

國立中央大學  
網路學習科技研究所  
碩士論文

「網路科展探究系統」  
之開發與評估：  
以國小教師為例

The Development and Evaluation of  
Online Science Fair Inquiry System

研究生：鍾一華

指導教授：吳穎洵

中華民國 一〇一 年 六 月

# 摘要

隨著科學知識觀的移轉，探究 (inquiry) 已成為現代科學教育的重要核心。探究學習活動會隨著學習內容的資訊量以及認知開放程度有所不同，最終目標希望學習者有能力進行「開放式探究」(Open inquiry)。科學展覽 (Science Fair) 是探究學習活動中最常見的開放式探究活動，因為透過探究實踐過程能幫助學習者建構科學知識以及培養科學素養。然而，科展活動在台灣的教育現場面臨許多困難與挑戰，沒有經驗的教師無法有效引導學生進行探究活動，而且專業知能不足的教師無法建立學生對於科學展覽的概念。先前許多研究利用資訊科技發展探究學習系統輔助教學與學習，卻甚少研究是針對國小科學展覽開發學習系統，因此本研究發展一個「網路科展探究系統」(Online Science Fair Inquiry System, OSFIS) 輔助科展教師進行教學活動，包含探究學習歷程架構和後設認知與互動溝通鷹架功能。為了評估 OSFIS 是否能符合科展教師的需求，本研究採用便利取樣方法，針對 52 名國小科展教師進行訪談與問卷調查，並蒐集受訪教師的背景變項以及系統操作回饋。研究結果發現受訪教師對於 OSFIS 所提供探究學習歷程架構與鷹架功能在知覺有用性、知覺易用性和使用意願皆給予正面回饋，認為 OSFIS 有助於科展教師與學生瞭解科展歷程以及突破教學時間不足的限制，並且能夠紀錄科展指導歷程，也彌補了新手教師的專業知能不足之處。分析結果也指出科展專業知能、環境的限制因素以及在網路教學環境中的信心程度有可能會影響科展教師對於 OSFIS 的感知。本研究進一步從訪談中獲得受訪教師對系統的改善建議，包含增加認知鷹架功能，加強互動與溝通鷹架功能，介面設計需貼近國小學生的理解程度。最後，本研究依據結果與討論提出教學實務、系統設計及未來研究之建議。

**關鍵字：**科學展覽、探究學習、探究教學、網路科展探究系統、科技接受度

# Abstract

As the shifting of epistemological views of science, inquiry has become the core of contemporary science education. The inquiry learning activity may have different levels according to science learning materials and the level of cognition. The aim of inquiry learning is to cultivate learners with open inquiry. Science fair is one of the most common open inquiry activities which can facilitate learners to construct their science knowledge and develop science literacy. However, there are a great deal of difficulties and challenges in Taiwan's education fair. For example, novice teachers may neither effectively guide learners to conduct science fair inquiry activities nor facilitate learners to construct related knowledge. Although previous studies indicate the benefits of information technologies on inquiry learning and teaching, little research has been addressed on science fair inquiry in elementary school. The purpose of this study is therefore to develop the "online science fair inquiry system" (OSFIS) to assist teachers in science fair inquiry teaching. The participants of the study were 52 elementary school teachers who were asked to fill out a questionnaire and interviewed which elicited information concerning their background variables and attitude toward OSFIS. Results showed that participants have positive perceptions toward the OSFIS, including perceived usefulness, perceived ease of use, and intention to use. Moreover, OSFIS may facilitate both teachers and students to understand the process of science fair activity, solve the limitation of activities times, record the portfolio during inquiry activities, and complement teachers' professional knowledge. Results also indicated that participants' perception toward OSFIS may be influenced by environmental limitation, and their professional knowledge of science fair and confidence. Finally, some suggestions and implications for teachers to conduct open inquiry activities, system design, and future work were proposed.

**Keywords:** Science Fair, Inquiry Learning, Inquiry Teaching, Online Science Fair Inquiry System, Technology Acceptance Model

# 目錄

摘要 .....	I
ABSTRACT .....	II
目錄 .....	III
表目錄 .....	VI
圖目錄 .....	VIII
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 研究問題 .....	3
第四節 名詞釋義 .....	5
第五節 研究限制 .....	6
第二章 文獻探討 .....	7
第一節 探究學習與科學展覽 .....	7
壹、 「探究」在科學教育中的重要性 .....	7
貳、 「探究學習」的歷程與開放程度 .....	9
參、 「科學展覽」活動在探究學習中扮演的角色 .....	11
肆、 探究與科展教學的困境 .....	12
第二節 資訊科技輔助探究教學 .....	14
壹、 科技增進探究工具與學習管理系統 .....	14
貳、 網路鷹架工具與探究學習 .....	15
參、 網路輔助科展活動 .....	16
第三節 綜合探討 .....	17
第三章 系統設計與實作 .....	18
第一節 系統開發方式 .....	18
壹、 系統開發人員架構 .....	18
貳、 系統開發流程 .....	19
第二節 系統設計理念 .....	20
壹、 系統流程設計理念 .....	20
貳、 探究任務設計理念 .....	20
參、 系統鷹架功能設計理念 .....	25
第三節 系統架構設計 .....	27
壹、 系統架構圖 .....	27

貳、	系統模組與功能 .....	27
第四節	系統介面與角色功能 .....	29
壹、	系統介面設計 .....	29
貳、	使用者與系統鷹架功能對應 .....	32
一、	學生版鷹架功能設計 .....	32
二、	教師版鷹架功能設計 .....	33
三、	科展探究歷程與鷹架功能對照表 .....	34
第五節	實體架構設計 .....	35
壹、	資料庫結構 .....	35
貳、	系統開發環境 .....	35
第四章	研究方法 .....	36
第一節	研究對象 .....	36
第二節	研究設計 .....	44
第三節	研究流程 .....	44
第四節	研究工具 .....	45
壹、	量化研究工具 .....	45
貳、	質化研究工具 .....	48
第五節	訪談流程 .....	50
第六節	資料處理與分析 .....	51
第五章	結果與討論 .....	53
第一節	國小教師對於 OSFIS 之知覺有用性 .....	53
壹、	整體知覺有用性 .....	53
貳、	探究學習歷程架構知覺有用性 .....	54
參、	鷹架功能知覺有用性 .....	55
肆、	小結 .....	59
第二節	國小教師對於 OSFIS 之知覺易用性 .....	60
壹、	整體知覺易用性 .....	60
貳、	探究學習歷程架構知覺易用性 .....	60
參、	鷹架功能知覺易用性 .....	61
肆、	小結 .....	63
第三節	國小教師對於 OSFIS 之使用意願 .....	64
壹、	系統整體使用意願 .....	64
貳、	影響教師使用意願之原因探討 .....	64
參、	小結 .....	66
第四節	不同背景變項的國小教師對於 OSFIS 的感知差異 .....	67
一、	不同性別之國小教師對於 OSFIS 的感知差異 .....	67

二、 不同自然科教學年資之國小教師對於 OSFIS 的感知差異 .....	67
三、 不同專業背景之國小教師對於 OSFIS 的感知差異 .....	68
四、 不同科展指導經驗之國小教師對於 OSFIS 的感知差異 .....	69
五、 不同科展指導表現（得獎經驗）之國小教師對於 OSFIS 的感知差異 .....	69
六、 不同網路使用頻率之國小教師對於 OSFIS 的感知差異 .....	70
七、 對於使用網路教學，具備不同自信程度之國小教師對於 OSFIS 的感知差異 .....	71
八、 對於學生運用網路學習，具備不同信心程度之國小教師對於 OSFIS 的感知差異 .....	72
九、 不同網路教學經驗之國小教師對於 OSFIS 的感知差異 .....	73
十、 網路教學情境中對自身具不同自信程度，以及對學生學習表現具不同信心程度之國小教師對於 OSFIS 的感知差異 .....	73
十一、 小結 .....	75
第五節 國小教師對於 OSFIS 之系統改進建議 .....	76
壹、 教師功能及介面改進建議 .....	76
貳、 學生功能及介面改進建議 .....	77
參、 小結 .....	78
第六章 結論與建議 .....	79
第一節 結論 .....	79
壹、 整體受訪教師對於 OSFIS 之知覺有用性與知覺易用性 .....	79
貳、 分群受訪教師對於 OSFIS 之知覺有用性與知覺易用性 .....	80
參、 受訪教師對於 OSFIS 之使用意願與影響原因 .....	80
第二節 建議 .....	81
壹、 教學實務建議 .....	81
貳、 系統設計與改良建議 .....	81
參、 未來研究建議 .....	82
參考文獻 .....	83
附錄 .....	87
附錄一、教師背景問卷 .....	87
附錄二、教師對於「網路科展探究系統」之科技接受度問卷 .....	89
附錄三、「網路科展探究系統」探究架構之知覺有用性問卷 .....	90
附錄四、「網路科展探究系統」鷹架功能之知覺有用性問卷 .....	91

# 表目錄

表 1、探究架構及階段學習子任務內容彙整表 .....	21
表 2、系統模組與功能說明（接續下頁） .....	27
表 3、學生版鷹架功能設計 .....	32
表 4、教師版鷹架功能設計 .....	33
表 5、模組功能與使用者角色對照表 .....	34
表 6、軟體使用名稱列表 .....	35
表 7、教師基本資訊 .....	37
表 8、教師平均教學年資 .....	37
表 9、教師之學歷背景分佈 .....	38
表 10、教師之科展指導經驗 .....	39
表 11、指導科展最佳成績一覽表 .....	40
表 12、受訪教師指導科展時曾遭遇之困難彙整表 .....	41
表 13、教師對於自身運用網路教學工具與學生使用網路學習之信心程度 .....	43
表 14、教師對於「網路科展探究系統」之科技接受度量表信度分析 .....	46
表 15、教師對於「網路科展探究系統」探究歷程架構之知覺有用性量表信度分析 ....	46
表 16、教師對於「網路科展探系統」鷹架功能之知覺有用性量表 信度分析 .....	47
表 17、國小教師對於 OSFIS 的知覺有用性描述性統計摘要表 .....	53
表 18、探究架構知覺有用性問卷之描述性統計摘要表 .....	54
表 19、探究架構知覺有用性之學生角度子問卷的描述性統計摘要表 .....	54
表 20、探究架構知覺有用性之教師角度子問卷的描述性統計摘要表 .....	55
表 21、鷹架功能知覺有用性問卷之描述性統計摘要表 .....	55
表 22、「任務理解與制定計畫」鷹架功能子向度之描述性統計摘要表 .....	56
表 23、「監控與調整」鷹架功能子向度之描述性統計摘要表 .....	57
表 24、「反思」鷹架功能子向度之描述性統計摘要表 .....	57

表 25、「互動與溝通」鷹架功能子向度之描述性統計摘要表 .....	59
表 26、國小教師對於 OSFIS 的知覺易用性之描述性統計摘要表 .....	60
表 27、國小教師對於 OSFIS 之使用意願描述性統計摘要表 .....	64
表 28、影響受訪教師對 OSFIS 的使用意願之原因類別與項目 .....	66
表 29、不同性別的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表 .....	67
表 30、不同自然科教學年資的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表 .....	68
表 31、不同專業背景的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表 .....	68
表 32、不同科展指導經驗的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表 .....	69
表 33、不同科展指導表現的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表 .....	70
表 34、不同網路使用頻率的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表 .....	71
表 35、網路教學環境中具備不同自信程度的教師之獨立樣本 t 檢定摘要表 .....	71
表 36、對於學生在網路學習環境中之表現具備不同信心之受訪教師的獨立樣本 t 檢定摘要表 .....	72
表 37、不同網路教學經驗的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表 .....	73
表 38、具備不同自信及信心程度之受訪教師的單因子變異數分析摘要表 .....	74



# 圖目錄

圖 1、系統開發人員架構 .....	18
圖 2、「網路科展探究系統」開發流程圖 .....	19
圖 3、系統流程設計 .....	20
圖 4、階段 1.1 決定研究主題 .....	22
圖 5、階段 1.2 決定研究題目 .....	22
圖 6、階段 2.1 提出研究問題 .....	22
圖 7、階段 2.2 訂定研究構想表 .....	22
圖 8、階段 2.3 設計紀錄表格 .....	23
圖 9、階段 2.4 嘗試性研究 .....	23
圖 10、階段 3.1 進行實驗並完成實驗紀錄 .....	23
圖 11、階段 4.1 討論研究結果 .....	23
圖 12、階段 4.2 產生結論 .....	23
圖 13、階段 5.1 統整作品說明書 .....	24
圖 14、階段 5.2 製作作品海報 .....	24
圖 15、階段 5.3 錄製報告影片 .....	24
圖 16、階段 5.4 討論與省思 .....	24
圖 17、網路科展探究系統之系統架構 .....	27
圖 18、學生版介面 .....	29
圖 19、學生之網站地圖 .....	30
圖 20、教師版介面 .....	30
圖 21、教師版網站地圖 .....	31
圖 22、平均每週上網時間分佈人數與比例圖 .....	42
圖 23、教師上網用途平均比例分佈圖 .....	42
圖 24、教師運用網路教學工具相關經驗之人數分佈圖 .....	43

圖 25、研究流程圖 .....	45
圖 26、訪談流程圖 .....	50

# 第一章 緒論

本章分為研究背景、研究動機與目的、研究問題、名詞釋義、研究限制等五節。

## 第一節 研究背景

「探究」是科學教育的重要核心 (NRC, 1996)，在我國中小學自然與生活科技領域也強調科學應以探究和實作的方式學習 (國民中小學九年一貫課程綱要, 2008)。探究學習在科學教育領域當中，逐漸被許多研究者重視。儘管如此，許多國家以及台灣之科學評量依然強調語文與邏輯思考能力，而非科學探究過程能力的表現 (Abd-El-Khalick et al., 2004)。

在探究學習當中，科學展覽 (Science Fair) 活動為中小學中常見的探究學習活動之一；科學展覽的相關議題也受到許多科學教學者及研究者的關注 (Bencze & Bowen, 2009; Gomez, 2007)。透過科學展覽活動 (以下簡稱科展)，可以幫助學習者更深入地建構科學知識與概念理解、理解科學本質、培養運用科學過程技能的能力、以及增進科學態度 (黃鴻博、郭重吉, 1999; Abd-El-Khalick et al., 2004)，由此可知科展活動對於科學教育中的核心目標—培養學生探究能力，有其存在之重要性以及影響力。

具許多相關研究指出，國小教師指導科展專題時面臨了許多困難與挑戰，例如自身專業知能、時間與資源不足 (黃鴻博 & 郭重吉, 1999)、無法有效引導學習者進行探究 (Justi & Gilbert, 2002)、本身沒有探究學習的經驗 (Windschitl, 2004)等；對於國小教師來說，要指導出品質良好的科展作品更是不容易。因此，如何協助國小教師指導學生進行科展專題，成為相關研究者重要的研究問題。

近年來，資訊科技被大量用來作為輔助教學或學習使用，例如有一些研究者發展網路學習系統或平台來支援探究活動，包含科學課程的學習平台，例如 SCI-WISE (White & Frederiksen, 1999; White & Frederiksen, 2000)、WISE (J. S. Krajcik & Sutherland, 2009) 等；網路探究軟體工具，例如 Symphony、The Digital Ideakeeper 等 (Quintana et al., 2004)，在在顯示了資訊科技對於輔助探究教學與學習的有用性。

## 第二節 研究動機與目的

有鑑於國小教師指導科展時所面臨之困難與挑戰，資訊科技可能為輔助教學與學習的有利工具之一。然而，目前所見之網路探究系統與軟體工具甚少是針對「科展探究」而開發，也沒有融入完整之探究教學架構。進一步來說，對於缺乏科展指導相關知能的新手教師而言，非常需要有效的工具來輔助其指導科展，故發展一套輔助科展教師進行教學活動的網路系統有其必要性，此為本研究之研究動機之一。而在與探究學習相關的網路系統中，多數針對中學學生所設計，可見國小學生在探究學習的過程中，特別缺乏有效的協助，因此如何用資訊科技協助國小教師與學生做科展，是值得探討的議題，此為本研究之研究動機之二。

基於上述兩個研究動機，本研究之研究目的區分為以下二點：

### （一）開發「網路科展探究系統」

為了達到此目的，首先本研究根據國外科學教育相關理論，並根據國小科展專家教師實施網路輔助探究教學的經驗參考，提供科展探究教學所需的鷹架來輔助國小科展教師指導學生進行科展探究活動。

### （二）評估「網路科展探究系統」

為了瞭解國小教師對於系統之意見回饋，本研究請國小教師在使用系統之後，給予知覺有用性、知覺易用性、使用意願之評估，並深入瞭解國小教師對於系統知意見回饋

### 第三節 研究問題

本研究之研究目的有二，其一為開發「網路科展探究系統」，其二為評估「網路科展探究系統」；根據第二個研究目的—系統評估，研究問題茲分述如下：

#### 一、國小教師對於「網路科展探究系統」的知覺有用性為何？

1. 教師對於 OSFIS 之整體的知覺有用性為何？
2. 教師對於 OSFIS 所提供之探究學習歷程架構的知覺有用性為何？
3. 教師對於 OSFIS 所提供之鷹架功能的知覺有用性為何？

#### 二、國小教師對於「網路科展探究系統」的知覺易用性為何？

1. 教師對於 OSFIS 之整體的知覺易用性為何？
2. 教師對於 OSFIS 所提供之探究學習歷程架構的知覺易用性為何？
3. 教師對於 OSFIS 所提供之鷹架功能的知覺易用性為何？

#### 三、國小教師對於「網路科展探究系統」的使用意願及可能的影響原因為何？

1. 教師對於 OSFIS 的整體使用意願為何？
2. 影響教師的使用意願可能的原因有哪些？

#### 四、不同背景變項的國小教師對於 OSFIS 的知覺有用性、知覺易用性、及使用意願是否有顯著差異？

1. 不同性別的教師對於 OSFIS 的知覺有用性、知覺易用性、及使用意願是否有顯著差異？
2. 不同的自然科教學年資的教師對於 OSFIS 的知覺有用性、知覺易用性、及使用意願是否有顯著差異？
3. 不同專業背景的教師對於 OSFIS 的知覺有用性、知覺易用性、及使用意願是否有顯著差異？

4. 不同科展教學經驗（指導次數）的教師對於 OSFIS 的知覺有用性、知覺易用性、及使用意願是否有顯著差異？
5. 不同的科展指導表現（科展得獎經驗）的教師對於 OSFIS 的知覺有用性、知覺易用性、及使用意願是否有顯著差異？
6. 不同的網路使用經驗的教師對於 OSFIS 的知覺有用性、知覺易用性、及使用意願是否有顯著差異？
7. 對於運用網路輔助教學，具有不同自信程度的教師對於 OSFIS 的知覺有用性、知覺易用性、及使用意願是否有顯著差異？
8. 在網路學習情境下，對於學生的學習表現具有不同信心程度的教師對於 OSFIS 的知覺有用性、知覺易用性、及使用意願是否有顯著差異？
9. 具有不同網路教學經驗的教師對於 OSFIS 的知覺有用性、知覺易用性、及使用意願是否有顯著差異？
10. 對於網路學習情境底下，具有不同自信程度以及對學生信心程度的教師，對於 OSFIS 的知覺有用性、知覺易用性、及使用意願是否有顯著差異？(交叉比較)

##### **五、教師對於 OSFIS 所提出的系統改進建議為何？**

## **第四節 名詞釋義**

### **一、探究 (Inquiry)**

不同的學科都有提到探究一詞，本研究是根據 NRC (1996)所提到「探究是一種多面向的活動，包含了觀察；提出問題；檢驗書本或是其他來源的資訊以得知什麼是已知的資訊；計畫調查；根據實驗結果來檢驗已知的資訊；使用工具來蒐集、分析、詮釋資料；提出解答、解釋與預測；溝通結果。探究需要鑑別假設，使用批判性以及邏輯思考，並且考慮選擇性的解釋。」以作為本研究對於探究的定義。

### **二、科學展覽 (Science fair)**

科學展覽在本研究中簡稱為科展，我國中小學各級學校的學生經常在指導老師的帶領之下，以專題小組的形式行科學探究活動，定期製作稱之為科展專題 (Science Fair Project)，並且參與學校或地方以上的展覽會，進行發表、分享、評比作品。

### **三、科展探究 (Science fair inquiry)**

科展是探究學習中常見的活動形式之一。本研究引用探究相關理論當中最符合科展流程的定義 (Lee et al., 2006)，將科展探究活動定義為包含形成問題、規劃、實做、形成結論、報告等五大歷程的綜合活動。

### **四、學習管理系統 (Learning Management System, LMS)**

學習管理系統是一個將學習活動進行自動化管理、追蹤以及紀錄的應用軟體 (Ellis, 2009)。透過 LMS，教師與學生能夠在網路上分享教學材料、公佈課程公告、繳交及回收課程作業、以及互相溝通 (Lonn & Teasley, 2009)。

### **五、網路科展探究系統 (Online Science Fair Inquiry System, OSFIS)**

本研究開發之系統定名為「網路科展探究系統」，此系統是以 LMS 為基礎發展而成，除此之外，還提供引導探究教學的功能以及學生自我導向學習的功能。

## 第五節 研究限制

科展探究活動當中，教師與學生都是相當重要的角色，在系統評估方面，本應同時考量教師與學生的使用觀感與回饋。本研究由於考量資料蒐集的時間因素，在系統開發完畢後，無法與各級學校和地方科展比賽之時程搭配，故僅針對教師部份蒐集初步意見回饋，並且請教師從教學經驗來評估學生使用的情況，給予學生部份意見回饋。由於本研究為初探性研究，因此研究結果不一定與在教學現場實際運作系統之情況相符，此為本研究主要的研究限制。雖然如此，本研究分析之結果仍可作為未來資訊科技輔助線上探究系統設計之準則與改善建議，並且進一步提供現場教育人員教學使用和學生個人導向學習的輔助工具。



## 第二章 文獻探討

本研究之研究目的有二，其一為系統開發，其二為系統評估；本章針對第一個研究目的作文獻探討，共分為兩節，依序為探究學習與科學展覽、資訊科技輔助探究教學。

### 第一節 探究學習與科學展覽

#### 壹、「探究」在科學教育中的重要性

隨著科學知識觀的移轉，「探究」(inquiry) 逐漸成為現代科學教育的重要核心。探究，指的是一種多面向的活動，包含透過觀察來探索以及指出問題，並利用蒐集、詮釋、分析不同種類的資料以及資訊，來發展且分享能夠解釋問題的答案 (NRC, 2000)。

透過國內外的科學教育觀點，在在顯示了探究對於科學教育的重要性。以美國之國家研究委員會為例，為了提供科學教學者在實施探究教學時能有個共同標準作為依據參考，出版「探究與國家科學教育標準：教學與學習的指引」(Inquiry and National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning)一書 (NRC, 2000)；我國教育部則於民國 92 年發表的「科學教育白皮書」中，提出「科學教育是經由科學性的探究活動，使學生獲得相關的知識與技能，養成科學思考的習慣，依照科學方法從事探討與論證，運用科學知識與技能以解決問題，進而形成對科學本質的認識，並建立科學精神（科學態度）」(教育部 & 國科會, 2003)。

探究的概念可追溯至 1910 年杜威所提及：「學習者學習科學不只是學習知識而已，同時也應學習過程或方法」。同時 Abd-El-Khalick 等人(2004)也主張探究的本質不僅是代表科學的意義，同時也是代表科學的目的，甚至可作為教學的目的。因此在探究的學習過程中，教學者並非直接講授課程內容或是探究結果，而是採用引導的方式，讓學習者能透過探索的過程找到支持本身想法的證據，進而培養科學探究的能力。

依據不同的參與者角色，探究具有兩種形式：「科學探究」(Scientific inquiry)和「科學相關的探究」(Science-related inquiry) (AAAS, 2000)。其中，「科學相關的探究」即是

科學教育所指的探究，與「科學探究」具有意義上的不同。更具體來說，在「科學的探究」當中，參與者是科學家，他們透過一套嚴謹且系統化的探究流程來了解自然世界，包含與形成科學理論相關的所有事情；然而在「科學相關的探究」當中，參與者指的是學習者角色，他們透過探究過程來獲取在生活中進行合理的決定所需的科學相關資訊，同時也在了解自然世界(AAAS, 2000)。

探究是一種學習方式，也是一種教學方式。探究是科學學習的必要元素 (J. Krajcik et al., 1998)，所謂的「探究學習」(Inquiry Learning) 指的是一種學習如何探索自然世界，包含提出問題、發現並嚴格測試以建立新理解的過程方法(De Jong, 2006)。探究也是一種教學方式。所謂「探究教學」(inquiry teaching; inquiry-based instruction)，即是教學者以探究活動為基礎所設計的科學課程活動；教學者通過探究教學，來協助學習者熟悉科學探究技能，並增進學習者對科學探究的理解 (NRC, 2000)。

近年來，國內學者也強調了探究式教學法對於科學教育的重要性 (洪振方, 2003)；我國國民教育的自然與生活科技領域中，也強調讓學生以探究和實作的方式學習 (國民中小學九年一貫課程綱要, 2008)。透過探究，更能增進學習者在學習科學內容時的批判思考以及論證能力 (Bredderman, 1982)。

而在探究學習的過程中，培養學生的問題解決能力，也是相當的重要的一部分。問題解決能力包含三個要素 (Mayer, 1998)：認知能力、後設認知能力、學習動機。Mayer 早在 1998 年就指出後設認知能力是問題解決的中心要素，透過後設認知，才能整合認知能力、學習動機等其他要素。在培養學生的問題解決能力當中，除了關切學習者的認知能力，更需要配合其後設認知能力以及學習動機，才使得學習的面向更加完整。White 等人 (1999) 也提出為了要培養終身學習，教師必須重視學生在探究學習活動中的社會認知與後設認知過程。

## 貳、「探究學習」的歷程與開放程度

### 一、歷程

根據 NRC (1996) 的定義指出：「探究是一種多面向的活動，包含了觀察；提出問題；檢驗書本或是其他來源的資訊以得知什麼是已知的資訊；計畫調查；根據實驗結果來檢驗已知的資訊；使用工具來蒐集、分析、詮釋資料；提出解答、解釋與預測；溝通結果。探究需要鑑別假設，使用批判性以及邏輯思考，並且考慮選擇性的解釋。」

在美國國家科學教育標準當中，認為「探究」可分為四個階段過程，包含「前導」階段 (Precursor phase)、「計畫」階段 (Planning Phase)、「實作」階段 (Implementation Phase)、以及「結束及延伸」階段 (Closure and extension phase)。在不同的階段過程，各有不同的階段產出，目標培養的能力也有所不同。

至於在科學教室中進行探究學習時，Lee 等人 (2006) 則提出探究架構，將探究分成五個階段歷程，包含「形成問題」 (Questioning)、「規劃」 (Planning)、「執行」 (Implementing)、「形成結論」 (Concluding)、「報告」 (Reporting)。茲將五個階段歷程包含的學習活動內容分述如下：

#### (一) 形成問題 (Questioning)

包含了讓學生明確指出想瞭解的主題為何，並針對主題做出假設。

#### (二) 規劃 (Planning)

包含了讓學生透過思考及討論來設計研究問題、研究工具、研究步驟、以及進行結果的紀錄。

#### (三) 執行 (Implementing)

包含了使用研究工具，依據其所設計的研究步驟進行相關實驗，並做實驗紀錄以及進行觀察。

#### (四) 形成結論 (Concluding)

學生必須利用實驗的結果來做出研究結論，並思考如何利用實驗證據來佐證研究假設。

## (五) 報告 (Reporting)

包含利用正規的方式產出研究報告，以及與他人分享研究結果。

增加一個比較表格

## 二、層級

在探究教學的活動設計方面，必須配合學習者的認知能力的發展，來安排不同形式的探究學習活動，給予不同的教學引導策略。有學者提出科學教室中的探究類別分為四種 (Martin-Hansen, 2002)：

### (一) 開放式探究 (Open inquiry)

以學習者為主的進行方式，隨著學習者自發的問題而開始，也由學習者來接續完成實驗設計以及溝通結果。

### (二) 引導式探究 (Guided inquiry)

當學習者學習到一個無法在教室中直接進行調查的複雜科學現象時，需要透過教學者的引導，來完成研究探討；教學者可以提供不同來源的相關科學數據，來幫助學習者進行探討。

### (三) 耦合式探究 (Coupled inquiry)

所謂的耦合式探究，即是結合開放式探究以及引導式探究；當學習者自發提出一個複雜的科學問題時，不一定有能力自行解決，教學者可以提供給學習者相關資訊，來協助學習者完成探究。

### (四) 結構式探究 (Structured inquiry)

以教學者為主體的探究方式，由教學者來提供研究問題，以及實驗進行的方法。學習者僅是透過教學者的指引一步步完成探究學習，所以也有人會質疑這樣的方式並非真正的「探究」。

更深入地來說，在探究學習當中，學習者的自主性以及教師所提供的引導之多寡，便是影響探究學習活動設計的重要變項(NRC, 2000)；探究活動也會隨著學習內容的資訊量以及認知開放程度有所不同，有學者隨即提出探究的層級架構(Bell, Smetana, & Binns, 2005)：

#### (一) 驗證 (Confirmation)

學習者透過具備已知解答的探究活動，確認一個定律；探究的問題、進行步驟、解答都是由教師來提供。

#### (二) 結構化探究 (Structured inquiry)

由教學者提供學習者要探究的問題與進行步驟，但並沒有提供問題的解答。

#### (三) 引導式探究 (Guided inquiry)

由教師提供學習者要探究的問題，但進行的步驟由學生來選擇或設計，也由學生自主性思考來獲得解答。

#### (四) 開放式探究 (Open inquiry)

學習者自主決定要探究的問題以及進行方式，進而形成解答。

從上述的相關理論發展當中，可以瞭解學生自主程度為探究學習的關鍵要素，同時也會影響教學現況之變化，故在進行探究教學的時候，需注意如何引導學生一步步增加其學習的自主性，才能達到探究學習的最終目標。

### 參、「科學展覽」活動在探究學習中扮演的角色

在探究活動的層級架構當中，最終目標即是希望學習者有能力來進行「開放式探究」(Bell et al., 2005)，而「科學展覽」(Science Fair，簡稱科展)，即是科學教室中最常見的開放式探究活動(黃鴻博，1999; Abd-El-Khalick et al., 2004; Bell et al., 2005)。

台灣也相當重視探究能力的培養，為了提昇全民科學素養，全國科學展覽會之舉辦宗旨如下：

- (一) 激發學生對科學研習之興趣與獨立研究之潛能。
- (二) 提高學生對科學之思考力、創造力，與技術創新能力。
- (三) 培養學生對科學之正確觀念及態度。
- (四) 增進師生研習科學機會，倡導中小學科學研究風氣。
- (五) 改進中小學科學教學方法及增進教學效果。

(六) 促使社會大眾重視科學研究，普及科學知識，發揚科學精神，協助科學教育之發展。

全國性中小學科學展覽會在台灣之舉辦已逾五十年載，對於許多中小學師生來說，定期參與科展已是一項重要的活動，依據國立科學教育館網站提供之資料顯示，目前每年有超過十五萬人參與各級學校之科展活動，參展作品多達二萬件以上，可見科展活動對於國民科學教育來說，具有舉足輕重的地位。

在科學教室中平常只是學習知識，科展則提供給學生一個真正參與到科學探究活動的機會。許多相關研究指出，在科學展覽活動中，可以幫助學習者更深入地建構科學知識與概念理解、理解科學本質、培養運用科學過程技能的能力、以及增進科學態度(黃鴻博，1999; Krajcik Czerniak & Berger 1998; Abd-El-Khalick et al., 2004; Bencze & Bowen, 2009)。然而，學生除了要達到科學概念上以及知識觀的目標之外，也需要達到社會化的目標，所謂的社會化目標，指的是學生具有溝通及表徵出自身的想法及主張的能力 (Abd-El-Khalick et al., 2004)。

#### 肆、 探究與科展教學的困境

儘管國內外對於探究為科學教育之核心的觀點一致，相較於西方國家來說，我國中小學教育的科學評量卻依然以傳統紙筆測驗為主，比較強調語文與邏輯思考能力，而非科學探究過程能力的表現 (Abd-El-Khalick et al., 2004)。

而在科展教學方面，早在 1987 年，國內之科學月刊即透過一系列文章來探討我國科展發展之狀況，其中，學者在座談紀實中直指科展教學有眾多的困難性存在，包含各級學校及學生參與率及參與條件、評審相關因素、設備經費時間等(傅來興，1987)。而國小教師在指導科展時也面臨許多困難與挑戰，例如專業知能、時間與資源不足(黃鴻博，1999)、無法有效引導學習者進行探究(Justi & Gilbert, 2002)、本身沒有探究學習的經驗(Windschitl, 2004)等。

從文獻探討可得知，儘管科學展覽對於台灣中小學教師來說，是一項行之有年的重

要課後活動，但並非所有教師都具備科展製作的經驗，對於教師來說，需要花費課堂時數以外的時間進行指導，許多教師在缺乏科展製作經驗以及相關背景知識的狀況下，往往對於科展製作過程與內容一知半解；在這樣的情境當中，要如何帶領學生進行科展計畫，引導其達成學習目標，並增進其對於科展概念的後設認知，是教學上的大挑戰。至於對於學生來說，如何建立其對於探究活動以及科學展覽的概念，而且有效的實作科展計畫以及進行小組活動，同時是困難的挑戰。

綜合上述情況，儘管有許多研究關注於國小的科展教學活動發展，但目前卻缺乏最直接能幫助專業知能不足的教師帶領學生進行科展探究活動的教學工具，同時也缺乏讓學生進行開放式探究的學習平台。

## 第二節 資訊科技輔助探究教學

### 壹、科技增進探究工具與學習管理系統

隨著數位學習的發展，直接使用數位資源能夠彌補實體資源的不足，基於網路具有突破時間以及空間限制之優勢，能讓探究者更自由與彈性的進行科展探究活動。近年來，更有研究指出使用科技增進探究教學時比起傳統教學來說更加有效 (Lee, Varma, & Liu, 2010)。所謂的「科技增進探究工具」(Technology-enhanced inquiry tools)，指的是用來鷹架探究學習的電腦與網路科技(Hill & Hannafin, 2001; Kim, Hannafin, & Bryan, 2007)。透過電腦程式融入鷹架的設計，並且加入其他輔助教與學的功能，就是一項科技融入教學的新契機。

面對探究教學的困境，需要有新的契機來改善教學方法與素材 (Abd-El-Khalick et al., 2004)。隨著網路科技的發展，越來越多人使用電腦以及網路來進行學習與教學活動。當我們使用電腦來做為輔助教育及訓練的系統，稱之為電腦教學環境(Teaching and learning Environments, TLEs) (Pahl, 2003)。一個電腦教學環境包含四個維度：內容(Content)、格式(Format)、基礎架構(Infrastructure)、教育學(Pedagogy)。所謂的「內容」指的是電腦教學環境中涵蓋的領域知識以及教學科目；「格式」指的是教學情境，包含課程、課程大綱、人員；「基礎架構」指的是電腦的軟體及硬體環境；「教育學」指的是教學設計及教學方式。(Pahl, 2003)

明確來說，這樣的教學環境被定義為學習管理系統(Learning Management System, LMS)；學習管理系統即是一個應用軟體，其將學習活動進行自動化的管理、追蹤以及紀錄 (Ellis, 2009)。在學習管理系統中，教師與學生能夠在網路上分享教學材料、公佈課程公告、繳交及回收課程作業、以及互相溝通 (Lonn & Teasley, 2009)。有許多研究關注在學習管理系統的不同議題，包含使用在特定科目的使用者態度 (Masiello, Ramberg, & Lonka, 2005)、學習成效 (Demetriadis, Papadopoulos, Stamelos, & Fischer, 2008)、學習者的評估 (Ozkan & Koseler, 2009)、系統設計的改善 (McGill & Klobas, 2009)等。



Ellis (2009) 更指出，人們認為學習管理系統最有價值的特性在於其能夠記錄學習情形(Reporting)、一致性追蹤(Compliance Tracking)、評量與測驗(Assessment and testing)、以及以學習者為中心的設計，至於學習管理系統最大的挑戰則是在於要如何做到客製化(Customization)、內容整合(Content Integration)。故對於本研究來說，如何設計出合適於科展製作的學習管理系統，同時又能整合所需的專業知識及教學材料，是本研究關切的重點。

## 貳、網路鷹架工具與探究學習

在學習的過程中，學生往往需要老師的鷹架來學會新的知識或技能。所謂的鷹架(Scaffolding)，指的是學習者透過更有知識的大人或同儕的幫助，來完成他原本不能獨立完成的任務(Wood, Bruner, & Ross, 1976)。

目前已有許多研究者針對科學中的探究學習，發展出網路學習系統或平台來支援探究活動。例如 SCI-WISE (White & Frederiksen, 1999;2000)、WISE (Linn et al., 2003)、IQWST (Krajcik & Sutherland, 2009)，都是支援科學課程內的探究活動的系統平台。

目前在國外發展出許多相關軟體來輔助科學學習中的網路探究活動，包含 Symphony、The Digital Ideakeeper 等輔助軟體之設計 (Quintana et al., 2004)，更有學者關心如何利用軟體鷹架學生的網路探究活動，提出一系列的設計架構與策略(Quintana et al., 2004; 2005; 2012)。所謂的「網路探究」(online inquiry) 指的是在網際網路上進行科學探究活動的所有活動，包含設定題目，蒐集資料，分析，驗證假設等。因為線上探究有別於傳統式科學探究，特別著重在網路資訊的蒐集與分析，故也需要特殊的輔助工具。其中，學者 (Quintana et al., 2004) 整合文獻以及現有軟體，設計出幫助學生進行網路探究活動的鷹架設計架構(Scaffolding Design Framework)，並將探究分為三個元素(Science inquiry component)，包含理解(Sense Making)、過程管理(Process Management)、結合與反思(Articulation and Reflection)。這三個元素表達了在認知活動當中的開始、過程與結束，代表了隨著時間點的改變，需要給予學生適切的鷹架。

至於在探究活動中的後設認知能力，學者在後續研究更提出輔助線上探究活動的後設認知鷹架架構(Metacognitive framework for online inquiry) (Quintana, Zhang, & Krajcik, 2005)。在此架構中，研究者提出當進行線上探究活動時，應該給予學生不同面向的輔助，以增進其後設認知。輔助的面向包含任務的理解及計畫(Task understanding and planning)、監督及調整(Monitoring and Regulation)、反思(Reflection)等三種。由於科展製作的過程即是在進行問題解決，我們更不能忽視後設認知對於學生學習科展製作的重要性。

然而，我們從文獻探討中可發現目前多數研究的重點在於幫助學生進行探究學習的過程，卻較少提到如何解決探究教學上的困難與挑戰，目前也沒有針對開放式探究活動所開發的系統。

## 參、網路輔助科展活動

早在 2000 年國內研究者即設計 Lain 平台來輔助中學科展活動，讓學生有機會自行組隊參加科展，但是其僅針對特定學科作設計，卻無法支援多數的科展指導情境，後續也沒有相關研究持續關注此議題。而 Google 於 2011 年開始發揚其科技應用能力，舉辦全球科學展，讓參賽隊伍透過運用 Google 產品來輔助其科展作品的完成，但參與對象設定為 13~18 歲的學生，也有其一定限制性。

綜合上述研究與實務經驗可得知，目前有許多輔助探究學習的系統成功案例，例如結合了科學課程或是支援線上科展競賽的工具，卻少見針對科展探究教學活動設計的科技輔助工具，故發展一套針對科展教學量身設計的學習管理系統有其必要性。

### 第三節 綜合探討

綜合上述之文獻探討，可得知探究為科學教育的核心，而科展活動為體現開放式探究學習的重要媒介，強調學生在提出問題、方法設計、解決問題時的自主性(Bell et al., 2005)。在探究架構當中，最貼近科展歷程的是 Lee 等人 (2006)提出的五個活動階段，包含形成問題、規劃、執行、形成結論、報告。然而科展活動在我國中小學現場面臨了許多困難與挑戰，網路具有突破時間與空間限制的好處，可視為是可行的解決方案。

儘管有許多科技輔助探究教學的系統設計成功案例，但目前缺乏針對科展教學活動所設計之網路學習管理系統。在這當中，為了增進學生與老師的後設認知，系統必須要提供任務理解、監控與調整、反思等三大鷹架功能 (Quintana et al., 2005)；除此之外，也需考量到科展活動是以小組專題合作的方式來進行，提供互動與溝通的鷹架功能。

## 第三章 系統設計與實作

本研究之目的包含系統開發與系統評估，本章針對系統開發部份來說明系統設計與實作內涵，共分為系統開發方式、系統設計理念、系統架構設計、系統介面與角色功能、實體架構設計等五節。

### 第一節 系統開發方式

#### 壹、系統開發人員架構

本研究整合科學教育及數位學習研究者 (science education and e-learning researcher)、現職科展專家教師 (in-service science teacher)、系統設計師 (system designer)三種角色來完成系統的實做，如圖 1 所示。

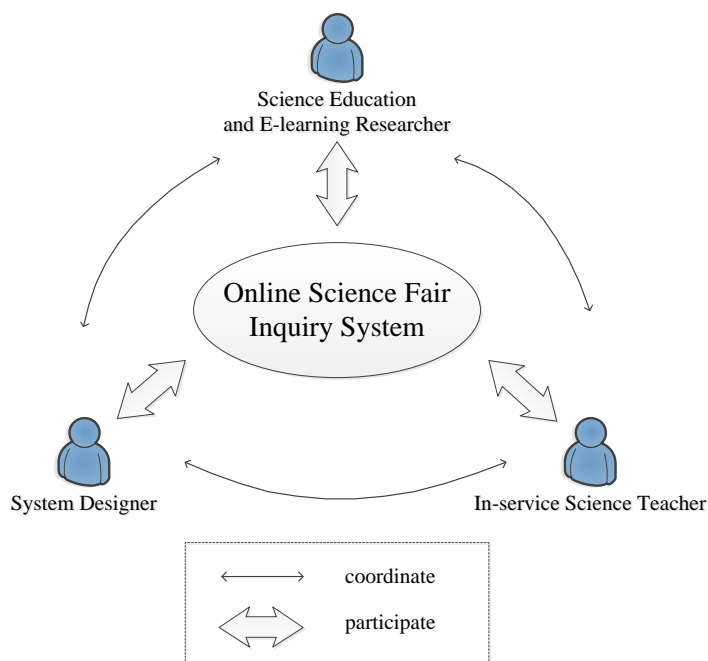


圖 1、系統開發人員架構

透過研究者的專業知能，與專家教師的實務經驗，以及系統設計人員對於程式及美術設計的理解，三者之間相互協調，更能開發出適切的網路科展探究系統。

## 貳、系統開發流程

「網路科展探究系統」之開發流程如下所示：

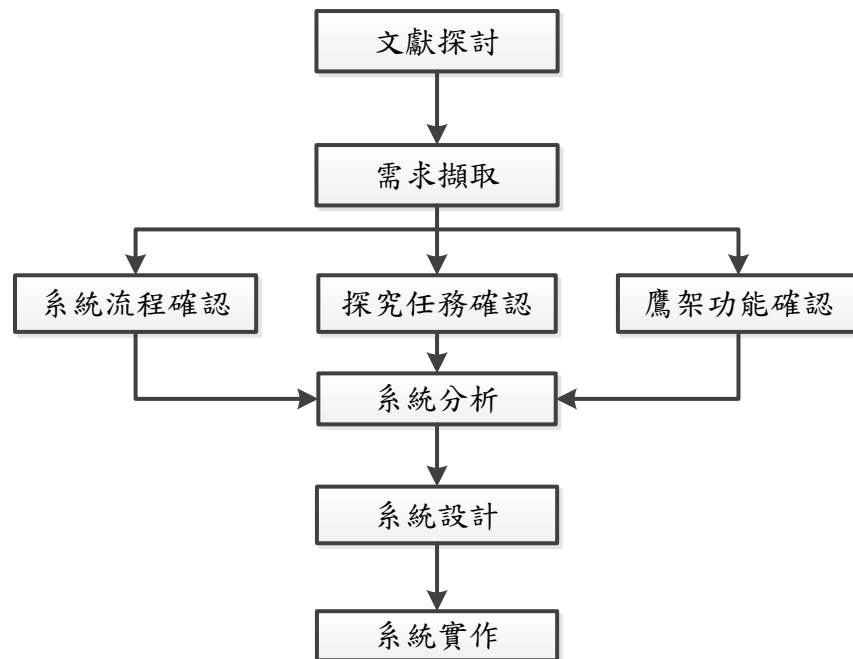


圖 2、「網路科展探究系統」開發流程圖

## 第二節 系統設計理念

### 壹、系統流程設計理念

透過 OSFIS 之指導模組，教師能夠依據本研究所提供的階段教學活動指引內容來引導學生完成探究學習歷程中的階段學習任務，並且把關學生的學習進程，學生也能透過指導模組的步驟指引，自主完成學習任務。每個學習任務之運作流程概念如圖 3 所示：

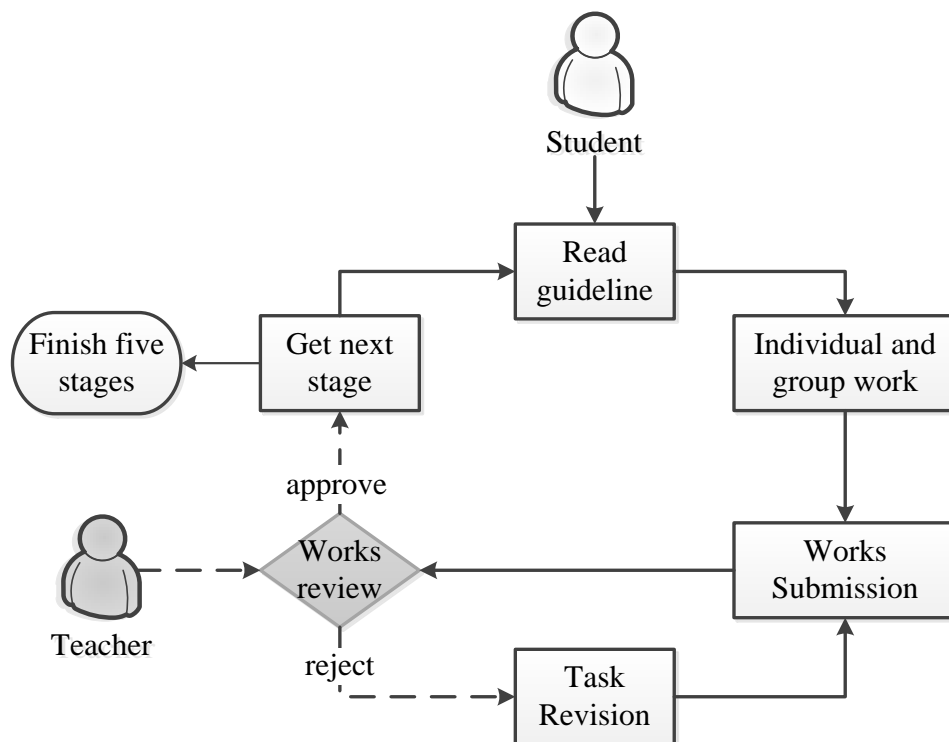


圖 3、系統流程設計

### 貳、探究任務設計理念

為了幫助國小師生進行探究教學與學習，並且讓科展探究的過程更為明確、開放，本系統改良 Lee 等人 (2006) 所提出的探究學習架構，並加以融合科展教師的專業知能，將科展探究活動的學習歷程分成五個階段：形成問題、規劃、執行、形成結論、報告與展示。

本研究根據上述主要五個探究歷程，開發成為 OSFIS 的指導模組，並且針對每階段

的子任務內容，與科展專家教師進行討論與確認，設計成為十三個學習子任務，所有學習子任務之步驟彙整如表 1 所示。

表 1、探究架構及階段學習子任務內容彙整表

一、決定研究題目	二、研究計畫	三、研究結果	四、結論	五、報告與展示
1. 決定研究主題	1. 提出研究問題	1. 進行實驗並完成實驗紀錄	1. 討論研究結果	1. 統整作品說明書
1.1 閱讀活動指引	1.1 閱讀活動指引	1.1 閱讀活動指引	1.1 閱讀活動指引	1.1 閱讀活動指引
1.2 列出並檢核主題	1.2 輸入研究變因	1.2 進行實驗研究並填寫紀錄表	1.2 至討論區進行分項討論	1.2 上傳研究紀錄
1.3 討論及決定主題	1.3 討論研究變因	1.3 教師審核	1.3 繳交討論紀錄	1.3 繳交說明書
1.4 繳交主題	1.4 輸入研究問題構想		1.4 教師審核	1.4 教師審核
1.5 教師審核	1.5 繳交作業			
	1.6 教師審核			
2. 提出問題與決定研究題目	2. 訂定研究構想表		2. 產生結論	2. 製作作品海報
2.1 閱讀活動指引	2.1 閱讀活動指引		2.1 閱讀活動指引	2.1 閱讀活動指引
2.2 蒐集資料	2.2 討論研究構想表		2.2 討論實驗結論	2.2 完成作品報告版面
2.3 提出研究題目提案	2.3 繳交作業		2.3 繳交實驗結論	2.3 教師審核
2.4 決定研究題目	2.4 教師審核		2.4 教師審核	
2.5 繳交研究題目				
2.6 教師審核				
	3. 設計問題紀錄表格			3. 錄製報告影片
	3.1 閱讀活動指引			3.1 閱讀活動指引
	3.2 討論問題紀錄表			3.2 繳交報告影片
	3.3 繳交作業			3.3 教師審核
	3.4 教師審核			3.4 教師設定提問單
	4. 嘗試性研究			4. 討論與省思
	4.1 閱讀活動指引			4.1 閱讀活動指引
	4.2 進行嘗試性研究			4.2 小組討論
	4.3 提交作業			4.3 送出問題解答
	4.4 討論結果			4.4 繳交個人省思單
	4.5 繳交作業			4.5 教師審核及評分
	4.6 教師審核			

每個探究階段中的學習子任務之步驟歷程分述如下：

#### 一、形成問題：

包括擬定研究主題方向、找尋書本或其他資源來形成科展題目等兩大子任務。

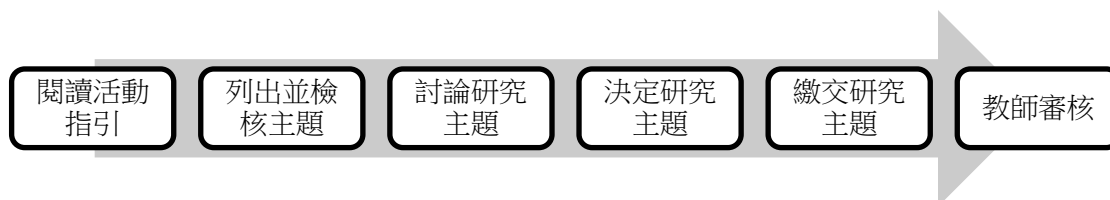


圖 4、階段 1.1 決定研究主題

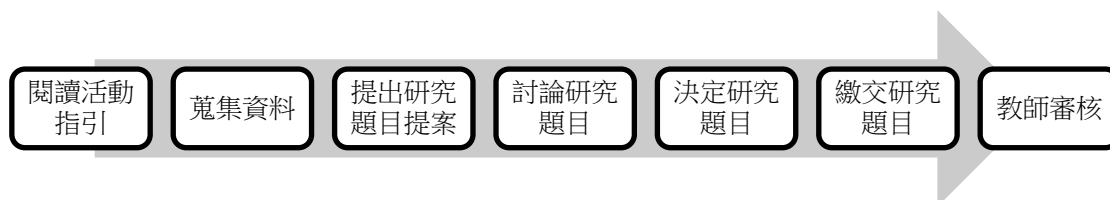


圖 5、階段 1.2 決定研究題目

#### 二、規劃：

包括形成假設、設計實驗工具與步驟程序、確定資料紀錄方式、進行嘗試性研究等四大子任務，流程如下所示：

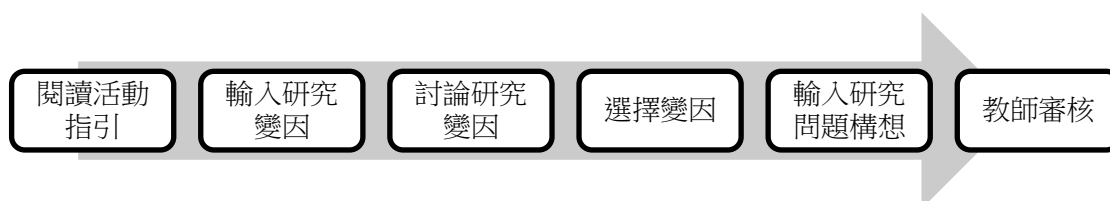


圖 6、階段 2.1 提出研究問題

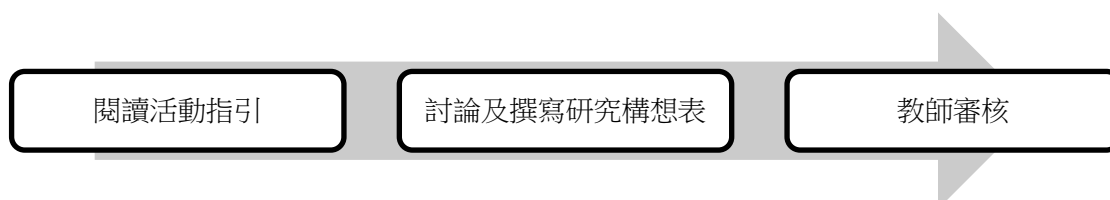


圖 7、階段 2.2 訂定研究構想表



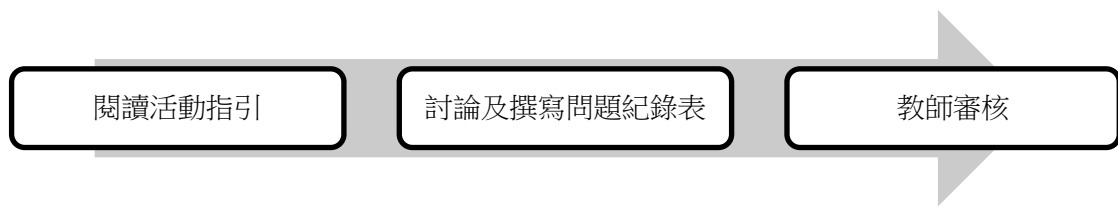


圖 8、階段 2.3 設計紀錄表格



圖 9、階段 2.4 嘗試性研究

### 三、執行：

包含進行實驗與結果紀錄，融合為一個子任務，流程如下所示：



圖 10、階段 3.1 進行實驗並完成實驗紀錄

### 四、形成結論：

包括利用實驗結果提出問題解答、形成研究結論等兩主子任務，流程如下所示：

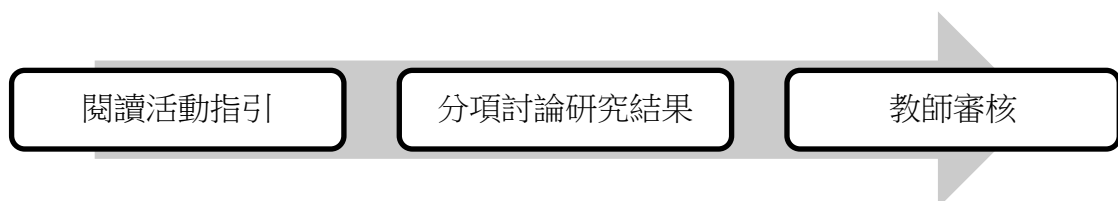


圖 11、階段 4.1 討論研究結果

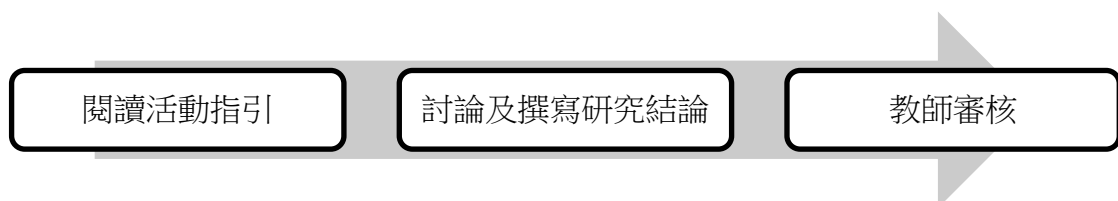


圖 12、階段 4.2 產生結論

## 五、報告：

包括產生正式報告書、製作看板海報、排練口頭報告、回答評論與反思等四大子任務，流程如下所示：

圖 13、階段 5.1 統整作品說明書

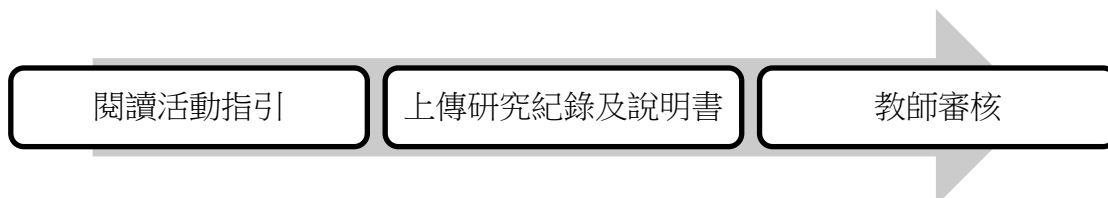


圖 14、階段 5.2 製作作品海報

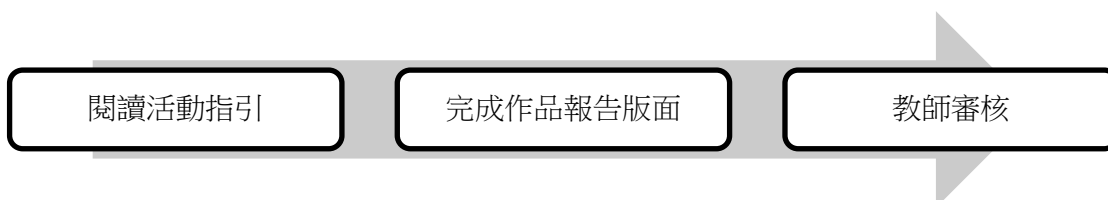


圖 15、階段 5.3 錄製報告影片

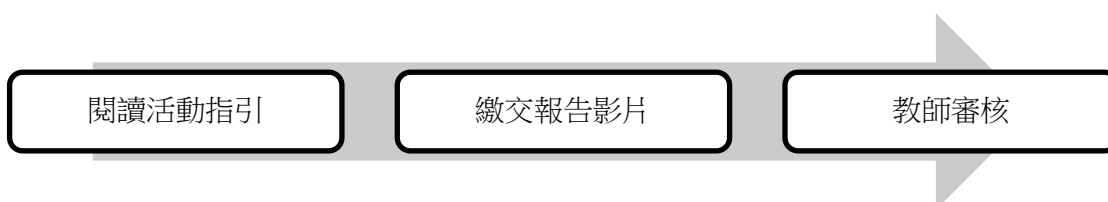


圖 16、階段 5.4 討論與省思



## 參、系統鷹架功能設計理念

本研究以 Quintana et al. 的網路探究系列研究(Quintana et al., 2004; Quintana et al., 2005; Zhang & Quintana, 2012)，作為 OSFIS 所提供之鷹架架構，包含任務理解與制定計畫、監督與調整、反思、互動溝通等四大鷹架。

其中，OSFIS 以指導模組作為主要輔助科展探究之工具，為了讓本系統所提供的網路科展探究環境符合教學者與學習者等不同角色所需，鷹架設計理念與內涵分述如下：

### 一、科展探究教學鷹架

本研究所設計的系統功能核心理念在於透過指導模組的設計來滿足教師教學以及學生學習所需；在指導模組當中，融入了科展的知識內涵以及歷程步驟，以供學生自主學習以及作為教師的教學工具。

教師扮演的角色不只是引導學生進行科學探究活動，還必須監督以及掌握目前學生活動的狀態，才能適時解決學生的問題及完成科展任務。為了促進教師適時給予學生建議與回饋，在時間與空間所需的便利性，本系統設計教師監督模組提供教師與學生之間的另一互動管道。

由於科展是一種專題式學習活動，小組需要分享與交換個人蒐集的資料與想法，並且透過小組討論與整合組員意見以取得小組成共識。然而，科展是一個相當複雜的活動，學生常常需要回顧之前探究階段的內容才能銜接下一階段的探究任務。而且，由於科展必須在一定的時間內完成，學生需要隨時察覺目前小組探究進度。基於學習管理系統的好處，包含自動化的管理、追蹤以及紀錄學習者的學習歷程及目前狀態(Ellis, 2009)，以及資訊分享與交換(Lonn & Teasley, 2009)，本研究在系統中設計了專題管理模組來輔助小組管理學習任務之進展。

同時，本研究也特別針對新手教師，設計輔助其專業成長的鷹架，提供給教師用來反思其教學狀況的反思模組，以及理解指導科展的知識內涵的指導模組。

## 二、科展探究學習鷹架

由於科展是一項小組活動，需要靠每一位小組成員彼此貢獻自己的想法或能力，以及協調以形成共同的理解與認知，才能夠共同完成探究學習歷程架構中的學習任務；而學生在進行小組合作探究的過程中，更會需要不同的互動機制以及溝通媒介來支援同步/非同步合作所需。在這樣的學習歷程中，包含了個人反思的歷程，以及小組協作的歷程，故本研究在系統當中設計反思模組以及小組協作模組，來滿足學習所需之鷹架。

### 第三節 系統架構設計

#### 壹、系統架構圖

依據本研究之系統設計理念，OSFIS 之系統架構設計整合如圖 17 所示。本系統之使用者包含教師以及學生，其中，學生依據其在專題小組的職責不同，區分為組長以及組員。

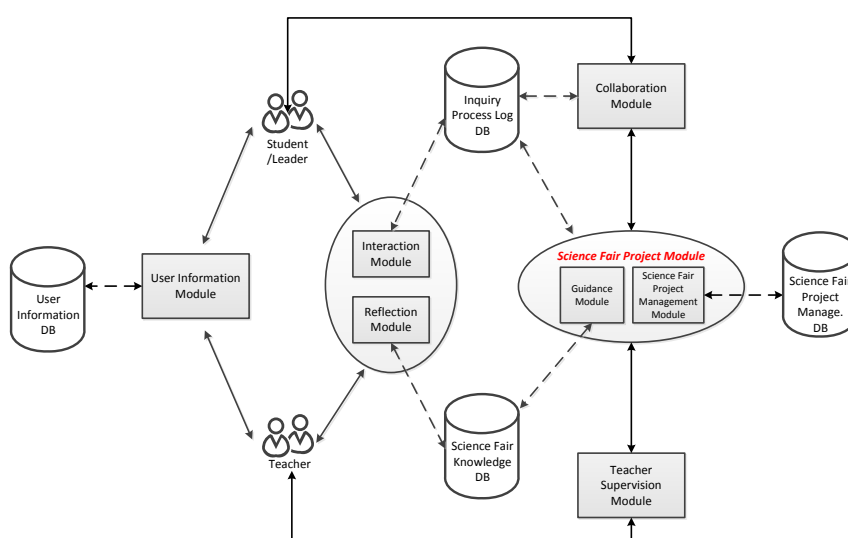


圖 17、網路科展探究系統之系統架構

#### 貳、系統模組與功能

在系統功能面，本系統茲分為六大功能模組，包含監督模組、科展探究模組、小組協作模組、互動模組、反思模組、使用者資訊模組，其中，科展探究模組為指導歷程子模組與科展專題管理子模組所組成，不同功能模組的功能分述如表 2：

表 2、系統模組與功能說明（接續下頁）

模組	說明	功能	使用者
監督模組 (Teacher Supervision Module)	教師可使用本模組與學生進行互動與管理，並審核學生所完成的科展階段任務。	取得科展小組活動狀態 取得學生活動狀態 比較指導之小組進度	教師

審核科展階段任務			
模組	說明	功能	使用者
指導歷程管理子模組 (Guidance sub-module)	本模組融合理論以及專家教師經驗，內建完成科展所需的知識，以供老師教學使用。	閱讀教學文件 閱讀科展階段步驟 觀看審核歷史 觀看回覆求助歷史	教師
科展專題管理子模組 (Science Fair Project Management sub-module)	本模組提供學生進行科展專案時所需的管理功能，並提供當前階段任務提示的自動化功能。	閱讀活動指引 取得當前任務步驟流程 取得當前階段倒數時間 取得當前活動提示 取得學習任務地圖 紀錄科展相關資源 小組進度比較 繳交學習任務 控管學習任務步驟歷程 工作日誌紀錄	學生        組長
小組協作模組 (Collaboration module)	學生的科展專案小組可於本模組進行討論，系統將紀錄學生的討論活動，以供老師瞭解學生的互動情形。	投票 階段任務討論	學生
互動模組 (Interaction module)	本模組提供學生與老師在面對面指導與溝通外的輔助，以促進師生之間的互動。	一般討論與互動 發送求助訊息給教師 回覆學生求助	學生 教師
反思模組 (Reflection module)	本模組提供學生以及教師自我反思的相關功能，以提高學生的後設認知。	存取指導日誌 填寫階段任務審核表  存取小組日誌 階段任務自我檢核 撰寫省思單 存取階段反思日誌	教師   學生  所有人
使用者資訊模組 (User Information module)	本模組提供學生與老師來管理個人及科展小組資訊，以取得系統使用權限。	申請帳號 新增科展小組 新增小組學生 登入系統 修改個人資料	教師   所有人

## 第四節 系統介面與角色功能

### 壹、系統介面設計

由於系統的使用者包含教師與學生兩種角色，所需求之功能也不盡相同，故本研究將 OSFIS 之系統介面區分為教師版以及學生版兩種介面：學生版之介面以及網站地圖如圖 18、圖 19 所示；教師版之介面以及網站地圖如圖 20、圖 21 所示。



圖 18、學生版介面

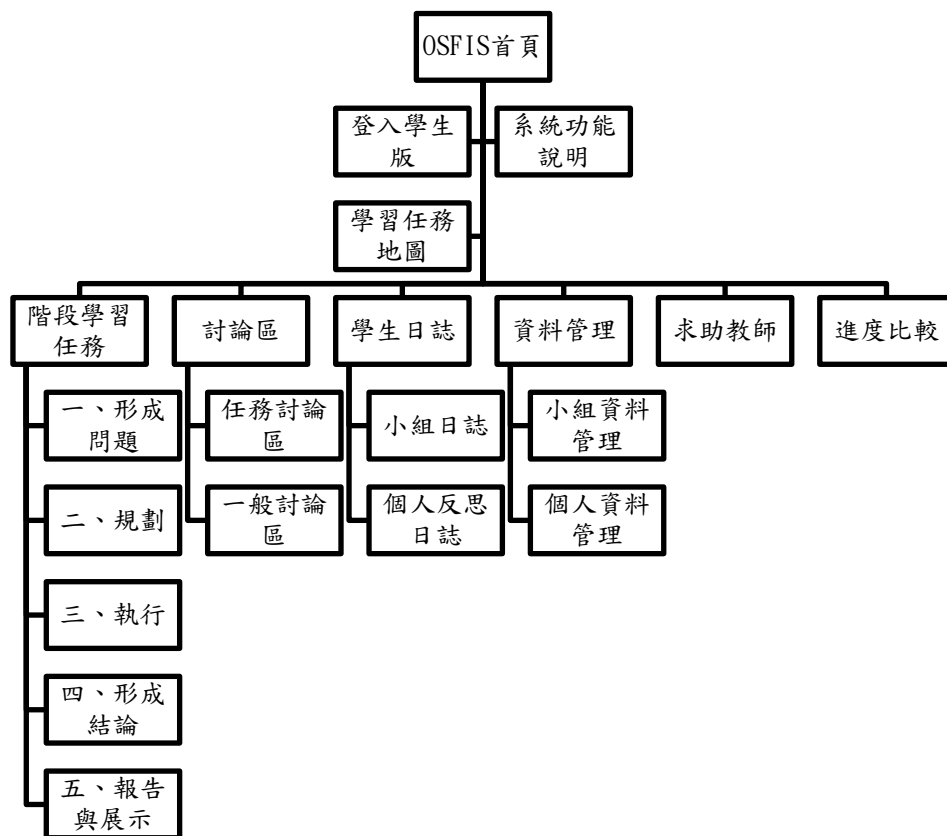


圖 19、學生之網站地圖



圖 20、教師版介面



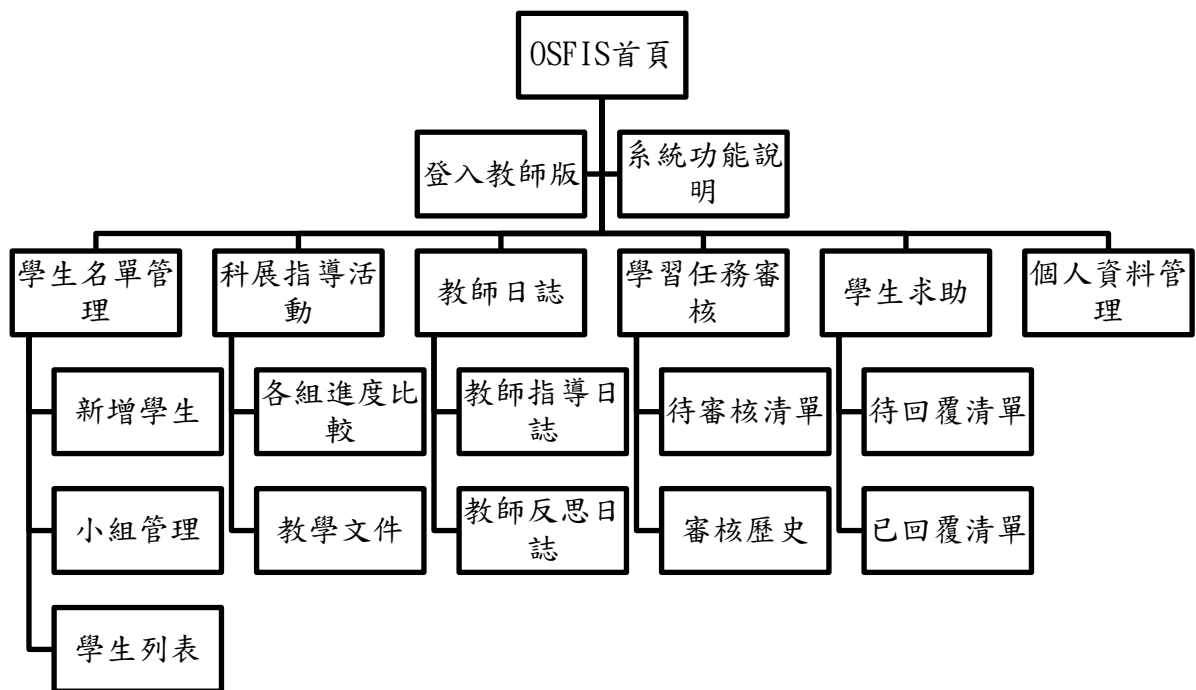


圖 21、教師版網站地圖

## 貳、使用者與系統鷹架功能對應

針對不同使用者所需的鷹架功能設計，以下利用表 3 及表 4 進行詳細探討。

### 一、學生版鷹架功能設計

表 3、學生版鷹架功能設計

鷹架類別	鷹架架構	學習挑戰	系統鷹架功能	功能模組
後設認知鷹架	了解任務及制定計畫	不了解科展各階段任務	活動指引	指導模組
鷹架	監控與調整	如何有效完成階段學習任務	學習任務提交審核機制	專題管理模組
		修改階段任務內容以符合學習目標	階段任務討論	
		無法聚焦於當前學習任務	當前活動提示	
			倒數時間提示	
互動鷹架	溝通與互動	自我省思學習狀況	填寫小組日誌以及個人省思單	反思模組
		組長需安排任務分工	任務討論區	小組協作模組
		小組如何良性互動	一般討論區	
		遭遇無法解決的問題	求助教師功能	

## 二、教師版鷹架功能設計

表 4、教師版鷹架功能設計

鷹架類別	鷹架架構	教學挑戰	系統鷹架功能	功能模組
後設認知鷹架	了解任務及制定計畫	不熟悉科展各階段教學任務	活動指引 學習文件	指導歷程管理模組
	監控與調整	如何確保學生有效完成階段任務 如何幫助學生修改探究任務 確實掌握學生學習進度	任務審核機制 給予評論並設定學生應進行的階段步驟 提醒教師學生目前進行的任務階段	監督模組
	反思	自我省思探究教學能力變化	填寫指導日誌以及教師省思單	反思模組
互動鷹架	溝通與互動	增加與學生非即時互動的機會	討論區、訊息傳送與回覆	小組協作模組

### 三、科展探究歷程與鷹架功能對照表

表 5、模組功能與使用者角色對照表

	教師	學生
監督模組	V	—
科展探究模組 - 指導歷程管理子模組	V	—
科展探究模組 - 科展專題管理子模組	—	V
小組協作模組	—	V
互動模組	V	V
反思模組	V	V
使用者資訊模組	V	V

## 第五節 實體架構設計

### 壹、 資料庫結構

因應不同系統功能的需要，本研究將系統之資料庫分為科展知識、專案管理、歷程紀錄、使用者資訊等四種資料庫。

### 貳、 系統開發環境

本研究所開發之系統以 Client-server 兩層式架構設計，軟硬體開發設施以及使用環境建議分述如下：

#### 一、硬體設施：

機器型號：ThinkCentre M58p USFF

處理器：Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU Q9400 @ 2.66GHz 2.67GHz

RAM：4GB

#### 二、軟體：

表 6、軟體使用名稱列表

類別	名稱	版本	備註
作業系統	Microsoft Windows 7	32bit 企業版 SP1	
程式開發	Eclipse	3.7 (Indigo SR2)	
工具	Java EE IDE	1.4.2.20120213-0813	使用 Java 程式語言 (jdk1.7.0_02)
	ZK Studio	1.0.2v201203141244	
Server	Apache Tomcat	5.5.35	
工具			
資料庫	MySQL	5.5.20	

#### 三、使用環境建議：

Google Chrome 瀏覽器 5.0.375 以上、Firefox 瀏覽器 4.0 以上

## 第四章 研究方法

本研究之目的包含系統開發與系統評估，本章針對系統評估部份來說明研究方法，包含研究對象、研究設計、研究流程、研究工具、訪談流程、資料處理與分析等六節。

### 第一節 研究對象

由於本系統主要針對國小科展教師所設計，因此本研究採用便利取樣方式，樣本來源為有意願參與訪談的北部及中部各地國小教師。訪談活動為時四個禮拜，期間為5月14日至6月8日，總計有55名國小教師參與本研究，刪除未完整依流程作答之樣本後，有效樣本數共計52名，有效比例為94.55%。

訪談活動開始前，受試教師需填答其背景變項，包含基本資料、科展教學相關經驗、網路教學相關經驗等三大部份，背景變項問卷內容如附錄一所示，結果整理分述如下：

#### 一、教師基本資料

在受訪的教師當中，性別比例差異不大，男性有25人（48.08%），女性有27人（51.92%）。這些教師服務的學校分佈於北部及中部各地：位於北部的有29人（包含基隆、桃園、新竹等縣市，佔總數之55.77%），位於中部的有23人（包含台中、彰化等縣市，佔總數之44.23%）；其中，學校位於市區的有23人（44.23%），位於郊區的有29人（55.77%）。而受訪教師在學校當中，最多人擔任班導師（共23人，佔總人數之44.23%），其餘則有16人擔任科任教師（30.77%），有13人擔任行政人員（25%）。以上資訊整理如表7所示。

表 7、教師基本資訊

Category	N (%)
性別	
男	25 (48.08%)
女	27 (51.92%)
服務學校地理區域	
北部	29 (55.77%)
中部	23 (44.23%)
服務學校位置分佈	
郊區	29 (55.77%)
市區	23 (44.23%)
教師職務	
班導師	23 (44.23%)
科任教師	16 (30.77%)
行政人員	13 (25.00%)

受訪教師的平均教學年資為 12.38 年（標準差為 6.34），範圍從 3 年至 27 年不等。在這當中，教師們擔任自然科的平均教學年資為 6.14 年（標準差為 5.08），範圍從 0 年至 24 年不等。受訪教師之教學年資相關資訊整理如表 8 所示，可得知受訪之國小科展教師平均約有一半的時間，同時也擔任自然科教師。

表 8、教師平均教學年資

Item	Mean	S.D	Range
教學年資	12.38	6.34	3~27
自然科教學年資	6.14	5.08	0~24

在學歷背景的部份整理如表 9 所示。其中，半數以上的教師具備碩士學歷（共 27，佔總數之 51.92%），其餘有 25 人具備學士學歷（46.15%），有 1 人具備師專學歷（1.92%），可見教師進修已成為普遍的趨勢；而這些教師大多來自於師範體系科學教育相關科系（23 人，比例為 44.23%），次多人來自於師範體系非科學教育相關科系（14 人，比例為 26.92%），其餘則有 8 人為理工科系修過教育學分或學程（15.38%），有 7 人來自於非理工科系但修過教育學分或學程（13.46%）。從中我們可得知儘管有半數以上的教師來自於科教或理工背景，但依然有高達四成左右的非科教或理工背景之教師會指導科展（共 21 人）。

表 9、教師之學歷背景分佈

Category	N (%)
最高學歷	
碩士	27 (51.92%)
學士	24 (46.15%)
師專	1 (01.92%)
專業背景	
師範體系科學教育相關科系	23 (44.23%)
師範體系非科教相關科系	14 (26.92%)
理工科系，修過教育學分或學程	8 (15.38%)
非理工科系，修過教育學分或學程	7 (13.46%)

## 二、教師之科展教學經驗

針對受訪教師之科展教學經驗，高達七成以上的教師僅指導過 1~5 次科展（共 37 人，71.15%），有四分之一的教師指導過 6~10 次（共 13 人，25%），僅有 2 人具有相當豐富的經驗，指導過 10 次以上（3.85%）。而在這些教師指導科展時，最常指導的科目是生活與應用，高達將近七成（共 36 人，69.23%），也有半數以上的教師指導物理科（共），



比較少人指導化學與生物科（人數分別為 22 與 19，比例為 42.31%與 36.54%），最少人指導地球科學與數學科（人數分別為 10 人與 6 人，比例為 19.23%與 11.54%），但其中有兩位教師僅具有指導數學科之經驗，以上資訊彙整如表 10 所示。

表 10、教師之科展指導經驗

Category	N (%)
科展指導次數	
1~5 次	37 (71.15%)
6~10 次	13 (25.00%)
10 次以上	2 (03.85%)
曾指導過的科展類別	
生活與應用	36 (69.23%)
物理	27 (51.92%)
化學	22 (42.31%)
生物	19 (36.54%)
地球科學	10 (19.23%)
數學 <sup>1</sup>	6 (11.54%)

<sup>1</sup> 僅指導過數學科的教師有 2 位

在這些教師指導科展的最佳成果中，高達四分之三的教師曾於縣市科展競賽中獲獎（共 39 人），僅有少數教師曾於全國科展競賽中獲獎（共 6 人，11.54%），教師獲獎之詳細資訊如表 11 所示。

表 11、指導科展最佳成績一覽表

	N (%)
全國科展競賽	6 (11.54%)
第二名	2 (03.85%)
第三名	1 (01.92%)
佳作	3 (05.77%)
縣市科展競賽	39 (75.00%)
第一名	12 (23.08%)
第二名/優等	9 (17.31%)
第三名	7 (13.46%)
佳作	11 (21.15%)
鄉鎮區域或校內科展競賽	5 (09.62%)
第一名	1 (01.92%)
第二名/優等	1 (01.92%)
佳作	3 (05.77%)
無得獎紀錄	2 (03.85%)

我們也問老師的科展教學經驗；在這些教師指導科展時，最常遭遇的困難是時間問題；其中，高達七成以上的教師覺得自己的教學時間不敷使用（總計 38 人），也有六成以上的教師覺得學生時間不夠（總計 32 人）。至於缺乏科展教學經驗以及缺乏科展相關資訊也是常見的困難（各為 23 及 18 人，比例各為 44.23%與 34.62%）。而比較少數的老師提及學生參與意願以及學校行政方面會遭遇困難（各為 7 人及 6 人，比例各為 13.46%與 11.54%）。也有少數老師特別擔憂自身背景知識或能力的不足，以及設備及經費問題（受訪教師自行描述於「其他」類別，各為 2 人）。以上都是影響教師指導科展的挑戰因素，彙整如表 12 所示。

表 12、受訪教師指導科展時曾遭遇之困難彙整表

	N (%)
缺乏科展教學相關經驗	23 (44.23%)
教學時間不足	38 (73.08%)
學生時間不夠	32 (61.54%)
缺少科展相關資訊	18 (34.62%)
學生意願不高	7 (13.46%)
學校行政不支持	6 (11.54%)
其他 <sup>1</sup>	4 (07.69%)

<sup>1</sup> 其他：

- (1) 教師背景知識不足
- (2) 沒有做研究報告的基礎
- (3) 設備問題
- (4) 經費問題

### 三、教師之網路輔助教學相關經驗

首先，在每週上網時數方面，受訪教師之每週平均上網 13~15 小時，最多教師每週上網時數為 3~6 小時(14 人，佔 26.92%)。詳細資訊如圖 22 所示。至於上網用途方面，請教師依據個人在使用網路時針對教學相關、瀏覽網頁、社交、娛樂其他等六個類別之使用比例進行填寫(合計需為 100%)，結果發現教學相關的平均使用比例最高(44.50%)，瀏覽網頁之比例次高(26.35)，其次依序為社交、娛樂、其他(百分比各為 18.06%、10.04%、01.44%)，詳細如圖 23 所示。

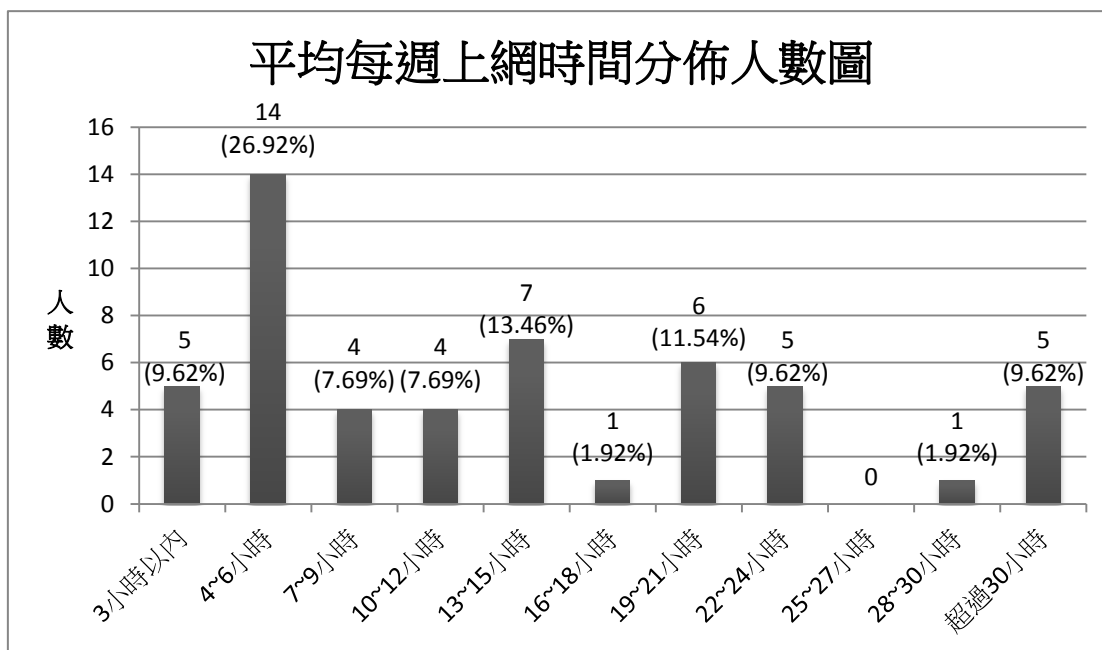


圖 22、平均每週上網時間分佈人數與比例圖

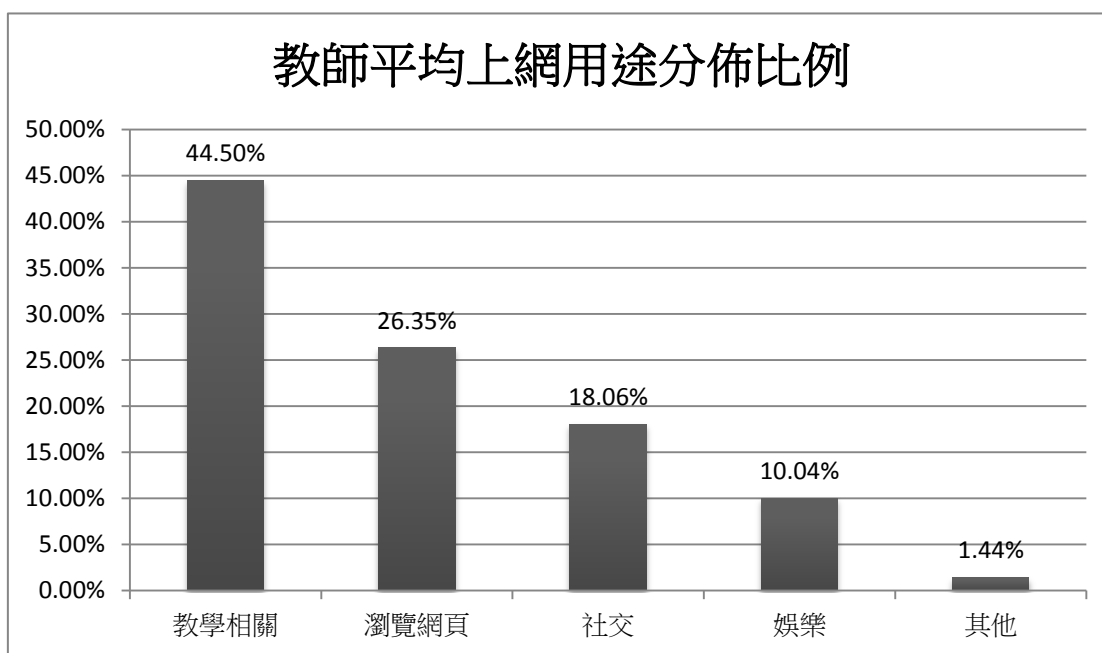


圖 23、教師上網用途平均比例分佈圖

說明：

1. 每位受訪者依其上網用途佔所有上網時間之比例，個別填寫上網用途的百分比，所有上網用途類別之合計為 100%。
2. 其他：無描述內容共 6 人

在教師運用網路教學工具之經驗方面，高達將近九成的老師使用過網路教學工具（共 46 人），但是僅有三成左右的老師曾經自行架設過教學網站（共 16 人），詳細人數及百分比資訊如圖 24 所示。

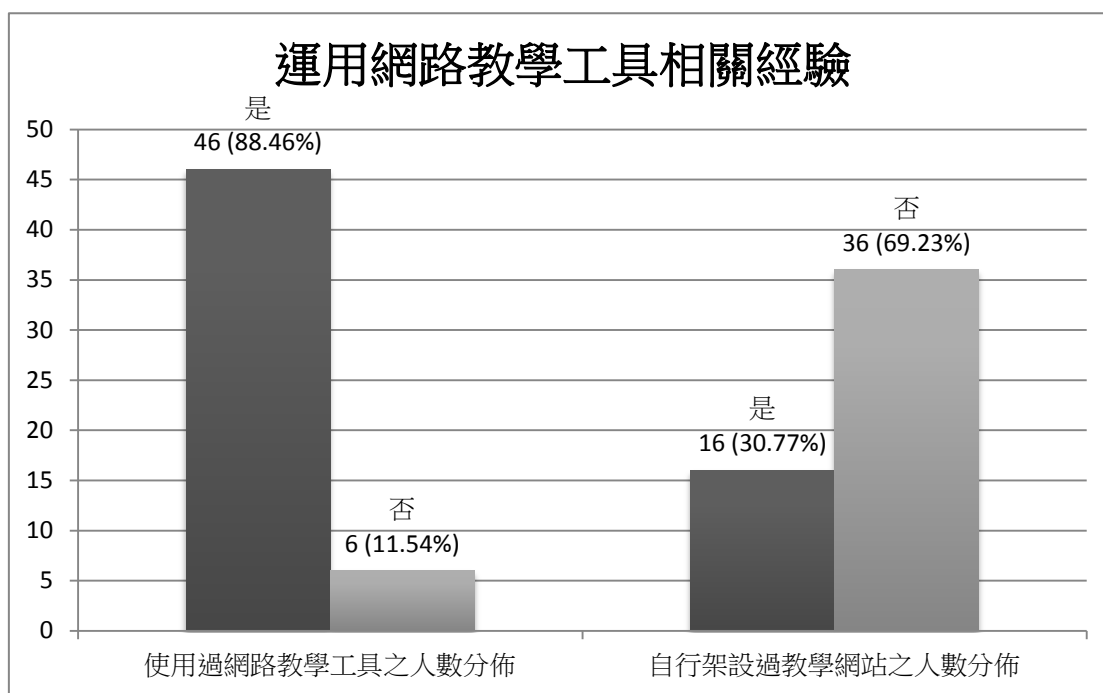


圖 24、教師運用網路教學工具相關經驗之人數分佈圖

而對於教師運用網路教學工具時的知覺彙整如表 13 所示，其中，教師的自信程度平均為 6.71 分（1~10 分）；對於學生在網路學習環境下之學習表現的信心程度平均為 6.92 分（1~10 分）。

表 13、教師對於自身運用網路教學工具與學生使用網路學習之信心程度

Item	Mean	S.D	Range
對本身教學表現之信心程度	6.71	1.87	2~10
對學生表現之信心程度	6.92	1.48	3~10

## 第二節 研究設計

由於本研究的主要目的在於開發一輔助國小教師指導科展的網路系統，並進行初步的系統評估；為了要達到蒐集教師給予本研究所開發之系統的意見回饋的目的，本研究使用調查研究法，並採用其中的問卷調查法以及訪談調查法。

本研究依據問卷調查法來讓受試教師陳述自身的認知，儘管比起訪問調查法來說，問卷調查法的好處在於提供標準化的題目來理解受試者的意見回饋，在問卷開發及運用時也會顧及一定的信度，但由於問卷調查法的限制在於其不易正確理解受試者填答時的真正意含以及填答時對於問卷內容理解之正確性，也難以掌握問卷回收率（林生傳，2010），故本研究同時透過訪談調查法，來提高回收率，並且用以觀察資料蒐集現場之狀況，以確認填答之正確性，以及受訪者填答時的背後意含。綜合上述討論，透過問卷調查與訪談調查之結合，更能完整理解並呈現國小教師對於系統之意見回饋。

## 第三節 研究流程

本研究之流程設計如圖 25 所示：

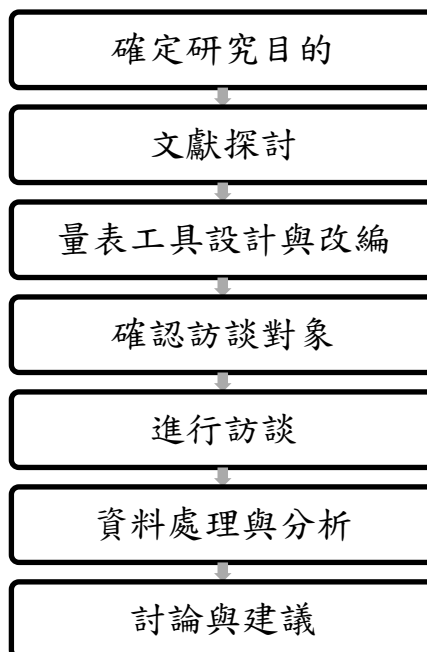


圖 25、研究流程圖

## 第四節 研究工具

由於本研究結合問卷調查與訪談調查，在問卷調查方面，共分為三個研究工具：教師對於「網路科展探究系統」之科技接受度量表、教師對於「網路科展探系統」探究歷程架構之知覺有用性量表、教師對於「網路科展探系統」鷹架功能之知覺有用性量表；在訪談調查方面，共分為三個部份：教師科展指導經驗訪談、系統操作觀感（知覺易用性）訪談、系統未來使用意願訪談，皆使用半結構之設計。接下來將針對問卷以及訪談兩大部份分別介紹研究工具：

### 壹、 量化研究工具

#### 一、教師對於「網路科展探究系統」之科技接受度量表

為了瞭解教師對於若使用本系統來進行教學時的觀感，本研究參考 Yuen & Ma (2008)所改良之科技接受度量表，以進行問卷量測。在此原始問卷中，施測對象為現職及兼職教師，共分為五個向度，包含「電腦自我效能」(computer Self-Efficacy, SE)、「知覺有用性」(Perceived Usefulness, PU)、「知覺易用性」(Perceived Ease of Use, PEOU)、「使用意願」(Intention to Use, ITU)、「主觀規範」(Subject Norm, SN)，總共 19 題，各項度原始  $\alpha$  值最低為 0.5876。研究者依據本研究之目的，僅選擇並微幅修改其中三個向度作為評測使用，問卷包含「使用意願」共 5 題、「知覺有用性」共 5 題、「知覺易用性」共 4 題，總題數為 14。回收問卷後，各向度之信度在 0.89~0.96 之間，整體信度為 0.95（如表 14 所示），問卷之詳細內容則如附錄二所示，其中，問卷內容皆採用 Likert 六點量表。

#### 二、教師對於「網路科展探究系統」探究歷程架構之知覺有用性量表

為了瞭解教師對於系統所提供的探究學習歷程架構的知覺有用性，研究者則使用 Lee et al.(2006)的科展歷程架構來開發問卷，並且在實施問卷前先與相關專家確認題意

與用詞，以確保內容效度以及專家效度。問卷當中，依據學生觀點 (Inquiry Learning, IL) 以及教師觀點 (Inquiry Teaching, IT) 分為 2 個向度，每個向度中針對 5 大學習歷程分別詢問教師本身，合計為 10 題；回收問卷後，各向度之信度在 0.87~0.89 之間，整體信度為 0.93 (如表 15 所示)，其中，問卷內容皆採用 Likert 六點量表，問卷之詳細內容則如附錄三所示。

表 14、教師對於「網路科展探究系統」之科技接受度量表信度分析

Scale	Item	$\alpha$	例題
ITU	5	0.96	如果有「網路科展探究系統」，我會想要使用它來指導學生進行科展。
PU	5	0.91	我覺得使用「網路科展探究系統」，能提高我的教學表現。
PEOU	4	0.89	對我來說，熟練的使用「網路科展探究系統」是容易的。
Over all $\alpha = 0.95$			

表 15、教師對於「網路科展探究系統」探究歷程架構之知覺有用性量表信度分析

Scale	Item	$\alpha$	例題
IL	5	0.87	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生擬定科展題目。
IT	5	0.89	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生擬定科展題目。
Over all $\alpha = 0.93$			

### 三、教師對於「網路科展探究系統」鷹架功能之知覺有用性量表

鷹架功能部份，研究者則使用本研究彙整並改良之四大鷹架架構以及系統功能來確保問卷設計之內容效度。問卷共分為「瞭解任務及制定計畫」(Task understanding and Planning, TU&P)、「監控及調整」(Monitoring and Regulation, M&R)、「反思」(Reflection, RE)、「互動與溝通」(Interaction and Communication, I&C) 等四個向度，其中，每個向度又分為學生觀點 (Inquiry Learning, IL) 以及老師觀點 (Inquiry Teaching, IT)，總計有 25 題。回收問卷後，各向度之信度在 0.63~0.93 之間，整體信度為 0.96 (如表 16 所示)，



問卷之詳細內容則如附錄四所示，其中，問卷內容皆採用 Likert 六點量表。

表 16、教師對於「網路科展探究系統」鷹架功能之知覺有用性量表 信度分析

	Item	$\alpha$	例題
Scale 1: 了解任務及制定計畫 <sup>1</sup>			
學生	2	0.83	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生了解目前應該進行的學習任務是什麼。
老師	2	0.63	整體來說，我覺得「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生完成科展專題。
Scale 2: 監控及調整 <sup>2</sup>			
學生	3	0.90	我認為學生在使用「網路科展探究系統」的時候，可以幫助他們掌握小組目前的學習進度。
老師	5	0.85	使用「網路科展探究系統」，能夠輔助我評估科展小組是否完成特定階段的學習任務。
Scale 3: 反思 <sup>3</sup>			
學生	4	0.82	我認為在「網路科展探究系統」中，可以幫助學生反思自己的學習狀態。
老師	3	0.92	使用「網路科展探究系統」的教師日誌功能，能夠幫助我思考在每一個科展階段指導學生的過程。
Scale 4: 互動與溝通 <sup>4</sup>			
學生	3	0.93	我認為學生們如果使用「網路科展探究系統」，可以幫助他們進行小組討論。
老師	3	0.88	使用「網路科展探究系統」，可以幫助我適時回覆學生的求助。

<sup>1</sup> Over all  $\alpha = 0.88$

<sup>2</sup> Over all  $\alpha = 0.91$

<sup>3</sup> Over all  $\alpha = 0.89$

<sup>4</sup> Over all  $\alpha = 0.91$

## 貳、質化研究工具

為了深入了解教師對於 OSFIS 之使用意願，並訪問系統功能設計之易用性以了解系統所需改善項目，訪談內容分成下列三大部分：

### 一、教師指導科展經驗與觀察到的學生困難

研究者依據科展指導階段歷程(Lee, Buxton, Lewis, & LeRoy, 2006)來進行訪談，訪談大綱設計如下所示：

科展探究教學活動可以分為五個階段來進行，

1. 第一個階段是提出科展題目；在這個階段當中，您在教學上曾經遇過的困難處有哪些？學生在進行此階段時通常會遇到的問題又有哪些？
2. 第二個階段是規劃實驗設計，包含設計變因、研究問題、以及研究工具與步驟等；在這個階段當中，您在教學上曾經遇過的困難處有哪些？學生在進行此階段時通常會遇到的問題又有哪些？
3. 第三個階段是進行實驗；在這個階段當中，您在教學上曾經遇過的困難處有哪些？學生在進行此階段時通常會遇到的問題又有哪些？
4. 第四個階段是形成結論；在這個階段當中，您在教學上曾經遇過的困難處有哪些？學生在進行此階段時通常會遇到的問題又有哪些？
5. 第五個階段是製作參賽作品，包含作品說明書、展示海報、以及準備口頭報告等；在這個階段當中，您在教學上曾經遇過的困難處有哪些？學生在進行此階段時通常會遇到的問題又有哪些？

### 二、教師對於系統階段功能的操作觀感

為了深入瞭解系統功能是否滿足教師需求，以及待改善的功能建議，研究者依科展指導及學習階段歷程以及系統鷹架功能來進行訪談，訪談大綱設計之例題如下所示：

1. 請問在這個階段當中，若從老師以及學生的不同角度分別來看，系統所提供的操作流程有沒有問題？
2. 請問您對於此階段的操作流程，還有沒有什麼建議？
3. 請問在這個階段當中系統所提供的功能是否能滿足您在指導科展時的需要？為什麼？
4. 請問還有沒有什麼是您覺得可以再加入的功能？

### 三、 教師對於系統的未來使用意願與原因

為了深入瞭解教師對於系統的使用意願以及影響的原因，訪談大綱設計如下所示：

1. 請問老師您未來是否有意願使用本系統？為什麼？
2. 除了之前階段訪問時您回答的內容之外，整體來看，您覺得如果在科展指導時使用本系統，能夠解決哪些您所提過的教學困難？(提示：如果階段訪談時已經回答得很詳細，這裡不需要再讓老師重複回答)
3. 承上，哪些您覺得可以透過系統來幫助的教學困難還不能被解決？
4. 整體來看，您覺得如果學生使用本系統來製作科展，能解決學生的那些學習困難？(提示：如果階段訪談時已經回答得很詳細，這裡不需要再讓老師重複回答)
5. 承上，哪些您覺得可以透過系統來幫助的學習困難還不能被解決？
6. 最後，想請問老師您對於本系統功能還有沒有什麼補充建議？

## 第五節 訪談流程

本研究以訪談配合問卷的方式蒐集國小教師指導科展的經驗以及對系統的意見回饋，每位受訪者僅訪問一次，訪談時間總長一個小時 30 分鐘，詳細內容如圖 26 所示：

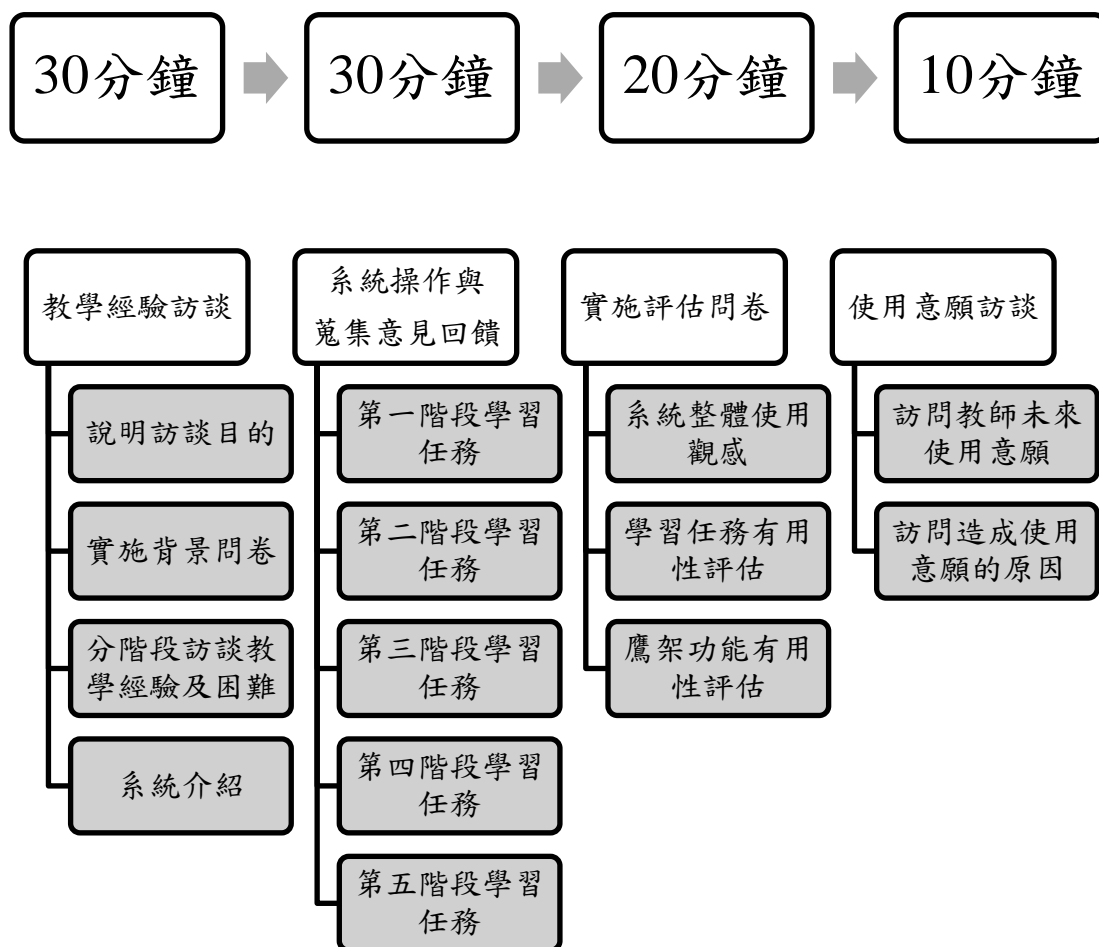


圖 26、訪談流程圖

## 第六節 資料處理與分析

為了回答研究問題，資料處理及分析方式分述如下：

針對三份問卷資料之結果，本研究首先計算每個問卷向度之平均以及標準差，包含教師對於系統的「整體使用意願」、「整體知覺有用性」、「整體知覺易用性」、「探究架構知覺教師有用性」、「探究架構知覺學生有用性」、「瞭解任務及制定計畫鷹架知覺有用性」、「監控與調整鷹架知覺有用性」、「反思鷹架知覺有用性」、「互動與溝通鷹架知覺有用性」等九大向度，以得知樣本整體對於系統的知覺程度。而為了瞭解教師認為鷹架功能對於學生和老師的知覺有用性，在鷹架功能知覺有用性量表之結果當中，每個向度分開計算教師角度與學生角度之題意的平均與標準差。

本研究進一步探討具有不同背景變項的教師對於系統使用的知覺是否會有差異，使用教師背景變項為自變項，而「教師對於網路科展探究系統之科接受度量表」之各向度平均結果作為依變項，採用獨立樣本 t 檢定以及單因子變異數分析之統計方法來檢定依變項之結果是否有顯著差異。

本研究除了進行問卷的量化分析之外，從訪談可以幫助本研究更清楚瞭解教師對於使用系統後的具體回饋與建議。針對訪談內容，首先將訪談內容謄錄為逐字稿，再從逐字稿中擷取與系統回饋相關的重要資訊進行初步分類，包含「使用意願」和「系統使用觀感及改進建議」兩大類，其詳述如下：

### (一) 使用意願：

研究者依據受訪教師對於本研究所開發之系統的未來使用意願分成高度、中度、低度意願三個等級分類，並且進一步擷取逐字稿中提及與教師、學生和外部環境相關的因素，作為將影響每個使用意願等級的個別原因細部分類之依據，並且個別計數教師訪談中在每個類別的次數並計算百分比。

### (二) 系統使用觀感及改進建議：

為了深入瞭解受訪教師對於系統之知覺易用性，分成三大面向進行探討以及細部分類計算：

1. 教師介面與學生介面功能建議
2. 鷹架功能建議
3. 科展探究歷程內容建議

最後，研究者與專家進行分類編碼確認，以確保資料分析不受個人主觀因素影響。

## 第五章 結果與討論

本章呈現資料分析結果與討論，共分為五節，包含教師對於 OSFIS 之知覺有用性、教師對於 OSFIS 之知覺易用性、教師對於 OSFIS 之使用意願、不同背景變項的教師對於 OSFIS 之科技接受度的差異探討，以及教師對於 OSFIS 之系統改良建議。

### 第一節 國小教師對於 OSFIS 之知覺有用性

本節就問卷及訪結果來探討國小教師對於 OSFIS 之知覺有用性，以下分為整體知覺有用性、探究學習歷程架構知覺有用性、鷹架功能知覺有用性等三個項目來探討。

#### 壹、 整體知覺有用性

表 17 顯示教師對於網路科展探究系統的知覺有用性分析結果，平均分數為 4.98，標準差為 0.79。結果顯示整體上受訪教師認為指導科展時使用 OSFIS 系統不僅有助於教師指導學生完成科展製作（子向度平均得分 5.00），還能提高教學表現（子向度平均得分 4.96）。

表 17、國小教師對於 OSFIS 的知覺有用性描述性統計摘要表

知覺有用性子向度 <sup>1</sup>	Mean	S.D
PU1: 我覺得使用「網路科展探究系統」，能提高我的教學表現。	4.96	0.93
PU2: 我覺得使用「網路科展探究系統」，讓我能更快地完成指導學生的任務。	4.90	1.05
PU3: 我覺得使用「網路科展探究系統」，能提高我在指導學生科展上的表現。	4.83	0.88
PU4: 如果在進行科展教學時使用了「網路科展探究系統」，更能幫助我指導學生完成科展製作。	5.00	0.86
PU5: 整體來說，我覺得「網路科展探究系統」對我而言是有用的。	5.23	5.23

<sup>1</sup>Overall mean = 4.98, S.D = 0.79

## 貳、探究學習歷程架構知覺有用性

本節同時探討受訪教師對於網路科展探究系統所提供之探究學習歷程架構的知覺有用性，表 18 呈現分析結果，其中整體平均分數為 4.92，標準差為 0.64，顯示 OSFIS 所提供的探究學習歷程架構對於受訪教師在指導學生進行科展時整體而言是有用的。

表 18、探究架構知覺有用性問卷之描述性統計摘要表

Scale	Mean	S.D
教師	4.94	0.67
學生	4.90	0.67
整體	4.92	0.64

本節進一步分析學生角度（IL）以及教師角度（IT）兩個不同向度的結果。表 18 提供了學生角度以及教師角度題向之描述性統計數據，結果顯示學生角度的回答平均數為 4.90（標準差=0.67），而教師角度的回答平均數為 4.94（標準差=0.67）。這樣的結果指出不論是從學生角度或是教師角度來思考，OSFIS 所提供的探究學習歷程架構對於學生進行科展探究活動與教師指導科展都能有所幫助。

至於學生角度以及教師角度題向之描述性統計分別如表 19 及表 20 所示，在這當中，教師認為 OSFIS 所設計的探究學習歷程架構，特別是在第三階段：執行時，最能幫助學生掌握實驗狀態（平均 5.19 分），也能幫助老師掌握學生的實驗狀態（平均 5.13 分）。

這樣的結果從訪談內容中也獲得同樣的支持，多數受訪教師認為 OSFIS 所設計的探究學習歷程架構有助於學生做學習的紀錄以及進行科展的製作，也能讓教師在指導科展時用來講解科展流程，並且提供給老師一個管理學生的新方式。除此之外，多數受訪教師也認同 OSFIS 所提供的探究歷程架構符合其指導的流程，更有教師提及若使用 OSFIS 能夠深入科展細節。

表 19、探究架構知覺有用性之學生角度子問卷的描述性統計摘要表

學生角度知覺有用性子向度	Mean	S.D
IL1: 我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生擬定科展題目。	4.67	0.90
IL2: 我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生完成科展所需的實驗設計。	4.75	0.79
IL3: 我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生掌握實驗進行的狀態。	5.19	0.82
IL4: 我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生討論及整合實驗結論。	4.88	0.78
IL5: 我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生完	5.00	0.82



成科展參賽作品。

表 20、探究架構知覺有用性之教師角度子問卷的描述性統計摘要表

教師角度知覺有用性子向度	Mean	S.D
IT1: 我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生擬定科展題目。	4.75	0.88
IT2: 我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生完成實驗設計。	4.88	0.86
IT3: 我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生掌握實驗進行的狀態。	5.13	0.82
IT4: 我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生討論及整合實驗結論。	4.90	0.82
IT5: 我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生完成科展參賽作品。	5.03	0.68

#### 參、鷹架功能知覺有用性

有關於國小教師對於 OSFIS 所提供的鷹架功能知覺有用性，可從「國小教師對於 OSFIS 之鷹架功能知覺有用性」之結果來探討。從表中可得知，受訪教師所知覺的整體鷹架功能有用性平均分數高達 5.12 分，其中，教師角度及學生角度之個別平均分數為 5.17 與 5.06，標準差為 0.55 及 0.57。

接下來分為「了解任務及制定計畫」、「監控及調整」、「反思」、「互動與溝通」四個向度以探討受訪教師對於 OSFIS 之鷹架功能知覺有用性。結果顯示各向度平均依序為 5.10、5.21、5.19、4.92，標準差依序為 0.72、0.56、0.55、0.69，表示對於受訪國小老師來說，各向度都有蠻高的知覺有用性。而從老師面向與學生面向來評估 OSFIS 所提供之鷹架功能有用性時，平均分數也從 4.83~5.31 不等，可見受訪教師認為若使用本研究所開發之系統所提供的鷹架功能，無論對老師或學生來說都會有所幫助，詳細結果如表 21 所示。

表 21、鷹架功能知覺有用性問卷之描述性統計摘要表

Scale	教師	學生	整體
-------	----	----	----

	Mean (S.D)	Mean (S.D)	Mean (S.D)
了解任務及制定計畫	5.10 (0.72)	5.10 (0.78)	5.10 (0.72)
監控及調整	5.22 (0.57)	5.19 (0.64)	5.21 (0.56)
反思	5.31 (0.58)	5.11 (0.60)	5.19 (0.55)
互動與溝通	5.01 (0.74)	4.83 (0.79)	4.92 (0.69)
整體	5.17 (0.55)	5.06 (0.57)	5.12 (0.54)

從表 21 可得知，受訪教師從學生角度來審視 OSFIS 所提供的鷹架功能時，在「監控與調整」向度上的平均分數最高(5.19)，然而對受訪教師來說，若從教師角度來思考，則是在「反思」向度上的平均分數為最高(5.31)。為了瞭解教師在不同鷹架功能中的知覺有用性，本節進一步討論各向度的結果及意涵：

#### 一、「任務理解與制定計畫」鷹架功能知覺有用性

表 22 顯示受訪教師認為 OSFIS 的任務理解與制定計畫鷹架功能，對於學生來說好處在於特別能夠幫助學生了解目前應該進行的學習任務是什麼（平均 5.13 分），多數教師在訪談時也提及透過系統學生就可以知道科展是什麼，以及接下來該怎麼做；對於教師來說，則是可以幫助教師指導學生完成科展專題（平均 5.13 分），更有教師在訪談中提及 OSFIS 特別是對於新手老師在指導科展時應該能夠有所幫助。

表 22、「任務理解與制定計畫」鷹架功能子向度之描述性統計摘要表

任務理解與制定計畫子向度	Mean	S.D
TU&P 1: 我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生了解目前應該進行的學習任務是什麼。	5.13	0.74
TU&P 2: 我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生做好完成每一個學習任務的時間管理。	5.06	0.94
TU&P 3: 使用「網路科展探究系統」，能夠幫助我了解學生在每一個階段，應該要在多少時間內完成學習任務。	5.06	0.92
TU&P 4: 整體來說，我覺得「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生完成科展專題。	5.13	0.77

## 二、「監控與調整」鷹架功能知覺有用性

表 23、「監控與調整」鷹架功能子向度之描述性統計摘要表

監控與調整子向度	Mean	S.D
M&R 1: 我認為學生在使用「網路科展探究系統」的時候，可以幫助他們掌握小組目前的學習進度。	5.17	0.68
M&R 2: 我認為學生在使用「網路科展探究系統」的時候，可以幫助他們掌握小組科展作品目前的完成狀態。	5.17	0.76
M&R 3: 我認為「網路科展探究系統」可以幫助小組管理製作科展的學習任務。	5.21	0.67
M&R 4: 使用「網路科展探究系統」，能夠輔助我掌握不同科展小組的學習狀態。	5.35	0.76
M&R 5: 使用「網路科展探究系統」，能夠輔助我檢視特定學生的學習狀況。	5.08	0.86
M&R 6: 使用「網路科展探究系統」，能夠輔助我掌握特定小組目前的學習狀態。	5.25	0.71
M&R 7: 使用「網路科展探究系統」，能夠輔助我評估科展小組是否完成特定階段的學習任務。	5.25	0.56
M&R 8: 使用「網路科展探究系統」，能夠輔助我在學生遇到問題的時候，給予指導回饋。	5.17	0.71

從表 23 可得知受訪教師認為 OSFIS 的監督與調整鷹架功能的有用程度普遍都很高，其中從學生角度來看，最高的項目是 M&R3（平均 5.21 分），表示受訪教師認為若使用本系統，特別能夠幫助學生所形成的科展小組來管理探究歷程中的學習任務，從教師角度來看，最高的項目是 M&R4（平均 5.35 分），表示受訪教師認為若使用本系統，能為科展教師在掌握不同科展小組的學習狀態時，提供很大的幫助。訪談資料也支持問卷調查的結果，多數教師提到使用 OSFIS 的好處在於讓回饋以及修正變得更即時，也有老師提及應該能夠縮短指導的時間。

## 三、「反思」鷹架功能知覺有用性

表 24、「反思」鷹架功能子向度之描述性統計摘要表

反思子向度	Mean	S.D
RE 1: 我認為在「網路科展探究系統」中，可以幫助學生記錄自己的學習狀況。	5.23	0.70

RE 2: 我認為在「網路科展探究系統」中，可以幫助學生記錄小組的學習狀況。	5.19	0.66
RE 3: 我認為在「網路科展探究系統」中，可以幫助學生反思自己的學習狀態。	4.90	0.82
RE 4: 我認為在「網路科展探究系統」中，可以幫助學生比較自己與其他小組的學習進度。	5.10	0.80
RE 5: 使用「網路科展探究系統」的教師日誌功能，能夠幫助我記錄指導學生做科展的過程。	5.35	0.65
RE 6: 使用「網路科展探究系統」的教師日誌功能，能夠幫助我思考在每一個科展階段指導學生的過程。	5.29	0.61
RE 7: 使用「網路科展探究系統」的教師日誌功能，能夠幫助我反思自己的科展教學。	5.27	0.63

表 24 顯示在反思鷹架功能向度之結果中，受訪教師認為 OSFIS 所提供的反思鷹架功能，最能夠幫助學生的是紀錄自己的學習狀況（RE1，平均 5.23 分），至於最能幫助教師的是紀錄指導學生做科展的過程（RE5，平均 5.25 分）。從訪談資料可得知教師還認為 OSFIS 能夠幫助學生提早思考怎麼做實驗設計，而有教師更提及學生在網路化學習環境當中打字時具有能夠整合以及精緻化思考的好處。

然而有一名教師卻表達對學生省思能力的負面想法，認為學生做不到自我反省這件事，所以省思功能的設計也沒有必要性。這樣的訪談資料顯示了教師的信心程度可能會影響對於系統是否有用的觀感。

#### 四、「互動與溝通」鷹架功能知覺有用性

表 25 顯示受訪教師認為 OSFIS 所提供的互動與溝通鷹架功能，最能幫助學生的是利用 OSFIS 進行小組討論（I&C1，平均分數 4.83），在訪談當中也有教師提及對於學生來說提供了發表意見的不同空間。至於最能幫助教師的則是了解學生是否有需要協助的地方（I&C5，平均分數 5.12），例如訪談資料中有教師提到 OSFIS 能夠幫助老師回想與學生討論到哪裡了。

然而，儘管在問卷結果當中顯示了教師認為 OSFIS 所提供的互動與溝通功能對他們來說是有用的，卻也有少數教師提到自身比較習慣於面對面指導，比較能夠直接解決問題以及給予直接回饋，是系統無法取代的功能。

表 25、「互動與溝通」鷹架功能子向度之描述性統計摘要表

子向度	Mean	S.D
I&C 1: 我認為學生們如果使用「網路科展探究系統」，可以幫助他們進行小組討論。	4.83	0.83
I&C 2: 我認為學生們如果使用「網路科展探究系統」，可以幫助小組成員的互相溝通。	4.73	0.87
I&C 3: 我認為學生們如果使用「網路科展探究系統」，可以幫助小組成員的互相溝通。	4.73	0.87
I&C 4: 使用「網路科展探究系統」，可以幫助我跟學生之間進行互動。	4.90	0.77
I&C 5: 使用「網路科展探究系統」，可以幫助我了解學生是否有需要協助的地方。	5.12	0.81
I&C 6: 使用「網路科展探究系統」，可以幫助我適時回覆學生的求助。	5.02	0.90

#### 肆、 小結

根據本節之結果顯示，本研究所開發 OSFIS 系統經由受訪教師初步了解及操作試用過後，整體評估結果顯示受訪教師認為系統具有高度有用性。特別是受訪教師認為系統在教師指導學生完成科展製作以及提高教學表現方面有非常重要的幫助，由此可知本研究之系統設計符合受訪教師進行科展探究教學時的需求。

從學生以及教師不同角度來思考 OSFIS 所提供的探究架構以及鷹架功能，多數受訪教師認為 OSFIS 所提供的探究架構能夠作為學生的學習紀錄使用以及深入科展細節，也能夠幫助老師講解科展流程。至於在鷹架功能方面，受訪教師對於 OSFIS 的任務理解與計畫、監控與調整、反思、互動與溝通四大鷹架功能都有良好的知覺有用性，例如能夠幫助學生以瞭解科展是什麼及幫助老師做到即時回饋以及修正。值得注意的是，根據受訪教師填答結果，顯示若從教師角度來看 OSFIS 之鷹架功能設計，知覺有用性最高的向度是「反思」鷹架功能；從學生角度來看，知覺有用性最高的是「監控與調整」鷹架功能。而從訪談資料的特殊案例中顯示教師對於鷹架功能的感知可能會受到教師對於學生能力的信心程度，以及教師指導習慣所影響，例如部份教師提到面對面教學的不可取代性，有可能導致其對於 OSFIS 所提供的互動與溝通鷹架的知覺有用性。

## 第二節 國小教師對於 OSFIS 之知覺易用性

本節使用問卷以及訪談結果來探討國小教師對於 OSFIS 之知覺易用性，以下分別探討整體知覺易用性、探究學習歷程架構知覺易用性、鷹架功能知覺易用性。

### 壹、 整體知覺易用性

表 26 顯示教師對於網路科展探究系統的知覺有用性分析結果，其中平均分數為 4.85，標準差為 0.82。此結果表示受訪教師認為學習運用 OSFIS 來指導科展不是一件困難的事情（子向度平均 4.87），也認為熟練的使用 OSFIS 是容易的（子向度平均 4.85）。除此之外，受訪教師更能夠透過與 OSFIS 之介面互動，來理解本研究在系統設計中所提供與科展探究教學相關的內容。

表 26、國小教師對於 OSFIS 的知覺易用性之描述性統計摘要表

知覺易用性子向度 <sup>1</sup>	Mean	S.D
PEOU1: 學習使用「網路科展探究系統」對我來說是容易的。	4.87	0.95
PEOU2: 對我來說，熟練的使用「網路科展探究系統」是容易的。	4.87	1.03
PEOU3: 當我在使用「網路科展探究系統」時，系統的介面和互動方式對我而言是簡單且容易明瞭的。	4.85	0.92
PEOU4: 總而言之，我覺得「網路科展探究系統」是容易使用的。	4.83	0.88

<sup>1</sup>Overall mean = 4.85, S.D = 0.82

### 貳、 探究學習歷程架構知覺易用性

根據訪談資料顯示，多數教師認為 OSFIS 所提供的探究學習歷程架構將科展流程分類的相當清楚並且容易理解，能輔助老師掌握探究進度與活動時間，部份受訪教師認為學生經過教學指導後，學生可以很容易操作系統上，並且新手老師也表示對他來只需要花一些時間操作就可以熟悉系統。

對於探究學習歷程架構理解程度上，受訪教師表示能很清楚瞭解如何使用本系統及

其目的，且能清楚掌握各個功能明確的位置與使用時機，這可能是由於系統提供一個探究架構的網站地圖，因為受訪教師在操作系統過程中，研究者現場觀察發現多數老師停留比較多的時間在瀏覽網站地圖，透過此地圖能引導教師如何使用探究學習歷程架構，因此受訪教師對於探究學習歷程架構表示具有良好的知覺易用性。

雖然大部分的受訪教師認為 OSFIS 所提供的探究學習歷程架構能在短時間內熟悉，但仍有少數教師提到 OSFIS 在探究架構中提供的步驟過於複雜，而且內容說明呈現方式以文字為主，對於學生可能會有理解障礙。少數老師也提到希望內容說明可以使用多媒體的方式呈現，例如使用圖片、動畫或是聲音提示。對於部份專家教師來說，儘管 OSFIS 提供十分詳盡的學習步驟設計，但太過制式無法依據個人需求而調整活動流程。換句話說，對於這些有經驗的受訪教師希望活動步驟流程能根據探究活動的內容或是個人帶領方式而有所調整。

## 參、鷹架功能知覺易用性

以下分別針對各鷹架功能探討受訪教師對於 OSFIS 的知覺易用性：

### 1. 任務理解與制定計畫

多數教師提到由於 OSFIS 提供了一定的程序來指導科展，並且具備完整性，讓教師可以不需額外花費時間來做教學的補充，也能夠讓學生依照一系列的探究過程來完成科展，並且透過觀看系統的內容就能瞭解科展探究的流程。然而有部份教師也提到由於科展探究的過程本身就是一系列複雜的活動，系統當中還需要融入多一些操作範例來幫助理解。

### 2. 監控與調整

許多受訪教師在操作完系統後的感想是透過 OSFIS 能夠方便指導多組科展的教師來管理學生，也能夠即時知道學生的學習狀態，這些資訊都顯示了受訪教師能夠在短暫的

時間之內，透過與系統介面的互動方式，理解 OSFIS 所融入的監控與調整鷹架功能。然而部份教師也提到目前有部份系統功能採用檔案上下傳的形式來處理，若未來系統的輸入方式能全部發展成線上輸入，更能方便學生調整探究學習任務的內容，也方便老師紀錄指導進度。此外，受訪教師也提及若介面的提示能夠用變換顏色的方式呈現，也讓人更可以理解系統給予的回饋。

### 3. 反思

透過訪談內容得知教師主要提及系統的好處其一就是方便老師與學生做科展活動的日誌彙整與紀錄，檢核表的設計也能幫助新手教師思考如何指導科展，代表教師對於系統所提供的反思鷹架功能有所理解，然而並沒有太多的教師對此功能之易用程度有所著墨，僅有一名教師提及檢核表的內容設計有些複雜，學生不一定能夠一題題檢視來達到反思的效果。

### 4. 互動與溝通

受訪教師對於 OSFIS 所提供的互動與溝通鷹架的理解在於能讓師生在有需要的時候隨時進行線上討論，老師也能給予非同步的回饋，達到增進互動的效果，而多數教師看到 OSFIS 所設計的討論區功能也能馬上聯想到其功用，由此可知受訪教師能夠在短暫的訪談時間內理解本研究在系統當中設計的互動與溝通鷹架，然而少數教師給予的回饋則是認為這樣的使用方式有可能會增加老師的指導壓力，必須要隨時處於指導工作的狀態，才不會漏接學生傳來的訊息。由以上訪談內容可發現在互動與溝通鷹架的易用性方面，需要考量的是面對面互動與透過系統作為溝通媒介之間如何銜接，例如有教師提及希望能夠在學生頁面附加註解與評論，或是主動訊息通知，才能真正方便科展教師與學生的使用。



#### 肆、 小結

本節透過教師對於 OSFIS 的知覺易用性之問卷分析結果得知受訪教師普遍認為系統容易學習與使用，並且與系統介面的互動方式也是簡單明瞭的，透過訪談人員的現場操作範例，受訪教師皆能理解 OSFIS 的運作方式。而從 OSFIS 所提供的探究學習歷程架構與鷹架功能層面來探討受訪教師對於 OSFIS 的知覺易用性，由訪談資料與操作過程觀察也顯示多數教師能夠理解不同階段任務流程與鷹架功能意涵與操作方式。然而少數教師提到系統還需要增加彈性以及操作範例說明，以增加易用程度，例如在探究架構中的學習任務步驟內容，應讓教師可自由增刪或調整步驟，以符合不同經驗或專業知能的教師的使用與對探究的理解；在互動與溝通鷹架當中需要增加教師與學生互動的彈性，包含部份教師期望 OSFIS 提供讓教師主動在學生頁面附加註解與評論等功能。

### 第三節 國小教師對於 OSFIS 之使用意願

本節就問卷與訪談結果來探討國小教師對於 OSFIS 之使用意願，並且就整體使用意願以及可能的影響原因分別探討。

#### 壹、系統整體使用意願

從表 27 可得知受訪教師對於 OSFIS 之使用意願平均分數高達 5.05(標準差為 0.92)，表示本研究所訪談之國小教師對於 OSFIS 的整體使用意願為高，此結果代表了整體來說受訪教師都蠻樂意使用 OSFIS 來指導學生進行科展(子向度平均 5.10)，也願意讓學生使用本系統來製作科展(子向度平均 5.15)。由此可得知對於受訪教師來說，具有相當高的意願在指導科展的過程中使用本研究所開發的系統。

表 27、國小教師對於 OSFIS 之使用意願描述性統計摘要表

使用意願子向度 <sup>1</sup>	Mean	S.D
ITU1: 如果有「網路科展探究系統」，我會想要使用它來指導學生進行科展。	5.10	0.96
ITU2: 如果有「網路科展探究系統」，我會想要常常使用系統中所提供的資源，來輔助我的科展教學。	5.02	0.98
ITU3: 如果有「網路科展探究系統」，我會想要我的學生利用這個系統來做科展。	5.15	0.92
ITU4: 如果有「網路科展探究系統」，我會盡量使用這個系統指導學生進行科展。	5.00	1.03
ITU5: 我非常有意願使用這個系統來指導學生進行科展。	4.98	1.11

<sup>1</sup>Overall mean = 5.05, S.D = 0.92

#### 貳、影響教師使用意願之原因探討

為了瞭解影響本研究受訪之國小教師對於 OSFIS 的使用意願之原因，本研究先將受訪教師的使用意願分為有意願、中性意願、無意願等三大類別，根據訪談資料之結果彙整，有意願者高達 41 人，中性意願者共 7 人，無意願者有 4 人。以下針對三個使用意

願類別分別探討影響受訪教師使用意願的原因：

### 一、有使用意願之原因探討

透過訪談分析結果顯示，對於有使用意願的教師來說，原因大多為能夠為學生或老師帶來好處。其中有 3 名教師提及 OSFIS 對科展活動具有整體性的好處，包含提供了科展紀錄的功能，也能幫助師生克服時間上的不足。有 25 名教師提及 OSFIS 對於科展教師能夠帶來好處，包含減輕老師教學上的負擔、提供清楚的指導架構、指引新手教師指導科展以及補充教師知能不足之處、提供歷程紀錄及管理功能。也有 15 名教師提及系統對學生能夠帶來好處，包含能讓學生瞭解科展與熟悉科展步驟、知道接下來該做什麼、在網路化環境中達到精緻化思考、方便討論、克服時間與空間的限制因素以持續做科展。這些受訪教師所認知的系統優點，都是誘使教師願意使用 OSFIS 來指導科展的可能原因。

對於部份教師來說使用 OSFIS 可能只是一種新方法的嘗試，有 8 名教師提到他們願意使用看看系統有幫助，例如其中有受訪教師提及想比較看看不同指導方式的效果是否有差異，顯示了對於這些教師來說，願意接受新的知識與方法來作為增進個人專業能力發展的契機。

然而，在願意使用 OSFIS 來指導科展的受訪教師當中，共有 12 名教師也指出一些他們的擔憂，包含學生的運用能力與資源、教師與學生對於系統內容的理解能力、教學時間不足、習慣於面對面指導。上述的分析內容表達了對 OSFIS 有使用意願的受訪教師依然有一些考量因素導致於他們的使用意願比起其他具有使用意願的受訪教師來說，使用意願的程度相對為低。

### 二、中性使用意願之原因探討

具有中性意願的受訪教師共有 7 名，將近半數指出 OSFIS 對於指導多組的教師會比較適用，他們所提到的原因類型包含對於自身或學生能力的擔憂，或是環境因素的影響，例如電腦設備不足及家長限制。

由上述訪談分析顯示，儘管這些教師認為系統對他們可能會有好處，但同時也考量

能力以及環境因素，更有一名受訪教師提到參展得名的壓力，認為使用系統不能幫助得獎，若是單純培養學生的探究能力的話則會想使用系統。

### 三、無使用意願之原因探討

根據少數無使用意願的訪談內容分析顯示，共有 4 名教師對於 OSFIS 沒有使用意願，原因包含習慣於面對面指導，適應問題、設備及家長等環境限制。由上述資訊可得知沒有使用意願的受訪教師多是由於不習慣網路教學環境，更有專家教師指出不確定依照系統來執行能否達到好的效果，會覺得沒有安全感。

### 參、 小結

本節依據問卷結果來分析教師對於 OSFIS 的使用意願，結果發現整體而言受訪教師樂意在指導科展的過程使用 OSFIS。透過訪談資料分析結果深入探討影響教師使用系統的原因之後，原因類別彙整如表 28 所示，一共包含誘因、擔憂、內在動機、環境因素等四大類別。所謂「誘因」是指基於系統對於教師或學生所能帶來的幫助，讓受訪教師趨向於願意使用系統；「擔憂」則是指教師對於自身或學生能力的考量，搖擺於要不要使用系統的想法之間；「內在動機」指的是教師是否願意突破自身慣例，嘗試新方法；「環境因素」指的是教師由於考量電腦等設備不足或是家長的限制因素，趨向於不願意或無法使用系統。

表 28、影響受訪教師對 OSFIS 的使用意願之原因類別與項目

原因類別	項目 (N)
誘因	對老師有幫助(25)、對學生有幫助(15)、整體幫助(3)
擔憂	學生運用能力(5)、教師或學生的理解能力(3)、教學時間不足(2)
內在動機	嘗試新方法(8)、習慣於舊有指導模式(5)
環境因素	電腦及網路設備不足(6)、家長限制(2)

## 第四節 不同背景變項的國小教師對於 OSFIS 的感知差異

本節探討不同背景變項的國小教師對於 OSFIS 的感知差異，以下分別針對性別、自然科教學年資、專業背景、科展指導經驗、科展指導表現、網路使用頻率、網路教學自信程度、對學生在網路學習時信心程度、網路教學經驗、網路教學自信程度與對學生運用網路學習之信心程度等十個背景變項進行討論。

### 一、不同性別之國小教師對於 OSFIS 的感知差異

受訪教師當中，包含男性 25 人 (48.08%)，女性 27 人 (51.92%)，本研究使用獨立樣本 t 檢定以檢驗不同性別教師對於 OSFIS 的感知差異，如表 29 所示。結果發現受訪教師在使用意願、知覺有用性、知覺易用性等向度之 t 檢定結果皆未達顯著，由此可知不同性別的受訪教師，對於使用 OSFIS 的感知並沒有明顯差異。

表 29、不同性別的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表

	男性 Mean (S.D)	女性 Mean (S.D)	t-value
使用意願	5.11 (0.89)	4.99 (0.97)	0.46 (n.s.)
知覺有用性	5.06 (0.82)	4.92 (0.76)	0.63 (n.s.)
知覺易用性	4.88 (0.77)	4.82 (0.88)	0.24 (n.s.)

### 二、不同自然科教學年資之國小教師對於 OSFIS 的感知差異

本研究依據受訪教師的自然科教學年資平均 (6.14 年)，將受訪教師區分為高年資 (high) 以及自然科教學年資相對為低 (low) 兩群教師，其中高年資的定義為自然科教學年資在 6 年以上 (共計 26 人，佔 50%)，低年資的定義為自然科教學年資未滿 6 年 (共計 26 人，佔 50%)。

表 30 彙整不同自然科教學年資的受訪教師，在不同的感知向度中的獨立樣本 t 檢定結果。根據結果顯示高年資與低年資的受訪教師，在使用意願、知覺有用性、知覺易

用性等三個向度上都未達顯著，由此可得知自然科教學年資的高低並不會影響受訪教師對於 OSFIS 之感知。

表 30、不同自然科教學年資的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表

	Low Mean (S.D)	High Mean (S.D)	t-value
使用意願	4.87 (1.01)	5.22 (0.81)	-1.36 (n.s.)
知覺有用性	4.94 (0.93)	5.03 (0.63)	-0.42 (n.s.)
知覺易用性	4.69 (0.88)	5.01 (0.74)	-1.41 (n.s.)

### 三、 不同專業背景之國小教師對於 OSFIS 的感知差異

本節根據受訪教師是否來自於科學教育(科教)或理工背景，將受訪教師分為兩群，屬於科教或理工背景者有 31 人(59.62%)，屬於非科教或理工背景者有 21 人(40.38%)。

表 31 顯示不同專業背景的教師在不同的感知向度所填答的結果分析，結果顯示教師在使用意願、知覺有用性、知覺易用性等向度之 t 檢定結果皆未達顯著，這樣的結果發現專業背景因素並不會影響受訪教師對於 OSFIS 的感知。從此結果當中可推論即使教師並非對於科學教育或是相關科目有所熟悉，但在面臨科展指導工作時，依然會認為本研究所開發之系統在使用上不會太困難，也有助於這些教師的科展指導工作，所以具有高度的使用意願。

表 31、不同專業背景的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表

	科教/理工背景 Mean (S.D)	非科教/理工背景 Mean (S.D)	t-value
使用意願	5.21 (0.90)	4.82 (0.93)	1.50 (n.s.)
知覺有用性	5.05 (0.69)	4.90 (0.92)	0.67 (n.s.)
知覺易用性	4.91 (0.75)	4.76 (0.93)	0.64 (n.s.)

#### 四、 不同科展指導經驗之國小教師對於 OSFIS 的感知差異

本研究使用科展指導次數之背景變項，將受訪教師區分為高先備經驗與低先備經驗等兩群。其中，高先備經驗指的是教師指導過 6 次以上科展（共 15 人），低先備經驗指的是教師指導過 1~5 次科展（共 37 人）。

表 32、不同科展指導經驗的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表

	低先備經驗 Mean (S.D)	高先備經驗 Mean (S.D)	t-value
使用意願	5.00 (0.83)	5.17 (1.14)	-0.61 (n.s.)
知覺有用性	4.95 (0.74)	5.06 (0.91)	-0.48 (n.s.)
知覺易用性	4.68 (0.78)	5.28 (0.79)	-2.54*

\*p<0.05

獨立樣本 t 檢定之結果彙整如表 32，結果顯示高先備經驗的受訪教師的受訪教師比低先備的受訪教師，在「知覺易用性」向度上的平均結果達顯著差異（ $p = 0.0014$ ），其中，高先備經驗的受訪教師在此向度上的平均分數為 5.28，低先備經驗的受訪教師在此向度上的平均分數為 4.68。此結果顯示對於高先備經驗的老師來說，若要使用 OSFIS 來指導科展，並不會造成太多困難，這可能是由於這些教師比起缺乏指導經驗的教師來說，比較了解科展製作的流程，所以也會比較了解 OSFIS 的運作方式及內涵，若要使用 OSFIS 也相對比較容易駕輕就熟。然而，科展指導經驗卻不會影響到受訪教師對於系統的知覺有用性以及使用意願；這些受訪教師大多認為 OSFIS 是一套有用的網路科展系統，也相當願意在指導科展的過程中使用 OSFIS。可見 OSFIS 適用於不同指導經驗的受訪教師。

#### 五、 不同科展指導表現（得獎經驗）之國小教師對於 OSFIS 的感知差異

本研究根據受訪教師是否能參與全國中小學科展作為基準，將受訪教師分為兩類，

其一是得獎經驗豐富之教師，其二是得獎經驗普通之教師。得獎經驗豐富的定義是教師指導學生參與縣市比賽曾獲得第一名以上的教師（共 18 人，34.92%），得獎經驗普通的定義是指導學生參與縣市比賽未曾得過第一名以上之教師（共 34 人，65.38%）。

根據表 33 之結果顯示，兩群教師在「使用意願」、「知覺有用性」、「知覺易用性」等向度上的平均分數均未達顯著，由此可知科展得獎經驗並不會影響受訪教師對於本系統的感知。科展指導表現或許能代表的是科展評審眼中，一個科展指導教師的專業知能，故本研究也進一步推論在指導科展時具備高專業知能或是低專業知能的教師當中，對於 OSFIS 的感知並不會有所差異。

表 33、不同科展指導表現的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表

	得獎經驗豐富 Mean (S.D)	得獎經驗普通 Mean (S.D)	t-value
使用意願	5.11 (1.14)	5.02 (0.80)	-0.34 (n.s.)
知覺有用性	4.94 (0.98)	5.01 (0.68)	-0.27 (n.s.)
知覺易用性	4.96 (0.85)	4.79 (0.81)	-0.68 (n.s.)

## 六、 不同網路使用頻率之國小教師對於 OSFIS 的感知差異

本研究依據受訪教師的每週平均上網時數，將受訪教師分為不常使用網路（低頻率）以及經常使用網路（高頻率）兩群；所謂低頻率指的是平均每週上網時數未滿 12 小時者（共 27 人，51.92%），高頻率指的是每週平均上網時數在 12 小時以上者（共 25 人，48.08%）。

根據表 34 之結果顯示，兩群教師在各向度上的平均分數都未達顯著，由此可得知即使本研究所開發的系統必須在網路環境下使用，但網路使用頻率並不會影響受訪教師對於 OSFIS 之觀感。



表 34、不同網路使用頻率的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表

	低頻率 Mean (S.D)	高頻率 Mean (S.D)	t-value
使用意願	4.90 (0.97)	5.21 (0.86)	-1.19 (n.s.)
知覺有用性	4.84 (0.84)	5.14 (0.71)	-1.35 (n.s.)
知覺易用性	4.70 (0.81)	5.01 (0.82)	-1.35 (n.s.)

## 七、 對於使用網路教學，具備不同自信程度之國小教師對於 OSFIS 的感知差異

本研究根據教師所填寫之運用網路教學時的自信程度十點量表，使用受訪教師的填答平均（6.71 分）作為分界，將受訪教師分為「相對有自信」以及「相對無自信」兩群，其中，相對有自信之受訪教師共 31 人，相對無自信之受訪教師共 21 人。

表 35、網路教學環境中具備不同自信程度的教師之獨立樣本 t 檢定摘要表

	相對有自信 Mean (S.D)	相對無自信 Mean (S.D)	t-value
使用意願	5.12 (0.93)	4.94 (0.93)	0.69 (n.s.)
知覺有用性	5.04 (0.80)	4.90 (0.78)	0.60 (n.s.)
知覺易用性	5.10 (0.76)	4.48 (0.78)	2.90**

\*\*p<0.01

根據表 35 的結果顯示，在這兩群受訪教師當中，對於 OSFIS 的「知覺易用性」達到顯著差異（ $p = 0.006$ ），其中相對有自信之受訪教師的知覺易用性平均分數為 5.10，相對無自信之受訪教師的知覺易用性平均分數為 4.48，由此可得知對於運用網路教學工具的自信程度較高的受訪教師，會認為 OSFIS 比較容易使用；這樣的結果顯示受訪教師對於網路教學工具的自信程度會影響他們認為本系統絨布容易使用的觀感。

至於從表 35 也可得知兩群教師在「使用意願」以及「知覺有用性」兩項度上之 t

檢定結果未達顯著，表示對於運用網路教學工具時具備不同自信程度的受訪教師，在這兩個向度上並沒有明顯的差異。以上資訊代表了不論教師對於運用網路進行教學是否具備自信心，依然都會覺得 OSFIS 對他們來說是有幫助的，也願意使用 OSFIS 作為科展的網路教學工具。

#### 八、 對於學生運用網路學習，具備不同信心程度之國小教師對於 OSFIS 的感知差異

本研究根據教師所填寫的「對於學生在網路學習環境中的表現之信心程度」十點量表，將受訪教師分為「相對有信心」以及「相對無信心」兩群；「相對有信心」表示這些教師對學生的信心程度在受訪教師的平均信心（6.92 分）以上（共 32 人，61.54%），「相對無信心」表示這些教師對學生的信心程度在受訪教師的平均信心程度之下（共 20 人，38.46%）。

表 36、對於學生在網路學習環境中之表現具備不同信心之受訪教師的獨立樣本 t 檢定摘要表

	相對有信心 Mean (S.D)	相對無信心 Mean (S.D)	t-value
使用意願	5.19 (0.76)	4.83 (1.12)	1.37 (n.s.)
知覺有用性	5.10 (0.68)	4.80 (0.92)	1.35 (n.s.)
知覺易用性	5.07 (0.64)	4.50 (0.97)	2.57*

\*p<0.05

根據表 36 可得知在這兩群受訪教師當中，對於 OSFIS 的「知覺易用性」的獨立樣本 t 檢定結果達到顯著差異（ $p = 0.013$ ），顯示對於學生在網路學習環境底下之學習表現信心程度較高的受訪教師，會認為 OSFIS 比較容易使用；由此可推論科展教師的對於學生的信心程度也是一個影響其對於系統感知的可能因素。

至於從表 36 也可得知兩群教師在「使用意願」以及「知覺有用性」兩項度上之獨立樣本 t 鑑定結果都未達顯著，可見在網路學習環境中，無論是對學生表現具有高度信心或低度信心的受訪教師，都願意使用 OSFIS 來指導科展，且認為 OSFIS 具有高度的有用性及易用性。

## 九、不同網路教學經驗之國小教師對於 OSFIS 的感知差異

依據受訪教師所填答之背景變項中的「是否曾經自行架設過教學網站」項目，本節將受訪教師分為有架設過教學網站以及無架設過教學網站兩群；其中曾自行架設過教學網站的受訪教師共有 16 人（30.77%），不曾自行架設過教學網站的教師有 36 人（69.23%）。

根據表 37 之結果顯示，兩群教師在「使用意願」、「知覺有用性」、「知覺易用性」等向度上的平均分數均未達顯著，可見是否曾自行架設過網路教學工具，並不會影響受訪教師對於 OSFIS 的感知，由此也可推論即使受訪教師可能對於網路教學工具的設計具有先備經驗，但對於本研究所設計的系統依然沒有明顯的感知差異。

表 37、不同網路教學經驗的受訪教師之獨立樣本 t 檢定摘要表

	自行架設過教學網站 Mean (S.D)	無架設過教學網站 Mean (S.D)	t-value
使用意願	5.14 (0.99)	5.01 (0.90)	0.45 (n.s.)
知覺有用性	5.13 (0.86)	4.92 (0.75)	0.85 (n.s.)
知覺易用性	4.94 (0.88)	4.81 (0.80)	0.50 (n.s.)

## 十、網路教學情境中對自身具不同自信程度，以及對學生學習表現具不同信心程度之國小教師對於 OSFIS 的感知差異

本節之結果分析在最後進一步彙整在網路教學環境中對於自身的自信程度以及對學生的信心程度之填答結果，將受訪教師分為有自信且有信心、有自信但無信心、無自

信但有信心、無自信且無信心等四群。類別定義如下：

- (一) 有自信且有信心之教師（共 25 人，48.08%）：  
對於在網路學習環境底下自身的信心程度相對為高，而且對學生的學習表現也相對為高的受訪教師。
- (二) 有自信但無信心之教師（共 6 人，11.54%）：  
對於在網路學習環境底下自身的信心程度相對為高，但對學生的學習表現相對為低的受訪教師。
- (三) 無信心但有自信之教師（共 7 人，13.46%）：  
對於在網路學習環境底下自身的信心程度相對為高，但對學生的學習表現相對為低的受訪教師。
- (四) 無自信且無信心之教師（共 14 人，26.92%）：  
對於在網路學習環境底下自身的信心程度相對為高，但對學生的學習表現相對為低的受訪教師。

表 38、具備不同自信及信心程度之受訪教師的單因子變異數分析摘要表

	使用意願 Mean (S.D)	知覺有用性 Mean (S.D)	知覺易用性 Mean (S.D)
有自信且有信心	5.17 (0.81)	5.06 (0.70)	5.16 (0.62)
有自信但無信心	4.93 (1.41)	4.97 (1.23)	4.87 (1.23)
無自信但有信心	5.26 (0.62)	5.26 (0.65)	4.75 (0.63)
無自信且無信心	5.05 (0.92)	4.73 (0.79)	4.34 (0.84)
F-value	0.65 (n.s.)	0.84 (n.s.)	3.47*
Scheffe test			(1)>(4)

\*p<0.05

表表 38 顯示具備不同自信以及信心程度的受訪教師的單因子變異數分析結果，可發現對於受訪教師來說，具備不同自信以及信心程度的因素只影響了他們對於 OSFIS 的知覺易用性，而在使用意願以及知覺有用性方面，則沒有明顯的感知差異。

從表 38 可進一步得知，經由事後檢定 (Scheffe test) 結果顯示「有自信且有信心」與「無自信且無信心」兩個類別在「知覺易用性」向度上有顯著差異 ( $p = 0.024$ )，其中，「有自信且有信心」者高於「無自信且無信心」者，兩者平均分數分別為 5.16 與 4.34，

可見對於自身運用網路教學工具時有自信，且對學生在網路學習環境表現具有信心的受訪教師，比起對自身無自信且對學生無信心的受訪教師來說，會認為 OSFIS 是容易使用的。

## 十一、小結

針對本節做綜合討論，可得知對受訪教師來說，本系統適用於不同性別、不同自然科教學先備經驗、不同專業背景、不同科展指導表現、不同網路使用頻率、不同網路教學先備經驗的國小教師。對他們來說，都願意使用 OSFIS 來指導科展，而且認為 OSFIS 是好用的，也是容易使用的。

然而，對於相對缺乏科展指導經驗的教師來說，其所知覺的系統易用性低於具備豐富的科展指導先備經驗的教師，這或許是由於相對缺乏指導經驗的教師要理解系統所設計之科展歷程內涵還需要更多的時間。儘管如此，對於這些教師來說，其所感知的系統易用性還是偏高的。

此外，教師對於自身使用網路教學的自信程度，以及對於學生在使用網路學習時的信心程度等背景變項也會影響其對於 OSFIS 的感知，特別是知覺易用性達到了顯著差異。儘管具備低自信與低信心程度的受訪教師對於 OSFIS 的使用意願、知覺有用性、知覺易用性平均分數低於具備高自信與高信心的受訪教師，但平均分數還是都高於 Likert 六點選項之期望值（3.5 分），由此可知有關於國小教師的信心程度以及對學生運用網路學習的信心程度兩個變項可能影響到教師對於運用 OSFIS 時難易程度的認知。

## 第五節 國小教師對於 OSFIS 之系統改進建議

本節根據訪談資料分別探討國小教師對於教師版以及學生版的功能與介面改進建議。

### 壹、教師功能及介面改進建議

#### 一、教師版功能建議

教師在 OSFIS 教師版提出的功能建議主要針對系統的彈性方面，包含讓老師可自行設定學習任務倒數時間，以及選擇或調整學習任務流程步驟，這些建議都是來自於具有不同專業知能的教師，他們認為不同的老師可能有自己的指導方式，不同的科展專題也會有不同的知識內涵，儘管 OSFIS 提供的探究架構在大方向上能夠符合大多數教師指導科展的流程，然而細節部份卻不一定適用於所有教師指導科展的情境。更有受訪教師提到應顧及不同學科在知識內涵以及流程需求的不同，例如生物科比起其他科展類別來說，多了觀察的部份，而對於製作生活與應用主題的學生來說，可能會使用到問卷調查等不同研究方法，這些都是需要考量的因素。

此外，部份教師也提到教師版當中需要獨立的照片以及影片上傳區域，來幫助教師透過不同的方式紀錄科展歷程。在師生互動方面，則有教師提及希望能夠在學生頁面直接加註提示或評論，更能給予學生即時的指導回饋，而不需要等到學生繳交學習任務之後，才能夠給予學生意見。

在與教師專業知能相關的需求方面，部份受訪教師希望系統能夠提供或彙整科展優秀作品的範例，並且加入科展標準文件，更能幫助教師釐清目前還有哪些題目是可以選擇的，以及科展製作該注意哪些規定事項。更有教師提及對於知能不足的教師來說，需要更多知識上的連結。

#### 二、教師版介面建議

針對教師介面，較少老師在訪談中提出建議，僅有教師提及希望系統中能直接提供教學範例檔案來幫助老師瞭解系統如何實際操作，以及將指導日誌做日期的分類，並且

提供線上輸入的模式以供不同偏好的教師選擇使用。

## 貳、 學生功能及介面改進建議

### 一、學生版功能建議

在學生版功能建議方面，教師主要提及希望系統融合獎勵制度，例如每天紀錄登入次數、比較圖、排行榜等，讓老師可以用來獎勵學生，以增加學生的使用意願。除此之外，也可以利用學生發文的次數以及內容的品質，作為獎勵學生的參考依據。另一方面受訪教師則是建議系統當中融入更多的範例，來幫助學生對於科展相關事物本質與內涵的理解。

關於學生的互動功能，受訪教師提到希望開放個別學生的提問給學生之間進行討論，才能利於學生互相提出問題以促進彼此成長。同時受訪教師也希望在系統當中蒐集學生的家庭背景、父母職業等項目，讓老師知道是否還有可以運用的人力資源。

### 二、學生版介面建議

在學生版介面建議方面，多數教師提及系統內容的表徵方式應該多元化呈現，除了目前以文字為主的方式，建議字體放大、文字多分段落之外，還可以加入圖片、聲音、動畫等提示，更能增加學生對於與系統互動介面的理解，也能符合國小學生的理解程度。此外，更有教師對於學習任務地圖的展示方式有不同的觀點，部份教師覺得一次展示所有任務步驟內容非常清楚，卻也有教師提到這樣的設計可能造成學生不易理解，建議分段展示。

在互動方面，教師希望系統能提供自動催繳學習任務的功能，並且給予視覺上明顯的提示設計，更能幫助教師指導學生的過程。

至於少數教師考量到學生的科技運用能力，提出使用語音輸入的可能性。

## 參、 小結

從受訪教師對於 OSFIS 的改進建議當中，可得知針對系統功能面，多數教師認為需要增加系統使用的彈性，包含讓教師自行設定時間以及流程步驟。由於受訪教師對於教師版以及學生版功能建議都有增加範例以及相關連結的項目，本節也進一步歸納出認知鷹架得需求。加強互動回饋功能也是受訪教師所提及的重點功能建議之一，例如受訪教師希望能夠讓老師在學生頁面中加註評論，以主動在學生有需要的時候即時指導。

至於介面的綜合建議當中，需考慮的有兩大面向，其一是使用者偏好、其二是使用者理解能力。在使用者偏好當中，系統設計需注意的是不同使用對象偏好的系統閱讀方式可能不同，例如受訪教師對於任務地圖有著兩極化的反應。在使用者理解能力當中，系統內容的表徵方式還需要更多元化的呈現，並且調整字形和顏色提示，才能幫助使用者理解系統內涵。



## 第六章 結論與建議

根據本研究之結果，本章分為結論與建議兩節探討。

### 第一節 結論

本研究之結論分為以下三點：

#### 壹、 整體受訪教師對於 OSFIS 之知覺有用性與知覺易用性

整體評估結果顯示受訪教師認為系統具有高度有用性。特別是受訪教師認為系統在教師指導學生完成科展製作以及提高教學表現方面有非常重要的幫助，由此可知本研究之系統設計符合受訪教師進行科展探究教學時的需求。

透過教師對於 OSFIS 的知覺易用性之問卷分析結果也可得知受訪教師普遍認為系統容易學習與使用，並且與系統介面的互動方式也是簡單明瞭的，透過訪談人員的現場操作範例，受訪教師皆能理解 OSFIS 的運作方式。

對於 OSFIS 提供的探究架構，多數受訪教師認為 OSFIS 所提供的探究架構能夠作為學生的學習紀錄使用以及深入科展細節，也能夠幫助老師講解科展流程。由訪談資料與操作過程觀察也顯示多數教師能夠理解不同階段任務流程與鷹架功能意涵與操作方式。

在鷹架功能方面，受訪教師對於 OSFIS 的任務理解與計畫、監控與調整、反思、互動與溝通四大鷹架功能都有良好的知覺有用性，例如能夠幫助學生以瞭解科展是什麼及幫助老師做到即時回饋以及修正。然而少數教師提到系統還需要增加彈性以及操作範例說明，以增加易用程度，例如在探究架構中的學習任務步驟內容，應讓教師可自由增刪或調整步驟，以符合不同經驗或專業知能的教師的使用與對探究的理解；在互動與溝通鷹架當中需要增加教師與學生互動的彈性，包含部份教師期望 OSFIS 提供讓教師主動在學生頁面附加註解與評論等功能。

## 貳、 分群受訪教師對於 OSFIS 之知覺有用性與知覺易用性

OSFIS 適用於不同不同性別、不同自然科教學先備經驗、不同專業背景、不同科展指導表現、不同網路使用頻率、不同網路教學經驗的國小教師；這些教師都認為 OSFIS 是好用的，也是容易使用的。

然而，科展指導經驗、教師對於自身使用網路教學的自信程度、教師對於學生在網路學習環境之表現的信心程度等三個變項是影響教師對於 OSFIS 的知覺易用性的可能因素。在這當中，科展指導經驗不足、自信與信心程度不高的受訪教師，在對於 OSFIS 的知覺易用性低於對應類別的受訪教師。然而，對於這些教師來說，其所感知的系統易用性還是偏高的。

## 參、 受訪教師對於 OSFIS 之使用意願與影響原因

經由訪談之系統介紹與操作過程，整體而言受訪的國小教師都樂於使用 OSFIS 來指導科展。透過訪談分析可得知影響教師使用意願的原因分成四類：「誘因」、「擔憂」、「內在動機」、「環境因素」。「誘因」是指基於系統對於教師或學生所能帶來的幫助，讓受訪教師趨向於願意使用系統；「擔憂」則是指教師對於自身或學生能力的考量，搖擺於要不要使用系統的想法之間；「內在動機」指的是教師是否願意突破自身慣例，嘗試新方法；「環境因素」指的是教師由於考量電腦等設備不足或是家長的限制因素，趨向於不願意或無法使用系統。

## 第二節 建議

### 壹、教學實務建議

為了讓「網路科展探究系統」能夠在教學實務現場有機會發揮其效用，教學實務人員應針對科展教師舉辦工作坊，讓教師能夠先行熟悉系統運作以及科展流程，並且搭配專業成長社群來促進科展教師之間的討論與互動。

對於學生在實際使用系統之前，教學實務人員也應與科展教師配合，讓學生先學習如何操作系統；透過對系統操作的正確理解與認知，才能確保系統使用不會受到外在因素的影響而導致無法彰顯成效。

### 貳、系統設計與改良建議

在系統功能方面，未來應加強系統的使用彈性，例如讓教師自行設定時間與流程步驟，此為針對 OSFIS 之探究學習歷程架構的改良建議。在鷹架功能方面，除了加強互動與溝通功能，讓教師能夠主動傳遞指導訊息給學生之外，更需新增認知鷹架的功能設計，讓教師與學生都能有機會真正瞭解何謂探究及其意涵。在系統介面建議中，需在使用者偏好以及使用者理解能力兩個面向上調整系統設計。

此外，本研究主要針對科學探究以及國小等級的科展範疇而設計教學內容，所以可能無法普遍適用於科展之所有科目類別，因此在教學現場使用本研究發展之系統應該特別注意。未來系統的發展應逐漸融合中小學科展各科目之內容，並且深入調查以修正系統功能，以發展出一套適用於各科目類別以及年齡層的科展系統。

綜合而言，為了增加系統的彈性，建議系統在未來發展成為平板電腦之應用，讓科展在製作、歷程紀錄以及互動溝通方面都能發揮出更大的功效。

## 參、 未來研究建議

儘管本研究旨在進行系統建置與初探性研究，未來在系統改良之後，應實際觀察系統在教學現場扮演的角色與教學現場發生之變化，並在蒐集教師與學生的意見回饋後，重新進行系統改良；透過行動研究的方式，才能真正確保本研究所開發之系統符合教學現場之需求。彙總本研究之結果，提出未來在行動研究時應考慮以下變項：教師之專業知能與自信心、學生之探究能力、教師與學生之社會互動、不同教師的指導行為模式。

透過「網路科展探究系統」的開發，本研究期望在蒐集國小科展教師的教學經驗與意見回饋之後，最終目的為使用本系統以輔助國小科展教師的專業成長。

# 參考文獻

- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., & Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science education*, 88(3), 397-419.
- American Association for the Advancement of Science. (2000). Benchmarks for science literacy (pp. 100-119). New York Avenue, NW Washington, DC.
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Demetriadis, S. N., Papadopoulos, P. M., Stamelos, I. G., & Fischer, F. (2008). The effect of scaffolding students' context-generating cognitive activity in technology-enhanced case-based learning. *Computers & Education*, 51(2), 939-954.
- Ellis, R. K. (2009). Field guide to learning management systems. ASTD Learning Circuits.
- Gotwals, A. W., & Songer, N. B. (2006). Measuring Students' Scientific Content and Inquiry Reasoning. Proceedings of the 7th international conference on Learning sciences, Bloomington IN, USA.
- Kim, M. C., Hannafin, M. J., & Bryan, L. A. (2007). Technology-enhanced inquiry tools in science education: An emerging pedagogical framework for classroom practice. *Science education*, 91(6), 1010-1030.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 313-350.
- Krajcik, J. S., & Sutherland, L. A. (2009). IQWST Materials: Meeting the Challenges of the 21 st Century 12.
- Lee, H. S., Linn, M. C., Varma, K., & Liu, O. L. (2010). How do technology-enhanced inquiry science units impact classroom learning? *Journal of Research in Science*

- Teaching, 47(1), 71-90.
- Lee, O., Buxton, C., Lewis, S., & LeRoy, K. (2006). Science inquiry and student diversity: Enhanced abilities and continuing difficulties after an instructional intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(7), 607-636.
- Linn, M. C., Clark, D., & Slotta, J. D. (2003). WISE design for knowledge integration. *Science education*, 87(4), 517-538.
- Lonn, S., & Teasley, S. D. (2009). Saving time or innovating practice: Investigating perceptions and uses of Learning Management Systems. *Computers & Education*, 53(3), 686-694.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, Feb 2002, 34-37.
- Masiello, I., Ramberg, R., & Lonka, K. (2005). Attitudes to the application of a Web-based learning system in a microbiology course. *Computers & Education*, 45(2), 171-185.
- Mayer, R. E. (1998). Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem solving. *Instructional science*, 26(1), 49-63.
- McGill, T. J., & Klobas, J. E. (2009). A task-technology fit view of learning management system impact. *Computers & Education*, 52(2), 496-508.
- National Research Council. *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: The National Academies Press, 2000.
- Ozkan, S., & Koseler, R. (2009). Multi-dimensional students' evaluation of e-learning systems in the higher education context: An empirical investigation. *Computers & Education*, 53(4), 1285-1296.
- Pahl, C. (2003). Managing evolution and change in web-based teaching and learning environments. *Computers & Education*, 40(2), 99-114.
- Quintana, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R. G., . . . Soloway, E. (2004). A scaffolding design framework for software to support science inquiry. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 337-386.

- Quintana, C., Zhang, M., & Krajcik, J. (2005). A framework for supporting metacognitive aspects of online inquiry through software-based scaffolding. *Educational Psychologist*, 40(4), 235-244.
- Quintana, C., & Zhang, M. (2012). Scaffolding strategies for supporting middle school students' online inquiry processes. *Computers & Education*, 58(1), 181-196.
- Rodrigues, S. (2004). Digital divides: e-literacy in science classrooms when using information communication technologies. *Science Education International*, 16(4), 303-323.
- White, B. Y., Shimoda, T. A., & Frederiksen, J. R. (1999). Enabling students to construct theories of collaborative inquiry and reflective learning: Computer support for metacognitive development. *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)*, 10, 151-182.
- Windschitl, M. (2004). Folk theories of "inquiry:" How preservice teachers reproduce the discourse and practices of an atheoretical scientific method. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 481-512.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). THE ROLE OF TUTORING IN PROBLEM SOLVING\*. *Journal of child psychology and psychiatry*, 17(2), 89-100.
- Zhang, M. L., & Quintana, C. (2012). Scaffolding strategies for supporting middle school students' online inquiry processes. *Computers & Education*, 58(1), 181-196. doi: 10.1016/j.compedu.2011.07.016
- ZK 框架-Ajax 開發領域 (ZK: Ajax without the JavaScript Framework) 。Henri Chen, Robbie Cheng. 蔡毅 譯。北京：電子工業出版社。2009.01。ISBN: 978-7-121-07461-5。
- 洪振方。(2003)。探究式教學的歷史回顧與創造性探究模式之初探。國立高雄師範大學科學教育研究所副教授。高雄師大學報，15，641-662。
- 徐佳璋。(2007)。臺灣中小學科展活動之實務探究。科學教育(297)，2-15。
- 教育部。(2008)。國民中小學九年一貫課程綱要。台北：教育部。

教育部與國科會。(2003)。科學教育白皮書。台北：教育部。

黃鴻博與郭重吉。(1999)。STS 教育理論的接納與實踐——一個國小教師的個案研究：  
科學教育學刊。



# 附錄

## 附錄一、教師背景問卷

### 第一部分：基本資料填寫

1. 姓名 \_\_\_\_\_
2. 性別 ☐男 ☐女
3. 服務學校 \_\_\_\_\_縣／市\_\_\_\_\_鄉／鎮／市／區\_\_\_\_\_國小
4. 電子信箱 \_\_\_\_\_
5. 教學年資 \_\_\_\_\_年
6. 擔任自然科學教師累計的教學年資 \_\_\_\_\_年
7. 最高學歷 ☐博士 ☐碩士 ☐學士 ☐師專 ☐職前教師
8. 學歷背景 ☐師大或師院(教育大學)科學教育相關科系  
☐師大或師院(教育大學)非科學教育相關科系  
☐理工科系，有修過教育學分或學程  
☐理工科系，沒有修過教育學分或學程  
☐非理工科系，有修過教育學分或學程  
☐其他\_\_\_\_\_

### 第二部分：科展教學相關經驗調查

9. 帶領學生進行科展活動之次數？ ☐ 0 次 ☐ 1-5 次 ☐ 5-10 次 ☐ 10 次以上
10. 帶領學生參加科展比賽最佳名次 ☐ 無  
☐全國科展競賽：☐第一名 ☐第二名 ☐第三名 ☐佳作  
☐縣／市 科展競賽：☐第一名 ☐第二名 ☐第三名 ☐佳作  
☐鄉／鎮／市／區 科展競賽：☐第一名 ☐第二名 ☐第三名 ☐佳作  
☐校內科展競賽：☐第一名 ☐第二名 ☐第三名 ☐佳作
11. 指導過那些學科領域的科展活動?(可複選)  
☐物理 ☐化學 ☐生物 ☐地球科學 ☐生活與應用 ☐數學 ☐無
12. 帶領科展活動時曾經遭遇那些困難?(可複選) ☐ 無  
☐缺乏科展教學相關經驗 ☐缺少科展相關資訊 ☐學生意願不高 ☐家長反對  
☐學校行政不支持 ☐教學時間不足 ☐學生時間不夠 ☐其他\_\_\_\_\_

### 第三部分：使用網路輔助教學經驗調查

13. 請問您每週上網的時數：

- |                                   |                                   |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 3 小時以內   | <input type="checkbox"/> 3~6 小時   | <input type="checkbox"/> 7~9 小時   | <input type="checkbox"/> 10~12 小時 |
| <input type="checkbox"/> 13~15 小時 | <input type="checkbox"/> 16~18 小時 | <input type="checkbox"/> 19~21 小時 | <input type="checkbox"/> 22~24 小時 |
| <input type="checkbox"/> 25~27 小時 | <input type="checkbox"/> 28~30 小時 | <input type="checkbox"/> 超過 30 小時 |                                   |

14. 請問您通常的上網用途：(合計 100%)

教學相關	_____ %	+
瀏覽網頁 (例如新聞網頁)	_____ %	+
社交 (例如 FB、即時通訊)	_____ %	+
娛樂 (例如遊戲、影音)	_____ %	+
其他 ( )	_____ %	

15. 請問您是否有任何使用網路來輔助教學的經驗？

(例如：教育部六大學習網、國立自然科學博物館網站等)

- ☐ 是，使用過的網站名稱為\_\_\_\_\_
- ☐ 否

16. 請問您是否曾經自行架設教學網站，例如 Moodle、部落格？

- ☐ 是，使用的架站工具為\_\_\_\_\_
- ☐ 否

17. 請填入您對於運用網路相關教學工具進行教學時的自信程度： \_\_\_\_\_

(數字 1~10：10 代表非常有自信，1 代表非常沒有自信)

18. 承上，請問您對於學生在網路學習情境下學習表現的信心程度： \_\_\_\_\_

(數字 1~10：10 代表非常有信心，1 代表非常沒有信心)

## 附錄二、教師對於「網路科展探究系統」之科技接受度問卷

請依據您在系統使用後自己的感受，圈選最適合的選項來回答下列問題：

編號	題 目	非常同意	同意	有點同意	有點不同意	不同意	非常不同意
1	如果有「網路科展探究系統」，我會想要使用它來指導學生進行科展。	6	5	4	3	2	1
2	如果有「網路科展探究系統」，我會想要常常使用系統中所提供的資源，來輔助我的科展教學。	6	5	4	3	2	1
3	如果有「網路科展探究系統」，我會想要我的學生利用這個系統來做科展。	6	5	4	3	2	1
4	如果有「網路科展探究系統」，我會盡量使用這個系統指導學生進行科展。	6	5	4	3	2	1
5	我非常有意願使用這個系統來指導學生進行科展。	6	5	4	3	2	1
6	我覺得使用「網路科展探究系統」，能提高我的教學表現。	6	5	4	3	2	1
7	我覺得使用「網路科展探究系統」，讓我能更快地完成指導學生的任務。	6	5	4	3	2	1
8	我覺得使用「網路科展探究系統」，能提高我在指導學生科展上的表現。	6	5	4	3	2	1
9	如果在進行科展教學時使用了「網路科展探究系統」，更能幫助我指導學生完成科展製作。	6	5	4	3	2	1
10	整體來說，我覺得「網路科展探究系統」對我而言是有用的。	6	5	4	3	2	1
11	學習使用「網路科展探究系統」對我來說是容易的。	6	5	4	3	2	1
12	對我來說，熟練的使用「網路科展探究系統」是容易的。	6	5	4	3	2	1
13	當我在使用「網路科展探究系統」時，系統的介面和互動方式對我而言是簡單且容易明瞭的。	6	5	4	3	2	1
14	總而言之，我覺得「網路科展探究系統」是容易使用的。	6	5	4	3	2	1

### 附錄三、「網路科展探究系統」探究架構之知覺有用性問卷

請依您對學生的了解以及系統使用後自己的感受，圈選最適合的選項回答以下的問題：

編號	題 目	非常 同意	同 意	有 點 同 意	有 點 不 同 意	不 同 意	非 常 不 同 意
1	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生擬定科展題目。	6	5	4	3	2	1
2	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生完成科展所需的實驗設計。	6	5	4	3	2	1
3	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生掌握實驗進行的狀態。	6	5	4	3	2	1
4	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生討論及整合實驗結論。	6	5	4	3	2	1
5	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生完成科展參賽作品。	6	5	4	3	2	1
6	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生擬定科展題目。	6	5	4	3	2	1
7	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生完成實驗設計。	6	5	4	3	2	1
8	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生掌握實驗進行的狀態。	6	5	4	3	2	1
9	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生討論及整合實驗結論。	6	5	4	3	2	1
10	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生完成科展參賽作品。	6	5	4	3	2	1

## 附錄四、「網路科展探究系統」鷹架功能之知覺有用性問卷

本問卷依據系統功能模組，分為四個部分，請依據操作系統之後您的感受以及您對學生的了解，圈選最適合的選項回答以下的問題：

### 第一部分：了解科展任務並制定計畫

編號	題 目	非常同意	同意	有點同意	有點不同意	不同意	非常不同意
1	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生了解目前應該進行的學習任務是什麼。	6	5	4	3	2	1
2	我認為「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助學生做好完成每一個學習任務的時間管理。	6	5	4	3	2	1
3	使用「網路科展探究系統」，能夠幫助我了解學生在每一個階段，應該要在多少時間內完成學習任務。	6	5	4	3	2	1
4	整體來說，我覺得「網路科展探究系統」所提供的功能，能夠幫助我指導學生完成科展專題。	6	5	4	3	2	1

### 第二部分：監控以及調整

編號	題 目	非常同意	同意	有點同意	有點不同意	不同意	非常不同意
1	我認為學生在使用「網路科展探究系統」的時候，可以幫助他們掌握小組目前的學習進度。	6	5	4	3	2	1
2	我認為學生在使用「網路科展探究系統」的時候，可以幫助他們掌握小組科展作品目前的完成狀態。	6	5	4	3	2	1
3	我認為「網路科展探究系統」可以幫助小組管理製作科展的學習任務。	6	5	4	3	2	1
4	使用「網路科展探究系統」，能夠輔助我掌握不同科展小組的學習狀態。	6	5	4	3	2	1
5	使用「網路科展探究系統」，能夠輔助我檢視特定學生的學習狀況。	6	5	4	3	2	1
6	使用「網路科展探究系統」，能夠輔助我掌握特定小組目前的學習狀態。	6	5	4	3	2	1

7	使用「網路科展探究系統」，能夠輔助我評估科展小組是否完成特定階段的學習任務。	6	5	4	3	2	1
8	使用「網路科展探究系統」，能夠輔助我在學生遇到問題的時候，給予指導回饋。	6	5	4	3	2	1

### 第三部分：反思

編號	題 目	非常同意	同意	有點同意	有點不同意	不同意	非常不同意
1	我認為在「網路科展探究系統」中，可以幫助學生記錄自己的學習狀況。	6	5	4	3	2	1
2	我認為在「網路科展探究系統」中，可以幫助學生記錄小組的學習狀況。	6	5	4	3	2	1
3	我認為在「網路科展探究系統」中，可以幫助學生反思自己的學習狀態。	6	5	4	3	2	1
4	我認為在「網路科展探究系統」中，可以幫助學生比較自己與其他小組的學習進度。	6	5	4	3	2	1
5	使用「網路科展探究系統」的教師日誌功能，能夠幫助我記錄指導學生做科展的過程。	6	5	4	3	2	1
6	使用「網路科展探究系統」的教師日誌功能，能夠幫助我思考在每一個科展階段指導學生的過程。	6	5	4	3	2	1
7	使用「網路科展探究系統」的教師日誌功能，能夠幫助我反思自己的科展教學。	6	5	4	3	2	1

### 第四部分：互動與溝通

編號	題 目	非常同意	同意	有點同意	有點不同意	不同意	非常不同意
1	我認為學生們如果使用「網路科展探究系統」，可以幫助他們進行小組討論。	6	5	4	3	2	1
2	我認為學生們如果使用「網路科展探究系統」，可以幫助小組成員的互相溝通。	6	5	4	3	2	1

3	我認為「網路科展探究系統」可以幫助組長整合組員意見。	6	5	4	3	2	1
4	使用「網路科展探究系統」，可以幫助我跟學生之間進行互動。	6	5	4	3	2	1
5	使用「網路科展探究系統」，可以幫助我了解學生是否有需要協助的地方。	6	5	4	3	2	1
6	使用「網路科展探究系統」，可以幫助我適時回覆學生的求助。	6	5	4	3	2	1