

南 華 大 學

資訊管理學系

碩士論文

開發國小植物教學語意查詢系統

Developing a Semantic Search System for  
the Plant Teaching in Elementary School



研究生：陳科富

指導教授：邱英華

中華民國 99 年 6 月

南 華 大 學

資訊管理學系

碩 士 學 位 論 文

開發國小植物教學語意查詢系統

研究生：陳科富

經考試合格特此證明

口試委員：邱榮華

邱金榮

邱金榮

指導教授：邱榮華

系主任(所長)：陳國貴

口試日期：中華民國 99 年 6 月 9 日

開發國小植物教學語意查詢系統  
Developing a Semantic Search System for  
the Plant Teaching in Elementary School

研 究 生：陳 科 富      Student : Ko-Fu Chen

指 導 教 授：邱 英 華      Advisor : Dr. Yin-Wah Chiou

南 華 大 學

資 訊 管 理 學 系

碩 士 論 文

A Thesis

Submitted to Department of Information Management  
College of Science and Technology  
Nan-Hua University  
in partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of  
Master of Information Management  
June 2010  
Chaiyi Taiwan, Republic of China.

中 華 民 國    99    年    6    月

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：\_\_\_\_\_陳科富\_\_\_\_\_之碩士畢業論文

中文題目：

開發國小植物教學語意查詢系統

英文題目：

Developing a Semantic Search System for the Plant Teaching 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：\_\_\_\_\_陳科富\_\_\_\_\_ (請親自簽名)

指導老師：\_\_\_\_\_邱英華\_\_\_\_\_ (請親自簽名)

中 華 民 國 9 9 年 5 月 5 月

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 陳科富 君所提之論文  
開發國小植物教學語意查詢系統  
係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授



2010 年 5 月 5 日

# 開發國小植物教學語意查詢系統

學生：陳科富

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) 的研究與發展方興未艾，其主要功用在使機器能讀懂人類的語意，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植物教學方面。在此一方面，教育部「一網多本」政策推行後，各校各階段可能使用不同教科書版本，而各版本教科書內容不同又缺乏參照資訊，致使學校在不同年級轉換教科書版本時，教師無法充分掌握學生的起點行為，而學生轉學或轉換教育階段時亦面臨課程銜接上的困難。

為了解決上述的問題，我們應用語意網技術，開發一個國小植物教學語意查詢系統。在本系統中，我們建構了教學相關的植物知識本體 (Ontology)，並設計包含 SPARQL 查詢語言之使用者介面，以提供一個查詢參照的平台，用於協助教師、學生與家長掌握學習歷程中教材內容的異同。

**關鍵字：**語意網、知識本體、語意查詢系統、國小植物教學、SPARQL

# Developing a Semantic Search System for the Plant Teaching in Elementary School

Student : Ko-Fu Chen

Advisor : Dr. Yin-Wah Chiou

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

## ABSTRACT

The research and development of *Semantic Web Technology* (SWT) has grown prosperously. The major function of SWT is to make human semantic can be read by machine, and it focuses on the information sharing and reuse. The SWT has wide range of applications. This thesis applies SWT to the plant teaching in elementary school. In this area, however, every school can select different textbook publisher in each grade after Ministry of Education has carried out the "one standard, multiple textbooks" policy. The content of every textbook is different and lack of consulting information. This also encounters the difficulty of curriculum connection when students transfer to another school or grade. As a result, teachers can not realize the students' initial behavior.

To solve the above problems, this thesis uses SWT to develop a *semantic search system*. In this system, we build an *ontology* relates to *plant teaching* for elementary school. We also design a user interface to include SPARQL search language to provide a platform of references searching that would be used to help teachers, students and parents to understand the differences between each learning process.

**Keywords** : Semantic Web Technology, Ontology, Semantic Search System, Plant Teaching, SPARQL

# 目 錄

<b>第一章、緒論</b> .....	1
第一節 研究背景.....	1
第二節 研究動機與目的.....	2
第三節 研究方法與限制.....	3
第四節 論文架構.....	5
<b>第二章、文獻探討</b> .....	6
第一節 語意網技術.....	6
第二節 知識本體.....	14
第三節 國小自然領域之植物教學課程.....	17
<b>第三章、系統分析與設計</b> .....	24
第一節 系統架構.....	24
第二節 植物知識本體之架構.....	26
<b>第四章、系統實作</b> .....	37
第一節 系統建置開發環境與工具.....	37
第二節 建置植物知識本體.....	40
第三節 建置查詢服務.....	45
第四節 建置使用者查詢介面.....	52



第五節 系統應用實例.....	63
第五章、結論與未來展望.....	68
第一節 結論.....	68
第二節 未來展望.....	69
參 考 文 獻.....	70
一、中文部份.....	70
二、西文部份.....	72

# 表 目 錄

表 2-1	知識本體的定義 .....	15
表 2-2	各學習領域階段劃分情形 .....	20
表 3-1	國小植物教學教科書版本之類別與所屬實例 .....	29
表 3-2	國小植物教學翰林版教學重點之植物實例 .....	30
表 3-3	國小植物教學康軒版教學重點之植物實例 .....	31
表 3-4	國小植物教學南一版教學重點之植物實例 .....	32
表 3-5	大花咸豐草之關聯年級 .....	35
表 4-1	查詢系統開發工具及其應用範圍 .....	38
表 4-2	物件屬性的使用領域 (Domain) 及範圍 (Range) .....	43
表 4-3	系統中 SPARQL 查詢指令-查詢所有教學重點.....	54
表 4-4	系統中 SPARQL 查詢指令-查詢所有植物名稱.....	55
表 4-5	系統中 SPARQL 查詢指令-依教科書版本查詢.....	57
表 4-6	系統中 SPARQL 查詢指令-依教學重點查詢植物名稱 .....	59
表 4-7	系統中 SPARQL 查詢指令-依植物名稱查詢關聯年級 .....	61

# 圖 目 錄

圖 1-1	研究流程圖.....	4
圖 2-1	簡單的 RDF 資源描述模型.....	8
圖 2-2	RDF 同一資源多項描述模型.....	9
圖 2-3	以三元組描述資源形式 .....	10
圖 2-4	以 N3 形式描述資源.....	10
圖 2-5	RDF-S 與 OWL 之間的類別關係.....	12
圖 2-6	SPARQL 基本查詢語法 .....	13
圖 2-7	SPARQL 查詢結果 .....	13
圖 2-8	知識本體的分類 .....	17
圖 3-1	國小植物教學語意查詢系統架構 .....	26
圖 3-2	國小植物教學與教科書版本及教學重點之聚合關係 .....	27
圖 3-3	教學重點及其子類別之階層關係 .....	28
圖 3-4	教科書版本與各出版商之類別階層關係 .....	28
圖 3-5	教學重點與植物名稱三元組關係 .....	33
圖 3-6	教學重點與植物名稱之關係 .....	33
圖 3-7	植物名稱與關聯年級三元組關係圖 .....	34
圖 3-8	植物名稱與關聯年級之階層關係 .....	34

圖 3-9	國小植物教學知識本體基本架構 .....	36
圖 4-1	系統實作流程.....	37
圖 4-2	開啟 Protégé 3.4.1 新專案 .....	40
圖 4-3	選擇使用 OWL/RDF Files.....	41
圖 4-4	Protégé 3.4.1 預設工作視窗介面 .....	41
圖 4-5	使用 Protégé 3.4.1 建立類別與次類別 .....	42
圖 4-6	使用 Protégé 3.4.1 建立物件屬性 .....	44
圖 4-7	使用 Protégé 3.4.1 建立 names 屬性關係.....	44
圖 4-8	使用 Protégé 3.4.1 建立 grades 屬性關係.....	45
圖 4-9	設置系統內容中的 Joseki 環境變數 .....	46
圖 4-10	使用命令提示字元視窗進行 Joseki 設定 .....	47
圖 4-11	Joseki 設定完成 Server 運作成功畫面.....	47
圖 4-12	以瀏覽器檢視 Server 運作成功畫面.....	48
圖 4-13	SPARQL 查詢介面 .....	48
圖 4-14	使用 Protégé 3.4.1 匯出 N3 檔案 .....	49
圖 4-15	將匯出之 N3 檔案儲存至 c:\joseki\data 目錄.....	50
圖 4-16	SPARQL 簡單查詢頁面 .....	51
圖 4-17	SPARQL 簡單查詢結果 .....	51

圖 4-18	以 VWD2008 建置使用者查詢介面.....	52
圖 4-19	建置完成之網頁查詢表單介面.....	53
圖 4-20	查詢所有教學重點之結果.....	55
圖 4-21	查詢所有植物名稱之結果.....	56
圖 4-22	依教科書版本查詢教學重點之查詢頁面.....	58
圖 4-23	依教科書版本查詢教學重點之結果.....	58
圖 4-24	查詢教學重點之關聯植物.....	60
圖 4-25	查詢教學重點之關聯植物結果.....	60
圖 4-26	查詢植物之關聯版本年級.....	62
圖 4-27	查詢植物之關聯版本年級結果.....	62
圖 4-28	案例一之使用者操作介面.....	63
圖 4-29	案例一之查詢結果.....	64
圖 4-30	案例二之使用者操作介面.....	65
圖 4-31	案例二之查詢結果.....	65
圖 4-32	案例三之使用者操作介面.....	66
圖 4-33	案例三之查詢結果.....	67

# 第一章、緒論

## 第一節 研究背景

在 1969 年 ARPA (Advanced Research Project Agency, 美國國防部高等研究計劃署) 發展出阿帕網路 (ARPA Network, ARPANET) 帶領人類進入網路的新時代。在 1987 年之後, 第一代網際網路—全球資訊網 (World Wide Web, WWW) 已將全世界的網路連接起來, 而 2001 年之後即進入第二代網際網路—語意網 (Semantic Web)。

「網路」從一開始電子郵件傳送通訊的功用, 拓展而為文字、圖片、影音多媒體傳播甚至互動式的多功能網路世界。透過網際網路, 使用者只要操作網路瀏覽器 (Browser), 便可以輕鬆掌握世界脈絡, 透過網際網路進行資料分享、意見交流、線上購物付款、線上學習及資訊搜尋等行為, 滿足自我需求。

英國網路服務商 NETCRAFT 統計 [NETCRAFT, 2009], 全球資訊網網站數量至 2009 年已超過二億, 在如此浩如汪洋的網站中, 存放著大量混雜的資訊等著使用者去發現與利用。因此, 整個網際網路就像是一個超大的資訊載體 (Media), 讓使用者將文件資料上載至電腦, 再經由網際網路, 讓其他使用者下載使用或是再轉載至其他電腦。而使用者要從這些網站中去找尋自己所需要的資訊, 若是僅靠各網頁間的網網相連是遠遠不夠的。

使用者連上網際網路後, 最常使用的方式就是運用搜尋引擎來協助取得所需資訊, 搜尋引擎的使用就變成從網際網路獲取所需資訊的最重要工具。然而, 目前的各大搜尋引擎入口網站所使用的技術大部分仍是

使用關鍵字比對方式，在使用者於網頁搜尋介面中輸入欲搜尋的詞彙後，進入搜尋引擎背後的資料庫做各種方式的比對動作，然後回饋給使用者依比對後的符合度呈現在網頁中給使用者參考。

使用關鍵字比對模式時，電腦與搜尋引擎無法判斷使用者所提供的詞彙的語意，因此只能比對出包含該詞彙的網頁資料，卻無法過濾掉一些不相關的資料，為此使用者必須再從這些資料當中找出真正符合自己需要的。若是能縮減使用者再次篩選資料的時間，以增進搜尋的效率，這樣的搜尋方式對於使用者而言將會是更加有利的。因而，應用語意網技術建構語意搜尋系統，引起許多研發人員的興趣。

## 第二節 研究動機與目的

自 1997 年教育部成立「國民中小學課程發展專案小組」起，即啟動國民教育由「課程標準」改為「課程綱要」與「一綱多本」的教育政策大變革。「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」推行至今，從一開始教科書的「多本制」，各家出版商依據九年一貫課程能力指標編寫不同教科書版本，到學校教師經過選用程序，選用適合學生的教科書，因而在教科書「多本制」之下各家出版商呈現出百家爭鳴的盛況。

實行至今，繼「92 年國民中小學九年一貫課程綱要」之後又推出 100 學年度實施的「97 年國民中小學九年一貫課程綱要」。老師、學生、家長和社會大眾對教育改革多元開放的各項政策多有建言，也提出不少相關的缺失。舉例而言，課程銜接、升學評量、轉學生等問題，造成家長與學生在學習上的負擔，而造成以上問題的原因都與「一綱多本」政策多有牽扯 [胡慕情，2007]。

筆者擔任國民小學自然與生活科技領域教學已近十年，各出版商的

教科書均已實際在教學上使用過，每一版本在課程綱要與審定制度之下均各有其特色，但就一個站在教育第一線的任課教師而言，備課是一項重大負擔，尤其在「一綱多本」的政策下更形明顯。以自然與生活科技領域的植物教學一項為例，同樣是國民小學三年級課程，在「認識植物一根、莖、葉、花、果實和種子」中不同教科書版本使用的植物實例並不相同，不同年級植物課程中又使用相同實例，任課教師對學生的起點行為（Initial Behavior）的掌握極感困擾。緣此，國民小學自然與生活科技領域中不同教科書版本和各年級課程中植物實例的整合參照實屬必要。

為了解決上述的問題，本文的主要目的是利用語意網技術（Semantic Web Technology），建構國小植物教學語意查詢系統（Semantic Search System），提供國民小學有關植物教學之任課老師一個參照查詢平台，讓教師、學生和家長都能輕易且快速取得符合自己需求的植物參考資訊，以節省使用者的時間與心力。

### 第三節 研究方法與限制

本文主要探究重點在於國民小學自然與生活科技領域內植物實例與語意網技術之發展，並應用語意網技術建立以植物實例整合參照為主的知識本體，提供各年級、版本中植物實例的異同。我們設計一個可以提供查詢的網頁表單介面，搭配使用語意服務系統，來實際建置一個植物語意查詢系統。本系統可以提供教師、學生和家長查詢使用，輔助教師瞭解學生的起點行為與備課資料的編寫，降低教師在備課階段之工作負荷。

我們所建構的國小植物教學語意查詢系統，可以讓使用者對於各年級、版本中植物實例的異同進行查詢，用以取得具體的植物實例參照資



料以及進一步查詢詳細特徵的方向。在本文的研究限制方面，我們實作之系統查詢資料是以各年級、版本中植物實例為主，而生活中常見植物、校園植物並未列入本文的研究範圍。

本文之研究流程如圖 1-1 所示，由研究動機與目的撰述開始，進而探討與本文研究核心（語意網）相關之理論與技術文獻，以及國民小學自然與生活科技領域教材簡要敘述，再進入利用語意網技術實際建置植物知識本體，並搭配上語意服務系統以及使用者介面的查詢表單，建構出國小植物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。

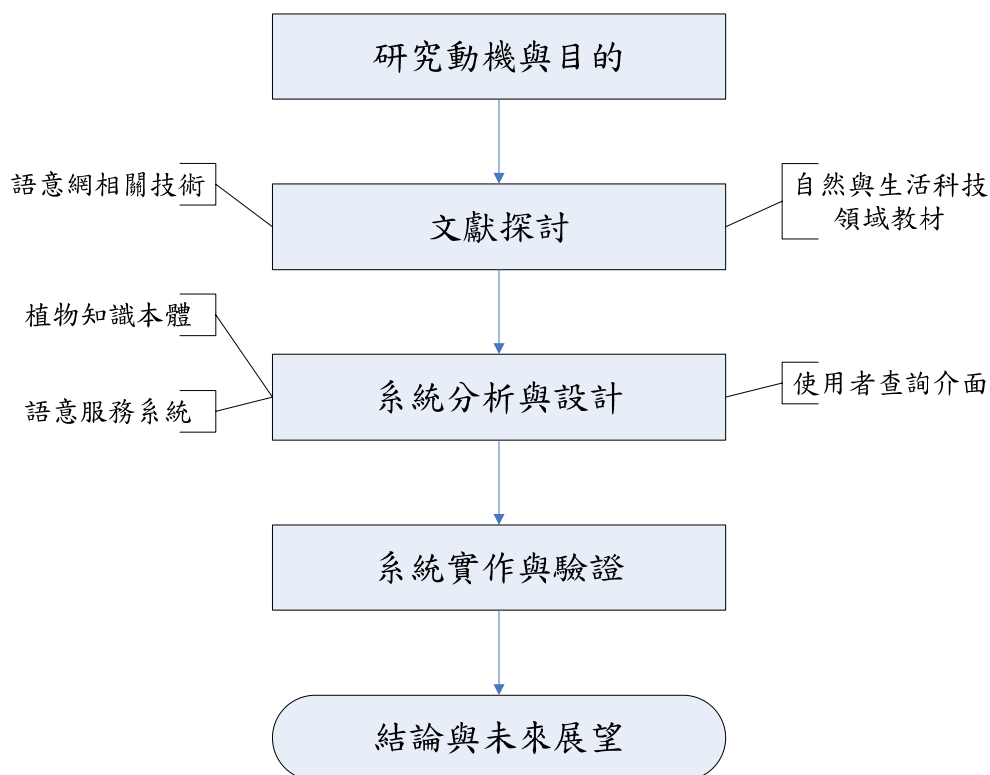


圖 1-1 研究流程圖

#### 第四節 論文架構

本文共分為五章，其內容說明如下：

- 第一章 緒論：說明研究之時代背景及研究動機與目的，並簡述研究方法以及研究限制。
- 第二章 文獻探討：探討知識本體 (Ontology) 之由來與語意網技術之發展，其相關技術如：RDF/S、OWL、SPARQL 等，以及國民小學自然與生活科技領域有關植物教材之敘述。
- 第三章 系統分析與設計：闡明系統的架構、各部元件功能、運作流程及根據國民小學自然與生活科技領域教材以語意網技術建構之植物知識本體。
- 第四章 系統實作：闡述建置系統所需要之工具選用及系統建構的過程，且實際進行系統測試與驗證，並提供使用者操作使用範例。
- 第五章 結論與未來展望：總結本文的重點與主要貢獻，並探討未來之研究與發展方向。

## 第二章、文獻探討

在本章，我們將探討本系統所使用到的相關理論與技術，包括：語意網技術、知識本體，以及國小植物教學課程。

### 第一節 語意網技術

若說全球資訊網（WWW）是網際網路的殺手級應用（Killer Application），則語意網（Semantic Web）更是網際網路的殺手級應用當之無愧。現今普及全球的網際網路，由於基礎設施已漸趨完善故具有極高的便利性。在茫茫網海中充滿著大量文件、圖片、影像、聲音等各種不同的形式所組成的資訊，雖然這些資訊唾手可得，但是電腦只能依照既定格式，回應使用者要求而傳回資訊，卻無法理解資訊中的涵義，這也是全球資訊網強調通用性優勢之下相對暴露出的缺點，語意網的崛起正為補此不足之處。

Tim Berners-Lee 認為全球資訊網（WWW）仍只是人們交換文件的載體（Media），其中的資訊是機器不能自動運用的；也就是說，他認為現在的網路上，我們交換文件時，只是人把文件放上去，在網路的某一端，另一個人把文件拿下來。我們用來執行工作的電腦，它不需要了解文件的內容 [黃居仁，2003]。

為了讓電腦也能瞭解人類的語意，全球資訊網協會（W3C）主席 Berners-Lee 於 2001 年 5 月在科學美國人雜誌（Scientific American）發表“The Semantic Web” [ Berners-Lee et al., 2001 ]一文時，即提出了讓電腦能夠理解人類語意的語意網（Semantic Web），而這個概念在近幾年來也因為 W3C 所陸續發展的相關規範和追隨者日增而漸趨成熟。

語意網是全球資訊網的擴展，不是要取代目前的網際網路，而是以現有的網路為基礎設施再加入其他的技術，將資料的意涵定義得更明確，以實現讓電腦也能理解人類語意的目標。W3C 認為語意網是一個被明確定義過的資料網路，它要建立一個共同的框架使資料能共享和再利用並可應用在許多不同領域上。

語意網的目標就是使用一個標準的知識本體語言來表達概念、提供資料再利用及共享資源描述框架以促進系統整合、藉由串連各領域知識的明確定義來增加協同合作的機會、促進更有效率的資訊存取與邏輯推理；經由這樣的概念，實現電腦自動判斷人類語意，而人們也可以更有效率的共享知識 [Eric, 2004]。

## 壹、資源描述框架 (RDF/RDF-S)

RDF( Resource Description Framework，資源描述框架)是 W3C 主導而發展出來的一種通用描述語言 (General-Purpose Language)，它是以 XML 撰寫而成用以描述網際網路的資源及其相關的描述性資訊，並允許資源描述的機構各自訂定特定的控制詞彙。RDF 框架可詳細描述任何資源的詮釋資料 (Metadata)，透過簡單與一致性的描述介面，使用屬性描述任何一種具有 URI (Uniform Resource Identifier，統一資源標示碼) 的資源，以及它與其他資源之間的關係。

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，讓被描述的資源名稱不會重複。RDF 模型就透過節點 (node) 與弧線 (arc) 來形成，例如：<http://www.example.org/index.html> 創建者是 <http://www.example.org/staffid/85740>，則我們可以用 RDF 資源一屬性一值的方式來加以描述。我們以圖 2-1 為例，說明如下：

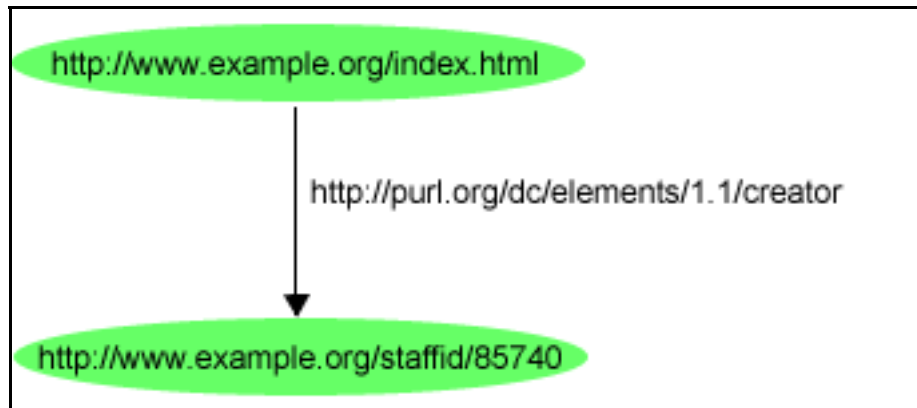


圖 2-1 簡單的 RDF 資源描述模型 [Frank & Eric, 2004]

- 「<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），在此為創建者的值。

另外，一項資源也可以擁有多項用來描述的屬性及其值。我們以圖 2-2 為例，說明如下：

- 「<http://www.example.org/terms/creation-date>」是描述資源的屬性，在此為創建的日期。
- 「August 16, 1999」是描述資源的屬性的值。
- 「<http://purl.org/dc/elements/1.1/language>」是描述資源的屬性，在此為使用語言。
- 「en」是描述資源屬性的值。

RDF 模型圖可適用於人的閱讀與理解，但是對於機器的資料交換而

言卻是非常不方便，電腦無法理解圖形間的關係。因此，我們必須利用三元組 (Triples) 來描述資源，其表達方式與圖形排列順序相同 (Subject - Predicate - Object)，只是以文字形式取代圖形模式而已，且顯示為「物件－屬性－值」的方式，我們說明如下：

- 物件 (Object) 就是一項資源，每項資源都有固定且唯一的 URI。
- 屬性 (Property) 連接各項資源，屬性即為資源間的關係。
- 值 (Value) 即屬性值，可為另一項資源，也可能是一段文字描述。

圖 2-2 的 RDF 模型圖轉換為三元組 (Triples) 後，如圖 2-3 所示。為了簡化上述每個物件前都必須加上 URI 的繁複寫法，Berners-Lee [2006] 提出新的表達方式，稱為 *Notation 3* (N3)。N3 的主要目的即是簡化 RDF 三元組的敘述，它使用定義名稱空間 (NameSpace) 的方式，將每個 URI 定義成相對應的前置詞 (Prefix)。N3 的描述形式是先定義前置詞，在往後的描述中提及該物件時，前面就無須加上冗長的 URI 描述，只要加上簡單的前置詞即可完整表達，其描述方式如圖 2-4 所示。

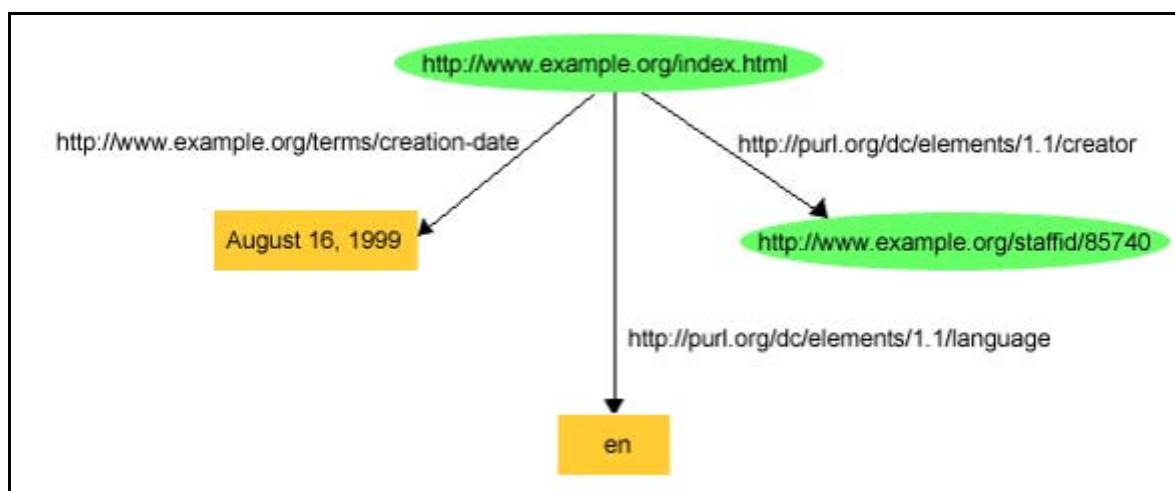


圖 2-2 RDF 同一資源多項描述模型 [Frank & Eric, 2004]

```
<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 2-3 以三元組描述資源形式 [Berners-Lee, 2006]

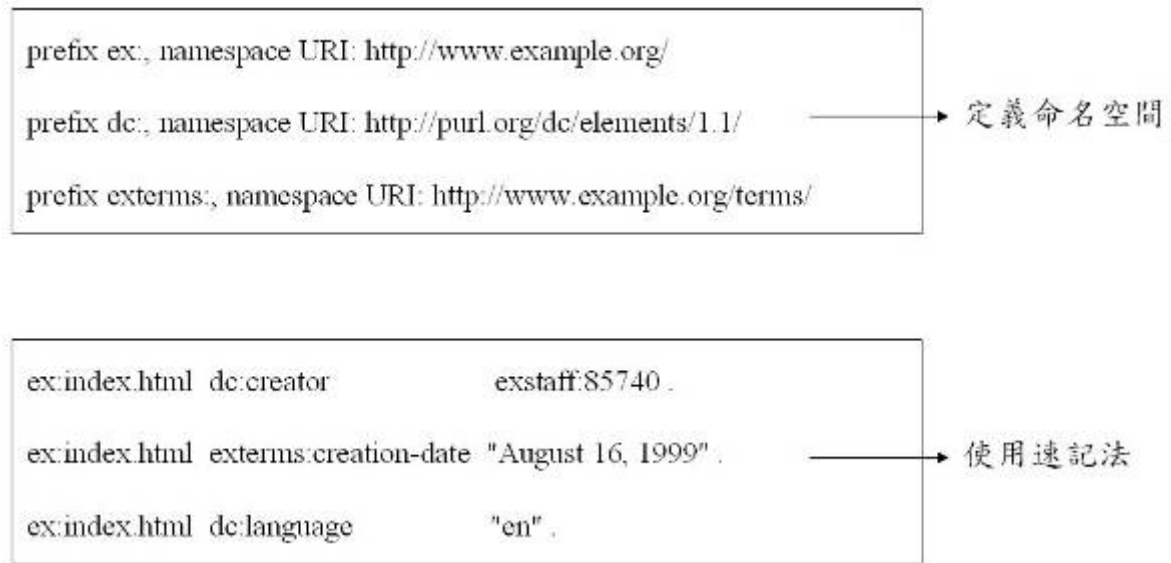


圖 2-4 以 N3 形式描述資源 [Berners-Lee, 2006]

RDF 雖然可以完成描述資源的使命，但它也可能作無意義的資源描述而無法自行察覺無用之功。因此，W3C 推薦使用資源描述框架基模 (RDF Schema, RDF-S)。RDF-S 提供 RDF 一份基本詞彙的使用規範，使用者可以在檔案中定義一些資源的類別、擁有何種屬性、關於這些屬性和類別的層次結構。亦即，RDF-S 就是先行定義 RDF Statement 將會使用到的 Tags 及其屬性，在此規範之下也促使 RDF Schema 方便進行推論、搜尋的動作。

## 貳、網路知識本體語言 (OWL)

OWL (Web Ontology Language, 網路知識本體語言) 亦是由 W3C 推薦使用的知識本體描述語言, 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。OWL 與 RDF-S 相比, 它添加更多對屬性及類別的描述詞彙, 可被用來明確表示詞彙中術語的涵義及術語間的關係 [Deborah & Frank, 2004]。圖 2-5 顯示出 RDF-S 與 OWL 之間的類別關係。

如上所述, OWL 並不是要取代 RDF-S, 只是在加強 RDF-S 的語法功能。所以, 在 OWL 的描述中, 會使用部分的 RDF-S 語法與 OWL 本身的語法一起來做完整的描述, 也就是說, 兩者之間是互補的關係。然而, 有良好完整的表達能力與達成有效推理二者是互斥的, 也就是表達能力越豐富則支援推理的部份將較無效率, 反之亦然 [吳育賢, 2008]。因此, W3C 提出下列三種次語言 (Sub-Languages), 以作為應用層面上的區隔:

- *OWL Lite*: 提供給僅需要簡單要求分類層次的使用者, 是一個表達能力最為精簡的 OWL 語言, 在複雜度最低的優點下, 表達能力不夠豐富也就是它的缺點。
- *OWL DL*: 提供需要最大推理能力和確保推理能力下最大的表達能力, 亦即在提供最強推理力的前提下, 擁有完整的 OWL 語言架構, 但加入許多特定的規範限制。
- *OWL Full*: 提供給需要最大的表達能力和完全自由的 RDF 語法之使用者, 但是沒有推理能力的保證。



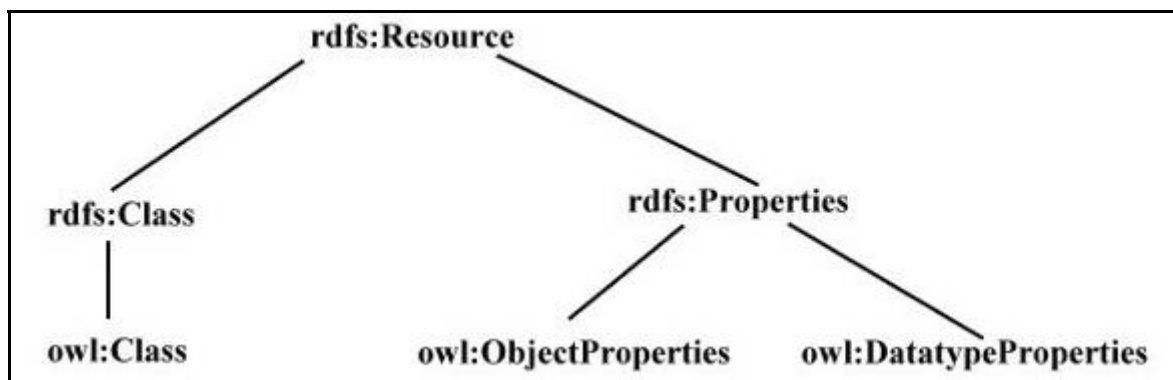


圖 2-5 RDF-S 與 OWL 之間的類別關係 [Grigoris & Frank, 2004]

### 叁、查詢語言

結構化的資料庫必須使用 SQL (Structure Query Language) 來進行查詢，而 RDF/S 則需要另一個可以搭配使用的查詢語言。W3C 於 2007 年推薦 *SPARQL* (Simple Protocol and RDF Query Language) 作為對應於 RDF/S 的查詢語言。*SPARQL* 為 DAWG (RDF Data Access Working Group) 所發表，於 2008 年 1 月標準化。游卓凡 [2007] 提到：*SPARQL* 是用來從 RDF 圖形中獲得資訊的查詢語言，甚至可以借由這些資訊建立新的圖形。

*SPARQL* 的基本語法如圖 2-6 所示，查詢結果則顯示於圖 2-7。我們以 JOSEKI (<http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>) 所提供的例子「BOOKS」來說明如下：

- 定義命名稱空間：如 N3 格式，先定義命名空間前置詞以代替冗長的 URI。在此範例中，因為只用到「foaf」屬性，因此只需定義 PREFIX foaf: <<http://xmlns.com/foaf/0.1/>> 即可。
- 在 Select 查詢條件中定義並描述資源，此資源可以參考在 Where{} 當中的敘述所使用的條件。以此為例，Where{} 使用了兩項資

源：?name 及?mbox，因此，為了查詢結果可以回應這兩項資源，在 Select 條件中，定義了?name 及?mbox。

- 接著，以類似 SQL 的查詢語法，加入 Where 之查詢條件

```
{?x foaf:name ?name .
```

```
?x foaf:mbox } 或
```

```
{?name foaf:name ?mbox }。
```

其中的 foaf:name 代表兩項資源間的關聯屬性，整個查詢的語句意義為：查詢任何一組關係資源中有兩項資源的屬性關聯為 foaf:name。

```
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
SELECT ?name ?mbox
WHERE
{ ?x foaf:name ?name .
  ?x foaf:mbox ?mbox }
```

圖 2-6 SPARQL 基本查詢語法 [Eric et al., 2008]

name	mbox
"Johnny Lee Outlaw"	<mailto:jlow@example.com>
"Peter Goodguy"	<mailto:peter@example.org>

圖 2-7 SPARQL 查詢結果 [Eric et al., 2008]

## 第二節 知識本體

知識本體 (Ontology) 原為哲學上為探究客觀事物存在的本質而加以歸納分析的學說，其本意是「關於存在 (eon, Sein, being) 的理論」，屬於現代哲學領域中之理論哲學，一般稱之為「存在論」或「本體論」。本體論的目的是為了對事物的概念作詳細的描述 [林建良, 2005]；而鍾正男 [2004]則認為按字面之解釋意為存有之知識 (knowledge of being) 或是「存有之為存有的理論」。知識本體是從本體論衍生而來，在電腦科學 (Computer Science) 的領域當中，因不同的研究者而有不同的定義，自 1970 年開始，便有多位學者對於知識本體加以定義，如表 2-1 所示。

隨著資訊科技與網際網路的發展，知識本體的探討與應用，也從原本的哲學領域擴展到其他學術領域範疇，而電腦資訊科學也在其中。在電腦科學的領域中，知識本體指的是某一領域 (Domain) 當中相關術語 (詞彙) 的集合，而這些術語 (詞彙) 都會被給予明確的定義與描述或是註解，並可以用來描述在該領域知識當中的某項概念，或是概念與概念間的關聯。

在一個知識本體的生命週期中，可能包括了下列七個設計流程的反覆運作及修正 [Noy & McGuinness, 2001]：

- 一、確定知識本體的領域和範圍。
- 二、考慮重用現有的本體。
- 三、列舉知識本體中重要的詞彙。
- 四、定義知識本體當中的類別 (Class) 和類別間的階層關係。
- 五、定義類別中的屬性 (Slot)。

表 2-1 知識本體的定義 [修改自王文君，2004]

年代	學者	定義
1970	Bunge	關於真實世界的基本特性哲學理論。
1990	Wand Yair and Weber Ron	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.主題，主題的屬性和主題的狀態。</li> <li>2.合法和合法狀態。</li> <li>3.事件，歷程和連結。</li> <li>4.系統和子系統。</li> <li>5.均衡。</li> <li>6.輸入，外部事件和內部事件。</li> <li>7.輸出和轉換功能。</li> <li>8.拆解。</li> </ol>
1991	Neches et al.	一個 ontology 定義了組成主題領域的詞彙的基本術語及關係，以及用於組合術語和關係以定義詞彙的外延規則。
1993	Gruber	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。
1996	Ushold & Grueninger	知識本體是一個正式(Formal)且明確的規格，為大家都能共同接受的概念。
1997	Swarout	知識本體是描述一個領域階層結構的概念詞彙(Term)之知識庫框架。
1998	Guarino	知識本體是邏輯理論的集合，用以說明字彙(Vocabulary)的特定涵義。

六、定義屬性的限制 (Facet) 。

七、建立實例 (Instances) 。

知識本體若依特定任務或觀點來區分，可分為四種類型，如圖 2-8 所示(粗箭頭代表專業化的關係)。這四種類別為上層知識本體(top-level ontology)、領域知識本體(domain ontology)、任務知識本體(task ontology)及應用知識本體(application ontology) [Guarino, 1998]；我們分別說明如下：

- 上層知識本體 (Top-level ontology)：用來描述非常籠統的一般性概念，例如：時間、空間、實體、物件、事件、活動或行動等，這些都是屬於上層知識本體的範疇，它是獨立於某一特定問題或領域之外的，例如由 IEEE 標準上層知識本體工作小組所建置的 SUMO (Suggested Upper Merged Ontology，建議上層共用知識本體)。
- 領域知識本體 (Domain ontology) 與任務知識本體 (Task ontology)：用來定義以及描述一般通用領域 (如醫學或汽車) 或通用作業、活動 (如診斷或販賣) 的相關詞彙。
- 應用知識本體 (Application ontology)：使用屬性及關係來說明及定義與特定領域及作業相關的概念，這些概念往往符合領域實體 (Domain Entity) 在執行某種活動時所扮演的角色，如可替換裝置或備用零件。

因為知識本體技術具有多用途、具彈性的表達特性可以順應智慧型的資訊表達與檢索功能 [阮明淑等，2002]，我們將此技術實際應用於本系統之核心架構中。

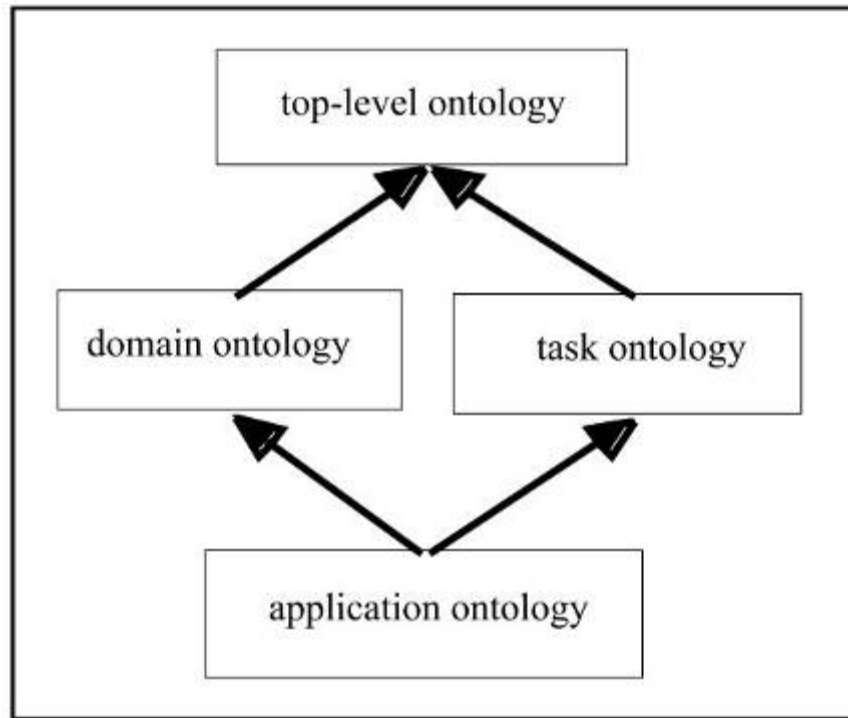


圖 2-8 知識本體的分類 [Guarino, 1998]

### 第三節 國小自然領域之植物教學課程

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（一、二年級併入生活課程中），植物教學為其重要基礎課程之一。在本節，我們將探討「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。各學習領域階段劃分情形如表 2-2 所示。



表 2-2 各學習領域階段劃分情形 [教育部，2003]

年級 學習領域	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			
數學	數學		數學			數學			
社會			社會	社會		社會			
藝術與人文	生活		藝術與人文	藝術與人文		藝術與人文			
自然與生活科技			自然與生活科技	自然與生活科技		自然與生活科技			
綜合活動	綜合活動	綜合活動		綜合活動		綜合活動			

由表 2-2 可知，九年一貫課程之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。但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。

自然與生活科技學習領域主要內涵為：包含物質與能、生命世界、地球環境、生態保育、資訊科技等的學習、注重科學及科學研究知能，培養尊重生命、愛護環境的情操及善用科技與運用資訊等能力，並能實

踐於日常生活中。

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。

自然與生活科技學習領域課程目標為：

1. 培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣。
2. 學習科學與技術的探究方法和基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活。
3. 培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度。
4. 培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。
5. 培養獨立思考、解決問題的能力，並激發開展潛能。
6. 察覺和試探人與科技的互動關係。

自然與生活科技學習領域所培養之國民科學與科技素養，依其屬性和層次來分項，分成科學探究過程之心智運作能力的增進，科學概念與技術的培養訓練，對科學本質之認識，了解科技如何創生與發展的過程，處事求真求實、感受科學之美與威力及喜愛探究等之科學精神與態度，資訊統整、對事物能夠做推論與批判、解決問題等整合性的科學思維能力，應用科學探究方法、科學知識以處理問題的能力，以及如何運用個人與團體合作的創意來製作科技的產品等八項來陳述。

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植物有關之能力指標說明如下：

- 第一階段（一、二年級）認識常見的植物：選定某一(或某一類)植物，做持續性的觀察、並學習登錄其間發生的大事件。察覺植物會成長，察覺不同植物各具特徵，可資辨認。注意到植物生長需要土地、陽光及水分等良好的環境。
- 第二階段（三、四年級）認識植物生長：實地種植一種植物，並彼此交換經驗。藉此栽種知道植物各有其特殊的構造，學習安排日照、提供水分、溶製肥料、選擇土壤等種植的技術
- 第三階段（五、六年級）認識植物的生態：察覺植物根、莖、葉、花、果、種子各具功能。照光、溫度、溼度、土壤影響植物的生活，不同棲息地適應下來的植物也各不相同。發現植物繁殖的方法有許多種。藉著對植物的認識，自訂一些標準將植物分類

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。就學生而言，植物是困難的學習單元，因植物的種類太多，教學上不可能逐一介紹，也沒有一套簡要的通則讓學生輕易地理解植物各類的器官、構造、功能等資訊。植物的種類太多，差異也大，統整不易 [張穩伶等，2006]。

「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，而造成課程銜接上的困難；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：教材版本更動太過頻繁，造成有些教材未教有些卻重複教；相同學習領域各版本教科書之間的難易度差異大；要求教師編補充教材或銜接課程，不易落實；轉學時教材銜接困難。而其解決策略可從幾方面著手：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；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；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 [蘇進茶，2006]。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，解決學生轉學或學校更換版本的適應問題 [教育部，2006]。

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，我們可以察知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，本研究所探討與實作的植物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，我們描述國小植物教學語意查詢系統之分析與設計，並說明系統核心應用之知識本體基本架構，以作為系統開發之藍圖。

### 第一節 系統架構

在國小植物教學課程的任課教師進行授課準備時，如何可以容易取得相關資料以利定位學生的起點行為，並能因此而輕易進行備課之需求，為教學上的一個重要議題。我們所開發的國小植物教學語意查詢系統，就是利用語意網相關技術來達成上述的需求。使用者可以透過網際網路，利用各種瀏覽器進入本系統以查詢所需之植物與課程相關資訊。

本文所設計的國小植物教學語意查詢系統架構，如圖 3-1 所示。該系統主要由三大元件所組成，分別為 RDF/RDFS 知識本體、系統查詢模組 (Query Module) 和網頁表單查詢介面 (Query Form Page Interface)。我們分別說明如下：

1. **RDF/RDFS 知識本體**：此知識本體由 Protégé 建置完成，為本文之植物與課程的知識核心概念，其內容描述了各版本有關植物的教學重點、植物與年級間的關係。在本文所開發之語意查詢系統啟動 RDF Server 時即被系統由 Joseki 載入。當使用者於前端透過網際網路送出查詢事件時，Jena API 會對已載入的 RDF 知識本體進行搜尋的動作，並將查詢結果再透過網際網路回傳至前端作為回應，使用者即可於前端的瀏覽器上獲得搜尋後回傳結果的顯示。

2. **系統查詢模組**：此部分共運用下列三個相關模組（亦即，Jena，ARQ，與 Joseki）：

- **Programmatic Environment for RDF (Jena)**：Jena 的主要功能為建立一使用者存取 RDF 的環境，本文之系統建構是以 Jena API 來進行實作與測試，它主要包含可以解析 (Parse)、建立 (Create) 與搜尋 (Search) RDF 的相關模組，而所有的查詢模組元件都建立在這個 API 之上。
- **SPARQL Implementing Program (ARQ)**：本系統之實作利用 SPARQL 查詢知識本體的函式庫。在目前已有多種針對 SPARQL 而開發的程式，本系統採用已完成度較高，且較相容於 Jena API 的 ARQ 來進行測試與實作。
- **RDF Server Program (Joseki)**：此為實作 SPARQL 在網際網路上使用所依循之通訊協定伺服器程式。我們所建置的系統同樣採用較相容於 Jena API 的 Joseki 來進行系統實作與測試，俾利於整體運作效能之提升。

3. **網頁表單查詢介面**：為了讓使用者能簡易的利用網際網路進行查詢操作，我們應用 ASP.NET 建置一個簡單、易用的網頁表單查詢介面，以友善的操作介面提升使用意願。在操作介面中隱含 SPARQL 語意查詢指令，讓使用者可以免去學習 SPARQL 查詢語言的困擾，亦能以滑鼠點選選單的方式進行查詢作業，獲得使用者所需的資訊。

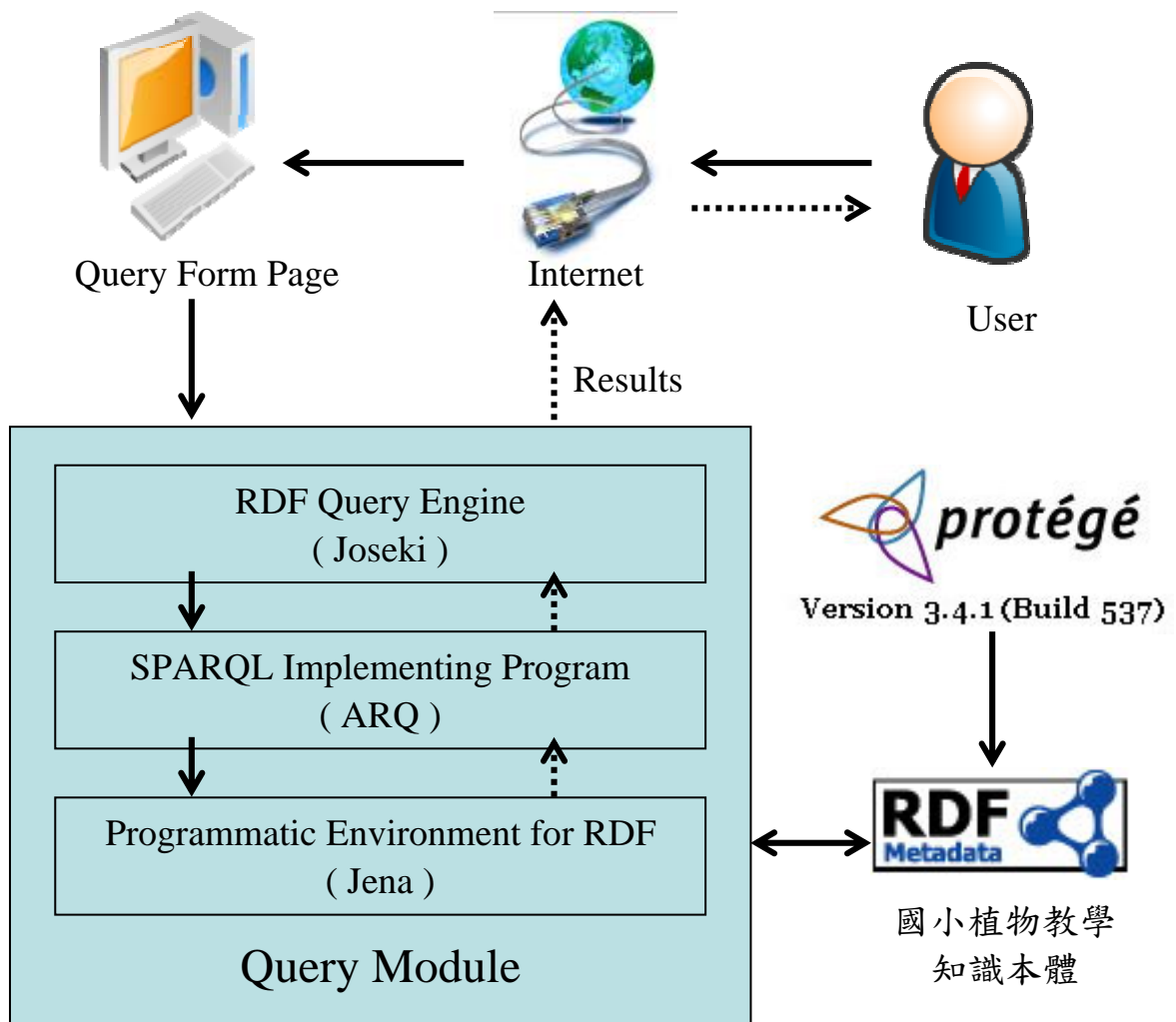


圖 3-1 國小植物教學語意查詢系統架構

## 第二節 植物知識本體之架構

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，九十八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]。本文所建置的國小植物教學知識本體，即以此三個版本教材中所列植物相關教學重點為目標，並將教學重點、植物名稱和年級之間建立關聯屬性。

我們先將系統中「國小植物教學」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「國小植物教學」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。

再以「教學重點」為父類別 (SuperClass)，其下設有「植物構造相關特徵」、「植物的繁殖」、「蕨類植物」和「植物的生活環境」等四個教學重點為其子類別 (SubClass)；最後，以「植物構造相關特徵」為父類別 (SuperClass)，其下再設「根」、「莖」、「葉」、「花」、「果實」、「種子」等六項為其子類別 (SubClass)，詳如圖 3-3 所示。另外，在「教科書版本」的類別階層，我們以圖 3-4 表示。在我們所設置的查詢系統中，就將各項教學重點作為「國小植物教學」的實例 (Instance) 或物件 (Object)，各教科書版本之教學重點如表 3-1 所示。

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，他們即是一群資源，但對於使用者而言，教學重點必與植物實例關聯才具實際義意，也才能讓使用者更清楚的理解其相互關係。因此，在每個教學重點項目下列出出現過的相關植物，並以 default:names 作為教學重點與植物名稱之間的關聯屬性。

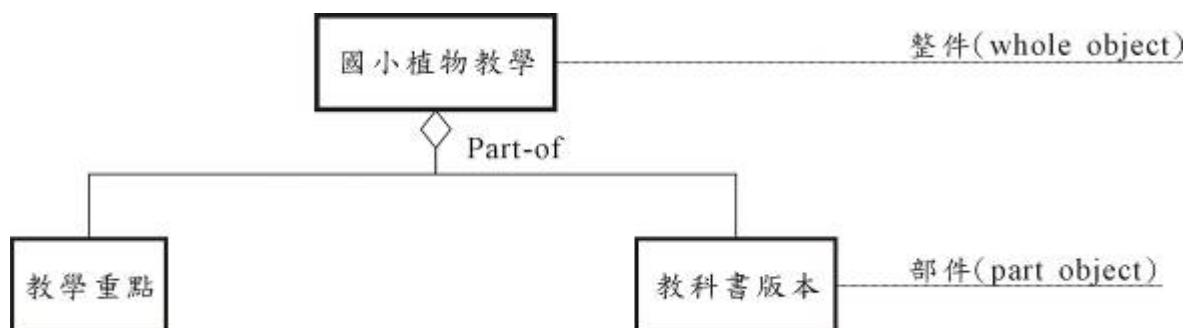


圖 3-2 國小植物教學與教科書版本及教學重點之聚合關係



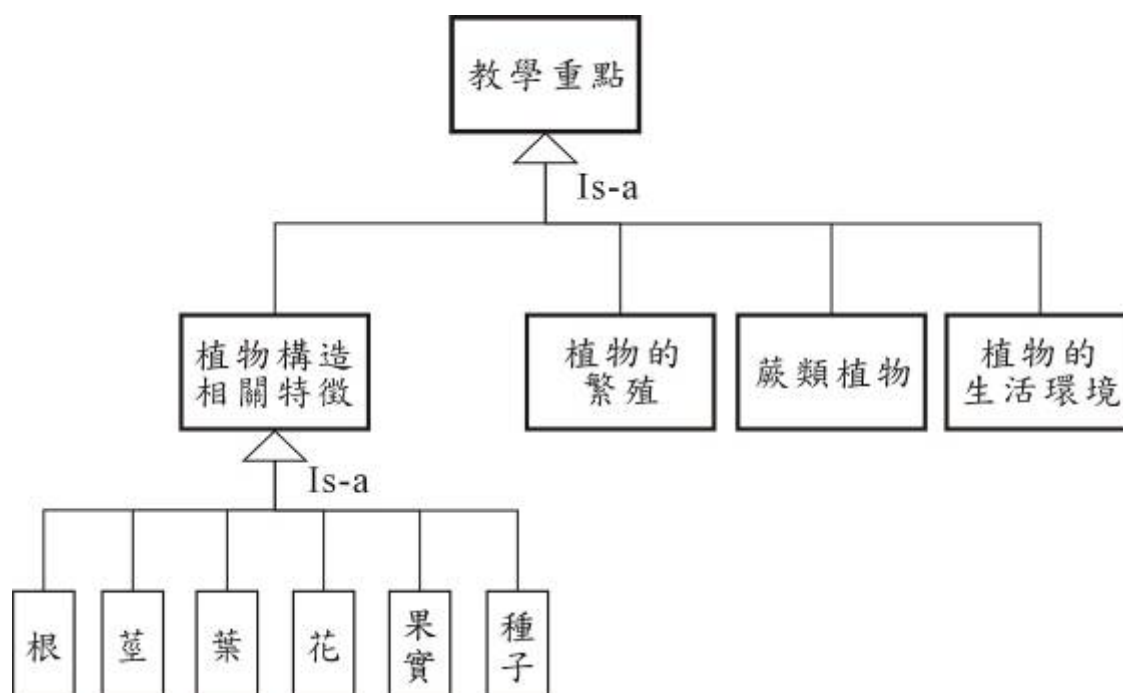


圖 3-3 教學重點及其子類別之階層關係

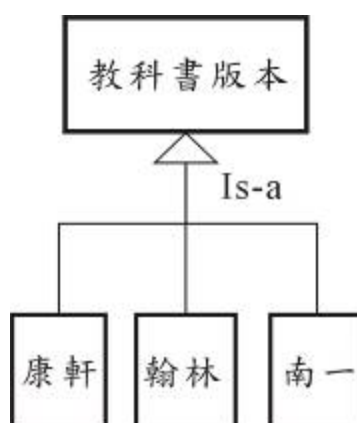


圖 3-4 教科書版本與各出版商之類別階層關係

本文以國民小學自然與生活科技領域教材中植物實例來說明，例如：翰林版教學重點「根」之下，共有「大花咸豐草」、「小白菜」和「榕樹」等 11 個植物實例，本文收錄三個版本植物實例共 160 種，翰林

版教學重點之植物實例有大花咸豐草等 90 種，詳如表 3-2，康軒版教學重點之植物實例有印度橡膠樹等 102 種，詳如表 3-3，南一版教學重點之植物實例有大花咸豐草等 117 種，詳如表 3-4。為使電腦能對使用者詮釋這兩者間的關係與意義，我們利用教學重點與植物名稱三元組關係來呈現。

**表 3-1 國小植物教學教科書版本之類別與所屬實例**

類別(Class)	實例 (Instance) (亦即，教學重點)
翰林版	植物構造相關特徵(根、莖、葉、花、果實、種子)、植物的繁殖、蕨類植物、植物的生長環境
康軒版	植物構造相關特徵(根、莖、葉、花、果實、種子)、植物的繁殖、蕨類植物、植物的生長環境
南一版	植物構造相關特徵(根、莖、葉、花、果實、種子)、植物的繁殖、蕨類植物、植物的生長環境、有毒植物

表 3-2 國小植物教學翰林版教學重點之植物實例

教學重點	植物實例 (Instance)
根	大花咸豐草、小白菜、榕樹、水稻、甘藷、莧菜、菠菜、蒜、蔥、黃金葛、黛粉葉
莖	仙人掌、大王椰子樹、大花咸豐草、木麻黃、槭葉牽牛花、樟樹、竹子、芋頭、草莓、莧菜、蛇莓、蟛蜞菊、黑板樹
葉	仙人掌、大花咸豐草、廣東油桐、石蓮、臺東蘇鐵、莧菜、豬籠草
花	月橘、木棉、杜鵑花、桶柑、槭葉牽牛花、玫瑰花、番石榴、豔紫荊、酢漿草
果實	四季豆、大花咸豐草、木棉、木瓜、桃子、桶柑、棉花、椰子、水稻、番石榴、番茄、臺灣欒樹、葡萄、蘋果、西瓜、豌豆、馬纓丹、鳳仙花
種子	四季豆、大花咸豐草、木棉、木瓜、桃子、桶柑、番石榴、臺灣欒樹、蘋果、西瓜、豌豆
植物的繁殖	大花咸豐草、山藥、木瓜、水筆仔、甘藷、空心菜、紅鳳菜、絲瓜、萬年青、落地生根、虎尾蘭、豌豆、非洲堇、黃金葛
蕨類植物	觀音座蓮
植物的生長環境	南瓜、四季豆、小白菜、番茄、白蘿蔔、花椰菜

表 3-3 國小植物教學康軒版教學重點之植物實例

教學重點	植物實例 (Instance)
根	印度橡膠、榕樹、油菜、牛蒡、甘藷、白蘿蔔、空心菜、胡蘿蔔、莧菜、菩提樹、蘭花
莖	仙人掌、南瓜、大頭菜、榕樹、油菜、爬牆虎、牽牛花、甘藷、空心菜、絲瓜、芋頭、苦瓜、荸薺、莧菜、蓮藕、蟛蜞菊、馬鈴薯、馬鞍藤
葉	五葉松、仙人掌、大葉楠、樟樹、油菜、空心菜、莧菜、馬纓丹、黑板樹
花	南瓜、番茄、絲瓜、鳳仙花
果實	月桃、楊桃、榕樹、鳳凰木
種子	大花咸豐草、昭和草、木瓜、林投、棋盤腳、椰子、水蜜桃、甜椒、番石榴、紫背草、美人蕉、臺灣欒樹、蒲公英、酢漿草、雀榕、青楓、鳳仙花、黃鶴菜、龍葵
植物的繁殖	九重葛、吊蘭、四季秋海棠、大波斯菊、大花咸豐草、海芋、火鶴、甘藷、石蓮、翡翠木、聖誕紅、落地生根、長壽花、雁來紅、非洲堇、馬鈴薯、馬齒莧
蕨類植物	筆筒樹、腎蕨、臺灣山蘇、鱗蓋鳳尾蕨
植物的生長環境	布袋蓮、慈姑、水生空心菜、水芋、水芙蓉、水蘊草、浮萍、滿江紅、睡蓮、臺灣萍蓬草、苦草、茭白、荷花、菱、金魚藻、香蒲

表 3-4 國小植物教學南一版教學重點之植物實例

教學重點	植物實例 (Instance)
根	大花咸豐草、小白菜、榕樹、水稻、玉蜀黍、甘藷、白蘿蔔、芥菜、莧菜、菠菜、蒜、蔥、鳳仙花
莖	仙人掌、大花咸豐草、月橘、洋蔥、牽牛花、甘藷、綠珊瑚、芋頭、草莓、莧菜、馬鈴薯、鳳仙花、黑板樹
葉	姑婆芋、小白菜、彩葉草、桑樹、楓香、榕樹、甘藷、竹子、羊蹄甲、聖誕紅、莧菜、菩提樹、蘆薈、澎湖菊、變葉木、軟枝黃蟬、青江菜、鳳仙花、黑板樹
花	大波斯菊、日日春、月橘、木槿、木瓜、朱槿、洋紫荊、牽牛花、玫瑰花、緬梔、美人蕉、臺灣欒樹、花椰菜、豔紫荊、金針花、鳳仙花、黃槿
果實	棋盤腳、椰子、橘子、檸檬、番石榴、番茄、秋葵、紫背草、絲瓜、芒果、荔枝、葡萄、蒲公英、蘋果、西瓜、豌豆、青楓、鳳仙花、龍眼
種子	南瓜、玉蜀黍、瓜子、番茄、紅豆、綠豆、花生
植物的繁殖	吊蘭、掌上珠、甘藷、石蓮、空心菜、萬年青、落地生根、香蕉、馬鈴薯
蕨類植物	筆筒樹、腎蕨、鐵線蕨
植物的生長環境	圓幣草、大花咸豐草、大萍、布袋蓮、滿江紅、睡蓮、荷花、黃金葛
有毒植物	夾竹桃、牽牛花、紫茉莉、緬梔、聖誕紅、變葉木、軟枝黃蟬、黃金葛、黑板樹

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，以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植物實例而言，我們要以三元組關係來解釋其意涵。亦即，國小植物教學之教學重點「根」是一個被描述的資源，其所屬的項目（植物名稱）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（關聯植物）來連結教學重點與植物名稱。這樣的表示方式，如圖 3-5 所示。我們以國小植物教學之教學重點「根」為例，其物件屬性為關聯植物，屬性的值有大花咸豐草、小白菜、榕樹等等。如圖 3-6 所示。



圖 3-5 教學重點與植物名稱三元組關係

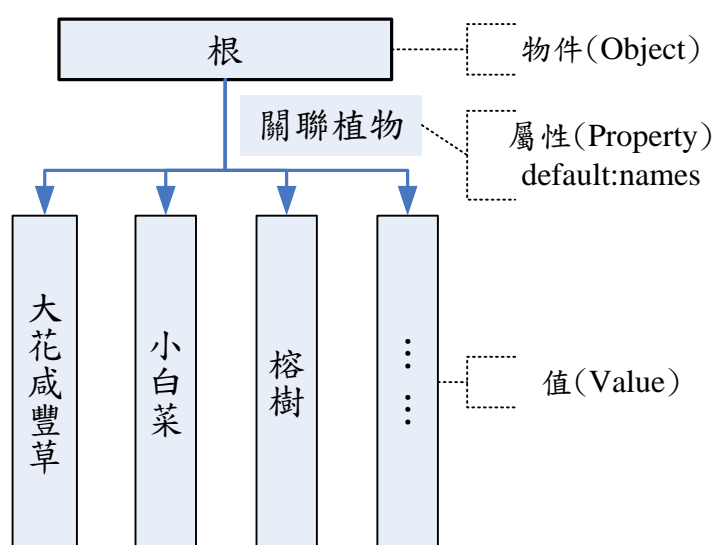


圖 3-6 教學重點與植物名稱之關係

在建構各教科書版本到各植物名稱之間的關聯概念之後，我們為各項植物名稱標註關聯年級，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植物實例作為建構的依據。如前文所述，我們將各項植物實例作為 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，在植物名稱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。我們以國小植物教學之教學重點「根」的植物實例「大花咸豐草」為例，四年級並未實際討論該植物，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。在系統實作時，因五年級教材中翰林版、康軒版和南一版均論及大花咸豐草。所以，我們仍分別列出，如表 3-5 所示。



圖 3-7 植物名稱與關聯年級三元組關係圖

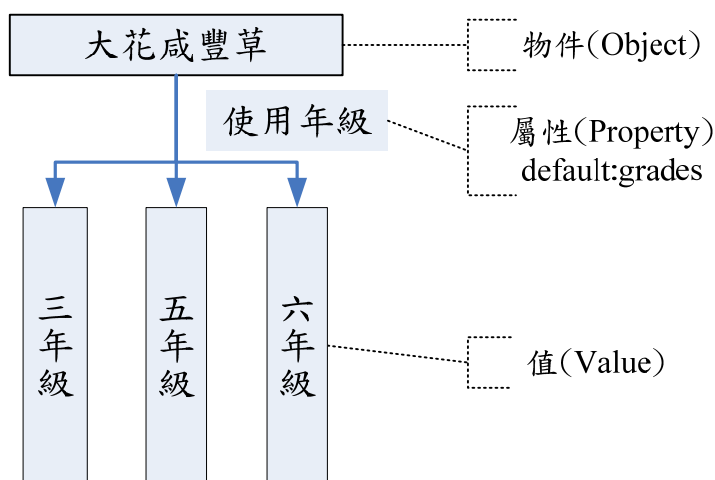


圖 3-8 植物名稱與關聯年級之階層關係

表 3-5 大花咸豐草之關聯年級

植物名稱	關聯年級
大花咸豐草	翰林版_三年級、翰林版_五年級、康軒版_五年級、南一版_五年級、翰林版_六年級

依前述之教科書版本、教學重點、關聯植物及為各教學重點與植物名稱註解的三元組關聯，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「國小植物教學」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：「植物構造相關特徵」、「植物的繁殖」、「蕨類植物」和「植物的生活環境」；最後，在「植物構造相關特徵」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)：「根」、「莖」、「葉」、「花」、「果實」、「種子」等六項。這些實例 (Instance) 就是 RDF/S 的資源，再透過物件屬性 default:names (關聯植物) 來將其與各植物名稱如「蒜」、「芋頭」、「油菜」、「木瓜」、「秋葵」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 (關聯植物) 來描述其具體意涵 (植物名稱)；在這些連結的值 (植物名稱) 中，又當作另外需要註解之資源或物件 (植物名稱)，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「翰林」、「康軒」和「南一」三個教科書出版商為其次類別 (SubClass)。



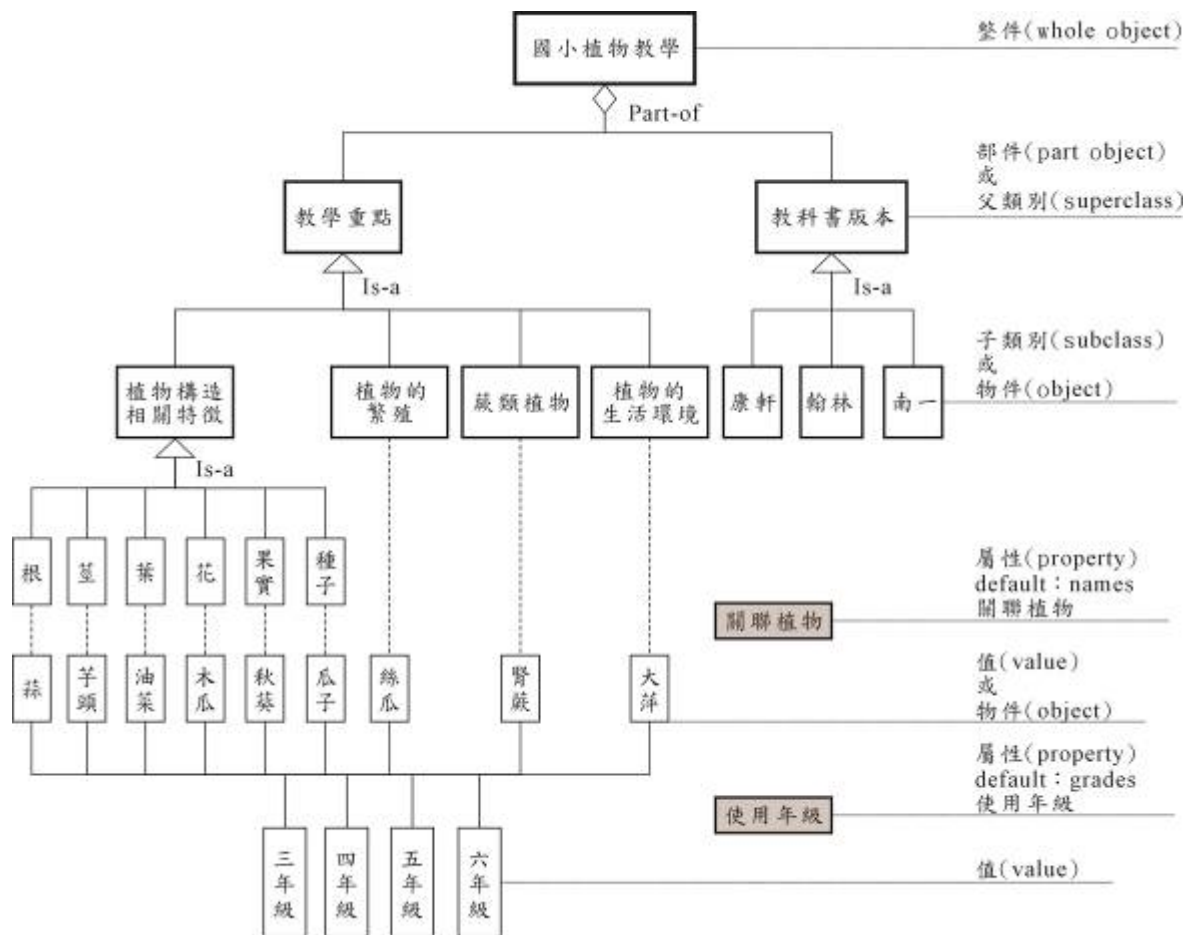


圖 3-9 國小植物教學知識本體基本架構

## 第四章、系統實作

在本章，我們描述建置語意查詢系統所需之工具（包括：Protégé、Joseki 和 VWD2008 等），以及系統實作之詳細流程（亦即，建置國小植物教學知識本體、建構 RDF 查詢服務伺服器 and 開發使用者查詢介面等），如圖 4-1 所示。

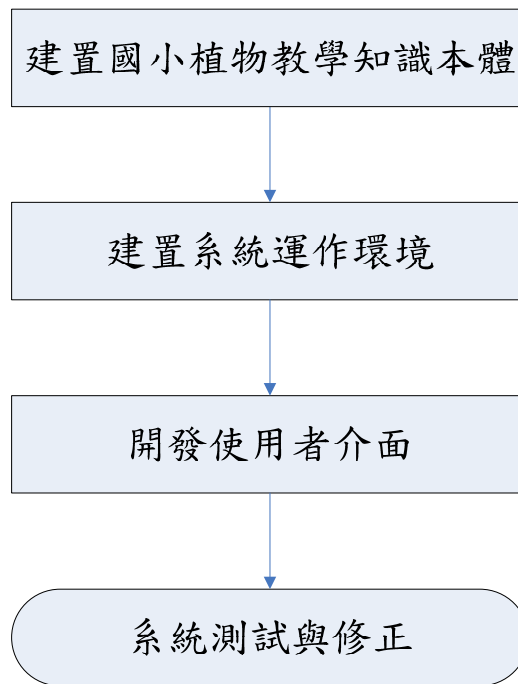


圖 4-1 系統實作流程

### 第一節 系統建置開發環境與工具

本系統建置之實際環境及工具如表 4-1 所示，我們分別說明如下：

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
.Net Framework	ASP 程式開發環境	開發環境
JRE 1.6.0_17	Java 程式運作環境	開發環境
Protégé 3.4.1	植物知識本體建置	應用程式
Visual Web Developer 2008 Express Edition	使用者操作介面開發	應用程式
Jena 2.5.7	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

- *Protégé 3.4.1* (<http://protege.stanford.edu/>)：此軟體由美國史丹佛大學生物醫學資訊研究中心（The Stanford Center for Biomedical Informatics Research）基於 Jena 所開發的知識本體建構工具，提供免費下載使用並開放源碼（Open source）的軟體，目前在網站上提供的最新版本為 Protégé 4.0.2 Release（2010.01）。本研究用以開發知識本體，乃因其對於 Jena 的支援及視窗化的操作介面。依系統開發與使用需求考量，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）。
- *JRE 1.6.0\_17* (<http://java.sun.com/>)：Java Runtime Environment 為昇

陽公司 (Sun Microsystems) 開發之跨平台應用軟體的物件導向程式語言，JRE 應用程式工具包含 JDK (Java Develop Kit) 和 JVM (Java Virtual Machine)，其提供 Protégé 和 Jena 運行環境所需。

- *Jena 2.5.7* (<http://jena.sourceforge.net/>): 此軟體為惠普公司(HP Labs) 發展之 Java 開發工具包，支援 RDF/S、OWL、DAML+OIL 等表示方式，提供 ARQ 查詢引擎並實現 SPARQL 查詢語言和 RDQL。本文應用於語意網中的應用程式開發，包括 RDF、OWL 的應用程式介面以及讀寫 RDF 檔案的能力。
- *ARQ 2.6.0* (<http://jena.sourceforge.net/>)：此軟體為支援 Jena 並基於 Jena 所設計的 RDF 查詢引擎，支援 SPARQL、RDQL 及 ARQ 自有語法等三種查詢語法可供使用，並可執行本機及遠端查詢。本文利用 ARQ 模組實現在 Jena 之上使用 SPARQL 查詢語言。
- *Joseki 3.3.0* (<http://www.joseki.org/>)：此軟體是 Jena 的 SPARQL 伺服器程式，因其使用 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擔任 RDF 查詢伺服器。官方網站提供下載的 Joseki 中已包含 Jena 與 ARQ 套件，安裝後即可啟動查詢介面。
- *Visual Web Developer 2008 Express* (<http://www.microsoft.com/express/>): 此軟體是微軟公司 (Microsoft) 發展之 Visual Studio 2008 的免費版本，該版本提供一般網路程式開發人員以視覺化方式進行簡易的 Web 2.0 等級之應用程式及資料庫開發設計，本系統設計時以其來開發設計所需之使用者查詢介面。

## 第二節 建置植物知識本體

本文應用 Protégé 3.4.1 建立查詢系統所需之植物知識本體，其步驟如下：

1. 開啟 Protégé 3.4.1 時，開啟新專案（New Project），如圖 4-2 所示。
2. 選擇使用 OWL/RDF Files 如圖 4-3 所示。
3. 進入 Protégé 3.4.1 之工作視窗，使用者介面如圖 4-4 所示。

在 Protégé 3.4.1 的預設工作視窗中，包括了 Metadata、OWL Classes、Properties、Individuals 及 Forms 等五個標籤（工作視窗），Metadata 用來定義知識本體的命名空間（Namespace）。因本文未使用自訂前置詞（Prefix），故無須建置新的命名空間，後續步驟將依序在各工作視窗中進行作業。以下，我們分別建立類別（OWL Classes）、屬性（Properties）與實例（Individuals）。

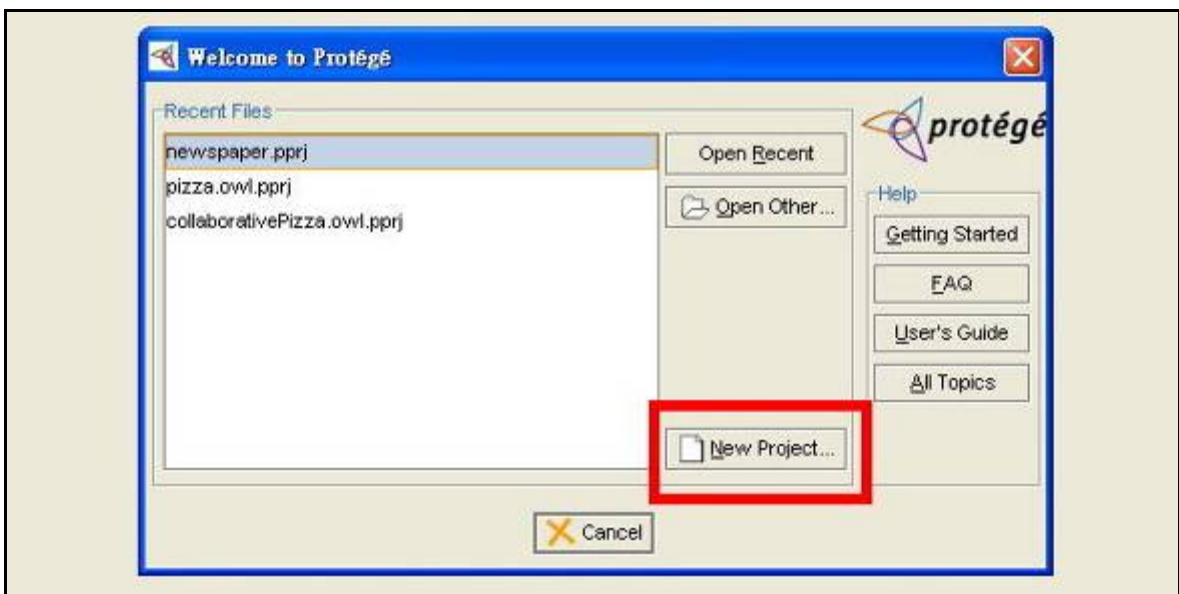


圖 4-2 開啟 Protégé 3.4.1 新專案

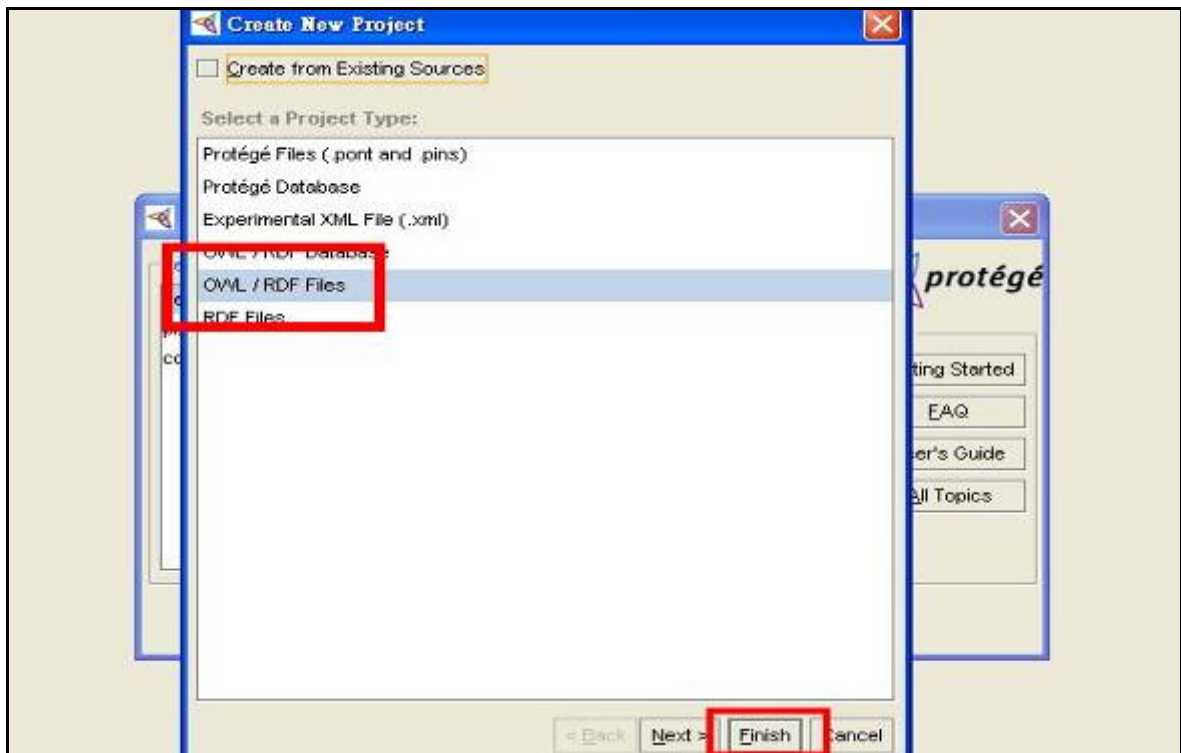


圖 4-3 選擇使用 OWL/RDF Files

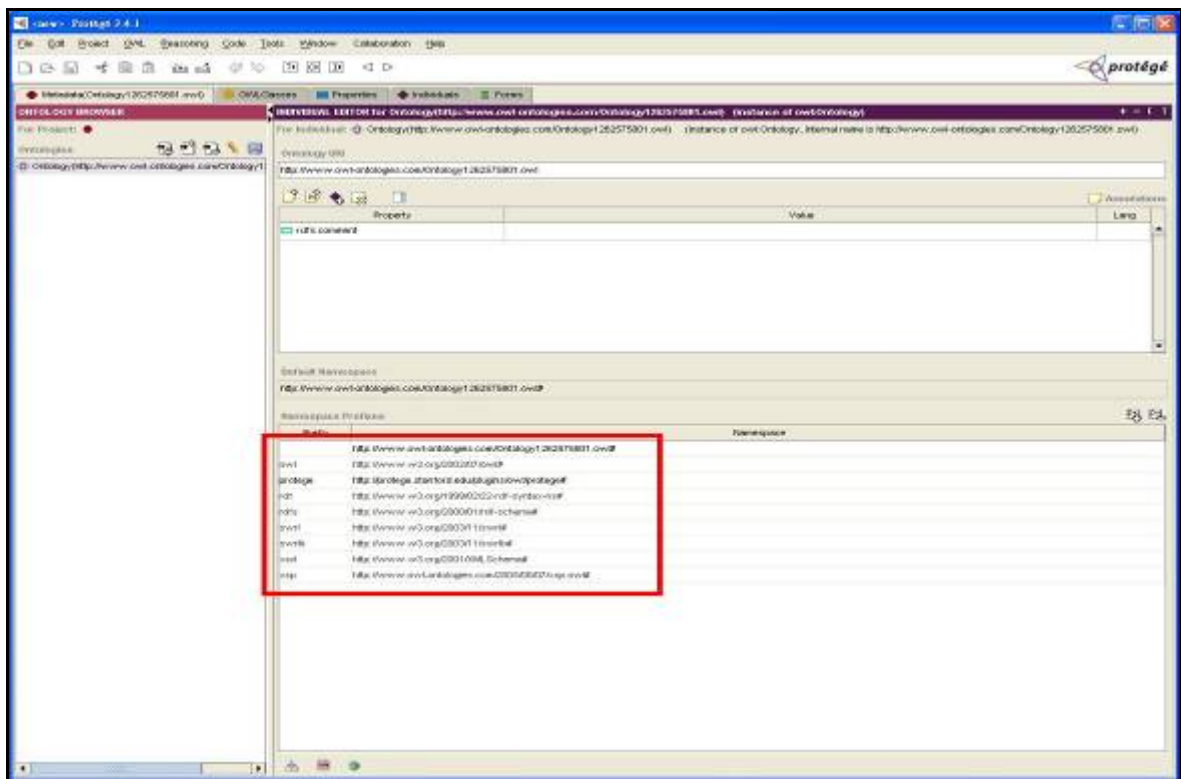


圖 4-4 Protégé 3.4.1 預設工作視窗介面

## 壹、建立類別 (OWL Classes)

依前章系統分析與設計所描述之知識本體概念，我們應用 Protégé 3.4.1 建立國小植物教學知識本體。我們首先建立類別與次類別，點選「OWL Classes」標籤進入類別工作視窗，並新增類別。依前章建構之植物知識本體概念，為使本系統查詢速度加快，提升效能，我們將整體架構扁平化 [蔣冠倫，2009]。因此，我們建立「國小植物教學」、「植物名稱」、「關聯年級」等三個類別，並在「國小植物教學」下建立「教學重點」和「教科書版本」；「教科書版本」之下則建立「翰林」、「康軒」和「南一」等三個次類別，建置結果如圖 4-5 所示。

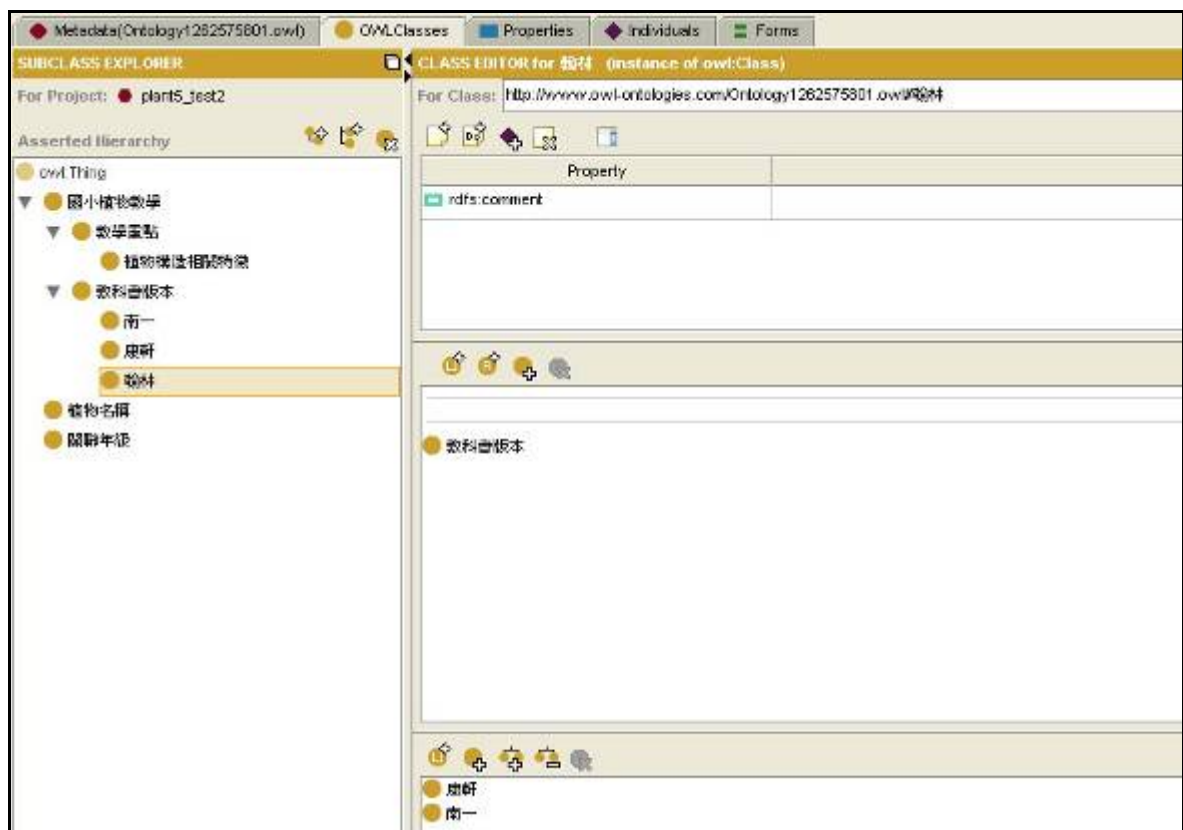


圖 4-5 使用 Protégé 3.4.1 建立類別與次類別

## 貳、建立屬性 (Properties)

我們點選 Properties 標籤，進入屬性工作區。在左方 Properties Browser (屬性瀏覽器) 內選擇物件 (Object) 標籤，以建立兩個物件的屬性 (Object Properties)：names、grades，如圖 4-6 所示。這兩個屬性的使用領域 (Domain) 及使用範圍 (Range) 說明，如表 4-2。

## 參、建立實例 (Individuals)

我們點選 Individuals 標籤進入實例工作區，本區分為三個次工作區，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；再於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。

我們先為「國小植物教學翰林版」、「國小植物教學康軒版」、「國小植物教學南一版」、「植物名稱」、「關聯年級」等類別建立實例，並為「國小植物教學翰林版」、「國小植物教學康軒版」、「國小植物教學南一版」下的教學重點實例加上 names 屬性 (如圖 4-7)，「植物名稱」下的實例加上 grades 屬性 (如圖 4-8)。

表 4-2 物件屬性的使用領域 (Domain) 及範圍 (Range)

物件屬性 (Property)	領域 (Domain)	範圍 (Range)
names	教學重點	植物名稱
grades	植物名稱	關聯年級



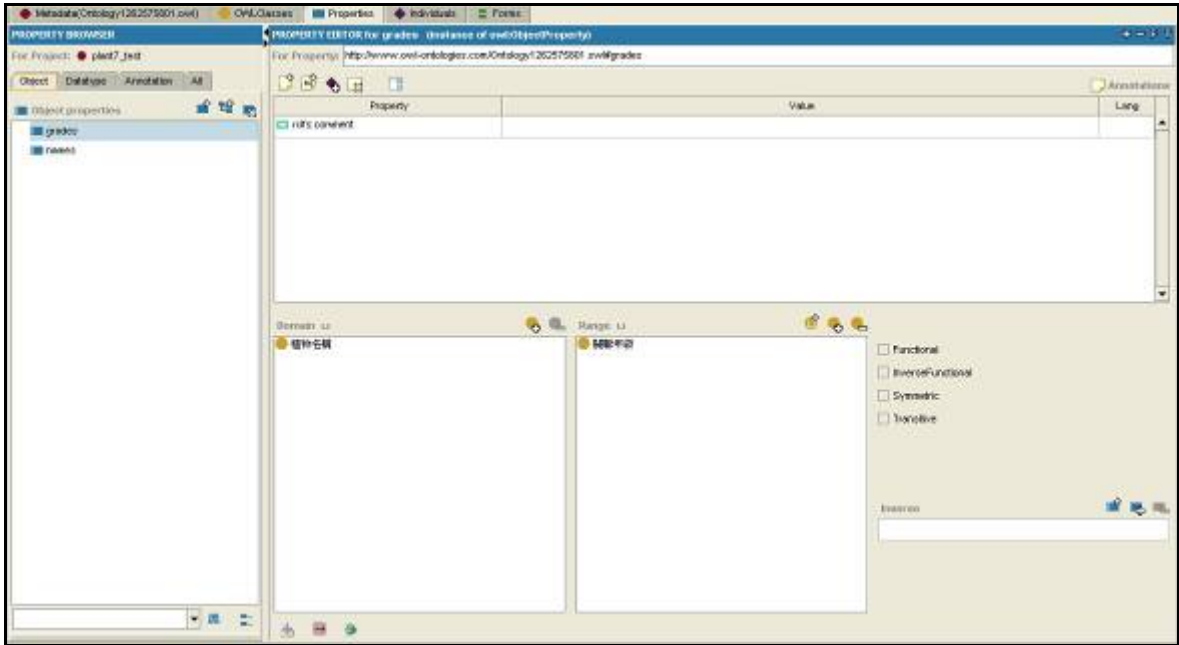


圖 4-6 使用 Protégé 3.4.1 建立物件屬性

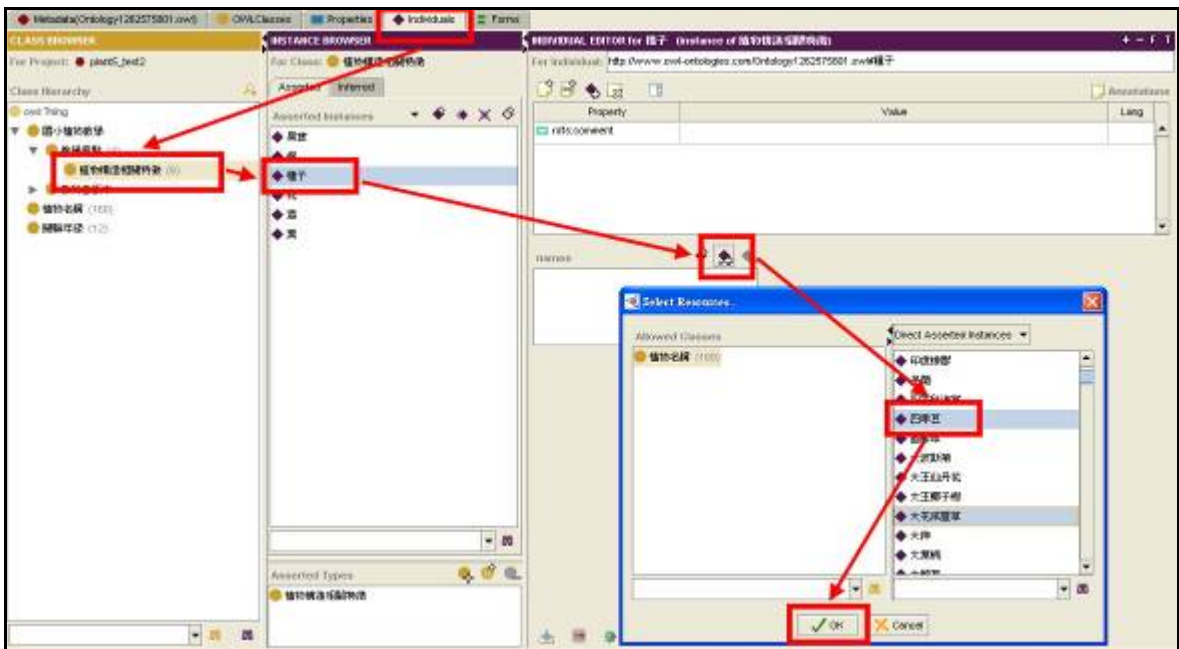


圖 4-7 使用 Protégé 3.4.1 建立 names 屬性關係

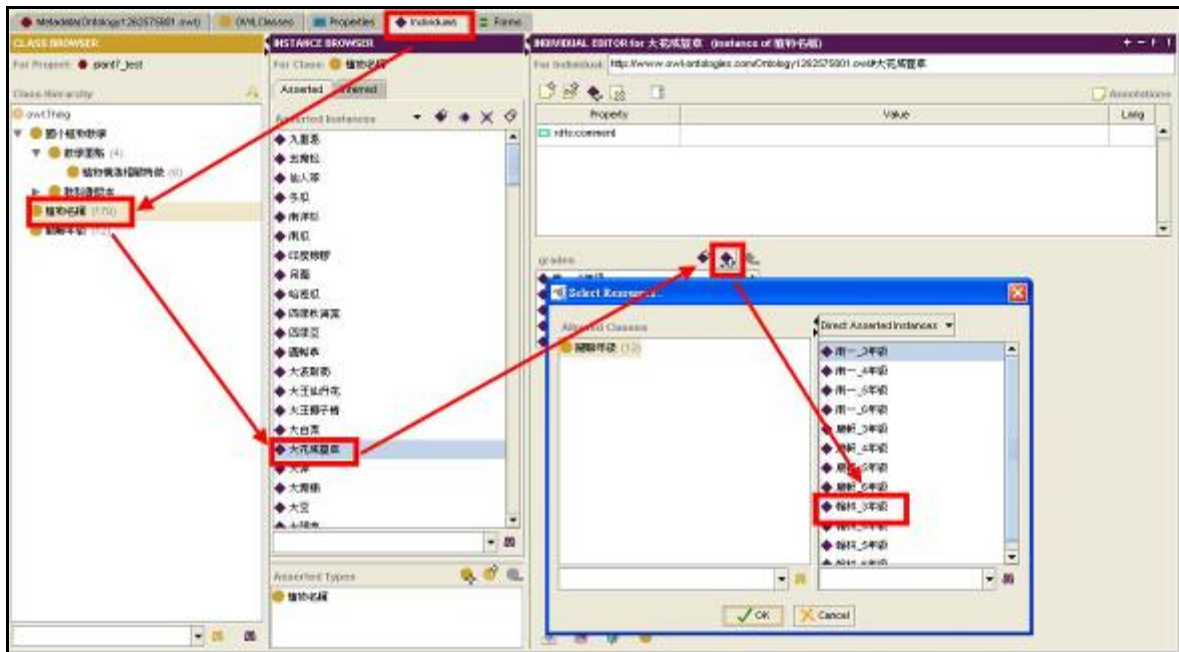


圖 4-8 使用 Protégé 3.4.1 建立 grades 屬性關係

### 第三節 建置查詢服務

我們以 Joseki 網站 (<http://www.joseki.org/>) 所提供之 Joseki 套件來建置查詢服務。在網站上下載的 Joseki 3.3.0 版中已包含了 Jena 及 ARQ 兩個套件所需要的執行元件，因此，我們將 Joseki 3.3.0 下載安裝即可使用該服務。安裝 Joseki 的步驟如下：

1. 將已下載的 Joseki-3.3.0 解壓縮至 c:\ (本文目錄為 c:\joseki)。
2. 使用命令提示字元視窗設定環境變數 (如圖 4-9 所示)，進入 Joseki 目錄後先定義 JOSEKIROOT (set JOSEKIROOT=c:\joseki)。為避免每次開機都需設定環境變數，因此我們在電腦系統中將環境變數加入，使之開機後自動執行 [蔣冠倫，2009]。

3. 執行 Joseki 運作環境設定 (bin\joseki\_path) ，最後啟動伺服器 (bin\rdfserver) ，如圖 4-10 所示。

圖 4-11 為 Joseki 設定完成 Server 運作成功的畫面，接下來，我們使用瀏覽器輸入網址 <http://127.0.0.1:2020/> 以確認查詢伺服器是否運作無誤 (如圖 4-12) ，而輸入網址 <http://127.0.0.1:2020/query.html> 可進入 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。

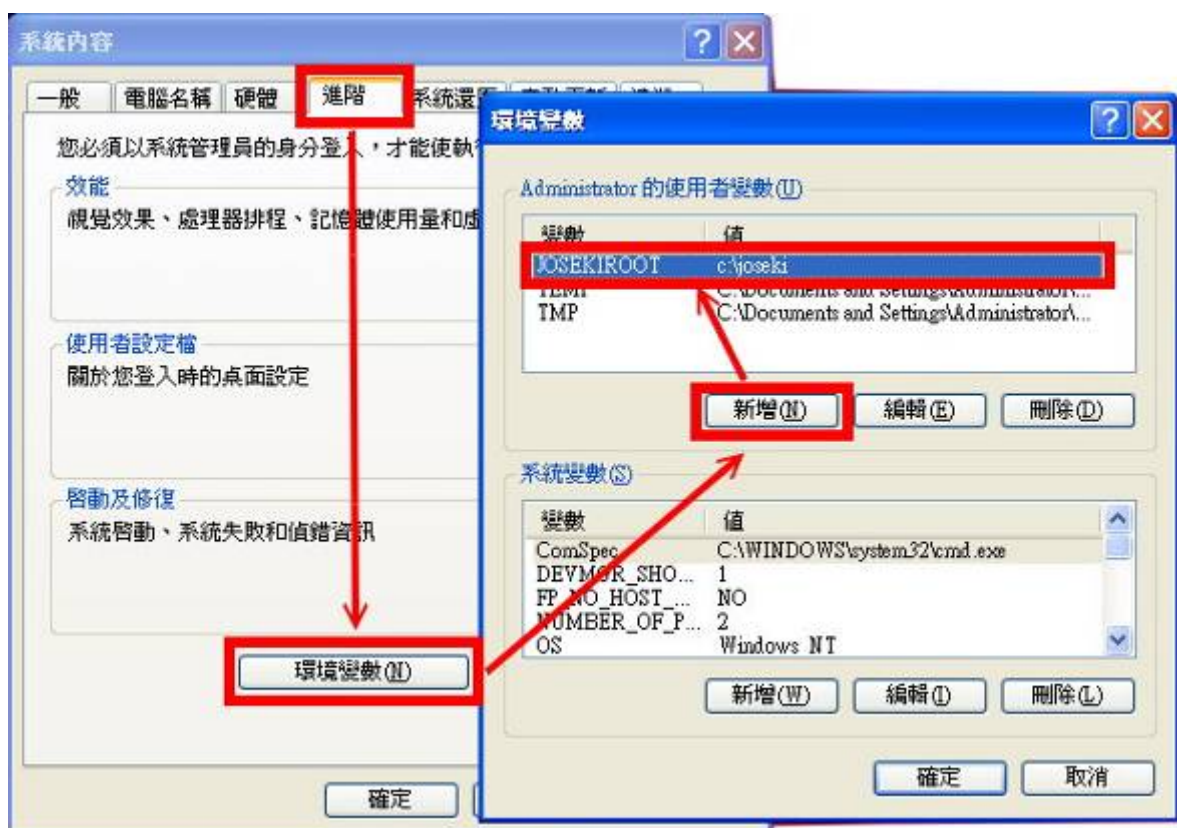


圖 4-9 設置系統內容中的 Joseki 環境變數

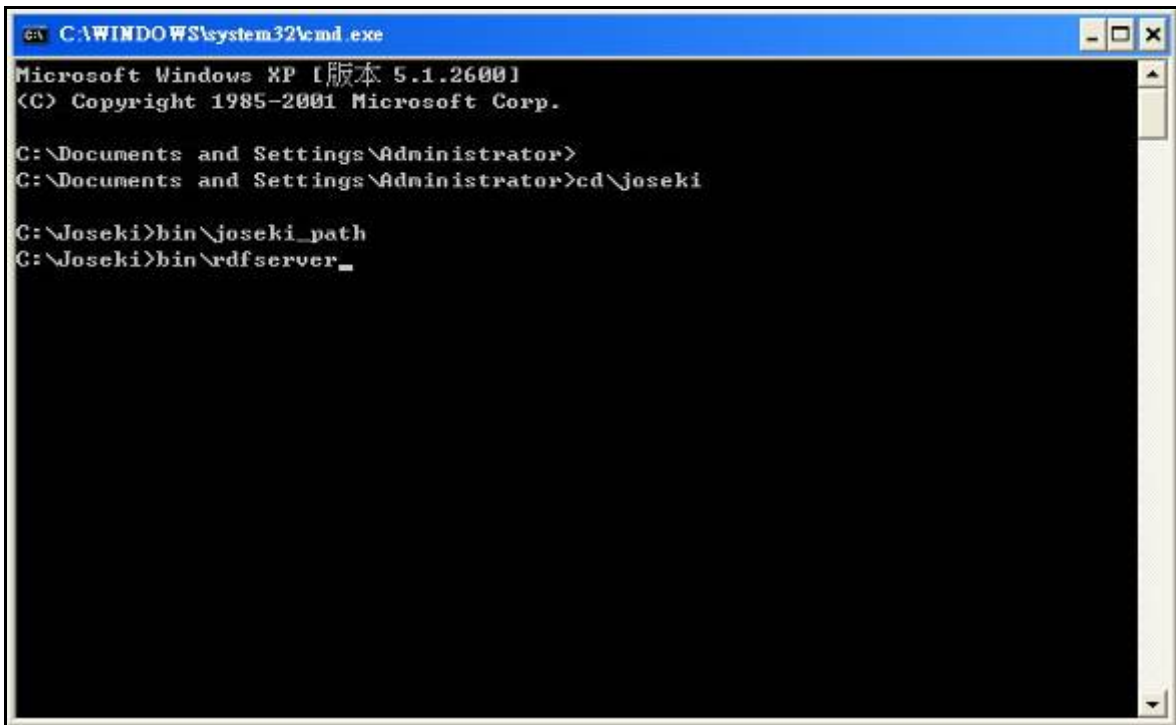


圖 4-10 使用命令提示字元視窗進行 Joseki 設定

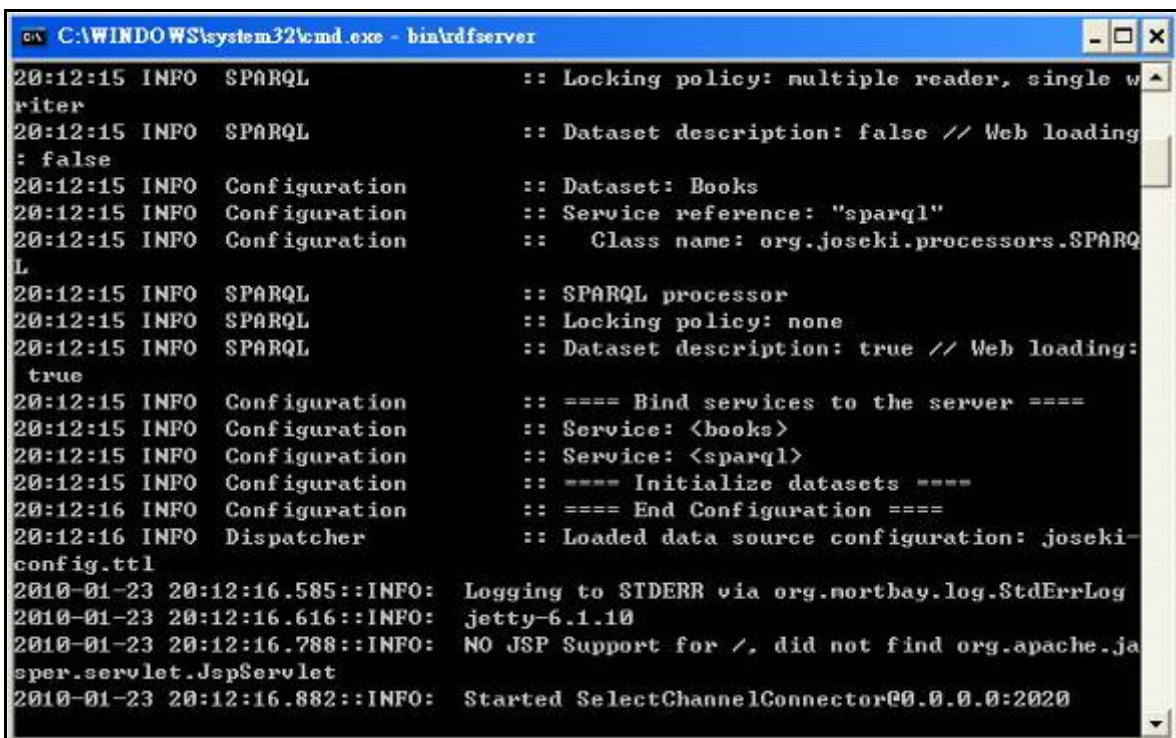


圖 4-11 Joseki 設定完成 Server 運作成功畫面

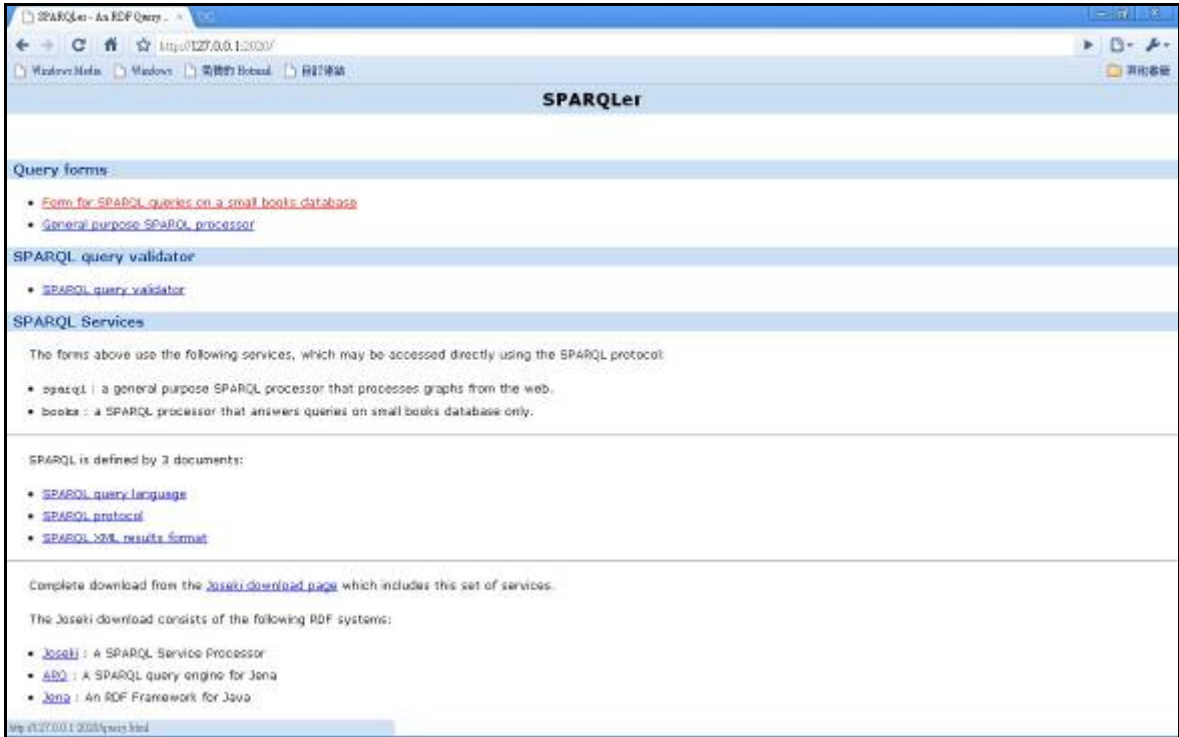


圖 4-12 以瀏覽器檢視 Server 運作成功畫面

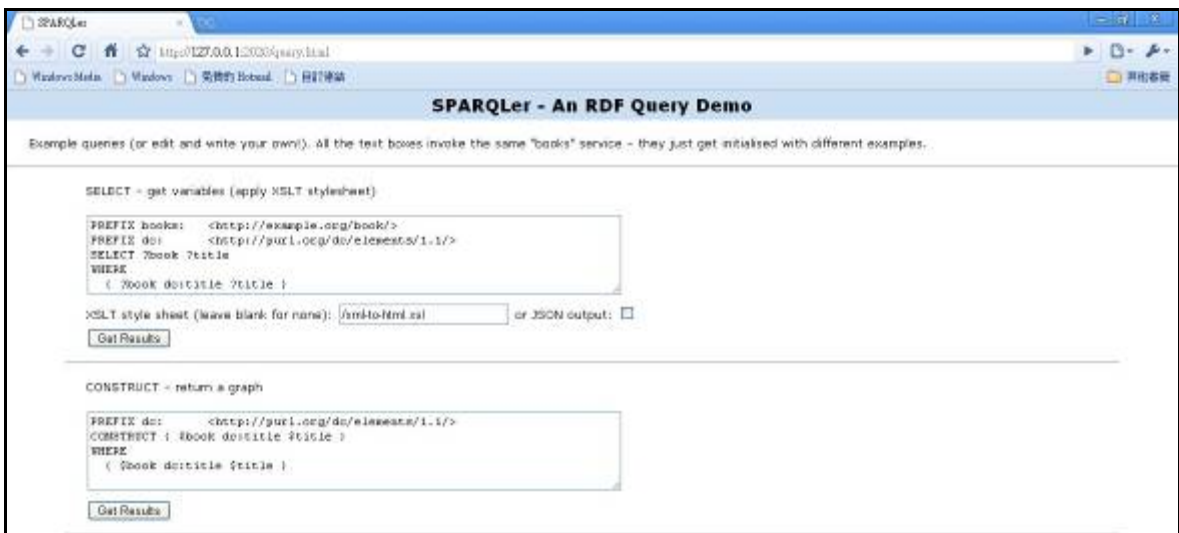


圖 4-13 SPARQL 查詢介面



我們將前一節建置完成之國小植物教學知識本體輸出至伺服器，以供系統查詢服務使用，其步驟如下：

1. 為配合 Joseki 預設環境，故將知識本體以 N3 格式匯出（如圖 4-14）。
2. 將檔案輸出為 books.n3，選擇將檔案輸出至 c:\joseki\data 中（如圖 4-15）。
3. 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。每次修正知識本體且重新匯出 N3 檔至 Joseki 時，皆必須重複 Joseki 伺服器重新運作的動作，以使其重新載入更新過之 books.n3 檔，避免產生查詢錯誤或資料過時的情形發生。

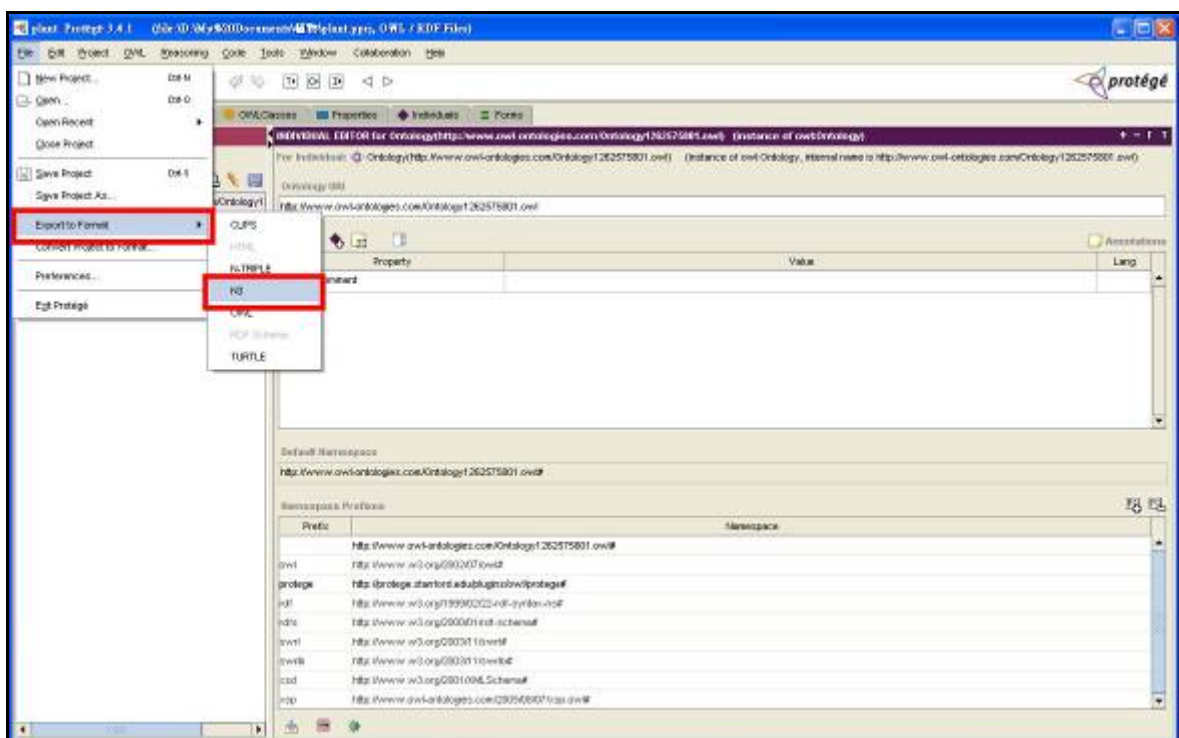


圖 4-14 使用 Protégé 3.4.1 匯出 N3 檔案

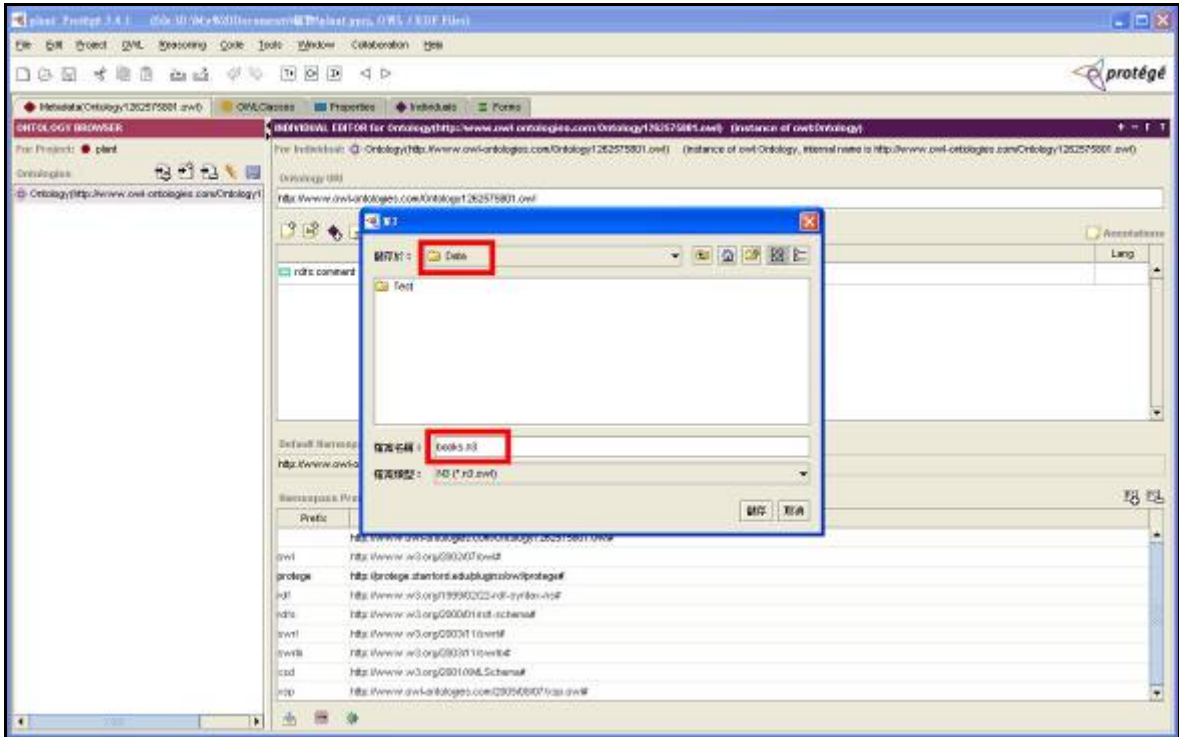


圖 4-15 將匯出之 N3 檔案儲存至 c:\joseki\data 目錄

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，將系統中已建置的教學重點之植物名稱全部列出，以確認 Protégé 所建置的植物資訊及其屬性關係是否正確，輸出的植物知識本體 N3 檔在系統中是否運作正常。

我們在查詢介面中輸入查詢所有教學重點之所有植物名稱指令（如圖 4-16 所示），查詢所得結果如圖 4-17 所示。

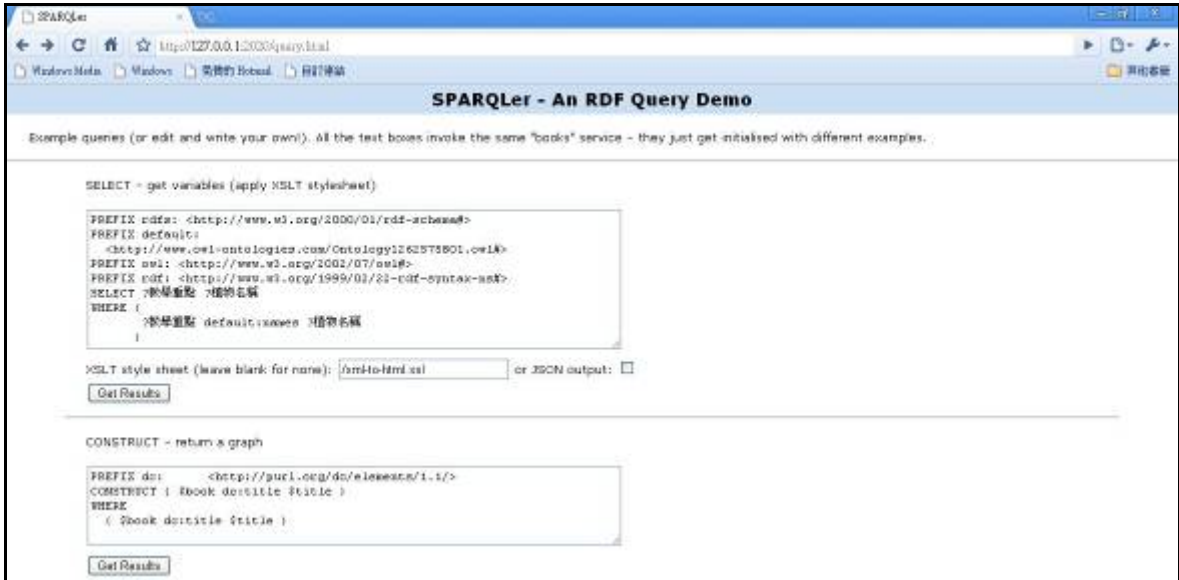


圖 4-16 SPARQL 簡單查詢頁面

教學重點	植物名稱
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#種子>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#茶及>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥木>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#種子>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#香石櫛>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#臺灣萍蓬草>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#莖>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#綠瓜>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的繁殖>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#紅圓菜>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#韭菜>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#椒眼>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#石蓮>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#花>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#紫荊>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#番茄>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#莖>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#羊蹄甲>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#花>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#酸鹹菊>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#美人蕉>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#花>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#種子>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的繁殖>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#木棉>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的繁殖>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#木瓜>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#莖>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#檳子>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#莖>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#草蓆>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#莖>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藤>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#香薷>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#種子>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#豌豆>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#月桃>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#葫蘆草>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#花>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#牡丹花>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#棋盤脚>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#椰子>

圖 4-17 SPARQL 簡單查詢結果



#### 第四節 建置使用者查詢介面

如前節所述，Joseki 所提供之 SPARQL 查詢介面，必須瞭解其查詢語法才能正常進行查詢動作，這對於一般使用者而言是一個巨大的障礙。因此，本系統將開發使用者較常接觸的網頁表單，以提供較具便利性的操作介面。

本文使用 Microsoft Visual Web Developer 2008 Express Edition (VWD2008) 來進行使用者查詢介面之建置與開發。使用 VWD2008 建置使用者查詢介面時的操作畫面及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「查詢所有植物名稱」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、依教學重點查詢植物名稱、依植物名稱查詢關聯年級等功能。

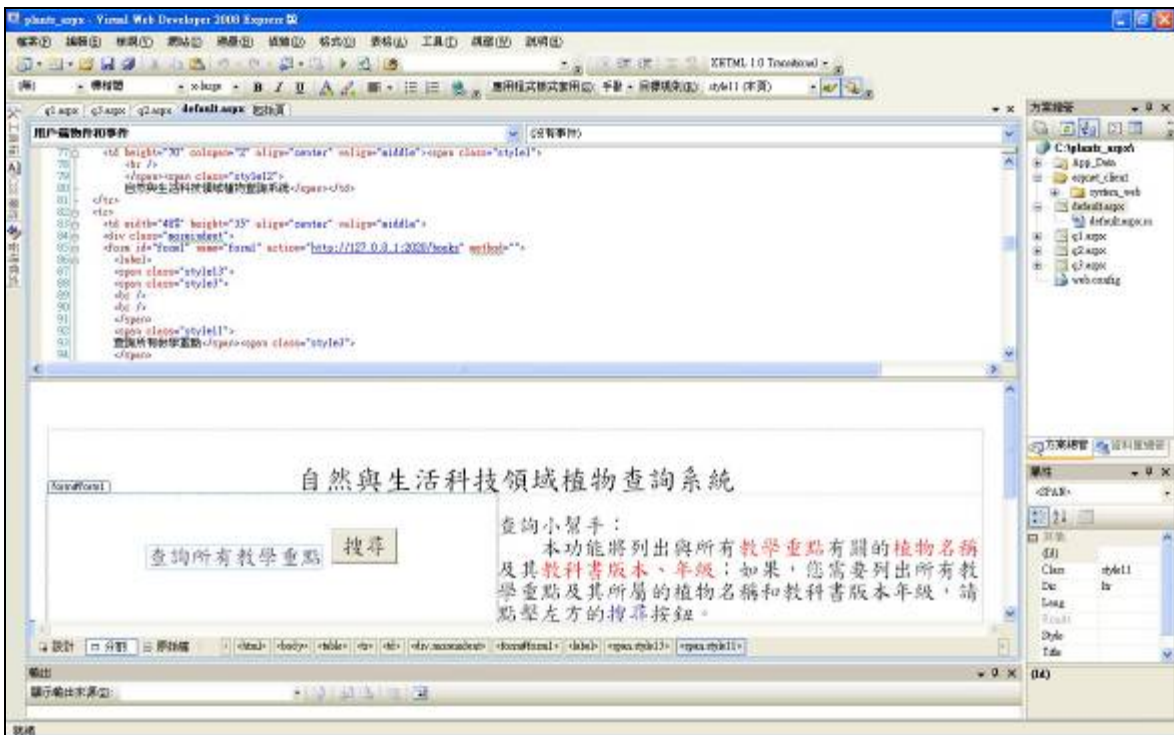


圖 4-18 以 VWD2008 建置使用者查詢介面

## 壹、查詢所有教學重點、植物名稱

本系統的查詢介面首頁提供兩種查詢功能，以教學重點和植物名稱分別將系統內所有對應的植物名稱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（如圖 4-19），可以點選「查詢所有教學重點」或「查詢所有植物名稱」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，無須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：

- 1、2、3 為名稱空間，亦即定義使用到的前置詞（PREFIX）。
- 4 為 WHERE{} 查詢中的「教學重點」、「植物名稱」與「關聯年級」即表列出教學重點及相應之植物名稱與關聯年級。
- 5、8 分別為 WHERE{} 查詢的開始與結束。
- 6 為取出教學重點與植物名稱，關聯屬性為 default：names。
- 7 為取出植物名稱與關聯年級，關聯屬性為 default：grades。
- 9 為顯示資料時依教學重點以升冪方式排序。

自然與生活科技領域植物查詢系統	
查詢所有教學重點 <input type="button" value="搜尋"/>	<small>小幫手： 本查詢功能將列出所有教學重點下的所有植物名稱，包含教科書版本和使用年級也會列出；如果您需要一次查詢所有教學重點及其所屬的植物名稱，請按下左方的搜尋按鈕。</small>
查詢所有植物名稱 <input type="button" value="搜尋"/>	<small>小幫手： 本查詢功能將列出所有植物名稱及其所屬的教科書版本和使用年級；如果您需要一次查詢所有植物名稱及其所屬的教科書版本、年級，請按下左方的搜尋按鈕。</small>
<input type="radio"/> 依教科書版本查詢教學重點 <input type="radio"/> 依教學重點查詢植物名稱 <input type="radio"/> 依植物名稱查詢版本年級	

圖 4-19 建置完成之網頁查詢表單介面

表 4-3 系統中 SPARQL 查詢指令-查詢所有教學重點

序號	內容
1	PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
2	PREFIX default: <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#>
3	PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
4	SELECT ?教學重點 ?植物名稱 ?關聯年級
5	WHERE {
6	?教學重點 default : names ?植物名稱 .
7	?植物名稱 default : grades ?關聯年級
8	}
9	ORDER BY ASC (?教學重點)

將表 4-3 當中的 4、6 分別置換如表 4-4 後，即為點選「查詢所有植物名稱」之查詢語法，我們說明如下：

- 1、2、3 為名稱空間，亦即定義使用到的前置詞(PREFIX)。
- 4 為 WHERE{}查詢中的「植物名稱」、「關聯年級」，即表列出植物名稱及其關聯年級。
- 5、7 分別為 WHERE{}查詢的開始與結束。
- 6 為取出所有植物名稱及關聯年級，關聯屬性為 default : grades。
- 8 為顯示資料時依植物名稱以升冪方式排序。

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 4-20、圖 4-21 所顯示的結果。

表 4-4 系統中 SPARQL 查詢指令-查詢所有植物名稱

序號	內容
1	PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
2	PREFIX default: <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#>
3	PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
4	SELECT ?植物名稱 ?關聯年級
5	WHERE {
6	?植物名稱 default : grades ?關聯年級
7	}
8	ORDER BY ASC (?植物名稱)

SPARQLer Query Results		
教學重點	植物名稱	關聯年級
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#尖竹桃>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#牽牛花>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#牽牛花>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_五年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#牽牛花>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_五年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#紫茉莉>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#槭槭>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#聖誕紅>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#聖誕紅>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_五年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#紫葉木>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#蚊枝黃蝶>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#黃金葛>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#黃金葛>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_五年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#黃金葛>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_五年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#黃金葛>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_六年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#黃金葛>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_六年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#黑板樹>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#黑板樹>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_五年級>

圖 4-20 查詢所有教學重點之結果

SPARQLer Query Results	
植物名稱	關聯年級
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#九重葛>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#王業松>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#仙人掌>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#初一_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#仙人掌>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南瓜>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#初一_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南瓜>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南瓜>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_三年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#印度橡膠>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#印度橡膠>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#吊蘭>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#初一_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#吊蘭>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#四季秋海棠>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#四季豆>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_二年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#圓葉草>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#初一_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大波斯菊>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#初一_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大波斯菊>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大工仙丹花>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_二年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大王椰子樹>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_三年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花鳳仙草>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#初一_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花鳳仙草>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花鳳仙草>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_三年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花鳳仙草>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花鳳仙草>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_六年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#初一_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大葉草>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大頭菜>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#藥材_五年級>
<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#夾竹桃>	<http://www.owd-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#初一_三年級>

圖 4-21 查詢所有植物名稱之結果

## 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「查詢所有植物名稱」來顯示系統內已建置資料之外，尚有第二種查詢可依使用者於下拉式選單選擇之教科書版本，表列出所有已建置之教學重點與相應之植物名稱。操作畫面如圖 4-22 所示，而查詢結果如圖 4-23 所示，其 SPARQL 查詢語法以表 4-5 呈現其內容，我們說明如下：

- 1、2、3 為名稱空間，亦即定義使用到的前置詞（PREFIX）。
- 4 為 WHERE{} 查詢中的「教科書版本」、「教學重點」、「植物名稱」、「關聯年級」，即表列出教科書版本及相應之教學重點、植物名稱。

- 5、9 分別為 WHERE{} 查詢的開始與結束。
- 6 為過濾出某教科書版本的教學重點，其中 <%= TextBox1.Text %> 會隨使用者在下拉式選單中的選擇而更改。
- 7、8 為過濾出符合使用者由 6 選擇出之條件的教學重點及植物名稱，關聯屬性為 default : names。
- 10 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	內容
1	PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
2	PREFIX default: <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#>
3	PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
4	SELECT ?教學重點 ?植物名稱 ?關聯年級
5	WHERE {
6	?教學重點 a default:<%= TextBox1.Text %>.
7	?教學重點 default : names ?植物名稱 .
8	?植物名稱 default : grades ?關聯年級
9	}
10	ORDER BY ASC (?教學重點)





圖 4-22 依教科書版本查詢教學重點之查詢頁面

SPARQLer Query Results

教學重點	植物名稱	關聯年級
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#黑桫欏>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#四季豆>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花咸欖草>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#木棉>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#木瓜>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#桃子>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#棉花>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#水稻>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#番薯>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#葡萄>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#蘋果>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#西瓜>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#豌豆>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#馬蹄丹>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#根>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#墨仙花>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#根>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花咸欖草>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#根>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#小白菜>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#根>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#水稻>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>

圖 4-23 依教科書版本查詢教學重點之結果

### 參、依教學重點查詢植物名稱

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植物名稱，其操作畫面如圖 4-24 所示，而查詢結果如圖 4-25 所示。在表 4-6 的 SPARQL 查詢語法，我們說明如下：

- 1、2、3 為名稱空間，亦即定義使用到的前置詞（PREFIX）。
- 4 為 WHERE{}查詢中的「教學重點」、「植物名稱」、「關聯年級」，即表列出使用者選擇之教學重點及其對應之植物名稱。
- 5、9 分別為 WHERE{}查詢的開始與結束。
- 6、7、8 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植物名稱，關聯屬性為 default：names。
- 10 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-依教學重點查詢植物名稱

序號	內容
1	PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
2	PREFIX default: <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#>
3	PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
4	SELECT ?教學重點 ?植物名稱 ?關聯年級
5	WHERE {
6	?教學重點 default：names ?植物名稱 .
7	?植物名稱 default：grades ?關聯年級 .
8	FILTER REGEX (str(?教學重點),"<%= TextBox1.Text %>")
9	}
10	ORDER BY ASC (?教學重點)





圖 4-24 查詢教學重點之關聯植物

教學重點	植物名稱	關聯年級
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南瓜>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_五年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南瓜>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#廣軒_五年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南瓜>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#四季豆>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#圓葉草>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_五年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花威靈草>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_五年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花威靈草>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#廣軒_五年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花威靈草>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_五年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花威靈草>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_六年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大蒜>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_五年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#小白菜>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#小白菜>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#布袋蓮>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#南一_五年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#布袋蓮>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#廣軒_四年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#葛苳>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#廣軒_四年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#水生空心菜>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#廣軒_四年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#植物的生長環境>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#水芋>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#廣軒_四年級>

圖 4-25 查詢教學重點之關聯植物結果

#### 肆、依植物名稱查詢關聯年級

本系統的第四種查詢方式是由選擇下拉式選單中之各植物名稱查詢

表列出符合之關聯年級，其操作畫面如圖 4-26 所示，查詢結果如圖 4-27 所示。在表 4-7 的 SPARQL 查詢語法，其語法功能說明如下：

- 1、2、3 為名稱空間，亦即定義使用到的前置詞（PREFIX）。
- 4 為 WHERE{} 查詢中的「教學重點」、「植物名稱」、「關聯年級」，即表列出使用者選擇之教學重點、植物名稱及其對應之關聯年級。
- 5、9 分別為 WHERE{} 查詢的開始與結束。
- 6、7、8 為過濾出符合使用者由下拉式選單選擇之條件的植物名稱及關聯年級，關聯屬性為 default : grades。
- 10 為顯示資料時依植物名稱以升冪方式排序。

**表 4-7 系統中 SPARQL 查詢指令-依植物名稱查詢關聯年級**

序號	內容
1	PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
2	PREFIX default: <http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#>
3	PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
4	SELECT ?教學重點 ?植物名稱 ?關聯年級
5	WHERE {
6	?教學重點 default : names ?植物名稱 .
7	?植物名稱 default : grades ?關聯年級 .
8	FILTER REGEX (str(?植物名稱),"<%= TextBox1.Text %>")
9	}
10	ORDER BY ASC (?植物名稱)



本系統在使用者進行各項查詢作業時，為了讓使用者能在各種查詢方式間簡易切換，網頁表單介面下方設置各查詢介面之點選切換功能，以提供更友善的使用者操作介面。

## 第五節 系統應用實例

不同角色的使用者如何進行實際的語意查詢，我們列舉下列三種案例來說明。

### 壹、案例一：由特定教科書版本進行查詢

使用者為授課教師，他已確知將要使用的教科書版本及學生過去所使用的版本，在備課時可運用前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、植物實例的分析。

進入本系統後，可以點選「依教科書版本查詢教學重點」，並選擇「翰林版」開始查詢，其查詢操作畫面及結果分別如圖 4-28 及圖 4-29 所示。語意查詢結果列出「國小植物教學翰林版」教科書中使用植物實例所屬的教學重點，使用者可再以他種版本教科書查詢，得到的結果可以之參照比對。如此，老師在備課時即已知學生之過去所學與未來將學的植物實例為何，以之作為教學藍圖的重要資訊將無往而不利。

圖 4-28 案例一之使用者操作介面

SPARQLer Query Results		
教學重點	植物名稱	關聯年級
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#有毒植物>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#黑板樹>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#四季豆>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花咸豐草>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#木棉>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#木瓜>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#桃子>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#棉花>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#水稻>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#番薯>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#葡萄>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#蘋果>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#西瓜>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#豌豆>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#馬櫻丹>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#果實>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#鳳仙花>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#根>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#大花咸豐草>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#根>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#小白菜>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>
<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#根>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#水稻>	<http://www.owl-ontologies.com/Ontology1262575801.owl#翰林_三年級>

圖 4-29 案例一之查詢結果

## 貳、案例二：由特定教學重點進行查詢

使用者為一位學生家長，欲為其就讀於國小之子女在「植物構造相關特徵—種子」方面查詢其他版本或年級使用的植物資料，並作為課外補充之用。

進入本系統後，可以點選「依教學重點查詢植物名稱」，並選擇「種子」開始查詢，其查詢操作畫面及結果分別如圖 4-30 及圖 4-31 所示。





### 參、案例三：由特定植物進行查詢

使用者以「康軒版五年級」進行「植物構造相關特徵—種子」的教學，其教材中提及植物實例—木瓜，該班學生於三年級與四年級時使用之版本為「南一版」，使用者試圖瞭解該班學生過去學習歷程中是否在課程中論及植物實例「木瓜」。

進入本系統後，可以點選「依植物名稱查詢版本年級」，並選擇「木瓜」開始查詢，其查詢操作畫面及結果分別如圖 4-32 及圖 4-33 所示。查詢結果證實：「南一版三年級」已使用過相同植物實例。



圖 4-32 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

查詢系統最終目的在滿足使用者解決疑難所需資訊，當使用者面對一個新系統時，一定會聚焦於操作介面的便利性與搜尋結果的實用性。本文利用知識本體的概念與語意網相關技術，將其應用於國小植物教學實例的查詢參考之上。

實作資料主要是利用各教科書出版商所編輯並送審通過的教學指引、課本和習作中的植物實例，由上述來源中取出的資料整理出類別的階層關係與實例，再利用知識本體的建置軟體將抽象概念以實例詮釋其具體意涵，並透過各項關係屬性的定義與連結，將每個實例與需要被描述的資源具體而充分的描述。

使用語意查詢系統實作的方式可以驗證本系統的可行性。我們將前述已建置的知識本體搭配相關軟體套件之設計與開發，成功建置了國小植物教學語意查詢系統。該系統可以提供給學校教師在備課資料編寫時的參考，並輕易取得植物相關的參考資源，節省備課時間以減低教師工作負擔，發揮資訊系統應有的效能。

經由本文對各版本教科書的植物實例彙整，各出版商編輯部除了可以透過網路化的查詢系統互相比較教材中使用的實例是否搭配合宜，亦可以作為未來發展教材的參考，以達到資訊資源共享的效用。

## 第二節 未來展望

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。在未來，若是能夠擴大建置如生活領域、自然與生活科技領域七年級至九年級、生活中常見植物或校園植物等範圍之植物實例作為系統參考內容，或更擴大至各領域所有相關內容，將可使本系統之效用持續增長。但若按照本文前章節中所分析及實作之方法擴充系統知識本體，將面臨知識量暴增後無力建置之窘境。因此，本文提出未來研究與發展的方向如下：

- **查詢結果連結 (Link Within Results)**：使用者在獲得查詢結果後，若欲繼續查詢植物特徵，則可在系統中建置植物特徵之相關網站連結，讓使用者直接點選查詢結果之「植物名稱」後直接取得相關資訊。
- **軟體代理人 (Software Agents)**：這將是語意網的真正威力所在，若能建置自動化的軟體代理人程式，則由它自動蒐集且依規則持續擴充知識本體內容。
- **分散式計算 (Distributed Computing)**：每一台伺服器都有超載的可能，若利用如雲端計算 (Cloud Computing) 之分散式計算系統，將可有效降低伺服器負載。
- **異地備援及復原 (Remote Backup & Recovery)**：在資訊量暴增後，為防止災難的發生危及應用系統和資料，應研究即時性多點式異地備援機制，以減少應用系統與資料毀損的可能性。

# 參 考 文 獻

## 一、中文部份

1. 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。
2. 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。
3. 阮明淑、溫茂達，“Ontology 應用於知識組織之初探”，佛教圖書館館訊 32 期，2002，PP.6-17。
4. 王文君，“初探 Ontology”，國立台灣大學建築與城鄉研究所課程資料，2004。
5. 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。
6. 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](http://dic.nict.gov.tw/~textbook/dic_idx.php), 2009。
7. 林建良，“以知識本體提供代理人建構共通之協商環境—以生產排程協商為例”，中原大學資訊管理學系碩士論文，2005。
8. 胡慕情，“為親子減壓 北市堅持一綱一本”，台灣立報，2007。
9. 游卓凡，“以語意化同儕網路建立產業知識管理系統”，大同大學資訊工程研究所碩士論文，2007。
10. 黃居仁，“語意網、辭網與知識本體：淺談未來網路上的知識運籌”，佛教圖書館館訊 33 期，2003，PP.6-21。
11. 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。
12. 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](http://teach.eje.edu.tw/9CC/index_new.php)，2003。
13. 張穩伶，許春峰，“敘事學習法在國小三年級「植物的身體與生長」單元之教學研究”，中華民國第 22 屆科學教育學術研討會，2006。
14. 黃光雄，“國民中學「一綱多本」教科書政策實施之研究”，中華民國教材

研究發展學會，2007。

15. 教育部，“一綱多本緣自避免意識形態 灌輸廢除「一綱多本」恐將利弊互現 教育部已著手教科書政策檢討評估”，教育部國民教育司  
[http://www.edu.tw/news.aspx?news\\_sn=115&pages=168](http://www.edu.tw/news.aspx?news_sn=115&pages=168)，2006。
16. 蘇進棻，“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。

## 二、西文部份

1. Berners-Lee, T., “Notation 3 – An Readable Language for Data on The Web”, <http://www.w3.org/DesignIssues/Notation3.html>, 2006.
2. Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O., “ The Semantic Web”, Scientific American, May 2001.
3. Bunge, M., “Treatise on Basic Philosophy: Vol.3: Ontology I: The Furniture of the World”, Boston, 1970.
4. Deborah, L. and Frank, V. H., “OWL Web Ontology Language Overview”, W3C Recommendation, 2004.
5. Eric, M., “Weaving Meaning : An Overview of The Semantic Web”, <http://www.w3.org/2004/Talks/0120-semweb-umich>, 2004.
6. Eric, P. et al., “SPARQL Query Language for RDF”, W3C Recommendation, 2008.
7. Frank, M. and Eric, M., “RDF Primer”, W3C Recommendation, 2004.
8. Grigoris, A. and Frank V. H., “A Semantic Web Primer”, Massachusetts Institute of Technology, 2004.
9. Gruber, T., “Ontolingua: A translation approach to portable ontology specifications”, Knowledge Acquisition, 5(2), pp.199-200,1993.
10. Guarino, N, “Formal Ontology and Information Systems”, Formal Ontology in Information Systems, 1998.
11. Neches, R., Fike, R., Finin, T., Gruber, T., Patil, R., Senator, T., Swartout, W.R., Enabling technology for knowledge sharing, AI Magazine, 12(3), pp.36-56, 1991.
12. NETCRAFT, “December 2009 Web Server Survey”, <http://news.netcraft.com/archives/2009/12/index.html>, December 2009.
13. Noy, N. F. and McGuinness, D. L., “Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology”, Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, 2001.
14. Swartout, B.R., Patil, K., Knight, T.R., Toward distributed used of large-scale ontologies, Ontological engineering, AAAI-97 Spring symposium series, pp.138-148, 1997.
15. Uschold, M., Gruninger, M., Ontologies: principles, methods and applications, The knowledge engineering review, 11(2), 1996.

16. Wand, Yair and Weber, Ron, "An Ontological Model of an Information System", Software Engineering, IEEE Transactions on, Vol. 16 Issue. 11, pp. 1282-1292, 1990.