

整合式即時互動系統應用於四年級分數

補救教學之行動研究

蔡小玲	葉律吟	林原宏	梁錫卿
台中市惠文國小教師	朝陽科技大學資訊管理系碩士班	臺中教育大學數學教育系	朝陽科技大學資訊管理系暨電算中心主任
e-mail : lingtsa@gmail.com	e-mail : s9514603@cyut.edu.tw	e-mail : lyh@mail.ntcu.edu.tw	e-mail : scliang@cyut.edu.tw

摘要

本研究旨在探討應用整合式即時互動系統(Integrated Interactive Response System, 簡稱IIRS)於國小四年級分數之補救教學,目的在透過行動研究的過程,將整合式即時互動系統(IIRS)融入於分數的補救教學,有效促進學生學習,提升學習數學的興趣。為達研究目的,本研究採取「行動研究法」。研究者針對任教學校四年級級任老師提報有補救教學需要之學童,進行為期兩週的補救教學活動。研究者依據教科書內容,在過程中融入IIRS教學互動系統,輔以「研究前的測驗」、「觀察」、「晤談」、「隨堂測驗」及「研究後的測驗」了解學童的學習困難,並觀察學童進一步的想法和反應。研究主要結果如下:

1. 研究的五位學童當中,有二位上課不跟老師互動,其中一位在傳統講述法教學下容易分心。本研究使用影片及小組競賽遊戲的教學模式,能吸引這些學童的注意力,提升其學習興趣。學童運用遙控器答題即時產生的報表,能輔助研究者了解學童的問題所在,了解全體學童之學習狀況,協助教學者針對問題即時補救加強。
2. 根據研究者的觀察發現,學童在分數學習活動中,缺乏自己操作、畫圖的機會,研究者從學童的回饋表現了解學童想法,找出迷思概念所在,因此不斷運用符號表徵與圖形表徵解釋加強分數概念,在教學活動中盡量給予學童獨立思考、操作的機會。由研究後測驗結果與學童回饋得知,本研究使用的教學策略,在學習成就與學習興趣的提升方面,是有效益的。

關鍵詞: 分數、補救教學、整合式即時互動系統、IIRS。

Abstract

This research aims to discuss how to apply the Integrated Interactive Response System (IIRS) on fraction remedial teaching for fourth graders. Through the Integration Interactive Response System, it accelerates pupils' learning and also increases their interest in mathematics. The method of this research is based on the action research method. This research proceeds two-week remedial teaching to the fourth graders who are listed by their tutor teachers. This remedial teaching adopts IIRS and the experimental process contains pretest, observation, interview and post-test. By this way, learning difficulties of pupils will be discussed. The results of this research are as follows.

1. Among these five subjects, two of them do not interact with the teacher, and one pupil detracts his attention easily under the traditional oral instruction. Film watching and group competition activity can attract their attention and increase their interest. The IIRS process shows the situation of pupils' using remote controller and it helps the researcher realize pupils' problems and learning situation. In addition, the teacher can give them the remedial teaching at the proper time.
2. After the observation, the researcher discovers that pupils are lack of the opportunities to manipulate and draw on their fraction learning activity. From pupils' feedbacks, the researcher gets the pupils' thoughts and finds out their misconceptions. Hence, the researcher not only uses the

symbols and pictures to explain the fraction but also gives pupils more opportunities to think independently and manipulate themselves. According to the result of post-test and the pupils' feedback, the IIRS strategies are effective in increasing pupils' performances and interests on fraction concepts.

Key words: Fraction, Remedial Instruction, Integrated Interactive Response System, IIRS.

1. 緒論

1.1 研究動機

根據研究指出，許多學童對數學課程缺乏興趣，隨著年級升高學童的數學學習困擾有增加的趨勢[5][12]。本文第一作者為現職國小教師，經由其教學經驗且訪談幾位數學學習成就低落學童，學童表示數學課幾乎都是老師在台上講述，很少讓學童操作練習或遊戲競賽，數學課無趣是他們不喜歡數學的主要原因。

T：喜歡數學嗎？

S3：不喜歡

SS：(搖頭)

T：為什麼？

S2：很無聊，就一直上課

S1：只有偶爾會讓我們上台做題目

S4：數學課都是老師在台上講，很少讓我們操作

T：那麼哪一門課，是你喜歡的？

S1：社會

T：喔，為什麼喜歡社會課

S1：因為社會課老師會給我們玩遊戲

T：你們都玩什麼遊戲？

S2：小組競賽

(960503 手札)

分數是國小數與量主題中的重要單元，相關研究指出學童在分數的學習概念存在許多困難[1][9][21]。分數不論在日常生活或數學教材中，都是常用而重要的概念。本文第一作者在其任教學校中，四年級許多教師發現班上學童愈來愈不喜歡數學，尤其等值分數單元更是

學童最感困難之處。如何讓學童在對數學學習感到困難的情況下，利用數位科技的方式設計活潑有趣的數學活動，以提昇學童的學習興趣，正是本研究的重要動機之一。根據相關研究顯示，資訊科技融入教學在提升學童學習動機方面有正向評價。Roblyer and Edwards (2000)表示資訊科技可增加學童學習動機、吸引學童的注意力、提高學童主動參與學習活動的意願。然而教育環境受限於硬體設備不足，無法落實資訊科技提高師生互動的理想目標。梁錫卿、林鈞鈺(2007)之研究顯示整合式即時互動系統(Integrated Interactive Response System, 簡稱 IIRS)適合應用於傳統教學環境，吸引學童快樂學習主動參與，且學習成效卓著。但是有關整合式即時互動系統(IIRS)應用於數學的補救教學行動研究方面的文獻甚為缺少，因此本研究利用整合式即時互動系統設計分數的補救教學內容，進行分數學習低落學童之行動研究。

1.2 研究目的與待答問題

本研究在探討如何應用整合式即時互動系統(IIRS)於國小四年級分數之補救教學。因此研究目的在透過行動研究的過程，將整合式即時互動系統(IIRS)融入分數的補救教學，有效促進學生學習，提升學習數學的興趣。根據本研究的研究目的，研究者擬提出下列待答問題：

1. 運用 IIRS 於分數補救教學的學習成效為何。
2. 在 IIRS 在分數補救教學過程中，分析學生學習的反應為何。

2. 文獻探討

2.1 分數

分數是國小數與量主題中的重要單元，相關研究指出學童在分數的學習概念存在許多困難[1][21]。研究者閱讀相關文獻，將國小學童在分數的學習容易遇到的問題整理如下：

2.1.1 分數概念

2.1.1.1 等分概念

在分數意義中，不論連續量或離散量，分割後的每一份相等是很重要的概念，卻也是學童在學習分數單元容易忽略的概念，Bergeron and Herscovics (1987)發現許多國小三級級學

童在使用分數板回答問題時，只注意操作物被分割成幾塊，而容易忽略每一塊是否相等。呂玉琴(1991)也表示許多四～六年級學童在連續量中沒有等分概念。

2.1.1.2 分數迷思概念

國內外許多研究顯示學童在分數的學習容易產生迷思概念，而使用不正確的方法解題[9][18][19]，其錯誤類型如下所列：

2.1.1.2.1 單位量概念的迷思

學童忽略給定的單位量，即忽略情境中的物件總個數，誤以為單位量僅是情境中部分著色或圈選的物件。學童無法看出整個圖形是單位量而將圖形二分為著色部份及未著色部份，或圈選及未圈選部份，視分數為這兩部份比較的結果。另外，學童會受分子或分母控制，例如：看到著色物件有 n 個，即回答 $\frac{1}{n}$ ，

或題目要求圈出 $\frac{a}{b}$ 個球，學童則受分母影響而圈出 b 個球。

2.1.1.2.2 大小比較的迷思

學童的分數概念不清，故在處理分數比較大小時，會根據分母的大小或分子的大小來比較。

2.1.1.2.3. 等值分數概念

呂玉琴(1991)發現有許多已經接受過等值分數的教學的國小五、六年級學童不認為 $\frac{1}{2} = \frac{2}{4}$ 。可見學童不容易正確建立等值分數概念。林碧珍(1990)表示學童比較不會處理三個等值分數，解題策略通常是先求出中間的分數值，再求出第三個分數，缺乏等號關係的遞移性。等值分數是一種比較結果，甯自強(1997)表示等值分數的比較可以透過求算分數值所指的內容物大小來比較或是直接拿分數的分子與分母的比值來比較二種，並表示建立一個單位分數內容是複數個物的情境，有助於瞭解等值分數。

2.1.2 國小分數教材分析

本研究對象為本文第一作者任教學校之四年級學童，故以研究對象使用的教科書版本翰林版之教材，作為補救教學之依據。由於分數教材從國小二年級開始，研究者考慮教材的連貫性，故就國小二至四年級分數教材進行探討(表 1)。

表 1 教科書分數教材

冊數	單元名稱	教學目標
第四冊	等分的活動	1.透過具體物解決等分除問題，並用算式記錄解題過程。 2.認識平分。
第五冊	真分數	1.分別在離散量和連續量的情境下，進行單位分數和真分數的命名活動，並建立真分數的數詞序列。 2.真分數的說、讀、聽、寫活動。 3.認識分母與分子。
第六冊	同分母分數的加減	在「單位分數的內容物為單一個物」的離散量情境中，解決真分數的加減問題，並用有分數的算式記錄做法。
第七冊	假分數與帶分數	1.在連續量的情境中，認識假分數與帶分數的加減問題。 2.理解分數之整數相除的意涵。
第八冊	等值分數	1.在離散量的情境中，給定單位量及分量，使用分數數詞(字)描述此分量，並理解此分數的意義。 2.等值分數的意義：(1)在單位分數的內容物為多個個物的情境下，給定兩分量(兩者不互質)，使用分數數詞描述此分量，並察覺各分數彼此等值。(2)在單位分數的內容物為多個個物的情境下，給定分量，使用(指定分母)分數數詞描述此分量，並察覺各分數彼此等值。 3.分數的比較。
	分數的加減	1.在連續量的情境中，理解真分數、帶分數的合成/分解意義與方法。 2.在離散量的情境中，理解帶分數的合成/分解意義與方法，並做帶分數的表現活動。

2.1.3 分數能力指標分年細目(表 2)

表 2 能力指標分年細目

年級	能力指標
二年級	2-n-10 能在平分的情境中，認識分母在 12 以內的單位分數，並比較不同單位分數的大小。
三年級	3-n-09 能在具體情境中，初步認識分數，並解決同分母分數的比較與加減問題。
四年級	4-n-06 能在平分情境中，理解分數之「整數相除」的意涵。
	4-n-07 能認識真分數、假分數與帶分數，熟練假分數與帶分數的互換，並進行同分母分數的比較、加、減與非帶分數的整數倍的計算。
	4-n-08 能理解等值分數，進行簡單異分母分數的比較，並用來做簡單分數與小數的互換。

2.2 補救教學

補救教學是根據學生學習狀況、成績表現、身心狀況，而計畫的教學活動。它是針對學生的個別差異所進行的教學活動。即是在診斷學生的學習困難之後，進行的診療式教學活動。補救教學課程的設計要注意如何建立學生的信心與學習動機，防止學生再一次的挫敗，以免失去補救教學的意義與目的。故補救教學的課程設計要考慮由淺而深、從先備知識著手的學習原則，對於低成就的學生，課程的設計以生活化、情境化、具體化、樂趣化為原則[3]。

2.3 資訊科技融入教學

資訊科技融入教學是指以資訊科技為輔助工具，將它融入、整合、應用於教學活動中，使學生能從事有意義的學習活動[17]。運用資訊科技融入教學並非要以資訊科技教學取代傳統教學，而是利用資訊科技的特性，讓學童與教師擁有便利的教學與學習環境，同時培養學童運用資訊的能力[13]。

利用資訊科技融入教學的教案設計時，應該考慮下列項目[8]：

1. 教學設計時的需求性。
2. 在現有環境下之資源能配合實行的可行性。

3. 符合學習理論。
4. 與原始教材之符合程度。
5. 資源的合法性及取得容易度。

2.4 即時回饋系統(Interactive Response System)

即時回饋系統(Interactive Response System, IRS)又稱為教室回饋系統(Classroom Response System, CRS)、個人即時回饋系統(Personal Response System, PRS)、學生回饋系統(Student Response System, SRS)及 Clickers。即時回饋系統的使用需要三個部份：(1)學生輸入/接收設備 (2)教學軟體 (3)投影設備[22][24]。輸入設備(clicker)是一個類似於遙控器的設備，讓老師在課堂上從學生身上得到回饋，這回饋被整理成各種圖表和報告，用來了解及監控學生的學習進度與成效。

美國 Kansas 州 Wichita 公立學校(Wichita Public Schools Instructional Technology Department)指出他們把即時回饋系統用在每天的教學課程中，而且在數學課用來評估學生學習成效的工具。即時回饋系統的優點：

1. 每一個學生被分派到的clicker是可識別的，使教師能監控個人或團體的學習。
2. 問題的設計有程度差異，因此允許教師了解學生和班級學習的成果。
3. 此系統可以自動評分，能減輕老師的工作量。
4. 這個技術鼓勵每位學生回答每個問題，能增加活動參與度。
5. 這個技術能鼓舞學生學習，因為它有趣。
6. 老師因此能將學生的學習結果報告呈現於校長和家長面前。

本研究使用之整合性即時互動系統(Integrated Interactive Response System, IIRS)是梁錫卿、林釗鈺等人運用即時回饋的理念，整合教學機制所研發設計而成的教學系統，該系統使用無線射頻技術(RF)所設計遙控器，本研究使用之整合性即時互動系統簡介將於研究方法中說明。

2.5 電腦測驗

評量是教學過程中重要的一環，是診斷教

師教學目標及學童的學習成效是否達到的方法。根據本文第一作者在小學執教經驗，教室內的評量多以單元的總結性評量為主，單元內的形成性評量大多被口頭評量取代，甚至容易忽略形成性評量。Bransford, Brown and Cocking(2000)指出，以評量為中心(assessment-centered)的教學環境，是一種有效的教學環境設計，一個能有效教學的教師必須利用形成性評量(formative assessment)不斷的在教學過程中給予學生回饋，並且不斷的監控學習者或是群組的表現狀況，以評量學生目前之學習成效。

由於電腦科技的輔助，電腦化評量已經由實驗發展到應用階段。它有許多優點，茲分述如下[10]。

- 1.即刻給分，測驗結束後受試者可立即知道其成績。
- 2.施測時間較具彈性，受試者可安排任何時間施測。
- 3.題庫較具安全性。
- 4.施測後立刻給予回饋，並可施與補救教學。
- 5.結合多媒體聲光效果，增強受試者學習能力。
- 6.電腦化測驗可應用於證照考試上，例如駕照筆試、技術人員檢定考試。
- 7.容易紀錄受試者答題資料，方便分析。

本研究使用之整合式即時互動系統(IIRS)是學童人手一只遙控器進行形成性評量及總結性評量，已克服電腦設備數量限制及上線施測人數之問題。教師可依據教學目標編修篩選題庫，彈性訂定課程進度，落實形成性評量，增進系統實用價值。

2.6 遊戲式學習

在教學中應用遊戲引起學生的學習動機，提升其學習成效，是小學教師經常使用的教學策略。Terrell and Rendulic(1996)表示將遊戲融入於教學活動中能提高學童的學習動機，且讓學童之學習更活潑有成就感。學生不僅喜歡遊戲式的學習活動，也相信遊戲式的學習活動對其學習成效有幫助[14]。

許多研究指出遊戲融入教學對學童學習有正向幫助，然而教師花費於教學準備的精神有限，設計各單元遊戲活動是耗費精神的，因此若能善用電腦大量處理資料的能力，資料重複使用的能力，能減輕教師負擔。

3.研究方法

由於本文第一作者為現職國小教師，其餘三位作者為 IIRS 系統開發者以及在大專院校關於數學教育與資訊科技的教職與研究人員，故本研究採用行動研究法的精神，在使用 IIRS 的教學過程中進行晤談。

3.1 研究對象

由本文第一作者所任教學校在九十五學年度下學期期中考後，四年級教師挑選各班學習成就低落的學童共五位，男生三位(S1、S2、S3)，女生二位(S4、S5)，徵得其家長同意。以下為級任老師對學生背景之描述：

- [S1] S1 在國語、作文、講話方面表現佳，資質好，但是個性貪玩、最迷糊，讓嚴格要求孩子自動自發的媽媽操心。上課時間大部份專心，變化題很弱。
- [S2] S2 行為表現優良，人緣好、個性含蓄，其他科目都不錯，數學課安靜不發言，無法應用，單位方面很差。
- [S3] S3 熱心服務，媽媽重視生活表現，功課方面沒有特別要求，覺得普通就好。
- [S4] S4 個性安靜，上課很認真但是不發言，也學不會。家長不會教，數學回家功課總是錯誤連篇，訂正都是在學校完成。
- [S5] S5 是個好相處的孩子，講話不太清楚。國語好、自然社會普通、數學常常考不及格。爸媽關心但是沒空教，也無法指導。數學作業會交，但是錯誤一堆，數學課容易分心做自己的事，其他科的學習比較專心。

3.2 研究工具

3.2.1 前測試卷、後測試卷

本研究於補救教學前後分別實施前測與後測，目的為了解學童在分數學習的迷思概念所在及評量補救教學之學習成效。

3.2.2 設計編輯教學素材

本研究使用的 IIRS 系統是朝陽科技大學梁錫卿、林釗鈺等人(2007)研發設計，學習工場數位科技股份有限公司提供數位影片教材。研究者編寫形成性評量試卷及遊戲試題。教學者依據學童前測表現，使用數位影片教材進行教學，並輔以遊戲競賽提高學習興趣、形成性評量檢視教學成效。教學素材設計說明如下表 3:

表 3 教學素材設計

	教材內容	互動模式
數位影片教材	- 研究者參考研究對象使用之教科書，由數位影片教材資料庫選取適當單元為補救教學之教材。 - 影片內容包含三部份：(1)認識分數(2)真分數、假分數、帶分數之定義(3)等值分數。	播放影片及完成學習單
形成性評量試卷	- 根據教學目標，編輯平時測驗卷三份。 - 試題題型為選擇題及填充題。	使用教學回饋器進行評量(個人應答)
遊戲試題	- 根據教學目標，編輯遊戲試題題庫，由系統隨機產生試題，供學童搶答。 - 試題題型包含選擇題及填充題。	使用教學回饋器搶答(個人及小組競賽)

3.3 整合式即時互動系統(IIRS)簡介

本研究使用的 IIRS 系統是朝陽科技大學梁錫卿、林釗鈺等人(2007)研發設計，學習工場數位科技股份有限公司提供數位教材。系統主要由教材檔案伺服器、資料庫伺服器和網頁伺服器透過 Internet 同步連結教學伺服器，存取課程資訊與學生成績記錄，用戶端使用管理系統、教學系統、評量系統和輔導系統透過區域網路與教學伺服器連線，進行管理與教學。

3.3.1 教學環境

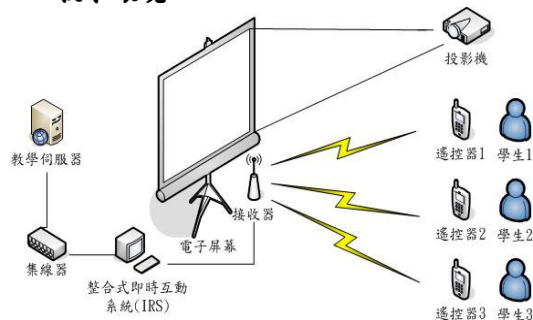


圖 1 教學環境示意圖(梁錫卿、林釗鈺,2007)

3.3.2 系統架構

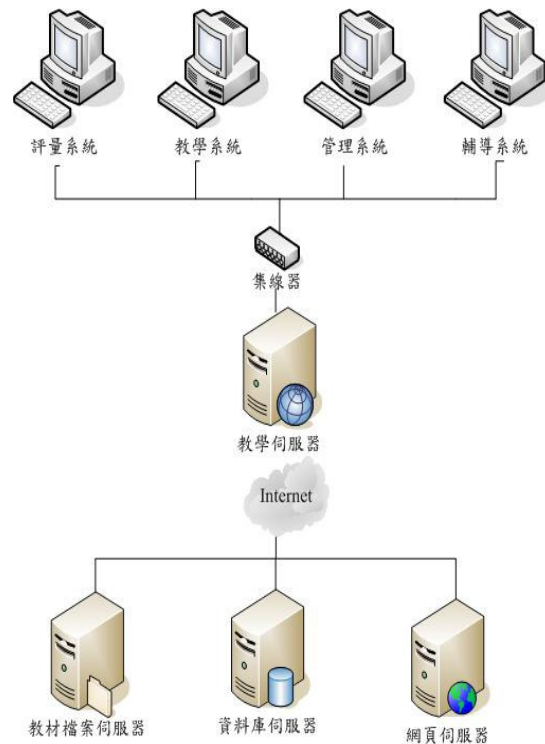


圖 2 IIRS 系統架構圖(梁錫卿、林釗銑, 2007)

3.3.3 管理系統

本系統包含班級管理、學生管理、教師管理、假日管理、歷史資料、金幣管理以及個人設定七大功能，方便管理者管理 IIRS 之運作。

3.3.4 教學系統

透過區域網路將上課所需的教材傳到教室內的終端機，教師選擇適切的教學內容並藉由每位學生手中的遙控器進行教學活動。

3.3.5 評量系統

本系統提供線上即時評量的環境，教師於教學前將自備的考卷答案設定於系統中，教學評量實施時，學童僅需操作遙控器作答，教師可即時獲知學童之學習成效。

3.3.6 輔導系統

學童評量表現未達評量標準時，系統自動將學童學習記錄傳送至輔導系統，排定個別補救輔導時間，提供學童個人化的補救學習環境。

4. 研究內容

本研究實施前測診斷學童分數學習問題，以晤談了解學童迷思概念所在，然後再開始實施補救教學活動。過程運用整合式即時互動系統(IIRS)輔助教學，以教學系統中的數位影片內容複習學童舊經驗、釐清錯誤概念，評量系統協助研究者迅速了解學童之學習成效，個人及小組遊戲加強概念連結及提升學習興趣。

4.1 使用前測考卷診斷學童分數概念之迷思

4.1.1 分數基本定義

學童在真分數的圖形表徵及符號表徵方面答題正確，但是帶分數概念未建立，即缺乏 $\frac{m}{m}=1$ 的觀念。另外，該學童也不了解分數意義，即不知分子、分母所代表的意義。

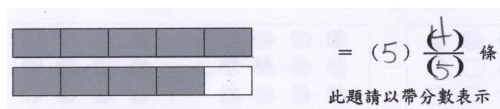


圖 3

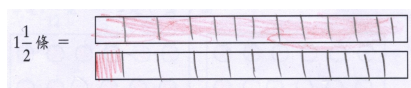


圖 4

4.1.2 分數單位量概念

游政雄、呂玉琴(2000)表示中年級學童直接將三份蛋糕視為三條蛋糕，將四杯可樂視為四瓶，而不管單位詞是否符合。也指出學童在處理自己不熟悉的分數問題，或是遇到無法處理的情形，學童會自行改變單位量或分解單位量，使問題簡化到自己能夠處理。

圖 5 中，學童最初作答時沒發現「盒」與「個」兩種不同單位，誤解題意為求算等值分數，故以背誦的計算方法作答。在研究者提示單位不同後，答案仍未改變，表示其不了解相同數字和不同單位結合後所指的意義已完全改變。

T：為什麼你這邊回答 $\frac{2}{6}$ 個，可是下面卻

是塗 4 個

S4：因為上面是 4 啊(指分子)

T：那為什麼是 $\frac{2}{6}$ 個

S4：因為...因為 12 除以 2 等於 6

S4：然後 4 除以 2 等於 2

T：你有沒有發現這邊是「盒」，而這邊是「個」

S4：嗯(笑)

T：你現在才發現?

S4：嗯

T：那現在知道是「個」，現在請你重寫這一題，你會怎麼填?

S4：我還是會寫這樣
(960515 錄)

圖 6 中，學童無法看出整個圖形是單位量而將圖形二分為黑色部份及白色部份，視分數為這兩部份比較的結果。

圖 7 中，表示學童不瞭解單位「條」所代表的意義，也受到分數部份/整體意義的影響。

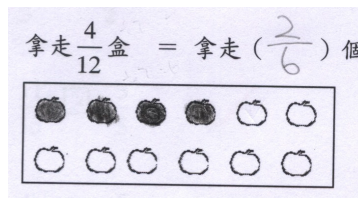


圖 5

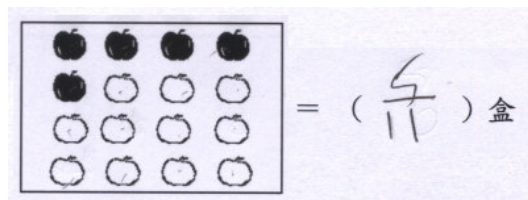


圖 6

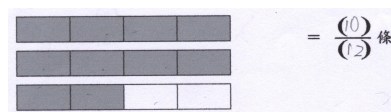


圖 7

4.1.3 等值分數概念上的表現

呂玉琴(1991)發現有相當多的國小五、六年級學童，即使接受過等值分數的教學仍然不認為 $1/2=2/4$ 。可見等值分數概念不容易建立。林碧珍(1990)表示學生比較不會處理三個等值

分數，通常先求出中間的分數值，再求出第三個分數，缺乏等號關係的遞移性。研究者於前測發現如圖 8、圖 9 中，學童能背誦計算技巧回答等值分數問題，但是圖形表徵與符號表徵無法正確連結，表示等值分數概念不夠穩固。圖 10 表示學童受整數概念及部份/整體概念的影響，忽略整體量的多寡，僅視分子個數作答。圖 11、圖 12 顯示學童能夠以符號表徵表示帶分數的等值分數，但是假分數的等值分數概念較弱，顯示假分數比帶分數容易成為學童迷思概念。

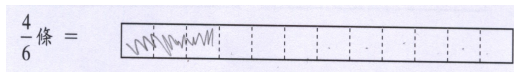


圖 8

$$\frac{3}{4} = \frac{(9)}{12} = \frac{(15)}{20}$$

圖 9

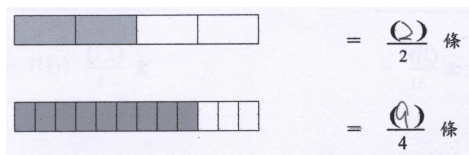


圖 10

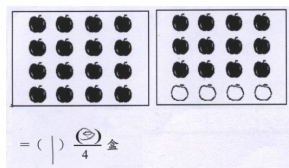


圖 11

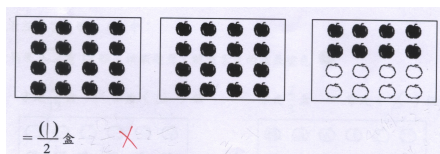


圖 12

T：這一題你怎麼想的(圖 11)

S3：因為這樣是一盒嘛，所以就是一，然後這裡這樣一排一排的有三排，所以是一又四分之三

T：嗯…可是這題(圖 12)跟那一題不一樣

嗎？為什麼不用相同方法來做？

S3：嗯，不一樣

T：那如果我第 6 題(圖 12)把它改成二又多少分之多少，你會填多少？

S3：二又四分之二

T：那我如果把它改成二又二分之多少，你會填嗎？

S3：二又二分之一

(960515 錄)

4.1.4 比大小問題

呂玉琴(1991)發現學童會使用下列二個不正確的方法來解題：1.根據分母大小來比較 2.根據分子大小來比較。本研究發現五位學童除了容易犯上述兩種錯誤之外，也容易犯帶分數轉換成假分數的等值分數之計算錯誤，例如：

$1\frac{3}{5}$ 和 $\frac{13}{10}$ 比大小，學童先將帶分數轉換成帶分

數的等值分數($1\frac{3}{5}$ 換成等值分數等於 $1\frac{6}{10}$)，接

著將帶分數的等值分數轉換成假分數，在帶分數轉假分數的過程中，忽略分母已改變的事實

而仍然拿舊分母來運算($\frac{6}{10}$ 再加上剛剛 1 的等

值分數 5 就等於 $\frac{11}{10}$ ，所以這一題答案是小

於)，故造成解題錯誤。

T：這一題你是如何比較大小的？

S3：因為分母不同，所以先化成相同，就

是 $1\frac{3}{5}$ 等於 $1\frac{6}{10}$

S3：然後再把帶分數轉換成假分數， $1\frac{6}{10}$

等於 $1 + \frac{6}{10}$

T：嗯

S3：分子就是剛剛的 5 再加 6，所以等於

$\frac{11}{10}$ ，所以 $\frac{13}{10}$ 比較大。

(960515 錄)

4.2 應用整合式即時互動系統(IIRS)於分數概念教學

4.2.1 數位教學影片加強分數概念性知識

4.2.1.1 連續量圖形表徵

呂玉琴(1991)表示學童在學習連續量(部分/全部)及離散量(子集/集合)的分數意義時,其認知需求不大相同,而且四~六年級學童在連續量中沒有等分的概念。研究者由前測評量得知,學童在分數的圖形表徵較弱(圖 13 中 S1、S3、S4、S5),等值分數的圖形表徵與符號表徵未正確連結,而圖形表徵又以離散量的分數問題更容易產生迷思概念。

由下圖 13、14 發現兩位學童不了解分數意義,即不知分子、分母所代表的意義,在連續量假分數圖形表徵方面存在迷思,S5 學童無法看出整個圖形是單位量而將圖形二分為著色部份及未著色部份,視分數為這兩部份比較的結果。

•請將下圖蛋糕平分成 $\frac{10}{8}$ 條

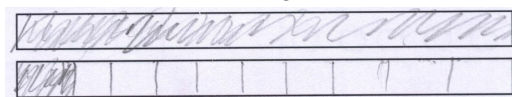


圖 13 (S1)



圖 14 (S5)

研究者以三年級分數概念為教學起點,指導 $\frac{m}{m}=1$ 的概念,於是播放三年級認識分數的教學影片,複習舊經驗,穩固其分數概念之先備能力。

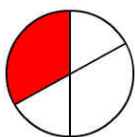
影片內容分為基本觀念說明及範例解說兩部份,看完教學影片後,提問影片內容及佈題練習兩種方式並行,檢視學習效果。

T: 請問剛剛影片裡面說明了分數的意義,看得懂嗎?

SS: 懂

T: 好,既然懂的話,換我來問你問題囉!

T: 請問這個圖(右圖)可不可以用分數表示?如果可以的話,應該表示成多少?



S1: 不能表示

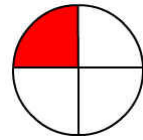
T: 喔~這個披薩被分成四塊,為什麼不能用分數表示呢?S1 你說說看

S1: 因為沒有平分

T: 嗯~很好。請問有誰願

意上台來畫出 $\frac{1}{4}$ 個披薩?

(S1 上台畫 $\frac{1}{4}$ 個披薩)



(960522 手札)

教學影片中強調「平分」概念,研究者延伸教學影片內容並佈題,依序請學童畫出 $\frac{1}{4}$ 個披薩、 $\frac{2}{4}$ 個披薩、 $\frac{3}{4}$ 個披薩、 $\frac{4}{4}$ 個披薩。

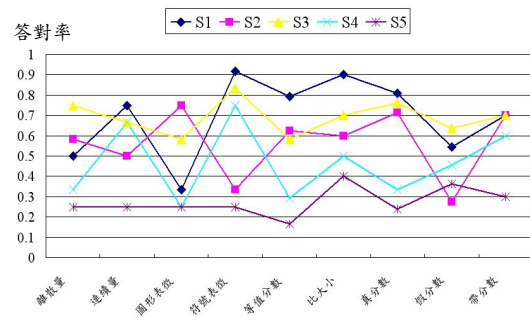


圖 15 前測統計

如圖 15 前測統計所示,學童的圖形表徵與符號表徵連結表現,多數學童的真分數觀念最穩固,假分數的概念最弱。研究者在複習「平分」概念之後,繼續選擇數位影片教材之片段介紹真分數、假分數、帶分數之定義。但是教學影片長達 10 分鐘,教學模式對學童而言屬於單向輸入,故僅一、二位學童能全程專注於影片學習。其他學習童容易分心或抓不到重點。研究者考慮於影片教學後,以口頭提問歸納彙整重點,此策略故能達到教學目標,但知識的建構仍然屬於以教師為中心,而且無法了解全體學童的學習成效。

為了提高學童學習之專注力,確實達到釐清學童概念的效果,發給學童研究者自編之學習單,要求於影片欣賞完畢後,再完成學習單。

由此活動設計發現,因為學習單的問題設計偏向以文字說明基本定義,故影片播放時,

研究者發現學童因為擔心記不住教學內容，變成邊看邊抄答案於學習單的狀況出現，似乎欣賞影片的目的是完成學習單。雖然達到專心學習的目的，但是卻產生無法專心看完整段影片的問題。於是研究者依據影片學習目標，口頭提問學習單問題之外之分數概念問題，發現學童在該項學習目標仍存在迷思。

T：請問剛剛影片裡頭除了介紹真分數之外，還介紹什麼？

S3：假分數

S1：帶分數

T：好，既然如此，老師想問你們四分之九個披薩應該怎麼畫？

T：老師請 S5 上台畫

S5：(畫出下圖)



T：好，老師請問你四分之九的九在哪裡，數出來給我們看

S5：(學童從分成八等份的披薩開始數，數到第三個圖的四分之一)1,2,3,...9

:

: (960524 錄)

學習單偏重定義描述，且書寫的文字量較多，導致學童無法專心欣賞整段影片，於是在不必完成學習單的任務下再看一次影片，請學童上台回答，研究者再說明。

T：現在你知道四分之九個披薩應該怎麼畫的請舉手？

T：好，我再請 S5 上台更正自己的答案

S5：(正確畫出)

T：各位同學，你們覺得 S5 畫得對不對？

SS：對。(960524 錄)

學習單能否提高學童的專注力，其作答時機及問題設計是關鍵因素，因為播放教學影片過程不按暫停，故學習單的題目不宜過多，並且以概念性題型較佳，以本主題為例，1.畫出四分之七個披薩。2.畫出二又四分之一個披薩。教師可於影片欣賞之前僅公告學習單內容，影片欣賞完畢再讓學童填寫學習單。

4.2.1.2 連續量等值分數之符號表徵

研究者根據前測表現，發現部份學童能背誦計算技巧回答等值分數問題，但是圖形表徵與符號表徵無法正確連結，表示等值分數概念不夠穩固(圖 8、圖 9)。另外，學童能夠以符號表徵表示帶分數的等值分數，但是假分數的等值分數概念較弱(圖 11、圖 12)。

研究者播放等值分數教學影片之後，口頭提問學童影片中等值分數基本問題

$\frac{2}{3} = \frac{(\quad)}{12}$ ，學童能正確回答這種擴分型等值分數，並能作圖



表示。但是約

分型等值分數 $\frac{12}{16} = \frac{(\quad)}{4}$ ，對學童而言比較陌

生，三位學童僅能正確回答 3，無法畫圖說明，另一位放棄作答。

由學童回饋，研究者發現影片教學在說明等值分數時，僅以圖形說明擴分型等值分數，忽略約分型等值分數圖形表示法。

T：請問這是多少條蛋糕？



SS： $\frac{6}{10}$ 條

T：那麼 $\frac{6}{10}$ 又等於 $\frac{(\quad)}{5}$ 條蛋糕？

S1、S3、S4： $\frac{3}{5}$

T：很好，那…請 S3 上台畫圖說明

$$\frac{6}{10} = \frac{3}{5} ?$$

S3：

T：小朋友，S3 畫這樣對嗎？

SS：對

T：為什麼你知道要分成 5 份？

S3：因為分母是 5

T：那為什麼知道每 1 份是 2 小段？

S3：因為 10 除以 5 等於 2

:

:

T: 請 S5 上台算出 $\frac{9}{15} = \frac{(\quad)}{5}$ 並畫圖說明?

S5: $\frac{9}{15} = \frac{(3)}{5}$ 

T: 為什麼這樣分?

S5: 因為 15 除以 5 等於 3

T: 為什麼答案是 $\frac{3}{5}$

S5: 因為 15 除以 5 等於 3, 所以 9 除以 3 等於 3

:

(960525 錄)

學童在分數概念不穩固的情況下, 學習等值分數容易背誦計算規則解題, 上述 S5 學童雖然計算正確, 但是因為分數概念不穩固, 而產生「分成 n 份」和「a 個分成一份」混淆的迷思問題。研究者藉由說明分數概念, 強調分母代表的意義, 澄清其迷思概念。

T: S5 請你告訴老師, $\frac{9}{15} = \frac{(\quad)}{5}$, 前面那

個分母 15 代表什麼意思?

S5: 分成 15 份

T: 那麼後面那個 5 又代表什麼意思?

S: 分成 5 等份

T: 那你剛剛說的 15 除以 5 等於 3, 那個 3, 又代表什麼意思?

S4: 不知道...

T: 請問有誰知道? (S1、S3 舉手)

T: S1 你回答?

S1: 表示每 3 小段分成一份

T: 好, 所以這一題是要把原本分成 15 份的蛋糕, 改分成幾份?

SS: 5 份

T: 好, 分成 5 份, 所以我們應該要怎麼切才對? 請 S5 告訴老師

S5: 3 小塊一份

:

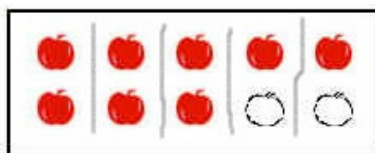
(960526 錄)

研究者不斷強調分母、分子的意義, 並以圖形解釋分數, 加強連續量圖形表徵概念之後, 再繼續進行離散量真分數、帶分數、假分數之圖形表徵, 建立並穩固學童等值分數符號表徵與圖形表徵之連結。

4.2.1.3 離散量等值分數之符號表徵

學童在離散量符號表徵題進行以圖形輔助等分活動時, 僅記得等分成所需的份量, 忽略將同類條件的表徵物歸為同一類, 作答時看到每份中只要有部份塗色就累加一份。

• 一盒蘋果有 10 顆, 被拿走 8 顆 (以塗色  表示), 請問被拿走 $\frac{(\quad)}{5}$ 盒



研究者重新檢視教學影片 (圖 16) 並反思自己的教學過程 (圖 17), 在離散量的教學中僅強調分母 n 代表「平分成 n 份」, 佈題時塗色的蘋果 (同類表徵物) 都是同樣縱向排列, 而且是 2 個為一組 (如圖 16、圖 17 所示), 故導致學童產生誤解。

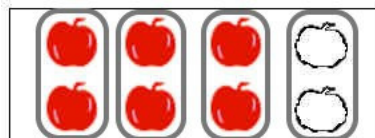


圖 16 教學影片

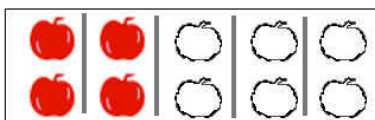
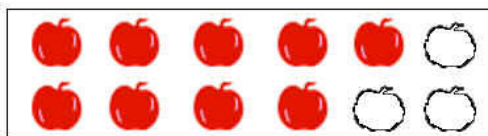


圖 17 研究者之教學

研究者重新佈題, 並且強調分組時要取相同類別的為一組。

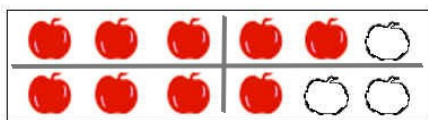
• 一盒蘋果有 12 顆, 被拿走 9 顆 (以塗色  表示), 請問被拿走 $\frac{(\quad)}{4}$ 盒



T: 請問這一盒蘋果要分成幾份?

SS：4 份

T：分成 4 份，那麼這樣分可以嗎？



T：認為可以的舉手？（S4、S5 舉手）

T：S5 老師問你，為什麼可以這樣分？

S5：因為要分成 4 份

T：那請你把分的 4 份數出來給我看

S5：1、2、3、4

T：請問你的第 4 份，是被拿走的，還是剩下的

S5：被拿走的

T：喔，你指給我看，第 4 份哪裡被拿走

S5：（指上面塗色的那一顆）

T：那你的第 4 份是整份被拿走，還是只被拿走一個

S5：只被拿走一個

T：所以，你這樣分等份是不是有問題

S5：（點頭）

T：所以，在分堆的時候，除了注意要等分均分之外，還要記得把同類的分成一堆喔！

T：那現在請你幫老師重新分一次 4 等份：
：（960529 錄）

研究者先以圖形輔助學童學習真分數離散量符號表徵，接著再釐清假分數、帶分數離散量符號表徵及圖形表徵之迷思概念。

4.2.2 IIRS 之遊戲活動加強假分數、帶分數圖

形表徵之連結

在傳統的數學教學活動中，教師大多以講述法授課，學童很難長時間專注於老師的教學上。本研究最初訪問這五位學童，了解他們不喜歡數學的原因，是缺乏成就感及學習興趣，學童也建議數學課能改變以老師講課為主的模式，增加小組競賽提高學習興趣。故本研究之教學活動盡量以教學影片、教師講解、遙控器評量、遊戲競賽的模式進行。

1. 熟悉遙控器的操作

學童初次使用遙控器，最容易說：「老師，我的遙控器有問題」。研究者使用卻是正常，發現訊號接收不到的原因有下列二點：(1)不熟悉遙控器操作方式。(2)訊號發射時遙控太靠近接收器。經過個別指導及三次遊戲練習之後，確認學童都會操作遙控器，但是有兩位學童仍然答對零題，經觀察發現原因為：(1)近視看不清楚題目，(2)接收器擺放位置靠近學童，導致學童為了看清楚題目而太接近接收器。研究者調整投影機位置，放大投影顯示畫面，並將接收器放在電子屏幕旁邊，全部學童皆可順利作答。

2. 學童偏愛小組競賽

由學童上課反應得知遙控器的操作能提高學習動機，本研究選擇系統中的三種遊戲類型，其遊戲規則說明如下表 4：

表 4 遊戲活動簡介

遊戲名稱	打氣球	狼與獅	快打炫風
競賽方式	個人賽	小組競賽	小組競賽
命題方式	•由電腦亂數出題，每次出現 5 題於畫面。	•由電腦亂數出題，每次出現 4 題於畫面。	•由電腦亂數出題，每次出現 1 題於畫面。
操作說明	•遙控器選擇題號後，輸入答案。	•遙控器選擇題號後，輸入答案。	•遙控器不需選擇題號，可直接輸入答案。
成績報告	•個人答對題數 •個人排名	•個人答對題數 •個人與小組排名	•個人答對題數 •個人與小組排名

以上三種遊戲活動，個人賽的打氣球遊戲不如小組競賽有吸引力，可見學童偏愛具有挑戰性的小組競賽方式。

人手一只遙控器搶答的競賽方式，容易造成反應較慢的學童搶不到答題機會。於是研究者將每人一只遙控器搶答，改變為一組僅一只遙控器由組員輪流應答，也就是從五人搶答改變為二人搶答，以增加學童的答題機會。另外還使用一種計時答題競賽，競賽規則是每回合僅一人應答，每位學童輪流一回合之後，以時間內答對題數較多者獲勝，也是學童喜愛的方

式。結果與國內研究報告不謀而合，在遊戲式電腦輔助學習上，團體競爭組的學習成就高於自我競爭組[14]。

T：你們喜歡使用遙控器玩遊戲嗎？

SS：喜歡

T：為什麼喜歡呢？

S4：比較有趣

S1：比較好玩

S2：不像以前數學課那樣無聊

T：你們這幾次玩遊戲對你的數學有幫助嗎？

S4：應該有吧！我覺得我比較會去思考

T：為什麼比以前會思考呢？

S4：因為是比賽啊！以前都是老師講很久，很少讓我們操作

S3：我覺得我比較喜歡上數學了

T：那你們喜歡哪一種競賽活動

S2：獅布琦(狼與獅)那一種

S1：對，我也是

S4：有青蛙(快打炫風)的那一種

S3：我覺得都差不多

T：那你們喜歡獅布琦(狼與獅)的原因是什麼？

S2：喜歡它的動畫，因為它的動畫很炫，很好笑

SS：(點頭)對

T：那麼喜歡青蛙(快打炫風)那一種的原因呢？

S4：我喜歡大家搶一題的方式，那樣不需要切換題號，比較方便

SS：我也是

T：所以你們都喜歡小組競賽，比較不喜歡個人的打氣球遊戲囉

SS：對

S2：小組競賽比較刺激。(960531 錄)

4.2.3 研究中評量進行，了解學習成就

1.線上評量診斷

研究者列印紙本考卷，請學童在紙上作答完畢，再操作遙控器逐題輸入書面試題的答

案。第一次評量時，少數學童成績不理想，研究者檢閱其紙本考卷發現學童因為尚未習慣使用遙控器考試，導致答案輸入錯誤，於是要求學童重新輸入答案後以解決問題。

學童喜歡使用遙控器考試，研究者個人也喜歡這種線上評量方式，因為節省批閱考卷的時間，成績報表也一目了然地印出每位受試應答資訊，輔助教師檢討試題。

2.小組競賽激勵小組討論

研究者運用同儕力量，鼓勵同儕合作學習，但是為了避免缺乏動力，導致同儕合作成效不彰，於是在小組討論前先進行評量，討論前給予明確學習目標，以分組遊戲促使合作、凝聚小組共識進而提高學習效率。

S1：你看這一題題目「一盒蘋果有8顆，被拿走4顆(以塗色●表示)，請問被拿走 $\frac{(\quad)}{2}$ 盒」。這8顆被拿走4顆，是不是就是全部的量分之指定的量，就是8分之4，然後 $\frac{4}{8} = \frac{(\quad)}{2}$ ，這分母除以4，所以分子也要除以4，所以就是 $\frac{1}{2}$

S2：喔

S1：你想一下

S2：這分子怎麼會除以4

S1：因為分母除以4，所以分子也要除以4，就是在算等值分數，這樣懂了嗎？

S2：喔~我懂了

S1：那你再做這一題看看

:

: (960528 手札)

研究者觀察發現大部份學童交流管道無礙，如 960528 手札，S1 學童發展較成熟，不僅能使用教學影片之教法教導同儕，並勝任監控同儕學習的任務。另外，S5 學童較無法接受同儕的教法，於是向老師求援。研究者再對 S5 進行個別指導。

S1：老師，我講的她好像聽不懂耶

T：這樣子啊，那我來教她好了

(960528 手札)

S5 與 S1、S2 不同班，另外由 S5 的前測表現得知他與其他學童有相當程度的落差，除了分數基本概念模糊不清之外，等值分數的符號表徵直接換算也有問題，故 S1 學童的教法她無法理解，是可預期的。研究者採用圖形表徵說明等值分數的概念。

T：老師問你，這個分母 2 代表什麼意思

S5：...

T：我們之前說過的，分母 2 是不是代表分成 2 等份的意思

S5：對

T：好，那你將圖上這盒蘋果分成 2 等份給我看

:

:

T：所以，塗色的蘋果，是幾份？

S5：2 份

T：喔～請你告訴老師，你把這盒蘋果分成 2 份，這 2 份在哪裡？數出來給我看

S5：1 份、2 份

T：好，就是這 2 份

T：那塗色的部份，是這 2 份其中的幾份

S5：1 份

T：很好，所以塗色部份是 2 分之多少？

S5：2 分之 1 (960528 手札)

小組競賽方式激勵同儕合作學習，同儕之間相互監控及自我要求的學習態度自然產生。

4.3 後測

為期兩週的補救教學活動在學童快樂學習的氣氛中結束，研究者將補救教學成效及學童學習感受描述如下：

4.3.1 補救教學成效

圖 18 表示全體學童的學習成就提高，圖 19 至圖 23 表示學童個人在分數概念表現上，教學後答對率高於教學前。

4.3.2 學童感受

教學結束，研究者以晤談了解學童使用資訊科技學習的感受，晤談內容整理如下：

1. 使用 IIRS 教數學，學童比較能吸收上課內容。

2. 遙控器能增加操作與互動的機會，學童覺得

遙控器很好玩，也因此比較喜歡上數學課。

3. IIRS 系統中的遊戲有趣，有遊戲的數學課比傳統老師講述的數學課更能引發學童思考。

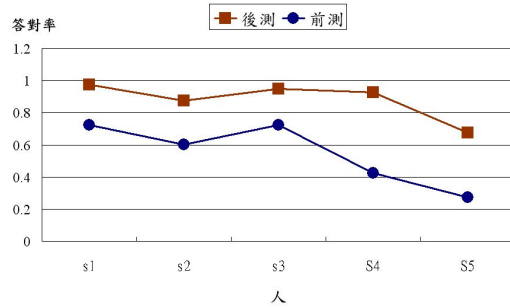


圖 18 全體前後測答對率折線圖

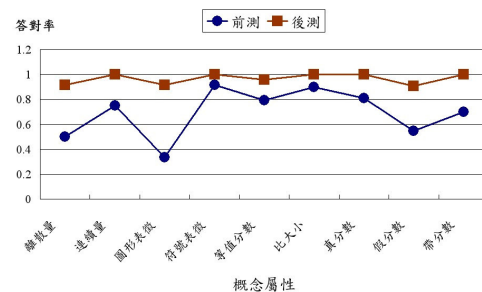


圖 19 S1 前後測答對率折線圖

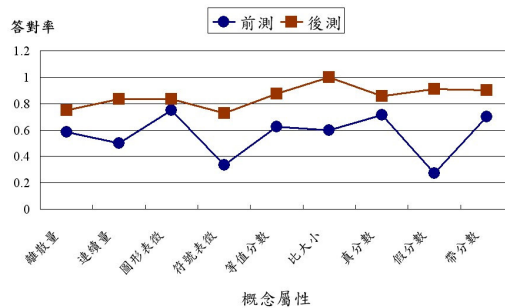


圖 20 S2 前後測答對率折線圖

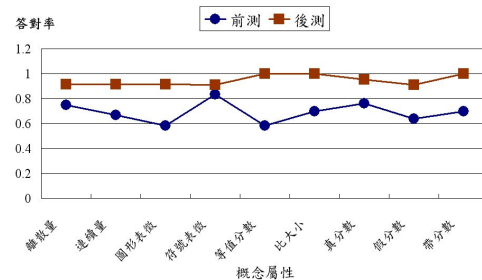


圖 21 S3 前後測答對率折線圖

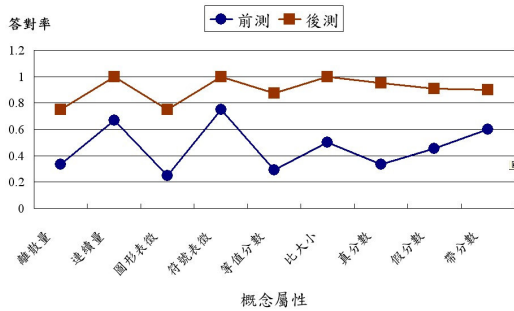


圖 22 S4 前後測答對率折線圖

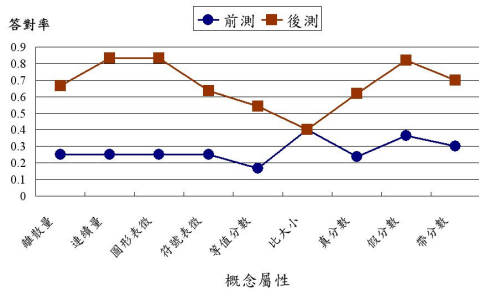


圖 23 S5 前後測答對率折線圖

T：你們喜歡這樣的方式上數學嗎？

SS：喜歡

T：這樣上數學跟以前有什麼不一樣？

S4：比較好玩，比較想要上數學。

T：以前的方式和現在的方式差異在哪兒？為什麼覺得好玩？

S3：有遊戲比較有趣

S4：以前上課都是老師在講，講很久，我們很少動手做。

T：那現在這樣子呢？

S4：遊戲的時候會讓我

S2：這種方式比較能吸收上課內容。

T：嗯，那用遙控器考試呢？

S3：很好玩

S2：讓我們比較喜歡上數學課。

T：那遙控器有造成你們什麼困擾嗎？

SS：有

T：是什麼？

S4：剛開始用的時候會按不出來

S3：就是遊戲時按不出來

T：就會害你失誤

SS：對

T：那現在熟悉使用方法了嗎？

SS：熟悉了

T：那如果以後數學課都這樣上，好嗎？

SS：嗯，喜歡 (960531 錄)

5. 結論與建議

5.1 結論

根據級任老師描述，此次研究的五位學童當中，有三位上課不會跟老師互動，其中一位在傳統講述法教學下容易分心。研究者發現影片教學及小組競賽遊戲過程，能吸引這些學童的注意力，提升其學習興趣。另外，學童運用遙控器答題所產生的報表，能輔助研究者了解學童的問題所在，了解全體學童之學習狀況，協助研究者針對問題即時補救加強。

根據研究者的觀察發現，學童在分數學習活動中，缺乏自己操作、畫圖的機會，研究者從學童的回饋表現了解學童想法，找出迷思概念所在，因此不斷運用符號表徵與圖形表徵解釋加強分數概念，在教學活動中盡量給予學童獨立思考、操作的機會。為期兩週的補救教學活動在學童快樂學習的氣氛中結束，五位學童在教學後的學習成就有進步，訪談結果也了解學童喜歡使用 IIRS 系統上數學課，表示將 IIRS 系統應用於國小分數補救教學能提高學童學習興趣與學習成效。

5.2 建議

興趣是學習的一大動力，以學習者為中心的教學，是較佳的教學策略。教學過程中，若能克服環境問題，善用資源，增加師生互動，相信學童會更樂於學習。在這次規畫、行動、觀察、省思、再行動的行動研究歷程，研究者在分數教學及資訊科技融入教學方面，有一些建議，提供國小教師及未來研究之參考：

1. 教師教分數概念時，應加強連續量及離散量超過 1 單位的分數表示，並且建議多提供情境給學童操作練習的機會。
2. 教師教等值分數時，建議以連續量及離散量圖形並行的方式說明等值分數之概念，並且讓學童練習以圖形表徵表示等值分數之後，再指導等值分數的計算技巧，亦即以概念性

知識解釋程序性知識，以避免學童以背誦程序性法則解題。

- 3.IIRS 系統使用遙控器回答的機制，減輕學童的答題壓力；小組競賽活動之試題由題庫亂數命題，並且提供教師匯入自編試題，是既能提升學童學習興趣，不會造成教師負擔且具有彈性的教學輔助工具。
- 4.IIRS 系統能有效達到提高師生互動之目的，建議系統開發者繼續往增加教學互動模式方面擴充功能，諸如：遙控器輸入答案模式的擴充、提供多元的報表資訊讓老師參考等，期望未來能更進一步運用它於各領域教學活動中。

參考文獻

- [1] 吳毓瑩、呂玉琴，「潛在類別分析對兒童等值分數概念結構之解析」，**行政院國家科學委員會專題研究計劃精簡報告(編號：NSC：89-2511-S-133-001)**，1997。
- [2] 呂玉琴，「國小學生分數概念：1/2 vs 2/4」，**國民教育**，31，pp. 10-15，1991。
- [3] 林羿姍，**透過數學遊戲進行補救教學之研究—以國小二年級加減單元為例**，碩士論文，國立臺南大學應用數學研究所，台南，2006。
- [4] 林碧珍，「從圖形表徵與符號表徵之間的轉換探討國小學生的分數概念」，**新竹師院學報**，4，pp. 295-347，1990。
- [5] 袁以燮，「考試焦慮的評量」，**測驗與輔導**，10，pp. 744-746，1981。
- [6] 國教專業社群網，九年一貫課程，2007年8月20日，取自：<http://teach.eje.edu.tw/9CC/fields/2003/math.php>
- [7] 梁錫卿、林釗鈺、徐君豪、游振呈，「整合式即時互動教學系統之實作與探討」，**電子商務與數位生活研討會論文集**，台北，pp. 1168-1185，2007。
- [8] 莊苑芬，**資訊科技融入國小三年級學童「時間概念」教學之研究**，碩士論文，國立台中教育大學數學教育學系碩士班，台中，2006。
- [9] 游政雄、呂玉琴，「台灣北部地區國小中年級學童分數概念之研究」，**國立台北師院學報**，15，pp. 37-68，2002。
- [10] 黃朝恭，**國民小學國語科多媒體線上測驗系統建置之相關研究**，碩士論文，國立台中師院教育測驗統計研究所，台中，2000。
- [11] 甯自強，「量的子分割(三)～等值分數的引入～」，**教師之友**，38，36-40，1997。
- [12] 楊淑芬，「數學史在數學教育中的重要性」，**數學傳播**，16，pp. 16-22，1992。
- [13] 蔡俊男，**高雄市國小教師運用資訊設施教學意願之研究**，碩士論文，國立高雄師範大學工業科技教育學系，高雄，2000。
- [14] 鄭文賓，**遊戲式電腦輔助學習中的競爭因素對學習成效的影響**，碩士論文，國立台灣師範大學資訊教育研究所，台北，2001。
- [15] Bergeron, M. J., and Herscovics, H., "Unit fractions of a continuous whole," *The 11th International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, 1987.
- [16] Bransford, J. D., Brown, A., and Cocking, R., *How people learn: mind, brain, experience and school (expanded edition)*, Washington, DC: National Academy Press, 2000.
- [17] Dias, L. B., "Integrating technology:some things you should know," *Journal of Research in Learning & Leading with Technology*, 27, pp. 10-13, 1999.
- [18] Figueras, O., Filloy, E. and Volderuoros, M., "Some difficulties which obscure the appropriation of the fraction concept," *Proceedings of the 11th Conference of International Group for PME*, Montreal, Canada, pp. 366-374, 1988.
- [19] Figueras, O., "Two different view of fraction: Fractionating and Operating," *Proceedings of the 13th Conference of International Group for PME*, 1989.
- [20] Hunting, R. P., "Rachel's schemes for constructing fraction knowledge," *Journal of Research in Education Studies in Mathematics*, 17, pp. 49-66, 1986.
- [21] Larson, C. N., "Locating proper fraction on number lines: effect of length and equivalence," *Journal of Research in School Science and Mathematics*, 80, pp. 423-428, 1980.
- [22] Liang J. K., Wang H. Y., and Chan T. W., "The features and potential of interactive

- response system,” *International Conference on Computers in Education*, pp. 315-322, 2003.
- [23] Roblyer, M. D., and Edwards, J., *Integrating educational technology into teaching (2nd ed)*, USA: Prentice-Hill, 2000.
- [24] Lowery R. C., ”Teaching and Learning with Interactive Student Response Systems: A Comparison of Commercial Products in the Higher-Education Market,” *In Southwestern Social Science Association*, New Orleans, LA, pp. 1-22, 2005.
- [25] Terrell, S., and Rendulic, P., “Using computer-managed instructional software to increase motivation and achievement in elementary school children,” *Journal of Research on Computing in Education*, 26, pp. 403-414, 1996.
- [26] Wichita Public Schools instructional technology department. Document retrieved August 27,2007,from <http://technology.usd259.org/resources/clickers/index.htm>