ] 呂平江(2004)。奈米生物科技--向自然學習(一)。Available at [http://lab102b.pme.nthu.edu.tw/nero/public\\_html/生物奈米01.pdf](http://lab102b.pme.nthu.edu.tw/nero/public_html/生物奈米01.pdf) (January 12, 2006)
- [ 亞卓市, 1998 ] 亞卓市(1998)。Available at <http://www.educities.edu.tw/> (January 12, 2006)
- [ 林奇賢, 2004 ] 林奇賢(2004)。網路學習內容的設計與學習社群的經營。資訊融入教學之環境建置與應用專書, 吳鐵雄編印, 國科會科學教育研究成果應用推廣計畫: NSC 92-2511-S-024-005, pp. 149-177.
- [ 林奇賢, 2006 ] 林奇賢 (2006)。網路學習環境與虛擬學校的建構與應用--以探路者系統為例。Available at <http://linc.com.tw/linc/papers/section02-subject03-sub06.htm> (January 12, 2006)
- [ 林青鋒等, 2006 ] 林青鋒、陳如慧、關淑雲、吳玉琦、林季燁、洪正光、陳菁惠 (2006)。建構式自然科學之學習環境。Available at [http://paper.nt1.isst.edu.tw/cai\\_papers/建構式自然科學之學習環境cai083.html](http://paper.nt1.isst.edu.tw/cai_papers/建構式自然科學之學習環境cai083.html) (January 12, 2006)
- [ 林信成等, 2004 ] 林信成、歐陽慧、歐陽崇榮(2004)。以主題地圖建構索引典之語意網路模型。圖書與資訊學刊, 48, 35-56。
- [ 柳棟, 2002 ] 柳棟(2002)。教育資訊化 網路教學與教育特色網站。Available at <http://www.being.org.cn/train/eduwebsites.ppt>。

- [徐光台, 1999] 徐台光(1999)。建構主義與科學教育進步。歐美研究, 第二十九卷第四期, 153-183。
- [教育部, 2006] Available at <http://www.edu.tw/> (January 12, 2006)
- [張家全, 2001] 張家全(2001)。利用現代信息技術促進教育過程的改善。教育研究, 2001年第10期。
- [陳文華等, 2003] 陳文華、徐聖訓、施人英、吳壽山(2003)。應用主題地圖於知識整理。圖書資訊學刊, 第1卷第1期, 37-58。
- [陳昭珍, 2000] 陳昭珍(2000)。二十一世紀電子圖書館的發展趨勢。國家圖書館館刊, 89卷2期。
- [陳昭珍, 2003] 陳昭珍(2003)。數位學習與數位圖書館。書苑季刊, 56期, 第46-59頁。
- [陳雪華等, 1998] 陳雪華、陳昭珍、陳光華(1998)。數位圖書館／博物館中詮釋資料之理論與實作。圖書館學刊, 13期。
- [陳越, 2005] 陳越(2005)。建構主義與建構主義學習理論綜述。Available at <http://www.being.org.cn/theory/constructivism.htm> (November 20, 2005)
- [黃文三, 2006] 黃文三(2006)。建構主義的教育思想及其在二十一世紀道德領導上的啟示。Available at <http://www.cna.edu.tw/~sas/ccna/disc-dlh/dlh-2.doc> (January 12, 2006)
- [黃義良, 2006] 黃義良(2006)。中小學教師對於九年一貫課程的認知與態度之研究。Available at <http://www.nknu.edu.tw/~edu/new-eduweb/08Learning/learning%20thesis/learning%20thesis-4/item4-article45.htm> (January 12, 2006)
- [劉韋松, 2006] 劉韋松(2006)。淺談Digital Library之發展與應用。Available at <http://www.sinica.edu.tw/~pingpu/pinpunews/readingmaterial/dg-1/dl1.htm> (January 12, 2006)

- [ 廣東教育信息技術科研課題領導小組，2004 ] 廣東教育信息技術科研課題領導小組(2004)。關於教育主題網站的一些思考。Available at <http://www.being.org.cn/> (January 12, 2006)
- [ 蕭聖哲，2003 ] 蕭聖哲(2003)。智慧型虛擬人物的情緒反應對網路主題探索式課程學習行為影響之研究。國立台灣師範大學，第11屆國際電腦輔助教學研討會ICCAI2003暨第16屆中華民國電腦輔助教學研討會。
- [ 繆鴻基，2000 ] 繆鴻基(2000)。地圖。中國大百科全書。中國大百科全書出版社，智慧藏學習科技股份有限公司製作。廖克等編著：地圖概論，科學出版社，北京，1985。Available at <http://140.128.103.1/web/Content.asp?ID=74640&Query=1> (January 12,2006)
- [ 鍾宜智，2001 ] 鍾宜智(2001)。非同步遠距教學中影響互動的因素與改進之道。文教新潮，6，44-47。
- [ 羅鳳珠，2001 ] 羅鳳珠(2001)。試論建立「網路教學資源中心」的三種模式。香港教育學院主辦，第四屆中國語文課程教材教法國際研討會。
- [ 鐘志賢等，2004 ] 鐘志賢、陳春生(2004)。作為學習工具的概念地圖。中國電化教育，2004(1)。

「沒有烏雲，沒有暴風雨，便沒有美麗的彩虹。」---- 芬生