

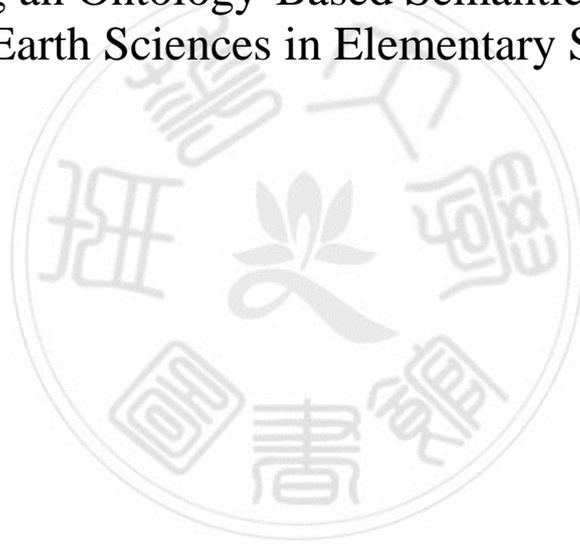
南 華 大 學

資訊管理學系

碩士論文

以知識本體為基礎建構國小地球科學語意查詢系統

Constructing an Ontology-Based Semantic Search System
for Earth Sciences in Elementary Schools



研究生：廖珮君

指導教授：邱英華

中華民國 104 年 6 月

南 華 大 學

資訊管理學系

碩 士 學 位 論 文

以知識本體為基礎建構國小地球科學語意查詢系統

Constructing an Ontology-Based Semantic Search System for Earth
Sciences in Elementary School

研究生： 許佩君

經考試合格特此證明

口試委員： 邱榮華
楊明旭
邱國仁

指導教授： 邱榮華

系主任(所長)： 王昌斌

資訊管理學系
系主任 王昌斌

口試日期：中華民國 104 年 6 月 5 日

南華大學資訊管理學系碩士論文著作財產權同意書

立書人： 廖珮君 之碩士畢業論文

中文題目：

以知識本體為基礎建構國小地球科學語意查詢系統

英文題目：

Constructing an Ontology-Based Semantic Search System for Earth Sciences in Elementary School

指導教授： 邱英華 博士

學生與指導老師就本篇論文內容及資料其著作財產權歸屬如下：

- 共同享有著作權
- 共同享有著作權，學生願「拋棄」著作財產權
- 學生獨自享有著作財產權

學生：廖珮君 (請親自簽名)

指導老師：邱英華 (請親自簽名)

中華民國 104 年 6 月 5 日

南華大學碩士班研究生
論文指導教授推薦函

資訊管理系碩士班廖珮君君所提之論文
以知識本體為基礎建構國小地球科學語意查詢系統
係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授



104年6月5日

誌 謝

首先誠摯的感謝指導教授 邱英華博士，老師悉心的教導使我得以一窺語意網領域的深奧，不時的討論並指點我正確的方向，使我在這兩年中獲益匪淺。老師對學問的嚴謹更是我輩學習的典範。

兩年的日子裡，課堂上共同的生活點滴，學術上的討論、言不及義的閒扯、讓人又愛又怕的下午茶點心、趕作業的革命情感……，感謝眾位同學的共同砥礪，你們的陪伴讓兩年的研究生活變得絢麗多彩。

感謝王育泰學長不厭其煩的指出我研究中的缺失，且總能在我迷惘時為我解惑，也感謝蔡秀琴、陳美枝同學的幫忙，恭喜我們順利走過這兩年。

最後更要感謝我的先生，在我背後默默的支持，整理家務、照顧年幼的小孩，讓我能有前進的動力。若沒有他的體諒與包容，相信這兩年的生活將會是很不一樣的光景。

最後，謹以此文獻給我摯愛的雙親。

廖珮君 謹誌

104.06.11

以知識本體為基礎建構國小地球科學教學語意查詢系統

學生：廖珮君

指導教授：邱英華

南華大學資訊管理學系碩士班

摘要

語意網技術 (Semantic Web Technology) 的主要功用在於使機器能讀懂文件的語意，並著重資訊的分享與再利用。語意網技術的應用層面相當廣泛，本文則將其應用於國小自然科地球科學教學方面。

現行國小課程並沒有將地球科學獨立成單獨的科目，而是將所有有關地球科學的教學放在國小自然與生活科技領域中。在現行的制度下，各校在各學習階段可以選用不同版本的教科書，但各版本教科書課程編排方式不同，造成學校在不同年級轉換教科書版本時，或學生轉學時，學生可能會面臨課程銜接上的困難。

為了解決上述問題，我們應用語意網技術 (Semantic Web Technology) ，開發一個國小地球科學教學語意查詢系統。在本系統中，我們建構了地球科學教學相關的知識本體 (Ontology) ，提供給教師、學生或家長透過此系統簡單的查詢介面，能輕易且正確地取得符合教學及學習所需的參考資訊。

關鍵字：語意網技術、知識本體、地球科學教學

Constructing an Ontology-Based Semantic Search System for Earth Sciences in Elementary Schools

Student: Pei-Chun Liao

Advisor: Dr. Yin-Wah Chiou

Department of Information Management
The M.I.M Program
Nan-Hua University

ABSTRACT

The main application of *Semantic Web Technology (SWT)* enables a computer to read and understand the meaning of document. It is widely used across disciplines and mainly focuses on the sharing and reusing of information. In this thesis, we apply SWT to the Earth Sciences teaching in elementary schools.

Instead of making Earth Sciences as an individual subject, the existing syllabus in elementary schools combines the teaching relating to Earth Sciences into the area of Natural Science and Technology. Under the current education system, each school is given the freedom to select textbooks of different version for each learning phase. However, due to the distinct arrangement for each version, transfer students or students from grade to grade, may find it difficult to adapt to these changes.

In order to solve the above problems, we apply SWT to build a semantic search system for the teaching of Earth Sciences in elementary schools. In this system, the ontology relating to the Earth Sciences is established to provide teachers, students and parents a user-friendly interface for browsing. Therefore, relevant reference information can be accurately obtained easily.

Keywords: Semantic Web Technology, Ontology, Earth Sciences Teaching

目 錄

| | |
|---------------------|-----|
| 論文口試合格證明 | i |
| 博碩士論文授權書 | ii |
| 論文指導教授推薦書 | iii |
| 誌謝 | iv |
| 中文摘要 | v |
| 英文摘要 | vi |
| 目錄 | vii |
| 表目錄 | ix |
| 圖目錄 | x |
| 第一章、緒論 | 1 |
| 第一節 研究背景 | 1 |
| 第二節 研究動機與目的 | 2 |
| 第三節 研究方法 | 3 |
| 第四節 研究限制 | 5 |
| 第五節 論文架構 | 6 |
| 第二章、文獻探討 | 7 |
| 第一節 知識本體 | 7 |
| 第二節 語意網技術 | 10 |
| 第三節 國小自然領域之地球科學教學課程 | 19 |
| 第三章、系統分析與設計 | 27 |
| 第一節 系統架構 | 27 |
| 第二節 地球科學知識本體之架構 | 29 |
| 第四章、系統實作 | 39 |

| | |
|-------------------------|----|
| 第一節 系統建置開發環境與工具----- | 40 |
| 第二節 建置地球科學教學實例知識本體----- | 42 |
| 第三節 建置查詢服務----- | 48 |
| 第四節 建置使用者查詢介面----- | 54 |
| 第五節 系統應用實例----- | 65 |
| 第五章、結論與未來展望----- | 71 |
| 第一節 結論----- | 71 |
| 第二節 未來展望----- | 71 |
| 參 考 文 獻----- | 73 |
| 一、中文部份----- | 73 |
| 二、英文部份----- | 76 |



表 目 錄

| | |
|--|----|
| 表2-1 各學習領域階段劃分情形----- | 23 |
| 表3-1 康軒版教學重點之地球科學實例----- | 32 |
| 表3-2 翰林版教學重點之地球科學實例----- | 33 |
| 表3-3 南一版教學重點之地球科學實例----- | 34 |
| 表3-4 空氣之版本與關聯年級----- | 37 |
| 表4-1 查詢系統開發工具及其應用範圍----- | 41 |
| 表4-2 物件屬性的使用領域及範圍----- | 45 |
| 表4-3 系統中SPARQL 查詢指令-查詢所有教學重點----- | 56 |
| 表4-4 系統中SPARQL 查詢指令-查詢所有地球科學名詞----- | 57 |
| 表4-5 系統中SPARQL 查詢指令-依教科書版本查詢----- | 60 |
| 表4-6 系統中SPARQL 查詢指令-依教學重點查詢地球科學名詞----- | 62 |
| 表4-7 系統中SPARQL 查詢指令-依地球科學名詞查詢關聯年級----- | 64 |

圖目錄

| | |
|------------------------------------|----|
| 圖1-1 研究流程----- | 5 |
| 圖2-1 知識本體的類型----- | 8 |
| 圖2-2 傳統全球資訊網與語意網資料關聯性差異圖----- | 11 |
| 圖2-3 語意網的階層架構----- | 14 |
| 圖2-4 簡單RDF資源描述模型----- | 15 |
| 圖2-5 簡單RDF圖形表示法----- | 16 |
| 圖2-6 RDF多項描述模型----- | 17 |
| 圖2-7 以三元組描述資源----- | 17 |
| 圖2-8 顯示OWL與RDFS屬性間的關係----- | 19 |
| 圖3-1 國小地球科學教學語意查詢系統架構----- | 27 |
| 圖3-2 國小地球科學教學與教科書版本及教學重點之聚合關係----- | 30 |
| 圖3-3 教科書版本與各出版商之類別階層關係----- | 31 |
| 圖3-4 地球科學教學重點及其子類別之階層關係----- | 31 |
| 圖3-5 教學重點與地球科學名詞三元組關係----- | 35 |
| 圖3-6 教學重點與地球科學名詞之關係----- | 35 |
| 圖3-7 地球科學名詞與關聯年級三元組關係圖----- | 36 |

| | |
|---|----|
| 圖3-8 地球科學名詞與關聯年級之階層關係實例----- | 36 |
| 圖3-9 國小地球科學教學知識本體架構----- | 38 |
| 圖4-1 系統實作流程----- | 39 |
| 圖4-2 開啟Protégé 3.4.1 新專案----- | 43 |
| 圖4-3 選擇使用OWL/RDF Files----- | 43 |
| 圖4-4 Protégé 3.4.1 預設工作視窗介面----- | 44 |
| 圖4-5 使用Protégé 3.4.1 建立類別與次類別----- | 45 |
| 圖4-6 使用Protégé 3.4.1 建立物件屬性----- | 46 |
| 圖4-7 使用Protégé 3.4.1 建立names 屬性關係----- | 47 |
| 圖4-8 使用Protégé 3.4.1 建立grades 屬性關係----- | 47 |
| 圖4-9 設置系統內容中的Joseki 環境變數----- | 49 |
| 圖4-10 使用命令提示字元視窗進行Joseki 設定----- | 49 |
| 圖4-11 Joseki 設定完成Server 運作成功畫面----- | 50 |
| 圖4-12 以瀏覽器檢視Server 運作成功畫面----- | 50 |
| 圖4-13 SPARQL 查詢介面----- | 51 |
| 圖4-14 使用Protégé 3.4.1 匯出N3 檔案----- | 52 |
| 圖4-15 將匯出之N3檔案儲存至c:\joseki\data子目錄----- | 52 |
| 圖4-16 SPARQL 簡單查詢頁面----- | 53 |

| | |
|------------------------------|----|
| 圖4-17 SPARQL 簡單查詢結果----- | 54 |
| 圖4-18 使用者查詢介面----- | 55 |
| 圖4-19 查詢所有教學重點之結果----- | 58 |
| 圖4-20 查詢所有地球科學名詞之結果----- | 58 |
| 圖4-21 依教科書版本查詢教學重點之查詢頁面----- | 60 |
| 圖4-22 依教科書版本查詢教學重點之結果----- | 61 |
| 圖4-23 查詢教學重點之關聯地球科學----- | 62 |
| 圖4-24 查詢教學重點之關聯地球科學結果----- | 63 |
| 圖4-25 查詢地球科學之關聯版本年級----- | 64 |
| 圖4-26 查詢地球科學之關聯版本年級結果----- | 65 |
| 圖4-27 案例一之使用者操作介面----- | 66 |
| 圖4-28 案例一之查詢結果-康軒版五年級----- | 67 |
| 圖4-29 案例二之使用者操作介面----- | 68 |
| 圖4-30 案例二之查詢結果----- | 68 |
| 圖4-31 案例三之使用者操作介面----- | 69 |
| 圖4-32 案例三之查詢結果----- | 70 |

第一章、緒論

在本章，我們闡述本文的研究背景、研究動機與目的、研究方法、研究限制，以及論文的架構。

第一節 研究背景

在 1950 年代，通訊研究者體認到需要允許在不同電腦用戶和通訊網路之間進行常規的通訊。因而開始了相關的研究。網際網路(Internet)即是相關研究後的產物。而在網際網路出現之前，電子數據交換已經被一些企業作為一種商務手段，但應用範圍有限。直到 1969 年美國國防部高等研究計劃署(ARPA)發展出阿帕網路(ARPAnet)，才將人類帶入網際網路的時代。到 1990 年底，任職於歐洲核子研究組織(CERN)的蒂姆·伯納斯-李(Tim Berners-Lee)推動了全球資訊網(World Wide Web)後，網際網路的應用才迅速發展。

全球資訊網於 2014 年 4 月滿 25 歲。根據線上追蹤網站 Internet Live Stats 在 2014 年 9 月更新的即時數據顯示，全球網站數量已飆破 10 億個。被視為全球資訊網(World Wide Web)之父的伯納斯-李(Tim Berners-Lee)在他的自己推特(Twitter)上宣傳這項里程碑。在這些不計可數的網站資料庫中，存放著非常大量且混亂的資料，等待著使用者去發掘，但現行的關鍵字查詢方式，並無法完全有效地過濾掉無用的資訊，甚至帶來更

多搜尋資料時的困擾。也因此，伯納斯-李在發明全球資訊網取得史無前例的成功後，又把研究的眼光投向了新世代的全球資訊網——語意網 (Semantic Web)。

伯納斯-李(Berners-Lee, 2000; Berners-Lee et al., 2001)認為，全球資訊網發展至今，仍然只是人們交換文件的工具，電腦本身只是將資訊當作一件件的貨物在進行存放和傳遞，而語意網的概念則是讓在網際網路上的電腦都能夠理解資訊資源中的邏輯語意並進行檢索，如此一來，將使網路資源整合，並藉由連結到資訊本身的定義與背景，使資訊內容的語意能被表示，進而能更有效率地作資訊存取、分析與檢索。因此，應用語意網技術建構語意搜尋系統，引起許多研究人員的興趣。

第二節 研究動機與目的

國小各科目的教科書在 1995 年之前，都是由「國立編譯館」統一編輯出版，不管哪一個科目，都只有一種版本可以選用，直到 1996 年開始，教育部推行教育改革方案，逐年執行「一綱多本」的教育政策，開放民間編輯教科書。接著在 1998 年推動「國民中小學九年一貫課程」，將傳統分科學習的方式，改以語文領域、數學領域、自然與生活科技領域、社會領域、藝術與人文領域、健康與體育領域以及綜合領域的七大學習領域代替，並頒布「國民中小學九年一貫課程暫行綱要」與「92 年國民

中小學九年一貫課程綱要」作為教科書編輯依據。政策推行至今，各家教科書的出版商，均依據教育部頒布的九年一貫課程能力指標編輯出不同版本的教科書。而學校教師經過選用程序，依據專業判斷選用適合學生的教科書版本。然而教育部卻又在 1998 年訂定出將於 100 學年度實行「97 年國民中小學九年一貫課程綱要」。在短短幾年間，教育部已經頒布了三套的課程綱要，這麼短的時間內制定了多套的課程標準，造成教科書編輯廠商編輯成本大增，教科書品質優劣不一、課程銜接混亂等等缺點。而低、中、高年級課程銜接、學生轉學後教科書版本不同、升學評量等問題，也都造成家長與學生在學習上的負擔。

為了解決上述的問題，本文利用語意網技術 (Semantic Web Technology)，建構國小地球科學教學語意查詢系統 (Semantic Search System)，提供國民小學有關地球科學教學之任課老師一個參照查詢平台，希望可以讓教師、學生和家長能快速取得符合自己需求的地球科學學習上的參考資訊，以節省使用者學習的時間。

第三節 研究方法

本文主要針對國民小學自然與生活科技領域內地球科學教學實例以及語意網技術之發展加以探究，建立以教科書中地球科學教學實例整合參照為主的知識本體，將各年級、版本中有關地球科學教學實例的異同

編列其中。之後，我們再設計一個可以提供查詢的網頁表單介面，搭配使用語意查詢服務系統，來實際建置一個地球科學教學語意查詢系統。本系統主要是提供給教師、學生和家長查詢使用，協助教師瞭解學生的先備知識與備課時資料的編寫，減輕教師在備課階段之負擔；並期望能幫助轉學生在教材版本轉換後所面臨的課程銜接問題。

本文之研究流程如圖 1-1 所示，我們首先探討與本系統相關之理論與技術，包括：語意網技術、知識本體以及國民小學自然與生活科技領域教材，其次進行本系統之分析與設計，並利用語意網技術實際建構地球科學知識本體，並搭配上語意網路服務系統以及網頁介面的查詢表單，建置出國小地球科學教學之語意查詢系統，並實際測試其使用效能。最後，我們總結本文的研究成果並探討未來的研究與發展方向。

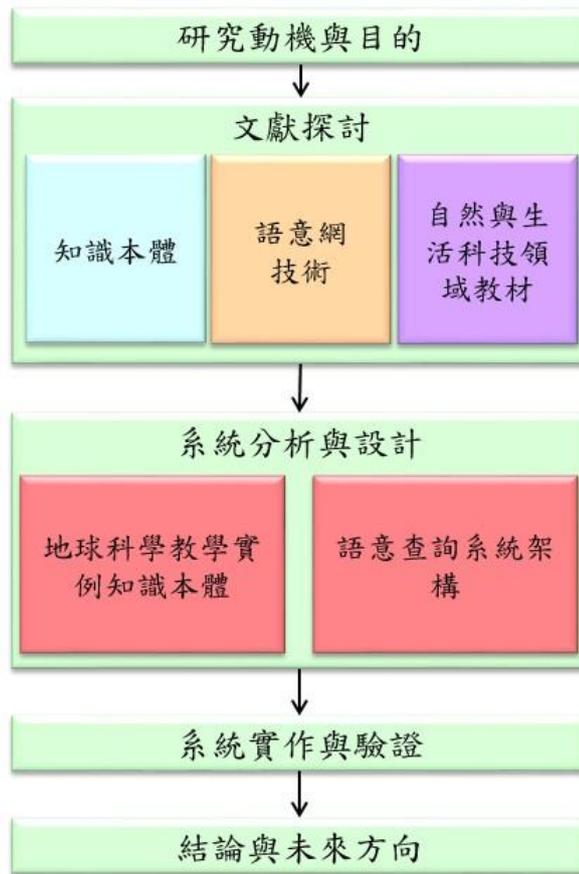


圖 1-1 研究流程

第四節 研究限制

本系統是以各年級、版本中有關地球科學教學實例來做研究題材，並以教學經驗與相關知識來建構地球科學教學實例知識本體，若有不足之處，則輔以相關書籍來補足整個知識本體與查詢系統。即使如此，在研究過程中，仍有一些限制如下：

- 本文以九年一貫課程自然與生活科技學習領域一至三學習階段(國小一至六年級)為主要內容，第四學習階段(國中一至三年級)並非本文的探討目標。

- 我們所探討的各版本教科書，係指經教科書審定委員會審定通過之自然與生活科技學習領域教科書版本，其餘出版商或學校等單位所出版或印刷之補充教材書籍不在本研究討論之列。
- 我們實作之系統查詢資料是以各版本自然與生活科技學習領域教科書中地球科學教學實例為主，生活中其餘有關地球科學之名詞並未列入本文的研究範圍。

第五節 論文架構

本文一共分為五個章節，我們分別簡要說明如下：

- 第一章 緒論：說明本研究之時代背景及引發我們研究的動機與目的，並簡述研究方法以及研究可能遭遇的困難與限制。
- 第二章 文獻探討：簡介知識本體與語意網技術，以及國民小學自然與生活科技領域中有關地球科學的教材。
- 第三章 系統分析與設計：描述系統的架構、各部元件功能及運作流程，並根據國民小學自然與生活科技領域教材運用語意網技術建構之地球科學教材知識本體。
- 第四章 系統實作：解說建置系統所需之工具及系統建構的過程，並實際進行系統測試與驗證，作為提供使用者操作使用之範例。
- 第五章 結論與未來展望：總結本研究之成果與貢獻，並探討未來之研究與發展方向。

第二章、文獻探討

在本章，我們探討本文所使用到的相關理論與技術，包括：知識本體、語意網技術以及國小自然與生活科技領域地球科學教學課程。

第一節 知識本體

知識本體(Ontology)的概念最初起源於哲學領域，原指「以系統化的方法解釋世間萬物的存在」，在哲學上為探討「存在 (being)」的一門學問。古希臘哲學家亞里士多德定義 Ontology 為「對世界客觀存在物的系統的描述，即存在論」，主要目的在探討宇宙間萬事萬物存在的本質，如質量、數量、時間等，解釋所存在事物的性質、必要的特徵以及關係 (Maja et al, 2009)。也有學者認為是按字面之解釋意為存有之知識 (knowledge of being) (鍾正男, 2004)；而徐濟世等(2004)則認為是探討關於自然界已存在的本質的一門學問，談論對存在真實世界中的實體，進行有系統的描述。在電腦科學 (Computer Science) 的領域當中，Gruber(1993) 對「知識本體」定義為：知識本體能將概念化的模式詳細的描述，並由術語、定義與相關的公理(Axiom)，組織成分類架構。而Guarino(1998)則認為：知識本體是邏輯理論的集合，用以說明字彙 (Vocabulary)的特定涵義。

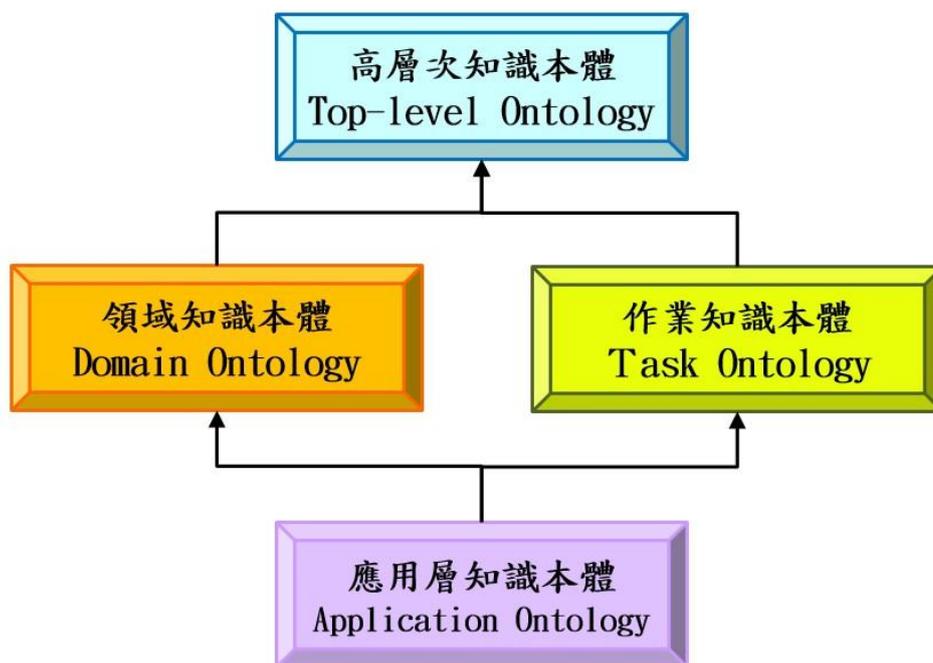


圖 2-1 知識本體的類型

知識本體是很抽象的概念，如果依普遍性程度、特定任務或觀點來區分，可將其區分為四種類型如圖 2-1 所示。這四種類型分別為高層次知識本體(Top-level Ontology)、領域知識本體(Domain Ontology)、作業知識本體(Task Ontology)以及應用知識本體(Application Ontology) (Guarino, 1998；葉乃菁，2009)，我們分別說明如下：

- 高層次知識本體(Top-level Ontology)：即為一上層、獨立領域的知識本體，這種知識本體所表達出來的概念多為基本與通用性的概念，多用以表徵較為抽象、籠統的概念，會對所有存在的事物，採用哲學的見解，給予一般性的通稱。例如：空間(Space)、時間(Time)、物件(Object)、事件(Event)以及活動(Action)等，都屬於高層次知識本體的範疇。

- 領域知識本體(Domain Ontology)與作業知識本體(Task Ontology)：領域知識本體是指在一個特定領域中獨有的概念，並以領域的觀點來定義及描述這些概念及概念之間的關係，例如：醫學、藥學、遺傳學環境科學等。作業知識本體則為特殊作業或任務的知識，如醫學診斷、遺傳學實驗等，也發展出作業的規畫流程，科學領域監測系統等本體。
- 應用知識本體(Application Ontology)：運用屬性、關係來進行定義與描述真實世界中特定領域的知識，提供具體的詞彙，在特殊應用的文件中，來描述特定任務的規則，如在機械工程領域中，某元件在診斷及維護任務中的功用，以及在製造裝配流程中的功能。

知識本體常用來描述特定領域的知識，它是由類別(class)、屬性(property)、實例(instance)等元素組成(Noy and McGuinness, 2001)，我們簡要說明如下：

- 類別(class)：類別是因為擁有某些共同特性所形成的群體，描述特定領域(domain)中的概念，從物件導向的觀點來看可以視為一個類別。
- 屬性(property)：有時候也稱 attribute，即為對概念的描述，可以透過屬性來了解各概念之間的差異及重要性。由於歷史因素，在許多 Ontology 編輯系統上,也會以 slot 來稱呼。
- 實例(instance)：class 的實例，這也是我們所關心的，這些實例會繼承

父類別的所有屬性或關連。

建構一個知識本體包括了七個設計階段一次又一次的反覆運作及修正(Noy and McGuinness, 2001; 曾國峰, 2010), 此七個步驟為：(1) 決定知識本體的領域與範圍；(2)考慮採用現成的知識本體；(3)匯集重要的辭彙；(4)定義知識類別及層級；(5)定義類別屬性；(6)定義屬性之面向；(7)定義實例。

本文將依這七個步驟，以國民小學自然與生活科技領域教科書地球科學教學實例為範圍，建置地球科學的知識本體，細節將在第三章說明。

第二節 語意網技術

全球資訊網(World Wide Web)的發明人 Berners-Lee 等人，在 2001 年 5 月的科學美國人期刊(Berners-Lee et al, 2001)，以 “The Semantic Web” 一文，發表其對於網際網路未來發展的宣告。他們提出了語意網(Semantic Web)的構想：一種能夠讓電腦理解 WEB 資源的智慧型網路。使電腦可以理解關鍵詞的定義，從而取得語意資料的意義，進一步用關鍵詞作邏輯推理，串聯出系統化的資料結構。而傳統全球資訊網資料關聯性與語意網資料關聯性之間的差異，可簡單以圖 2-2 表示。

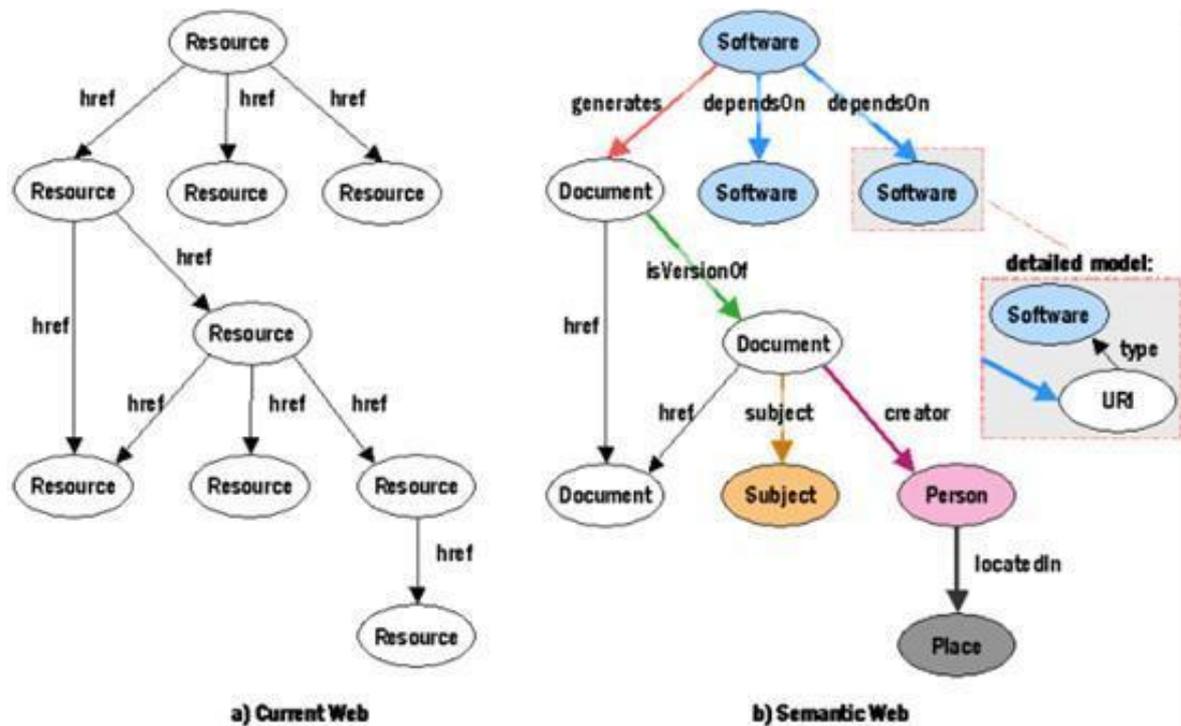


圖 2-2 傳統全球資訊網與語意網資料關聯性差異圖
(Koivunen and Miller, 2001; 趙伯偉, 2007)

在傳統的全球資訊網中(如圖 2-2a)，是以網頁文件為單位，資源間以超鏈結建立起關係，但並未指出其關係為何，電腦無法分辨，最後還是需要使用者自行判斷。相反的，語意網之示意圖中(如圖 2-2b)，相關的文件不但有超連結，而且會標示出此連結關係為何。簡單的說，在語意網中，資源連結會描述該連結之類型屬性。

語意網雖號稱為新一代的網路，卻並不是要取代目前的網際網路，而是全球資訊網的延伸，以現有的網路，再附加其他的技術，希望在這些新技術下，機器能藉由資料的分類、階層與關係，以實現讓電腦也能

理解人類語言的目的，使知識管理系統更先進，知識根據其含義在概念裏被組織起來，能自動維護將不符合概念的新知識排除於系統之外，並且能提供更人性友善的查詢介面，詮釋標記將從網路資源的資料中檢索及標出，以及運用知識本體來協助網路資源搜尋、邏輯推理，詮釋擷取出的資訊(Grigoris and Frank, 2004；蔡宜玲，2010)。蔡永橙等(2007)也指出，要讓電腦能夠閱讀，每一個網頁資源上要有一個自己的「知識本體」，以提供其內容的描述和定義，電腦就可以從網頁上的描述和定義瞭解其內容。陳仲彥(2008)則認為「語意網」就是要讓電腦看懂「語意」，其運作的基礎在於詞彙網路(WordNet)的建置，並釐清各個詞彙之間的詞義關係。總而言之，語意網中的「語意」其實並不完全等同於語言的語意，其目的是透過給全球資訊網上的資訊添加能夠被電腦所理解的語意，從而使整個網際網路成為一個通用的資訊交換媒介。更進一步來說，把網路資源的意義與可辨識性加強，提供電腦自動判別而盡量減少使用者額外篩選的動作，來達成知識有效率的共享，就是語意網的基本精神(吳育賢，2008)。

語意網技術已經成功地被應用在不同領域的資訊系統，用來提昇傳統 Web 為基礎資訊系統的智慧能力，大致上可以分作資訊檢索、詮釋標記、網頁服務，以及資料庫的溝通四個面向(蔡京珩等，2012)，然而，隨

著大量學者投入心力研究，語意網的發展已經逐漸擴展到其他各種領域與產業，不再只侷限於資訊領域中，其應用範圍十分廣泛，其應用範疇主要為知識管理、電子商務、搜尋引擎、代理人服務(Agent)等(Horrocks，2007；蔡京珩等，2012)，更涵括生物、醫學、地理、藥學、農業、國防等。

全球資訊網協會(World Wide Web Consortium，W3C)對語意網的發展有了以下願景：「希望語意網也能像全球資訊網一樣，提供一個共通的平台讓個人資訊、企業應用、經濟、科學與文化資源都能有效地被共享。」因此，Tim Berners-Lee 在 2000 年的 XML 會議上(Berners-Lee，2000)，發表了一則能達成語意網的層級架構圖(如圖 2-3)，透過 XML 自訂標籤架構(schemas)，及 RDF 可以靈活描述資料的語言基礎上，將階層與階層相互連結的方式來實現語意網組織架構。

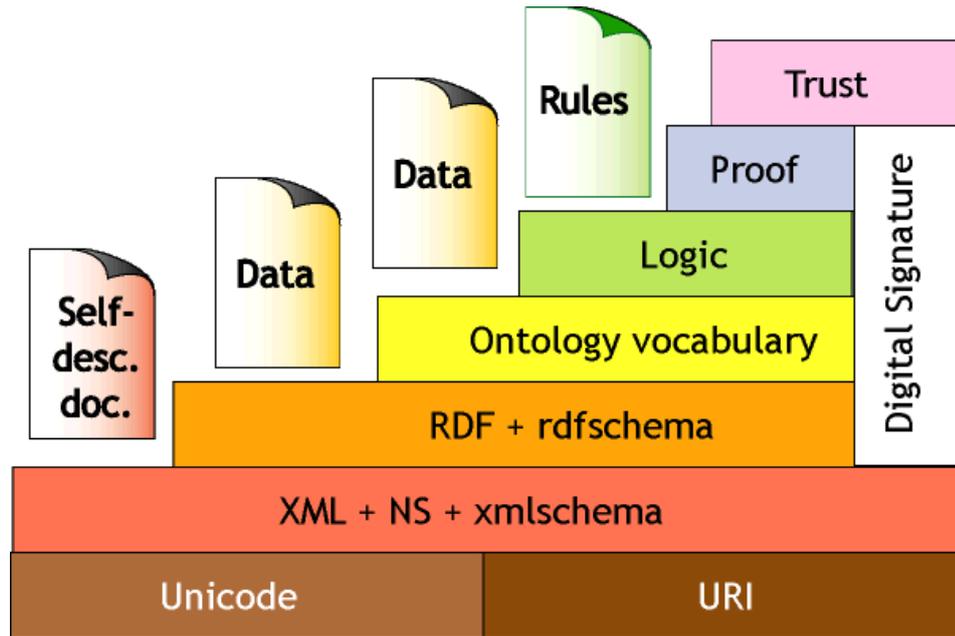


圖 2-3 語意網的階層架構 (Berners-Lee, 2000)

壹、資源描述框架 (RDF/RDF-S)

RDF (Resource Description Framework)與 RDF Schema(RDFS)是全球資訊網協會(World WideWeb Consortium, W3C)為解決資源描述問題而發展出來的一種通用描述語言，它是以 XML(eXtensible Markup Language)撰寫而成，用來描述網際網路的資源及其相關的描述性資訊，並允許使用者自行建立階層式的概念及屬性，因此具有本體的雛型，主要為網路的編碼、資料交換、機器可了解的資訊等面向提供基礎的架構。若在網路上的各領域、分散著各式各樣以 RDF 的結構來加以描述的資料類型，將使網路資源有完整互通與獨特唯一的特性，進而使整個網路資源成為一個龐大且互通的資料庫供使用者利用。

RDF的三元結構(triple)的構成要素是主體(Subject)、述語(Predicate)

與目的 (Object)。利用URI 來給予所有被描述的資源唯一的識別資料，讓被描述的資源名詞不會重複。RDF 模型就透過節點(node)與弧線(arc)來形成。RDF可利用來描述物件彼此間的關係，並提供簡單的語意，所有能用RDF表達方式來表述的事物都可稱為資源。我們以圖2-4 為例，說明如下：

- 「<http://www.example.org/index.html>」是主體資源 (Subject)。
- 「<http://purl.org/dc/elements/1.1/creator>」是描述資源的屬性，即述語資源 (Predicate)，在此為創建者。
- 「<http://www.example.org/staffid/85740>」是描述資源屬性的值，即目的資源 (Object)，在此為創建者的。

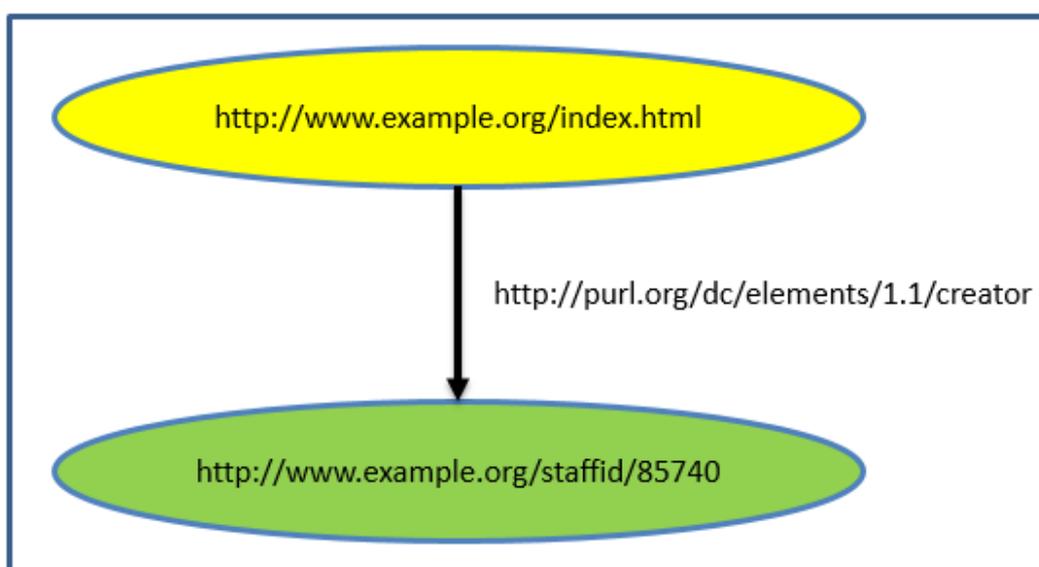


圖 2-4 簡單的 RDF 資源描述模型(Frank & Eric, 2004)

在這份文件中會用弧線與節點圖，圖解資源描述架構的陳述式中。在這些圖形中，節點(橢圓形的)表示資源，而弧線(箭頭符號)表示特性。表示文字的節點則會畫成長方形，如圖 2-5 所示。

值得注意的是，箭頭符號的方向是很重要的，弧線總是由陳述式的主語指到陳述式的值。

另外也可以多項描述屬性及其值用於同一資源(如圖 2-6 所示)，我們說明如下：

- 資源 Resource(Subject)：<http://www.example.org/index.html>

- 屬性 Property(Predicate)：

 - <http://purl.org/dc/elements/1.1/creator> 指建置者

 - <http://www.example.org/terms/creation-date> 指建置日期

 - <http://purl.org/dc/elements/1.1/language> 指使用語言

- 值 Value(Object)：

 - <http://www.example.org/staffid/85740> 指建置者識別號碼

 - <August 16,1999> 日期，<en> 英文



圖 2-5 簡單 RDF 圖形表示法

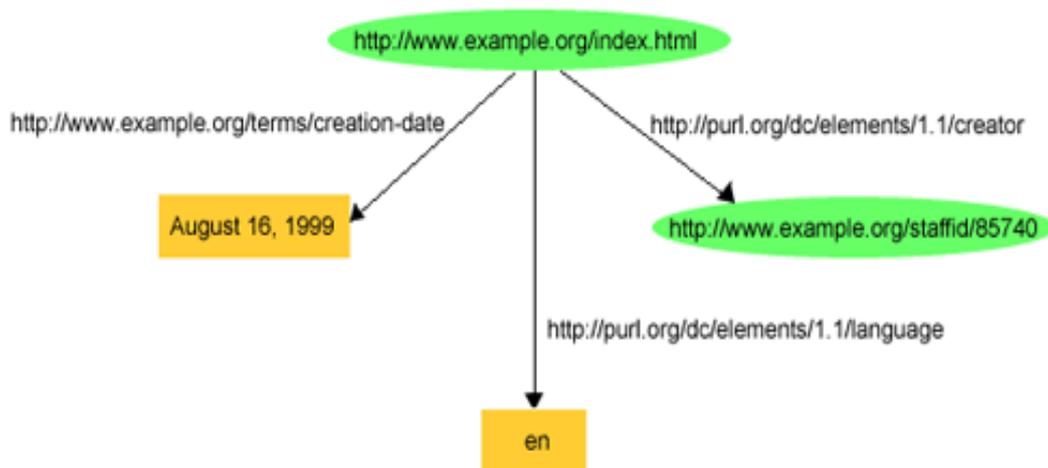


圖 2-6 RDF 多項描述模型(Manola and Miller, 2004; 曾國峰, 2010)

| 物件 | 屬性 | 值 |
|-------------------------------------|--|--|
| <http://www.example.org/index.html> | <http://purl.org/dc/elements/1.1/creator> | <http://www.example.org/staffid/85740> |
| <http://www.example.org/index.html> | <http://www.example.org/terms/creation-date> | August 16,1999 |
| <http://www.example.org/index.html> | <http://purl.org/dc/elements/1.1/language> | en |

圖 2-7 以三元組描述資源

我們以圖 2-6 為例，其敘述的三元組表示如圖 2-7。此圖形範例如果讓人來看，可以很容易理解，但以電腦的角度就完全看不懂了，因此，為了達成與其他電腦溝通的目的，我們還是必須將圖形轉換成電腦能夠理解的文字為基礎，建置成網頁，並引導電腦去網頁讀取相關訊息才行。文字的表示方式跟圖形顯示之順序相同(資源—屬性—值)，只是以文字取代模型圖上的節點與弧線，並顯示為「物件—屬性—值」，我們分別說明如下：

- 每一個物件就是一項資源，而每項資源都以更固定的統一資源標識符 (Uniform Resource Identifier, URI) 表示。
- 每項資源之間利用屬性連接，這項屬性即為資源間的關係。
- 最後的賓語，可以是另一項資源，也可以是一段文字描述。

貳、網路知識本體語言 (OWL)

為使知識本體語言標準化、規格化，W3C在2003年發展推薦使用的知識本體描述語言，就是OWL (Web Ontology Language, 網路知識本體語言)，它是DAML (DARPA Agent Markup Language, 代理人標記語言) + OIL (Ontology Inference Layer, 知識本體推論語言) 而來，其具備更明確詳述語意和關係的XML 表達能力，能描述類別以及類別在網路文件應用上的繼承關係，而且比RDFS添加了更多對類別及屬性的描述詞彙，包括類別間的關係如分離(Disjointedness)、基數如確切值(Exactly One)、相等、更多屬性的類型與特徵如對稱(Symmetry)以及列舉類別的數目等 (Alesso and Smith, 2006; 葛慶柏, 2010)，OWL可被用來明確表示詞彙中屬性的涵義及屬性間的關係，如圖2-8所示。

OWL 的描述功雖然能比 RDFS 還要強，但並不是想要取而代之，而只是在加強 RDF-S 的語法功能，以擴展出更多類別與屬性的定義，提供新的原則來定義類別與屬性的特性與限制(Breslin et al., 2009; 葛慶柏, 2010)。

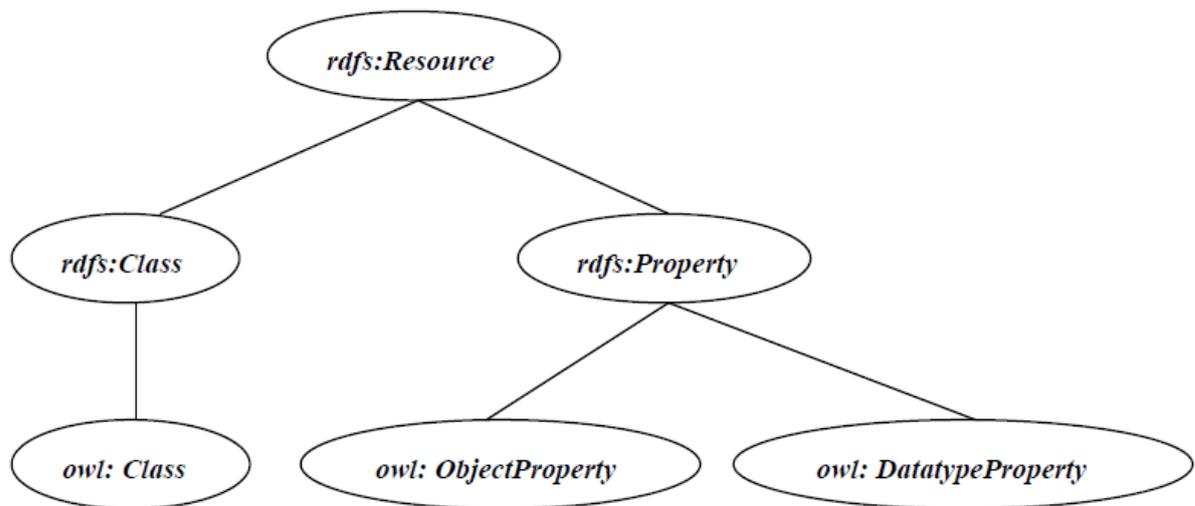


圖 2-8 顯示 OWL 與 RDFS 屬性間的關係
(Alesso and Smith, 2006; 葛慶柏, 2010)

第三節 國小自然領域之地球科學教學課程

現行國民教育九年一貫課程分七大領域，其中，國小階段自然與生活科技領域由三年級實施至六年級，地球科學教學為雖未單獨放置於某個年級或某個單元介紹，而是將其分散於許多單元之中介紹。我們將在本節探討「九年一貫課程」及「自然與生活科技學習領域」。

壹、九年一貫課程

教育部於 1997 年 4 月，依據行政院核定之「教育改革行動方案」，成立「國民中小學課程發展專案小組」，並於 1998 年 9 月公布「國民教育九年一貫課程」總綱。接著，1998 年 10 月成立「國民教育各學習領域綱要研修小組」，於總綱之下研訂國民教育各學習領域課程綱要、教學

目標、能力指標和實施原則等細項，為實施九年一貫課程完成重要的一步。

教育部由 2003 年 1 月起陸續公布「國民中小學九年一貫課程綱要」(General Guidelines of Grades 1-9 Curriculum for Elementary and Junior High School Education)，揭櫫「國民教育之教育目的在透過人與自己、人與社會、人與自然等人性化、生活化、適性化、統整化與現代化之學習領域教育活動，傳授基本知識，養成終身學習能力，培養身心充分發展之活潑樂觀、合群互助、探究反思、恢弘前瞻、創造進取、與世界觀的健全國民。」強調自然、生活與人的重要關係，人不能獨活於世，必須與自然和諧相處。為達成上述目標，九年一貫課程綱要訂定下列十大基本能力 (教育部，2003)：

1. 了解自我與發展潛能：充分了解自己的身體、能力、情緒、需求與個性，愛護自我，養成自省、自律的習慣、樂觀進取的態度及良好的品德；並能表現個人特質，積極開發自己的潛能，形成正確的價值觀。
2. 欣賞、表現與創新：培養感受、想像、鑑賞、審美、表現與創造的能力，具有積極創新的精神，表現自我特質，提升日常生活的品質。
3. 生涯規劃與終身學習：積極運用社會資源與個人潛能，使其適性發展，建立人生方向，並因應社會與環境變遷，培養終身學習的能力。

4. 表達、溝通與分享：有效利用各種符號(例如語言、文字、聲音、動作、圖像或藝術等)和工具(例如各種媒體、科技等)，表達個人的思想或觀念、情感，善於傾聽與他人溝通，並能與他人分享不同的見解或資訊。
5. 尊重、關懷與團隊合作：具有民主素養，包容不同意見，平等對待他人與各族群；尊重生命，積極主動關懷社會、環境與自然，並遵守法治與團體規範，發揮團隊合作的精神。
6. 文化學習與國際了解：認識並尊重不同族群文化，了解與欣賞本國及世界各地歷史文化，並體認世界為一整體的地球村，培養相互依賴、互信互助的世界觀。
7. 規劃、組織與實踐：具備規劃、組織的能力，且能在日常生活中實踐，增強手腦並用、群策群力的做事方法，與積極服務人群與國家。
8. 運用科技與資訊：正確、安全和有效地利用科技，蒐集、分析、研判、整合與運用資訊，提升學習效率與生活品質。
9. 主動探索與研究：激發好奇心及觀察力，主動探索和發現問題，並積極運用所學的知能於生活中。
10. 獨立思考與解決問題：養成獨立思考及反省的能力與習慣，有系統地

研判問題，並能有效解決問題和衝突。

國民教育之教育目的強調人與自然之和諧共存，十大基本能力亦將「尊重生命」與「關懷環境與自然」明文列示，顯見對於地球自然環境的瞭解已是現代公民的基本能力。

貳、自然與生活科技學習領域

九年一貫課程綱要對學習領域定義為：為培養國民應具備之基本能力，國民教育階段之課程應以個體發展、社會文化及自然環境等三個面向，提供語文、健康與體育、社會、藝術與人文、數學、自然與生活科技及綜合活動等七大學習領域（教育部，2003）。各學習領域學習階段係參照該學習領域之知識結構及學習心理之連續發展原則而劃分，每一階段均有其能力指標。劃分情形如表 2-1 所示。由表 2-1 可知，九年一貫課程將自然與生活科技學習領域分為四階段，第一階段為一至二年級、第二階段為三至四年級、第三階段為五至六年級、第四階段為七至九年級，而由於一、二年級課程併入生活課程中，故單以自然與生活科技課程而言，只由三年級至九年級，共實施七年。

表 2-1 各學習領域階段劃分情形(教育部，2003)

| 學習領域 | 年級 | | | | | | | | |
|-------|-------|---|-------|-------|-------|---|--------|---|---|
| | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 |
| 語文 | 本國語文 | | | 本國語文 | | | 本國語文 | | |
| | | | | 英語 | | | 英語 | | |
| 健康與體育 | 健康與體育 | | | 健康與體育 | | | 健康與體育 | | |
| 社會 | 生活課程 | | 社會 | | 社會 | | 社會 | | |
| 藝術與人文 | | | 藝術與人文 | | 藝術與人文 | | 藝術與人文 | | |
| 自然與生活 | | | 自然與生活 | | 自然與生活 | | 自然與生活科 | | |
| 科技 | | | 科技 | | 科技 | | 技 | | |
| 數學 | 數學 | | | 數學 | | | 數學 | | |
| 綜合活動 | 綜合活動 | | 綜合活動 | | 綜合活動 | | 綜合活動 | | |

自然與生活科技學習領域基本理念為：人類觀察自然，並且研究各種現象變化的道理，於是產生科學；同時對其巧妙的運用，以適應環境、改善生活，於是乃有技術。自然、科學、技術此三者一脈相連，前後貫通，為構成本學習領域之三大支柱(國立編譯館，2009)。

我們將自然與生活科技課程，學生在學習各階段所應習得與地球科學有關之能力指標說明如下：

- 第一階段(國小一至二年級)現象及現象變化的觀察：觀察現象的改變(如天氣變化)，察覺現象的改變 必有其原因。
- 第二階段(三、四年級)認識環境：知道可用氣溫、風向、風速、降雨量來描述天氣。發現天氣會有 變化，察覺水氣多寡在天氣變化裡扮演很重要的角色。 觀察月亮東昇西落的情形，以及長期持續觀察月相，發現月相盈 虧，具有週期性。
- 第三階段(五、六年級)認識物質：探討氧及二氧化碳的性質；氧的製造、燃燒之瞭解、氧化(生鏽) 等，二氧化碳的製造、溶於水的特性、空氣污染等現象。認識環境：長期觀測，發現太陽升落方位(或最大高度角)在改變，在夜晚同一 時間，四季的星象也不同，但它們有年度的規律變化。認識天氣圖上的高、低氣壓線、鋒面。觀察(資料蒐集)一個颱風的 興衰。知道溫度高低不同，使水的存在形態改變，是形成霜、露、雲、 雨、雪的原因。知道生活環境中的大氣、大地與水，及它們彼此間的交互作用。

各版本自然與生活科技學習領域教科書均經過教育部審定後才提供學校選用，因此，內容均能依照「國民中小學九年一貫課程綱要」編撰，應達成的分段能力指標亦設計於教學活動中。以達成教育目標而言，不

論選用任何版本教科書對師生而言均無差異。然而，在教學現場的老師和學生以及家長卻深受困擾。就老師而言，換選不同版本教科書，即便暫時堪用，將來教師如果覺得該家出版社的教材在其他年段編得並不好的時候，若要再換選別家的，也會出現能力指標各種邏輯軸均呈混亂的窘境(黃隆民等，2003)；就學生與家長而言，以地球科學教學來說，因地球科學所包含的種類太多、範圍太廣，教學上並沒有一套簡要的通則能讓學生輕鬆理解有關地球科學的所以資訊，若無一套能統整所有地球科學教學的系統，在面臨不得不換教科書版本的時候(如轉學)，學習造成為學生以及家長的困擾。

「一綱多本」政策實施後，同年級各領域或學科可能採用不同的教科書版本，而造成課程銜接的困難；而學生轉學或轉換教育階段時，或學校在不同年級轉換教科書版本時，課程如何連貫也是個大問題(黃光雄，2007)。學童在面臨不同學習階段更換教科書版本的情形下，可能會出現教材內容是否需要銜接的問題。要更換教科書版本，不宜在各學習階段之間的年級進行更換；即學生在就讀四年級時，不宜更換教科書版本(可在五年級時才更換教科書版本)(古智雄等，2006)。

九年一貫一綱多本教科書實施後所衍生的問題，我們歸納如下：

1. 教材版本更動太過頻繁，造成有些教材未教有些卻重複教。

2. 相同學習領域各版本教科書之間的難易度差異大。
3. 要求教師編補充教材或銜接課程，不易落實。
4. 轉學時教材銜接困難。

而其解決策略可從下列幾方面著手(蘇進茶，2006)：

1. 應以年段或學習領域選教科書，避免教材版本更動太過頻繁，造成有些教材未教，有些重複教。
2. 建立各領域基本共同的教材規範，可縮小各版本教科書間的難易度差異。
3. 宜以較大的行政區域選擇教科書，可減少轉學時教材銜接困難問題。

為解決課程銜接問題，教育部已經請國中小課程研發委員會研議，是否各領域均訂定「分年細目」或「分年教材大綱」，使各年級教科書內容重點儘量一致，解決學生轉學或更換版本的適應問題(教育部，2003)。

上述，九年一貫課程綱要實施後所衍生的問題對師生造成嚴重的困擾，政府及社會各階層也都聚焦在這些問題的解決上。在九年一貫課程對自然與生活科技學習領域的說明中，我們了解課程綱要對自然和生活科技這二方面的重視，不僅如此，在九年一貫課程綱要羅列的「重大議題」亦有資訊教育和環境教育。因此，本文所探討與實作的地球科學教學實例以及應用資訊系統的查詢介面，此二者都是其中的重要元素。

第三章、系統分析與設計

在本章，我們描述國小地球科學教學語意查詢系統之相關分析與設計，並呈現完整的系統架構圖，以及其所使用之地球科學教學知識本體概念架構圖，以利系統之開發與建置。

第一節 系統架構

本文所開發的地球科學教學語意查詢系統主要是提供國小教師、學生和家長查詢使用，協助教師瞭解學生的先備知識與備課時資料的編寫，減輕教師在備課階段之負擔；並期望能幫助轉學生在教材版本轉換後所面臨的課程銜接問題。也可以提供給國民中小學自然與生活科技課程任課教師教學活動內容編排之參考。本文所設計的地球科學教學語意查詢系統架構，如圖 3-1 所示。

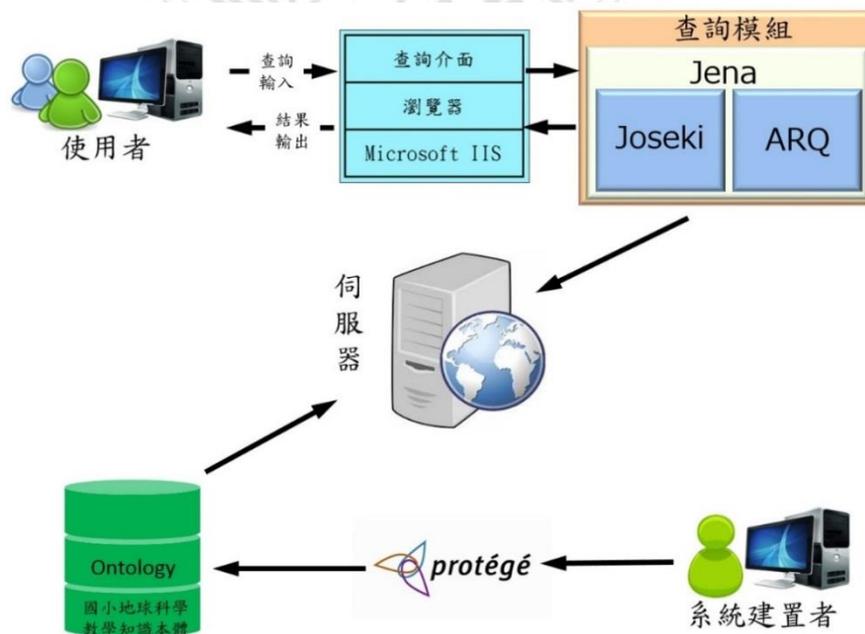


圖 3-1 國小地球科學教學語意查詢系統架構

本系統主要是由三個主要的元件所組成，包括 RDF/RDFS 知識本體、網頁表單查詢介面(Query Form Page Interface)、系統查詢模組(Query Module)。我們依序描述這三個元件如下：

1. **RDF/RDFS 知識本體**：此為本文之地球科學教學的知識核心概念，我們使用 Protégé 程式建置完成，內容描述了不同版本的教科書中有關地球科學的教學重點、與各年級間的關係。此項知識本體在我們所開發的語意查詢系統啟動時即被載入，當使用者端給予查詢事件時，Jena API 就會對我們載入的 RDF 知識本體作內容上的搜尋處理，最後將查詢的結果回傳至前端，將查詢結果顯示於使用者的瀏覽器端。
2. **網頁表單查詢介面**：本系統的查詢方式是以 SPARQL 語意查詢指令為主，為了能讓使用者利用網際網路進行簡便的查詢操作，又能免去使用者學習 SPARQL 查詢語言的困擾，我們特別建置了使用者最常接觸，且簡單易用的網頁表單操作介面，將 SPARQL 查詢語言隱藏於其後，讓使用者能以最輕鬆方便的方式進行查詢的指令操作。
3. **系統查詢模組**：在本文所使用的語意查詢系統中所運用的模組，共區分為以下三個部份：
 - **Programmatic Environment for RDF(Jena)**：主要是讓使用者可以存取 RDF 的環境，本研究中的系統建置以 Jena API 來進行實作部份。

主要包含有能解析、建立與搜尋 RDF 的相關模組，所有的查詢模組元件都建立在這個 Jena API 之上。

- SPARQL Implementing Program(ARQ)：這是本系統用來實作 SPARQL 查詢 RDF 知識本體的函式庫。在眾多可獲取的 SPARQL 所開發的程式當中，本研究之系統採用完成度較高，且比較相容於上述 Jena API 的 ARQ 來進行實作。
- RDF Server Program(Joseki)：為實作前述 SPARQL 在網路上使用所遵循的通訊協定伺服器程式。本研究之系統同樣採用較相容於 Jena API 的 Joseki 來進行系統實作，以提升整體的效能。

第二節 地球科學知識本體之架構

現行國民小學自然與生活科技領域教材是以教育部公布之「九二課綱」為基礎所編輯，一百零三學年度送審合格共有「翰林版」、「康軒版」及「南一版」等三個版本（國立編譯館，2009）。本文所建置的國小地球科學教學知識本體，即以此三個版本教材中所列地球科學相關教學重點為目標，並將教學重點、地球科學名詞和年級之間建立關聯屬性。

我們先將系統中「國小地球科學教學」當作整件(Whole Object)，其下有「教科書版本」和「教學重點」二個部件(Part Object)，亦即「國小地球科學教學」由「教科書版本」和「教學重點」所組成，其聚合關係(Aggregation

Relationship)，如圖 3-2 所示。在「教科書版本」的類別階層，我們以圖 3-3 表示。另外，再以「教學重點」為超類別(SuperClass)，其下設有「認識地球」、「觀測太陽」、「觀測星星」和「觀測月亮」等四個教學重點為其次類別(SubClass)；最後，以「認識地球」為超類別(SuperClass)，其下再設「天氣與氣候變化」、「地表與地殼的變動」、「組成地球的物質」、「環境的污染與防治」等四項為其次類別(SubClass)，如圖 3-4 所示。在我們所設置的查詢系統中，就將各項教學重點作為「國小地球科學教學」的實例(Instance)或物件(Object)。

在 RDF 中的資源必須加以描述才具實際意義，也就是經過描述的抽象概念會更加具體。以上述的教學重點言之，他們是一群資源，但對於使用者而言，教學重點必須與地球科學實例關聯才具實際意義，也才能讓使用者更清楚的了解他們之間的相互關係。因此，在每個教學重點項目下列出出現過的有關地球科學名詞，並以 default:names 作為教學重點與地球科學名詞之間的關聯屬性。

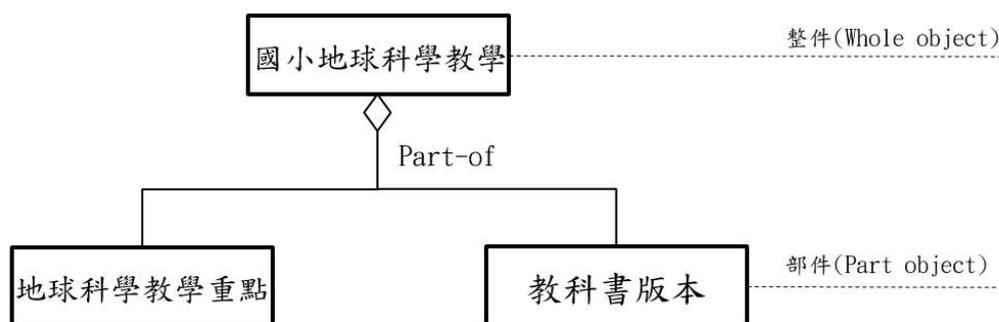


圖 3-2 國小地球科學教學與教科書版本及教學重點之聚合關係

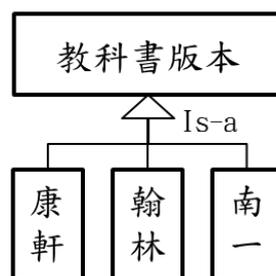


圖 3-3 教科書版本與各出版商之類別階層關係(陳科富，2010)

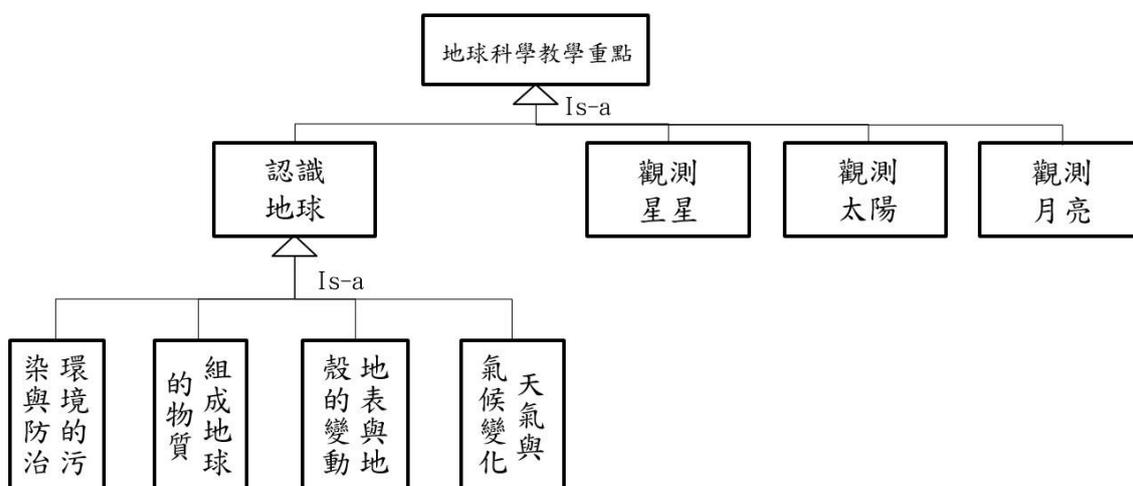


圖 3-4 地球科學教學重點及其子類別之階層關係

我們以國民小學自然與生活科技領域教材中地球科學實例來說明，例如：康軒版教學重點「天氣與氣候的變化」之下，共有「天氣預報」和「強烈颱風」等 47 個地球科學實例，本文收錄三個版本地球科學實例共 477 種，康軒版教學重點之地球科學實例有天狼星等 241 種，詳如表 3-1，翰林版教學重點之地球科學實例有鋒面等 260 種，詳如表 3-2，南一版教學重點之地球科學實例有地震深度等 285 種，如表 3-3。為使電腦能對使用者解釋這兩者間的關係與意義，我們利用教學重點與地球科學名詞三元組關係來呈現。

表 3-1 康軒版教學重點之地球科學實例

| 教學重點 | 地球科學實例(Instances) |
|----------|--|
| 天氣與氣候的變化 | 氣溫、雲量、雨量、氣溫計、百葉箱、雨量儀、降雨量、晴天、陰天、雨天、氣象預報、颱風、梅雨、豪雨、鋒面、熱帶地區、強風、雲、雨、霧、露、霜、雪、冰晶、衛星雲圖、地面天氣圖、低氣壓中心、高氣壓中心、等壓線、氣壓、百帕、氣團、鋒面、暖氣團、冷氣團、大陸冷氣團、太平洋暖氣團、冷鋒、暖鋒、滯留鋒、熱帶性低氣壓、熱帶海洋、颱風眼、輕度颱風、中度颱風、強烈颱風、颱風警報、土石流。 |
| 地表與地殼的變動 | 河川、海岸、湖泊、岩石、礦物、峽谷、侵蝕、搬運、堆積、三角洲、沙礫、凸岸、凹岸、海蝕崖、海蝕平台、豆腐岩、海蝕洞、沙灘、沙洲、瀉湖、礫灘、地震、強烈地震、地震帶、地表隆起、石灰岩、花崗岩、方解石、玄武岩、礦物、長石、石英、黑雲母、白雲母、滑石、石膏、硫磺、水晶、風化、石墨、硬度、鐵礦、煤礦、金礦、菲律賓海洋板塊、歐亞大陸板塊、芮氏規模、震央、震源、震源深度、地震規模、震度、石油、煤、天然氣。 |
| 組成地球的物質 | 空氣、風、風向、風力、風向風力計、水、水蒸氣、蒸發、凝結、凝固、冰、融化、浮力、毛細現象、虹吸現象、連通管原理、地球引力、重力、氧氣、燃燒、二氧化碳、氧化、氮氣、土壤、地磁、草原、沙漠、草原、極地、熱帶雨林。 |
| 環境的污染與防治 | 風力發電、太陽能熱水器、太陽能路燈、太陽能計算機、噪音、水污染、空氣污染、溫室效應、可再生資源、不可再生資源、環保標章、節能標章。 |
| 觀察星星 | 南河三、參宿四、天狼星、冬季大三角、星座、天樞星、大熊座、北斗七星、北極星、小熊座、天鷹座、天琴座、牛郎星、織女星、夏季大三角、天鵝座、天津四、行星、衛星、星等、0 等星、1 等星、2 等星、天蠍座、心宿二、大犬座、星座盤、獵戶座、參宿四、光害、五車二、御夫座、雙子座、麒麟座、金牛座、畢宿五、參宿七、天兔座、波江座、天爐座、雕具座、星軌、仙后座、春季大三角、秋季四邊形、牧夫座、室女座、獅子座、飛馬座、英仙座、角宿一、大角星、五帝座一、軒轅十四、室宿一、室宿二、壁宿一、壁宿二。 |
| 觀察月亮 | 月球、高度角、高度角觀測器、月亮方位、國曆、農曆、月形、望、朔、上弦月、下弦月。 |
| 觀察太陽 | 恆星、影子、太陽方位、太陽高度角、方位盤、指北針、日出、春季、夏季、秋季、冬季、春分、夏至、秋分、冬至、日落、二十四節氣、日晷、晷針、晷面、古巨石群、日食、天狗食日、日偏蝕、日全蝕、日環蝕。 |

表 3-2 翰林版教學重點之地球科學實例

| 教學重點 | 地球科學實例(Instances) |
|----------|---|
| 天氣與氣候的變化 | 雨、雪、霧、冰雹、氣溫、小水滴、冰晶、雲、露、霜、溼度、天氣圖、衛星雲圖、人造衛星、氣象預報、氣團、冷氣團、暖氣團、地面天氣圖、高氣壓、低氣壓、鋒面、等壓線、低氣壓中心、高氣壓中心、冷鋒、暖鋒、滯留鋒、氣壓、百帕、梅雨季節、颱風、熱帶性低氣壓、強烈颱風、中度颱風、輕度颱風、熱帶氣旋、強風、豪雨、世界氣象組織、中央氣象局、焚風、火燒風、東北季風 |
| 地表與地殼的變動 | 汽油、天然氣、風力、液化石油氣、煤、石油、鉀、鈉、鎂、鋰、鈉、石灰、鐵、鉻、黃金、臺地、峽谷、瀑布、壺穴、平原、侵蝕、搬運、堆積、曲流、凹岸、凸岸、鵝卵石、三角洲、海蝕溝、離岸沙洲、岩石、礦物、石灰岩、方解石、花崗岩、長石、石英、白雲母、黑雲母、雲母、石墨、滑石、硬度、化石、安山岩、大理岩、水晶、石膏、風化、土壤、地震、地震帶、強烈地震、岩層錯動、地表隆起、土壤液化、山崩、堰塞湖、地震報告、震央、地震深度、地震深度、震度、地動儀、泥火山、硫磺、熱帶雨林、草原、沙漠、極地 |
| 組成地球的物質 | 氧、氮氣、二氧化碳、溫室氣體、乾冰、水域、池塘、湖泊、河口濕地、海岸、湖泊、河川、海洋、水位、水流、溪流、水蒸氣、空氣、凝結、蒸散、蒸發、凝固、地磁、地球引力、重力、 |
| 環境的污染與防治 | 太陽能熱水器、全球暖化、核能輻射、碳足跡、酸雨、太陽能發電、火力發電、水力發電、核能發電、霾、噪音、分貝、噪音防治、水汙染、水源保護區、汙水處理廠、空氣汙染、國家公園、自然保護區、環保標章、節能標章、世界環境日 |
| 觀察星星 | 銀河、星軌、星空、星座、光害、星球、行星、恆星、織女星、金星、水星、星宿、商宿、心宿、參宿、天蠍座、獵戶座、大犬座、小犬座、金牛座、獅子座、巨蟹座、北斗七星、大熊座、天狼星、南河三、參宿四、冬季大三角、春季大三角、夏季大三角、秋季四邊形、室女座、牧夫座、五帝座一、角宿一、大角星、天鷹座、天鵝座、天琴座、牛郎星、天津四、室宿一、室宿二、壁宿一、壁宿二、飛馬座、仙女座、北極星、仙后座、視星等、南門二、河鼓二、北河三、軒轅十一、勾陳一、小熊星、雙子座、天蠍座、半人馬座、慧星、掃把星、流星、流星雨、視星等、0等星、一等星、二等星、三等星、四等星、六等星 |
| 觀察月亮 | 月亮高度角、滿月、農曆、春節、端午、中秋、月形 |
| 觀察太陽 | 日出、日落、日晷、日影、太陽方位、太陽高度角、節氣、春分、夏至、秋分、冬至、立春、雨水、立夏、小滿、立秋、處暑、立冬、小雪、輻射、對流、傳導 |

表 3-3 南一版教學重點之地球科學實例

| 教學重點 | 地球科學實例(Instances) |
|----------|--|
| 天氣與氣候的變化 | 氣象報告、天氣預報、雲、晴天、陰天、多雲天、雨天、雲量、雨滴、中央氣象局、氣溫計、攝氏、華氏、雨量、降雨量、雨量器、承雨器、貯水桶、雨量杯、旱災、水災、寒流、百葉箱、彩虹、春、夏、秋、冬、四季、雲、雨、霧、酸雨、酸性沉降、濕沉降、乾沉降、雹、颱風、強風、豪雨、高氣壓、低氣壓、冷氣團、暖氣團、鋒面、淹水、大潮、颱風動態、地面天氣圖、衛星雲圖、熱帶氣旋、颱風眼、颱風路徑、熱帶性低氣壓、輕度颱風、中度颱風、強烈颱風、氣象衛星、氣團、冷鋒、暖鋒、滯留鋒、梅雨、等壓線、百帕、低氣壓中心、高氣壓中心、西伯利亞冷氣團、太平洋暖氣團、露、霜、雪、寒流、強烈大陸冷氣團、大陸冷氣團、東北季風、寒害、霜害、低溫特報 |
| 地表與地殼的變動 | 岩石、礦物、岩漿、風化、土壤、板岩層、變質砂岩層、玄武岩層、花崗岩、石灰岩、雲母、方解石、石英、長石、火成岩、沉積岩、變質岩、安山岩、頁岩、砂岩、大理岩、板岩、片麻岩、石墨、硫磺、硬度、風化作用、侵蝕、搬運、堆積、凸岸、凹岸、化石、地震、地震帶、地震深度、芮氏規模、震度、金礦、銅礦、閃玉、蛇紋岩、煤礦、水泥礦 |
| 組成地球的物質 | 空氣、風、風向、風力、北風、九降風、南風、東南風、西南風、水、毛細現象、虹吸現象、連通管原理、蒸發、水蒸氣、凝結、凝固、融化、固態、液態、氣態、水的三態、浮力、氧氣、燃燒、氮氣、二氧化碳、助燃、乾冰、燃點、可燃物、助燃物、燃燒三要素、重力、地磁 |
| 環境的污染與防治 | 雨撲滿 太陽能、太陽能路燈、太陽能熱水器、噪音、分貝、綠色建築、水汙染、空氣汙染、空氣汙染指標值、全球暖化、環保標章、節能標章、台灣碳標籤、水力發電、火力發電、風力發電、核能發電、海洋能發電、太陽能發電、地熱發電、生質能發電 |
| 觀察星星 | 天狼星、星座、大熊座、北斗七星、國際天文聯合會、參宿四、參宿五、參宿二、參宿三、參宿一、參宿六、參宿七、獵戶座、天蠍座、心宿二、商、參、星座盤、星圖、星等、星點、一等星、二等星、三等星、四等星、銀河、星雲、星團、天頂、地平線、冬季六邊形、南河三、畢宿五、北河三、五車二、冬季大三角、北極星、仙后座、春季大三角、春季大曲線、大角星、角宿一、五帝座一、軒轅十四、獅子座、人馬座、夏季大三角、牛郎星、織女星、天津四、秋季四邊形、飛馬座、仙女座、英仙座、仙王座、行星、水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星 |
| 觀察月亮 | 月球、中秋節、仰角、方位、地平線、指北針、天頂、仰角觀測器、農曆、月相、滿月、望、凸月、下弦月、眉形月、朔、上弦月、虧凸月、盈凸月、 |
| 觀察太陽 | 竿影、影子、太陽的方位、太陽的高度角、太陽的方位、北回歸線、春分、夏至、秋分、冬至、晝、夜、恆星、太陽鐘、圭表、表影、圭面、日晷、晷針、晷面、南回歸線 |

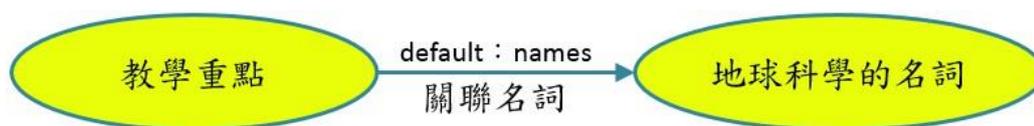


圖 3-5 教學重點與地球科學名詞三元組關係

RDF 三元組是以「物件－屬性－值」的描述方式，藉由屬性將資源指向另一個資源或是一段描述文字，將資源的意義與使用的範圍予以具體化。以本文研究之教學重點中的地球科學實例而言，我們要以三元組關係來解釋其意涵。亦即，國小地球科學教學之教學重點「根」是一個被描述的資源，其所屬的項目(地球科學名詞)就可以指向另一個資源或是一段描述文字來敘述，而成為三元組的值，存在其間的關連以物件屬性來連結，在此使用 default : names(關聯名詞)來連結教學重點與地球科學名詞。這樣的表示方式，如圖 3-5 所示。

我們以國小地球科學教學之教學重點「天氣與氣候變化」為例，其物件屬性為關聯天氣，屬性的值有「颱風」、「鋒面」和「太平洋暖氣團」等等。如圖 3-6 所示。

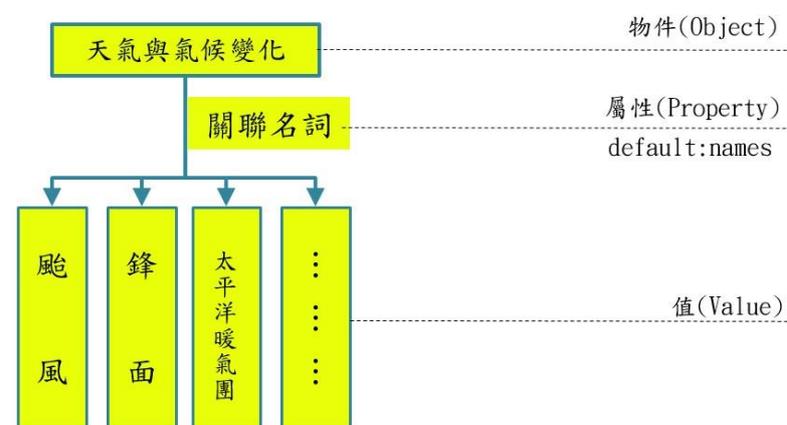


圖 3-6 教學重點與地球科學名詞之關係



圖 3-7 地球科學名詞與關聯年級三元組關係圖

在建構各教科書版本到各地球科學名詞之間的關聯概念之後，我們為各項地球科學名詞標註關聯年級，此將以國民小學自然與生活科技領域各版本教科書內所述及地球科學實例作為建構的依據。如前文所述，我們將各項地球科學名詞作為 RDF 三元組當中被描述的資源。因此，關聯年級即成為用來描述的資源或文字，在地球科學名詞與關聯年級中以一個物件屬性 default: grades(使用年級)建立其關聯屬性，如圖 3-7 所示。

我們以國小地球科學教學之教學重點「組成地球的物質」的地球科學實例「空氣」為例，康軒版四年級並未實際討論該地球科學實例，故其所關聯之年級為「三年級」、「五年級」與「六年級」等三項，其階層關係如圖 3-8 所示。

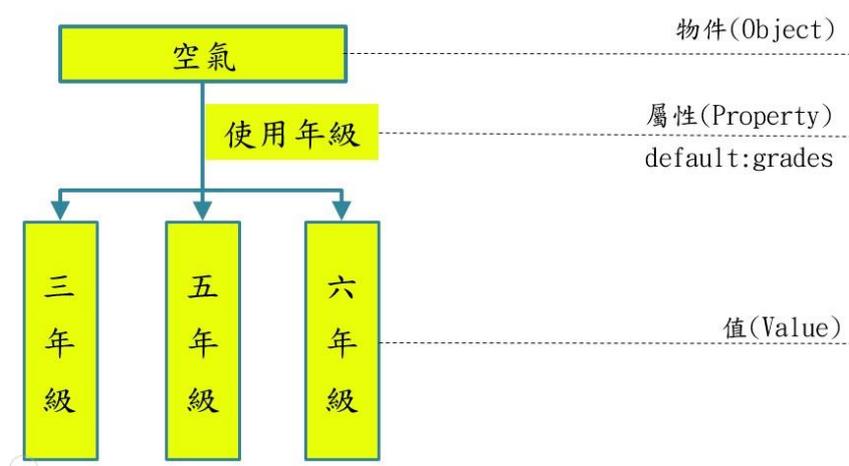


圖 3-8 地球科學名詞與關聯年級之階層關係實例

表 3-4 空氣之版本與關聯年級

| 地球科學 實 例 | 版本與關聯年級 |
|-------------|--|
| 空氣 | 康軒版_三年級、康軒版_五年級、康軒版_六年級、 翰林版_三年級、翰林版_五年級、翰林版_六年級、 南一版_三年級、南一版_五年級、南一版_六年級。 |

在系統實作時康軒版、翰林版和南一版剛好在同樣的年級討論到空氣。但我們仍分別列出相關年級，如表 3-4 所示；但是，在現行的版本中，並不是所有的地球科學教學實例，都在同樣的年級被討論。另外，康軒版四年級下學期的自然領域教科書，並沒有安排地球科學的教學單元。

依前述之教科書版本、教學重點、關聯地球科學及為各教學重點與地球科學名詞註解的三元組關聯，我們可以描繪出完整的知識本體概念關聯圖，如圖 3-9 所示。在圖 3-9 中之「國小地球科學教學」為整件(Whole Object)，「教科書版本」和「教學重點」是部件(Part Object)；再以「教學重點」為父類別(SuperClass)，在其下一層的四個子類別(SubClass)分別為：「認識地球」、「觀察星星」、「觀察月亮」和「觀察太陽」；最後，在「認識地球」之下則列出多個可以實際表示該次類別的實例(Instance)或物件(Object)：「天氣與氣候變化」、「地表兩地殼的變動」、「組成地球的物質」、「環境的汙染與防制」共四項。這些實例(Instance)就是 RDF/S 的資源，再透過物件屬性 default:names(關聯地球科學)來將其與各地球科學名詞如「氣壓」、「地震」、「空氣」、「溫室效應」、「岩石」、「礦物」、「颱風」、「星座」等實例關聯。

本文運用三元組的概念，把每個物件(或實例)作為需要註解之資源，並加上屬性關聯 default:names(關聯地球科學)來描述其具體意涵(地球科學名詞)；在這些連結的值(地球科學名詞)中，又當作另外需要註解之資源或物件(地球科學名詞)，並為其加上屬性 default:grades(使用年級)連結其值(關聯年級)。「教科書版本」之下則列出「康軒」、「南一」和「翰林」三個教科書出版商為其次類別(SubClass)。

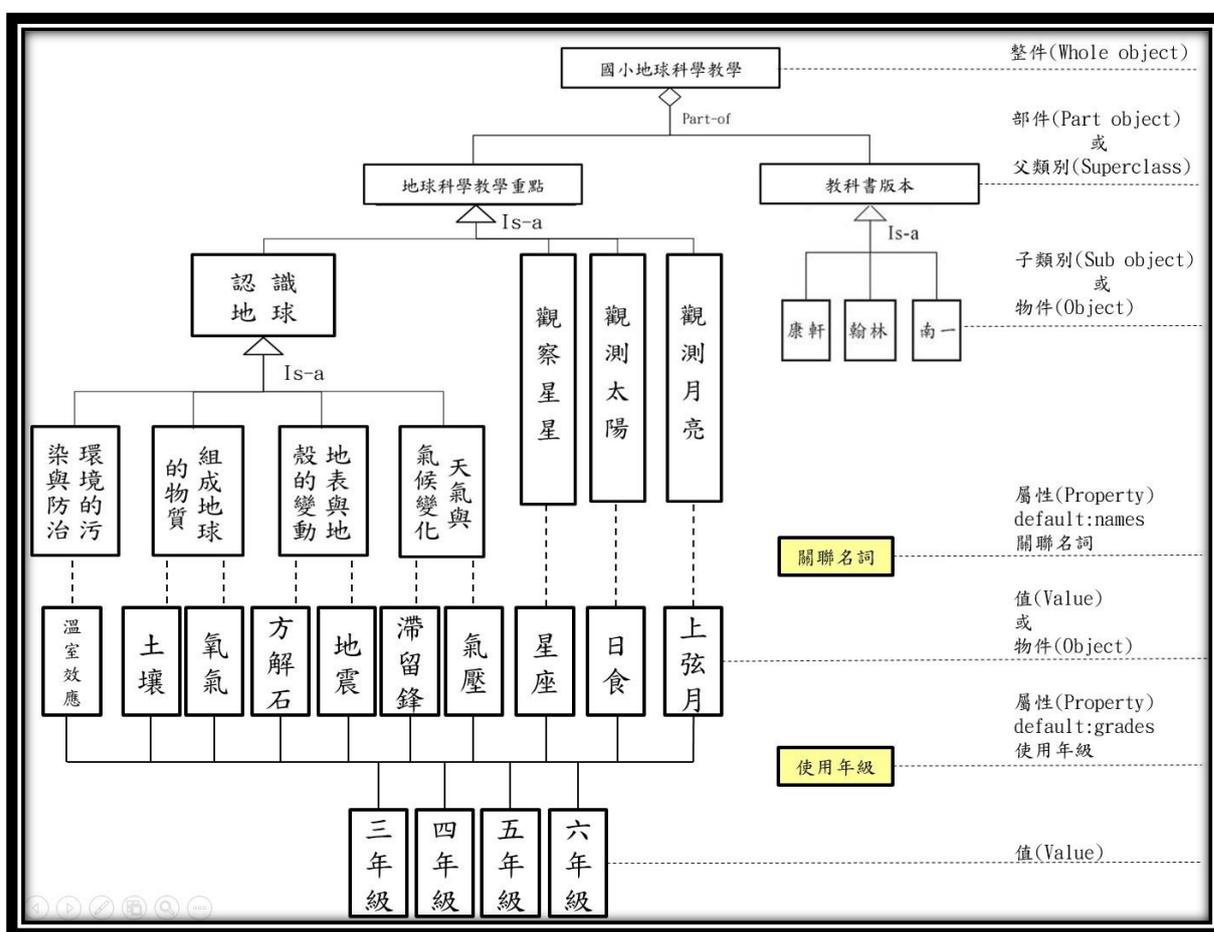


圖 3-9 國小地球科學教學知識本體架構

第四章、系統實作

在本章，我們描述本文所開發的語意查詢系統所需之工具，以及建置系統之詳細流程，包括：建置地球科學教學知識本體、建置 RDF 查詢系統運作環境、開發使用者網頁查詢介面，以及系統實作與測試。我們使用 Protégé 程式來建立所需的知識本體，運用 Joseki 等相關套件建置 RDF 查詢服務伺服器，並以 Microsoft Visual Web Developer 開發使用者網路查詢表單介面，以降低使用者操作系統的門檻。本系統之實作流程，如圖 4-1 所示。

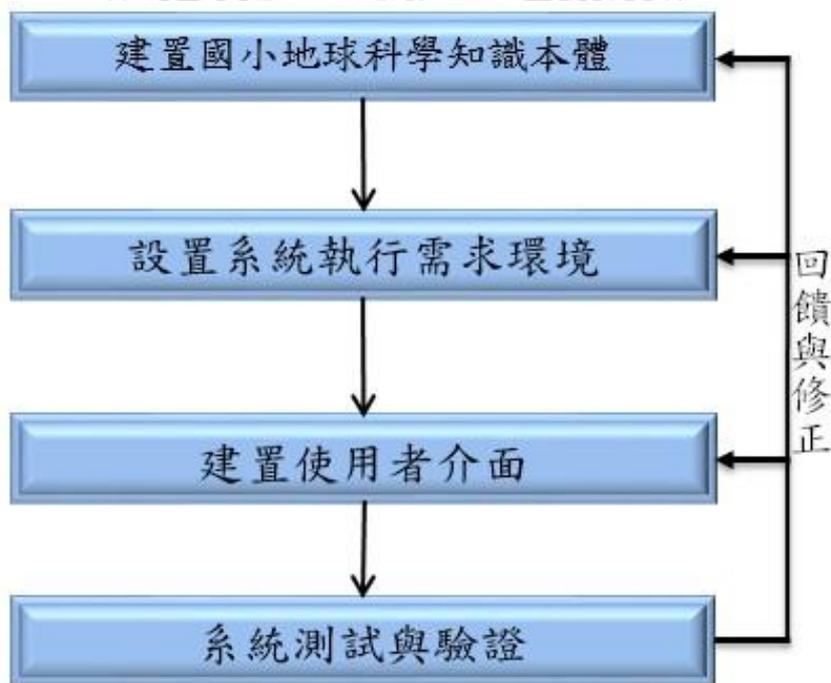


圖 4-1 系統實作流程

第一節 系統建置開發環境與工具

在表 4-1，我們列出建置本系統之開發環境及工具，我們將各程式的來源及用途說明如下：

- **Protégé 3.4.1** (<http://protege.stanford.edu/>)：此程式是由美國史丹佛大學 (Leland Stanford Junior University) 醫學院生物信息研究中心基於 Java 語言開發的知識本體編輯和知識獲取軟件，或者說是知識本體開發工具。這個程式主要用於語義網中知識本體的構建，是語義網中本體構建的核心開發工具，本系統採用長期穩定之 Protégé 3.4.1 版（需要 Java 5.0 或 SDK 1.5 套件）。
- **Jena** (<http://jena.sourceforge.net/>)：是由惠普公司 (HP Labs) 所開發，這是一套建立語意網架構的軟體程式。它支援 RDF/S、OWL、SPARQL 所需要的建構環境，包括了 RDF 和 OWL 的應用程式介面，以及讀寫 RDF 檔案的能力。
- **ARQ** (<http://jena.sourceforge.net/>)：此軟體為一套支援 Jena 所設計的 RDF 查詢引擎，包含支援 SPARQL、RDQL 及 ARQ 自有語法等三種查詢語法可供利用，並可支援執行本機及遠端查詢工作。
- **Joseki** (<http://www.joseki.org/>)：此軟體是 Jena 的 SPARQL 伺服器程式，它使用 ARQ 及 SPARQL 通訊協定來提供服務。在本系統設計所開發的查詢系統中做為 RDF 查詢伺服器。

- **Adobe Dreamweaver CS5** : Adobe Dreamweaver(前稱 Macromedia Dreamweaver)是 Adobe 公司的著名網站開發工具，用於設計網頁與網路應用程式的專業編輯軟體。它使用所見即所得的介面，亦有 HTML 編輯的功能，運用視覺化的方式進行 Web 網頁編輯及資料庫開發設計。本系統之實作即以此為開發所需之網頁表單查詢介面。

表 4-1 查詢系統開發工具及其應用範圍

| 開發工具 | 應用範圍 | 備註 |
|-------------------------------|----------------|------|
| Windows XP | 作業系統 | 開發環境 |
| Microsoft. Net Framework4. 51 | 網路系統開發環境 | 開發環境 |
| Protégé 3. 4. 1 | 地球科學教學實例知識本體建置 | 應用程式 |
| Adobe Dreamweaver CS5 | 使用者操作介面開發 | 應用程式 |
| Jena 2. 10. 0 | 語意網開發工具集 | 伺服器端 |
| ARQ 2. 6. 0 | RDF(S)推論引擎 | 伺服器端 |
| Joseki 3. 3. 0 | RDF 查詢伺服器 | 伺服器端 |

第二節 建置地球科學教學實例知識本體

本文運用 Protégé 3.4.1 程式建立查詢系統所需之地球科學教學實例知識本體，其建構步驟簡述如下：

一、開啟 Protégé 3.4.1 後，點選開啟新專案 (New Project)，如圖 4-2 所示。

二、在開啟新專案 (New Project) 的視窗選擇使用 OWL/RDF Files 後，點選 Finish，如圖 4-3 所示。

三、進入 Protégé 3.4.1 之工作視窗，使用者介面如圖 4-4 所示。其工作視窗分別簡介如下：

- Metadata：設定知識本體的統一資源標識符 (URI)，命名空間 (Namespace) 等相關設定。因本文未使用自訂前置詞 (Prefix)，故無須建置新的命名空間，也無須使用此工作視窗。
- OWL Classes：設定知識本體的類別。
- Properties：設定知識本體中類別之間的屬性。
- Individuals：設定知識本體類別中所屬的實例。

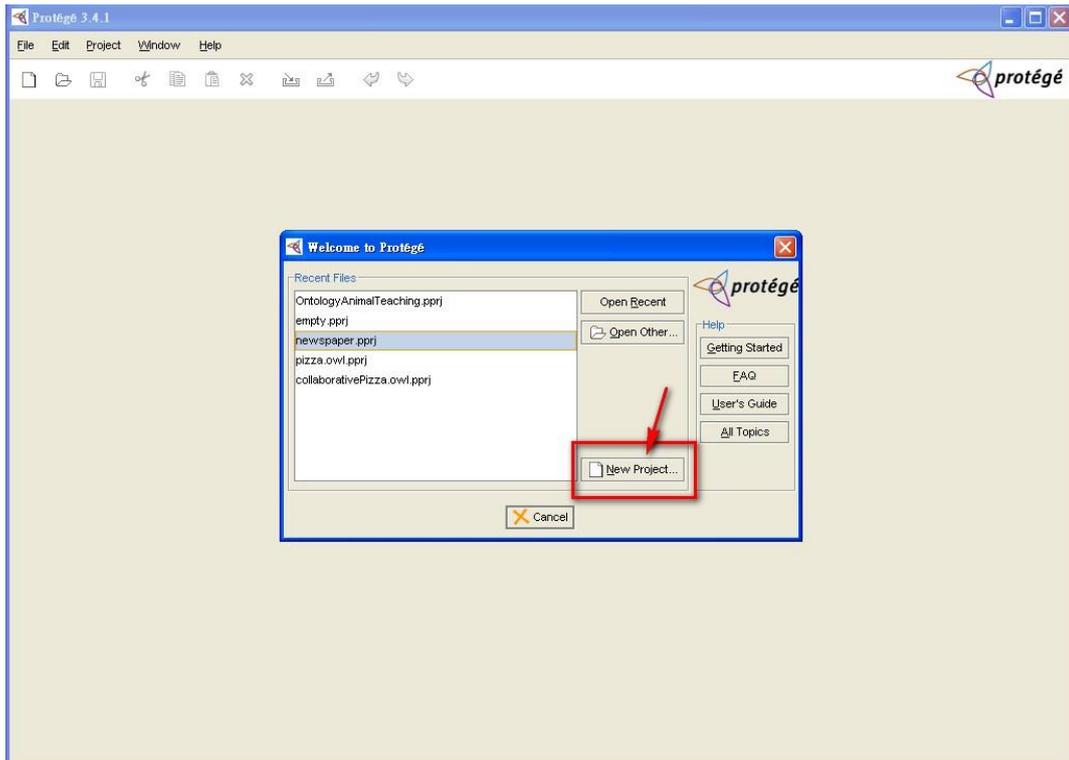


圖 4-2 開啟 Protégé 3.4.1 新專案

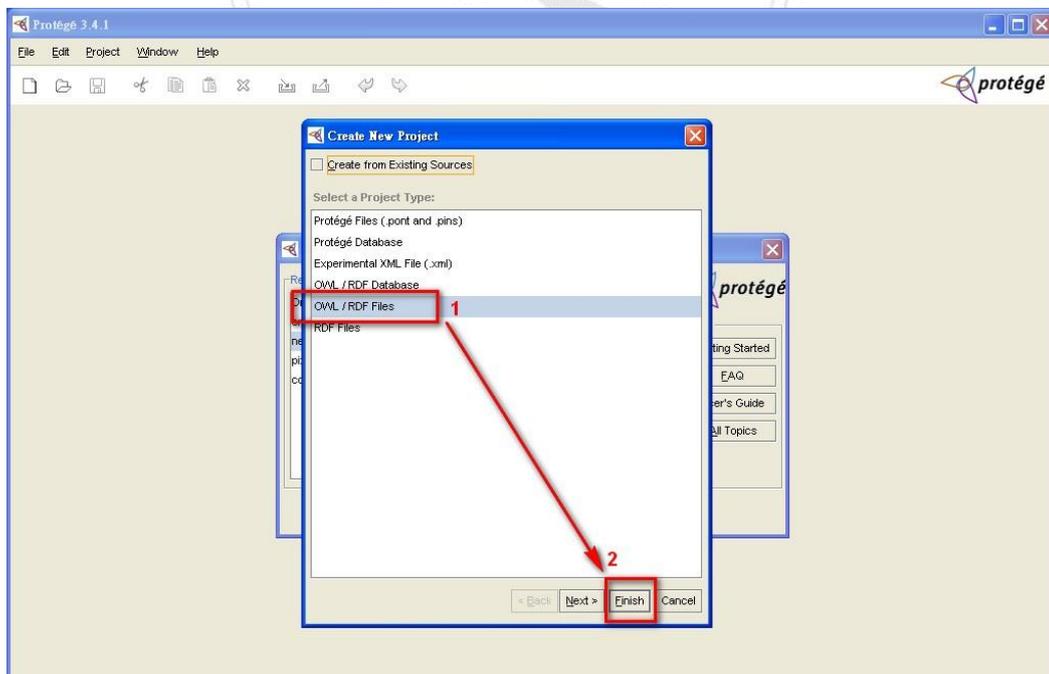


圖 4-3 選擇使用 OWL/RDF Files

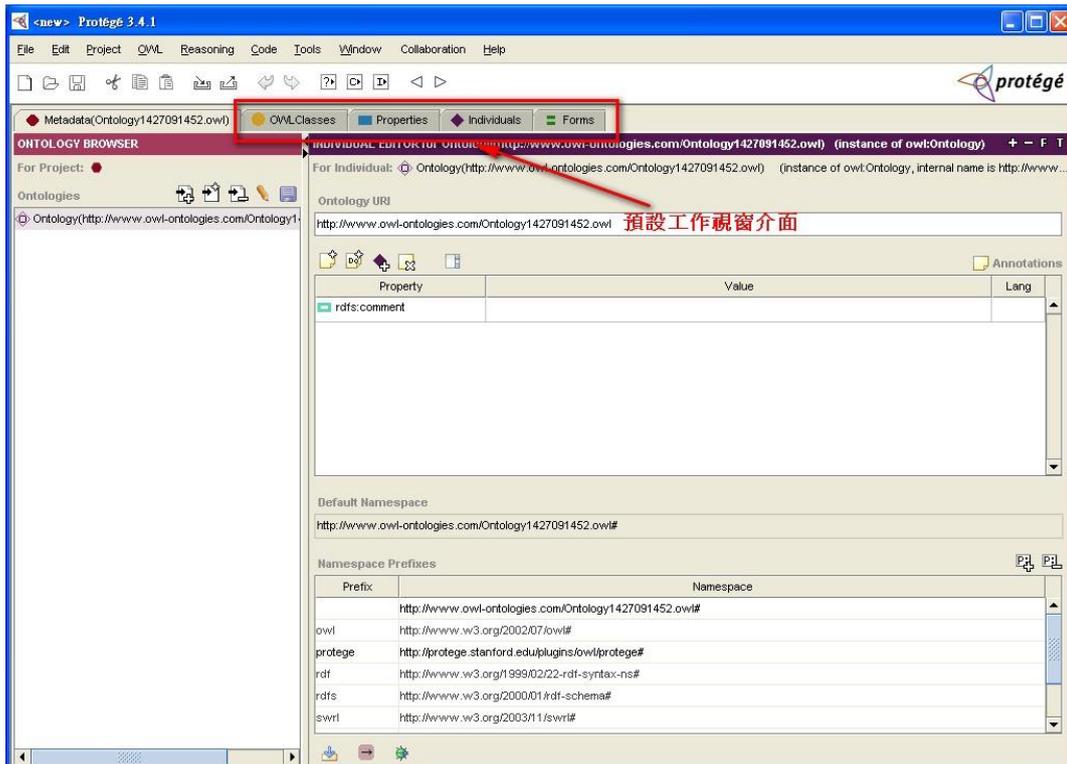


圖 4-4 Protégé 3.4.1 預設工作視窗介面

壹、建立類別 (OWL Classes)

依前章所描述之知識本體概念，使用 Protégé 3.4.1 建立國小地球科學教學實例知識本體，為了使系統查詢速度加快，我們將整體架構扁平化 (蔣冠倫，2009)。首先，點選「OWL Classes」標籤進入類別工作視窗，並新增類別，「國小地球科學教學」、「地球科學名詞」、「關聯年級」等三個類別，並在「國小地球科學教學」下建立「教學重點」和「教科書版本」；「教學重點」之下建立「天氣與氣候的變化」、「地表與地殼的變動」、「組成地球的物質」、「環境的污染與防治」；「教科書版本」之下建立「南一版」、「康軒版」和「翰林版」等三個次類別，建置結果如圖 4-5 所示。

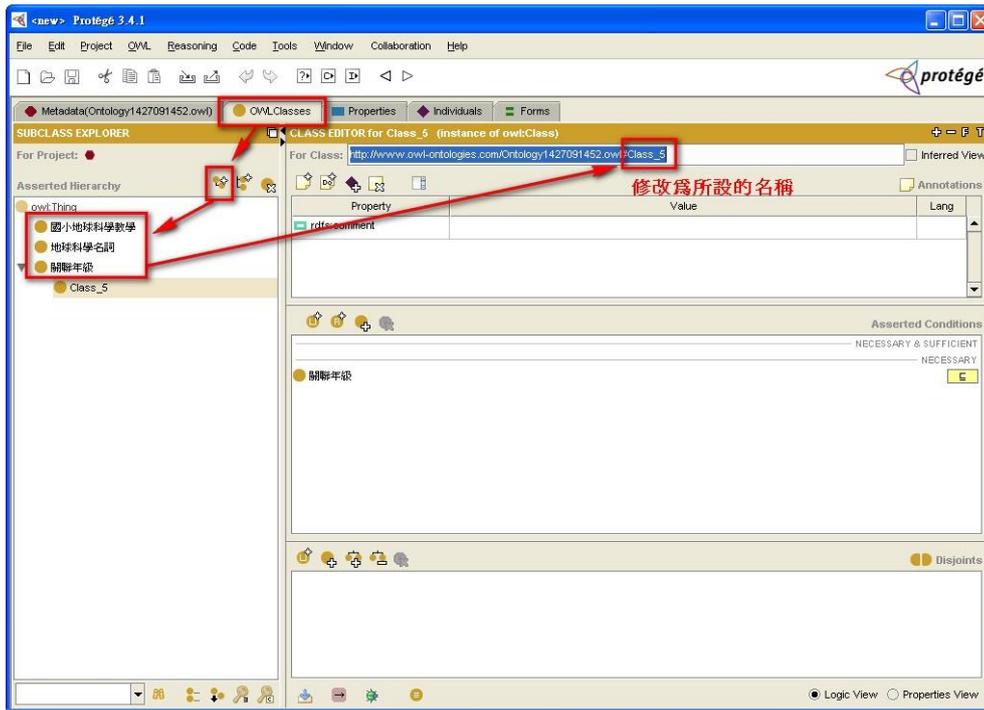


圖 4-5 使用 Protégé 3.4.1 建立類別與次類別

貳、建立屬性(Properties)

接著我們點選 Properties 標籤，將畫面切換至屬性工作區，在左方 Properties Browser(屬性瀏覽器)內繼續選擇物件(Object)標籤，在工作視窗內建立 names 及 grades 兩個物件的屬性(Object Properties)，如圖 4-6 所示。而這兩項屬性的使用領域 (Domain)及使用範圍 (Range)，說明如表 4-2。

表 4-2 物件屬性的使用領域及範圍

| 物件屬性(Property) | 領域(Domain) | 範圍(Range) |
|----------------|------------|-----------|
| names | 教學重點 | 地球科學名詞 |
| grades | 地球科學名詞 | 關聯年級 |

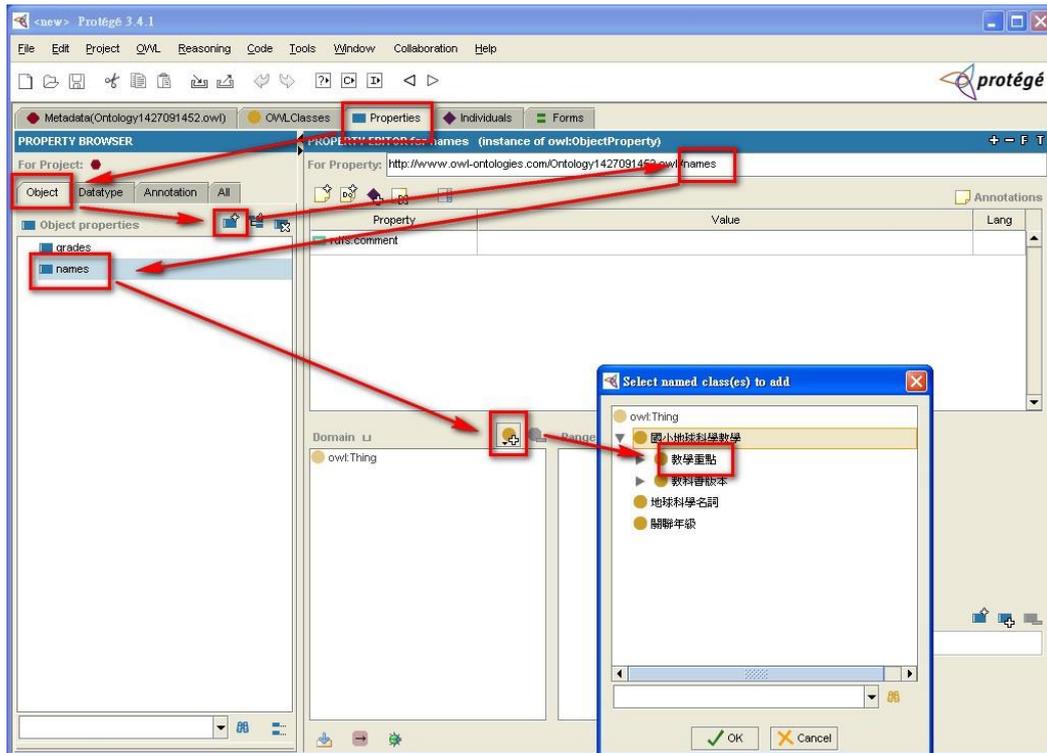


圖 4-6 使用 Protégé 3.4.1 建立物件屬性

參、建立實例(Individuals)

我們點選 Individuals 標籤進入實例工作區，在此工作區分為三個區塊，從左至右依序為類別瀏覽器(Class Browser)、實例瀏覽器 (Instance Browser)及實例編輯器(Individual editor)。操作步驟為：在類別瀏覽器中選取要加入實例的類別；接著在實例瀏覽器中建立實例 (Create instance)；最後，在實例編輯器中修改實例的屬性。完整操作步驟如圖 4-7 所示。

接著，我們將所有地球科學實例，約 450 餘個實例建立於「地球科學名詞」類別中，「關聯年級」內則建立「南一版」、「康軒版」、「翰林版」3-6 年級共 12 個實例、「教學重點」內建立「觀測星星」、「觀測月亮」、「觀測太陽」等 3 個實例及「認識地球」內包括「天氣與氣候的變化」、「地

表與地殼的變動」、「組成地球的物質」、「環境的污染與防治」等七個實例。並為「教學重點」下的實例加上 names 屬性（如圖 4-7），「地球科學名詞」下的實例加上 grades 屬性（如圖 4-8）。

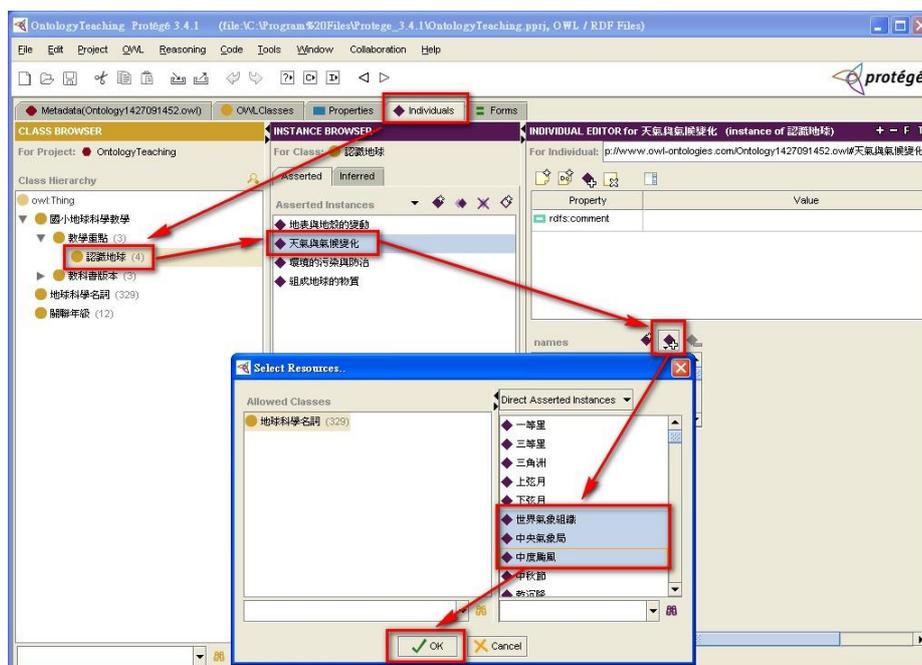


圖 4-7 使用 Protégé 3.4.1 建立 names 屬性關係

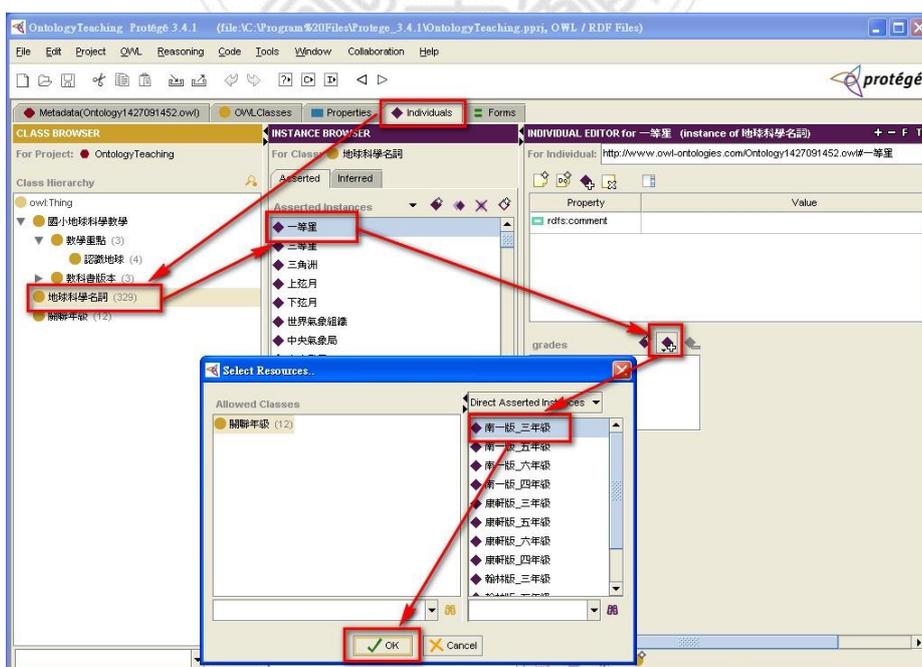


圖 4-8 使用 Protégé 3.4.1 建立 grades 屬性關係

第三節 建置查詢服務

我們以 Joseki 網站(<http://www.joseki.org/>)所提供的 Joseki 套件來建置查詢服務，Joseki 3.3.0 版中包含了 Jena 及 ARQ 兩個套件所需要的執行元件，因此，我們只須下載並安裝 Joseki3.3.0，就可以使用整組軟體的服務，其安裝操作步驟如下：

- 一、安裝 Joseki：將已下載 Joseki-3.3.0 解壓縮至 c:\joseki。
- 二、使用命令提示字元視窗設定環境變數：進入 Joseki 目錄後，定義 JOSEKIROOT(set JOSEKIROOT=c:\joseki)，如圖 4-9。為避免每次開機都需重複此一動作，因此，我們將環境變數加入電腦系統中，使其開機後自動執行。
- 三、執行 Joseki 運作環境設定：bin\joseki_path。
- 四、啟動伺服器：bin\rdfserver，如圖 4-10。如果 Joseki 設定完成且伺服器運行成功，就可以看到如圖 4-11 所示之畫面。
- 五、我們實際使用瀏覽器確認查詢伺服器是否運作無誤，如圖4-12。輸入網址 <http://127.0.0.1:2020/query.html> 可看 SPARQL 查詢介面，如圖4-13。我們建議以 Google 提供的免費網頁瀏覽器 Google chrome 運作。

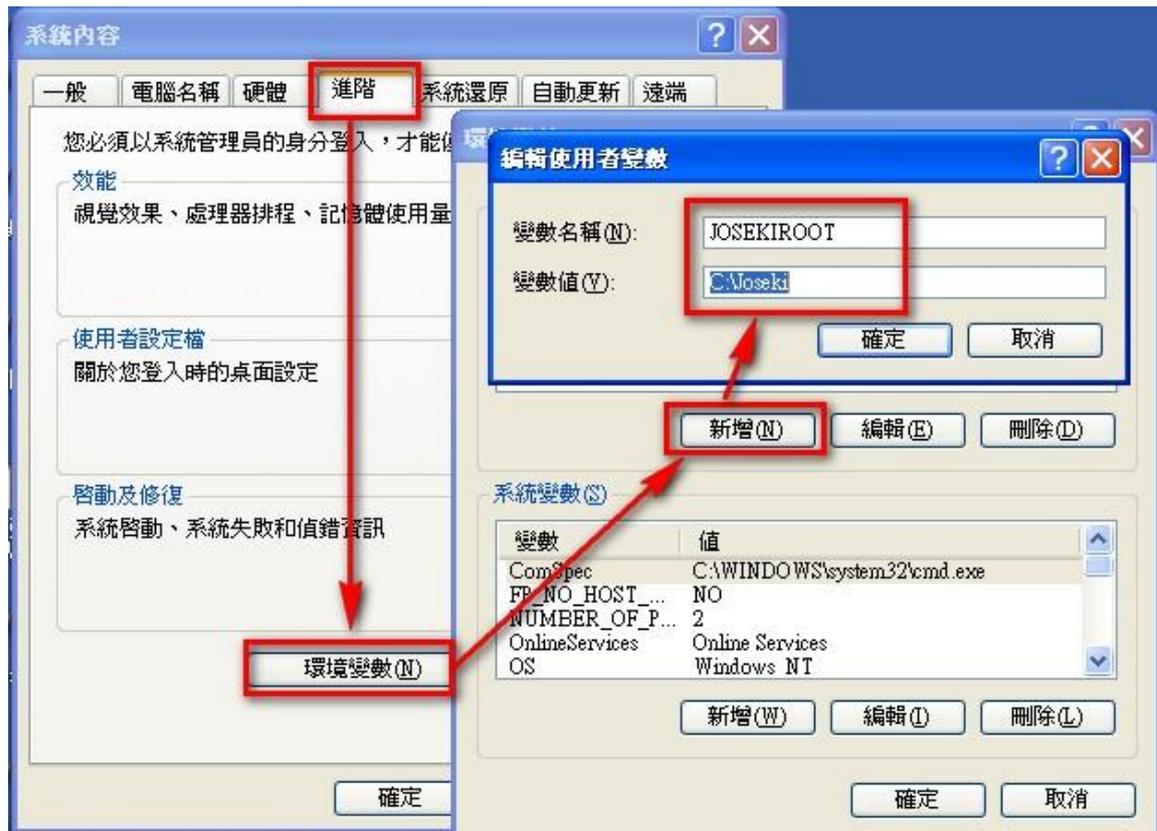


圖 4-9 設置系統內容中的 Joseki 環境變數

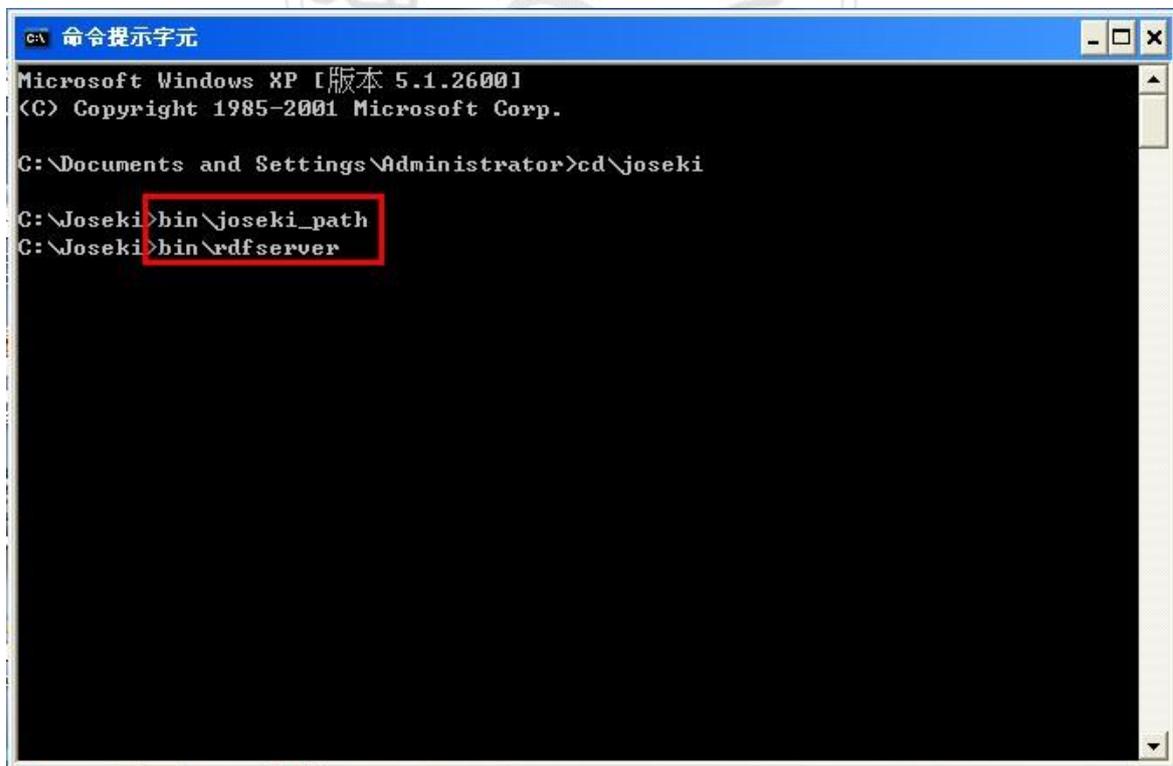


圖 4-10 使用命令提示字元視窗進行 Joseki 設定

```

c:\ 命令提示字元 - bin\rdfserver
23:31:03 INFO SPARQL :: SPARQL processor
23:31:03 INFO SPARQL :: Locking policy: multiple reader, single w
riter
23:31:03 INFO SPARQL :: Dataset description: false // Web loading
: false
23:31:03 INFO Configuration :: Dataset: Books
23:31:03 INFO Configuration :: Service reference: "sparql"
23:31:03 INFO Configuration :: Class name: org.joseki.processors.SPARQ
L
23:31:03 INFO SPARQL :: SPARQL processor
23:31:03 INFO SPARQL :: Locking policy: none
23:31:03 INFO SPARQL :: Dataset description: true // Web loading:
true
23:31:03 INFO Configuration :: ==== Bind services to the server ====
23:31:03 INFO Configuration :: Service: <books>
23:31:03 INFO Configuration :: Service: <sparql>
23:31:03 INFO Configuration :: ==== Initialize datasets ====
23:31:04 INFO Configuration :: ==== End Configuration ====
23:31:04 INFO Dispatcher :: Loaded data source configuration: joseki-
config.ttl
2015-03-24 23:31:04.032::INFO: Logging to STDERR via org.mortbay.log.StdErrLog
2015-03-24 23:31:04.063::INFO: jetty-6.1.10
2015-03-24 23:31:04.282::INFO: NO JSP Support for /, did not find org.apache.ja
sper.servlet.JspServlet
2015-03-24 23:31:04.485::INFO: Started SelectChannelConnector@0.0.0:2020

```

圖 4-11 Joseki 設定完成 Server 運作成功畫面

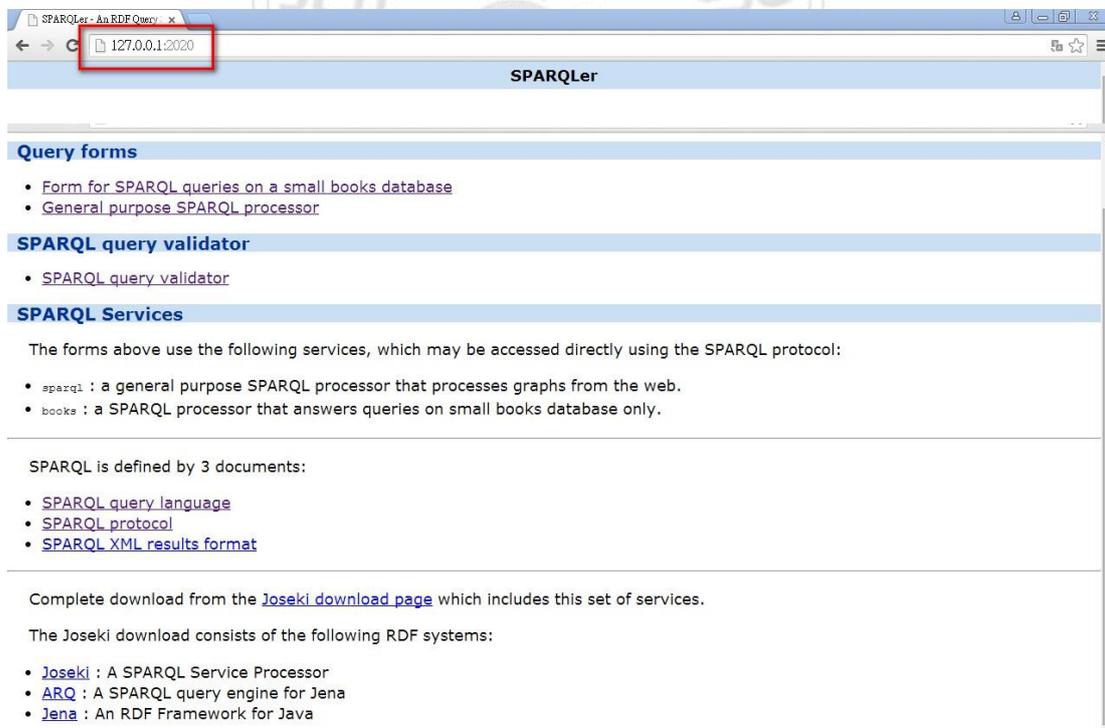


圖 4-12 以瀏覽器檢視 Server 運作成功畫面

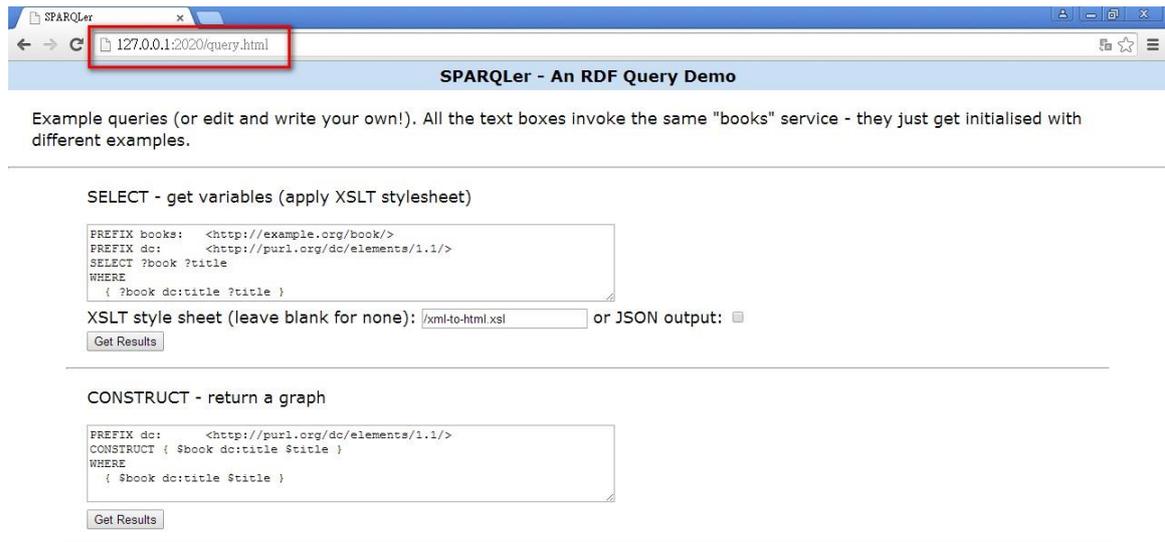


圖 4-13 SPARQL 查詢介面

接下來，我們將建置完成之地球科學教學知識本體輸出至伺服器，

以供系統查詢服務使用，操作步驟如下：

- 一、為配合 Joseki 預設環境，所以我們將已經建置好的知識本體以 N3 格式匯出，如圖 4-14。
- 二、將檔案輸出為 books.n3，此檔案名詞為 Joseki 預設值，將檔案輸出至 c:\joseki\data 中，如圖 4-15。
- 三、重新執行運行伺服器的動作：bin\rdfserver，讓系統重新載入我們的知識本體 books.n3。每次修正知識本體並重新匯出 N3 檔案至該位置時，皆必須重新執行伺服器運行的動作，以使其重新載入更新過之 books.n3 檔案，避免因更新過後產生查詢錯誤或資料過時的情形發生。

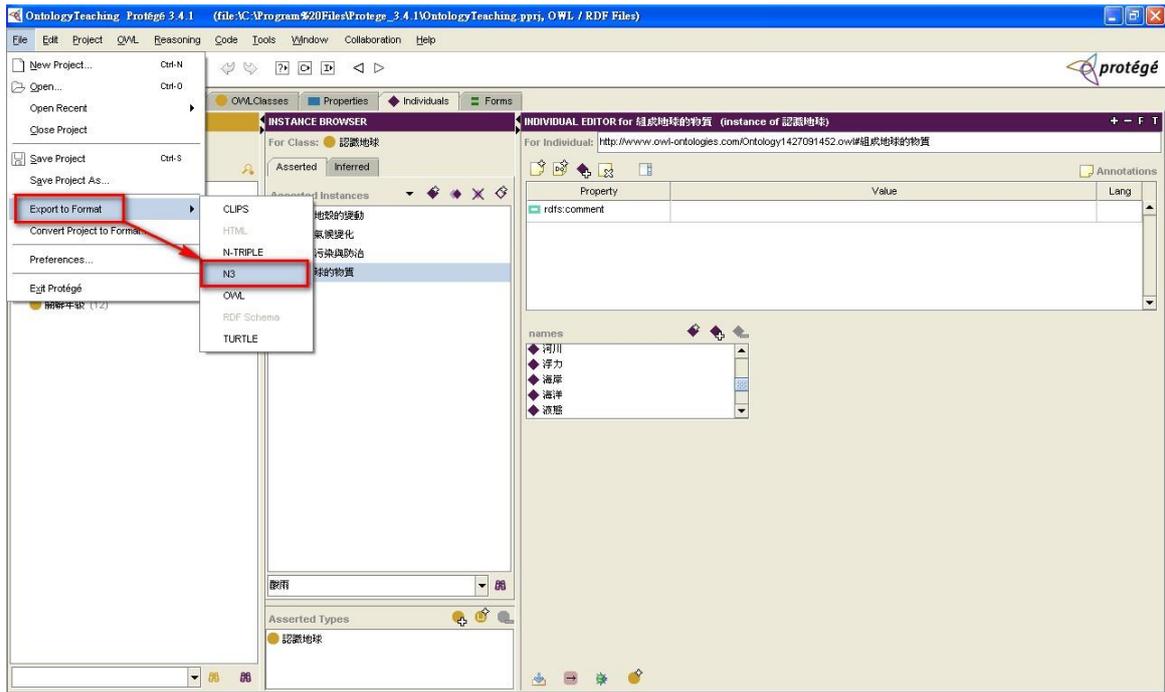


圖 4-14 使用 Protégé 3.4.1 匯出 N3 檔案

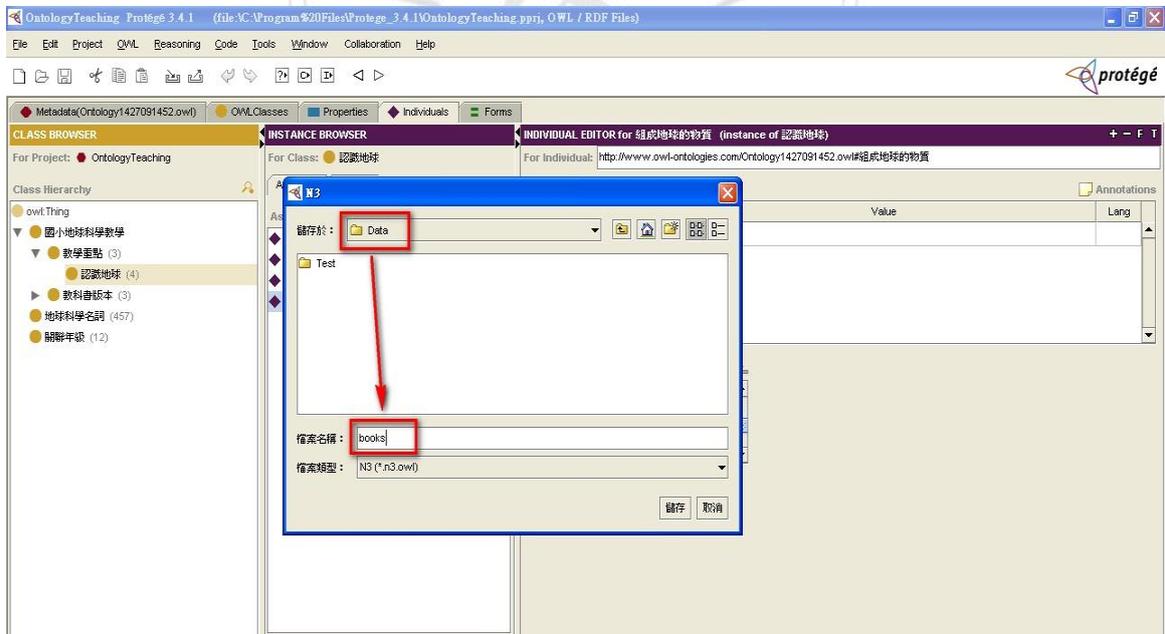


圖 4-15 將匯出之 N3 檔案儲存至 c:\joseki\data 子目錄

為了確認我們前一節用 Protégé 所建置的地球科學資訊及其屬性關係是否正確，及輸出的地球科學知識本體 books.n3 檔在系統中是否運行正常，在建置查詢介面之前，我們先以 SPARQL 的 Query 介面進行簡單的查詢。在查詢介面上，我們輸入查詢指令，如圖 4-16。而其查詢後所得之結果，如圖 4-17 所示。

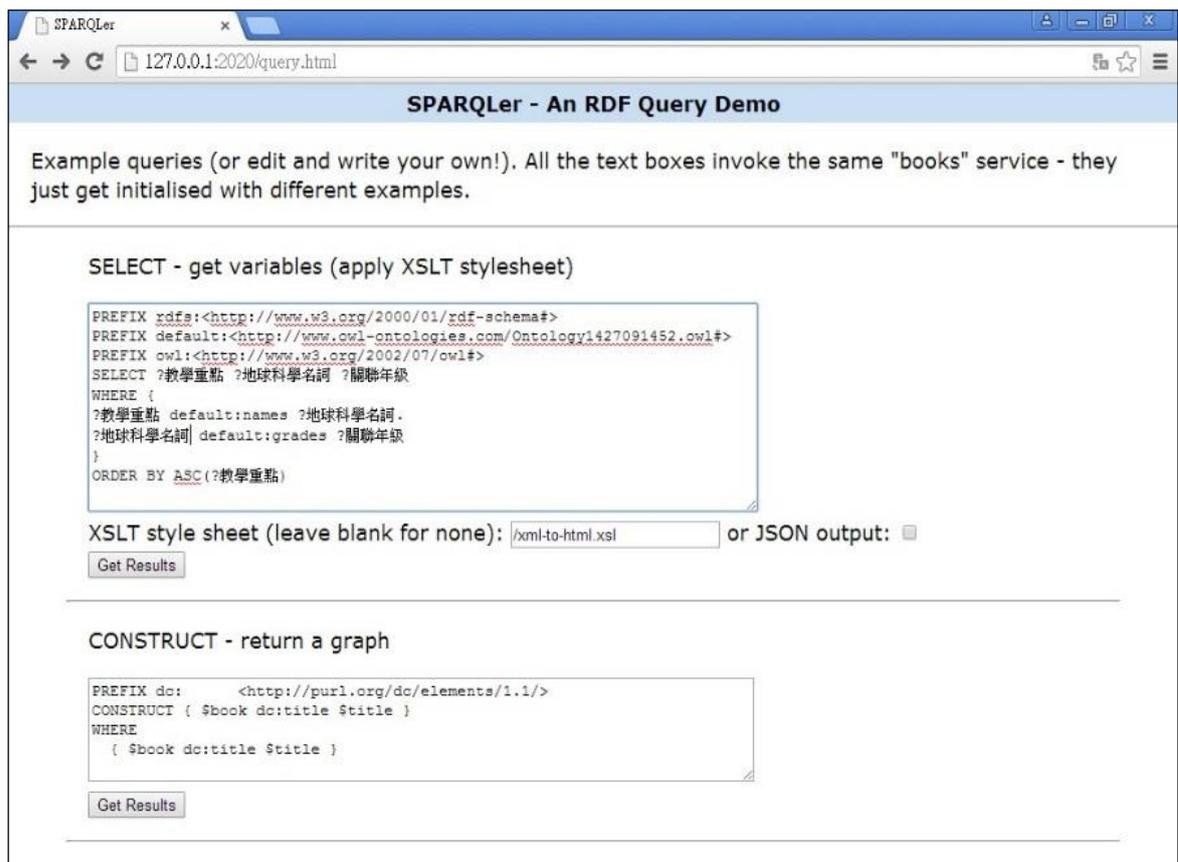


圖 4-16 SPARQL 簡單查詢頁面

| 教學重點 | 地球科學名詞 | 關聯年級 |
|---|--|--|
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#三角洲> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#康軒版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#三角洲> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#侵蝕> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#侵蝕> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#康軒版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#侵蝕> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#凸岸> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#凸岸> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#康軒版_六年級> |

圖 4-17 SPARQL 簡單查詢結果

第四節 建置使用者查詢介面

為了使不瞭解 SPARQL 語法的一般使用者也可以輕易的使用本系統，本文使用 Adobe Dreamweaver CS5 來進行使用者查詢介面之建置與開發。建置完成的使用者查詢介面圖 4-18 所示。

本查詢介面除了提供使用者「查詢所有教學重點」和「查詢所有地球科學名詞」兩種展示功能外，並提供使用者依教科書版本查詢教學重點、依教學重點查詢地球科學名詞、依地球科學名詞查詢關聯年級等功能。本系統的操作介面，除了「查詢所有教學重點」和「查詢所有地球科學名詞」直接以查詢按鈕的方式查詢外，其他查詢，皆以下拉式選單以及查詢按鈕來提供查詢與選擇，主要是為了讓使用者在系統操作上更加簡便且能快速的獲得所需資料。



圖 4-18 使用者查詢介面

我們將各查詢頁面的查詢按鈕內建的 SPARQL 查詢指令語法，分別於下列各段落說明。

壹、查詢所有教學重點、地球科學名詞

本系統的查詢介面第一、二項提供兩種查詢功能，以教學重點和地球科學名詞分別將系統內所有對應的地球科學名詞和關聯年級全部展示在網頁表單中。使用者在首頁的查詢表單中，可以點選「查詢所有教學重點」或「查詢所有地球科學名詞」以表列出系統內所有已建置之資料。表 4-3 說明查詢語法的內容，但使用者在操作過程中，並不需要輸入或修改這些語法。表 4-3 為點選「查詢所有教學重點」時執行的查詢語法，其語法功能說明如下：

- A、B、C 為名詞空間，亦即定義使用到的前置詞（PREFIX）。
- D 為 WHERE{} 查詢中的「教學重點」、「地球科學名詞」與「關聯年級」即表列出教學重點及相應之地球科學名詞與關聯年級。
- E、H 分別為 WHERE{} 查詢開始與結束的表示符號。
- F 為取出教學重點與地球科學名詞，關聯屬性為 default：names。
- G 為取出地球科學名詞與關聯年級，關聯屬性為 default：grades。
- I 為顯示資料時依教學重點以升冪方式排序。

表 4-3 系統中 SPARQL 查詢指令-查詢所有教學重點

| 序號 | 指令內容 |
|----|---|
| A | PREFIX rdfs : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> |
| B | PREFIX default : <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#> |
| C | PREFIX owl : <http://www.w3.org/2002/07/owl#> |
| D | SELECT ?教學重點 ?地球科學名詞 ?關聯年級 |
| E | WHERE { |
| F | ?教學重點 default : names ?地球科學名詞. |
| G | ?地球科學名詞 default : grades ?關聯年級 |
| H | } |
| I | ORDER BY ASC (?教學重點) |

將表 4-3 當中的 D、F 分別置換如表 4-4 後，即為點選「查詢所有地球科學名詞」之查詢語法，說明如下：

- A、B、C 為名詞空間，亦即定義使用到的前置詞(PREFIX)。
- D 為 WHERE{} 查詢中的「地球科學名詞」、「關聯年級」，即表列出地球科學名詞及其關聯年級。
- E、G 分別為 WHERE{} 查詢開始與結束的表示符號。
- F 為取出所有地球科學名詞及關聯年級，關聯屬性為 default : grades。
- H 為顯示資料時依地球科學名詞以升冪方式排序。

由系統網頁表單查詢介面與隱含之表 4-3、表 4-4 查詢語法進行查詢，將可得到如圖 4-19、圖 4-20 所顯示的結果。

表 4-4 系統中 SPARQL 查詢指令-查詢所有地球科學名詞

| 序號 | 指令內容 |
|----|---|
| A | PREFIX rdfs : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> |
| B | PREFIX default : <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#> |
| C | PREFIX owl : <http://www.w3.org/2002/07/owl#> |
| D | SELECT ?地球科學名詞 ?關聯年級 |
| E | WHERE { |
| F | ?地球科學名詞 default : grades ?關聯年級 |
| G | } |
| H | ORDER BY ASC (?地球科學名詞) |

貳、依教科書版本查詢教學重點

本系統除了可以直接點選「查詢所有教學重點」或「查詢所有地球科學名詞」來顯示系統內已建置資料之外，還有第二種查詢方式，可依使用者於下拉式選單選擇之教科書版本，列出所有已建置之教學重點與相應之地球科學名詞。操作畫面如圖 4-21 所示，而查詢結果如圖 4-22 所示，其 SPARQL 查詢語法以表 4-5 呈現其內容，說明如下：

- A、B、C 為名詞空間，亦即定義使用到的前置詞（PREFIX）。
- D 為 WHERE{} 查詢中的「教科書版本」、「教學重點」、「地球科學名詞」、「關聯年級」，即列出教科書版本及相應之教學重點、地球科學名詞。
- E、I 分別為 WHERE{} 查詢開始與結束的表示符號。
- H 為過濾出某教科書版本的教學重點，其中雙引號內字串會隨使用者在下拉式選單中的選擇而更改。
- F、G 為過濾出符合使用者由 6 選擇出之條件的教學重點及地球科學名詞，關聯屬性為 default : names。
- J 為顯示資料時依教學重點以升冪方式排序。

表 4-5 系統中 SPARQL 查詢指令-依教科書版本查詢

| 序號 | 指令內容 |
|----|---|
| A | PREFIX rdfs : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> |
| B | PREFIX default : <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#> |
| C | PREFIX owl : <http://www.w3.org/2002/07/owl#> |
| D | SELECT ?關聯年級 ?教學重點 ?地球科學名詞 |
| E | WHERE { |
| F | ?教學重點 default : names ?地球科學名詞. |
| G | ?地球科學名詞 default : grades ?關聯年級 |
| H | FILTER REGEX (str(?關聯年級)," ") |
| I | } |
| J | ORDER BY ASC (?關聯年級) |



圖 4-21 依教科書版本查詢教學重點之查詢頁面



SPARQL Query Results

| 關聯年級 | 教學重點 | 地球科學名詞 |
|--|---|---|
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#三角洲> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#侵蝕> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#凸岸> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#凹岸> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#化石> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#土壤> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#土壤液化> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地動儀> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表隆起> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地震> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地震群> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地震帶> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地震深度> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#堆積> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#堰塞湖> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#壑穴> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#大理岩> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#安山岩> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#山崩> |

圖 4-22 依教科書版本查詢教學重點之結果

參、依教學重點查詢地球科學名詞

本系統的第三種查詢方式是由選擇下拉式選單中之各教學重點查詢表列出符合之地球科學名詞，其操作畫面如圖 4-23 所示，而查詢結果如圖 4-24 所示。在表 4-6 的 SPARQL 查詢語法，說明如下：

- A、B、C 為名詞空間，亦即定義使用到的前置詞（PREFIX）。
- D 為 WHERE{} 查詢中的「教學重點」、「地球科學名詞」、「關聯年級」，即表列出使用者選擇之教學重點及其對應之地球科學名詞。
- E、I 分別為 WHERE{} 查詢開始與結束的表示符號。
- F、G、H 為過濾出符合使用者由下拉式選單選擇之條件的教學重點及地球科學名詞，關聯屬性為 default:names。
- J 為顯示資料時依教學重點以升冪方式排序。

表 4-6 系統中 SPARQL 查詢指令-依教學重點查詢地球科學名詞

| 序號 | 指令內容 |
|----|---|
| A | PREFIX rdfs : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> |
| B | PREFIX default : <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#> |
| C | PREFIX owl : <http://www.w3.org/2002/07/owl#> |
| D | SELECT ?教學重點 ?地球科學名詞 ?關聯年級 |
| E | WHERE { |
| F | ?教學重點 default : names ?地球科學名詞. |
| G | ?地球科學名詞 default : grades ?關聯年級 |
| H | FILTER REGEX (str(?教學重點), " ") |
| I | } |
| J | ORDER BY ASC (?教學重點) |



圖 4-23 查詢教學重點之關聯地球科學



SPARQL Query Results

| 教學重點 | 地球科學名詞 | 關聯年級 |
|--|---|--|
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#世界氣象組織> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#中央氣象局> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版_三年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#中央氣象局> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#中度颱風> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#中度颱風> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#康軒版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#中度颱風> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#乾沉降> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版_五年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#人造衛星> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#低氣壓> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#低氣壓> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#低氣壓中心> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#低氣壓中心> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#康軒版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#低氣壓中心> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#低溫特報> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#冬> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版_四年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#冰晶> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#康軒版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#冰晶> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_三年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#冰雹> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_三年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#冷氣團> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#冷氣團> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#康軒版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#冷氣團> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#冷鋒> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版_六年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#冷鋒> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#康軒版_六年級> |

圖 4-24 查詢教學重點之關聯地球科學結果

肆、依地球科學名詞查詢關聯年級

本系統的第四種查詢方式是由選擇下拉式選單中之各地球科學名詞查詢表列出符合之關聯年級，其操作畫面如圖 4-25 所示，查詢結果如圖 4-26 所示。在表 4-7 的 SPARQL 查詢語法，其語法功能說明如下：

- A、B、C 為名詞空間，亦即定義使用到的前置詞 (PREFIX)。
- D 為 WHERE{} 查詢中的「教學重點」、「地球科學名詞」、「關聯年級」，即列出使用者選擇之教學重點、地球科學名詞及其對應之關聯年級。
- E、I 分別為 WHERE{} 查詢的開始與結束。
- F、G、H 為過濾出符合使用者由下拉式選單選擇之條件的地球科學名詞及關聯年級，關聯屬性為 default: grades。
- J 為顯示資料時依地球科學名詞以升冪方式排序。

表 4-7 系統中 SPARQL 查詢指令-依地球科學名詞查詢關聯年級

| 序號 | 指令內容 |
|----|---|
| A | PREFIX rdfs : <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> |
| B | PREFIX default : <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#> |
| C | PREFIX owl : <http://www.w3.org/2002/07/owl#> |
| D | SELECT ?地球科學名詞 ?教學重點 ?關聯年級 |
| E | WHERE { |
| F | ?教學重點 default : names ?地球科學名詞. |
| G | ?地球科學名詞 default : grades ?關聯年級 |
| H | FILTER REGEX (str(?地球科學名詞), " ") |
| I | } |
| J | ORDER BY ASC (?地球科學名詞) |

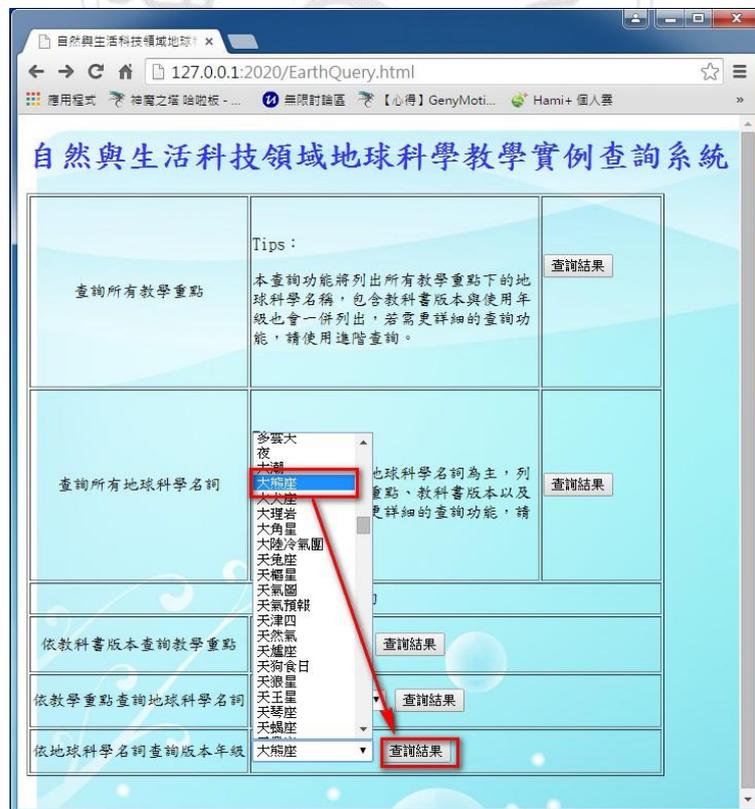


圖 4-25 查詢地球科學之關聯版本年級

| 地球科學名詞 | 教學重點 | 關聯年級 |
|--|---|--|
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#大熊座> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#觀測星星> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版_五年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#大熊座> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#觀測星星> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#康軒版_五年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#大熊座> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#觀測星星> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_五年級> |

圖 4-26 查詢地球科學之關聯版本年級結果

第五節 系統應用實例

不同使用者在使用本系統時，會因為其不同的身分而出現不同的使用方式，如何進行實際的使用本系統進行語意查詢，我們列舉下列三種案例來說明。

壹、案例一：依特定教科書版本進行查詢

新學年度一開始，剛升上六年級的六年一班就轉學來了一位轉學生，自然科任課教師為了重新掌握轉學生在自然科學學習的起點，經詢問學生後，得知轉學生之前學校所使用的五年級自然科教科書版本為南一版，和學校六年級現在使用的康軒版不同，因此，在備課時可運用本文所提之第二種查詢方式進行有關學生的起點行為確立和未來教材中相關教學

重點、地球科學實例的分析。

進入本系統後，可以在「依教科書版本查詢教學重點」選擇「康軒版_五年級」以及「南一版_五年級」開始查詢，其查詢操作畫面及結果分別如圖 4-27 以及 4-28 所示。語意查詢結果列出「康軒版_五年級」教科書中使用地球科學實例所屬的教學重點，再將得到的結果參照比對「南一版_五年級」教科書中使用地球科學實例所屬的教學重點，得知南一版五年級並沒有組成地球的物質相關的教學內容，而康軒版卻有，任課老師必須為他製作補充教材幫他補強這一部分的知識。如此，老師在備課時即已知學生之過去所學與未來將學的地球科學實例為何，以之作為教學藍圖的重要資訊將無往而不利。



圖 4-27 案例一之使用者操作介面



SPARQL Query Results

| 關聯年級 | 教學重點 | 地球科學名詞 |
|--|---|---|
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#地表與地殼的變動> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#風沉降> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#乾沉降> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#濕沉降> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#酸性沉降> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#酸雨> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#天氣與氣候變化> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#霧> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#環境的污染與防治> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#分貝> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#環境的污染與防治> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#噪音> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#環境的污染與防治> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#太陽能> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#環境的污染與防治> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#太陽能熱水器> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#環境的污染與防治> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#太陽能路燈> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#環境的污染與防治> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#酸雨> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#組成地球的物質> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#乾冰> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#組成地球的物質> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#二氧化碳> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#組成地球的物質> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#助燃> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#組成地球的物質> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#助燃物> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版 五年級> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#組成地球的物質> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#可燃物> |

圖 4-28 案例一之查詢結果-康軒版五年級

貳、案例二：由特定地球科學進行查詢

暑假期間，家長想帶剛讀完國小五年級的小朋友到玉山去登山，也計畫在登山時給小朋友一些機會教育，教導小朋友若是在山上迷失方向時該如何利用北斗七星來辨認方向，但是他不知道小朋友學校所使用的翰林版自然教科書是否有教過北斗七星。

這位家長進入本系統後，可以從「依地球科學名詞查詢版本年級」選擇「北斗七星」開始查詢，其查詢操作畫面及結果分別如圖 4-29 及圖 4-30 所示。查詢結果證實：「翰林版五年級」已使用北斗七星這個地球科學實例，且在「觀察星星」主題介紹過，如此一來，這位家長可以給孩子一個愉快又兼顧學業複習的登山之旅了。



圖 4-29 案例二之使用者操作介面

| 地球科學名詞 | 教學重點 | 關聯年級 |
|---|---|--|
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#北斗七星> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#觀測星星> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#南一版_五年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#北斗七星> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#觀測星星> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#康軒版_五年級> |
| <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#北斗七星> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#觀測星星> | <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427091452.owl#翰林版_五年級> |

圖 4-30 案例二之查詢結果

參、案例三：由特定教學重點進行查詢

使用者欲為其就讀於國小之子女在「認識地球—天氣與氣候變化」方面查詢其他版本教科書或年級使用的地球科學教學資料，並作為課外補充之用。進入本系統後，可以點選「依教學重點查詢地球科學名詞」，並選擇「天氣與氣候變化」開始查詢，其查詢操作畫面及結果分別如圖 4-31 及圖 4-32 所示。

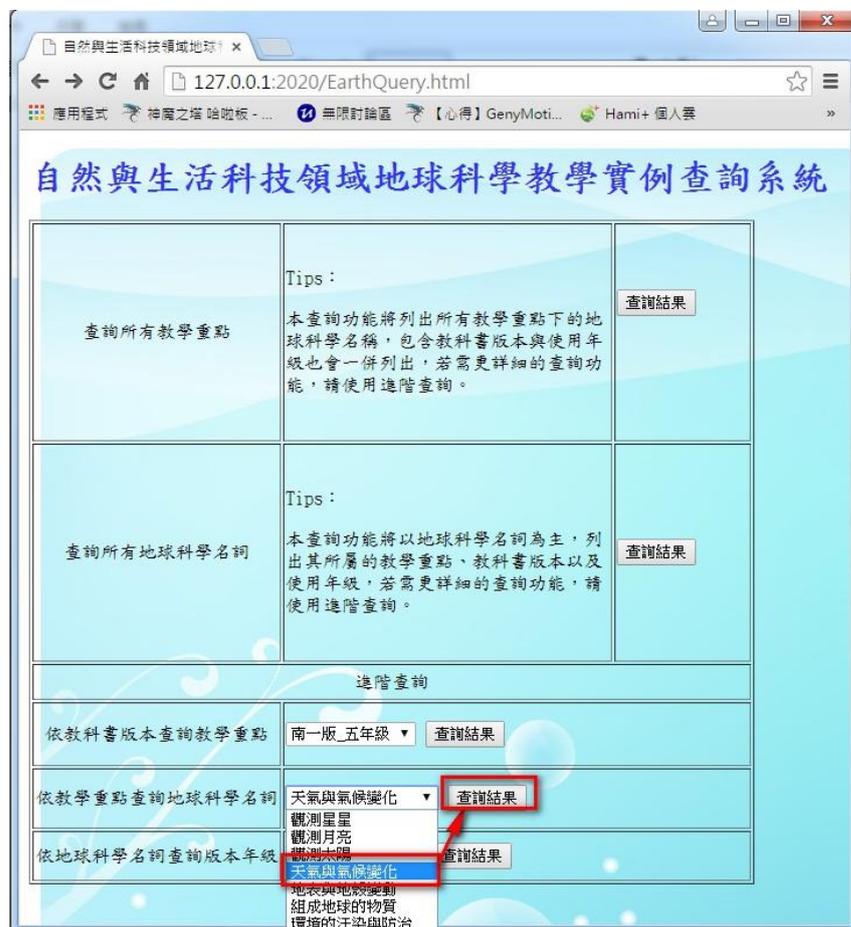


圖 4-31 案例三之使用者操作介面

第五章、結論與未來展望

第一節 結論

我們以國民小學自然與生活科技領域地球科學教學為範圍，以康軒版、翰林版、南一版所編輯並送審通過的課本和習作為本系統的資料來源，並將其整理出類別的階層關係與實例，以建置地球科學教學的知識本體。再搭配語意網(Semantic Web)的技術，設計出國民小學地球科學教學實例查詢系統。本系統整合教科書中的學習資源，對於教師備課或是學生學習，提供一個有系統的查詢管道，以改善教學與學習成效。

本系統的主要貢獻總結如下：

- 透過語意查詢介面，可以更快速查詢到精確的教學資源應用，教師於備課時可以更有效率，隨時掌握學生學習進度與教科書內容資源。
- 系統能夠依據條件呈現篩選後結果，快速連結學習資源，並減少不必要的搜尋時間，減少備課時間，提升教學的效能。
- 提供學生以及家長查詢各版本教科書內容的管道，不受空間與時間的限制，就算在轉學後也能快速結合舊知識來適應新課程。

第二節 未來展望

本系統的實作，雖已獲得具體的成果，惟尚有許多未盡規劃完全之處。我們列舉下列幾點未來可以持續發展的參考方向：

- **擴充現有的資料庫**：本文所建置的知識本體資料來源，僅為在資料蒐集期間各教科書出版商依「九年一貫課程綱要」編輯送審通過的版本。若是能夠擴大建置如一、二年級的生活領域中，以及國中七至九年級自然與生活科技領域範圍之地球科學教學實例作為系統參考內容，將可使本系統的內容更具完整性。
- **加入智慧型代理人(Intelligent Agent)機制**：若能加入智慧型代理人機制，由這個系統定期、自動地從現有的搜尋引擎(例如 Google)，篩選出與地球科學相關的資訊，加入本系統的推論知識庫，豐富可用的教學與學習資源。
- **開發適性化的學習環境**：可以嘗試由本文所建置的地球科學知識本體出發，並整合其他的學習系統，在系統中建置相關網站的連結，讓使用者在獲得查詢結果後，點選相關知識便能做延伸式的查詢，以取得更多相關資訊。
- **新增輸入式查詢介面**：在查詢介面上若能加入可直接輸入地球科學名詞的搜尋方式，將可讓使用者得以更方便且快速的找到所需的資訊。這樣的查詢介面亦可讓不清楚該地球科學實例是屬於哪一項教學重點、哪一種版本或是哪一個年級的使用者，有一個快速獲得資訊的管道。

參 考 文 獻

一、中文部分

1. 陳科富，“開發國小植物教學語意查詢系統”，南華大學資訊管理學系碩士論文，2010。
2. 蔡宜玲，“建置遊戲知識本體支援國小綜合活動學習領域教學”，南華大學資訊管理學系碩士論文，2010。
3. 曾國峰，“開發語意查詢系統支援國小體適能訓練處方之擬定”，南華大學資訊管理學系碩士論文，2010。
4. 蔣冠倫，“建構語意查詢系統協助國小教師專業發展評鑑規準之編寫”，南華大學資訊管理學系碩士論文，2009。
5. 吳育賢，“開發語意查詢系統協助教案之編寫”，南華大學資訊管理學系碩士論文，2008。
6. 葛慶柏，“汽車引擎故障診斷知識本體建構之研究”，國立臺灣師範大學工業教育研究所博士論文，2010。
7. 徐濟世、洪庭啟，“以本體論為基礎之案例推理系統之研究：以旅遊行程推薦為例”，國立空中大學管理與資訊學系管理與資訊學報9期，2004，PP. 31-61。

8. 鍾正男，“以知識本體為基礎的語意查詢系統之研究—以圖書館為例”，大葉大學資訊管理學系研究所碩士論文，2004。
9. 國立編譯館，九年一貫教科書審定資訊網，http://dic.nict.gov.tw/~textbook/dic_idx.php，2009。
10. 教育部，“92年國民中小學九年一貫課程綱要”，http://teach.eje.edu.tw/9CC/index_new.php，2003。
11. 葉乃菁，“本體論與文字探勘在注意力經濟下之應用研究與價值”，http://thinktank.stpi.narl.org.tw/Chinese/Column/Pages/Column_0922_1.aspx，2009。
12. 趙伯偉，“本體論為基之產品生命週期知識整合機制研發”，成功大學製造工程學系碩士論文，2007。
13. 陳仲彥，“教育研究資訊資源服務析論”，秀威資訊科技，2008。
14. 蔡永橙、黃國倫、邱志義，“數位典藏技術導論”，國立臺灣大學出版中心，2007。
15. 蔡京珩、龔旭陽、張又蓁，“基於語意網技術之電子商務社群網設計模式—以3C團購網為例”，第23屆國際資訊管理學術研討會論文，2012。
16. 黃光雄，“國民中學「一網多本」教科書政策實施之研究”，中華民國教材研究發展學會，2007。

17. 古智雄、何耀州、蔡易輯，“國小五年級自然與生活科技學習領域課程銜接與教學創新研究”，中華民國第22屆科教年會，國立台灣師範大學，2006。
18. 蘇進茶，“九年一貫「一綱多本」教科書政策衍生問題與因應策略”，教育研究與發展期刊，2006。
19. 黃隆民、陳麗美、張其政，“九年一貫課程國小教科書的問題及其解決對策”，國小九年一貫課程實施後：理論與實務的對話研討會論文，2003。



二、英文部份

1. Berners-Lee, T., “Semantic Web - XML2000”,
<http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html>,2000.
2. Berners-Lee, T., Hendler, J., and Lassila, O., “ The Semantic Web”,
Scientific American, 2001.
3. Gruber, T., “Ontolingua: A translation approach to portable ontology
specifications”, Knowledge Acquisition, 5(2), pp.199-200,1993.
4. Guarino, N., “Formal Ontology and Information Systems”, Formal otology
in Information Systems, 1998.
5. Koivunen, M. R. and Miller, E., “W3C Semantic Web Activity”,
<http://www.w3.org/2001/12/semweb-fin/w3csw>, 2001.
6. Grigoris, A. and Frank, V. H., “A Semantic Web Primer”, Massachusetts
Institute of Technology, 2004.
7. Horrocks, I., “Semantic Web: The Story So Far.”, International Cross
Disciplinary, pp.120-125, 2007.
8. Noy, N. F. and McGuinness, D. L., “Ontology Development101 :A Guide
to Creating Your First Ontology” , Stanford Medical Informatics Technical
Report, 2001.

9. Alesso, H. P. and Smith, C. F., “Thinking on the Web : Berners-Lee, Godel, and Turing”, John Wiley & Sons, Inc, 2006.
10. Breslin, J. G., Passant, A., and Decker, S., “The Social Semantic Web”, Berlin Heidelberg, 2009.
11. Manola, F. and Miller, E., “RDF Primer” ,
<http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/>, 2004.
12. Frank, M. and Eric, M., “RDF Primer”, W3C Recommendation, 2004.
13. Maja, H., Pornpit, W., Elizabeth, C., “Ontology-Based Multi-Agent Systems” , Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2009 ◦