

# 國立交通大學

理學院網路學習學程

碩士論文



以遊戲為主的科學過程技能歷程評量之研究

A Study of Game-based Portfolio Assessment for Scientific  
Procedure Knowledge

研究生：梁家銘

指導教授：曾憲雄 博士

中華民國九十八年六月

以遊戲為主的科學過程技能歷程評量之研究

A Study of Game-based Portfolio Assessment for Scientific Procedure  
Knowledge

研究生：梁家銘

Student : Chia-Ming Liang

指導教授：曾憲雄博士

Advisor : Dr. Shian-Shyong Tseng

國立交通大學

理學院網路學習學程



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

## 以遊戲為主的科學過程技能歷程評量之研究

學生：梁家銘

指導教授：曾憲雄博士

國立交通大學理學碩士在職專班網路學習組

### 中 文 摘 要

本研究旨在探討以遊戲為主的歷程評量在科學過程技能上評量效果。傳統的「紙筆測驗成就評量」對於「技能」的評量是有困難的，而「實作評量」有費時且評量標準不一的問題，以自然與生活科技學習領域為例，「科學過程技能」的評量需要透過操作科學儀器來進行，然而這樣的評量方式會花教師非常多的時間，而且不同的教師在評量上的標準也難以相同。遊戲媒體應用在實作評量已有一定的成果，例如虛擬實驗室或物理模擬機，然而這些遊戲式的評量大多探討較低階的統計，對於較高層的過程技能是否能有效地進行評量是一個待解決的議題。為解決此問題，本研究提出了遊戲式歷程評量架構 (Game-based Portfolio Assessment Scheme, GPAS)，因為操作實驗的過程本身就是一個具階段性的解決問題歷程，因此本研究導入改良式的多階段圖表模型 (Modified Multi-stage Graph, 簡稱 MMG) 並事先定義出操作歷程行為模式，以達到評量科學過程技能的目標。本實驗將遊戲式歷程評量架構導入自然與生活科技領域中的「比熱」實驗，先以專家訪談方式邀請五位教師比較遊戲式歷程評量與教育部六大學習網數位遊戲評量之間的差異；再實際導入了國中二年級 30 位學生來進行遊戲式歷程評量活動，從研究結果得知受測學生在遊戲評量的操作歷程中，有三種不同的操作模式表現比較明顯；最後，由問卷結果發現，學生認為在操作遊戲式歷程評量的過程中可應用到課程所學的科學過程技能來解決問題。

**關鍵字：歷程評量、科學過程技能、遊戲式評量、解決問題、MMG 評量模型**

# The study of Game-based Portfolio Assessment for Scientific Procedure Knowledge

Student : Chia-Ming Liang

Advisor : Dr. Shain-Shyong Tseng

Degree Program of E-Learning  
National Chiao Tung University

## Abstract

This research analyzed the effectiveness of the game-based portfolio assessment for scientific procedure knowledge assessment. In traditional, paper-and-pencil test is hard to assess the capability of procedure skill, and the Performance Assessment is costly and without fair criterion. In the science domain, the game media were applied in Performance Assessment, for example, virtual lab or physical simulator. But most of game-based platforms discuss the low-level performance evaluation rather than the high-level procedure skill. Thus, to solve the problem, the Game-based Portfolio Assessment Scheme was proposed for problem-solving procedure assessment based on the predefined experimental procedure phases. The game-based portfolio assessment is based on the Modified Multi-stage Graph to model the interactive problem-solving behaviors. In the experiment design, the topic “specific heat” of the science domain has been implemented in the game scenario. In the prior experiment, five teachers were involved to compare the difference between the game-based portfolio assessment and the story-oriented assessment. Next, an experiment was conducted with 30 junior high students for the game-based portfolio assessment. The result of the experiment showed that there are three distinct types of operational procedure. Finally, from the feedback of students showed that the game-based portfolio assessment is useful for them to understand the procedure knowledge for problem solving.

**Key words: portfolio assessment, scientific procedure knowledge, game-based assessment, problem-solving, MMG assessment model**

## 誌 謝

終於完成了人生另一個里程碑，這一路走來，感覺格外辛苦，過去各個求學階段，只要專心扮演好學生的角色即可，但這次的求學過程，卻同時身兼數個角色，除了學生，我同時也是一個學校的教務主任，另外，我還是一個擁有二個小孩的媽的先生。也因為如此，這一份論文的完成，真的是要感謝很多人的協助。

首先，最感謝的是我的指導教授—曾憲雄博士，他犧牲自己的休息時間，不辭辛勞的指導我們這一群學生，時時勉勵，希望我們能在學術研究上有所成就，經由您的指導，讓我們能順利找到自己研究的方向，進而完成學業。另外，也很感謝曾秋榮教授、黃志方老師在口試時提供我許多寶貴的意見。最感謝的還有實驗室的瑞鋒學長、桂枝學姊，在我研究的過程中，一直提供協助，並且鼓勵著我繼續往前走，真的很慶幸能有你們的幫忙，我才得以順利完成這份論文。除此之外，實驗室的學長姊、同學及學弟妹，很高興在這求學生涯中能認識你們，也希望你們在未來的日子裡能平安喜樂。

在這求學的過程中，很高興認識了冠穎、雅玲、運璟、碧玲，有你們的陪伴，一起奮鬥，讓我在這二年的日子裡感覺一點都不孤單，一路走來，倍感溫馨。

最後，我最感謝的是我的妻子-佩鈴，如果沒有妳的包容和辛勞，我真的沒有辦法在家庭、工作及學業間兼顧，也因為有妳的支持跟叮嚀，讓我能夠順利地完成我的學業。

總之，一項工作的完成，背後有太多支持的力量，要感謝的人真的太多了，在這裡為曾經鼓勵我的親朋好友們，獻上我誠心的感謝。謝謝你們。

# 目 錄

	頁次
中文摘要	i
英文摘要	i
誌 謝	iii
目 錄	iv
表 目 錄	vi
圖 目 錄	vi
第一章 緒 論	1
第二章 文獻探討	4
2.1 研究背景	4
2.2 相關研究	5
2.3 數位遊戲式評量	5
第三章 遊戲式歷程評量	10
3.1 遊戲式歷程評量設計	10
3.2 MMG 評量模型	13
3.3 評量的歷程行為模式	14
第四章 科學過程技能評量之導入	17
4.1 學科導入遊戲式歷程評量流程設計	17
4.2 系統實作	20
4.3 系統比較與評估	28
第五章 實驗與討論	31
5.1 實驗流程設計	31
5.2 操作歷程類別分析	34
5.3 科學過程技能評量導入之建議	39
第六章 結論	40
參考文獻	42
附錄	44

## 表目錄

	頁次
表 1. 能力指標 .....	6
表 2. 實作評量類型 .....	7
表 3. 操作行為定義表 .....	15
表 4. 歷程行為模式 .....	16
表 5. 操作歷程 .....	18
表 6. 遊戲操作物件列表範例 .....	20
表 7. 遊戲式歷程評量與六大學習網數位評量比較表 .....	28
表 8. 訪談題目表 .....	29
表 9. 滿意度問卷題目 .....	32
表 10. 操作行為分析表 .....	34



## 圖目錄

	頁次
圖 1. 遊戲式歷程評量與其三個構成面向 .....	10
圖 2. 遊戲式歷程評量過程圖 .....	11
圖 3. MMG示意圖 .....	12
圖 4 遊戲式歷程評量的MMG對應圖 .....	13
圖 5. 學科導入遊戲式歷程評量之流程圖 .....	17
圖 6. 遊戲操作流程圖 .....	21
圖 7. 遊戲式歷程評量題目說明 .....	22
圖 8. 「觀察」階段操作歷程 .....	23
圖 9. 「假設」階段操作歷程 .....	24
圖 10. 「實驗」階段操作歷程及過關示意圖 .....	25
圖 11. 操作動作歷程資料 .....	26
圖 12. 操作歷程行為模式 .....	26
圖 13. 操作動作歷程圖 .....	27
圖 14. 遊戲式歷程評量與六大學習網數位評量PK圖 .....	30
圖 15. 實驗流程圖 .....	31
圖 16. 學生滿意度問卷結果柱狀圖 .....	33
圖 17. 時間順序-操作動作類別 1 .....	35
圖 18. 時間順序-操作動作類別 2 .....	35
圖 19. 時間順序-操作動作類別 3 .....	36
圖 20. 時間順序-操作動作類別 4 .....	37
圖 21. 時間順序-操作動作類別 5 .....	38
圖 22. 時間順序-操作動作類別 6 .....	38
圖 23. 時間順序-操作動作類別 7 .....	39



# 第一章 緒 論

評量的目的在於了解學生的學習狀況，藉此用以改進教師的教學內容與改善學生的學習成果，因此評量是教學過程中非常重要的一環，而「評量（考試）引導教學」，更是中外皆有的現象，如果評量著重在「知識的認知」，那學校的教學就會著重在「學科知識」的講授，這樣會造成教學只強調「知識」的層面，「情意」、「技能」的學習就容易被忽略了。

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。是以在談課程改革的同時，決不能將改革的力量，停留在課程設計本身的表面層次，而是要將改革植基在實際的教學活動，並深化在評量的運用上，方能帶動課程改革的效果(教育部, 2001)。

九年一貫課程的實施，將各個學習階段的教學目標定位在「分段能力指標」，其中以自然與生活科技學習領域為例針對「科學素養」(Carin, 1997)定義了八種能力指標，例如「科學與技術認知」、「科學過程技能」、「思考智能」等對於「技能」方面的培養，是學習的重要項目，但「技能」的評量卻是一個困難的問題(教育部, 2008)。

本論文以「科學過程技能」(Scientific Procedure Knowledge)中「科學實驗能力」的評量進行討論，因為其強調的是歷程的展現，不適合以傳統選擇題成就評量的方式加以測驗，因此多採實作評量(Performance Assessment)來觀察學生操作實驗的過程，唯實作評量有實施上的困難，例如須花費較多的時間、實作過程不易紀錄、評分標準不一等問題(Wolfe, 1997)，所以在一般課堂上操作不易。因實作評量費時且評量方式不易制定，故在執行上有相當的困難度。

現有電腦遊戲平台技術的發展，將遊戲媒體應用在數位學習領域上已經有一定的成果，例如賴忠良與黃天佑(賴忠良、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。本論文希望使用遊戲的平台，透過觀察學生的實作歷程來進行科學過程的評量。然而現有的遊戲式評量的相關研究例如線上虛擬實驗或物理模擬器等，大多只探討較低階操作的統計，如滑鼠的點擊數等，對於較高層的過程技能是否也能有效地進行評量是一個待解決的議題。

就我們的觀察，有具備「科學過程技能」的學生在操作科學實驗的時候，可對應到一個完整問題解決的過程，例如發現事實(Fact Finding)、發現點子(Idea Finding)、發現解答(Solution Finding)(parnes, 1966)，所以我們認為實驗操作歷程具有多階段流程的特性。因此本論文導入改良式的多階段圖表模型(Modified Multi-stage Graph, 簡稱MMG)，來輔助評量學生的操作歷程是否對應到合理的問題解決過程技能，並建置成以遊戲式歷程評量架構(Game-based Portfolio Assessment Scheme, GPAS)，以達到評量科學過程技能的目標。

遊戲式歷程評量的設計流程，主要是先建置遊戲中的改良式多階段圖表模型，並以此MMG規劃遊戲操作介面裡各種動作與環境、動作與動作間之相互因果順序與限制的關係。再以MIT Scratch (Maloney, Kafai, Resnick, & Rusk, 2008)多媒體遊戲建置工具容易編輯的特性，使用快速雛形法，來實作出遊戲。

本研究依遊戲中的改良式多階段圖表模型事先定義出十二種操作歷程行為模式，藉此以分析學生的操作歷程類型；而在進行遊戲式歷程評量的操作過程中，學生所進行的操作行為都會被系統紀錄下來，並以[時間(Time)-操作行為(action)]的格式儲存，透過紀錄資料便可繪製「操作歷程行為圖」以判斷學生的操作過程行為類型。

在實驗驗證的部分，我們選擇了國中理化「溫度與熱-比熱」為學科，並挑選「金屬與水的溫度實驗」做為實作與效果的驗證。本實驗實際導入了國中二年級 30 位學生來進行遊戲式歷程評量活動，實驗結果發現受測學生在七種不同的操作模式表現比較明顯，其中又以「先觀察再假設再進行實驗」及「先觀察做實驗最後再假設」這二種操作模式佔較多數；且在專家訪談中比較遊戲式歷程評量與教育部六大學習網遊戲評量，參與訪談之教師認為遊戲式歷程評量可以提高學生參與評量的意願，且評量內容切合主題，透過操作過程分析可了解學生在科學過程技能上的能力表現；在滿意度問卷結果中發現，學生認為在操作遊戲式歷程評量的過程中可應用到課程所學的知識，且學生也了解要通過評量需要應用到哪些知識，而學生也認為在操作上有些不適應。

本論文的貢獻：提出以遊戲為主的歷程評量來評量學生科學過程技能，並定義出幾種操作歷程模式，將受測學生的操作歷程分成十二種。研究發現在加入多階段圖表評量模型，在「技能」評量層面上有較佳的效果。



## 第二章 文獻探討

### 2.1 研究背景

九年一貫課程已經實施多年，教育單位一直想提昇教育的品質，希望能由教學與評量的部分去做提昇，因為評量是教學過程中重要的一部分。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。是以在談課程改革的同時，決不能將改革的力量，停留在課程設計本身的表面層次，而是要將改革植基在實際的教學活動，並深化在評量的運用上，方能帶動課程改革的效果。

在國中自然與生活科技領域中包含了許多知識性的概念，如力學、熱傳導、光學等，這些知識在教育部六大學習網中有相當多的資料可供參考，但對於這些知識的評量仍是以傳統紙筆測驗的選擇題的方式，較難評斷學生是否會將知識性的概念運用在解決問題上。

在布魯姆認知領域教學目標中(Bloom's taxonomy of educational objectives) 認知歷程向度主要分成六大類，由較低層次的「記憶」、「了解」、「應用」和「分析」，較高層次的則為「評鑑」和「創造」，而「提出假設」及「設計操作程序」等在操作實驗過程中出現的能力是屬於「創造」向度的較高層次能力(Anderson, 2001)。在自然領域中，學生透過操作科學的實驗學習「科學過程技能」的歷程，因此科學過程技能的培養是國民教育中相當重要的教學目標。

學習科學，讓我們學會如何去進行探究活動：學會觀察、詢問、規劃、實驗、歸納、研判，也培養出批判、創造等各種能力。特別是以實驗或實地觀察的方式去進行學習，使我們獲得處理事務、解決問題的能力，也瞭解到探究過程中，細心、耐心與切實的重要性。

## 2.2 相關研究

### 2.2.1 評量

評量可以檢示學習者的學習成果，讓教學者藉此採取補救措施或改變教學策略，以提昇教學效果。

McKeachie與Svinicki(McKeachie & Svinicki, 2006)認為規劃考試應注意下列觀念：

- (一)學習比成績重要。
- (二)考試和測驗應該同時是評鑑的工具和學習的經驗。
- (三)提供回饋比打成績重要。
- (四)設法評估所有主題的成效，即使有些部分很難給予成績(例如學習動機的增加)。
- (五)避免因為評鑑而引起焦慮和競爭。

唯因教學現場在時間、空間及社會風氣的影響，評量內容偏向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，以基測題目為例：一杯質量為 200g、溫度為 60°C 的水放在空氣中降溫，若不考慮水蒸發時質量之微小變化，當水溫降到 40°C 時，約散失多少卡的熱量？(A) 16000 卡 (B) 8000 卡 (C) 4000 卡 (D) 2000 卡。(國民中學學生基本學力測驗推動工作委員會，2008)，當學生回答的答案為「正確」或「錯誤」時，無法判斷學生的解決問題的迷失概念在那裡，只能評量知識的正確與否，看不到學生在思考解題的過程，國內的評量如此，國外的評量也有這樣的狀況，以美國科學能力試驗評估為例，雖然有實驗操作題，但操作完畢後只是紀錄答案，並未有對學生的迷失概念的問題加以評估(苑大勇，

2007)，因此為了能評量學生的操作歷程行為，因為提出另一種可行的評量稱為「實作評量」(蔡清田, 2000)。

實作評量是一種非紙筆測驗的評量類型，評量內容是以學生實際完成一件特定任務或工作，並針對其表現而給予評分。

與實作評量之相關能力指標如表 1 所列：

表 1. 能力指標

過程技能能力指標-歸納、研判與推斷
藉由資料、情境傳來的訊息，形成可試驗的假設。
科學與技術認知-交互作用的認識
認識聲音、光的性質，探討波動現象及人對訊息的感受。
觀察力的作用與傳動現象，察覺力能引發轉動、移動的效果。以及探討流體受力傳動的情形。
思考智能-推論思考
依現有理論，運用演繹推理，推斷應發生的事。
設計與製作
設計解決問題的步驟

實作評量依測驗情境真實度的高低分為五種類型：(Gronlund, 1993)

表 2. 實作評量類型

類型	例子
紙筆表現 (paper-and-pencil performance)	完成一份實驗報告
辨認測驗 (identification test)	辨認物理實驗中的可變變因及應變變因
結構化表現測驗 (structured performance test)	依說明的步驟操作一個實驗
模擬表現 (stimulated performance)	使用電腦模擬物理實驗，利用模擬系統，將實驗工具佈置好，並進行模擬實驗
工作樣本 (work sample)	在實驗室中進行實驗

由表 2 得知，本論文所設計之遊戲式歷程評量在定義中為「結構化表現測驗」及「模擬表現」符合實作評量的定義，除了可以呈現模擬表現的平台來評量「技能」層面的能力外，更增加了遊戲趣味性，讓評量達到寓教於樂的功能。

### 2.2.2 數位遊戲式評量

在過去，許多的家長及教育學者對遊戲皆抱持著反對的看法，因為他們認為那對學習沒有幫助，但許多專家學者認為遊戲可以提高學生的學習動機及企圖心(Mayer, 2004; Prensky, 2003)，且對實際的學習是有幫助的。隨著資訊科技的進行，遊戲媒體的蓬勃發展，除了商業導向外，許多的遊戲媒體被應用在教學和評量之中，因為遊戲媒體具有



互動式操作介面及有趣的內容，提高了學生參與的興趣。Hogle(Hogle, 1996)認為遊戲媒體應用在教育上可以達到多項優點：

(一) 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。

(二) 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。

(三) 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。

(四) 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。

而遊戲媒體除了應用在教學中，也可以應用在學習評量之中(O'Neil, Wainess, & Baker, 2005)，目前在遊戲式評量研究中，發現遊戲在評量上最主要有三種應用的類別：

(一) 完成性評量(Completion Assessment)：評量學生是否有完成整個遊戲關卡，或是通過測驗，只管學生有沒有過關，不管過程。

(二) 過程性評量(In-Process Assessment)：觀察學生在遊戲過程中做了什麼行為？為什麼會做這個行為？

(三) 教師評估(Teacher Evaluation)：透過對學生行為的觀察，來評估學生是否了解所學的核心概念。

但上述的三種應用中，主要還是針對統計的數據做分析，如滑鼠的點擊數或是過關的得分，對於高層次的能力還是無法提供一個評量的依據。



### 2.2.3 問題解決歷程

Parnes認為問題解決分為五階段：發現事實（Fact Finding）、發現問題（Problem Finding）、發現點子（Idea Finding）、發現解答（Solution Finding），尋求可接納的答案（Acceptance Finding）。Osborn將Parnes的問題解決五階段簡化為三階段：發現事實（Fact Finding）、發現點子（Idea Finding）、發現解答（Solution Finding）。（湯偉君、邱美虹，1999）

學習者經由解決問題的經驗，了解完整的情境脈絡，進而發展出新的知識與技能。在自然的情境，學習者會經歷許多不同的狀況，逐漸熟練地發現困難與問題，並應用所學的各式知識來尋找線索、測試自己的假設，以解決所遭遇的問題。而遊戲式歷程評量即是參考此理論，依學生操作歷程來進行評量。



## 第三章 遊戲式歷程評量

### 3.1 遊戲式歷程評量設計

科學實驗流程具是觀察、假設、實驗三個階段，在課程教學中，也教導學生從觀察事實去找到問題的所在，然後再想出解決問題的點子，對問題做一些解決方法的假設，然後再透過實驗去驗證假設是否可行，若可行，就提出問題的解答，而就我們的觀察，有具備「科學過程技能」的學生在操作科學實驗的時候，便對應到一個完整問題解決的過程，例如發現事實 (Fact Finding)、發現點子 (Idea Finding)、發現解答 (Solution Finding) (Parnes, 1966)，所以我們認為實驗操作歷程具有多階段流程的特性。

本研究主要定義科學過程技能評量有三個面向，如圖 1 所示：(1) 遊戲面向 (2) 模擬平台面向 (3) 評量面向。在遊戲面向包含 1. 操作模式：遊戲的互動介面的設計。2. 過關條件：遊戲規則與過關與否的判定；在模擬平台面向包含 1. 操作儀器：模擬實驗中可操作的儀器物件。2. 物理特性：模擬實驗中物件間的物理規則；在評量面向包含 1. 歷程紀錄：紀錄學生操作歷程資料。2. 評量模型：評量學生高層能力的模型定義。

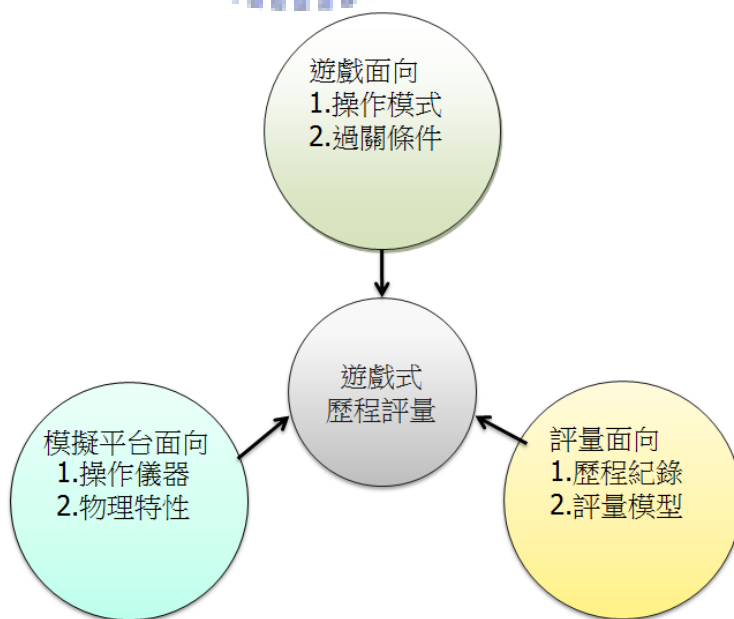


圖 1. 遊戲式歷程評量與其三個構成面向

以圖 2 遊戲式歷程評量為例，學生將金屬放在溫度感知器上測得金屬的溫度 (Fact Finding)，再從多個金屬中，找出「比熱」特性相同的二個金屬，再將此二個金屬一起觀察並比較，將「比熱」定義為「控制變因」，其他不同的特性定義為「操作變因」 (Idea Finding)，再將「比熱」特性相同的二個金屬置入水中再觀察分析，如 A 金屬置入水中後發現水的溫度由 35°C 上昇至 50°C，B 金屬的比熱和 A 金屬相同，但重量比 A 金屬小，將 B 金屬置入水中發現水溫由 35°C 上昇至 45°C，由實驗可以發現重量大的熱量會比較多，最後將 A 金屬與 B 金屬同時置入水中，將水溫由 35°C 上昇至 65°C，符合題目所需 (Solution Finding)。

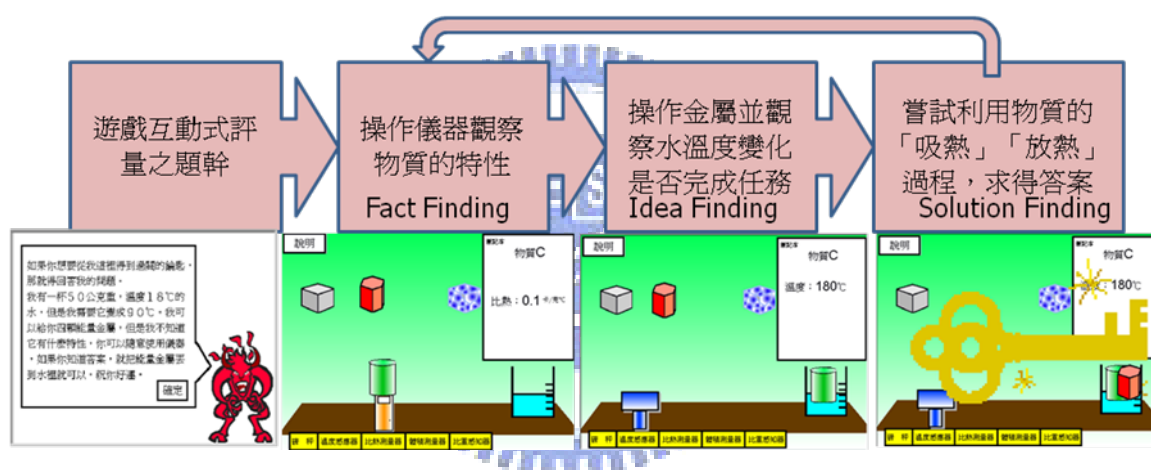


圖 2. 遊戲式歷程評量過程圖

就我們的觀察，有具備「科學過程技能」的學生在操作科學實驗的時候，可對應到一個完整問題解決的過程，例如發現事實 (Fact Finding)、發現點子 (Idea Finding)、發現解答 (Solution Finding) (parnes, 1966)，所以我們認為實驗操作歷程具有多階段流程的特性。因此本論文導入改良式的多階段圖表模型 (Modified Multi-stage Graph, 簡稱 MMG)，來輔助評量學生的操作歷程是否對應到合理的問題解決過程技能，並建置成以遊戲式歷程評量架構 (Game-based Portfolio Assessment Scheme, GPAS)，以達到評量科學過程技能的目標。

操作科學實驗的時候，是對應到一個問題解決的過程且具有階段的特性，而在平台內，各科學習情境的設計，主要是透過圖 3 改良式的多階段圖表模型(Modified Multi-stage Graph, 簡稱 MMG)(黃桂芝、曾憲雄、翁瑞鋒、何筱婷, 2009)，來規劃遊戲式學習平台裡各種動作與環境、動作與動作間之相互因果順序與限制的關係。

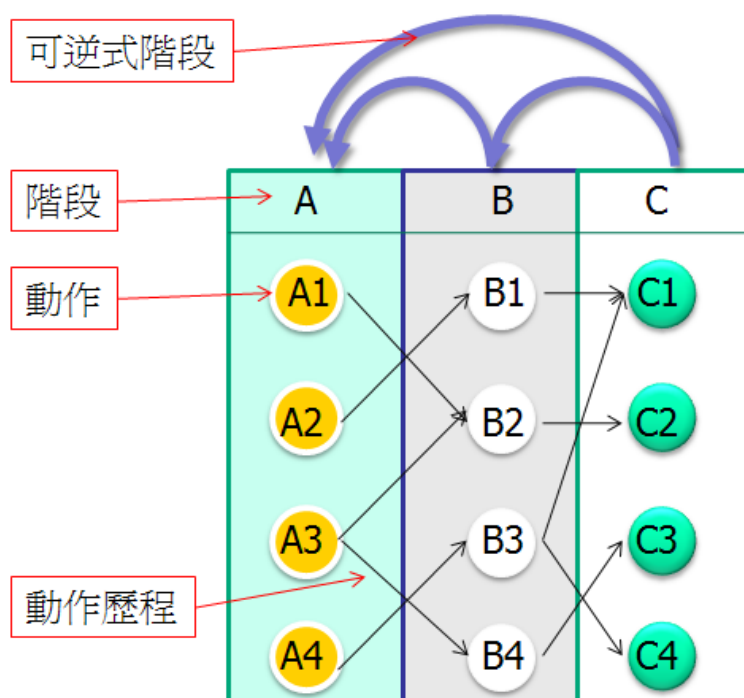


圖 3. MMG 示意圖

改良式的多階段圖表模型 (MMG) 可以定義成以下構成的要件 (1) 一個 MMG 要有二個以上的階段 (2) 每個階段中有多個節點，每個點代表一個操作動作 (action) (3) 每個動作之間，互相有動作歷程連結，這個連結代表有意義的動作順序 (4) 每個階段之間有可重複性及可逆式階段連結，這個連結代表此階段內的動作可重複執行及可跳回上個階段的動作。

所以透過改良式的多階段圖表模型 (MMG) 的模型，我們可將科學過程技能的歷程評量模型，以系統化的方式規畫設計，我們將在下一節做更清楚的說明。

### 3.2 MMG 評量模型

將操作規則依 MMG 模型規劃：將遊戲式歷程評量的操作規則依照 MMG 模型規劃各種操作之間的關係，設定一連串的流程，並將操作的歷程紀錄下來，以便提供予施測者評析。以本論文的題目為例，各種操作行為依 MMG 模型的各個階段進行規劃，並將所有可能之操作列出，所有的操作之間的關係以箭頭表示，若階段之間的操作為可重覆的，則須標示該階段為可重覆執行。

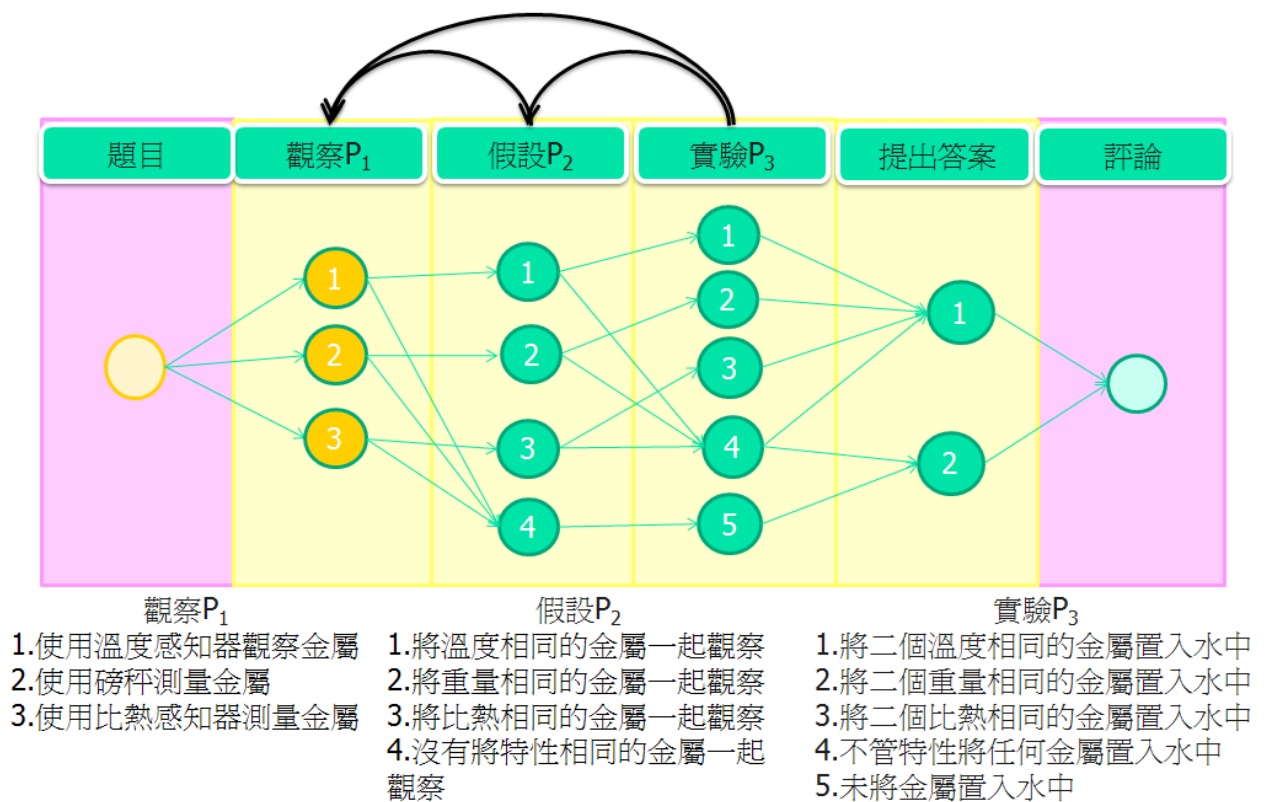


圖 4 遊戲式歷程評量的 MMG 對應圖

在各階段操作行為之間的定義與設計，主要是透過改良式的多階段圖表模型 (Modified Multi-stage Graph, 簡稱 MMG)，來規劃遊戲式學習平台裡各種動作與環境、動作與動作間之相互因果順序與限制的關係。

在遊戲的平台後端，期望能系統化地觀察學生在學習環境內，問題解決的歷程上，但在一般的網頁式學習環境內，通常較不容易紀錄與了解學生的學習行為模式，但若利用遊戲背後的階段式任務設計，可以解讀學生採取解決問題的策略。在此我們將遊戲式歷程評量設計為 MMG，其中每個階段由多個節點組成，以節點表示動作，節點和節點之間由有向箭頭，表示階段間的動作順序，以及節點間產生的連帶影響或因果關係，這是一個預先設定好的架構，可用來設計每個階段的環境和動作。

將不同階段需要哪些操作，透過 MMG 模型組合出來，因此需先把 MMG 設計成一顆顆可以組合的點，然後將每個點對應上每個動作，以及動作後元件的狀態要有何變化，將以上工作搭配情境設計，透過一個腳本來描述。

### 3.3 評量之歷程行為模式

我們發現實驗操作是一個階段性的操作行為，這樣的操作行為具有「時間順序」與「操作行為」之間的關係，我們根據 MMG 模型定義了每個操作行為之間的連結關係，整個一連串的操作行為便形成了操作行為歷程，因此我們先定義  $P_i$  操作行為歷程為一個行為順序 (Action Sequence)，其中  $P_1$  為「觀察」操作行為歷程， $P_2$  為「假設」操作行為歷程， $P_3$  為「實驗」操作行為歷程。

定義一  $P_i = (S_1, S_2, \dots, S_n)$

$P_i$ ：操作行為歷程

而每個  $P_i$  中的  $S_n = (T_n, A_n)$

其中  $T_n$ ：時間順序， $A_n$ ：操作動作

為了觀察學生在科學實驗過程中可能出現的操作行為模式，我們透過表 3 將學生的操作行為定義為「有出現觀察行為 (P<sub>1</sub>)」、「無出現觀察行為 (P<sub>1</sub>')」、「有出現假設過程的行為 (P<sub>2</sub>)」、「無出現假設過程的行為 (P<sub>2</sub>')」、「有出現實驗的操作 (P<sub>3</sub>)」、「無出現實驗的操作 (P<sub>3</sub>')」，另外再經由表 4 將學生操作歷程行為定義出十二種模式。

表 3. 操作行為定義表

操作行為	有出現此操作行為	無出現此操作行為
觀察	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> '
假設	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> '
實驗	P <sub>3</sub>	P <sub>3</sub> '



在操作歷程行為中，我們定義了P<sub>1</sub>為「觀察」操作行為歷程，P<sub>2</sub>為「假設」操作行為歷程，P<sub>3</sub>為「實驗」操作行為歷程，而歷程行為模式則是由P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>及P<sub>1</sub>'、P<sub>2</sub>'、P<sub>3</sub>'組合而成。

因為歷程行為模式為多個階段操作行為歷程構成，故本研究定義以三個階段的順序為歷程行為模式。

定義二 歷程行為模式 =  $P_i \rightarrow P_j \rightarrow P_k$

我們在表 4 中定義了遊戲式歷程評量的十二種歷程行為模式，將學生可能出現的歷程行為模式下定義，若在實驗中出現未定義歷程行為模式，則將未定義的歷程行為模式再增加到表中，以補不足之處。

表 4. 歷程行為模式

編號	歷程行為模式	
1	先觀察後假設再實驗	$P_1P_2P_3$
2	先觀察後實驗再假設	$P_1P_3P_2$
3	先觀察未假設再實驗	$P_1P_2'P_3$
4	先觀察後假設未實驗	$P_1P_2P_3'$
5	未觀察後假設再實驗	$P_1'P_2P_3$
6	未觀察後實驗再假設	$P_1'P_3P_2$
7	未觀察未假設再實驗	$P_1'P_2'P_3$
8	未觀察後假設未實驗	$P_1'P_2P_3'$
9	先假設後觀察再實驗	$P_2P_1P_3$
10	先假設後實驗再觀察	$P_2P_3P_1$
11	先實驗後觀察再假設	$P_3P_1P_2$
12	先實驗後假設再觀察	$P_3P_2P_1$

透過上述十二種操作歷程行為定義，做為學生的歷程行為對應分類之依據。



## 第四章 科學過程技能評量之導入

### 4.1 學科導入遊戲式歷程評量之流程設計

本論文以圖 5 為設計遊戲式歷程評量的流程，老師依照九年一貫課程能力指標所列，將課程學習中所要評量之核心概念列出，再依照設計步驟，建置遊戲式歷程評量。

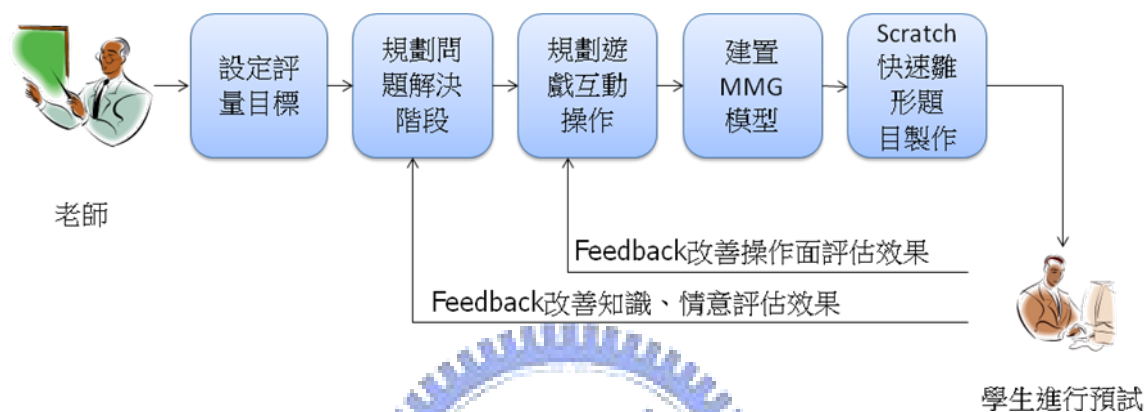


圖 5. 學科導入遊戲式歷程評量之流程圖

(1) 設定評量目標：教師依據九年一貫課程中的學科之核心概念及能力指標訂定評量目標，以本論文之題目為例，所欲評量的目標為「學生是否了解物質的『比熱』特性，讓物質間有『吸熱』、『放熱』的交互作用」。

(2) 規畫評量結構：評量目標訂定後，依據評量相關的知識背景，設計遊戲情境的劇情內容，以本論文之題目為例，操作歷程設計如表 5 所示：

表 5. 操作歷程

操作歷程	對應問題解決的能力	遊戲操作的設計
觀察	Fact Finding	利用儀器觀察各個物品的特性 例如：將金屬放在溫度感知器上測得金屬的溫度
假設	Idea Finding	將物品特性測出後，將相同的特性歸納整理，並將相同的特性定義為「控制變因」，不同的特性定義為「操作變因」，例如：從多個金屬中，找出「比熱」特性相同的二個金屬，再將此二個金屬一起觀察並比較。
實驗	Solution Finding	將物品置入水中，觀察水上昇的溫度，再做歸納分析，找到二個最能符合題目需求的金屬。例如：將 A 金屬置入水中後發現水的溫度由 35°C 上升至 50°C，B 金屬的比熱和 A 金屬相同，但重量比 A 金屬小，將 B 金屬置入水中發現水溫由 35°C 上升至 45°C，由實驗可以發現重量大的熱量會比較多，A 金屬與 B 金屬同時置入水中，可以將水溫由 35°C 上升至 65°C，符合題目所需。

(3) 規劃遊戲互動操作：教師針對遊戲互動式評量中所有可以操作的物品及動作都要加以定義，以本論文之題目為例，各物品的操作及定義，如：將金屬放在溫度感知器

上測得金屬的溫度為 120°C；將 A 金屬置入水中後發現水的溫度由 35°C 上昇至 50°C，B 金屬的比熱和 A 金屬相同，但重量比 A 金屬小，將 B 金屬置入水中發現水溫由 35°C 上昇至 45°C；B 金屬的比熱和 A 金屬相同，但重量比 A 金屬小，將 B 金屬置入水中發現水溫由 35°C 上昇至 45°C，由實驗可以發現重量大的熱量會比較多，A 金屬與 B 金屬同時置入水中，可以將水溫由 35°C 上昇至 65°C。

(4) 將操作規則依 MMG 模型規劃：將操作過程中所有會出現的操作動作皆依 MMG 的多階段歷程模型規劃，並將操作動作之間關聯，以箭頭連結。例如學生以溫度感知器測量金屬的溫度，接著再將二個相同溫度的金屬先後置入水中比較水上昇的溫度，「測溫度」及「置入水中」這二個動作之間便以箭頭做一個連結，表示這二個動作之間是有相關聯的。

(5) Scratch 快速雛形設計題目：以 MIT Scratch (Maloney, J., et al, 2008) 多媒體遊戲建置工具容易編輯的特性，使用快速雛形法，來實作出遊戲，利用 Scratch 所見即所得的特性，可以將遊戲中要呈現的效果，可以先拉出幾個圖形做功能的測試，以檢視設計出的功能是否為我們所需要的效果。

(6) 預試與回饋：將設計好的遊戲互動式評量提供給學生進行施測，並將施測過程中出現的問題，如系統操作、部分 MMG 模型中的路徑無效、或學生操作歷程超出了所定義的模型及學生所回饋的相關問題，來加以改進及評估。

## 4.2 系統實作

Scratch 為美國麻省理工學院開發之快速圖形化程式設計平台，具有容易上手及物件導向的優點，對一般教師來說，Scratch 是一個開發遊戲互動式評量的好工具，因此本論文以 Scratch 為設計平台，將「比熱」實驗所應用到的儀器及操作動作如表 6 所示，以 MMG 模型規劃，並以此設計遊戲式歷程評量，經由學生操作實驗的過程來分析操作歷程，並依據操作歷程模式比對結果給予評語。

表 6. 遊戲操作物件列表範例

物品名稱	功能說明	可否移動	可否操作
燒杯中的水 1	將金屬置於其中即回答答案	否	否
燒杯中的水 2	「吸熱」的物質，可以將金屬的熱量吸收	可	可
筆記本	紀錄已測得的物質特性	否	否
磅秤	可以測得物質的重量	否	可
溫度感應器	可以測得物質的溫度	否	可
比熱測量器	可以測得物質的比熱	否	可
體積測量器	可以測得物質的體積	否	可
比重感知器	可以測得物質的比重	否	可
酒精燈	可以提供物質熱量，提昇物質的溫度	否	可

如圖 6 所示，遊戲式歷程評量的主要操作流程為三個階段，在題目說明說明後進入「觀察」歷程階段，例如利用滑鼠拖曳金屬 C 至比熱感知器測量金屬 C 的比熱特性，然後再進入「假設」歷程階段，例如觀察二個金屬後，發現金屬 B 及金屬 C 的比熱相同，先將金屬 B 置入水中觀察水上昇的溫度，再將金屬 C 置入水中觀察水上昇的溫度，然後再比較這二個金屬對水溫的影響，最後為「實驗」歷程階段，例如金屬 B 可以讓水上昇  $15^{\circ}\text{C}$ ，而金屬 C 可以讓水上昇  $20^{\circ}\text{C}$ ，將金屬 B 及金屬 C 置入水中，若上升的溫度提昇  $65^{\circ}\text{C}$  則可以符合題目的需求，因此在經過三階段操作歷程後，便可以找到答案，完成過關的條件。下面將就各階段做更詳細的說明。

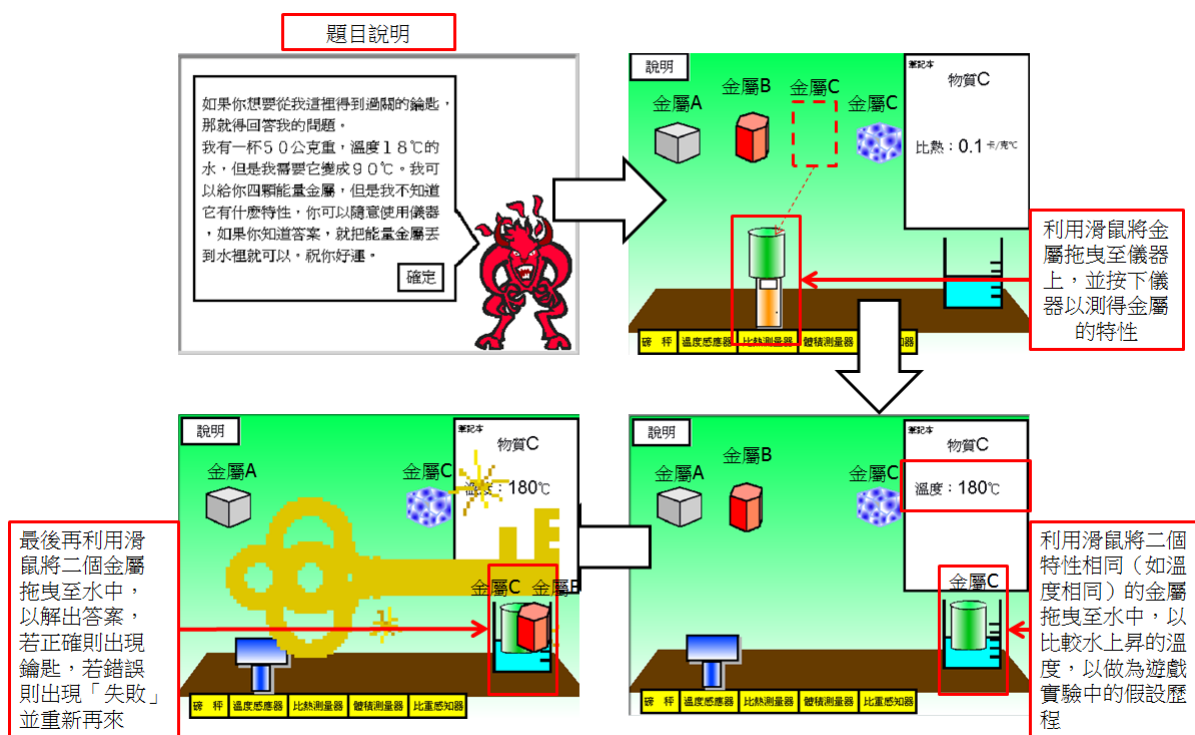


圖 6. 遊戲操作流程圖

遊戲進行如圖 7 所示，由題目說明開始，學生由此得知遊戲的目的為「將一杯 50 克重的水，將水的溫度由 35°C 提昇到 65°C，提供條件有四顆具有熱量的金屬，及可以測金屬特性的儀器」，另外在題目中也說明過關後可以得到一把鑰匙。此說明也可以在遊戲進行時，以滑鼠點擊「說明」鈕來重複閱讀

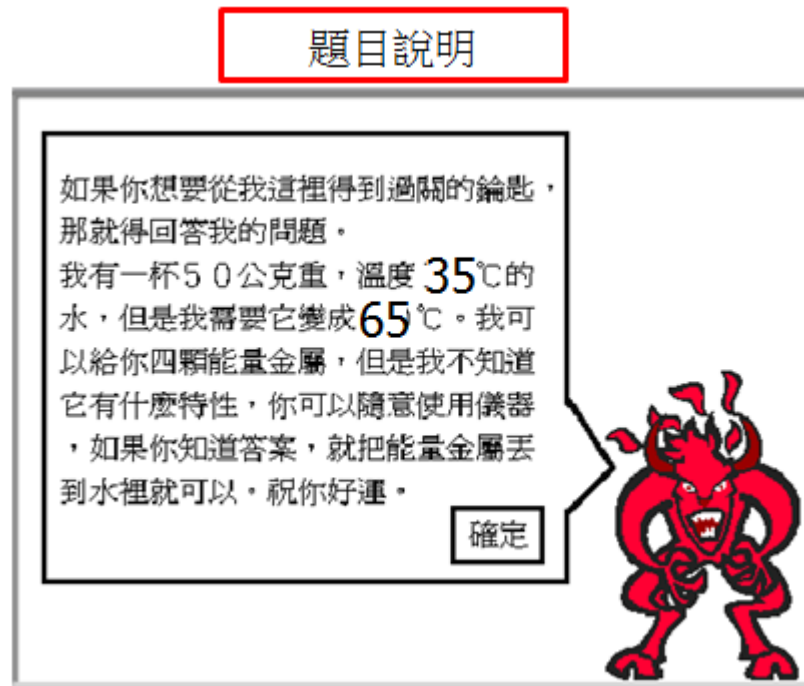


圖 7. 遊戲式歷程評量題目說明

在閱讀完說明後，進入遊戲操作的畫面如圖 8，在畫面中可以發現四個金屬、五種操作儀器、輸出資訊用的筆記本和一個裝在燒杯中的水，學生在觀察完畫面中所有的物件後，可以用滑鼠拖曳任何一個金屬至測量儀器上，並用滑鼠點擊儀器以進行觀察，當學生做了點擊儀器觀察金屬的動作時，系統便會將這樣的動作紀錄成一個「觀察」，而在遊戲的設定中每二個金屬都有一個相同特性，如金屬 B 和金屬 C 的比熱相同，但其他的物理特性不同。

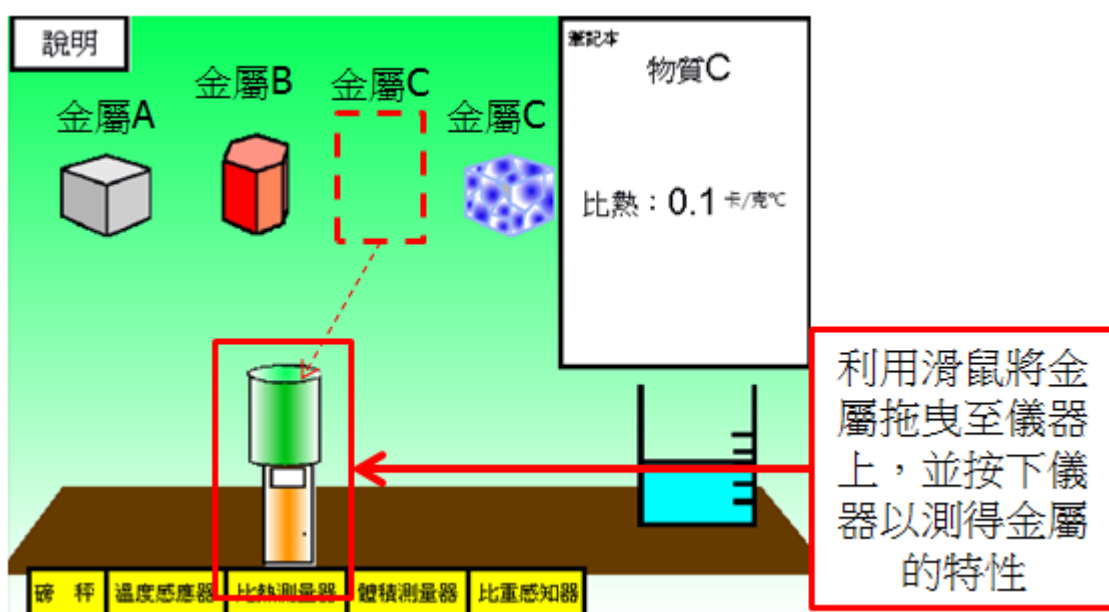


圖 8. 「觀察」階段操作歷程

在觀察完每個金屬的所具有的特性後，透過觀察筆記本中的資料如圖 9，具有科學實驗能力的學生可以由觀察結果比較得出，每二個金屬具有一個相同的物理特性，如金屬 B 和金屬 C 的比熱相同，在「比熱」課程教學內容中有提到和「熱量」有關三種物理特性：重量、比熱、溫度，若學生在此的操作有運用將二個具有相同物理特性的金屬置燒杯中觀察水上昇的溫度，以比較二個具有相同物理特性的金屬，其所具有的其他物理特性對水溫的影響程度，如當二個金屬比熱相同時，金屬 B 比金屬 C 有較大的重量，則在置入燒杯後發現對水的溫度上昇有不同的影響，將金屬 B 置入水中後發現水的溫度由 35°C 上昇至 50°C，金屬 C 的比熱和金屬 B 相同，但重量比金屬 B 小，將金屬 B 置入水中發現水溫由 35°C 上昇至 45°C；金屬 C 的比熱和金屬 B 相同，但重量比金屬 B 小，將金屬 C 置入水中發現水溫由 35°C 上昇至 45°C，由實驗可以發現重量大的熱量會比較多，在本研究中將二個金屬一起比較的行為定義為「假設」，若在操作行為歷程紀錄中則會定義為 P<sub>2</sub>。

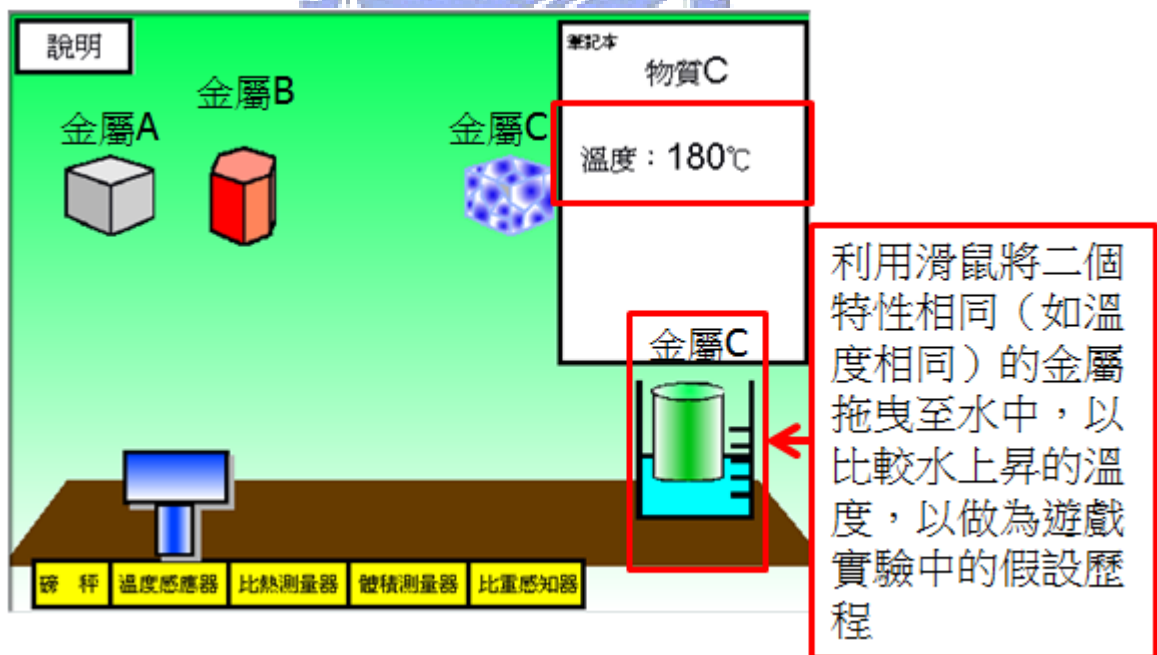


圖 9. 「假設」階段操作歷程



在「假設」階段操作歷程中，學生可以發現影響水溫度上昇主要特性，且可以透過測試金屬對水溫造成的溫度改變多寡來判斷那二個金屬置入水中可以得到答案，例如學生在假設歷程中發現金屬B置入水中後發現水的溫度由 35°C 上昇至 50°C，將金屬C置入水中發現水溫由 35°C 上昇至 45°C，因為若將金屬B與金屬C同時置入水中，可以將水溫由 35°C 上昇至 65°C，便可符合題目的要求，完成過關的條件，這樣實驗的過程，在操作行為歷程紀錄中則會定義為「實驗」歷程P<sub>3</sub>，這代表學生在這個階段中表現出將物質特性比較後的歸納動作。如圖 10 所示，最後得到了正確答案便可以過關，獲得過關獎品-鑰匙，這代表學生通過測驗的獎勵。

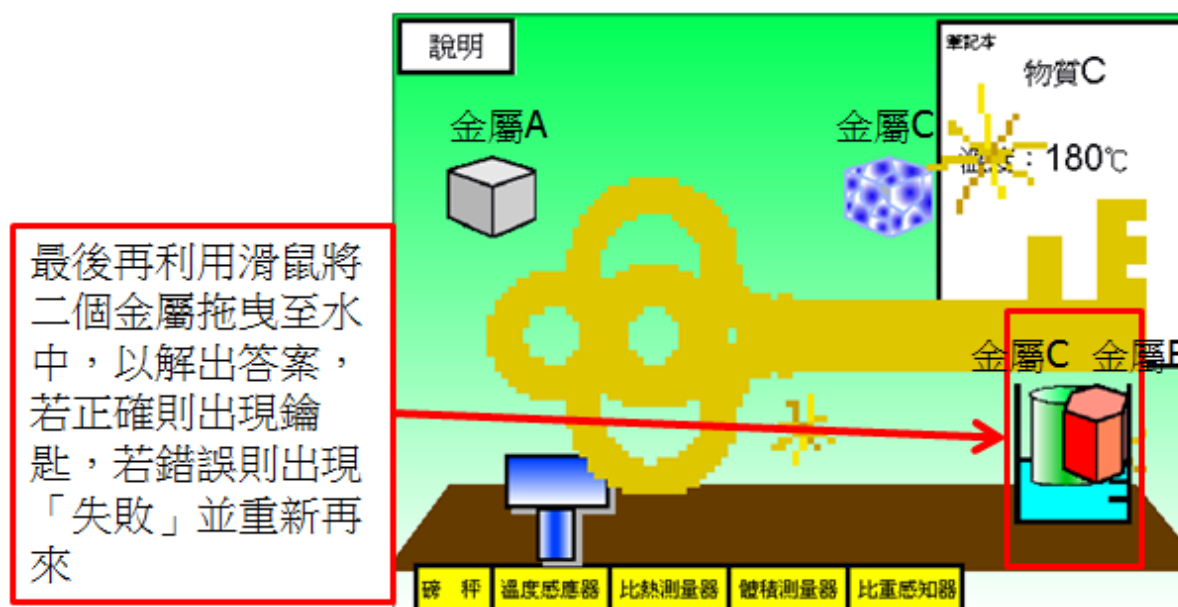


圖 10. 「實驗」階段操作歷程及過關示意圖

當學生在操作完遊戲式歷程評量後，系統會將學生操作歷程行為完整紀錄下來，形成如圖 11 中「時間順序-操作動作」之間的關係資料，並透過事先定義好的操作行為模式，將學生的操作行為模式定義出來。

	A	B	C
1	時間順序	操作動作	動作內容
2	1	1	點擊金屬
3	2	2	測量重量
4	3	1	點擊金屬
5	4	7	點擊金屬
6	5	2	測量重量
7	6	7	點擊金屬
8	7	3	測量溫度
9	8	7	點擊金屬
10	9	1	點擊金屬
11	10	8	將金屬置水中

圖 11. 操作動作歷程資料

對照圖 11 的資料及圖 12 的行為模式，資料列中「時間順序」=1 及 2 時，操作動作編號為 1 和 2，對照圖 12. 操作歷程行為模式可以得到這樣的操作歷程屬於「觀察P<sub>1</sub>」階段的操作歷程。

觀察	假設	實驗
①→②		
①→③		
①→④	①→⑥	①→⑦
①→⑤	⑦→⑥	
⑦→②		⑦→①
⑦→③		
⑦→④		
⑦→⑤		

圖 12. 操作歷程行為模式

由上述方法可以對照出學生的操作階段，再經由 Excel 繪出操作動作歷程圖，以方便判別學生的操作動作歷程類型，如圖 13 所示，X 軸為時間順序，Y 軸為動作行為編號，行為編號 1-5 為「觀察」階段操作行為，編號 6 為「假設」階段操作行為，編號 8 為「實驗」階段操作行為。

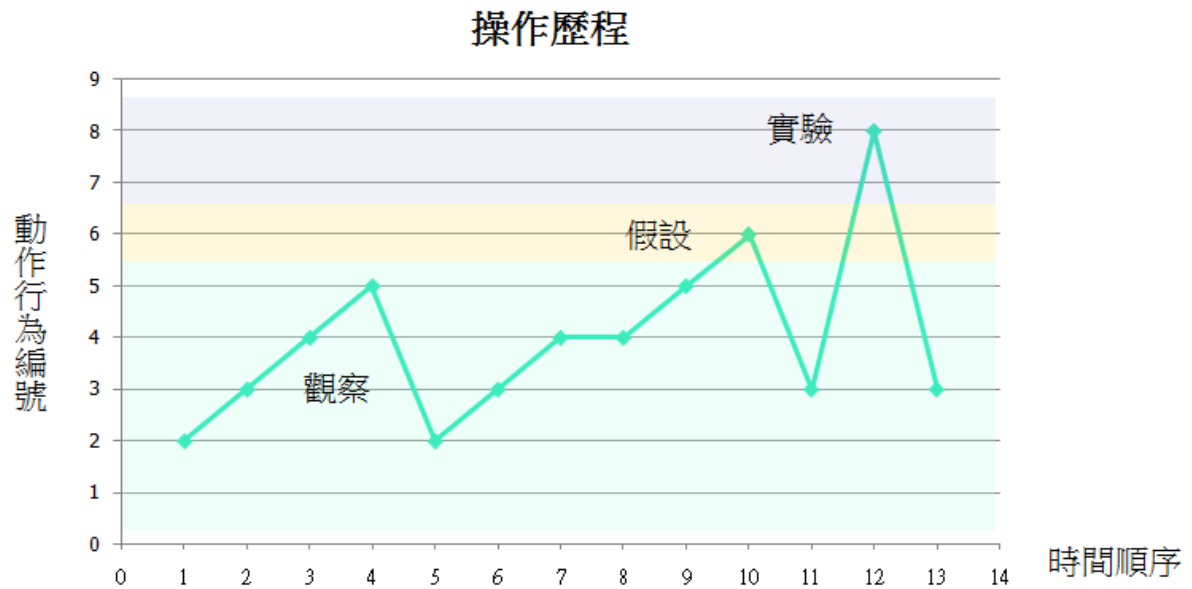


圖 13. 操作動作歷程圖

### 4.3 系統比較與評估

本研究透過前導實驗以專家訪談方式邀請新竹市某國中自然與生活科技學習領域理化科資深教師五名，比較遊戲式歷程評量與六大學習網數位遊戲評量之題意描述和評量效果，歸納整理討論內容如表 7 所示：

表 7. 遊戲式歷程評量與六大學習網數位評量比較表

評量種類	題意描述			測驗評量效果比較
	知識	情意	技能	
遊戲式歷程評量	中 學科概念知識並無直接呈現，乃透過操作過程將知識應用在解題之中。知識性的描述力較弱。	高 以連貫的遊戲式劇情，讓學習者可以融入情境中。情意的设计力較高	高 透過互動式操作來解題是本題型的特點，學習者得透過操作來達到觀察、假設、實驗的目的。技能評量性最高	試題的設計由學科概念而來，重視學生解決問題的歷程，強調將知識應用在科學實驗能力的評量；情境設計與真實生活產生關聯，避免學習本身與生活無關；遊戲性的闖關設計，能提昇學生參與評量的意願
六大學習網數位遊戲評量	中 本題型主要是將傳統紙筆測驗轉成數位化，故在知識性呈現最為直接且明顯	高 題目的描述可以進行情境描述融入，若要做情境式描述會造成題目冗長。	低 無法呈現操作式的題型	將傳統紙筆測驗的試題數位化後，再以故事情境將試題串連起來，以增加趣味性，且在試題數位化後，可使效率提高，節省大量的人力及時間成本。但存在著和紙筆測驗相同的問題，即在科學實驗能力評量方面較弱，且有無法略過施測試題的問題。

在訪談中，請參與的教師針對表 8 的題目，對於遊戲式歷程評量與六大學習網數位評量在「遊戲活潑性」、「介面操作性」、「遊戲感受度」、「知識應用」及「評量效果」五個向度上的比較。

表 8. 訪談題目表

訪 談 題 目
1. 我覺得這一個遊戲式歷程評量的內容比較活潑生動？
2. 我覺得這一個遊戲式歷程評量很容易操作？
3. 我喜歡用遊戲式歷程評量來評量物理科目？
4. 我覺得在遊戲式歷程評量，可以應用到課程中的知識？
5. 整體而言，我覺得這一個遊戲評量對學生的學習很有幫助？

由圖 14 得知，在「遊戲活潑性」的表現上遊戲式歷程評量有較佳的效果，而在「介面操作性」上六大學習網的數位評量比較高，推論是因為此平台屬較新穎且非線性的評量方式，在操作不熟悉的情況下，容易出現不知道下一步要做什麼的問題，另外在「遊戲感受度」上遊戲式歷程評量有較佳的效果，因為遊戲式歷程評量的操作和遊戲的操作方式比較類似，故在此項的得分較高，而「知識應用」的層面，遊戲式歷程評量為整個實驗的歷程，知識的應用為多個面向，故在此項的得分較高，最後在「評量效果」上，遊戲式歷程評量除了「知識」層面外，亦包含了「情意」及「技能」層面的評量，評量的面向較廣，故在此項的得分較高。

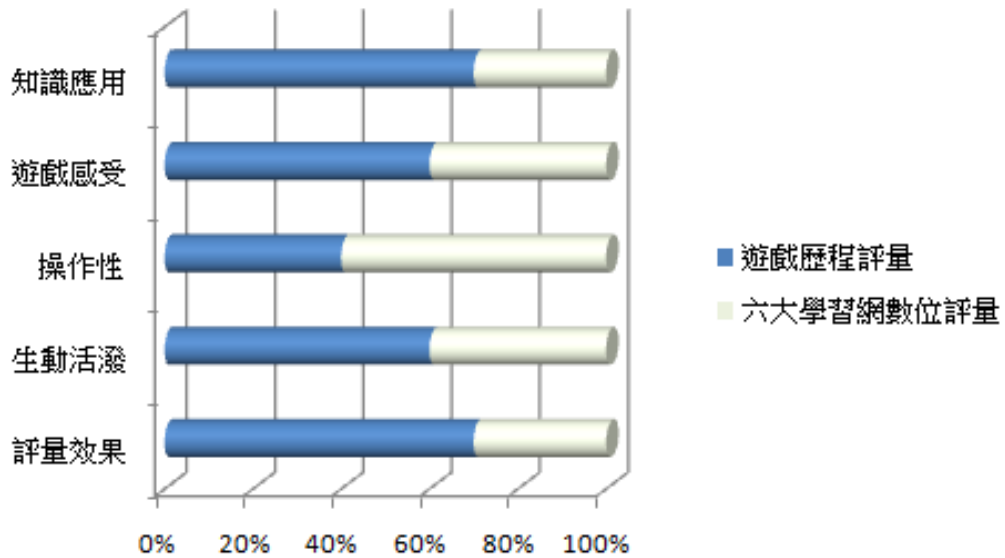


圖 14. 遊戲式歷程評量與六大學習網數位評量 PK 圖

根據專家訪談的結果，教師認為遊戲式歷程評量可提高學生參與度，並可確實評出學生操作的過程技能，唯操作方式可再多做說明，可以讓施測過程較不會出現因為學生不會操作遊戲而出現誤差的問題。在接受專家的建議後，將遊戲式歷程評量做部分的改良與修正，便導入國中二年級學生做實際的評量測試，實驗的流程及結果將在下章做說明。

## 第五章 實驗與討論

### 5.1 實驗流程設計

本研究主要探討並分析學生在操作遊戲式歷程評量過程中所出現的操作行為歷程，為達此目的，本研究根據遊戲式歷程評量架構（Game-based Portfolio Assessment Scheme, GPAS），並以自然與生活科技學習領域中的「比熱」為例，利用 Scratch 設計遊戲式歷程評量，實驗流程如圖 15 所示，將遊戲式歷程評量實際導入了國中二年級 30 位學生來進行評量活動，並將操作歷程行為紀錄後加以分析。

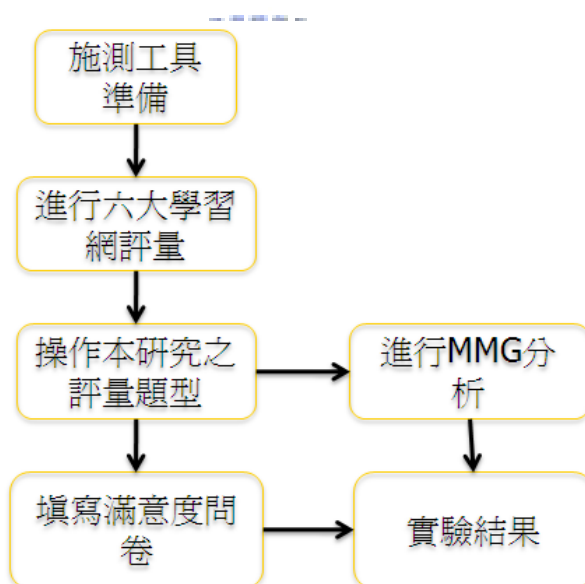


圖 15. 實驗流程圖

使用者滿意度問卷主要是針對受試者在使用遊戲式歷程評量後，對評量概念內容、系統操作是否上手、使用意願等之看法做探討。參加受試者為國中二年級學生共 30 人，本量表係採用 Likert 式五分量表，受試者分別由「非常同意」、「同意」、「無意見」、「不同意」、「非常不同意」五個選項以評定本問卷，填答者依其對不同敘述之不同贊成程度以作勾選。問卷題目如表 9 所示。

表 9. 滿意度問卷題目

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物理科目的評量方式？
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. 我覺得在遊戲的過程中，我可以應用學校課程學到的知識？
6. 我覺得像這樣以遊戲的方式來測驗，比較不會有壓力？
7. 在遊戲中，我很清楚該用哪些知識才能順利過關？
8. 我希望以後在學校各科課程中，能夠讓我們使用這一個遊戲評量？
9. 我很希望能和同學討論及分享過關的技巧和秘訣？
10. 我覺得如果能和同學比賽過關，整個評量過程會更有趣？
11. 在遊戲過程中，我很努力解決問題以便能順利過關？
12. 整體而言，我覺得這一個遊戲評量對我的學習很有幫助？



如圖 16 所示，針對上述量表所做之分析，發現學生在操作介面稍覺困難，推論應該是評量方式較少接觸，再加上如果對數位式評量不熟悉，可能會讓學生覺得操作不順手；另外，問卷中也發現，學生對本研究評量所要測驗的主題能清楚的了解，且知道對應的知識概念，而學生對於遊戲式歷程評量的評量方式，具有高度的認同，也認為這樣的評量很有趣。

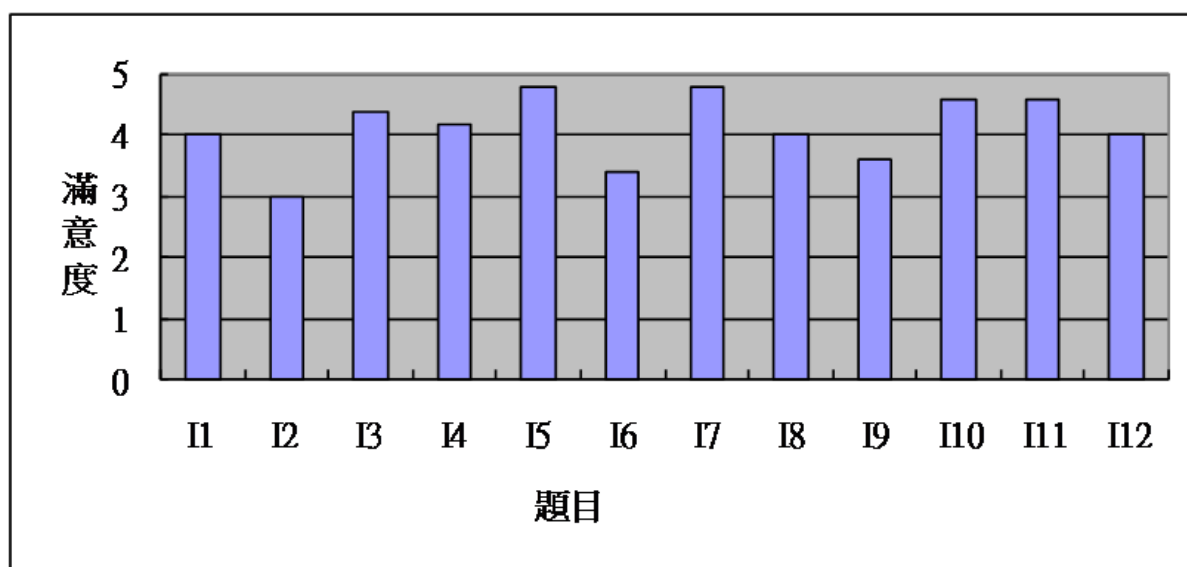


圖 16. 學生滿意度問卷結果柱狀圖

## 5.2 操作歷程類別分析

由表 10 得知，透過遊戲式歷程評量模型將學生操作行為模式定義成十二種行為類別，實驗發現學生操作行為歷程模式出現三種，又以「先觀察後假設再實驗 $P_1P_2P_3$ 」及「先觀察後實驗再假設 $P_1P_3P_2$ 」這二種操作模式佔較多數，然而部分操作模式並沒有出現，例如「未觀察後假設再實驗 $P_1'P_2P_3$ 」或「先觀察後假設未實驗 $P_1P_2P_3'$ 」，推論應是樣本數較少使得部分歷程行為模式未出現樣本。

表 10. 操作行為分析表

編號	歷程行為模式	操作流程	學生比率
1	先觀察後假設再實驗	$P_1P_2P_3$	43%
2	先觀察後實驗再假設	$P_1P_3P_2$	43%
3	先觀察未假設再實驗	$P_1P_2'P_3$	14%
4	先觀察後假設未實驗	$P_1P_2P_3'$	0%
5	未觀察後假設再實驗	$P_1'P_2P_3$	0%
6	未觀察後實驗再假設	$P_1'P_3P_2$	0%
7	未觀察未假設再實驗	$P_1'P_2'P_3$	0%
8	未觀察後假設未實驗	$P_1'P_2P_3'$	0%
9	先假設後觀察再實驗	$P_2P_1P_3$	0%
10	先假設後實驗再觀察	$P_2P_3P_1$	0%
11	先實驗後觀察再假設	$P_3P_1P_2$	0%
12	先實驗後假設再觀察	$P_3P_2P_1$	0%

由實驗結果得知，學生在操作過程中出現下列歷程行為模式：

1、先觀察後假設再實驗 (P<sub>1</sub>P<sub>2</sub>P<sub>3</sub>)：

由圖 17. 圖 17 至圖 19 所示，由左而右代表學生遊戲操作的歷程，此類型的學生首先進行觀察然後假設再進行實驗。歷程資料顯示，學生先進行金屬重量的觀察，然後將相同重量的金屬做比較，最後再進行將相同重量的金屬置入水中，觀察溫度的變化，以進行實驗的驗證，最後得到答案。在科學的過程技能評量，表示他是有符合科學實驗設計的步驟，因此過程技能能力較佳。

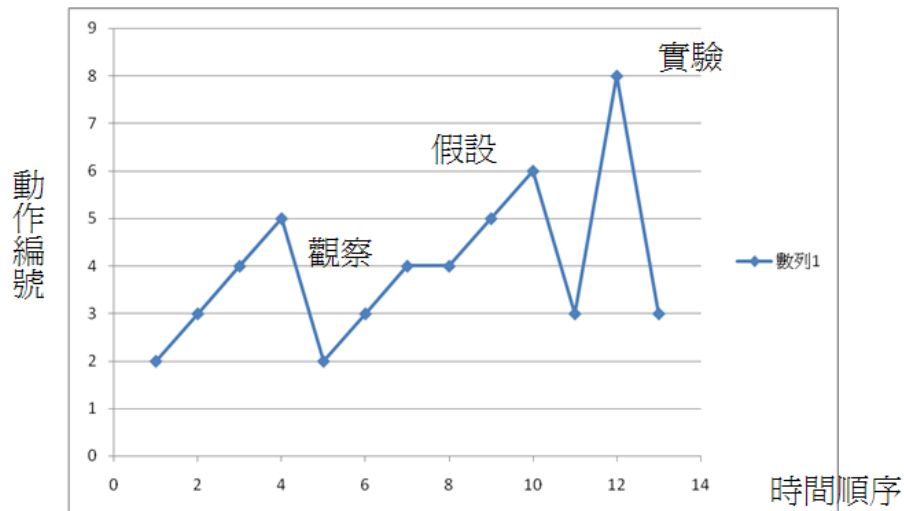


圖 17. 時間順序-操作動作類別 1

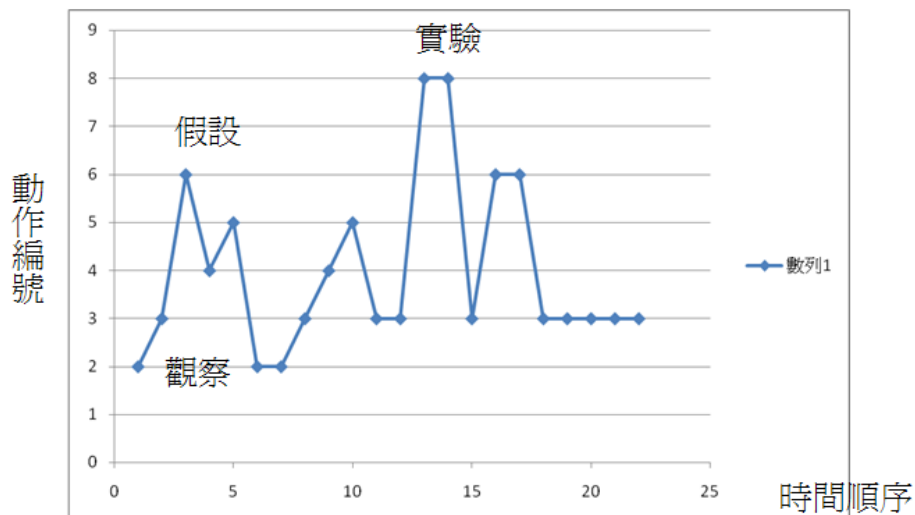


圖 18. 時間順序-操作動作類別 2

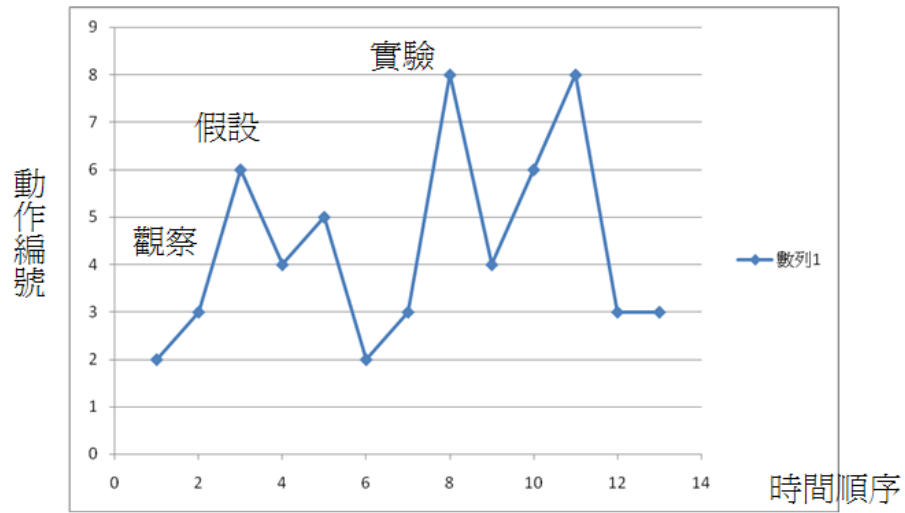


圖 19. 時間順序-操作動作類別 3



## 2、先觀察後實驗再假設 (P<sub>1</sub>P<sub>3</sub>P<sub>2</sub>)

由圖 17. 圖 20 到圖 22 所示，由左而右代表學生遊戲操作的歷程，此類型的學生首先進行觀察接著即進行實驗的動作然後回到假設的階段。歷程資料顯示，學生先進行金屬重量的觀察，然後再進行將相同重量的金屬直接置入水中，因為發現這樣的答案並未能符合題目需求，故又將相同重量的金屬來做比較，觀察溫度的變化，最後再進行實驗的驗證，得到答案。在科學的過程技能評量，表示他雖未符合科學實驗設計的步驟，但在發現錯誤後，立即修正實驗過程，將金屬再做一次比較並確認二個金屬為答案所需，因此，以此類學生為例，其過程技能能力尚可，教師可以針對「深入觀察實驗資料」的課程強化學生在實驗過程中對於實驗數據的敏感度。

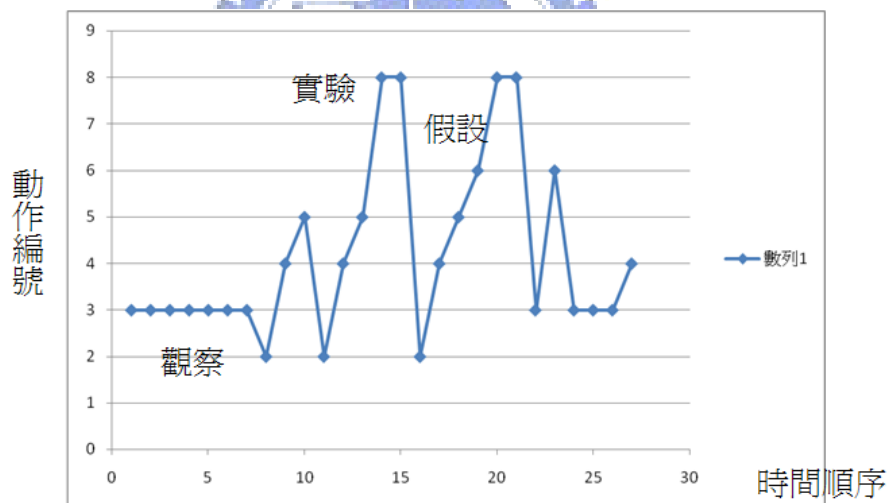


圖 20. 時間順序-操作動作類別 4

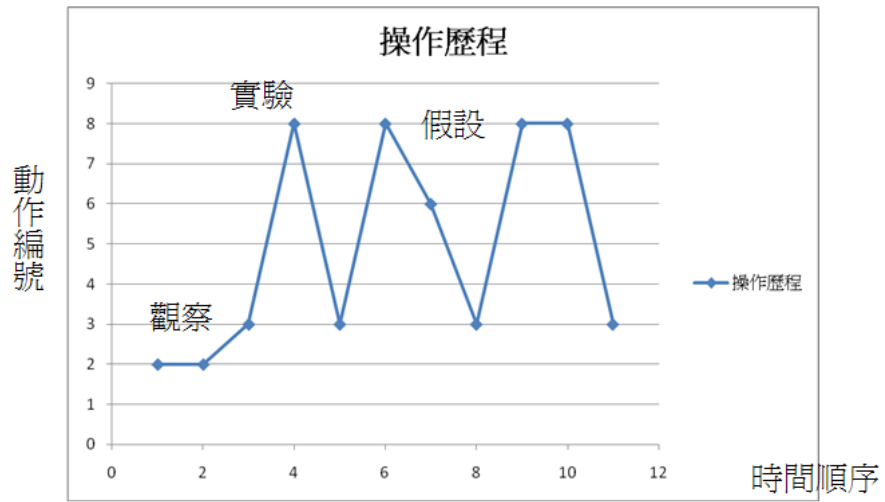


圖 21. 時間順序-操作動作類別 5

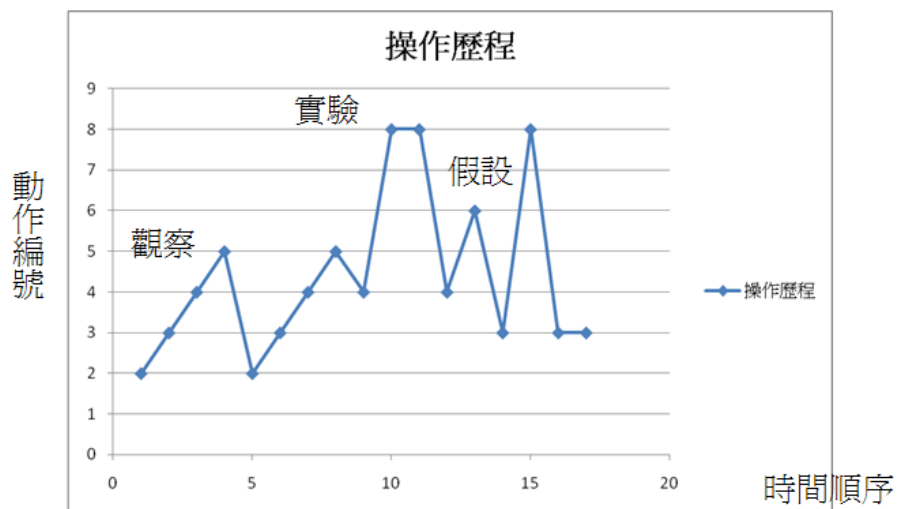


圖 22. 時間順序-操作動作類別 6

### 3、先觀察未假設再實驗 (P<sub>1</sub>P<sub>2</sub>'P<sub>3</sub>)

由圖 17. 圖 23 所示，由左而右代表學生遊戲操作的歷程，此類型的學生首先進行觀察然後直接進行實驗。歷程資料顯示，學生先進行金屬重量的觀察，然後即將金屬置入水中，觀察溫度的變化，但因為實驗歷程不對，無法得到答案，便一直在做試誤的動作。在科學的過程技能評量，表示他未符合科學實驗設計的步驟，因此過程技能能力不佳，教師可針對「實驗資料的分析比較」來對學生做教學上的強化。

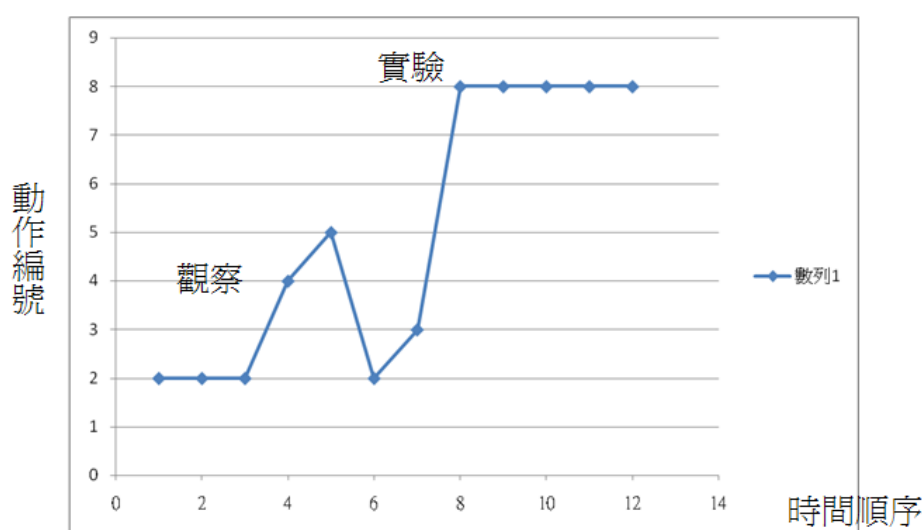


圖 23. 時間順序-操作動作類別 7

## 5.3 科學過程技能評量導入之建議

因為透過我們實驗的結果，可以依學生操作歷程評量的行為模式，依據過程步驟有無缺點再給予教學上的補救。依目前研究結果，可以做為平台修正分析及後續之研究參考，參與討論教師認為遊戲式歷程評量能將所學的知識概念應用在題目情境中，且因屬操作式的平台，所以在技能應用上有較佳的表現，而遊戲式歷程評量在操作上有較高的難度，推論應該是此平台屬較新穎且非線性的評量方式，在操作不熟悉的情況下，容易出現不知道下一步要做什麼的問題，未來在修正上會增列「操作說明」及「問題解說」等選項，以便讓初學者更易上手，減少評量誤差。

## 第六章 結論

本研究為了評量具有多階層特性的「科學過程技能」能力，導入改良式的多階段圖表模型(Modified Multi-stage Graph, 簡稱 MMG)以提出遊戲式歷程評量架構(Game-based Portfolio Assessment Scheme, GPAS)，並以 MIT Scratch 為工具，使用快速雛形法，設計遊戲式歷程評量，以達到評量科學過程技能的目標。

本研究將遊戲式歷程評量架構導入以「比熱」主題的科學實驗，實驗方式分成二個面向，「專家訪談」及「實際導入」，在專家訪談中比較遊戲式歷程評量與教育部六大學習網數位遊戲評量，參與訪談之教師認為遊戲式歷程評量可以提高學生參與評量的意願，且評量內容切合主題，透過操作過程分析可了解學生在科學過程技能上的能力表現，另外在「實際導入」方面，本研究透過遊戲式歷程評量模型將學生操作行為模式定義成十二種操作歷程行為類別，從研究結果得知學生在遊戲評量的操作歷程中，有三種不同的操作模式表現比較明顯，其中又以「先觀察後假設再實驗」及「先觀察後實驗再假設」這二種操作模式佔較多數；在滿意度問卷結果中發現，學生認為在操作遊戲式歷程評量的過程中可應用到課程所學的知識，且學生了解要通過評量需要應用到哪些知識，另外，大部分的學生都比較喜歡以遊戲式評量進行測驗。

「資訊融入教學」是教育部近幾年推動的主要方針之一，所以各種資訊化的教學法因應而生，但目前常見使用的評量還是以紙筆測驗為主，本論文所設計之遊戲互動式評量則提供了另一種不同的選擇，除了可寓教於樂外，更可以讓學生在遊戲情境中操作解題過程，將所學過的知識應用運用在解決問題上。

未來希望能將本論文所提之多階段圖表模型(MMG)導入其他更多科學實驗，以驗證其在科學過程評量的效果，達到了解學生在學習「技能」層面上的表現；並透過實驗對



照比較，可以更深入了解遊戲式歷程評量的操作過程分析和真實的實驗操作過程紀錄有否明顯差異。



## 參考文獻

- Anderson, W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Blooms' educational objectives*. New York: Longman.
- Carin, A. (1997). *Teaching science through discovery*: Prentice Hall.
- Gronlund, N. E. (1993). *How to make achievement tests and measurements*.  
Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Hogle, J. G. (1996). Considering Games as Cognitive Tools: In Search of Effective  
"Edutainment".
- Maloney, J., Kafai, Y., Resnick, M., & Rusk, N. (2008). *Programming by choice: urban youth learning programming with scratch*.
- Mayer, R. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning.  
*American Psychologist*, 59(1), 14-19.
- McKeachie, W., & Svinicki, M. (2006). Teaching tips: Strategies, research, and theory for  
college and university teachers.
- O'Neil, H., Wainess, R., & Baker, E. (2005). Classification of learning outcomes: Evidence from  
the computer games literature. *Curriculum Journal*, 16(4), 455-474.
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Comput. Entertain.*, 1(1), 21-21.
- Wolfe, E. W., & Miller, T. R. (1997). Barriers to the implementation of the portfolio  
assessment in secondary education. *Applied Measurement in Educational*, 10(3),

235-251.

苑大勇 (2007)。美國《2005 年城市地區學生科學能力試驗性評估》報告簡述。 *教育研究*。

國民中學學生基本學力測驗推動工作委員會 (2008)。 *自然科基本學力測驗試題*。

教育部 (2001)。 *成績評量準則分析*。

教育部 (2008)。 *97 國民中小學九年一貫課程綱要*。

湯偉君、邱美虹 (1999)。創造性問題解決 (CPS) 模式的沿革與應用。 *科學發展月刊*, 28, 617-622。

黃桂芝、曾憲雄、翁瑞鋒、何筱婷 (2009)。採遊戲式學習教育平台之科學教育活動設計。

*數位學習科技期刊*, 1, Number1。

蔡清田 (2000)。 *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*。 Paper presented at the 第十七屆物件導向技術與應用研討會, 長庚大學。

## 附錄

### 國立交通大學理學院碩士在職專班網路學習組研究問卷

你好，本問卷是針對**遊戲式歷程評量**研究所設計，請就下列問題勾選你認為最適合的答案。請在完成問卷後交至教務處梁家銘老師。謝謝。

指導教授 曾憲雄博士  
研究生 梁家銘

#### 一、個人資料

年級：一年級 二年級

性別：男 女

以前是否有使用過教育部六大學習網：是 否

以前是否有使用數位化評量系統：是 否

#### 二、題目

問卷題目	非常同意	同意	無所謂	不同意	非常不同意
1. 我覺得這一個遊戲評量的內容活潑生動？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 我覺得這一個遊戲評量很容易操作？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 我喜歡這種用遊戲來測驗物理科目的評量方式？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
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"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 我覺得在遊戲的過程中，我可以應用學校課程學到的知識？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 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"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 在遊戲中，我很清楚該用哪些知識才能順利過關？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. 我希望以後在學校各科課程中，能夠讓我們使用這一個遊戲評量？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. 我很希望能和同學討論及分享過關的技巧和秘訣？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 我覺得如果能和同學比賽過關，整個評量過程會更有趣？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. 在遊戲過程中，我很努力解決問題以便能順利過關？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. 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"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

感謝你的協助！