

# 國小自然與生活科技領域個別化教學的研究

## —以「地層」概念教學為例

許民陽<sup>1</sup> 王郁軒<sup>2</sup> 梁添水<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 台北市立師範學院自然科學教育系

<sup>2</sup> 台北市國語實驗國民小學

<sup>3</sup> 台北市石牌國民小學

(投稿日期：92年12月29日；修正日期：93年1月15日；接受日期：93年3月12日)

**摘要：**隨著科技與社會的快速發展，兒童接受訊息與刺激也日趨多元，傳統分科形式的科學課程將無法滿足學習者的需要，因此有必要考量兒童的先備知識、認知程度、以及生活經驗，將現行的科目加以統整，重視兒童的個別學習差異，設計個別化教學方案，才能達到最佳學習成效。本研究選取中正區某國小五年級學童，以「地層」為主題進行個別化教學研究。將生活中的地質概念與問題融入該單元，擬定教學目標，再編製形式性評量，進行單元教學後，以紙筆測驗實施形成性評量，再選取對象進行補救教學或充實教學。整個教學活動結束後，實施總結性評量與學習感想問卷，統計分析學生對教學活動整體學習成效。研究結果發現總結性評量的成績優異，顯示經由個別化補救與充實教學後，整體的學習表現能達成預期的目標。對學生進行的學習感想調查，也顯示學生對於教學的滿意度均很高，顯示學生喜歡這樣的教學方式，認為個別化教學的學習有助於其調整學習進度，增進學習成效與自我肯定。

**關鍵詞：**概念發展、個別化教學、地質概念

## 壹、研究動機與目的

地球科學是與日常生活關係最為密切的生活科學，尤其是地球內、外營力所造成的地質現象，更是與日常生活息息相關。人類為了發展經濟，提昇生活水準，不斷開發自然環境，超限使用土地，使得蘊藏在地層中的資源急速耗竭，各種地質災害〔如海岸後退、海水倒灌、山崩、洪水、土石流等〕日趨嚴重。近年來台灣地區颱風、豪雨以及大地震帶來的災害與刻骨銘心的慘痛經驗，都使國人體認到地球環境重要性，不再自豪人定勝天，而是開始思考如何與大自然和平共存。

任何亡羊補牢的措施都是只是治標的工作，真正治本的工作應該是從「心」出發，由教育做起。因此引導兒童認識地球環境，培養環保意識，進而身體力行，是落實環境教育最有效的方法。現行國小自然科學課程標準以及實施的九年一貫自然與生活科技領域課程綱要，均將地球環境中最重要的相關的地質概念列為重要學習主題。

隨著科技與社會的快速發展，兒童接受的訊息與刺激也日趨多元，但相對的，兒童知識背景的差異性也可能因而擴大。傳統的大班教學情境中，由於師生比例過

於懸殊，教師對於教學進度的考量與教材的編排，多以中等程度的兒童為主要對象，無法顧及班上所有學生，使得程度優異或較差的兒童缺乏積極學習的意願。因此，引導兒童探究相關的地質概念時，除了參照教科書原有單元內容外，整個教學活動的設計與實施，更有必要考量兒童的認知發展、先備知識與生活經驗，重視兒童的個別差異，才能達到最佳的學習成效。

基於上述想法與教學需求，本研究選取國小高年級學生進行以地層概念為主題的個別化教學研究。先分析現行國小自然科學與九年一貫自然與生活科技領域課程中的地質概念，參考個別化教學理論，將生活中的地層概念與問題融入現行國小自然科學教學單元，設計個別化教學方案(individualized educational program)，進行試教、評估與修正，以期研究結果能做為改進國小自然科學教學參考使用。

## 貳、理論與文獻探討

### 一、個別化教學理論與精熟學習理論

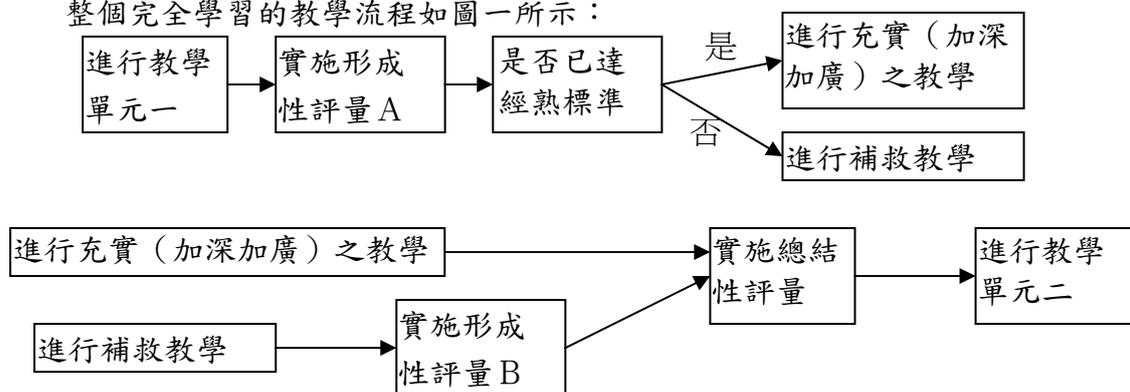
Keller 的個別化教學理論(Personalized System of Instruction, 簡稱 PSI)是以個人為基礎,並由學生依據教材內容自訂學習步調(self-pacing)學習,而不與同班其他同學共同學習。這種學習方式通常由助理(proctor)告知學生錯誤之處,學生必須重複學單元教材,自行更正,再參加另一次單元考試。

根據國外文獻探究結果得知,此學習理論的教與學大多應用在中等學校及大專院校程度的學習情境裡。如 Callahan 等(1990)根據 Keller 的個別化教學模式探究中學資優生的學習成效,結果學生在期末考的得分表現比接受傳統教學法的資優生還高; Almeida (1974) 及 Zeilik (1974) 在天文學課程中,應用 Keller 的個別化教學理論作為教學重點,並評估其成效; Andrews (1977) 利用 Keller 的個別化教學理論計劃進行探究地質學的教學活動; Schwartz (1980) 應用 Keller 的個別化教學理論探究在臨床生化課的學習成效; Gifford 等(1982)針對專科學校新生在生物課學習成效的比較。但是,在國小階段學生由於較缺乏主動學習能力,加上認知能力尚未達精熟階段,教師不講述課文內容及提示重要概念,學生的學習困擾更會較大,而且也不符合國內以班級為主的學習現況。

Bloom(1968)則提出精熟學習法(mastery learning),主張提供教室裡每位兒童合適的教學品質與學習機會,傳統班級的教學必須適應個別差異,因此要設計個別化教學以達成教學目標。精熟教學的教學策略是先將教材分為若干小單元,教學之後進行評量,了解學生學習的精熟度。通過評量的兒童進行加深加廣的充實學習,未通過的學生則施以校正或補救教學,經第二次測驗通過後再進行下一個小單元的教學。精熟學習能提供所有兒童足夠的學習時間與有效的教學策略 (Bloom,1981; Levine,1985),以及增進學生的學習態度和興趣(Fehlen, 1976)。林來發(1990)根據精熟教學法的精神,參考國內實際班級教學情況,提出完全學習的個別化教學模式。完全學習所強調的「完全」,是預期基準點的「完全」,而非絕對的「完美」,目的是希望透過個別化教學措施,促成全體學生學習成就的提昇。完全學習的具體措施包括:

1. 具體提出單元學習目標。
2. 設定最低學習目標的基準。
3. 根據學習目標設計形成性評量
4. 準備補救教學或教學的教材。
5. 增加學習緩慢兒童的學習時間與機會。
6. 提供資優學生自我學習的計劃。

整個完全學習的教學流程如圖一所示：



圖一：完全學習教學流程。(教育部，1992)

完全學習最重要是發現學生的學習程度是否達到教學目標，在教學前要事先計劃教學目標，訂定精熟學習標準，根據學習目標實施形成性評量，才能發揮診斷功能，並依標準參照評量來解釋結果。形成性評量不一定是紙筆測驗，可以透過各種方式來了解學生是否達到精熟(郭生玉、1990)。

自個別化教學理論與精熟學習理論發表出來之後，國內外學者採用其論點應用在普通班教學領域裡。

毛連塏等(1991)為探究精熟學習方案對國小學童學業成就和數學自我觀念之影響，針對台北市兩所國小五年級學童 242 名為對象，分為實驗(一)及實驗(二)兩組與控制組進行教學實驗，結果發現：在數學學業成就方面「精熟學習組」、「一般教學+形成性測驗組」及控制組的數學成就後測得分，無顯著差異。三組學童數學學業成就的後測變異量顯著大於前測變異量。

陳東陞(1992)為探究學習障礙、智能不足及部分普通學童在數學學習上常有低成就的情形，採用實驗研究法針對國小二年級學童，採用完全學習策略進行教學實驗，結果在普通學童方面，實驗組的形成性及總結性評量及數學診斷能力測驗後測得分平均值，均顯著高於控制組。其研究結果發現完全學習策略可增進普通兒童的數學學習成效。

根據上述結果，國內個別化學習成效之研究，所探究學科領域普遍為數學科，其方法是否能廣泛應用在自然科教學情境中，則有待研究。

為了符合國內目前採用大班教學情境現況，本研究乃採用 Bloom 的精熟學習法，是以團體為基礎，並由教師決定學習步調。學生的學習是強調同儕之間的合作學習。精熟學習是針對教室情境所設計，教學策略先將學習內容分成幾個小單元，

每個小單元相當於 2-3 節的教學長度，教學之後進行形成性評量以了解到學生學習進步到何種程度，最後針對學童的能力需求進行個別化的學習活動。整個學習活動過程中，教師的角色是教學的引導者和協助者，引導學生以團體方式進行各種學習活動，最後使每個學童達到精熟學習的效果。

## 二、 個別化教學的需求與策略

限於教育資源的人力與物力，國民中小學班級中，師生比例一直相當懸殊，不但嚴重影響師生之間互動關係，更無法滿足班級中所有學生的個別學習需求。針對此一問題，教育部近幾年積極減少各班學生人數，期能發揮小班教學精神，就是希望透過教材多樣化、教法個別化、作業彈性化、學習適性化、媒體活潑化、活動生活化、評量多元化等教學策略，發揮「多元化、個別化及適性化」的教學精神(張素貞, 1998)，以滿足學生的個別學習需要，改善班級師生互動關係，提高教學品質。

在傳統的大班教學情境中，由於班級人數眾多，不得不採取統一的教學進度、固定的教學模式，與講述式的教學。如此不但限制學生的學習速度和範圍，更無法顧及在智力、人格、能力、家庭背景皆不同的學生。Guskey(1997)認為，每一位學生都有能力學好教材內容，只是在學習速度上有快慢之分。但教師對於教學進度的考量與教材的編排，大多以中等程度的學生為主要對象，這樣的教學方式不易顧及學生學習速度的差異，協助程度較差的學生解決學習的困難，或滿足特別優異的學生獨特的學習需求，使得這些特殊的學生缺乏積極參與學習活動的意願，逐漸失去學習的動力，成為班級中的客人。

國民教育應不僅只是要求不同背景的兒童一律接受最低年限的義務教育與相同的課程，反而應該積極規劃充實活潑的教學內容，擴展學生的學習領域，引導優秀學生進入更高層次的學習活動；對於學習成就較差的兒童，則必須實施補救教學，協助他們解決學習上遭遇的困難。

為適應學生學習差異的需求，在普通班級的教學情境下，可以採行個別化教學來協助兒童學習，實施對象涵蓋全體兒童，由教師針對每位兒童的獨特性與差異性設計個別化教育方案，在個別化教學的情境中，兒童通常是教學活動的重心，而教師則是扮演協助者(facilitator)的角色，協助兒童培養主動學習的興趣與自我實現的能力，這就是個別化教學的真諦(林寶山, 1990)。

根據 Mohan & Hull(1974)的研究，以及國內實際班級教學狀況與個別化教學需求，普通班級可以採取的個別化教學策略大致包括下列五種：

### 1. 調整學生的學習速度：

允許學生依照自己的速度(student self-pacing)去學習，面對學習速度較快或遲緩的學生，調整學習時間，以適應其需求。在大班級教學情境下，為適應學生個別差異，可以採取的方式為：

- (1) 學習能力較佳的學生允許其自我控制學習速度，可以提前進行較高層次的學習。
- (2) 學習能力遲緩有待補救的學生，另訂學習目標，放慢速度學習，增加練習機會。

(3) 中等程度學生由教師依既定的進度教學。

## 2. 提供多樣性的教材內容：

個別化教學模式重視教材的多樣化，在學生人數較多的班級裡，限於人力與物力，不易設計多樣性的教材，但仍有變通性的做法：

- (1) 由學年教師組織教學研究小組，共同研究教材，了解教學內容的深淺、層次與適合程度，將教材重新調整、組合，編寫成多樣性的個別化教學活動，以協同教學的方式進行教學。
- (2) 指導班級中學習能力與認知程度較高的學生施予層次較高的學習，或利用班級、學校圖書、網際網路等資源蒐集資料進行延伸學習。
- (3) 對程度較差或學習遲緩的學生運用簡化的教材教學，並利用彈性時間施予補救教學，或安排程度較高的學生個別指導。

## 3. 調整課程的各項要求：

普通班級的教學，有既定的課程標準教學為前提，為達成教學目標，又兼顧個別差異，根據學生個別差異的需求，分別設計不同的評量：

- (1) 對於班級裡程度較高或具有優勢能力的學生，部分作業與評量，可利用個別獨立研究或另行設計評量活動評定學習成效。
- (2) 對於班級裡有顯著學習障礙的學生，可另訂學習計劃，針對其能力設計適合程度的學習評量。
- (3) 個別化教學的評量方式要多元、適性，評量時要針對學生個別的學習目標進行評量。

## 4. 調整教師的角色：

傳統的班級教學，教師扮演著知識傳授者的角色，致使學生的學習態度變為被動、依賴。而在個別化教學情境裡，教師能夠協助學生主動學習，安排各種學習活動，促進學生主動學習達成目標。因此，為因應個別化教學的實施，教師的角色必須有所調整，以教學設計為主，扮演協助者的角色，減少權威的色彩，以溫馨、尊重、鼓勵、包容的態度，引導學生主動學習。

## 5. 規劃合適的班級環境：

在一般的班級裡要實施個別化教學，教學環境必須要有高度的相關性與支援性，才能發揮最大的效益：

- (1) 規劃教室各個角落的使用，將空間設計成學習角、圖書角、電腦角等學習區，有助於學習程度不同的學生或小組進行討論、補救教學或同儕互動。
- (2) 建立個別學生的學習檔案資料，隨時查閱學生學習的情形，分析學生的學習風格，以及做為學生相互觀摩、見賢思齊的參考。
- (3) 運用電腦、視聽器材等教學媒體來使學生自行調整速度，加深或淺化學習材料進行有效的學習。

由以上文獻探討可知，凡是以人性化為基礎的主張所實施的教學，均可視為個別化學習(黃政傑，1990：1998)。個別化並不只限定一對一的教學，學習目標、學習過程、學習結果，可視個人因素而改變，以精熟學習法為基礎發展的完

全學習，是普通班級教師可以選擇的個別化教學模式。且經由國內外相關個別化教學及精熟學習研究的個案可知，國外大部份的研究對象為中學及大學生，國內則著重在小學數學領域，本研究則以自然與生活科技中的地球科學相關題材研究為主，相信可彌補個別化教學相關領域研究之不足，提供學界做參考。

### 三、國小的地質概念教學

認識地球環境，了解地表作用，欣賞自然之美，進而維護人類與萬物賴以生存的地球，是國小自然科學與九年一貫自然與生活科技學習領域課程的重要理念。而教育部在民國 82 年頒布的國小自然科學課程標準（教育部，1993）與民國 89 年頒布的九年一貫自然與生活科技學習領域課程綱要(教育部，2000)，即根據學生的認知發展與生活經驗，有系統的將此一教學理念分階段融入，以期獲得最佳教學效果。民國八十二年頒布的教育部課程標準，有關地球環境領域的主題概念可分為土地、資源利用與環境保育兩大部分，主要教學目標是為了解地球岩石圈的組成物質及變化，資源利用與環境保育的方法與重要性。此主題概念探討項目為：

#### A. 土地：

- 地表的沙土是農作物生長的地方 二年級
- 雨水滲入沙土中形成地下水 三年級
- 水流侵蝕砂石搬運泥沙至海洋 三年級
- 地下水的成因與污染 四年級
- 搬運海洋的泥沙，沉積後可成地層 五年級
- 火山噴出的岩漿凝固後成岩石 五年級
- 地層中含有許多礦物、岩石等資源，可以利用 五年級
- 礦物具有可辨認的特性 五年級
- 認識水土保持 六年級

#### B. 資源利用與環境保育

- 環境污染的檢驗與防止 六年級
- 了解地球資源的有限並有效運用資源 六年級
- 地球是我們唯一的家，維持平衡的系統很重要 六年級

九年一貫課程自然與生活科技學習領域的課程綱要中，也列有許多與地質概念有關的課題，列舉如下：

#### A. 地球的環境

組成地球的物質(岩石、水、大氣)

- 水、空氣、土地 一、二年級
- 水、空氣、土地的性質 一、二年級
- 岩石的組成與性質 五、六年級
- 岩石圈、氣圈和水圈 七、八、九年級

#### B. 地球的歷史

化石與地層	七、八、九年級
C. 地表與地殼變動	
土壤、砂石的變化	三、四年級
地表作用	五、六年級
地貌的改變	七、八、九年級
板塊構造運動	七、八、九年級
D. 天然資源與防治	
颱風與地震及其影響	七、八、九年級
水土保持	七、八、九年級

綜合國內現行國小自然科學課程標準與九年一貫自然與生活科技學習領域課程綱要得知，現行國小自然科學教學強調「解決問題的教學方法」(毛松霖等，1996)，課程內容探討兒童生活上的經驗與問題。而九年一貫自然與生活科技學習領域課程更強調課程開放鬆綁，由下而上的課程設計，藉由課程統整，打破學科本位主義，重視鄉土教育(陳伯璋，2000)，如此的課程理念已逐漸擺脫學科本位的傳統教學。在此課程架構下，國小科學教育中有關地質概念的教學，也應循序漸進，配合學生身心能力發展，以學生生活為中心，尊重個性發展，以培養科學知能，適應現代生活需要(教育部，2000)，在學習指導上應重視：

1. 以探究及實作方式來進行學習，強調手腦並用、活動導向、設計與製作兼顧、知能與態度並重。
2. 以學習者為教學活動的主體，重視開放架構和專題本位的方法。
3. 學習應該培養國民科學與技術的精神與素養。

傳統的科學教育(包括地球科學教育)的教材內容重視學科邏輯架構及科學過程技能(process skill)(Ajeyalemi, 1993)，往往只重視科學概念與技能的學習成效，且學科之間缺乏聯繫，與生活經驗脫節，使得兒童不但未能養成主動探究的習慣，反而還不喜歡科學。因此，實際擔任教學工作的國小自然科學教師，在教學策略的採用、教學素材的選用，是否以學生的學習需求為出發點來進行教學活動設計，就成為教學成敗的關鍵。但國內學者指出，許多國小自然科學教師在實施地球科學教學時，會感到困難而需要教學協助(姜滿，1996；施惠，1994)。

基於上述個別化教學與國小自然科學地質概念發展的教學需求，教學設計宜注重：在普通班級學習情境中能常態實施，給予高成就學習者更多發揮的機會，給予低成就學習者精熟學習的機會，因此，本研究將在普通班級中，依據完全學習理論，並參酌 82 年版自然科學課程標準與九年一貫自然與生活科技學習領域課程綱要，選擇生活化的地球環境學習主題，發展具有個別化教學精神的教學方案，實施教學活動，評估學習成效，期以研究結果能做為改進國小自然科學教學的參考。

## 參、研究方法與步驟

### 一、研究對象

本計劃的研究對象選定台北市中正區某國民小學五年級的二個班級，該校採常態分班，實際有效樣本為 66 人。研究前先與該二班導師進行訪談，蒐集相關資料，針對班上學生的學習差異進行了解。參與研究的自然科學教師為科學教育研究所畢業，具有良好學科背景與豐富教學經驗，擔任本研究教學活動的設計與教學。

本研究考量研究者的能力與時間的限制，學習活動的進行方式(室內及野外實察)，及希望對個別學童有更深入的了解，故研究對象僅針對研究者任教學校內的學童，採便利樣本，因此研究結果僅供個別化教學方案參考，不宜過度推論。

## 二、 研究工具：

本研究用以蒐集資料的工具主要分為形成性評量、學習感想問卷、總結性評量等三項。所有試題經過學科專家與國小自然科學資深教師審修，力求嚴謹。

1. 形成性評量：參考九年一貫自然與生活科技學習領域課程綱要第三階段相關概念內容，並配合個別化教學活動的課程內容編製成試題，參見表一，分別在活動一、二結束後施測，試題內容參見附錄一。形成性評量的評定結果做為補救教學與充實教學進行的依據。

表一：「我們身邊的大地」形成性評量與教學活動內容雙向細目表

題號	評量內容	相對應之教學活動	評分標準
一~1	在自然界中，哪些是造成岩石崩落變成碎屑的主要原因呢？	活動一、地層的形成	8%
一~2	這些岩石碎塊、碎屑或粉末，會往地勢比較(□低 □高)的地方移動，這些泥沙碎屑主要靠什麼來搬運呢？	活動一、地層的形成	8%
一~3	當大雨來的時候，山上的石頭可能會混著泥將順著斜坡向下流動，形成可怕的土石流，有什麼方法可以降低土石流的危險呢？	活動三、大地的傷痕	8%
一~4	人往高處爬，水往低處流！最後這些碎屑都可能被搬到什麼地方堆積起來呢？	活動一、地層的形成	8%
一~5	一層層的泥沙碎屑堆積起來後，底層泥沙碎屑受到的壓力變得比較(□大 □小)，所以變得比較(□緊密 □鬆散)，就這樣慢慢變成了堅硬的岩石地層。	活動一、地層的形成	4%
一~6	小油坑是陽明山國家公園有名的景觀區，那兒有什麼特別的地質景觀呢？請你勾選出來：□噴氣孔□化石□硫磺□溫泉□海岸	活動四、拜訪身邊的大地	6%
一~7	像小油坑這樣的景觀區，陽明山國家公園裡還有好些地方，為什麼那兒會有這樣的地質景觀呢？	活動四、拜訪身邊的大地	8%
二~1	依你的觀察經驗與了解，岩石和礦物之間有	活動一、一、地層的形	10%

	什麼關係呢？	成	
二~2	根據你查詢資料的結果，請舉出兩個實例， <b>清楚</b> (不要太簡單)說明人類如何應用岩石和礦物來讓我們的生活過得更便利、舒適。	活動一、地層的形 成	10%
三~1	將三塊黏土堆疊進行擠壓實驗，你的黏土經過擠壓後會發生哪些現象呢？	活動三、大地的傷痕	10%
三~2	台灣位於板塊擠壓的地區，地質環境與你手上被擠壓過的黏土非常相似，想想看，台灣的地形環境有哪些特徵，或常發生什麼地質現象呢？	活動三、大地的傷痕	10%
三~3	九二一大地震是台灣人民至今依然記憶深刻的傷痛，大地震可能會造成什麼樣的災害呢？	活動三、大地的傷痕	10%

2. 學習感想問卷：本問卷用於瞭解學生對於整個學習活動的想法。包括十二個自陳式問句：十一個正向題、一個反向題，採無記名的方式填寫。在活動結束後由學生自己根據學習狀況作答(參見附錄二)。

3. 總結性評量：利用野外實察的機會，將整個教學活動所學的概念進行實際演練與應用的成效驗收，以了解學生對於地質概念的了解與實際應用、辨識的能力：

### 三、實施方法與資料分析

本研究選擇兒童熟悉的「地層概念」做為教學主題。教學計劃依據 82 年版課程標準，九年一貫課程綱要，並參酌完全學習理論，選擇生活化的地質學習主題發展而來，利用有趣的模擬實驗與實際的標本辨識，以及幻燈媒體的加深印象進行教學，最後利用野外實察的機會讓學習者實際體驗，並驗收學習成效，整個教學計劃如表一所示。

與單元學習活動相關的能力指標與教材細目包括：

1. 知道生活環境中的大氣、大地與水，及它們間的交互作用。(2-3-4-4)
2. 察覺運用實驗或科學的知識，可推測可能發生的事。(7-3-0-1)
3. 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。(7-3-0-2)
4. 觀察並知道岩石主要是由各種不同礦物組合而成。(110-3d)
5. 知道不同岩石可利用作為不同的用途。(110-3e)
6. 知道地表變化主要是由各風化、侵蝕和沉積等作用所造成。(210-3b)
7. 認識一些常見的化石，並知道它是古代生物的遺骸。(320-3a)
8. 認識地震。(420-3a)

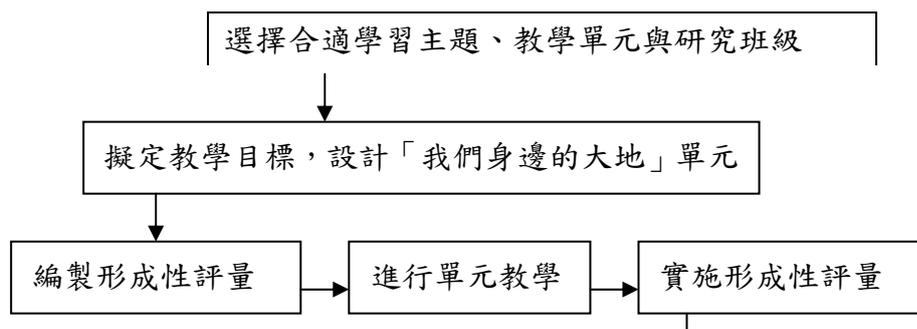
表二：「我們身邊的大地」個別化教學活動計劃表

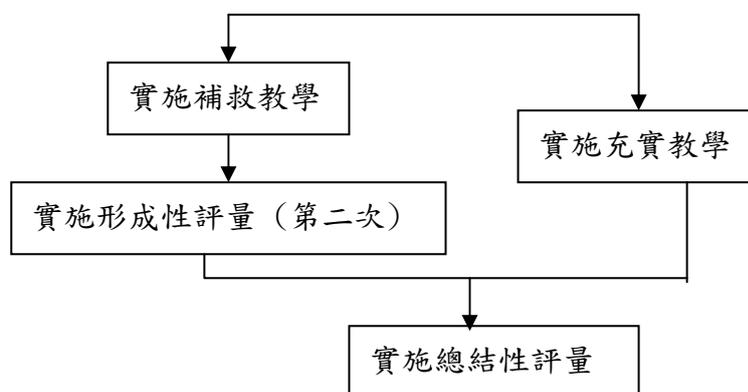
教學	活動一：	活動二：	活動三：	活動四：
----	------	------	------	------

活動	地層的形成	大地的傷痕	小小考古學家	拜訪身邊的大地
教學時間	4 節課 (160 分鐘)	4 節課 (160 分鐘)	4 節課 (160 分鐘)	4 節課 (160 分鐘)
教學目標	<p>1-1 能瞭解泥沙被搬運到海洋後會沉積成地層。</p> <p>1-2 能瞭解火山岩漿冷卻後也能形成堅硬的地層。</p> <p>1-3 能指出岩石與礦物的關係。</p> <p>1-4 能說出生活中岩石或礦物的應用實例。</p>	<p>2-1 能清楚說明擠壓黏土的實驗過程與結果。</p> <p>2-2 能根據實驗結果指出台灣地層扭曲、坡碎。</p> <p>2-3 能瞭解地震是台灣常見的地質災害。</p> <p>2-4 能瞭解做好水土保持可以降低土石流災害。</p>	<p>3-1 能瞭解化石是保存在地層中的生物遺跡。</p> <p>3-2 能瞭解清理化石的基本方法。</p>	<p>4-1 能清楚說明野外觀察的地層特徵。</p> <p>4-2 能瞭解形成地形景觀的基本原理。</p> <p>4-3 能找到地層中的化石，指出特徵。</p>
補救教學	<p>1-1 堆起沙丘澆水實驗，引導兒童觀察沙土堆積的情形，類推地層的沉積。</p> <p>1-2 利用巧克力的融化與凝固，引導兒童推想岩漿與岩石的關係。</p> <p>1-4 利用校園環境的石材與礦物材料進行教學。</p>	<p>2-1 2-2 利用相關的地景幻燈片，引導兒童根據擠壓黏土的過程與結果，推想地層扭曲的原因。</p> <p>2-4 堆起沙丘鋪上草皮澆水，引導兒童觀察泥沙被侵蝕的情形，引導兒童了解水土保持的重要。</p>	<p>3-2 請高成就學生擔任小老師，協助兒童清理化石。</p>	<p>請高成就學生擔任小老師，協助兒童進行野外實察。</p>

充實教學	1-2 利用電腦網路查詢陽明山國家公園的資料，為同學進行火山地形以及野外觀察景點的介紹。	2-3 收集資料，為同學介紹與示範，地震發生該如何避難減災。	3-1 利用石膏、黏土與貝殼等材料，製作化石模型，認識鑄模化石。 3-2 擔任分組小老師，協助同學清理化石。	擔任分組小老師，協助同學野外觀察。
評量方法	1-1 能指出泥沙被搬運到海洋可以堆積成地層。 形成性評量： 一.1~一.2，一.4~一.5 1-2 能說出陽明山國家公園的地形景觀與火山的關係 形成性評量： 一.6~一.7 1-3 能指出岩石是由礦物組成的 形成性評量：二.1 1-4 能舉出兩種生活上應用岩石、礦物的實例 形成性評量：二.2	2-1 2-2 能指出擠壓黏土的過程與結果，以及實驗與扭曲、破裂地層的關係 形成性評量： 三.1~三.2 2-3 能舉出大地震可能造成的災害 形成性評量： 三.2~三.3 2-4 能說出降低土石流危險的方法 形成性評量： 一.3	3-1 能簡單說明化石是什麼東西。 3-2 能夠簡單清理化石。	4-1 能指出野外觀察到的地層的重要特徵。 4-2 能簡單說明野外觀察到的地層可能的形成原因。 4-3 能找到地層中的化石，加以描述。

整個教學實施的流程如圖二所示：





圖二：「我們身邊的大地」個別化教學實施流程

整個教學活動的教學時間為十六節課，共 640 分鐘。內容包括：

1. 活動一【地層的形成】：

以北台灣的地形景觀的幻燈片與各種生活休閒話題出發，引起學生探究的動機，並喚起學生舊有的地質概念，了解地質環境(包括沉積地層與火山地形)與我們生活的關係，以及簡單的形成原因。接著，利用常見的石材、礦物，引導兒童認識岩石與礦物的關係，以及人類對於岩石、礦物的應用。

有關補救教學部分，則利用沙丘澆水實驗，引導兒童觀察沙土堆積的情形，類推地層的沉積。以及利用巧克力的融化與凝固，引導兒童推想岩漿與岩石的關係。在充實教學部分，則請程度較高的兒童利用電腦網路查詢陽明山國家公園的資料，為全班同學進行火山地形以及野外觀察景點的介紹。

2. 活動二【大地的傷痕】：

以台灣常見的地質災害幻燈片與時事剪報出發，引起學生探究的動機，了解台灣是容易發生地震、山崩、土石流災害的地區，以及這些自然現象造成的災害。並利用推擠黏土的模擬實驗，引導兒童推想台灣地層扭曲、破碎的原因。

補救教學部分，利用沙丘覆蓋草皮的澆水實驗，引導兒童推想降低土石流危險的方法。有關充實教學部分，則請高層次的學生為兒童收集地震避難方法的資料，為全班同學介紹與簡單示範。

3. 活動三【小小考古學家】：

利用兒童感興趣的化石引起學習動機，實際讓兒童們觀察化石，清理沉積地層中的化石，讓學生們了解化石是古代生物留在地層中的遺跡，以及學會簡單清理化石的方法。在個別化教學策略方面，則請高成就學生協助同學清理化石，引導他們辨識化石的重要特徵。

4. 活動四【拜訪身邊的大地】：

藉由帶領兒童到野柳地質公園野外實察的機會，統整兒童所學的地質概念，包括：地層特徵的觀察、地層中化石的觀察，以及地層形成原因的推理。在個別化教學策略方面，則請高成就學生擔任分組小老師，引導同學進行野外觀察。

擬定教學目標之後，即根據教學目標設計形成性評量，在活動一、二教學結束後即實施兩次形成性評量，所有的題目是依據各單元之教學目標編製，最後運用此

評量結果做為日後修正教學之參考，同時，選擇對象進行補救教學或充實教學。學生作答資料均輸入電腦，分析學生對於教學活動的適應情況與整體學習成效。

## 肆、研究結果

### 一、個別化教學的學習成效

本研究參考九年一貫自然與生活科技學習領域課程綱要第三階段相關條目，與附錄中重要教材細目的概念設計個別化教學單元「我們身邊的大地」。教學單元分為四個活動進行：

#### 1.活動一【地層的形成】與活動二【大地的傷痕】的學習成效

在活動一、活動二教學結束後，利用先前設計的形成性評量進行施測，以了解兒童的學習成效，並做為補救教學與充實教學的依據。評量結果如表三、表四所示：

表三：活動一【地層的形成】與活動二【大地的傷痕】形成性評量結果統計表

評量項目 應試人數：66	答題通過率	
	全對	答錯
能指出泥沙被搬運到海洋或較低處(如湖泊、盆地)可以堆積成地層。	59(89%)	7(11%)
能說出陽明山國家公園是火山形成的地形景觀	62(94%)	4(6%)
能指出岩石是由礦物組成的。	57(86%)	9(14%)
能舉出兩種生活上應用岩石、礦物的實例。	63(95%)	3(5%)
能指出擠壓黏土的過程與結果，以及實驗與扭曲、破裂地層的關係。	53(81%)	13(19%)
能舉出兩種大地震可能造成的災害。	65(98%)	1(2%)
能說出降低土石流危險的方法或具體作為。	61(93%)	5(7%)

表四：活動一【地層的形成】與活動二【大地的傷痕】形成性評量得分次數統計表

得分等級	50~59分	60~69分	70~79分	80~89分	90~99分	100分
次數	1	5	7	23	19	11
百分比%	2%	8%	10%	35%	28%	17%

由上表可知，約 80%的學生達到精熟學習的標準(80 分)，且各項評量項目的答題通過率均在 80%以上，顯示學生的學習成效相當理想。根據評量結果，由教師將學生分為兩大組進行個別化教學：

- (1)補救教學：形成性評量 80 分以下的學生進行補救教學，由教師(1)設計沙丘澆水、巧克力融化等模擬實驗，引導兒童推想地層的形成，(2)進行岩石標本觀察，了解岩石、礦物之間的關係，(3)利用地景幻燈片配合推擠黏土的實驗操作，引導學生了解地層扭曲的關係，(4) 在沙丘上覆蓋

草皮澆水，引導兒童推想降低土石流危險的方法。以上個別化教學實施後，即當場詢問學生學習情形，所有參與補救教學的學生均能達成學習目標。

- (2)充實教學：其他同學由評量成績 100 分的高成就學生分組帶領上網，蒐集(1)陽明山國家公園與火山地形的資料，(2)校園、居家環境的地震防災避難知能。由高成就學生擔任分享與示範工作。

### 2.活動三【小小考古學家】：

教師利用幻燈片和化石標本引起學生討論的興趣，並發給每位兒童一塊尚清理的貝類化石，由兒童們邊清理邊探究化石的奧秘。教學中即根據兒童清理化石的操作過程進行實作評量，所有兒童均能了解化石是什麼，以及能夠掌握簡單的清理化石原則。因此，個別化教學部分，即由教師引導兒童進一步認識鑄模化石，製作有趣的石膏化石模型，由活動一、二高成就的學生擔任小幫手，協助全班同學進行實驗。

### 3.活動四【拜訪身邊的大地】與總結性評量：

帶領學生到野柳地質公園進行戶外教學，並利用野外實察的機會，將整個活動所學的概念進行總結性評量，以了解學生對於地質概念的了解與實際應用、辨識的能力，並由高成就學生擔任分組的組長，協助組內的同學進行地層觀察，評量結果如表五、表六所示：

表五：總結性評量評量結果統計表

評量項目 應試人數：66	答題通過率	
	全對	答錯
能指出野外觀察到的地層與岩石、礦物的重要特徵。	52(79%)	14(21%)
能簡單說明野外觀察到的地層可能的形成原因。	56(85%)	10(15%)
能找到地層中的化石，並能描述化石的特徵。	55(84%)	11(16%)

表六：總結性評量得分次數統計表

得分等級	60~69 分	70~79 分	80~89 分	90~99 分	100 分
次數	4	8	21	18	15
百分比%	6%	12%	32%	27%	23%

由上表可知，約 80%的學生達到精熟學習的標準(80 分)，且各項評量項目的答題通過率均在 80%以上，顯示學生在野外實察部分的學習成效相當理想，能將課堂上所學應用於野外實察活動中。

## 二、學習適應的結果分析

活動結束後，對全班學生實施學習感想的問卷調查，結果如表五所示：

表七：學習感想調查結果(有效樣本：66 人)

	調查結果：人數(百分比)
--	--------------

題目	同意	沒有意見	不同意
1.我很喜歡這個單元的學習活動	58(88%)	3(5%)	5(8%)
2.這個單元的學習活動讓我覺得自己其實也很厲害	51(77%)	8(12%)	7(11%)
3.我覺得活動學習結果可以應用在日常生活中	54(82%)	6(9%)	6(9%)
4.活動中我有足夠的時間學習自己想學或還不懂的內容	49(74%)	8(12%)	9(14%)
5.整個活動中老師鼓勵我們自己去思考問題和尋找答案	53(80%)	8(12%)	5(8%)
6.我覺得這樣的學習方式可以幫助我學的更好	57(86%)	6(9%)	3(5%)
7.我覺得這個單元的學習活動好無聊	6(9%)	5(8%)	55(83%)
8.我喜歡老師讓我們實際觀察岩石、化石來上課	56(84%)	7(11%)	3(5%)
9.我喜歡老師帶我們校外教學實際觀察地層	61(92%)	3(5%)	2(3%)
10.我喜歡老師用實驗、推想的方式來上課	56(84%)	5(8%)	5(8%)
11.我喜歡老師讓我們用討論、發表等方式來上課	47(71%)	11(17%)	8(12%)
12.我覺得實際野外觀察能讓我驗證課堂上所學的知識	59(89%)	4(6%)	3(5%)
平均	54.6		

整份問卷共計十二個題目，包括十一個正向題與一個反向題，根據調查結果顯示學生的答題狀況應可作為評估學習反應的參考。整體而言同意的平均值達 54.6%，顯示學生對於整個學習活動相當滿意。

## 伍、 結論

1. 本研究以國小高年級自然與生活科技領域中的「地層」為主題進行個別化教學研究，將兒童平日較不感興趣的地質概念，結合生活休閒話題，並加入模擬實驗與野外考察等活動，將硬梆梆的地質概念設計成活潑、生動，又富有探究性的個別化學習活動。在教材編寫、教學過程中參考九年一貫自然與生活科技學習領域課程綱要，選擇適合學生認知程度的綱要條目，並考量學生的生活經驗與興趣，符合九年一貫課程的精神。
2. 本研究參考完全學習的理論與精神，設計「我們身邊的大地」個別化教學活動，提供適合所有學生程度的教學活動，讓程度較差的學生有足夠的時間精熟學習的材料，採用的補救教學策略包括：利用幻燈片媒體進行教學、設計沙丘澆水、巧克力融化、推擠層狀黏土等模擬實驗進行地層現象的類比教學、同儕教學等。
3. 在充實教學部分，本研究採用的教學策略包括：利用電腦輔助教學、擔任小老師協助指導等，學生透過小組合作上網搜尋資料，為全班學生介紹分享，擴展學習領域與視野。在實驗操作與野外實察活動中擔任分組小老師的工作，進行講解與示範，以自身學習的經驗引導其他學生學習。
4. 經由形成性評量及總結性評量結果得知，約 80%的學生達到精熟學習的標準，且各評量题目的答題通過率均在 80%以上，顯示學生學習的成效相當理想。
5. 學習之後對於所有學生進行的感想調查，結果發現學生在每一項問題的滿

意程度達 54.6%，顯示學生喜愛這樣的教學方式，認為個別化教學的學習有助於其調整學習進度，增進學習成效與自我肯定。

## 誌 謝

本研究承蒙國科會專案計畫經費補助，計畫編號 NSC 91-2511-S-133-003 特此感謝。

## 參考文獻

- 1.毛松霖和陳文典(1996)：解決問題教學法。台北縣:台灣省板橋教師研習會。
- 2.毛連塏、邵慰龍、劉緬懷、鄭錦彬、楊瑞智、陳麗華、張世慧和陳明終(1991)：精熟學習方案對國小學童數學學業成就及數學自我觀念之影響(II),台北市立師範學院學報,22,1-27。
- 3.林寶山(1990)：教學理論與方法。台北：五南圖書出版公司。
- 4.林來發(1990)：完全學習概論一文輯於完全學習實驗教學研討彙編。台北：台北市政府教育局。
- 5.施惠(1994)：國小教師在職研習探究活動之研究-月球運動的探討過程。論文發表於中華民國第十屆科學教育學術研討會 775-799。
- 6.姜滿(1996)：國小學童對地球形狀及地心引力之另有概念研究(III)。論文發表於八十五年度科學教育專題研究計劃成果討論會(pp.543-549)。台北市：行政院國科會。
- 7.教育部(1992)：國民小學個別化教學手冊。台北市：教育部。
- 8.教育部(1993)：國民小學課程標準。台北市：教育部。
- 9.教育部(2000)：國民中小學九年一貫課程暫行綱要—自然與生活科技學習領域。台北市：教育部。
- 10.郭生玉(1990)：完全學習的評量一文輯於完全學習實驗教學研討彙編。台北市：台北市政府教育局。
- 11.黃政傑(1990)：精熟學習的課程設計——文輯於完全學習實驗教學研討彙編。台北市：台北市政府教育局。
- 12.黃政傑(1998)：個別化教學法。台北市：師大書苑。
- 13.張素貞(1998)：發展小班教學精神理念與作法一文輯於教育部國教司發展小班教學精神研習計畫手冊。台北：教育部。
- 14.陳東陞(1992)：The Use of Selected Mastery Learning Techniques on Mathematics Performance in Nondisabled, Learning Disabled, and Educable Mentally Retarded Children,台北市立師範學院學報,23,559-606。
- 15.Ajeyalemi,D.A.(1993).Teacher Strategies used by Exemplary STS teachers. In R.E. Yager(Ed.),*The Science Technology Society Movement*,7,49-52, Washington, D.C.:National Science Teachers Association.
- 16.Almeida,S.P.(1974).Self-Paced Astronomy. *Science Education*,58,1,23-28.
- 17.Andrews,R.S.(1977).Customizing Geology in the Self-Instruction Mode: For Example, *Geological Oceanography Journal of Geological Education*, 25, 4,108-111.
- 18.Bloom, B. (1968). Learning for mastery. *Evaluation Comment*,1(2), 1-5.
- 19.Bloom, B.S. (1981). *All Our Children Learning*. New York: McGraw-Hill.
- 20.Callahan,C&Smith,R.M.(1990). Keller's Personalized System of Instruction in a

- Junior High Gifted Program. *Roeper Review*,13,1,39-44.
- 21.Fehlen, J. (1976). Mastery learning techniques in the traditional classroom setting. *School Science and Mathematics*, 68, 241-245.
- 22.Guskey, T. R. (1997). *Implementing Mastery Learning* (2nd ed.). Wadeswoth Publishing.
- 23.Gifford, V. D., & Vicks, J. (1982) . A Comparison of the Personalized System of Instruction and a Conventional Biology Course on the Achievement of Junior College Freshmen. *Journal of Research in Science Teaching*, 19 ( 8 ) , 659-64
- 24.Levine, D. (1985). *Improving Student Achievement Through Mastery Learning Programs*. San Francisco: Jossey-Bass.
- 25.Mohan, M. and Hull, R. E. (eds).(1974). *Individualized Instruction and Learning*. Chicago: Nelson-Hall Company.
- 26.Schwartz,P. L.(1980). A Controlled Trial of Teaching Clinical Biochemistry by the Keller Plan. *Journal of Medical Education*,55,12,1013-1020.
- 27.Zeilik,M.II.(1974).A PSI Astronomy Course. *American Journal of Physics*, 42,12,1095-1100.

(附錄一) 國小五年級自然科學「我們身邊的大地」形成性評量

年 班 姓名： 座號：

一、 認識身邊的地層：

1. 在自然界中，哪些是造成岩石崩落變成碎屑的主要原因呢？(請你寫出三項，用手剝的不算！)
2. 這些岩石碎塊、碎屑或粉末，會往地勢比較(低 高)的地方移動，這些泥沙碎屑主要靠什麼來搬運呢？(請你寫出兩項，用手搬的不算！)
3. 當大雨來的時候，山上的石頭可能會混著泥將順著斜坡向下流動，形成可怕的土石流，有什麼方法可以降低土石流的危險呢？
4. 人往高處爬，水往低處流！最後這些碎屑都可能被搬到什麼地方堆積起來呢？
5. 一層層的泥沙碎屑堆積起來後，底層泥沙碎屑受到的壓力變得比較(大 小)，所以變得比較(緊密 鬆散)，就這樣慢慢變成了堅硬的岩石地層。
6. 小油坑是陽明山國家公園有名的景觀區，那兒有什麼特別的地質景觀呢？請你勾選出來：  
噴氣孔 化石 硫磺 溫泉 海岸
7. 像小油坑這樣的景觀區，陽明山國家公園裡還有好些地方，為什麼那兒會有這樣的地質景觀呢？

## 二、 認識岩石和礦物

1. 依你的觀察經驗與了解，岩石和礦物之間有什麼關係呢？請做個說明：
2. 根據你查詢資料的結果，請舉出兩個實例，**清楚**(不要太簡單)說明人類如何應用岩石和礦物來讓我們的生活過得更便利、舒適。

## 三、 大地的傷痕

1. 將三塊黏土堆疊進行擠壓實驗，你的黏土經過擠壓後會發生哪些現象呢？(請寫出三項觀察發現)
2. 承上題，台灣位於板塊擠壓的地區，地質環境與你手上被擠壓過的黏土非常相似，想想看，台灣的地形環境有哪些特徵，或常發生什麼地質現象呢？(請舉出兩項特徵)
3. 九二一大地震是台灣人民至今依然記憶深刻的傷痛，大地震可能會造成什麼樣的災害呢？

(附錄二) 國小三年級自然科學「流水的作用」學習感想調查表

小朋友們！經過了「我們身邊的大地」這個單元的學習活動之後，你有沒有什麼心得或感想呢？請你閱讀每個題目的敘述，在句子最後的選項中勾選自己的答案，謝謝！

	同意	沒有意見	不同意
1.我很喜歡這個單元的學習活動	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.這個單元的學習活動讓我覺得自己其實也很厲害	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.我覺得活動學習結果可以應用在日常生活中	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.活動中我有足夠的時間學習自己想學或還不懂的內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.整個活動中老師鼓勵我們自己去思考問題和尋找答案	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.我覺得這樣的學習方式可以幫助我學的更好	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.我覺得這個單元的學習活動好無聊	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.我喜歡老師讓我們實際觀察岩石、化石來上課	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.我喜歡老師帶我們校外教學實際觀察地層	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.我喜歡老師用實驗、推想的方式來上課	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.我喜歡老師讓我們用討論、發表等方式來上課	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.我覺得實際野外觀察能讓我驗證課堂上所學的知識	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# **A Study of Individualized Education Instruction Program on Geological Concept —“Stratum Concept”**

**Ming-Yang Hsu<sup>1</sup> Yu-Hsuan Wang<sup>2</sup> Tien-Sue Liang<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Department of Science Education, Taipei Municipal Teachers College

<sup>2</sup>Taipei Municipal Mandarin Experiment Primary School

<sup>3</sup>Taipei Municipal Shih-Pai Primary School

## **Abstract**

Earth science is the science of life closely related to our daily lives. As Taiwan has been experiencing geological disaster with greater damage in recent years, to educate school children the knowledge of our geological environment helps to enhance the publics' consciousness of environment conservation. Talented or retarded students are usually being disregarded inside an over-sized classroom, therefore, this study plans to take elementary school kids as research target focusing on the individual difference in receiving geological conception. By analyzing the concept of geology in current primary science curriculum and the realm of 9-year integrated curriculum, and taking references of the theory of individualized instruction, the daily life experience of each school kid is considered as one of the elements in developing the individualized educational program. In this study, “stratum” was chosen to develop individualized educational program for experimental teaching and took 5<sup>rd</sup> graders as the main target, providing with them supplementary equipments, peer teaching and computer software to minimized the learning difference and received a positive achievement. The result of this research can be applied to individualized and small class teaching, as well as to fit the needs of 9-year integrated curriculum of primary school to provide teaching activities with flexibility.

Keyword : conceptual development, individualized educational program, geological conception