

練習式電腦輔助教學網站的設計與實踐——以三位數加減法為例

許長壽¹ 劉曼麗²

¹高雄市陽明國小 ²屏東師範學院

(投稿日期：94年2月3日；修正日期：94年5月9日；接受日期：94年8月24日)

摘要

本研究旨在設計練習式電腦輔助教學網站，並運用於實驗教學，探討其成效。研究者以分析、規劃、製作和評鑑等四個階段來設計練習式電腦輔助教學網站，並以三位數加減法為例，在學生答錯時分析其可能的錯誤原因。在實驗教學方面，本研究以高雄市國小三年級學生為母群體，從大型、中型、小型各隨機抽取一所學校各二班為樣本，隨機分派一班實施練習式電腦輔助教學網站教學，另一班實施傳統練習教學，並搜集兩組學生的三位數加減法前測、後測、延後測及實驗組學生的「利用練習式電腦輔助教學網站學習之態度量表」資料和實驗教學的「作答紀錄」，來分析學生的學習成效。最後研究者再以實驗教學所碰到的問題，來更新網站。

本研究的主要發現如下：

- 一、教學法對於學生三位數加減法成就測驗，並沒有顯著的影響。
 - 二、實驗組學生在三位數加減法成就測驗上有良好的保留概念，控制組學生則無。
 - 三、實驗組學生顯著滿意練習式電腦輔助教學網站的教學方式。
 - 四、學生在加減法的所犯的錯誤類型最多的是「基本加減法不熟」。
 - 五、實驗組學生大都可以利用網站所分析的錯誤原因中，即時修正其答案。
- 建議後續研究者可以其他類型計算題的錯誤原因分析做網站的設計，或設計有學生作答紀錄的資料庫系統。並歡迎老師使用本網站來提昇學生的計算能力。

關鍵詞：練習式電腦輔助教學網站、錯誤類型、三位數加減法。

壹、研究動機與目的

在小學數學中，『數與量』份量是最重的，且『計算』部份就佔了小學數學課程的一半以上。九年一貫數學學習領域課程綱要（教育部，2003a）也強調熟練計算能力。

整數計算是一切數學學習的基礎（教育部，2003a，p48），加減法運算是孩童學習數學的關鍵（呂玉琴，1988），三位數加減法的計算是數學教材中首次出現連續進退位的情況。楊永耀(1965)也認為，兒童理解了三位數的加減法計算之後，則三位數以上多位數的加減法計算就不會有多大問題。

依據九年一貫新課程之精神，各學習領域應使用資訊科技為輔助學習之工具，以擴展各領域的學習，並提升學生解決問題的能力（教育部，2003b）。所以以資訊科技作為輔助教學的工作，也是現階段課程的重點之一。

Ashlock(1990)及 Reisman & Kauffman(1980)認為對數學學習障礙學生的補救教學，最重要是能先診斷出學生所犯的錯誤，再針對其錯誤進行教學（引自蔡文煉，1995）。過去雖有學生計算錯誤類型的相關研究，但都是對學生的紙筆測驗後做分析；另一方面研究者瀏覽國內現有的練習式 CAI 網站，如巫光楨（2003）的尤怪之家，並沒有在學生答錯時，分析其可能的錯誤原因。

基於上述之背景與動機，本研究將設計一個練習式電腦輔助教學網站，以三位數加減法為例，回饋學生可能的錯誤原因，再以實驗教學的方式來探討其成效，最後探討「練習式電腦輔助教學網站的教學」所碰到的問題，作為網站更新的依據。

根據上述研究目的提出下列待答問題：

- 一、如何設計可以分析學生錯誤原因的「練習式電腦輔助教學網站」？
- 二、「練習式電腦輔助教學網站」的設計內容為何？
- 三、使用「練習式電腦輔助教學網站」的教學和「傳統練習」的教學，在三位數加減法成就測驗是否有所差異？
- 四、使用「練習式電腦輔助教學網站」的教學和「傳統練習」的教學在三位數加減法成就測驗是否具有良好的保留概念？
- 五、學生是否滿意「練習式電腦輔助教學網站」的教學方式？
- 六、「練習式電腦輔助教學網站」的教學會碰到什麼問題呢？根據這些問題來更新網站的結果為何？

貳、文獻探討

一、強調計算能力的數學課程時代

近來，一些關心數學教育的學者呼籲政府重視國小學生數學能力(計算能力)低落的問題，教育部乃於民國 92 年組成數學領域綱要修訂小組(楊美伶，2003)，並於同年公布新的九年一貫數學領域綱要。

這個階段對計算特別重視，可以從以下地方看出來（教育部，2003a：p2，p4-5，p7-p35，p45，p48-p49，p60-p127）：

(一)基本理念部分

第1項素質指標、第2項能力發展、第3項能力主軸及第4項演算能力中均強調演算能力。

(二)教學總體目標的第(1)點

培養學生的演算能力、抽象能力、推論能力及溝通能力。

(三)國民小學階段目標部分

在第二階段(四至五年級)能熟練非負整數的四則與混合計算，培養流暢的數字感及小學畢業前，能熟練小數與簡單分數的四則計算。

(四)實施要點的第(13)項

為了貫徹將每一位學生帶上來的目標，教師在教學時，應儘量以全體學生學好數學為目標，依據對學生的評量，因材施教。針對未能達成階段性目標（例如小四整數加、減、乘、除直式計算，小五整數四則混合運算或小六分數四則運算），有待加強的學生，教育行政單位更應專款補助學校，做補強措施。

(五)能力指標部分

四大主題中與國小課程有關的能力指標共有 92 條，去除重複並列的有 6 條，還有 86 條；與計算有關的能力指標則有 52 條，佔了一半以上。

(六)分年細目部分

與國小課程有關的分年細目共有 167 條，去除重複並列的有 13 條，還有 154 條；而與計算有關的分年細目則有 83 條，佔了一半以上。

由以上的分析，得知九年一貫數學領域課程綱要對於小學學生的計算能力是相當重視的，也與本研究的目的相呼應。

二、三位數加減法教材的編製順序

對於三位數加減法教材的編製，各版本教科書有不同的作法，研究者將其整理如下：

(一)64 年版安排在第四冊第一及第三單元，其順序如下（國立編譯館，1991）：

1. 不進位：(1)三位數加三位數(2)三位數加二位數(3)三位數加一位數。
2. 個位進位：(1)三位數加三位數(2)三位數加二位數(3)三位數加一位數。
3. 十位進位：(1)三位數加三位數(2)三位數加二位數。
4. 二位數連續進位成三位數：(1)二位數加二位數(2)二位數加一位數。
5. 連續進位：(1)三位數加三位數(2)三位數加二位數(3)三位數加一位數。
6. 不退位：(1)三位數減三位數(2)三位數減二位數(3)三位數減一位數。
7. 十位退位：(1)三位數減三位數(2)三位數減二位數(3)三位數減一位數。

數。

8. 百位退位：(1)三位數減三位數(2)三位數減二位數。

9. 連續退位的減法(數字中不含 0)：(1)三位數減三位數(2)三位數減二位數。

10. 連續退位的減法(數字中含 0)：(1)三位數減三位數(2)三位數減二位數(3)三位數減一位數。

(二)現行課程康軒版，安排在第五冊第三單元，其順序如下(楊瑞智等，2003)：

1. 解決三位數的加法問題(不進位)，並認識被加數、加數、和。
2. 解決三位數的加法問題(含進位)，並能以直式記錄三位數加法問題的解題過程。
3. 能用圖象表徵生活情境中的加減法問題，並能用加減法的相互關係，檢驗答案的合理性。
4. 能用算式填充題表徵被加數、加數未知的問題並解決。
5. 解決三位數的減法問題(退一位)，並認識被減數、減數以及差。
6. 解決三位數的減法問題(含退位)，並能以直式記錄三位數減法問題的解題過程。
7. 能用圖象表徵生活情境中的加減法問題，並能用加減法的相互關係，檢驗答案的合理性。
8. 能用算式填充題表徵被減數、減數未知的問題並解決。

(三)現行課程南一版，安排在第五冊第三單元，其順序如下(張英傑等，2004)：

1. 經驗並用直式記錄二位數加二位數的解題過程。
2. 經驗並用直式記錄三位數減二位數的解題過程。
3. 多步驟算式記錄三位數加三位數。
4. 用直式記錄三位數加二位數。
5. 多步驟算式記錄三位數減三位數。
6. 用直式記錄三位數減二位數。
7. 用直式記錄三位數加減三位數。

(四)現行課程翰林版，安排在第五冊第一單元，其順序如下(李恭晴等，2003)：

1. 能解決「幾個百和幾個十合起來是多少」的加法問題。
2. 能運用「幾個百、幾個十、幾個一」加「幾個百、幾個十、幾個一」的方法，解和數未知的算式填充題。
3. 能用算式記錄三位數減法問題的解題過程，並運用「幾個百、幾個十、幾個一」減「幾個百、幾個十、幾個一」的方法解題。(十位數不夠減，先將 1 個百換成 10 個十)

以上所述中，現行課程各版本在三位數加減教材上，較不強調以計算難度為

其編製的順序，與本研究的研究重點--計算能力不同。而 64 年版三位數加減法的教材編製順序是以計算的難度為分類標準，按照不進(退)位、進(退)一次位、連續進(退)位的順序，並將計算題分為缺位與不缺位的方式，還將被減數數字有 0 的特別列出來，這是最符合本研究的方式，因此研究者採用 64 年版的加法及減法各 10 個類型(請參閱附錄一)，編製三位數加減法的前測、後測及延後測的題目。

三、整數加減法常見的錯誤論文撰寫依序與字體

對學生而言，錯誤創造一個新的學習機會，讓學生能認識錯誤及避免錯誤(秦麗花，1995)；對教師而言，錯誤分析可提供教師許多可貴的資訊，而且使教師往後要矯正學生的錯誤更能得心應手(Chang,1992)。

(一)整數加法計算常見的錯誤

研究者綜合專家學者(古光耀，2001；林逸文，2002；秦麗花，1995；陳麗玲，1993；蔡文標，2002；蕭金土，1995；鍾聖校，1992；Ashlock，1990；Hammill & Bartel，1995；Lerner，1997；Nancy& Carol，1995；Taylor，2000)的研究結果，歸納學生做整數加法計算常犯的錯誤如表一。

表一 學生做整數加法計算時常犯的錯誤

<p>1. <u>不對稱相加</u></p> $\begin{array}{r} 135 \\ + 54 \\ \hline 689 \end{array}$ <p>正確為 189 百位多加了十位的 5</p>	<p>2. <u>忘記進 1。</u></p> $\begin{array}{r} 346 \\ + 229 \\ \hline 565 \end{array}$ <p>正確為 575 個位忘記進 1 到十位</p>	<p>3. <u>將所有數字相加</u></p> $\begin{array}{r} 325 \\ + 4 \\ \hline 14 \end{array}$ <p>正確為 329 將 3、2、5、4 相加</p>	<p>4. <u>不該進 1 卻進 1</u></p> $\begin{array}{r} 523 \\ + 266 \\ \hline 799 \end{array}$ <p>正確為 789 個位不用進 1 到十位</p>
<p>5. <u>運算符號看錯。</u></p> $\begin{array}{r} 563 \\ + 222 \\ \hline 341 \end{array}$ <p>正確為 785 把加法看成減法</p>	<p>6. <u>N+0=0</u></p> $\begin{array}{r} 670 \\ + 218 \\ \hline 880 \end{array}$ <p>正確為 888 把個位的加 0 當作乘以 0</p>	<p>7. <u>進位時多進了 1</u></p> $\begin{array}{r} 607 \\ + 268 \\ \hline 885 \end{array}$ <p>正確為 875 個位多進 1 到十位</p>	<p>8. <u>基本加法不熟</u></p> $\begin{array}{r} 234 \\ + 354 \\ \hline 488 \end{array}$ <p>正確為 588 百位算錯了</p>
<p>9. <u>只對齊相加而未進位</u></p> <p>(1)</p> $\begin{array}{r} 498 \\ + 74 \\ \hline 41612 \end{array}$ <p>正確為 572 只對齊相加而沒有進位</p>	<p>(2)</p> $\begin{array}{r} 438 \\ + 234 \\ \hline 6612 \end{array}$ <p>正確為 672 只對齊相加而沒有進位</p>	<p>10. <u>跨越進位</u></p> $\begin{array}{r} 618 \\ + 229 \\ \hline 937 \end{array}$ <p>正確為 847 個位進 1 進到百位了</p>	<p>11. <u>其他(兩種以上錯誤)</u></p> $\begin{array}{r} 618 \\ + 229 \\ \hline 836 \end{array}$ <p>正確為 847</p>

(二)整數減法計算常見的錯誤

研究者綜合專家學者(林逸文，2002；柯華葳，1993；秦麗花，1995；陳麗玲，1993；黃金鐘，1984；黃國禎，1999；楊瑞智，1990；蔡文標，2002；蕭金土，1995；鍾聖校，1992；Brown & Burton，1978；Chang，1992；Cox，1975；Engelhardt，1982；Ginsburg，1989；Hallahan，Kauffman & Lloyd，1996；Hammill&Bartel，1995；Lerner，1997；Resnick，1987；Troutman & Lichtenberg，1982)的研究結果，歸納學生做整數減法計算常犯的錯誤如表二。

研究者將根據表一和表二的錯誤類型作為網站設計的依據。

表二 學生做整數減法計算時常犯的錯誤

<p>1. 忘記借 1</p> $\begin{array}{r} 346 \\ -229 \\ \hline 127 \\ \text{正確為 } 117 \end{array}$ <p>十位忘記借 1</p>	<p>2. $N-0=0$</p> $\begin{array}{r} 976 \\ -302 \\ \hline 604 \\ \text{正確為 } 674 \end{array}$ <p>十位的減 0 當作乘以 0</p>	<p>3. 不該借 1 卻借 1</p> $\begin{array}{r} 386 \\ -213 \\ \hline 163 \\ \text{正確為 } 173 \end{array}$ <p>個位夠減, 十位不用借 1</p>	<p>4. 多借了 1</p> $\begin{array}{r} 506 \\ -125 \\ \hline 281 \\ \text{正確為 } 381 \end{array}$ <p>百位借位時多借位了 1</p>
<p>5. 跨越借位</p> $\begin{array}{r} 500 \\ -3 \\ \hline 407 \\ \text{正確為 } 497 \end{array}$ <p>個位不夠減, 向百位借 1</p>	<p>6. 大數減小數</p> $\begin{array}{r} 346 \\ -229 \\ \hline 123 \\ \text{正確為 } 117 \end{array}$ <p>個位用大數減小數</p>	<p>7. 運算符號看錯</p> $\begin{array}{r} 563 \\ -222 \\ \hline 785 \\ \text{正確為 } 341 \end{array}$ <p>把減法看成加法</p>	<p>8. 不夠減用 0 代替</p> $\begin{array}{r} 346 \\ -229 \\ \hline 120 \\ \text{正確為 } 117 \end{array}$ <p>個位不夠減用 0 代替</p>
<p>9. 不對稱相減。</p> $\begin{array}{r} 637 \\ -2 \\ \hline 415 \\ \text{正確為 } 635 \end{array}$ <p>百位和十位多減了 2</p>	<p>10. 基本減法不熟</p> $\begin{array}{r} 653 \\ -212 \\ \hline 541 \\ \text{正確為 } 441 \end{array}$ <p>百位算錯了</p>	<p>11. 忘了加被減數</p> <p>(1)</p> $\begin{array}{r} 863 \\ -234 \\ \hline 626 \\ \text{正確為 } 629 \end{array}$ <p>退位時忘了加個位的 3</p>	<p>12. 其他(兩種以上錯誤)</p> <p>(1)</p> $\begin{array}{r} 842 \\ -219 \\ \hline 337 \\ \text{正確為 } 623 \end{array}$

中文請採用標楷體，英文部分請採用 Times New Roman。

- (一) 論文題目：請用 16 點粗體。
- (二) 作者姓名和服務單位：請用 12 點。
- (三) 摘要題目：請用 14 點粗體。
- (四) 摘要內容：請用 12 點，摘要字數最多以 500 字為限。
- (五) 關鍵詞：請用 12 點，以 3-5 組為宜。
- (六) 英文題目、作者姓名與其任職單位與職稱、摘要、內容與關鍵詞同上規定。若論文以英文撰寫時，仍應附中文題目與摘要。
- (七) 本文：
 1. 本文每段第一行縮排兩字，單行間距，12 點字。本文之內容分段請以編號：壹，一，(一)，1，(1)，A 為序。
 2. 大標題(如緒論、壹)請用 14 點粗體並置中對齊，次標題 12 點粗體靠左對齊。
- (九) 參考文獻：請以 12 點字。

三. 其他編排格式

- (一) 圖表：請以隨文插入為原則，圖表之編號請一律以 1, 2, ... 等阿拉伯數字來表示，圖名稱請置於該圖下方，表名稱請置於該表上方。隨文所附圖表範例如圖 1 及表 1 所示。

表 1 各班成績分布情況

班 科目	甲班	乙班	丙班	丁班
國語	85.6	90.3	90.0	82.7
數學	92.8	88.2	78.1	85.2
自然	93.2	80.7	95.3	90.4

四、電腦輔助教學的類型

電腦輔助教學專指利用電腦設計一套完整的編序教學資料，以協助教師從事個別化的教學，使學生能按自己的能力和進度進行學習，少了其他同學之影響，同時也能記錄個別學生之進度，幫助教師瞭解學生學習情形，並檢核其學習結果(吳鐵雄, 1987; 引自張英鵬, 1992)。研究者綜合多位學者(王文琦, 2000;

何書瑩，2001；吳鐵雄，1992；洪榮昭、劉明洲，1997；粘金熙，2002；溫嘉榮，1991；饒達欽，1991）的研究，整理出七種電腦輔助教學的類型：遊戲式、模擬式、教學式、練習式、測驗式、對談式及問題解決式。而練習式電腦及測驗式兩種類型，是提昇計算能力最有效的方式，因此本研究即採用練習式為主，測驗式為輔的這兩種類型來設計練習式電腦輔助教學網站。

五、與練習式電腦輔助教學網站相關的學習理論

（一）操作制約理論

操作制約是斯肯納(Skinner)所主張的，說明了學習是可以保留的，而且可採取分解動作的方式，將構成行為的各種反應，給予有次序的學習式練習，直到每一反應學習成功後，再予以連串起來，即可完成。操作制約學習在CAI教學上應用最普遍的就是編序式電腦輔助教學。編序教學最重要的工作是編序，將原屬課本式的教材，按一定的順序改變為編序教材（洪榮昭、劉明洲，1997）。

（二）Bloom 的精熟學習(Mastery Learning)理論

精熟學習是 Bloom 在 1968 年開始引進。其實施要點如下：

1. 需先將一學年所學之教材分為小單元，教學之後須加以測驗，此種測驗是用來測量學習進步到何種程度，並回饋給老師和學生，讓他們了解學生是否已精通教材。此外此種測驗也針對學生的學習困難提供學生校正活動的建議，學生只要針對其未精熟部份加以學習即可。

2. 學生若未精熟教材內容即需在形成性測驗之後，實施一至二堂的校正工作。在進入第二單元之前，還必須實施第二次形成性測驗，以確定學生是否精熟該單元。有些在形成性測驗中已明列充實活動，供已精熟者擴展學習（毛連塹、陳麗華(譯)，1987）。

3. 精熟標準訂在 80%至 90%最佳（毛連塹、陳麗華(譯)，1987）。

4. 精熟學習適合應用於練習式電腦輔助教學之設計，以使學習者能透過反覆練習而熟練某一知識或技能（洪榮昭、劉明洲，1997）。電腦的運用可減輕教師施測及指定校正活動上的負擔，而投入更多時間在教學計畫上（毛連塹、陳麗華(譯)，1987）。

（三）回饋理論

研究者綜合專家學者(洪榮昭& 劉明洲，1997；Spence,1966；Barringer & Gholson,1979)的意見，將回饋分成三個主要部分：

1. 字意回饋：

字意的回饋算是 CAI 回饋處理最重要的部分，Osgood & Tinaha(1965)將回饋處理分為六種情況：

第一次答對字意、第二次答對字意、第三次答對字意

第一次答錯字意、第二次答錯字意、第三次答錯字意

Osgood(1965)也將語意分類著重在語意上的評價、效能與行動為其分析的基礎。表三就是洪榮昭、劉明洲（1997）整理 Osgood 的字意回饋內容。

2. 圖形回饋：CAI 的圖形回饋處理，常見的是答錯一張哭臉，答對時一張笑臉，貫穿了整個測驗的進行。

3. 聲音回饋：CAI 設計的回饋音效處理，以連續上揚的音作為答對的回饋，而以連續下沉的音作為答錯的回饋。

表三 Osgood 的字意回饋內容(洪榮昭、劉明洲，1997)

	答對			答錯		
	評價	效能	行動	評價	效能	行動
第一次	很聰明	真不簡單	請試答下一題	有點笨	傷腦筋	想想看
	對極了	真厲害	請答下一題	不對	不太厲害	動動腦
	真不錯	真有水準	請做下一題	錯了	不太有水準	答答看
	真不賴	真有料子		好菜	不太有料子	
	太好了	太棒了		差勁	不算棒	
第二次	聰明	不簡單	請試一題	不要太笨	很傷腦筋	再想想看
	答對了	好厲害	請答一題	仍不對	不厲害	再動動腦
	還不錯	有水準	請做一題	仍錯了	沒水準	再答答看
	不賴	有料子		仍菜	沒料子	
	很好	好棒		很差勁	不太棒	
第三次	還算聰明	還算不簡單	來吧!再試一題看看	太笨了	太傷腦筋	從頭再來
	總算對了	還算厲害	來吧!再答一題看看	又不對了	太不厲害	繼續努力
	還算不錯	稍有水準	來吧!再做一題看看	又錯了	太沒水準	試著重來
	還算不賴	稍有料子		太菜了	太沒料子	
	還好	還算棒		真差勁	太不棒了	

參、研究方法

一、研究設計與研究對象

為了達成本研究的目的，本研究除了進行文獻探討及發展練習式電腦輔助教學網站之外，並進行教學實驗。設計之主要步驟可分為下列幾項：

(一)以高雄市國小三年級的一般學生為母群體。採用分層隨機叢集抽樣方式，選取大型、中型、小型學校各一所學校各二班為樣本，並隨機分派一班為實驗組，另一班為控制組。

(二)兩組先接受三位數加減法成就測驗的前測。

(三)實驗組學生實施練習式電腦輔助教學網站教學，控制組則實施傳統練習教學。實驗進行時間為三週：第一週為三位數加法，第二週為三位數減法，第三週為三位數加減混合。

(四)實驗組學生每週利用一節與電腦教室不衝堂的時間，到電腦教室做電腦輔助練習網站教學，由研究者親自擔任教學。先由研究者透過廣播系統介紹網站的功能及操作方法，再由學生個別練習。學生以 20 題為練習題數，研究者並透過廣播系統瞭解學生的作答情形，學生做完後按「不玩了」的按鈕，螢幕上會顯示學生的作答紀錄，並將每位學生的作答紀錄列印下來。

(五)控制組學生每週利用一節課使用傳統練習的教學，由該班導師擔任教學。研究者根據附錄一的題型，規劃控制組的三週教材，每週練習題數亦為 20 題。學生作答後，交由該班導師批閱，導師根據表一及表二的錯誤類型，告知學生錯誤原

因，並交由學生訂正。

(六)實驗結束後立即施行後測，並對實驗組學生施測「態度量表」。

(七)在後測兩個多月後，兩組學生再接受延後測。

本研究教學實驗之自變項、控制變項與依變項如表四。

表四 教學實驗之自變項、依變項與控制變項

自變項 (教學法)	依變項	控制變項
實驗組 (練習式電腦輔助教學網站教學)	三位數加減法成就測驗	起點行為、授課時數、教學進度、教材內容
控制組 (傳統練習教學)		

二、研究假設

研究者根據待答問題提出本研究的研究假設：

假設一：使用兩種教學法的學生在三位數加減法測驗的後前測相差無顯著的差異。

假設二：使用兩種教學法的學生在三位數加減法成就測驗的延後測得分減後測得分上無顯著的差異。

假設三：使用「練習式電腦輔助教學網站」的學生在「利用練習式電腦輔助教學網站學習之態度量表」與理論上平均得分3分無顯著的差異。

三、研究工具

(一)三位數加減法成就測驗的前測、後測及延後測

研究者參考國民小學數學教學指引第四冊(國立編譯館,1991),將三位數加減法分為20種計算題型,各出1題,編製成前測及後測的題目(參見附錄一),由於題目的設計有其代表性,所以具有內容效度。題目並由指導教授、任教國小4年以上的資深教師、數學科輔導員等提供修改意見,再加以修正,故題目也具有專家效度。

後測題目與前測題目不同,但題型一樣,以避免前測效應影響後測。延後測題目與後測相同,以檢定學生是否具有良好的保留概念。

研究者選取高雄市某國小三年級學生共141人,進行前測及後測預試,結果前測的試題內部一致性為0.8501,後測的試題內部一致性為0.8344。

前測與後測兩份測驗的積差相關係數為.828,顯著性為 $p=.000$,達相關顯著,表示前測或後測用來測驗學生的三位數加減法有相同的效果。

(二)利用練習式電腦輔助教學網站學習之態度量表

研究者自編「利用練習式電腦輔助教學網站學習之態度量表」,供實驗組學生於接受實驗教學後施測,作為實驗組學生對網站喜愛程度的調查。原量表共25題,題目由指導教授、任教國小三年級4年以上的資深教師、數學科輔導員等提供修改意見,再加以修正。

此量表採五點李克氏的計分方法(很不同意1分,不同意2分,不一定3分,同意4分,很同意5分);反向題計分為5、4、3、2、1;就平均而言,大於3表正向態度。

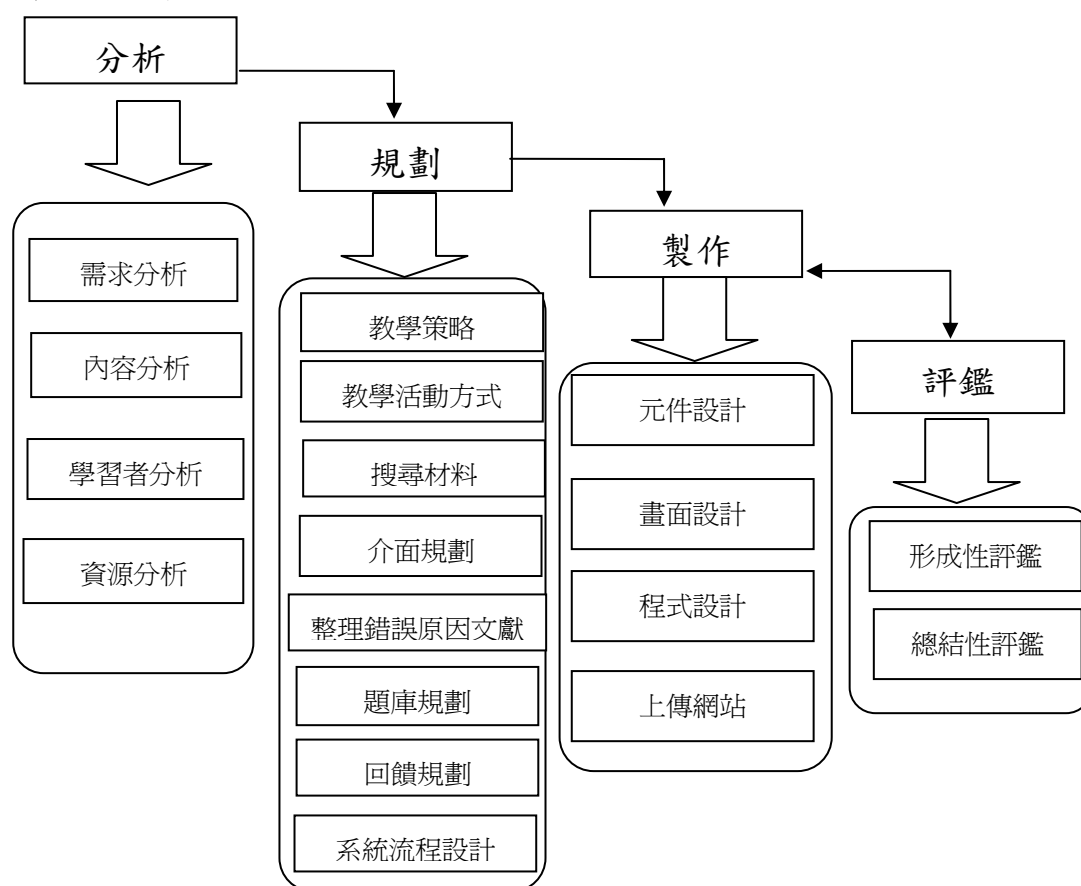
研究者選取高雄市某國小三年級學生共 141 人先進行練習式電腦輔助教學網站的預試，再進行此量表之預試，經由信度分析後，在各分量表各刪除 1 題，正式量表為 20 題。

將預試量表刪除 5 題後，檢測問卷內部一致性為 0.8193，「對本網站實用性的喜愛程度」分量表為.7155，「對本網站回饋方式的喜愛信度」分量表為.7578。「對本網站特色的喜愛程度」分量表為.7183，「對本網站可擴充性的喜愛信度」分量表為.7084，「對本網站使用方式的喜愛信度」分量表為.7484。

肆 . 研究結果與討論

一、練習式電腦輔助教學網站的發展過程

練習式電腦輔助教學網站是研究者參考徐新逸（2004）的電腦輔助教學發展步驟來設計的，再依網站的實際發展過程修改成如圖一，可分成分析、規劃、製作、評鑑四個階段。



圖一 練習式電腦輔助教學網站的開發步驟

(一)分析階段

1. 需求分析

最新公布的九年一貫課程綱要（2003a）強調要熟練計算能力。研究者設計的練習式電腦輔助教學網站，其目的是輔助練習和測驗，並非代替教師教學。

2. 內容分析

目前練習式電腦輔助教學網站完成的有整數的加減乘除、小數的加減…。加減法裡則有加法、減法、加減混合可供選擇。而三位數加法、三位數減法、三位數加減法供本研究來做實驗教學。

3. 學習者分析

本研究以三位數加減法的計算能力為研究方向，而現行三位數加減的教材是在三年級，故本研究教學實驗以三年級為對象。由於高雄市所有國民小學在三年級開始已實施電腦教學，且本研究的教學實驗實施時間是九十三年五月~六月，學生至少有將近一年的電腦使用經驗，所以學生要操作鍵盤及滑鼠較沒有問題。而學生在做此練習網站時都已學過三位數加減法計算的教材，所以本網站的性質是幫助學生精熟其三位數加減法的計算能力。

4. 資源分析—分為硬體和軟體。

(1)硬體：多媒體電腦，目前高雄市國民小學皆已建置電腦教室，並以寬頻 ADSL 與區域網路讓各校電腦均可連上網際網路。

(2)軟體：Windows XP、Macromedia Flash5。

Flash 採用物件導向的程式編輯方式，執行檔案小，適合在網路上傳送，且有完整的程式語言功能，可以建立高品質的互動程式。

(二)規劃階段

1. 教學策略：採用互動式、練習式及測驗式的教學策略。

2. 教學活動方式：採用個別化教學，有線上輔助說明。

3. 搜尋材料：搜尋需要的圖形、動畫、聲音。

4. 介面規劃：以鍵盤輸入數字的答案，輸入數字後要確定時，可選擇按「Enter」鍵或用滑鼠選擇「確定」按鈕。

5. 整理錯誤原因的文獻：整數加減法常見的錯誤，如表一及表二。

6. 題庫規劃：將所有可能的三位數加減法混合題共 910900 題(參見附錄二)，均納入題庫，且將所有題目根據附錄一分成 20 種類型。程式先隨機選出其中一類型，再隨機選出這個題型的題目，如此可讓學生做的題目有不同的題型。學生要做到重複的題目幾乎不太可能。

7. 回饋規劃：同一題目給予學生作答三次機會，並將答對(錯)題目時分成這題目是第幾次答對(錯)時分別給予不同等級的回饋，也讓回饋的文字不是一成不變的；研究者擬修改表三的字意回饋內容，來作為本網站的字意回饋內容。

由於答對時本網站會自動出下一題，所以表三答對中的行動部分如“請試答下一題”、“請試一題”等就沒有出現的必要，再就“評價”與“效能”而言，研究者與接受預試的學生皆認為差別不大，所以本網站的字意回饋內容就不分評價、效能及行動。

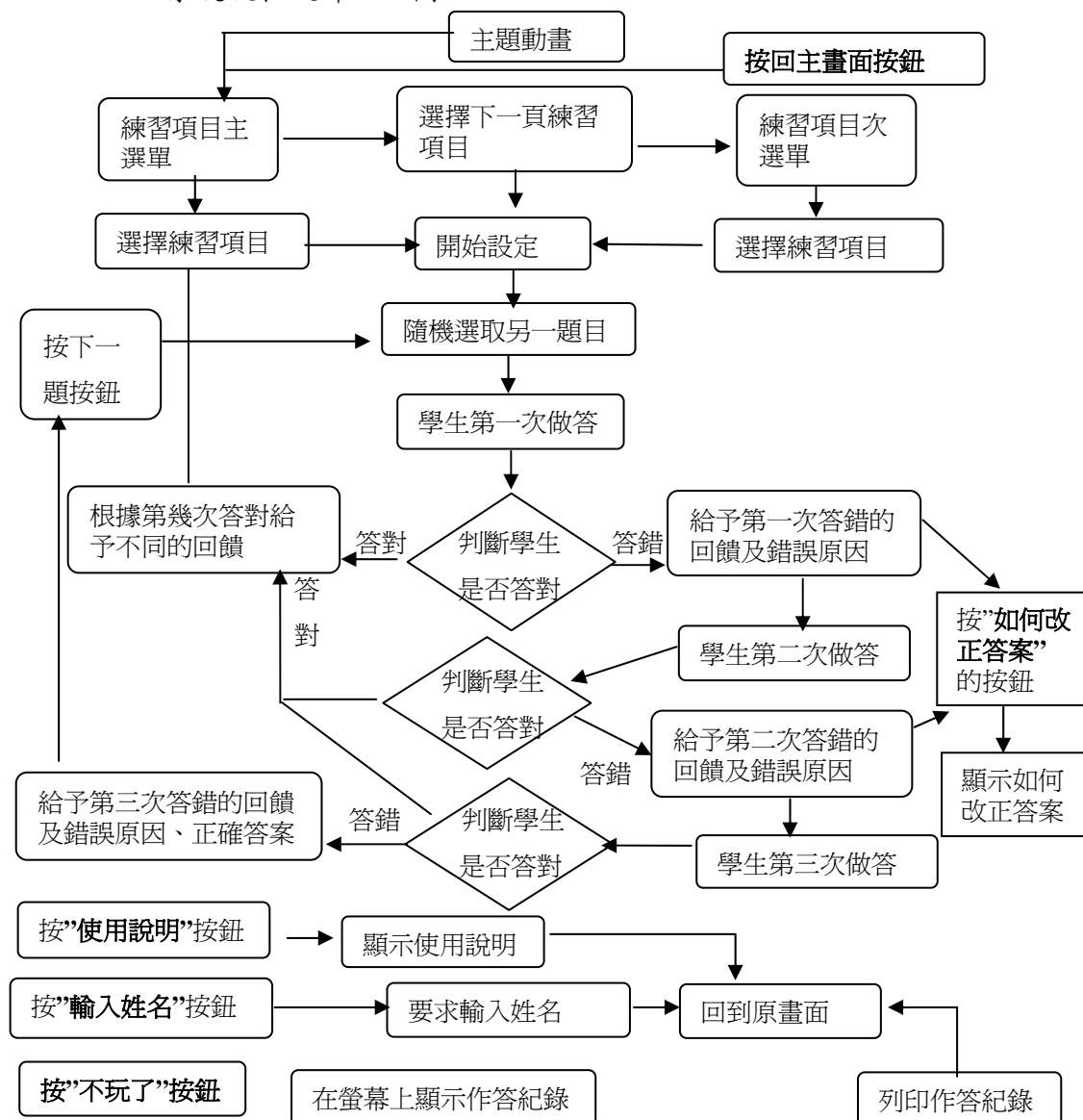
而表三中答對時有些文字不妥當，如“真有料子”等對三年級學生語意

不清，另有些負面評價如”有點笨”等對國小學生極為不適當，故研究者與學生先將表三中所有不妥的文字刪去，再共同腦力激盪，在每一種情況均列出學生都能接受的 10 種字意回饋內容，詳細的內容列於表五。

表五 練習式電腦輔助教學網站的字意回饋內容

	答對			答錯		
第一次	很聰明	真不簡單	太好了	不算棒	傷腦筋	想想看
	對極了	真厲害	真不賴	不對哦	不太厲害	動動腦
	真不錯	真有水準	太棒了	錯了	加油	努力吧
	酷斃了			別灰心		
第二次	聰明	不簡單	好喔	不太棒	很傷腦筋	再想想看
	答對了	厲害	不賴	還是不對	不厲害	再動動腦
	不錯哦	有水準	棒哦	還是錯了	繼續加油	繼續努力
	酷哦			小心一點		
第三次	還算聰明	還算不簡單	還好	太不棒了	太傷腦筋	從頭再來
	總算對了	還算厲害	還算不賴	又不對了	太不厲害	繼續努力
	還算不錯	稍有水準	還算棒	又錯了	多多加油	多多努力
	還算酷			太不小心		

8. 系統流程設計：如圖二。





圖二 練習式電腦輔助教學網站的系統流程設計

(三) 製作階段

1. 元件設計：設計所需的元件、動畫。
2. 畫面設計：安排各場景的背景圖及各元件的位置、顏色、大小。
3. 程式設計：依據系統流程規劃設計網頁程式。
4. 上傳網站：將設計好的網頁上傳至網站。

(四) 評鑑階段

1. 形成性評鑑

(1) 程式錯誤修正：研究者不斷測試本網站，找到錯誤後立即修正。

(2) 專家意見修正：幾位任職國小的教師認為，應提供作答紀錄，以供老師、家長及學生本人參考使用。

(3) 一對一評估：一位三年級學生長期試用網站，觀察其使用反應。

(4) 網站的試用：以四個班做實際試用，結果發現學生在打入本網站的網址發生很大的困難，因此將請實驗學校的資訊執行秘書在該校網站與本網站做超連結，以方便學生快速進入網站。

2. 總結性評鑑

(1) 專家評鑑：邀請任教多年的老師、輔導員及數學教育專家對軟體之內容正確性、實用性、完整性、畫面處理清晰性、程式之穩定性、彈性、親和性、整體視覺美觀性提出改進意見，以非正式訪談方式進行。

(2) 實驗教學：本研究在三個班級實施實驗教學，由研究者親自擔任教學，將遇到的問題做為修正網站的依據。

二、練習式電腦輔助教學網站的設計內容

本研究所使用的網站其最佳作業系統為 WINDOWS XP，網址為 <http://163.32.181.8/ymt91050/m/c.swf>。網站設計的內容如下：

(一) 主題動畫：一開始使用 flash 主題動畫，來吸引學生的注意(如圖三)，學生可選擇「跳過動畫」按鈕，跳到主選單。



圖三 網站之首頁

(二)主選單：如圖四，學生進入主選單後可選擇三位數加法(直式)、三位數減法(直式)及三位數加減法(直式)或其他類型，也可選擇「下一頁其他類型」。



圖四 網站之主選單

(三)次選單：如圖五，學生進入次選單後可選擇其所要練習的類型，或選擇「上一頁其他類型」。



圖五 網站之次選單

(四)作答畫面：下面會顯示題數、答對題數及分數，最下面是「回主畫面」和「不玩了」的按鈕，右邊則有「輸入姓名」、「使用說明」、「確定」的按鈕，如圖六，此畫面為未作答時的畫面。



圖六 網站之未作答畫面

(五)答對畫面：如圖七，答對時會根據這個題目第幾次答對，分別給予不同等級的字意回饋，並出現小朋友笑臉的動畫。



圖七 網站之答對畫面

(六)答錯畫面：答錯時先出現小朋友哭的動畫，再根據這個題目是第幾次答錯，分別給予不同等級的字意回饋，如圖八。

三位數加減法(直式) 作者：許長壽

$$\begin{array}{r} 408 \\ - 87 \\ \hline \end{array}$$

請輸入答案：

十位用大數減小數
百位和十位都算錯了

不算棒 再答一次！

輸入姓名
使用說明
確定
也可按Enter鍵確定
如何改正答案

題數：1 答對題數： 分數：0

回主畫面 不玩了

圖八 網站之答錯畫面

(七)如何改正答案畫面：如圖九，當學生答錯時，按「如何改正答案」按鈕後，即會出現該錯誤原因如何更改答案的方法，供學生參考。

三位數加減法(直式) 作者：許長壽

$$\begin{array}{r} 408 \\ - 87 \\ \hline \end{array}$$

請輸入答案：

十位用大數減小數
百位和十位都算錯了

不算棒 再答一次！

十位的0減8不夠減，
你就用8減0，
要改成向百位借1換成10來減。

題數：1 答對題數： 分數：0

輸入姓名
使用說明
確定
也可按Enter鍵確定
如何改正答案

回主畫面 不玩了

圖九 答錯時顯示可能錯誤原因及如何改正答案畫面

(八)使用說明畫面：如圖十，當學生按「使用說明」按鈕，即會出現「三位數加減法(直式)說明」的畫面。

三位數加減法(直式)說明：

- 1.這裡所謂的三位數加減法，是指和或被減數為三位數的加減法。不包含三位數加三位數等於四位數的類型。
- 2.每一題請在輸入答案後，按"Enter"鍵或按"確定"按鈕，電腦會告訴你是否答對，如果答對了，會有小朋友的笑臉；如果答錯了，會有小朋友的哭臉，電腦還會分析你可能的錯誤原因。
- 3.一個題目有三次作答機會，若三次都答錯，就換下一個題目。你可以根據電腦幫你做的可能錯誤原因來幫助你改正錯誤。
- 4.螢幕下面會顯示你做的題數，答對題數及分數，以100分為總分，平均分配每題的分數，例如你做了20題，則每題為5分。
- 5.題目會隨機出題，每次題目都不一樣，隨你做幾題就做幾題。
- 6.如果不想玩時，就按"不想玩"的按鈕，電腦會顯示你做過題目的紀錄。如果想列印下來參考，可選擇功能表裡的"檔案"→"設定列印格式"→"在方向處選擇"橫印"，再選擇功能表裡的"檔案"→"列印"即可印出你做過题目的紀錄。
- 7.你可以選擇輸入姓名，如此在螢幕上和報表中即可顯示出你的名字。

回練習畫面

圖十 三位數加減法(直式)說明

(九)作答紀錄畫面：當學生按「不玩了」按鈕，即會出現「作答紀錄畫面」(如圖十一)，學生可選擇將這說明的畫面透過印表機印出來。

做的題數：20		答對題數：10		分數：50	
$\begin{array}{r} 805 \\ - 22 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 805 \\ - 22 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 500 \\ + 130 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 500 \\ + 130 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 776 \\ - 21 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 776 \\ - 21 \\ \hline \end{array}$
輸入答案 823 正確答案 783 × 十位用大數減小數	輸入答案 783 正確答案 783 □	輸入答案 620 正確答案 720 × 十位忘記進1到百位	輸入答案 720 正確答案 720 □	輸入答案 557 正確答案 757 × 百位多減了十位的2	
$\begin{array}{r} 776 \\ - 21 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 425 \\ - 181 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 425 \\ - 181 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 391 \\ + 163 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 391 \\ + 163 \\ \hline \end{array}$	
輸入答案 757 正確答案 757 □	輸入答案 344 正確答案 244 × 百位忘記借1	輸入答案 244 正確答案 244 □	輸入答案 544 正確答案 554 × 十位算錯了	輸入答案 554 正確答案 554 □	
$\begin{array}{r} 470 \\ + 106 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 470 \\ + 106 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 775 \\ - 389 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 775 \\ - 389 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 706 \\ - 417 \\ \hline \end{array}$	
輸入答案 500 正確答案 576 × 把加0當作乘以0	輸入答案 576 正確答案 576 □	輸入答案 400 正確答案 386 × 不夠減就用0代替	輸入答案 386 正確答案 386 □	輸入答案 189 正確答案 289 × 百位借位時多借了1	
$\begin{array}{r} 706 \\ - 417 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 706 \\ - 24 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 706 \\ - 24 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 709 \\ - 3 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 709 \\ - 3 \\ \hline \end{array}$	
輸入答案 289 正確答案 289 □	輸入答案 730 正確答案 662 × 把減法看成加法	輸入答案 682 正確答案 682 □	輸入答案 406 正確答案 706 × 百位多減了個位的3	輸入答案 706 正確答案 706 □	

圖十一 學生的作答紀錄

三、練習式電腦輔助教學網站之之實施成效

(一)三位數加減法成就測驗的實施成效

由表六可知，教學法對後前測相差，顯著性為 $p=.950$ ，沒有顯著影響。也就是說，教學法對三位數加減法成就測驗，沒有顯著影響。

表六 教學法對後前測相差之變異數分析摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間(不同教學法)	.275	1	.275	.004	.950
組內(誤差)	13304.827	194	68.582		
總和	15950.000	196			

(二)三位數加減法成就測驗的保留概念

由表七可知，教學法對學生延後測與後測相差並沒有顯著的影響，表示使用兩種教學法的學生在三位數加減法成就測驗的保留概念無顯著差異。

表七 教學法對延後測與後測相差之變異數分析摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間(不同教學法)	113.096	1	113.096	2.529	.113
組內(誤差)	8675.169	194	44.717		
總和	8850.000	196			

由表八可知，實驗組的延後測與後測沒有顯著差異，所以實驗組學生在三位數加減法成就測驗上，有良好的保留概念；控制組的延後測與後測相差有顯著差異，所以控制組學生在三位數加減法成就測驗上，沒有良好的保留概念。

表八 實驗組與控制組學生的延後測與後測之相依樣本t檢定

項目	個數	平均數	平均數	標準差	自由度	t值	顯著性(雙尾)	
實驗組延後-實驗組後	97	94.95	94.74	0.21	7.03	96	.289	.773
控制組延後-控制組後	99	92.93	94.24	-1.31	6.33	98	-2.063	.042*

(三)實驗組學生對練習式電腦輔助教學網站的滿意程度

本研究針對實驗組學生利用實施練習式電腦輔助教學網站學習的態度作一調查，經統計結果得知態度量表平均得分的平均數為 4.1144 分，標準差為.6520。再用態度量表平均得分的平均數 4.1144 與理論上的平均得分 3 作平均數差異的檢定，如表九。由表九可知，有顯著差異，表示實驗組學生顯著滿意練習式電腦輔助教學網站的教學方式。

表九 態度量表平均得分的平均數與3分的平均數差異之t檢定

個數	平均數	標準差	T	自由度	顯著性(雙尾)
97	0.21	7.03	16.834	96	.000*

(四)學生在三位數加減法的錯誤類型及進步情形

研究者將學生在前測、後測及延後測中三位數加減法所犯的錯誤類型人數及其百分比整理成表十及表十一。由這兩表結果可知，學生在三位數加減法上所犯的錯誤類型依序為基本加減法不熟、忘記進(借)1、運算符號看錯。

由表十也知，實驗組學生在基本加法不熟部份，前測的錯誤總次數為 17 次，後測及延後測分別為 10 次及 11 次，進步幅度較大。再由表十一可知，實驗組學生在基本減法不熟、退位時忘了加被減數、大數減小數、運算符號看錯、跨越借位及忘記借 1 部分，進度幅度較大；而控制組學生在運算符號看錯、跨越借位、大數減小數、基本減法不熟及忘記借 1 部分，進步幅度較大。整體而言，對實驗組和控制組學生而言，學生經過教學後，對減法的進步幅度均較加法來得大。

表十 學生在前測、後測及延後測中在加法的錯誤類型次數及其百分比(N=97)

加法錯誤類型	實驗組 前測	實驗組 後測	實驗組 延後測	控制組 前測	控制組 後測	控制組 延後測
不對稱相加	1	0	0	2	0	0
忘記進1	17	10	11	12	9	10
將所有數字相加	0	0	0	0	0	0
不該進1卻進1	3	3	1	0	2	0
運算符號看錯	4	4	4	4	3	1
$N+0=0$	0	3	2	0	0	0
進位時多進了1	3	4	5	3	5	4
基本加法不熟	18	17	18	22	24	25
只對齊相加而未進位	0	0	0	4	0	0
跨越進位	0	0	0	0	0	1
應進1卻借1	3	1	0	1	0	2
答案空白	1	0	0	3	0	3
其他(以上兩種混合的 錯誤)	0	0	0	4	3	6
合計	50	42	41	55	46	52

表十一 學生在前測、後測及延後測中減法的錯誤類型次數及其百分比(N=97)

減法錯誤類型	實驗組 前測	實驗組 後測	實驗組 延後測	控制組 前測	控制組 後測	控制組 延後測
不對稱相減	1	0	1	0	0	1
忘記借1	24	17	16	27	18	20
不夠減用0代替	1	3	2	3	2	3
不該借1卻借1	2	2	2	3	2	0
運算符號看錯	17	5	6	24	5	14
$N-0=0$	0	0	1	0	1	2
借位時多借了1	7	6	2	4	1	3
基本減法不熟	30	14	18	30	21	34
大數減小數	16	6	8	22	9	12
跨越借位	12	5	1	14	0	0
退位時忘了加被減數	16	6	6	5	3	9
應借1卻進1	1	1	1	1	2	2
答案空白	2	0	0	0	0	0
其他(以上兩種混合的 錯誤)	2	1	1	1	3	3
合計	131	66	65	134	67	103

(五) 學生利用錯誤原因來訂正答案的成效

練習式電腦輔助教學網站可分析學生的錯誤類型，讓實驗組學生能從錯誤原因中改正其答案。實驗組學生答錯後再作答同一題目的情況，可分為馬上答對、第二次修正才答對及修正二次仍然答錯三種情形。

研究者將所有實驗組學生(N=97)答錯後再作答同一題目的表現情形做一統計，結果如表十一，由表可知實驗組學生馬上答對的比率佔了78.7%，表示練習式電腦輔助教學網站確可幫助實驗組學生從分析的錯誤類型中修正答案。

表十一 實驗組學生答錯後再作答同一題目的表現情形(N=97)

項 目	次數	百分比
馬上答對	332	78.7%
二次修正才答對	57	13.5%
修正二次仍然答錯	33	7.8%

四、實驗教學所碰到的問題及網站設計的更新

(一)實驗教學所碰到的問題

1. 在各實驗學校無法立刻印表，因此研究者決定改成將作答紀錄存成記事本的檔案，最後再由研究者印出，在隔週給學生本人，時間已失去馬上回饋的設計。

2. 在小型學校電腦教室堪用電腦僅十幾部，造成實驗組學生在實驗時必須分批練習，效果打折扣。

3. 在小型學校，學生進入電腦教室點選的首頁卻不是該校的網站，研究者發現後，只好在每次的實驗教學前，請該校的電腦小義工來幫忙輸入本網站的網址。

4. 學生的作答紀錄，在 Windows XP 系統中均可整齊排列，但在 Windows 98 系統卻不知何故，總無法整齊排列，所以使用本網站的最佳系統是 Windows XP。

5. 逐一檢視學生的作答紀錄，發現有學生沒有輸入答案就按「確定」。

6. 逐一檢視實驗組學生的作答紀錄，發現有學生同一題目會出現同一個錯誤答案，這是學生誤按「確定」按鈕所造成的結果。

7. 由於實驗組學生的計算方式，大都是從個位開始算起，但練習式電腦輔助教學網站卻是從高位開始輸入，學生還是強烈建議應改用從個位輸入較好。

(二)實驗教學後網站的更新

1. 已繼續設計出二位數及四位數加減法的錯誤原因。

2. 修正“學生忘了輸入答案卻按「確定」”及“學生會將錯誤答案重複輸入”的可能情況。

3. 在網站上加入「該進1卻借1」及「該借1卻進1」的錯誤類型。

4. 網站修改成顯示所有可能的錯誤原因。

5. 多了「如何改正答案」按鈕，針對學生最可能的錯誤原因，提供解決之道。

6. 為了與多數學生的習慣算法一致，研究者將系統改為可從低位或高位開始輸入的系統。

伍、結論與建議

一. 結論

(一)練習式電腦輔助教學網站的設計

1. 本研究是以分析、規劃、製作和評鑑四個階段來設計練習式電腦輔助

教學網站。

2. 本研究設計的練習式電腦輔助教學網站的網址為 <http://163.32.181.8/ymt91050/m/c.swf>，使用的最佳作業系統是WINDOWS XP，其最大特色是可以立即分析學生的錯誤原因。

(二) 練習式電腦輔助教學網站的實施成效

1. 教學法對於學生三位數加減法成就測驗，並沒有顯著的影響。
2. 教學法對於學生三位數加減法成就測驗之保留概念無顯著差異。
3. 實驗組學生在三位數加減法成就測驗上有良好的保留概念，控制組學生則無良好的保留概念。
4. 實驗組學生顯著滿意用練習式電腦輔助教學網站的教學方式。
5. 實驗組學生在加減法所犯的錯誤類型最多的是「基本加減法不熟」。
6. 實驗組學生大都可以利用網站所分析的錯誤原因中，即時修正其答案。

(三) 練習式電腦輔助教學網站的更新

1. 已繼續完成二位數加減法及四位數加減法的錯誤原因分析。
2. 改進“學生忘了輸入答案卻按「確定」”及“學生會將錯誤答案重複輸入”的可能情況。
3. 在網站上增加「該進1卻借1」及「該借1卻進1」的錯誤類型。
4. 網站修改成顯示所有可能的錯誤原因。
5. 多了「如何改正答案」按鈕，針對學生的錯誤原因，提供解決之道。
6. 已將系統改為可從個位開始輸入或高位開始輸入。

二、建議

(一) 電腦網站設計的建議

1. 延伸其他類型計算題的錯誤原因分析做網站的設計
2. 可設計學生作答紀錄的資料庫系統
3. 可將本網站改為動態評量系統

(二) 在教學上的建議

1. 提供了另外一種教學方法讓教師選擇。
2. 可交替使用練習式電腦輔助教學網站教學和一般的教學。

陸、參考書目

- 毛連塹、陳麗華(譯)(1987)。T. R. Guskey 原著。精熟學習法。臺北：心理。
- 王文琦(2000)。國小四年級自然科網路教材之設計與發展。淡江大學教育科技學系研究所碩士論文，未出版。臺北。
- 古光耀(2001)。一個作加法補助教學的適性學習系統。中原大學資訊工程研究所碩士論文，未出版。桃園。
- 何書瑩(2001)。電腦輔助教學之理論探討。育達學報。(15)85-93。
- 吳鐵雄(1992)。電腦輔助教學在我國的實施與展望。教育資料集刊, 17, 289-301。
- 呂玉琴(1988)。加減法文字題的分類、解題策略及影響因素。國民教育, 28(8-9)。
- 巫光楨(2003)。尤怪之家。2004年5月27日取自
<http://www.shes.hcc.edu.tw/~oddest/>
- 李恭晴、邱雅莉、葉恆立、劉慧梅(2003)。國民小學數學教學指引教學篇三年級上學期, 7-10。臺南：翰林。
- 林逸文(2002)。原住民數學低成就學生數學問題解題分析之研究。國立彰化師範大學特殊教育研究所未出版之碩士論文，未出版。彰化。
- 柯華葳(1993)。數學科的教與學。載於李永吟(主編)，學習輔導-應用性學習心理學。351-396。臺北：心理。
- 洪榮昭、劉明洲(1997)。電腦輔助教學之設計原理與應用。臺北：師大書苑。
- 徐新逸(2004)。CAI 課程軟體之發展步驟。2004年3月25日，取自
<http://www.edu.tw/information/docs/caitech/ch05.htm>
- 國立編譯館(1991)。國民小學數學教學指引第四冊, 2-7、13-19。臺北：編者。
- 秦麗花(1995)。數學學習障礙兒童解題錯誤類型分析。特殊教育季刊, 55, 33-38。
- 張英傑等(2004)。國小數學教師手冊第五冊。臺南：南一。
- 張英鵬(1992)。增強策略在電腦輔助教學方案中對國小學習障礙兒童加法學習之影響。載於八十一學年度師範院校教育學術論文發表會論文集。
- 教育部(2003a)。九年一貫數學領域課程綱要。臺北：編者。
- 教育部(2003b)。國民中小學課程綱要--六大議題公佈。2003年11月30日，取自 [http://teach.eje.edu.tw/Policy/10497657202E1480709_01\(一\)資訊教育.doc](http://teach.eje.edu.tw/Policy/10497657202E1480709_01(一)資訊教育.doc)
- 陳麗玲(1993)。國小數學學習障礙學生計算錯誤類型分析之研究。國立彰化師範大學特殊教育研究所之碩士論文，未出版。彰化。
- 粘金熙(2002)。使用電腦模擬軟體對高職學生數位邏輯課程學習成效之研究。國立彰化師範大學工業教育學系在職進修專班碩士論文，未出版。彰化。
- 黃金鐘(1984)。國小數學教學—診斷與補救。屏東師專學報, 2, 388-402。
- 黃國禎(1999)。直接教學法在國小數學科低成就學生教學效果之研究。國立彰化師範大學特殊教育學系碩士論文，未出版。彰化。
- 楊永耀(1965)。算術科教學研究, 154。臺北：三星堂。

- 楊美伶 (2003)。教師如何因應數學課程的變革。《國民教育》，44(2)，27-31。
- 楊瑞智(1990)。四則運算的錯誤類型研究及教學上的應用。《國教月刊》，36(9, 10)，18-25。
- 楊瑞智等 (2003)。《國小數學教師手冊第五冊(3上)》，45-63。臺北：康軒。
- 溫嘉榮 (1991)。《電腦輔助教學理論與程式設計實務》。臺北：松崗。
- 蔡文煉 (1995)。《多媒體電腦輔助數學學障生減法學習成效之研究》。國立彰化師範大學特殊教育研究所碩士論文，未出版。彰化。
- 蔡文標(2002)。《影響國小數學低成就學生數學成就的相關因素及直接教學效果之研究》。彰化師範大學特殊教育研究所博士論文，未出版。彰化。
- 蕭金土 (1995)。《國小數學學習障礙學生的鑑定、學習問題診斷及學習策略教學效果之研究》。國立政治大學教育研究所博士論文，未出版。臺北。
- 鍾聖校 (1992)。《認知心理學》。臺北：心理。
- 饒達欽 (1991)。《CAI 課程軟體腳本評估參考標準之研究》。臺北：教育部電子計算機中心。
- Ashlock, R. B. (1990). *Error patterns in computation: A semi-programmed approach* (5th ed). Columbus, Oh: Merrill
- Barringer, C. & Gholson, B.(1979). Effects of type and combination of freeback upon conceptual learning by children: Implications for research in academic learning. *Review of Educational Research*, 49(3). 459-478.
- Brown, J. S., & Burton, R. R. (1978). *Diagnostics models for procedural bugs in basic mathematics skill*. *Cognitive Science*, 2(2), 155-192.
- Chang, R. (張蕊苓)(1992). Analyzing children' s systematic errors in subtraction algorithms. *初等教育學報*，2，175-195.
- Cox, L. S.(1975). Systematic errors in the four vertical algorithms in normal and handicapped populations. *Journal for Research in Mathematics Education*, 6, 202, 220.
- Engelhardt, J. M.(1982). Using Computational errors in diagnostic teaching. *Arithmetic Teacher*，29(8)，16-19.
- Ginsburg, H. P. (1989) : *Children' s arithmetic: How they learn it and how you teach it* (2nd ed.). Austin, TX: Pro-Ed.
- Hallahan, D. P., Kauffman, J. M., & Lloyd, J. W. (1996). *Introduction to learning disabled*(3rd ed.). Boston:Allyn and Bacon.
- Hammill, D. D., & Bartel, N. (1995). *Teaching student with learning and behavior problem: Managing mild-to-moderate difficulties in resources and inclusive settings*. Austin:PRO-ED, Inc.
- Lerner, J. W. (1997). *Learning disabilities: theories, diagnosis and teaching strategies*(6th ed.). Boston: Houghton Mifflin Company.

- Nancy, S. B. & Carol, A. T. (1995). *Teaching Mathematics to Students with Learning Disabilities* (3rd ed.). Austin, TX: PRO-ED.
- Osgood, G. E. & Tanaka, Y. (1965). Cross-culture, cross-concept, and cross-subject generality of affective meaning systems. *Journal of Personality and Social psychology*, 2(2), 143-153.
- Reisman, F., & Kauffman, S. (1980). *Teaching mathematics to children with special needs*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.
- Resnick, R. (1987). Constructing knowledge in school, in L. S. Liben(ed.). *Development and learning: Conflict or congruence*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. How
- Taylor, R. L. (2000). *Assessment of exceptional students: educational and psychological procedures*. Boston: Allyn and Bacaon.
- Troutman, A. P. , & Lichtenberg , B. K. (1982). *Mathematics a good beginning: Strategies for teaching children* (4th ed.). California: Brooks/Cole.

附錄一 三位數加減法的計算類型及前後測、控制組教材題號對照表

(一)三位數加法的計算類型及前後測、控制組教材題號對照表

類 型	數 字 範 圍	舉 例	前後測 題號	控制組第一 週教材題號	控制組第三 週教材題號
1. 個位、十位均不進位	三位數加三位數	$123+354=477$	1	1, 2	1
2. 個位、十位均不進位	三位數加二位數	$726+61=787$	2	3, 4	2
	二位數加三位數	$36+820=856$			
	一位數加三位數	$4+982=986$			
	三位數加一位數	$627+2=629$			
3. 個位進位，十位不進位	三位數加三位數	$452+239=691$	6	5, 6	5
4. 個位進位，十位不進位	二位數加三位數	$317+64=381$	5	7, 8	6
	三位數加二位數	$26+754=780$			
	三位數加一位數	$528+6=534$			
	一位數加三位數	$3+167=170$			
5. 十位進位，個位不進位	三位數加三位數	$536+182=718$	9	9, 10	9
6. 十位進位，個位不進位	三位數加二位數	$240+97=337$	10	11, 12	10
	二位數加三位數	$46+862=908$			
7. 個位、十位均進位	二位數加二位數	$68+79=147$	13	13, 14	13
8. 個位十位均進位	二位數加一位數	$96+7=103$	14	15, 16	14
	一位數加二位數	$4+98=102$			
9. 個位、十位均進位	三位數加三位數	$672+298=970$	16	17, 18	17
10. 個位、十位均進位	三位數加二位數	$457+65=522$	15	19, 20	18
	二位數加三位數	$65+845=910$			
	三位數加一位數	$794+6=800$			
	一位數加三位數	$7+498=505$			

(二)三位數減法的計算類型及前後測、控制組題號教材對照表

類 型	數 字 範 圍	舉 例	前後測 題號	控制組第一 週教材題號	控制組第三 週教材題號
1. 十位、百位均不退位	三位數減三位數	$477-354=122$	3	1, 2	3
2. 十位、百位均不退位	三位數減二位數	$386-45=341$	4	3, 4	4
	三位數減一位數	$986-4=982$			
3. 十位退位，百位不退位	三位數減三位數	$342-218=124$	7	5, 6	7
4. 十位退位，百位不退位	三位數減二位數	$360-47=313$	8	7	8
	三位數減一位數	$825-8=817$		8	
5. 百位退位，十位不退位	三位數減三位數	$314-292=22$	11	9, 10	11
6. 百位退位，十位不退位	三位數減二位數	$107-80=27$	12	11, 12	12
7. 個位、十位均退位，且被減數數字不含0	三位數減三位數	$341-195=146$	17	13, 14	15
8. 個位、十位均退位，且被減數數字不含0	三位數減二位數	$337-88=249$	18	15, 16	16
9. 個位、十位均退位，且被減數數字含有0	三位數減三位數	$600-351=249$	20	17 18	19
10. 個位、十位均退位，且被減數數字含有0	三位數減二位數	$102-93=4$	19	19, 20	20
	三位數減一位數	$502-9=493$			

其中 1. 3. 5. 7. 9. 為不缺位的情形， 2. 4. 6. 8. 10. 為有缺位的情形。

附錄二 本網站可以出的三位數加減法計算的所有題庫數量

1. 三位數加法 $a+b=()$

(1) 被加數是三位數： $100 \leq a \leq 999$ ， $0 \leq b \leq 999$ ，且 $a+b \leq 999$ ， $a, b \in \mathbb{N} \cup \{0\}$

a=100	a=101	a=102	……	a=999
b=0, 1, …, 899	b=0, 1, …, 898	b=0, 1, …, 897	……	b=0
有 900 種	有 899 種	有 898 種	……	有 1 種

$$1+2+3+\cdots+900=(900+1) \times 900 \div 2=405450。$$

(2) 被加數是一、二位數，加數是三位數： $0 \leq a \leq 99$ ， $100 \leq b \leq 999$ ，且 $a+b \leq 999$ ， $a, b \in \mathbb{N} \cup \{0\}$

a=0	a=1	……	a=99
b=100, 101, …, 999	b=100, 101, …, 998	……	b=100, 101, …, 900
有 900 種	有 899 種	……	有 801 種

$$801+802+803+\cdots+900=(801+900) \times 100 \div 2=85050。$$

(3) 被加數、加數是一、二位數，和是三位數： $1 \leq a \leq 99$ ， $1 \leq b \leq 99$ ，且 $a+b \geq 99$ ， $a, b \in \mathbb{N} \cup \{0\}$

a=1	a=2	a=3	……	a=99
b=99	b=98, 99	b=97, 98, 99	……	b=1, 2, …, 99
有 1 個	有 2 個	有 3 個	……	有 99 個

$$1+2+3+\cdots+99=(1+99) \times 99 \div 2=4950。$$

合併(1)(2)(3)得：三位數加法的題庫數量共有 $405450+85050+4950=495450$ 個。

2. 三位數減法 $a-b=()$ ： $100 \leq a \leq 999$ ， $0 \leq b \leq 999$ ，且 $a \geq b$ ， $a, b \in \mathbb{N} \cup \{0\}$

a=100	a=101	a=102	……	a=999
b=0, 1, …, 100	b=0, 1, …, 101	b=0, 1, …, 102	……	b=0, 1, …, 999
有 101 個	有 102 個	有 103 個	……	有 1000 個

$$101+102+\cdots+1000=(1000+101) \times 900 \div 2=495450。$$

合併 1. 2. 得：三位數加減法的題庫數量共有 $495450+495450=990900$ 個。

**Design and process a website for computer-assisted practicing
--taking three-digital addition and subtraction as an example**

Chang-Sou Sheu¹

Man-Li Liu²

¹ Kaohsiung Yang Ming Primary School ² National Pingtung Teachers College

Abstract

The purpose of this study is to design a website for computer-assisted practicing, to use in a real experimental teaching, and to probe into its effect. The researcher adopted four steps, analyzing, planning, making, and evaluating, to design this website for computer-assisted practicing. Moreover, the researcher took three-digital addition and subtraction as an example to analyze the reasons why students make mistakes. In experimental teaching, the third graders in Kaohsiung City are population. The two class samples were withdrawn from every one large-scale school, medium-scale school, and small-scale school at random. One class was assigned to the website for computer-assisted practicing at random, and the other one was assigned to the traditional class. Furthermore, in order to analyze learning efficiency, in addition to collecting the pre-test, post-test, and postpone-test from those of two group students, the researcher collected “attitude assessment record through learning from the website for computer-assisted practicing” from experimental group and “answer’s record” from experimental teaching. Finally, the researcher updated the learning website according to question encountered while experimental teaching.

The main discoveries of this research are as following:

1. Students of experimental group and controlling group made an apparent progress in achievement test after teaching regarding three-digital addition and subtraction. However, it didn’t have apparent effect in achievement test in terms of teaching method.
2. Students of experimental group had good keeping concept, but students of controlling group didn’t.
3. Apparently students of experimental group were satisfied with teaching way of the website for computer-assisted practicing.
4. The typical mistakes made by the students in addition and subtraction are mostly “not familiar with basic concept of addition and subtraction”.
5. The experimental group students could revise their mistakes immediately by analyzing the reason why making mistakes through website.

It is suggested that the follow-up researching can be built by means of analyzing reasons of mistake making in other types of calculation regarding website design, or to design a database system with student’s question-answer record. As far as enhancing student’s calculation ability, teachers are more than welcome to use the website.

Key words: A website for computer-assisted practicing, error patterns, three-digital addition and subtraction.