

# 國立交通大學

理學院網路學習學程

碩士論文

應用歷程分析於生物科學探究評量之研究

**A Study of Portfolio assessment**

**in Scientific Inquiry Learning**

研究生：宋 雅 鈴

指導教授：曾憲雄 博士

中華民國九十八年六月

應用歷程分析於生物科學探究評量之研究

**A Study of Portfolio assessment**

**in Scientific Inquiry Learning**

研究生：宋雅鈴

Student：Ya-Ling Sung

指導教授：曾憲雄

Advisor：Dr. Shain-Shyong Tseng

國立交通大學

理學院網路學習學程

碩士論文

A Thesis

Submitted to Degree Program of E-Learning

College of Science

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Degree Program of E-Learning

June 2009

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十八年六月

## 摘要

九年一貫「自然與生活科技學習領域」課程中，科學探究評量通常為一段時間的科學觀察與製作實驗日誌，活動重點在於評量學生實做歷程中是否具備科學探究能力。但生物科學探究活動往往需要花很長地時間進行，因此對於學生科學探究過程中之表現不易進行追蹤評量。為解決此問題，本研究以國中生物科植物種植為例，希望透過遊戲虛擬平台，結合能力指標與操作歷程，建構出一個國中生物學科科學探究歷程評量平台。本研究為了將各種評量指標設計至遊戲式評量活動中，首先透過概念圖將能力指標中的科學探究能力概分為「觀察」、「假設」、「實驗」、「資料搜尋」等四個面向。設計出生物科遊戲式科學探究評量模型，先預設學生操作順序與程度操作歷程之各個面向，再將呈現的各種科學探究行為模式分類。本生物學科科學探究歷程評量平台以美國麻省理工學院(MIT)開發之Scratch程式作為開發工具，由新竹市某國中一年級27位學生以此平台進行科學探究遊戲式歷程活動實做，並觀察學生在行為模式分類的表現。研究結果發現，學生科學探究行為符合11種不同的預設科學探究行為模式，其中更有2種行為模式表現較為明顯，此2種行為模式分別為「先觀察再假設再進行實驗」、與「先實驗再觀察」。最後，透過問卷分析，發現本研究之系統能夠透過模擬植物生長環境，更容易讓學生理解植物科學探究之過程。

**關鍵字：**科學探究能力、實作評量、歷程評量、遊戲評量、Scratch。

## Abstract

In the “Science and Technology learning territory” on Grade 1-9 Curriculum, the assessment of scientific inquiry usually requires a period of time for scientific observation and keeping laboratory records. This activity focal point is to evaluate whether it has scientific inquiry ability in the implementation portfolio. However, it is not easy to trace and evaluate students’ scientific inquiry behavior during the inquiry process due to the fact that the Biology inquiry activities often take long time to observe. To solve this problem, this thesis proposed a virtual game-based platform using plant-growing as an example to construct a junior high school’s Biology portfolio assessment combining with capability indices. For applying various assessment indices to game-based assessment activities, the capability of scientific inquiry are clarified by concept map into four dimensions including “observation”, “assumption”, “test” and “data research”. It can clarify the different scientific research behaviors by designing a game-based scientific research evaluation model using student’s operation order and the level degree of education as default operation portfolio. To evaluate the effectiveness of our system, 27 seventh grade students participated the game-based scientific inquiry portfolio activities. According to experimental results, there were 11 kinds of scientific behavior models fitting in predefined classification and two of behaviors “observing before assuming and testing” and “testing before observing” are obviously performed. From the questionnaire feedback of students, the system can support the students easily understand the process of scientific inquiry .

**Key Words:** Abilities for scientific inquiry, Performance Assessment, Portfolio assessment, Game-based assessment, Scratch.

## 致謝

此篇論文能順利的完成，首先得感謝指導教授 曾憲雄教授，在論文寫作的過程中，不厭其煩的指正及建議，讓我的論文逐漸成型進而完成，也讓我在論文寫作的學習過程中，得到更多的新知。同時，也要感謝口試委員：曾秋蓉教授、黃志方教授，在百忙之中，給予我許多論文的建議，讓我受益良多。

另外，也要感謝瑞鋒學長與桂芝學姐，在我的研究過程中，給予許多的指導與建議，並幫助我渡過研究中的困難與瓶頸，讓我對於我的研究有更深的體會，也從中學到不少相關的知識，謝謝你們的鼓勵與幫忙。感謝一路走來的實驗室學長姊與同學們，在我喪失信心時，不斷的給我鼓勵及安慰，大家也在互相勉力下一起完成論文順利畢業。

最後也要謝謝我的家人及朋友，在這兩年中不斷的支持和鼓勵。除此之外，也謝謝那些曾經給我過建議和鼓勵的好朋友們，能順利完成此篇論文，都是靠老師及學長姊們不斷的指導及大家的幫忙與鼓勵，謝謝大家。



# 目 錄

摘要.....	i
Abstract.....	ii
致謝.....	iii
表目錄.....	v
圖目錄.....	vi
第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 遊戲式探究評量之研究議題.....	2
1.3 研究貢獻.....	2
第二章 文獻探討.....	4
2.1 背景知識.....	4
2.2 相關研究.....	6
第三章 科學探究遊戲式歷程評量之設計方法.....	8
3.1 研究流程與設計.....	8
3.2 概念圖輔助科學探究平台設計.....	12
3.3 科學探究歷程評量.....	13
第四章 科學探究遊戲式歷程評量之開發.....	17
4.1 科學探究遊戲式歷程評量的設計方法.....	17
4.2 Scratch 遊戲開發平台.....	17
第五章 實驗過程與分析.....	22
5.1 實驗流程.....	22
5.2 操作歷程量化分析與討論.....	22
5.3 受測者問卷結果量化分析與討論.....	24
第六章 結論與建議.....	27
參考文獻.....	28
附錄一.....	30
附錄二.....	32

## 表目錄

表格 2-1 實作評量之分類 .....	6
表格 3-1 虛擬植物種植歷程評量使用之能力指標 .....	10
表格 3-2 科學探究之遊戲歷程資訊紀錄表格 .....	14
表格 3-3 科學探究觀察面向評量表格 .....	15
表格 3-4 科學探究假設面向評量表格 .....	15
表格 3-5 科學探究實驗面向評量表格 .....	15
表格 3-6 科學探究資料搜尋面向評量表格 .....	15
表格 3-7 科學探究行為歷程評量表格 .....	16



## 圖目錄

圖 3-1 虛擬植物種植歷程評量操作畫面 .....	10
圖 3-2 科學探究遊戲歷程評量之設計流程(GQSM) .....	11
圖 3-3 植物種植科學探究能力概念圖 .....	12
圖 3-4 虛擬植物種植平台畫面 .....	13
圖 4-1 科學探究平台設計架構 .....	17
圖 4-2 科學探究虛擬植物種植平台架構 Scratch 畫面圖 .....	18
圖 4-3 科學探究遊戲操作之觀察模組 .....	19
圖 4-4 科學探究遊戲操作之假設模組 .....	20
圖 4-5 科學探究遊戲操作之實驗模組 .....	21
圖 5-1 科學探究實驗流程圖 .....	22
圖 5-2 問卷評量設計題目平均得點 .....	25
圖 5-3 問卷遊戲建議題目平均得點 .....	26

# 第一章 緒論

本研究主要為應用歷程分析於生物科學探究評量之研究。以國中生物科植物種植為例，結合能力指標與紀錄操作歷程，希望透過遊戲虛擬平台，建構出國中生物科學探究的評量平台，所做的生物科學探究遊戲式評量模型研究。

遊戲應用在教學上已經是廣被討論之議題，但實際應用在歷程評量上，包含如何建構模型，以及是否真正具有其效益，均為本論文所探討之議題。本章針對本研究之研究動機、研究目的與問題、研究貢獻等三節進行描述。

## 1.1 研究動機

近年來由於推動多元化學習，學生的角色逐漸由被動式學習轉化成主動的知識建構者，但是將實驗活動融入科學教育仍為不可缺少的一環。一般而言，學生均能藉由實驗活動學習科學探究的方法，進而了解科學的本質，並學習培養科學的態度。黃湘武(1993)綜合皮亞傑(Piaget)認知發展理論(cognitive development)的觀點，認為科學教育的教材教法應符合四項原則。首先，教學的設計應以學生舊有的認知為依據，鼓勵並誘導學生用自己的想法處理並解決問題。當學生想法有錯誤時，應設法使學生體會原有知識體系的矛盾，然後再引導其修正或重新建構舊有的體系。其次，在教學的過程中，應提供學生彼此之間或學生與老師間互相討論及交換意見的時間，使學生有機會體驗到自己想法的矛盾及參考別人不同的想法。再者，實驗教學不應只是要求學生按指定的裝置，記錄儀器顯示的數據，然後驗證書本上的公式。實驗教學的設計應保留相當的自由度，讓學生能自由操作各種變因及觀察各種變化。實驗教學也應該著重於能夠使學生體會原有知識矛盾體系的設計。最後，盡量使學生學習的知識與實際現象的意義相結合，以提高學生的理解程度。

國中生物領域中包含了許多知識性的概念，這些概念在教育部六大學習網中有相當多的資料可供參考，但諸如「科學探究能力」等，需實作方可評斷之內容較為缺乏。(陳麗美 2004)研究發現國中學生學習科學知識大多是藉由閱讀教科書或者聽講的方式，較少主動動手操作實驗，或在實驗過程中過度依賴老師的協助，普遍缺乏自行解決問題能力的訓練，以至於思考智能、科學應用等能力較弱。

科學探究能力無法以結果論測驗方式加以評量，因此傳統科學探究活動多以實作評量來進行。但由於生物科之科學探究活動往往需要長時間進行，因此對於學生科學探究表現不易追蹤評量。根據賴忠良與黃天佑（2006）研究發現遊戲式評量可以藉由遊戲的趣味性提高學生參與評量的意願，讓學生在遊戲的互動過程中可以得到樂趣。

因此，若能設計出一個生物科學探究的遊戲評量，內容同時具有實作評量的多元觀察效果、能夠節省評量時間，並且能讓老師依據學生的探究過程評量學生之科學探究能力，則能提供教師另一個科學探究評量的選擇。

## 1.2 遊戲式探究評量之研究議題

承上所述，遊戲式評量可以提高學生參與評量的意願，而遊戲中之模擬效果又可提供學生類似「做中學」（Learning through doing）的工具(Jacobs-Lawson and Hershey 2002)。因此，本研究利用虛擬平台呈現並模擬真實種植環境，利用建立生物科學探究遊戲式評量模型，來解決生物科之科學探究活動需花長時間觀察、對於學生探究過程中之科學探究表現不易追蹤評量等問題，並以此為依據建立生物科學探究遊戲評量虛擬平台，以歷程分析紀錄學生探究歷程，並將此歷程資訊作量化分析，來發現研究者之生物科學探究遊戲評量模型建置與預設之行為模式分類是否有效，以作為教師未來實施生物科科學探究實驗之參考。

根據前述研究目的，本研究的研究問題如下：

- 一、如何依據科學探究評量目的，來設計遊戲之操作歷程紀錄方式，以輔助教師評量學生之科學探究能力。
- 二、如何將科學探究歷程評量之模型與遊戲的規則做結合。

## 1.3 研究貢獻

本研究以國中生物科植物種植為例，結合能力指標與紀錄操作歷程，希望透過遊戲虛擬平台，建構出一個符合國中生物科學探究歷程的評量平台，所做的生物科學探究遊戲式評量模型研究。為了將各種評量指標設計至遊戲式評量活動中，首先透過概念圖將能力指標中的科學探究能力概分為「觀察」、「假設」、「實驗」、「資料搜尋」等四個面向。以此設計出生物科遊戲式科學探究評量模型，涵蓋學生各個面向之操作順序與程度預設操作歷程，將

可能呈現的各種科學探究行為模式做分類。再以美國麻省理工學院(MIT)所開發之 Scratch 程式作為開發工具，由新竹市某國中一年級 27 位學生以此平台進行科學探究遊戲式歷程活動實做，來觀察學生在行為模式分類的表現。

研究結果發現，學生科學探究行為符合 11 種不同的預設科學探究行為模式，其中更有 2 種行為模式表現地較為明顯，此 2 種行為模式分別為「先觀察再假設再進行實驗」與「先實驗再觀察」。



## 第二章 文獻探討

本章將說明與本研究相關之國內外文獻探討，共分為兩小節：第一節先探討本研究之相關背景知識；第二節則做相關研究之探討。

### 2.1 背景知識

#### 一、科學探究活動的意義

關於科學探究活動的意義，在文獻上有多種說法。張惠博（1993）指出，科學探究的主要意義在於以知識的尋求取代知識的獲得。Haury（1993）認為「探究」是為了滿足好奇心而主動搜尋知識、了解知識的過程。而洪振芳、賴羿蓉(1997)認為「科學探究」是一種發現問題與解決問題的循環過程，而非僅是提出假說、進行實驗驗證、形成結論此一簡單的過程而已。在探究過程中，需將自己的實驗結果提出與他人討論，藉由不同人的批判過程，最後產生一個最有效解決問題的理論。英國實作單元評量課程(The Assessment of Performance Unit, 1989)對「探究」一詞所下的定義為：「進行無法立即找到答案或無現成有規則性可供參考套用的活動」。而(劉宏文, 張惠博 et al. 2001)則認為，「科學探究」是指利用嚴謹的方法探索某項事實或原理以獲得可靠的結果，而且整個探究活動的過程是動態並可隨時修正的。

#### 二、科學探究活動的重要性

美國國家教育研究委員會（1996）在教育標準（National Science Education Standards）中更指出，科學探究是各年級及各領域的科學學程中很重要的部份。課程設計者和學程都必須確定課程內容、教學策略和評量能讓學生經由探究而了解科學。美國國家教育研究委員會（National Research Council, [NRC]）在1996年的教育標準（National Science Education Standards）中提出：

- （一）在學習方面，教師與學生互動時必須著重並支持探究活動。
- （二）在學習環境方面，應該安排可運用的時間使學生能夠從事深入的研究。並且為學生開創一個有助於科學探究的活動。

(三) 在學習社群方面，必須形成及建立科學探究的技能、態度與價值。

我國教育部(2008)在國民中小學九年一貫課程「自然與生活科技學習領域」課程綱要中揭示：(一) 基本理念：自然與生活科技之學習應以探究和實作的方式來進行，強調手腦並用、活動導向、設計與製作兼顧及知能與態度並重。(二) 課程目標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。(三) 分段能力指標：經由科學性的探究活動，自然科學的學習使學生獲得相關的知識與技能。同時，也由於經常依照科學方法從事探討與論證，養成了科學的思考習慣和運用科學知識與技能以解決問題的能力。經常從事科學性的探討活動，對於經由這種以探究方式建立的知識之本質將有所認識，養成重視證據和講道理的處事習慣。在面對問題、處理問題時，持以好奇與積極的探討、了解及設法解決的態度，我們統稱以上的各種知識、見解、能力、態度與應用為「科學與科技素養」。其目的是以科學探究活動來提昇國民的科學與科技素養。

由此可知，科學探究活動應以探究和實作的方式來進行，因此難以在課堂上實施，而生物科學探究活動又需耗費極長時間，因此本研究嘗試利用遊戲評量來進行生物科學探究活動。

### 三、實作評量的重要性

評量是教學過程中非常重要的一環，「評量(考試)引導教學」，更是中外皆有的現象。雖然教學、評量也是廣義課程的一部份，但真正決定或引導課程改革成效的，教學、評量卻是重要的影響因素之一。(教育部，2001)。

評量讓教學者檢視學習者成果，藉此採取補救措施或改變教學策略來提昇教學效果。但因為教學受時間、空間與社會風氣的影響，評量方式多以傳統紙筆測驗為主，但傳統評量的試題容易出現缺乏彈性、內容窄化、且只評量到片段的知識，評量過程易被忽略等缺點，因此，在此提出另一可行的評量稱為「實作評量」(蔡清田，2008)。

實作評量是非紙筆測驗的評量類型，評量內容以學生實際完成一件特定任務或工作後針對其表現進行評分。實作評量依測驗情境真實度的高低分為五種類型(表2-1):(Gronlund,1993)

表格 2-1 實作評量之分類

類 型	範 例
1.紙筆表現 (paper-and-pencil performance)	撰寫完成一份實驗報告
2.辨認測驗 (identification test)	辨認科學探究活動中的可變變因及應變變因
3.結構化表現測驗 (structured performance test)	依說明步驟，操作實驗
4.模擬表現 (stimulated performance)	利用電腦模擬系統，將實驗工具佈置好，並進行模擬實驗
5.工作樣本 (work sample)	於實驗室中進行實驗

依表2-1所示，本研究之生物科學探究遊戲歷程評量在實作評量之分類中為第4類型，除了可以呈現模擬表現的平台外，更增加了遊戲趣味性，讓評量亦能達到寓教於樂的功能。

## 2.2 相關研究

歷程分析評量方面，通常進行的方式為收集學生在一段時間中的學習資料。其中收集的項目通常包括，學習過程的觀察紀錄、課程計畫、教師評量報告、影音資料、自我評量等(張添洲，2004)，並將這些內容定期回饋給教師、學生及家長。歷程評量呈現的形式有很多種，有利用網頁平台做歷程資訊的收集，也有純使用紙筆檔案進行的模式，但無論選取哪種形式，在歷程評量的過程中，都應掌握明確的主題目標、過程設計、評分標準、作品選取標準，並提供完整的使用方式。

遊戲式評量方面，Hogle (1996) 認為遊戲在教育上有多項優點。1. 可刺激動機及興趣：遊戲元件的好奇與期望可提高學習者的動機與興趣。學習者面臨遊戲的挑戰時，能願意不斷的嘗試，以獲得成就感。2. 提昇記憶能力：遊戲比傳統學習更可強化曾學習過的知識記憶。3. 提供練習及回饋：針對不瞭解的課程內容可以讓學習者反覆的操作，藉此以澄清迷思概念，並獲得即時的回饋。4. 提昇高層次能力：成功的遊戲經驗可提昇學習者的批判性思考及問題解決能力。(Prensky 2001)則定義出遊戲的六個關鍵要素：1. 規則 (Rules)；2. 目標 (Goals and Objectives)；3. 產出和回饋 (Outcomes & Feedback)；4. 衝突 (Conflict) / 競爭 (Competition) / 挑戰 (Challenge) / 對立 (Opposition)；5. 互動 (Interaction)；6. 圖像或情節 (Representation or Story)。近年來將遊戲應用到教育領域之相關研究越來越普遍。

然而遊戲式學習 / 評量所賦予教育的意義到底是什麼？又是哪些原因導致遊戲極適合使用在教育的環境中？(Kirriemuir and McFarlane 2004)歸納出下列 2 點：

1. 遊戲可激發學習動機，促使學習本身轉變成為一件有趣的事(Making learning fun)。
2. 遊戲中的模擬(simulations)效果，可以提供類似「做中學」(Learning through doing)的工具。

賴忠良與黃天佑(2006)的研究發現遊戲式評量可以藉由遊戲的趣味性提高學生參與評量的意願，讓學生在遊戲的互動過程中可以得到樂趣。遊戲在評量上的應用則可概分為(Eva L. Baker and Gurlie C.2008)：形成性評量(Developmental assessment)、結構性評量(Formative assessment)、自我評量(Self-assessment measures)、指標性評量(Criterion assessment)幾種。然而，即使已經有許多研究者將遊戲應用在評量上，但在大部分遊戲評量之歷程紀錄上，對於高階之認知評量之效果仍然需要進一步研究驗證。



### 第三章 科學探究遊戲式歷程評量之設計方法

傳統科學探究活動屬於實作評量的一種，教師依據學生繳交的實驗報告、照片等資料進行判斷，因此傳統科學探究活動也屬於多元化的資訊紀錄。但由於生物科之科學探究活動需要長時間觀察，而且對於學生探究過程中之科學探究表現不易追蹤評量。因此，本論文針對上述問題進行探究。本章節將提出本研究建立科學探究評量模型方法，並依照該模型，使用美國麻省理工學院(MIT)所開發之 Scratch 建構植物種植科學探究歷程評量平台。

#### 3.1 研究流程與設計

傳統科學探究活動學習單的設計，通常分為「決定主題」、「確定目標」、「觀察與紀錄」、「提出假設」等活動設計。其探究活動的互動模式可分為以下三種：一、是非題型的方式：yes/no 的問句：用”是不是？會不會？可不可能？...等作為開頭的問句，學生只要透過操作就可以得到答案；二、假設與解釋驗證申論題型：學生提出假設，並針對提出的假設，提出驗證解釋之申論；三、操作實驗題：提出要操作測量的問題，並由學生透過操作觀察，說明可能發生的現象。

傳統科學探究的主題是由學生自行決定，每位學生並必須製作一本觀察日誌，從決定主題到做出結論全部的探究過程都要記錄下來。傳統科學探究屬於完全開放性的探究歷程，但也因此需要耗費極長的時間而且老師在判斷學生繳交的觀察紀錄時，可能會因為學生文字表達能力影響紀錄撰寫優劣，導致未必能確實追蹤學生之探究過程。

本研究為了解決生物科科學探究活動需花長時間觀察，且對於學生探究過程中之科學探究表現不易追蹤評量等問題，因此試圖將科學探究過程融入遊戲評量設計中。研究過程經過專家訪談，包含與桃園市兩位授課年資分別為兩年與六年之國中專任生物老師針對植物種植範為例進行探討，並擬定學習單(附錄二)中對受測學生提出四個問題：遊戲中植物，

- 一、可不可能在某種溫度，會生長的比較好？
- 二、可不可能在某種濕度，會生長的比較好？
- 三、可不可能在某個季節，會生長的比較好？

#### 四、地型會影響生長嗎？

以本研究所建構之虛擬植物種植歷程平台為例(圖3-1)，遊戲之操作方式為：每點選一次種植按鈕為一回合。當操作者選擇種植地點(如：山地或平地)後，可拖曳植物至不同高度之種植地點，並透過選擇天氣與季節改變種植環境，操作者可藉由觀察植物生長變化與溫度、濕度、地形之關係，來找出該植物之生長規則(遊戲規則)。其中，在觀察能力部份，依據植物根莖葉、地形資訊的瀏覽次數多寡，配合觀察植物生長變化進行判斷。在假設能力部分，操作者依據每回合種植地點、氣候、季節的改變進行植物類別的判斷。實驗能力部分，操作者可以藉由多回合的種植、多種生長的結果，以及控制變數的能力間之比對，作為變數控制能力之判斷。在資料搜尋能力部分，將紀錄操作者利用網路進行關鍵字搜尋與探究主題間之關聯性，以作為能力判斷指標。

本研究所建構之遊戲式科學探究評量模型與傳統科學探究活動相較，相同與相異處為：

##### 相同處：

- 一、所提出之問題，皆為學生自行操作即可得到答案。
- 二、針對所提出之問題，學生所做預設的解釋，可以透過實驗實際驗證正確與否。

##### 相異處：

- 一、傳統科學探究地點為開放性空間，而本研究之科學探究實驗地點，則為自行建構之科學探究遊戲評量平台。
- 二、傳統科學探究活動為完全開放性探究，而本研究為已經決定主題、較小範圍之探究。



圖 3-1 虛擬植物種植歷程評量操作畫面

本研究期望利用圖 3-1 之虛擬植物種植歷程評量平台來評量國中生物科學探究相關能力指標(表 3-1)。

表格 3-1 虛擬植物種植歷程評量使用之能力指標

<b>科學探究</b>
由探究的活動，嫻熟科學探討的方法，並經由實作過程獲得科學知識和技能。
由情境中，引導學生發現問題、提出解決問題的策略、規劃及設計解決問題的流程，經由觀察、實驗，或種植、搜尋等科學探討的過程獲得資料，做變量與應變量之間相應關係的研判，並對自己的研究成果，做科學性的描述。
體會「科學」是經由探究、驗證獲得的知識。察覺科學探究的活動並不一定要遵循固定的程序，但其中通常包括蒐集相關證據、邏輯推論、及運用想像來構思假說和解釋數據。
<b>植物背景知識</b>
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。

然而，為了將敘述性之能力指標轉為具體的操作性量化數值，以提供科學探究虛擬遊戲平台評量探究能力之實作依據。因此，本研究參考 GQM 方法(Hewijin Christine Jiau, Jinghong Cox Chen,& Kuo-Feng Ssu：2009)，進一步擴展並提出科學探究遊戲歷程評量之設計方法(GQSM)(圖 3-2)。

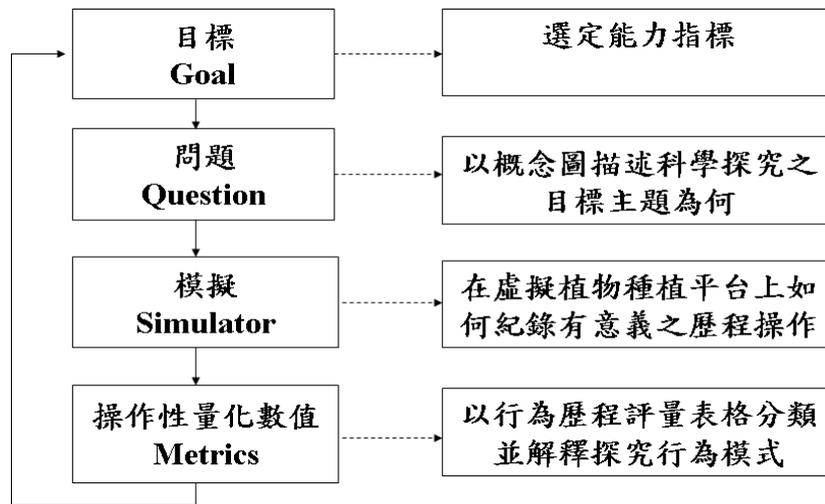


圖 3-2 科學探究遊戲歷程評量之設計流程(GQSM)

科學探究遊戲歷程評量之設計流程(GQSM)：

1. Goal(目標)：選定能力指標作為評量目標。
2. Question(問題)：使用概念圖描述科學探究之能力指標欲評量主題為何。
3. Simulator (模擬)：在虛擬植物種植平台上如何紀錄有意義之歷程操作。
4. Metrics (操作性量化數值)：以行為歷程評量表格式分類並解釋探究行為模式。
5. 此評量過程可以依照選定評量之主題不同(能力指標)重複進行。

本研究將科學探究能力概分為：「觀察」、「假設」、「實驗」、「資料搜尋」等四個面向，再將遊戲操作過程、所使用之工具等，依照這幾個面向做歸類。並讓學生使用網路搜尋，以作為「資料搜尋」能力之判斷，再輔以填寫學習單彌補虛擬平台「觀察」面向不足處，統整作為判斷學生評量結果之紀錄。另外，為了能夠在探究後對學生之科學探究行為模式做適當的解釋，而將「觀察」、「假設」、「實驗」、「資料搜尋」這四個面向依據學生操作表現區分為三個部份後歸納出科學探究行為歷程評量表格式。最後，再將實測資料作量化處理，以驗證科學探究評量模型與行為歷程評量表格式之實用性，並以滿意度問卷作後續平台與研究方向之修正。

本研究將科學探究遊戲歷程評量之設計流程細分為幾個步驟(圖 3-2)：首先選定與國中生物科學探究相關，以及與植物生長條件相關之能力指標作為評量目標(表 3-1)。其次，以概念圖分析科學探究遊戲歷程評量需包含哪些科學探究操作面向，其中必須將知識透過操作或規劃背景知識等方式設計於評量活動內，進而建立虛擬平台模擬探究環境。其中，為了解決探究過程中所衍生出該如何利用歷程評量平台收集有意義之科學探究操作歷程之問題，建立了

各個面向之判斷標準，並利用行為歷程表格為科學探究行為模式進行分類，進一步解釋科學探究行為。

### 3.2 概念圖輔助科學探究平台設計

本研究使用概念圖將能力指標分成數個評量觀念，將擬傳達給學生之智識透過操作或背景知識規劃等方式於科學探究評量活動中進行設計。本研究將學生在這些概念上的科學探究能力概分為：「觀察」、「假設」、「實驗」、「資料搜尋」等幾個面向，設計出一個遊戲式科學探究評量模型(圖 3-3)。

#### 定義一：植物種植科學探究能力概念圖

植物種植科學探究能力概念圖分為節點、關聯線。每一節點為一概念，關聯線則為節點之間的關係，例如科學探究能力評量實驗設計包含「觀察」、「假設」、「實驗」、「資料蒐尋」等四個概念。本研究設計之概念由左至右，分別代表三種科學探究模式。

- 觀察：為靜態之探究模式，只需觀察即可得到答案；
- 假設：透過改變環境參數做出假設；
- 實驗：多回合去比較變數的控制、生長結果的控制，以及實驗的次數。
- 資料搜尋：使用關鍵字之相關性。

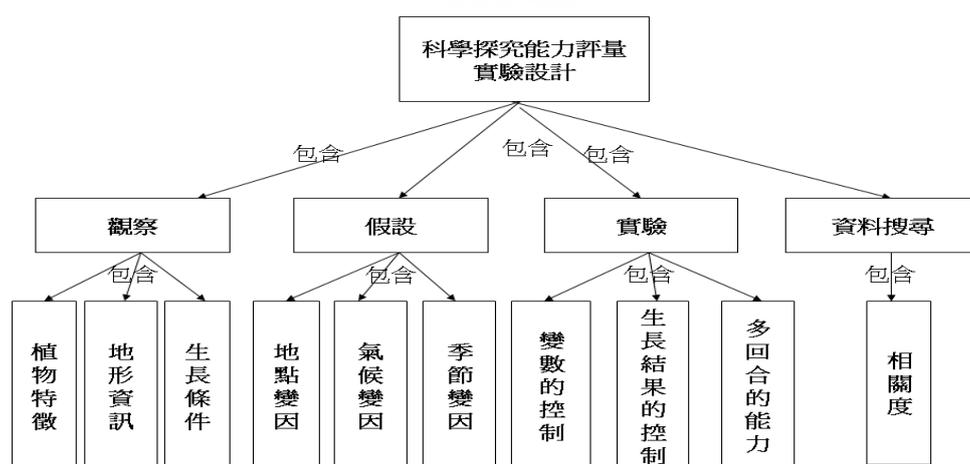


圖 3-3 植物種植科學探究能力概念圖

本研究以國中生物科植物種植為例，結合能力指標與操作歷程，透過虛擬遊戲方式建構出一個國中生物科學探究歷程評量平台。將學生在生物科植物種植所需瞭解概念之科學探究

能力概分為：「觀察」、「假設」、「實驗」、「資料蒐尋」等面向，設計出一個遊戲式科學探究評量模型。再以美國麻省理工學院(MIT)開發之 Scratch 程式作為開發工具，由新竹市某國中一年級 27 位學生以此平台進行科學探究遊戲式歷程活動實做(圖 3-4)，並收集學生有意義之科學探究操作過程，來觀察學生在行為模式分類的表現。

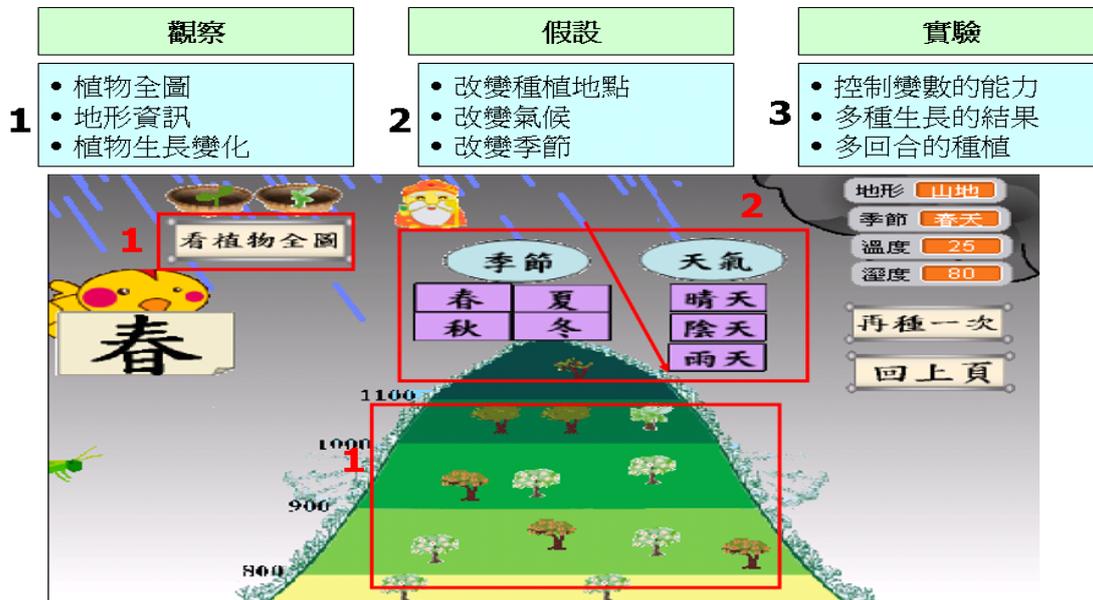


圖 3-4 虛擬植物種植平台畫面

### 3.3 科學探究歷程評量

透過遊戲的平台收集學生有意義之科學探究過程，將學生的認知行為以量化方式表示，紀錄成科學探究之遊戲歷程資訊紀錄表格(表 3-2)：

#### 定義二：科學探究之遊戲歷程資訊紀錄表格

虛擬植物平台包含觀察、假設、實驗、資料蒐尋四個科學探究項目，並列出該項目所記錄之歷程資訊。

在觀察能力部份，本研究依據植物根莖葉、地形資訊的瀏覽次數多寡，與生長變化觀察做判斷；在假設能力部分，本研究依據每回合種植地點、氣候環境與季節的變化等改變作判斷；在實驗能力部分，本研究會依據種植回合、多樣植物生長的結果，以及多回合控制變數的能力進行比對，以作為假設能力之判斷；在資料搜尋能力部分，本研究會紀錄受測者搜尋時使用的關鍵字串與探究主題間之相關性，以作為學生科學探究能力之判斷。

本研究之觀察面向主要是觀察植物的特徵、觀察植物種植地形之溫度溼度資訊、生長變化等地形資訊；假設面向主要依據受測者是否改變氣候、是否改變季節、是否改變種植地點來判斷假設能力；本研究之實驗面向主要是透過比對多回合之季節、溫度、溼度等變數以及受測者所做實驗次數的多寡，來判斷其實驗能力；資料搜尋面向主要依據受測者所使用之關鍵字與探究主題間之相關性，來判斷受測者是否具有資料搜尋能力。

表格 3-2 科學探究之遊戲歷程資訊紀錄表格

科學探究項目	平台功能
觀察	植物根莖葉的觀察
	地形資訊的觀察
	生長變化的觀察
假設	種植地點的改變
	氣候的改變
	季節的改變
實驗	控制變數的能力
	多種生長的結果
	多回合的種植
資料搜尋(Web)	使用相關的關鍵字

本研究將科學探究之「觀察」、「假設」、「實驗」、「資料搜尋」四個面向分別以「A」、「B」、「C」、「D」來表示。各步驟依其在探究歷程評量進行次數多寡而標示為「A<sup>+</sup>、A、A<sup>-</sup>」、「B<sup>+</sup>、B、B<sup>-</sup>」、「C<sup>+</sup>、C、C<sup>-</sup>」、「D<sup>+</sup>、D、D<sup>-</sup>」三種程度。A<sup>+</sup>表示在觀察面向表現較優，A表示在觀察面向表現普通，A<sup>-</sup>表示受測者未進行觀察。本研究更進一步建立科學探究各面向之行為歷程評量表格(如表格 3-3、3-4、3-5、3-6)，以對學生科學探究行為之各面向做解釋。最後，本研究依據學生在國中生物科學探究歷程評量平台上，進行探究活動時所操作各面向之順序紀錄，將之組合成科學探究行為歷程評量表格(表 3-7)。該表格先依

據學生實作後對照四大面向層級後，再依據操作順序去選擇評語，需由左而右對照觀看後觀看，代表學生在實驗與假設面向表現優秀，並先做假設再做實驗，有操作順序上的關係。

### 定義三：科學探究行為歷程評量表

分為面向、程度、評語三類。面向又分觀察、假設、實驗、資料搜尋四面向。

表格 3-3 科學探究觀察面向評量表

面向	程度	評語
觀察	A <sup>+</sup>	具敏銳觀察力
	A	觀察力普通
	A <sup>-</sup>	沒有進行觀察

表格 3-4 科學探究假設面向評量表

面向	程度	評語
假設	B <sup>+</sup>	能有效率的做出正確的假設
	B	假設能力普通
	B <sup>-</sup>	沒有進行假設

表格 3-5 科學探究實驗面向評量表

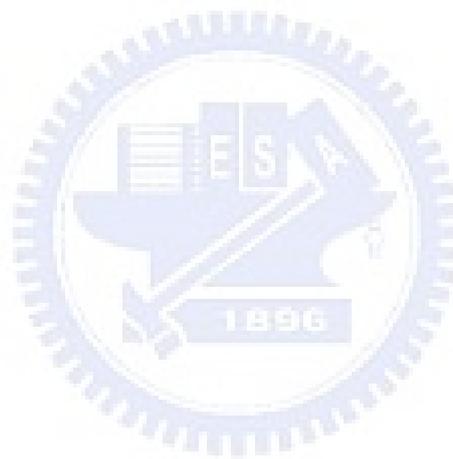
面向	程度	評語
實驗	C <sup>+</sup>	實驗控制變數之能力很棒
	C	實驗控制變數之能力普通
	C <sup>-</sup>	沒有進行實驗

表格 3-6 科學探究資料搜尋面向評量表

面向	程度	評語
資料搜尋	D <sup>+</sup>	能使用正確的關鍵字快速找到資料
	D	資料搜尋能力尚可
	D <sup>-</sup>	沒有進行資料搜尋

表格 3-7 科學探究行為歷程評量表格

行為模式	對應之評語
B → C → A → D	先做假設，再做實驗控制，再做觀察與資料搜尋。所以屬於先行動在依結果做調整之類型。
A → B → C → D	先做觀察再進行假設與實驗、資料搜尋，屬於會先了解實際狀況再行動之類型。
.....	



## 第四章 科學探究遊戲式歷程評量之開發

### 4.1 科學探究遊戲式歷程評量的設計方法

虛擬植物平台以前述國中生物科學探究評量模型為設計依據，使用 Scratch 為開發工具，並結合國中生物植物生長條件能力指標作為平台背景。本研究所使用之遊戲互動評量平台設計架構如下(圖 4-1)：

虛擬科學探究植物種植介面中，依據概念圖又區分成三種模組，分別為觀察物件模組、假設物件模組、實驗物件模組。

- 觀察物件模組：使用滑鼠做點選動作，平台回饋資訊。
- 假設物件模組：使用滑鼠點選工具，平台回饋環境變數改變。
- 實驗物件模組：作多回合變數之比較。



圖 4-5 科學探究平台系統架構

### 4.2 Scratch 遊戲開發平台

Scratch 為美國麻省理工學院(MIT)開發之快速圖形化程式設計平台，具有物件導向並且容易上手的優點，對一般教師來說，Scratch 是一款開發遊戲互動式評量的好工具。因此，本研究以 Scratch 為設計平台，將科學探究能力指標轉化成操作型測驗內容，而平台的操作方式

採取遊戲式呈現(圖 4-3)。在平台程式設計中，分為評量邏輯程式設計區、評量物件區與遊戲平台呈現區(圖 4-2)

- 評量邏輯程式設計區：採用拖曳方式，將程式區塊拉到程式設計區，以陣列儲存遊戲操作過程，並透過程式變數控制撰寫遊戲情境內容設計。
- 評量物件區：放置在遊戲中出現之角色。
- 遊戲平台呈現區：以植物種植作為評量腳本主題，使用概念圖預先設定植物的生長條件(遊戲規則)，學生透過操作去改變生長環境，並觀察環境對植物生長之影響，找出植物生長規則。



圖 4-6 科學探究虛擬植物種植平台架構 Scratch 畫面圖

- 觀察物件模組(圖 4-3)：在操作過程中，學生藉由觀察植物全圖，知道植物的特徵，並可看出這一回合之季節、溫度、溼度(植物生長條件)、植物在目前環境最後的生長變化，以及每一高度之詳細溫度溼度。

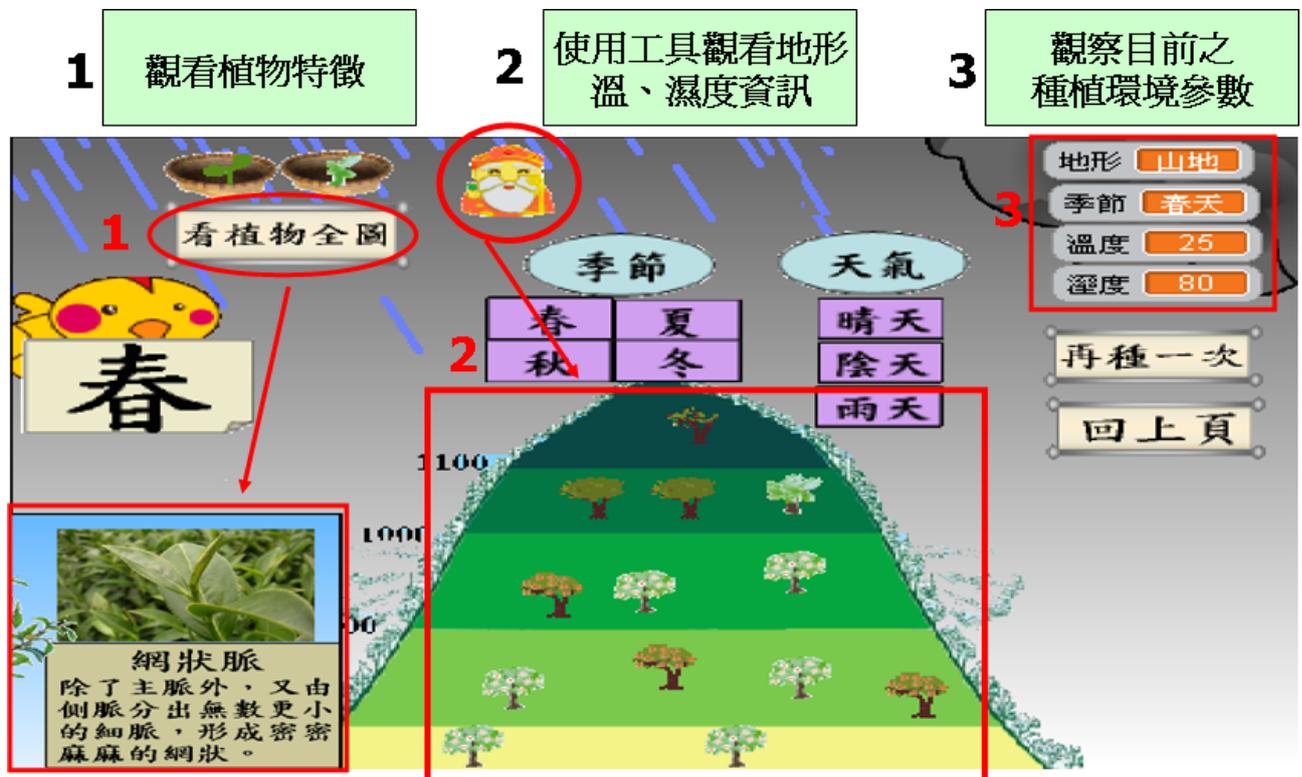


圖 4-7 科學探究遊戲操作之觀察模組

□ 假設物件模組(圖 4-5)：利用季節(春、夏、秋、冬)，天氣(晴天、陰天、雨天)來改變種植環境之溫度、溼度、季節變數(圖 4-4)。

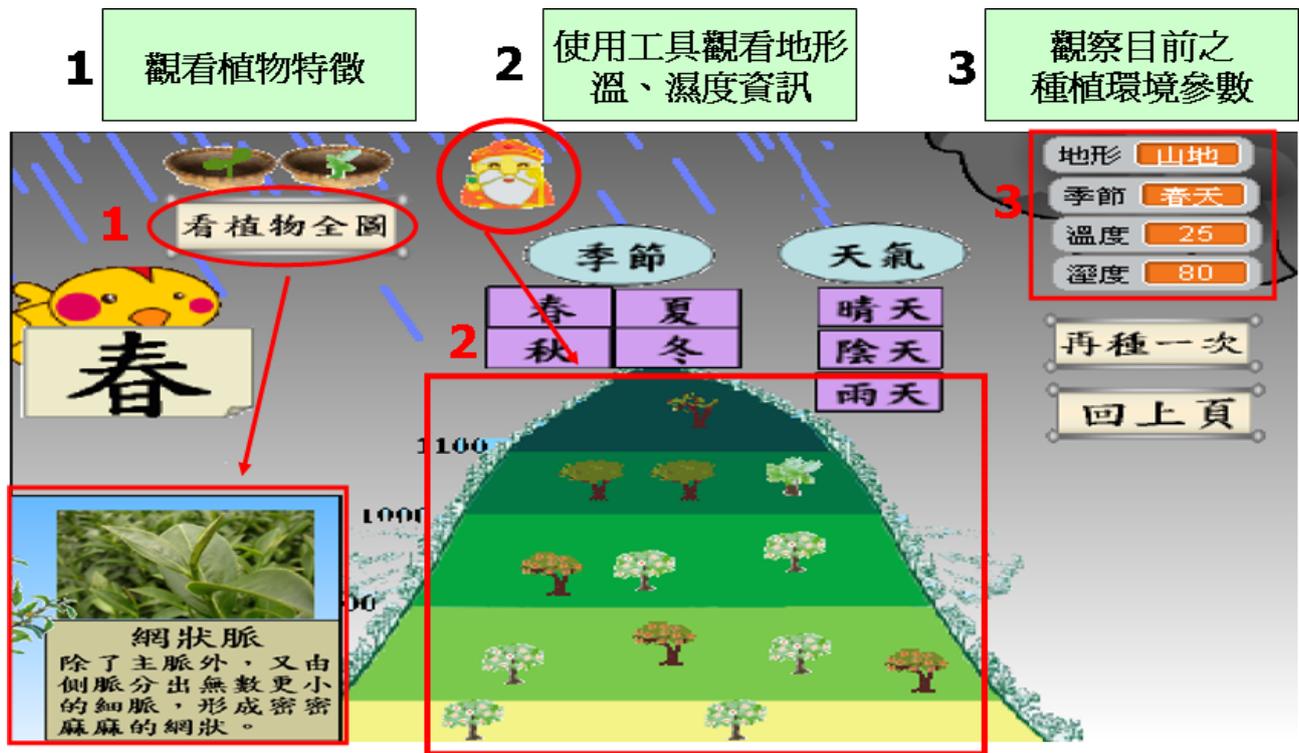


圖 4-8 科學探究遊戲操作之假設模組

- 實驗物件模組(圖 4-4)：將植物拖曳至種植地點進行種植實驗，並依據受測者是否能種植出多種結果，與比對種植回合間之變數，去確認受測者之控制變數能力，來判斷受測者是否具備實驗能力。

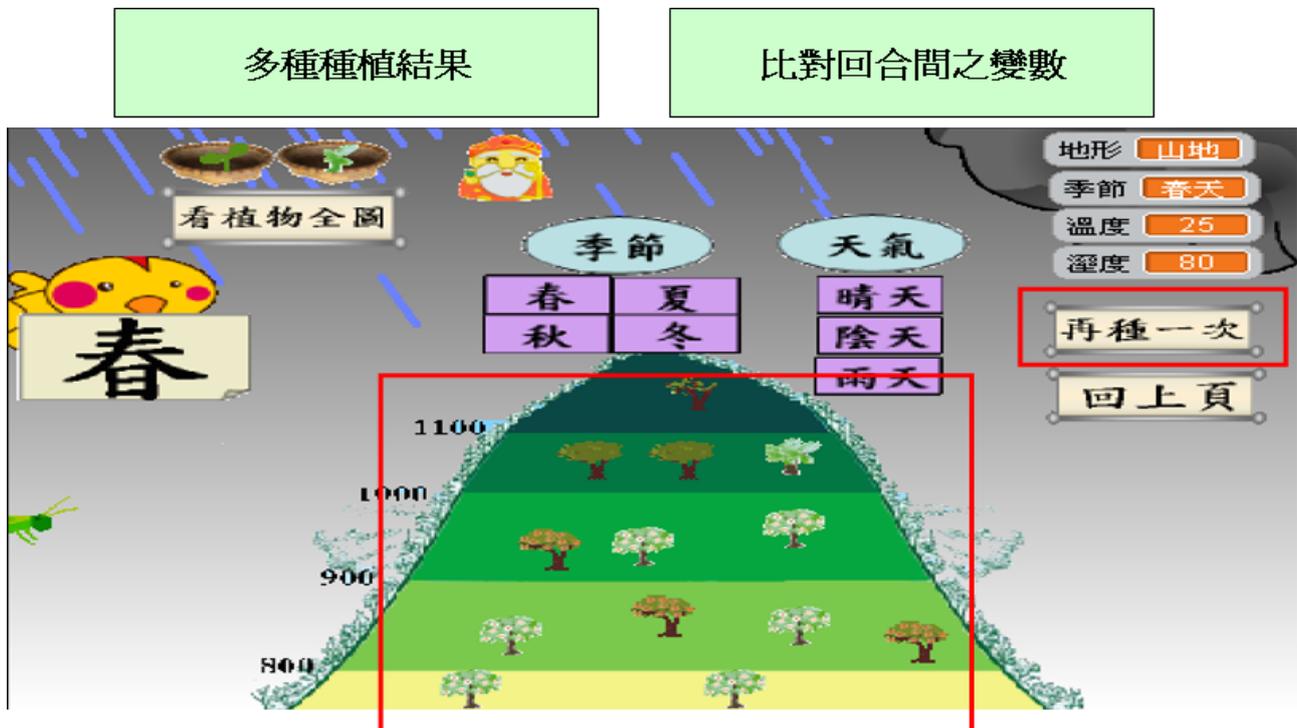


圖 4-9 科學探究遊戲操作之實驗模組

## 第五章 實驗過程與分析

### 5.1 實驗流程

本研究以新竹市某國中 27 位國一學生為施測對象，其中男生 16 人、女生 19 人。實測對象除 1 位學生外，皆玩過電腦遊戲，因此，受測學生對於在電腦操作有一定的熟悉度。實驗流程分為幾個步驟：一、對國中生物科學探究歷程評量平台進行解說與操作示範；二、受測者進行實際操作，並在操作過程中填寫學習單；三、施測結束，受測者填寫滿意度問卷；四、將科學探究平台所紀錄之多元化操作歷程資訊作量化分析(圖 5-1)。

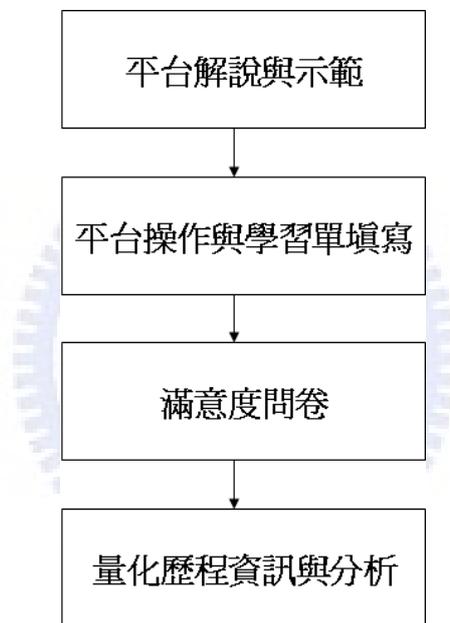


圖 5-1 科學探究實驗流程圖

### 5.2 操作歷程量化分析與討論

首先針對 27 位受測學生操作過植物種植虛擬平台後，科學探究各面向實際操作歷程統計，如下表(表 5-1)：

表格 5-1 科學探究之遊戲歷程資訊紀錄表格實測數據

科學探究項目	平台功能	完成比例
觀察	植物根莖葉的觀察	81.82%
	地形資訊的觀察	81.82%
	生長變化的觀察	50.00%
假設	種植地點的改變	60.21%
	氣候的改變	90.91%
	季節的改變	90.91%
實驗	控制變數的能力	45.45%
	多種生長的結果	45.30%
	多回合的種植	80.2%
資料搜尋	使用相關的關鍵字	13.64%

其中科學探究之「觀察」、「假設」、「實驗」、「資料搜尋」等面向、分別以「A」、「B」、「C」、「D」標示。並將各步驟依照該步驟程度分為三種程度，分別為「A+、A、A-」、「B+、B、B-」、「C+、C、C-」、「D+、D、D-」標示，其中 A+表示在觀察面向表現較優，A 表示在觀察面向表現普通，A-表示受測者未做觀察；→表示操作順序。需由左而右觀看。再依據實測之實際各面向實際資料發現，學生科學探究歷程在預設的分類中，符合 11 種不同的科學探究行為模式，其中並有 2 種行為模式表現比較明顯，分別為「先觀察再假設再進行實驗」、「先實驗再觀察最後再假設」。(表 5-2)。

科學探究實測之操作完成比例如下(表 5-2)，本表格之統計完成比例是依照受測學生在本研究之國中生物科學探究歷程評量平台操作過程中，是否有做科學探究各項目為基本去作完成比例的統計：

表格 5-2 科學探究實測之行為模式

編號	實測之行為模式(→表順序)	佔總人數比例
1	$B \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow D^-$	22.21%
2	$B^+ \rightarrow C^+ \rightarrow A \rightarrow D^-$	11.11%
3	$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D^-$	11.11%
4	$B \rightarrow C^+ \rightarrow A \rightarrow D^-$	7.41%
5	$B \rightarrow C^+ \rightarrow A \rightarrow D^+$	3.70%
6	$B^+ \rightarrow C^+ \rightarrow A^+ \rightarrow D^-$	3.70%
7	$B \rightarrow C^+ \rightarrow A^+ \rightarrow D^+$	3.70%
8	$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D^+$	3.70%
9	$A \rightarrow B^+ \rightarrow C \rightarrow D^-$	3.70%
10	$A \rightarrow D^+$	3.70%
11	$A \rightarrow D$	3.70%

### 5.3 受測者問卷結果量化分析與討論

問卷主要是探討受試者在使用遊戲互動式操作題型後，對評量概念內容、系統操作是否熟悉、使用意願等看法。本量表係採用Likert式五分量表，由「非常同意」、「同意」、「無意見」、「不同意」、「非常不同意」五個選項評定本問卷，填答者依其對不同敘述之同意程度作勾選(☑)，五個項目得分依序分別是：非常同意—5分、同意—4分、無意見—3分、不同意—2分、非常不同意—1分。

問卷之評量設計面：

題號	評量題目
1	我可以透過改變氣候與季節，觀察出植物生長的溫度
2	我可以透過改變氣候與季節，觀察出植物生長的溼度
3	我可以透過觀察地形資訊，知道植物生長的溫度
4	我可以透過觀察地形資訊，知道植物生長的溼度
5	我可以透過觀察種植的狀況，去證明植物生長的溫度是否適合
6	我可以透過觀察種植的狀況，去證明植物生長的溼度是否適合
7	我可以透過使用網路，去找出遊戲中植物的名字
8	在遊戲中，我很清楚該觀察哪些變化來得到問題的答案

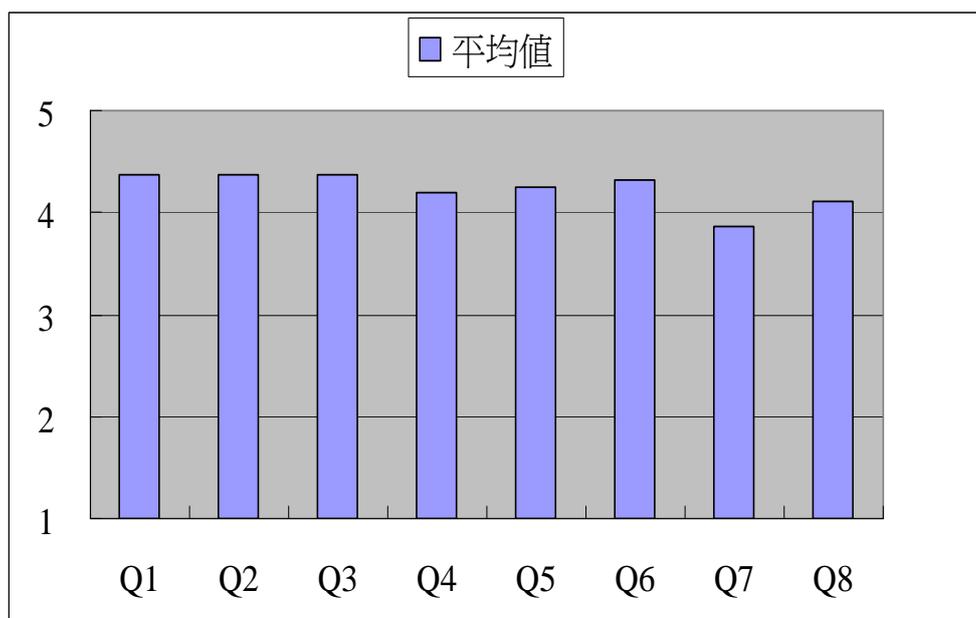


圖 5-2 問卷評量設計題目平均得點

問卷之遊戲建議面：

題號	評量題目
1	我覺得這一個遊戲評量的內容活潑生動
2	我覺得這一個遊戲評量很容易操作
3	我喜歡這種用遊戲來測驗科學探究的評量方式
4	如果可以，下次我願意再使用這一個遊戲評量進行測驗
5	我覺得像這樣以遊戲的方式來測驗，比較不會有壓力
6	我很希望能和同學討論及分享操作的技巧和秘訣
7	在遊戲過程中，我很努力透過操作來得到我想要的資訊
8	整體而言，我覺得這一個遊戲評量對我的學習很有幫助

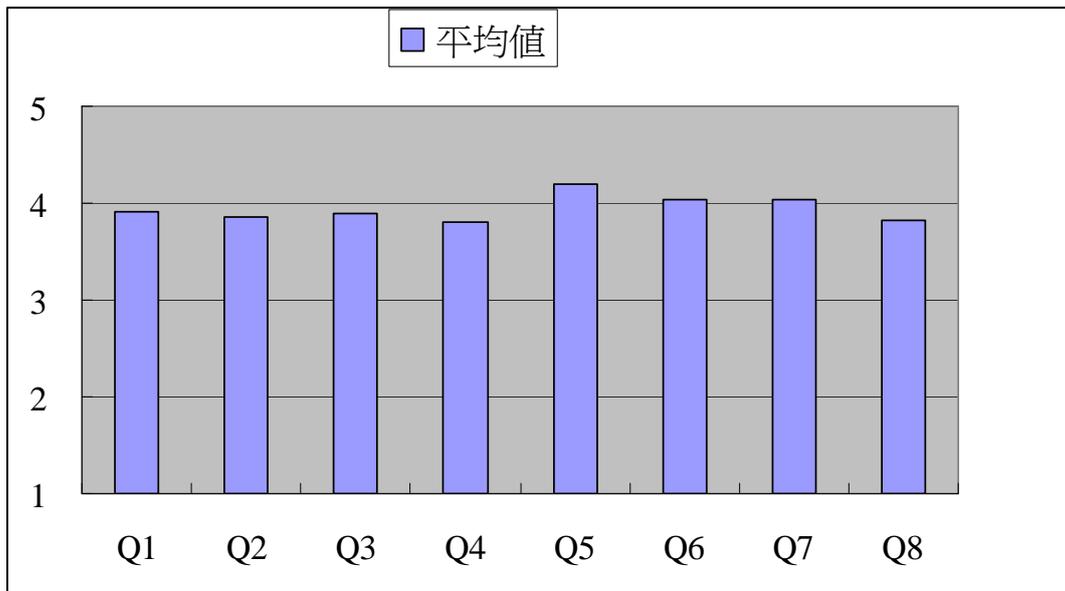


圖 5-3 問卷遊戲建議題目平均得點

本問卷為實測後請受測學生當場填寫。由實測結果與問卷之”評量題目”統計數據顯示，學生多表示能觀察到遊戲評量平台中環境因素的改變。但是，可能因本研究架構之國中生物科學探究歷程評量平台，較少給予學生植物特徵資訊，導致學生在資料搜尋面向表現較為不佳，後續平台修正可考慮增加植物特徵資訊，以讓受測學生有更多相關資訊去進行搜尋。而，根據滿意度問卷之”遊戲建議”問題統計數據顯示，受測學生普遍願意使用科學探究遊戲評量平台進行探究活動，但遊戲之質感需再加強(例如：美工設計、圖片設計等)，此建議可作為後續科學探究評量研究與平台建置之參考。

## 第六章 結論與建議

本研究以國中生物科植物種植為例，透過遊戲虛擬平台，結合能力指標與操作歷程，建構出一個國中生物科學探究歷程評量平台。為了將各種評量指標設計至遊戲式評量活動中，首先透過概念圖將能力指標的科學探究能力概分為「觀察」、「假設」、「實驗」、「資料搜尋」等面向，設計出一個遊戲式科學探究評量模型，並對各個面向之操作順序與程度預設操作歷程，將可能呈現的各種科學探究行為模式進行分類。再以美國麻省理工學院(MIT)所開發之Scratch作為開發工具，並依此模型進行實測。本研究以新竹市某國中一年級27位學生進行科學探究遊戲式評量活動，並檢驗在行為模式分類中之表現。研究結果發現，學生科學探究歷程在預設的分類中，符合11種不同的科學探究行為模式，其中並發現有2種行為模式表現比較明顯，分別為「先觀察再假設再進行實驗」、「先實驗再觀察」。研究結果並提出了遊戲式科學探究評量之建議如下：

由滿意度問卷之”評量題目”統計數據顯示，受測學生普遍願意使用科學探究遊戲評量平台進行探究活動。研究結果發現，以遊戲平台進行評量的活動，前端遊戲的介面設計與後端的評量模型需緊密結合，才能達到評量與教學的目的。而對於評量系統的開發者來說，Scratch平台能較快的開發出高互動性的遊戲，其物件化的特性也讓遊戲的模組較容易進行延伸與管理。在後續研究之建議部分，本研究建議可經由回合制的設計，讓學生有較多時間可以進行探究與思考，並建議在實測時進行前後測，以驗證受測者實測後之變化，且可嘗試使用發現出之科學探究行為模式，做學生其他學科或領域之學習成效探討。

## 參考文獻

- Barab, S. and C. Dede (2007), "Games and immersive participatory simulations for science education: an emerging type of curricula.", *Journal of Science Education and Technology* **16**(1): 1-3.
- Barrett, H. (2004), "Differentiating electronic portfolios and online assessment management systems".
- Batson, T. (2002). "The electronic portfolio boom: What's it all about." , *Campus Technology* 1.
- Gronlund, N. E. ( 1993 ) , "How to make achievement tests and measurements", Needham Heights, MA : Allyn and Bacon .
- Jacobs-Lawson, J. and D. Hershey (2002), "Concept maps as an assessment tool in psychology courses.", *Teaching of Psychology* **29**(1): 25-29.
- Jiau, H., C and Chen J.C. and Ssu ,K., F.(2009), "Enhancing Self-Motivation in Learning Programming Using Game-Based Simulation and Metrics", IEEE.
- Kirriemuir, J. and A. McFarlane (2004), "Literature review in games and learning."
- Maloney, J., Y. Kafai, et al. (2008), *Programming by choice: urban youth learning programming with scratch*, ACM New York, NY, USA.
- McKeachie, W. and M. Svinicki (2006). "Teaching tips: Strategies, research, and theory for college and university teachers."
- Prensky, M. (2001), "Digital game-based learning", New York: McGraw-Hill, Bristol: FUTURELAB SERIES.
- Prensky, M. (2003), "Digital game-based learning." , *Computers in Entertainment (CIE)* **1**(1): 21-21.
- Wolfe, E. and T. Miller (1997), "Barriers to the implementation of portfolio assessment in secondary education.", *Applied measurement in education* **10**(3): 235-251.
- 孔崇旭, 吳芝瑩, et al.(2007), "互動式多媒體測驗與傳統紙筆測驗在國小社會領域之分析比較."
- 吳坤璋 (2006), "科學探究能力與科學創造力理論模式之研究.", 國立高雄師範大學科學教育研究所博士論文.

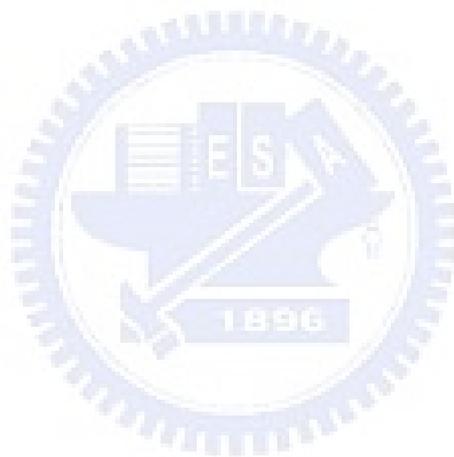
教育部 (2008), 97 國民中小學九年一貫課程綱要, 台北, 教育部.

陳麗美 (2004), "提昇不同學習風格學生於科學探究活動中學習成效之行動研究." 未出版論文, 國立彰化師範大學科學教育研究所在職進修專班碩士論文.

劉宏文, 張惠博, et al. (2001), "高中學生進行開放式探究活動之個案研究-問題的形成與解決." 科學教育學刊 科學教育學刊 科學教育學刊 科學教育學刊 9(2): 169-196.

蔡清田 (2008), 教育行動研究, 台北, 五南.

賴忠良、黃天佑 (2006, 2006/9), "遊戲式網路評量-網路尋寶系統實作", 在第十七屆物件導向技術與應用研討會, 長庚大學.



# 附錄一

## 國立交通大學理學院碩士在職專班網路學習組研究問卷

您好：

本問卷是針對**遊戲式互動評量題型**研究所設計，請就下列問題勾選你認為最適合的答案，問卷填答內容將做為論文分析之參考，謝謝您的合作。

順祝 學安

指導教授：交通大學資訊工程學系 曾憲雄 教授

研究生：交通大學碩士在職專班 宋雅鈴

填答說明：所有內容請依照個人的使用狀況勾選，並請每一題都要回答，而且每題只能勾選一個答案，請不要有遺漏喔！

### 一、基本資料

1.	性別 <input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女
2.	年級 <input type="checkbox"/> 一年級 <input type="checkbox"/> 二年級
3.	曾經聽過數位化評量系統 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
4.	曾經使用數位化評量系統 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
5.	曾經使用教育部六大學習網 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
6.	一週平均花多少小時進行數位評量/學習： <input type="checkbox"/> (1)從不 <input type="checkbox"/> (2)1小時以內 <input type="checkbox"/> (3)1~5小時 <input type="checkbox"/> (4)6~10小時 <input type="checkbox"/> (5)11~15 小時 <input type="checkbox"/> (6)16~20 小時 <input type="checkbox"/> (7)21~25 小時 <input type="checkbox"/> (8)26 小時以上
7.	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 曾經玩過電腦遊戲

### 二、評量設計

1.	我可以透過改變氣候與季節，觀察出植物生長的溫度 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
2.	我可以透過改變氣候與季節，觀察出植物生長的濕度 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
3.	我可以透過觀察地形資訊，知道植物生長的溫度 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
4.	我可以透過觀察地形資訊，知道植物生長的濕度 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
5.	我可以透過觀察種植的狀況，去證明植物生長的溫度是否適合

	<input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
6.	我可以透過觀察種植的狀況，去證明植物生長的濕度是否適合 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
7.	我可以透過使用網路，去找出遊戲中植物的名字 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
8.	在遊戲中，我很清楚該觀察哪些變化來得到問題的答案 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意

### 三、遊戲建議

1.	我覺得這一個遊戲評量的內容活潑生動 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
2.	我覺得這一個遊戲評量很容易操作 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
3.	我喜歡這種用遊戲來測驗科學探究的評量方式 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
4.	如果可以，下次我願意再使用這一個遊戲評量進行測驗 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
5.	我覺得像這樣以遊戲的方式來測驗，比較不會有壓力 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
6.	我很希望能和同學討論及分享操作的技巧和秘訣 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
7.	在遊戲過程中，我很努力透過操作來得到我想要的資訊 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
8.	整體而言，我覺得這一個遊戲評量對我的學習很有幫助 <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 無意見 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
9.	對遊戲介面的建議：

謝謝您的填寫!!

## 附錄二

### 虛擬植物種植-科學探究學習單

一年\_\_\_\_班\_\_\_\_號

姓名\_\_\_\_\_

#### 說明：

請善用遊戲中的各種工具去回答學習單裡的問題：

#### 介面說明：

1.請把上方的幼苗圖



拖曳到下方地形，確定之後按下種

植按鈕。

2. 可以利用  得知地形的詳細資訊唷。

3. 試著利用季節與氣候按鈕來改變種植環境。

4. 點擊  他會告訴你簡單的操作說明唷!!

5. 選擇觀看全圖，可以得知植物的特徵!!

6. 本活動可以使用網路找資料。

## 以遊戲中植物為例 實作結果:

影響遊戲中植物的生長環境有哪些?說出你看到以下植物生長圖時，該植物的生長環境：



1. 可不可能在某種溫度，會生長的比較好？
2. 可不可能在某種濕度，會生長的比較好？
3. 可不可能在某個季節，會生長的比較好？
4. 地形會影響生長嗎？



影響遊戲中植物的生長環境有哪些?說出你看到以下植物生長圖時，該植物的生長環境：



1. 可不可能在某種溫度，會生長的比較好？
2. 可不可能在某種濕度，會生長的比較好？
3. 可不可能在某個季節，會生長的比較好？
4. 地型會影響生長嗎？



你可以猜出遊戲裡植物的名稱嗎？(任寫五種)

