

第參章 研究方法

本章共分成四節來敘明。首先說明本研究的研究對象與研究情境；接著為研究工具，包含光合作用數位教材、先備知識測驗、成就測驗、動態評量、光合作用二階層診斷式測驗與網路學習環境調查問卷；第三節敘及本研究所使用的研究設計與流程；第四節則說明資料的收集與分析方法。

第一節 研究對象與研究情境

本研究邀請四位具有網路教學經驗之國小「自然與生活科技領域」課程教師及其授課班級學生參與，在研究樣本上採方便取樣，並以隨機的方式，將四位老師所任教的八個班級，以班級為單位分配至四個不同的實驗分組；參與研究的八個班級均屬於常態分班的班級，學生均為國小六年級的學生，人數約有 232 人，且均具備有電腦網路操作之能力，此外，學生進行網路自我學習時採每人一台電腦的方式進行。

表 3-1-1、研究對象人數分布情形(n=232)

數位教材模式設計分組	男	女	總人數
概念改變數位教材 + 動態評量 (CCM+D)	30	30	60
傳統數位教材 + 動態評量 (TM+D)	35	27	62
概念改變數位教材 (CCM)	34	21	55
傳統數位教材 (TM)	22	33	55

第二節 研究工具

依據待答問題，本研究共發展了五個研究工具，除了光合作用數位教材外，還包含有「先備知識測驗」、「成就測驗」、「動態評量」、「光合作用之二階層診斷式測驗 (Two-tier Diagnostic Test for Photosynthesis, TDTP)」與「網路學習環境調查問卷」量化資料蒐集工具。「成就測驗」之前、後測主要用以瞭解學童於不同數位教材設計模式中之學習效益與概念學習的情況；「光合作用之二階層診斷式測驗」之前測、後測則用以瞭解學童迷思概念改善的情形，而「動態評量的作答紀錄」則可以瞭解學童透過漸進式提示輔助其進行概念學習的情形；另外，「先備知識測驗」的成績則用以瞭解學童之先備知識的情形；「網路學習環境調查問卷」之填答結果則用以瞭解學童對於數位教材設計模式的感受情形。

一、光合作用數位教材

本研究之數位教材共分為兩種，分別說明如下：

(一) 光合作用概念改變數位教材

本研究所設計之光合作用的概念改變數位教材，主要依據 Mikkilä-Erdmann (2001) 提出之概念改變文本的七個重要後設概念要素為基礎，並參考第二章第二節之表 2-2-5 的迷思概念進行編修。Mikkilä-Erdmann 認為這七個後設概念可以讓學童產生概念衝突，而該理念主要是依據 Guzzetti, Snyder, & Glass (1992) 提出的論點-「有效之概念改變教材設計的關鍵元素是讓學童產生認知衝突」所發展出來的，上述七個後設概念整理如下：

- 植物獲得食物養份的方式不像我們平常所認為的那樣。
- 植物並非從土壤中直接獲取牠現成的養分。
- 水對植物而言並非食物而是光合作用—製造自己所需養分過程中的反應物。
- 食物鏈有助於我們瞭解能量在自然界中的循環。

- 植物藉由光合作用自製養分。
- 光合作用是動植物營養方式之差異來源。
- 唯有植物能吸收光能來製造養分並產生氧氣作為副產物。

(二) 光合作用傳統數位教材

傳統數位教材參考國立編譯館所編撰之相關教材與 Mikkilä-Erdmann

(2001) 設計的傳統文本進行編修後，再將這兩套教材數位化，隨文佐以相關圖片與 Flash 動畫，以引發學童之學習興趣。本研究所設計之兩套光合作用數位教材的設計重點，整理如表 3-2-1：

表 3-2-1 傳統數位教材與概念改變數位教材之設計重點對照表

教材	傳統數位教材	概念改變數位教材（含認知衝突的策略）
設計 方式 之 比較	● 不考慮有關水的迷思概念，僅敘述水對於植物的重要性與功能	● 以光合作用製造能量作為起點
	1. 植物需要水	1. 所有生物均需要能量
	2. 水沿著維管束進入植物體內並從氣孔離開	2. 植物能自己製造養分（食物）
	3. 自營/異營的概念	3. 自營/異營的概念
	4. 解釋光合作用（含光合作用的必要條件—光能、葉綠素、反應物與產物）	4. 解釋光合作用（含光合作用的必要條件—光能、葉綠素、反應物與產物）
	5. 光合作用產物的轉換與檢驗	5. 自製的糖分會被儲存起來
	6. 光合作用在生態上的意義	6. 光合作用在生態上的意義

資料來源：研究者自行整理

另外，數位化教材於初步開發完後，均商請生物教育專家及兩位任教於國小且具科學教育背景之資深教師進行審查修正，之後，再請非研究對象之國小六年級學童進行閱讀，以瞭解是否有其不瞭解或尖澀難懂之詞彙，再將其修改成適合國小六年級學童閱讀程度之數位化教材(兩種類型的數位教材請參考附錄一和附錄二)。

二、光合作用先備知識測驗

先備知識測驗主要在瞭解國小六年級學童所具備之光合作用的相關概念，與其學習光合作用主題的成效間是否具有關聯。因此，本研究設計之先備知識主要參考現行九年一貫課程綱要之「自然與生活科技」學習領域的分段能力指標與教材內容要項，並摘錄國小課程中與「光合作用」主題相關之內容，包含植物、太陽以及氧氣與二氧化碳等概念，作為國小六年級學童學習光合作用主題所應具備之先備知識來進行命題，有關九年一貫綱要國小年段與光合作用主題相關之學習內容，整理如表 3-2-2：

表 3-2-2 九年一貫綱要國小年段與光合作用主題相關之學習內容對照表

分段能力指標	項目	與光合作用主題相關之內容	學習年級
科學與技術認知	認識常見的動物、植物	2-1-2-1 選定某一（或某一類）植物和動物，做持續性的觀察、並學習登錄其間發生的大事件。察覺植物會成長，察覺不同植物各具特徵，可資辨認。注意到植物生長需要土地、陽光及水分等良好的環境。	一、二年級
	認識動物、植物生長	2-2-2-1 實地種植一種植物，飼養一種小動物，並彼此交換經驗。藉此栽種知道植物各有其特殊的構造，學習安排日照、提供水分、溶製肥料、選擇土壤等種植的技術	三、四年級
	認識植物、動物的生態	2-3-2-1 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	五、六年級
	認識物質	2-3-3-1 認識物質的性質，探討光、溫度、和空氣對物質性質變化的影響 2-3-3-2 探討氧及二氧化碳的性質；氧的製造、燃燒之了解、氧化（生鏽等），二氧化碳的製造、溶於水的特性、空氣污染等現象	五、六年級
	認識環境	2-3-4-1 長期觀測，發現太陽升落方位（或最大高度角）在改變。 2-3-4-4 知道生活環境中的大氣、大地與水，及它們彼此間的交互作用	五、六年級

資料來源：引自教育部全球資訊網（2007）。

研究者依據上述之對照表與現行國民小學各版本之自然與生活科技課本中，有關國小六年級學童學習光合作用所需具備的概念，包含植物各器官之功能、太陽、氧氣與二氧化碳之性質，及其對於生物之影響等概念，據此作為先備知識測驗之命題範圍。該先備知識測驗共 25 題，經生物教育專家與國小資深教師審核修正後具有專家效度，初測試卷經過某國小六年級 95 位學童預試後，獲得 KR20 信度為 0.73、難度為 0.67 (先備知識測驗試題請參考附錄三)。

三、光合作用成就測驗

光合作用成就測驗是依據整個光合作用的數位教材，作整體性的命題，用以評量學童在不同數位教材環境下的學習效益與概念學習的情形。該成就測驗的命題內容涵蓋「光合作用的意義(包含定義、目的與重要性)」、「光合作用的場所」、「光合作用的必要條件」、「光合作用的原料」、「光合作用的產物」以及「光合作用在生態上的意義」等六個主題共 16 個概念(如表 3-2-3)，該成就測驗共 34 題，經生物教育專家與國小資深教師審核修正後具有專家效度，初測試卷經過某國小六年級 95 位學童預試後，得知其 KR20 信度為 0.90、難度為 0.79(光合作用成就測驗試題請參考附錄四)。

表 3-2-3 成就測驗命題所涵蓋之學習概念

主題	學習概念
光合作用的意義 (定義、目的 與重要性)	● 植物無法像其他生物一樣，從環境中獲取現成的養份 ● 植物利用光能製造養分的過程稱為光合作用 ● 植物進行光合作用的目的在製造養分、維持生命
光合作用的場所	● 光合作用主要發生在植物所有綠色的部分（主要是葉子）
光合作用的必要條件	● 葉綠體內含葉綠素，故讓葉子呈現綠色 ● 葉綠素是植物行光合作用必要的成分，協助捕捉光能，但非反應物與產物 ● 太陽光對光合作用是必要的條件（特別是光反應） ● 太陽給予植物行光合作用的能量型式是光能而非熱能 ● 光合作用不會連續發生，僅在有光的時候發生
光合作用的原料	● 光合作用的反應物是二氧化碳和水 ● 植物利用葉片上的孔洞—氣孔吸收空氣中的二氧化碳，所以有淨化空氣的效果 ● 植物透過細小的管子（維管束）從根自土壤吸收水分
光合作用的產物	● 光合作用的產物是葡萄糖 ● 植物會將多餘的葡萄糖轉換成其他物質—例如澱粉、蛋白質、脂質等儲藏在果實、種子與根裡 ● 光合作用的副產物是氧氣
光合作用在生態上的意義	● 植物不斷提供氧氣與高能量養分給人類與動物，因此，人類和動物無法生存在沒有植物的世界

資料來源：研究者自行整理

四、網路動態評量

本研究採用之網路動態評量系統為國立新竹教育大學教育學系王子華老師所發展的 GPAM-WATA 系統（Graduated Prompting Assessment Module of the Web-based Assessment and Test Analysis system, GPAM-WATA system），該系統是以 Campione & Brown（1985）所提之漸進提示評量模式（Graduated Prompting Assessment, GPA）為理論基礎所發展出來的，讓學童在執行網路化動態評量時，可於選答錯誤時給予提示，以協助其達到概念改變，而系統對於受試者之作答紀錄資料，將有助於研究者去瞭解系統所設計之漸進式提示，如何引導並輔助學童

進行光合作用概念的學習，進而達成概念改變的過程，實施畫面如圖 3-2-1 與圖 3-2-2 所示。

圖 3-2-1 GPAM-WATA 系統學生作答畫面

圖 3-2-2 GPAM-WATA 系統學生獲得提示畫面

GPAM-WATA 內的命題乃依據第二章文獻探討（第 20 頁）中所提及之專家概念圖（圖 2-2-2），於每個概念或節點上命一~二道題目，其內涵包括：自營與異營、光合作用的定義、光合作用發生的場所、葉綠素的功能與角色、太陽的角色、光合作用進行的時間、光合作用的原料、光合作用的條件、光合作用的產物、光合作用產物的轉換、光合作用的目的以及光合作用在生態上的意義，上述命題概念亦符合成就測驗的六個命題主題(動態評量試題與專家概念圖和成就測驗命

題概念間的對照如圖 3-2-3)，由於動態評量的試題為四選一的題目，因此每個題目將設定三個提示，提示將參考 Campione & Brown（1985）的建議設計，也就是依照抽象到具體的順序安排，舉例如下：

試題：下列哪個過程是「光合作用」呢？

- ① 玫瑰花在陽光下開花的過程
- ② 葡萄樹在陽光下開花結果的過程
- ③ 絲瓜在陽光下製造養分的過程
- ④ 動物在陽光下吸入空氣呼出二氧化碳的過程。

第一次提示：想看看「光合作用」的定義是什麼？

第二次提示：地球上只有哪一種生物可以進行光合作用呢？

第三次提示：光合作用是指綠色植物合成養分的過程，那你知道選誰了嗎？

本研究為收集該動態評量試題的提示，則針對接受過光合作用主題教學之非受試樣本的國小六年級學童實施該動態評量試題，並要求其對於選答部分寫出理由，研究者再歸納這些答題理由並分析光合作用數位教材所包含的概念內容後，設計出各題目的三層漸進式提示，以形成本研究之動態評量的提示系統。該動態評量試題共 24 題，經生物教育專家與國小資深教師審核修正後具有內容效度。最後，研究者再將這些試題與提示建入 GPAM-WATA 系統中，讓學童可以在網路上進行作答與學習（光合作用動態評量試題請參考附錄五）。

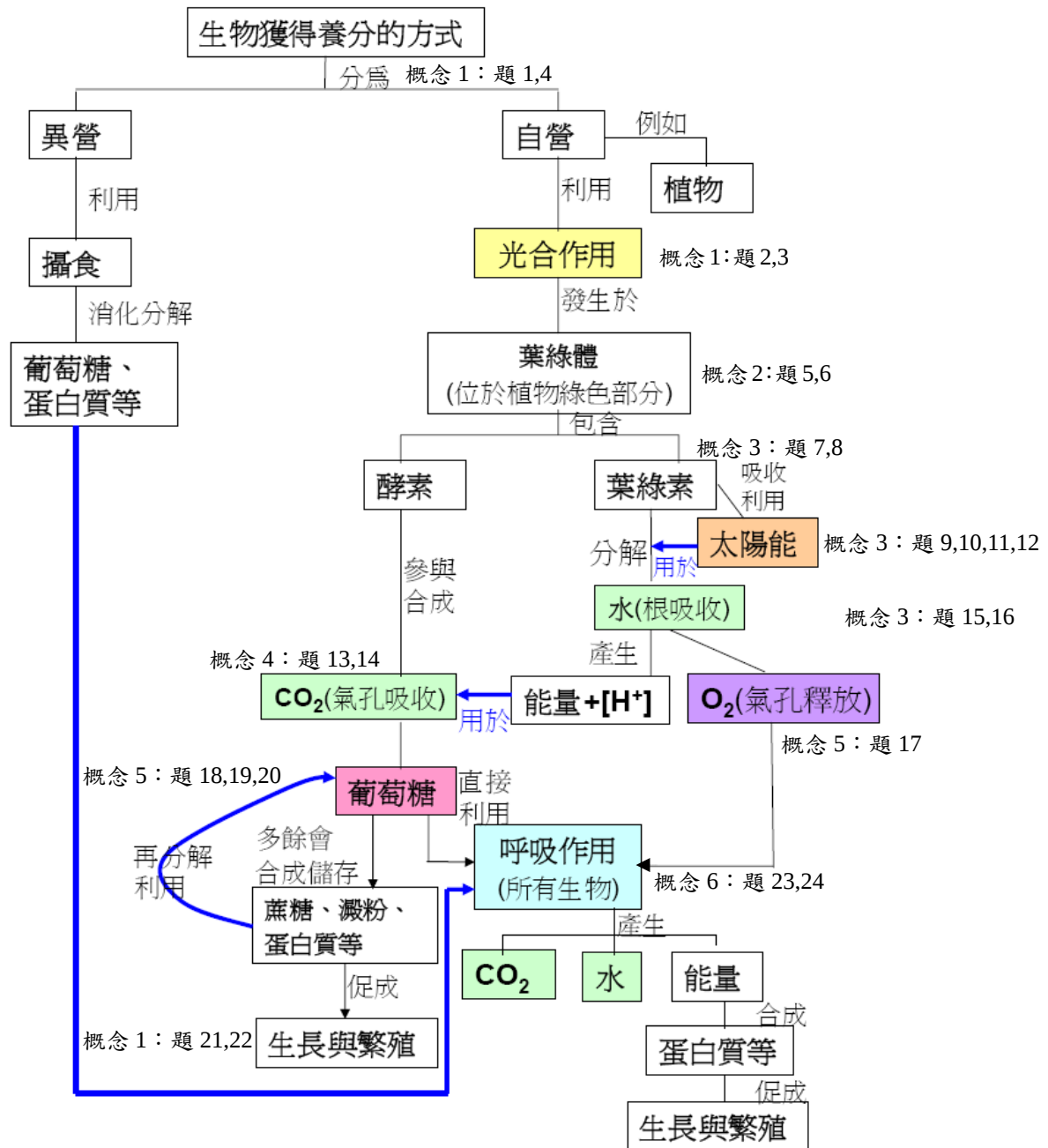


圖 3-2-3 動態評量試題與專家概念圖和光合作用六大概念間的對照圖

註 題號是指動態評量試卷的題號

概念 1：光合作用的意義(定義、目的與重要性)

概念 2：光合作用的場所

概念 3：光合作用的必要條件

概念 4：光合作用的原料

概念 5：光合作用的產物

概念 6：光合作用在生態上的意義

五、光合作用二階層診斷式測驗 (Two-tier Diagnostic Test for Photosynthesis, TDTP)

該「光合作用二階層診斷式測驗 (Two-tier Diagnostic Test for Photosynthesis, TDTP)」主要用以瞭解學生的迷思概念情形。該問卷之前測、後測成績，將作為學生接受光合作用數位學習活動後之概念改變的依據，本研究也將採用 TDTP 深入瞭解學童迷思概念改變之情形。TDTP 主要改編自吳麗娟 (2002) 所發展之二階層診斷式問卷中的五個題目(包含光合作用的意義、場所、原料與其在生態上的意義，共四個概念)，再增列六個題目(包含光合作用的必要條件、原料和產物，共三個概念)後，經生物教育專家與資深教師審核修正後具有專家效度，共十一題(光合作用二階層診斷式測驗試題請參考附錄六)。

六、網路學習環境調查問卷

該「網路學習環境調查問卷」主要用以瞭解學童於不同光合作用數位教材設計模式下之學習感受情形(問卷內容請參考附錄七)。問卷共包含兩大部分，第一部分是「我的網路上之自然與生活科技課程調查表」，第二部份則是「動態評量調查表」。第一部分調查表修改自林存仁 (2004)、陳俊文 (2004) 與鄭錦宗 (2004) 所發展之「我的網路上之自然與生活科技課問卷」，該調查表主要在瞭解學童於不同數位教材設計模式下的學習感受及差異情形；第二部份調查表則用以瞭解「概念改變教材包含動態評量設計模式 (CCM+D 組)」與「傳統教材包含動態評量設計模式 (TM+D 組)」學童對於網路動態評量—GPAM-WATA 的感受情形，問卷由 GPAM-WATA 系統發展者與評量專家共同開發而成。

「我的網路上之自然與生活科技課程調查表」修訂後共包含五個子調查表——「學習態度」(4 題)、「任務取向」(3 題)、「教學活動」(3 題)、「教學表徵」(2 題) 與「學習成效」(5 題)；「動態評量調查表」則包含兩個子調查表——「網路

動態評量（即 GPAM-WATA）與傳統評量間的比較（13 題）」與「我對網路評量提示的感受（19 題）」。上述子調查表均採 Likert5 格式（5 分代表非常同意，3 分代表普通，1 分代表非常不同意）；因此，分析時將平均得分高於 3.000（四捨五入後）的題項，認定為對於此題項敘述有正向回應。信度方面則採用 SPSS Ver10.0 中文版進行 Cronbach α 內部一致性考驗，「學習態度」子調查表（4 題）Cronbach α ：0.866、「任務取向」子調查表（3 題）Cronbach α ：0.800、「教學活動」子調查表（3 題）Cronbach α ：0.835、「教學表徵」子調查表（2 題）Cronbach α ：0.904 與「學習成效」子調查表（3 題）Cronbach α ：0.899；「網路動態評量（即 GPAM-WATA）與傳統評量間的比較」子調查表（13 題）Cronbach α ：0.924 與「我對網路評量提示的感受」子調查表（19 題）Cronbach α ：0.962。

第三節 研究設計與研究流程

一、研究設計

本研究之目的主要在瞭解國小六年級學童，於不同光合作用數位教材設計模式下之學習效益與概念改變的情形；因此，本研究採準實驗設計，共分為四組，各組主要差異在於接受之數位教材型態是概念改變教材或傳統教材，以及是否在學習的過程中接受網路動態評量，故本研究的研究設計主要如表 3-3-1 所示：

表 3-3-1 本研究之實驗設計

數位教材設計 模式分組	先備知識測驗	成就測驗 前測	TDTP 前測	數位教材 型態	網路動態 評量	成就測驗 後測	TDTP 後測	網路學習 環境調查 問卷
CCM+D 組	○	○	○	CCM	○	○	○	○
TM+D 組	○	○	○	TM	○	○	○	○
CCM 組	○	○	○	CCM	X	○	○	○
TM 組	○	○	○	TM	X	○	○	○

CCM+D 組：概念改變數位教材含動態評量設計模式

TM+D 組：傳統數位教材含動態評量設計模式

CCM 組：概念改變數位教材設計模式

TM 組：傳統數位教材設計模式

CCM：概念改變數位教材；TM：傳統數位教材

其中CCM+D組的數位教材是採用CCMD Model 發展，其教材發展流程與課程架構如圖3-3-1：

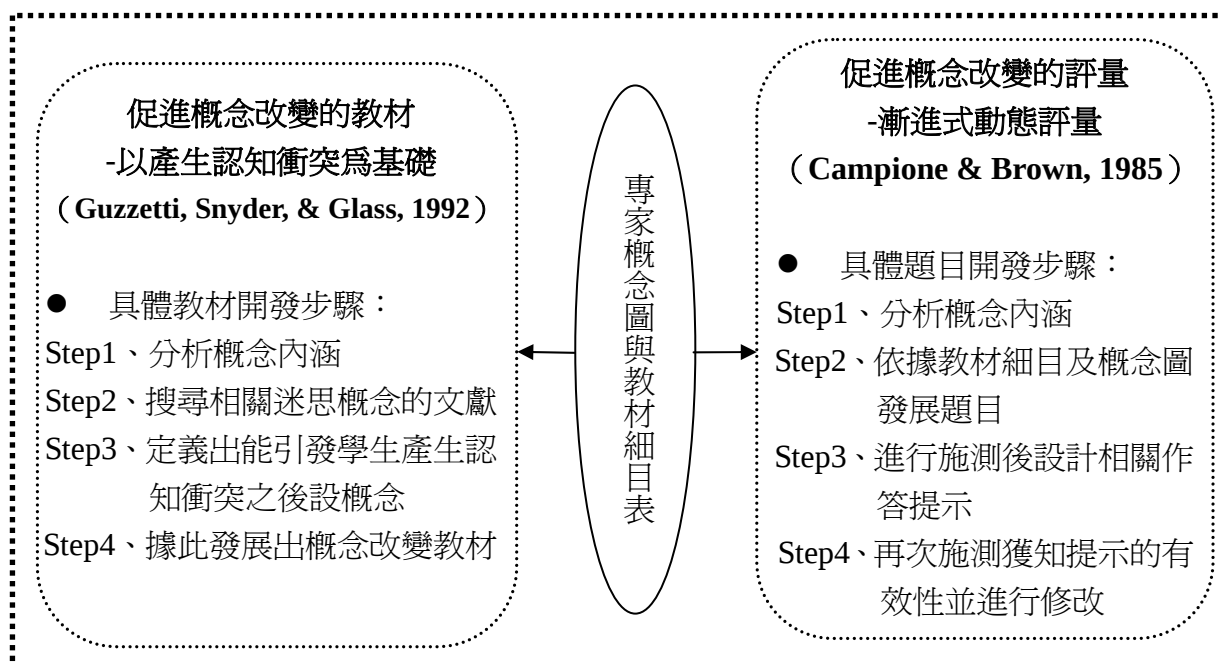


圖 3-3-1 以本研究發展之 CCMD Model 開發數位教材的流程與架構

TM+D組則是採用本章第二節之傳統數位教材中所分析之光合作用設計重點，並參考國立編譯館與文獻中所設計之相關教材，來開發本研究之傳統數位教材，動態評量的設計步驟則和CCM+D組相同；傳統數位教材與概念改變數位教材設計重點的差異，請參考表3-2-1。

二、研究流程

本研究將常態編班之國小六年級學童共八個班級，隨機分派至四個分組中（如表 3-3-1），在教學前先對其執行先備知識測驗、光合作用成就測驗前測、光合作用二階層診斷式測驗前測，接著，讓研究對象在光合作用數位學習環境中進行為期兩週的自由學習，除了正式課堂上機時間為四堂課之外，學生們於下課之後還能進入網頁教材進行閱讀學習，但無法練習動態評量。一週之後，再對學生們實施光合作用成就測驗後測、光合作用二階層診斷式測驗後測與網路學習環境調查問卷，藉以瞭解此四組學童對於光合作用迷思概念之改變情形與學習效益，及其在該數位教材設計模式下的學習感受，並探究不同數位教材設計與不同評量

設計模式對學童學習之影響。另外，當學童進行自由學習的過程中，「概念改變數位教材+動態評量（CCM+D）」組與「傳統數位教材+動態評量（TM+D）」組學童，會接受動態評量的測驗，因此，動態評量的作答資料也將作為瞭解學童透過漸進式提示獲得學習與概念改變之用。研究流程圖如圖 3-3-2 所示。

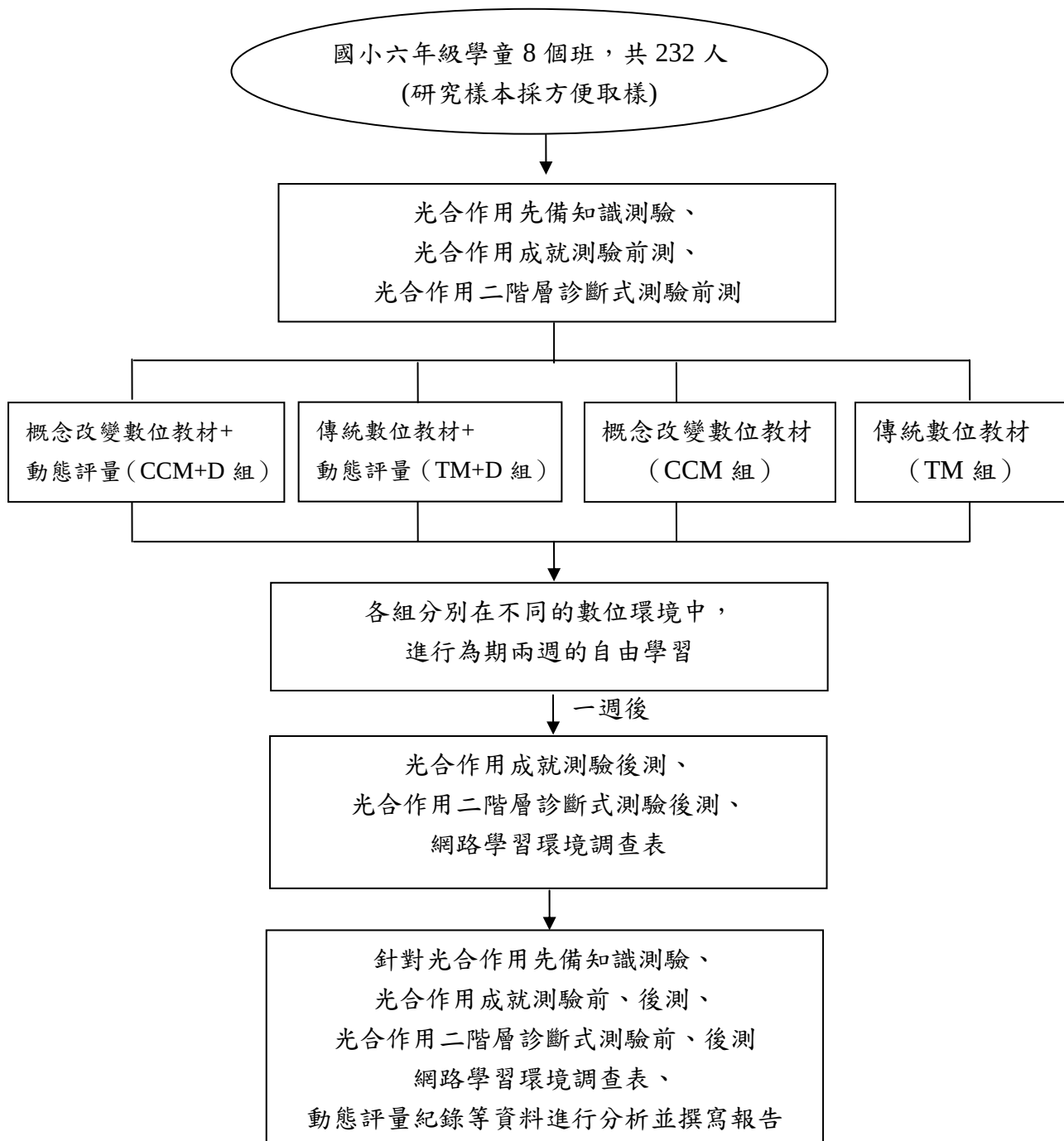


圖 3-3-2 研究流程圖

第四節 資料收集與分析

本研究所收集到的資料主要為量化資料，量化資料來源包含有「先備知識測驗」、「光合作用成就測驗」、「光合作用二階層診斷式測驗」、「網路學習環境調查問卷」及「動態評量的作答資料」，這些資料的主要用途在於，瞭解國小六年級學童於不同光合作用數位教材設計模式下之學習情形。先備知識測驗僅在研究進行之前執行，用以瞭解學童在進行光合作用概念學習之前所具備的先備知識；成就測驗與光合作用二階層診斷式測驗，均於研究進行前與研究結束後各實施一次，以瞭解學童之學習效益與概念改變的情形。此外，本研究亦將針對「先備知識測驗」、「成就測驗」前後測、「光合作用二階層診斷式測驗」前後測資料進行分析，以探究學童所具備之先備知識與其學習效益、概念改變之間的關係。動態評量只收集 CCM+D 組與 TM+D 組學童之作答資料，該動態評量之作答資料用以瞭解漸進式提示輔助學童進行光合作用概念學習之情形。另外，還將針對學習者之「網路學習環境調查問卷」的填答進行分析，以瞭解其於不同數位教材設計模式下之學習感受情形。

一、先備知識測驗的收集與分析

先備知識測驗主要在瞭解國小六年級學童所具備之光合作用的先備知識。本研究為探討先備知識和光合作用主題的學習成效間是否具有關聯；因此，本研究定義「先備知識測驗的成績」，為學童於學習光合作用主題前所具備之與植物、太陽、氧氣和二氧化碳概念相關的知識。先備知識資料的分析，除採用 SPSS PC 10.0 中文版進行 Pearson 相關係數分析，以探討學童之先備知識與學習成效間之關係外；還將各數位教材設計模式分組學童之先備知識測驗成績，依據「數位教材設計模式」因子將四組學童分別區分出高、中、低分三群後，進行共變數分析，以探討不同先備知識學童之概念學習的效益情形，分析過程以成就測驗前測成績為共變量，先備知識高低為固定因子（fixed factor），固定因子包含高、中、低

三個水準（level）。另外，也將探討不同數位教材設計模式對於不同先備知識學童的學習影響，將進行共變數分析，分析過程以成就測驗前測成績為共變量，數位教材設計模式分組為固定因子。

二、光合作用成就測驗的收集與分析

光合作用成就測驗主要用以瞭解學童在不同數位教材設計模式下之學習效益和概念學習的情形。本研究定義「成就測驗前測成績」與「先備知識測驗成績」為學童在光合作用概念的學習起點行為，「成就測驗後測成績」為學童最終之學習效益。成就測驗的量化資料分析，採用 SPSS PC 10.0 中文版進行共變量分析，以成就測驗前測成績與先備知識測驗成績為共變量，數位教材設計模式分組為固定因子，成就測驗後測成績為應變量進行分析，以探討學童在不同數位教材設計模式下之學習效益的情形。此外，由於成就測驗是以數位教材設計為範圍，並依據雙向細目表進行整體性的命題，為進一步瞭解不同數位教材設計模式學童於光合作用各概念上的學習情形，將進行共變量分析，以成就測驗中各概念題項的前測總分為共變數，數位教材設計模式為固定因子，各概念題項的後測總分為依變數，來進行深入的分析。

三、光合作用二階層診斷式測驗（TDTP）的收集與分析

光合作用二階層診斷式測驗（TDTP）主要用以瞭解學童的迷思概念的改善情形外，該測驗之前、後測成績，也將作為學生接受光合作用數位教學活動後之概念改變的依據，此外，也將藉此深入瞭解學童概念改變之情形。TDTP 的分析，將採用 SPSS10.0 進行 Cochran's Q 無母數檢定來分析比較各組學童在每一個題項填答的改變情形，以探討學童在不同數位教材設計模式下之概念改變的情形，並採述敘統計分析，以深入瞭解不同數位教材設計模式學童之前後測作答的情形。

四、網路化動態評量資料分析

本研究之動態評量採採用 GPAM-WATA 系統實施，GPAM-WATA 系統讓學童在執行電腦化動態評量時，可於選答錯誤時給予漸進性提示，以協助其達到概念改變，而這些漸進式提示將有助於研究者去瞭解學童如何透過提示的指導來修正其概念。GPAM-WATA 系統所紀錄之作答分析，將採用 SPSS10.0 進行單因子變異數分析，以深入探討由 CCMD 教材開發模式中之「概念改變教材」與「動態評量策略設計」，輔助學童進行光合作用概念學習之情形。「概念改變教材」效益之部分，將先針對 CCM+D 組學童與 TM+D 組學童未經任何提示輔助即作答正確（即第一次就作答正確）之答對率，進行單因子變異數分析，分析過程以「未經提示即作答正確」的答對率為依變數，數位教材模式分組為固定因子。而「動態評量策略設計」輔助學童學習之情形，則透過經提示後作答之正確率進行單因子變異數分析來瞭解。

五、網路學習環境調查問卷分析

該「網路學習環境調查問卷」主要用以瞭解學童於不同光合作用數位學習環境下之學習感受情形。該調查表包含兩大部份——「我的網路上之自然與生活科技課程調查表」與「動態評量調查表」；前者包含五個子調查表，主要用以瞭解不同數位教材設計模式學童之學習感受；後者則包含有兩個子調查表，主要用以瞭解 CCM+D 組與 TM+D 組學童對於 GPAM-WATA 之感受。由於所有子調查表均為 Likert 五點格式（5 分代表非常同意，3 分代表普通，1 分代表非常不同意），因此，將其中平均得分高於 3.00（四捨五入後）的題項判定為傾向同意題項敘述，並且採用 3.00 作為檢定值，進行單一樣本 T 檢定，將達顯著性的題項，歸納整理出調查的結論；並且，針對不同數位教材設計模式學童對於「我的網路上之自然與生活科技課程調查表」之填答結果，進行單因子變異數分析，以探討不同數位教材設計模式學童之學習感受的差異情形。除此之外，亦採用 SPSS 針對

網路學習環境調查問卷的每一個子調查表進行內部一致性 (Cronbach α) 分析。

● 研究工具/ 資料蒐集與本研究待答問題之關係

待答問題	研究工具/資料蒐集
1. 國小六年級學童在依據 CCMD Model 所發展之數位學習環境下，其光合作用概念的學習效益為何？	光合作用成就測驗、先備知識測驗
2. 國小六年級學童在依據 CCMD Model 所發展之數位學習環境下，其光合作用迷思概念的改變情形為何？	光合作用成就測驗、二階層診斷式測驗、GPAM-WATA 網路化動態評量的作答紀錄
3. 國小六年級學童之先備知識，對其在依據 CCMD Model 所發展之數位學習環境中學習光合作用概念的影響為何？	光合作用成就測驗、先備知識測驗、GPAM-WATA 網路化動態評量的作答紀錄
4. 國小六年級學童對依據 CCMD Model 所發展之數位學習環境的感受為何？	網路學習環境調查問卷