

第三章 研究方法

本章研究方法共分五部分，分別為「研究對象」、「研究工具」、「教學設計」、「研究流程」及「資料處理」，茲分述如下：

第一節 研究對象

本研究的對象為研究者所任教的中部某國立高中一年級四個班共156名學生，都是由研究者所任教地球科學課的學生。全部的學生中，男生有74名，女生有82名，學生的平均年齡為16歲。

參與研究的教師(即研究者)，具有十五年的教學經驗，並曾經於國立彰化師範大學科學教育研究所四十學分班進修，熟悉一般學科教學法知識 (general pedagogical knowledge) 與學科教學知識 (pedagogical content knowledge)，也曾參與國科會專案計畫與九年一貫國中自然與生活科技教科書的編輯工作，所以具有豐富的學科知識 (subject matter knowledge)，充分瞭解地球科學的教材內容。

本研究以班級為單位依隨機分派的方式，將四個班分成兩組—實驗組與控制組。實驗組兩個班共78名學生（男生有38名，女生有40名），進行符合多數學生對學習環境偏好 (Aligned with most students' Learning Environment Preferences, ALEP) 的教學，也就是融合學生中心與教師中心的教學；控制組也是兩個班共78名學生(男生有36名，女生有42名)，進行不符合多數學生對學習環境偏好 (Not Aligned with most students' Learning Environment Preferences, NALEP) 的教學，也就是以教師為中心的教學。有關研究對象之教學分組與班級人數統計，如表 3.1.1。

表3.1.1 研究對象之教學分組與班級人數統計

組別	班別	男生	女生	班級人數
實驗組	A 班	15	23	38
	B 班	23	17	40
控制組	A 班	19	19	38
	B 班	17	23	40
總計		74	82	156

第二節 研究工具

為了解學生對「地球科學教室學習環境」的偏好與感受，以及學生在接受不同學習環境教學後的學習成效，本研究所使用的研究工具包括兩部分，第一部分為測驗工具，含「地球科學教室學習環境問卷(Earth Science Classroom Learning Environment Instrument, ESCLEI)」與「地球科學學習成效量表(Earth Science Learning Outcomes Inventory, ESLOI)」，其內容分別如附錄一、附錄二；第二部分為教學工具，即為了營造實驗組的學習環境為符合多數學生的偏好，也就是兼具學生中心與教師中心的學習環境，由研究者配合課文內容而另行設計小組學習單，如附錄三。茲分別依「地球科學教室學習環境問卷」、「地球科學學習成效量表」及「小組學習單」說明如下：

一、地球科學教室學習環境問卷

地球科學教室學習環境問卷(ESCLEI)為本研究用於收集量化資料的工具之一。ESCLEI為李旻憲與張俊彥(2004)所發展出來的量表，研究者希望利用ESCLEI量表來瞭解學生在實驗教學前與實驗教學後，對「地球科學教室學習環境」的偏好與感受，包括學生心目中理想(preferred)的教室學習環境與實際經歷(actual)的教室學習環境。此量表採「李克特五分量表」(Likert-type)的形式編製，包含教學方法(methods)、教材內容(content)及教學評量(evaluation)三個構念。並將理想版(Preferred, P)與實際經歷版(Actual, A)兩種量表置於同一份問卷中，其目的主要是讓學生在填答時能細心區別出兩情境的差異，避免學生在同時填答時產生混淆。另外，也將學生中心(Student-centred, S)及教師中心(Teacher-centred, T)兩個分量表置於問卷中，因此，ESCLEI量表共包含四個分量表，分別為理想版學生中心分量表(PS)、理想版老師中心分量表(PT)、實際版學生中心分量表(AS)、實際版老師中心分量表(AT)，每個分量表各有15項敘述題(items)，共計有60個題目。受試學生可以針對每一個敘述題中「非常經常」、「經常」、「有時」、「很少」、「從來沒有」等五種意見，選擇其中一項意見作答。有關ESCLEI量表的各分量題意說明如表3.2.1，ESCLEI各分量之構念如表3.2.2。

以下的例題中所敘述的題意是屬於學生中心 (S) 且包含教室學習環境中之教學方法與教學內容，其中，奇數題為理想版的情境，而偶數題為實際經歷版的情境。

例題：

● 我能參與訂定一學期中某些課程的教學活動

1. 理想中、心目中希望的情形是.....
2. 實際經歷的情形是.....

學生對問卷的填答是採劃卡方式，有理想版教師中心(PT)、理想版學生中心(PS)、實際經歷版教師中心(AT)及實際經歷版學生中心(AS)分量之得分，因此有四個分數。填答結果，除進行統計分析外，另以 EXCEL 作圖表方式呈現。

表 3.2.1 地球科學教室學習環境之問卷設計

分量 (Scale Name)	題 數	分量題意說明 (Description)	題號 (items)
P	S	15 上地球科學課時，學生心目中的教室學習環境特質是以學生為中心的學習環境，強調學生自主、主動建構。	1,3,5,19,21,23,25, 27,29,33,43,47,49, 51,53
	T	15 上地球科學課時，學生心目中的教室學習環境特質是以老師為中心的學習環境，強調教師主導、傳統式的教學。	7,9,11,13,15,17,31, 35,37,39,41,45,55, 57,59
A	S	15 上地球科學課時，學生實際經歷的教室學習環境特質是以學生為中心的學習環境，強調學生自主、主動建構。	2,4,6,20,22,24,26, 28,30,34,44,48,50, 52,54
	T	15 上地球科學課時，學生實際經歷的教室學習環境特質是以老師為中心的學習環境，強調教師主導、傳統式的教學。	8,10,12,14,16,18,32, 36,38,40,42,46,56, 58,60

P:理想(preferred), A:實際(actual), S:學生中心(student-centered), T:老師中心(teacher-centered)。

資料來源：李旻憲與張俊彥 (2004)：地球科學教室學習環境問卷之研發與初探。科學教育學刊, 12(4), 421-443。

表 3.2.2 地球科學教室學習環境各分量之構念

題號		學生中心			教師中心			題號		學生中心			教師中心		
理 想 版	實 際 版	教 學 方 法	教 學 內 容	教 學 評 量	教 學 方 法	教 學 內 容	教 學 評 量	理 想 版	實 際 版	教 學 方 法	教 學 內 容	教 學 評 量	教 學 方 法	教 學 內 容	教 學 評 量
3	4	★	☆					33	34	☆		★			
5	6	★						35	36				★		
7	8					☆	★	37	38				★		
9	10				☆	★		39	40					★	
11	12				☆	★		41	42				★	☆	
13	14				☆	★		43	44	★					
15	16				★	☆		45	46				☆		★
17	18				★			47	48	★					
19	20		☆	★				49	50	★					
21	22	☆	★					51	52	☆		★			
23	24	☆	★					53	54	☆		★			
25	26	★						55	56				★		
27	28		★					57	58				☆		★
29	30		★	☆				59	60				☆		★

★：該題主要構念 ☆：該題次要構念。 資料來源：譯自 Min-Hsien Lee (2004) Exploring the Tenth Grade Earth Science Classroom Learning Environment in the Secondary School. Taipei, Taiwan : unpublished master's thesis of Department of Earth Sciences, National Taiwan Normal University.

ESCLEI 量表以統計方法分析其內部一致信度值，不論是前測或後測 Cronbach's α 信度值均達 .90 以上，因此，本問卷具有一定之信度。進一步將本研究的 ESCLEI 前測與後測各向度之 Cronbach's α 信度值與 Lee (2004) 之研究作比較，結果如表 3.2.3。

表 3.2.3 地球科學教室學習環境各向度之信度值

分量	題數	Cronbach's α 信度值					
		本研究 前測/後測	Lee (2004) 前測/後測	本研究 前測/後測	Lee (2004) 前測/後測	本研究 前測/後測	Lee (2004) 前測/後測
P	S 15	.85/.90	.87/.89	.87/.91	.90/.92	.90/.92	.92/.93
	T 15	.79/.85	.83/.86				
A	S 15	.77/.89	.81/.85	.79/.83	.85/.86		
	T 15	.72/.76	.78/.83				

P: 理想(preferred), A: 實際(actual), S: 學生中心(student-centered), T: 老師中心(teacher-centered)。
本研究之研究樣本 $n=156$, Lee (2004) 之研究樣本 $n=1234$ 。

二、地球科學學習成效量表

為了檢視學生在實驗教學 (experimental teaching) 前後的學習成效 (learning outcomes), 本研究以地球科學學習成效量表 (Earth Science Learning Outcomes Inventory, ESLOI) 對研究對象施以前測與後測, 並根據施測結果加以分析比較。地球科學學習成效量表 (ESLOI) 共有 60 個題目, 包含兩部分, 第一部分是地球科學態度量表 (Attitudes Toward the Earth Science Inventory, ATESI) 30 題, 第二部分是地球科學成就測驗 (Earth Science Achievement Test, ESAT) 30 題, 分別說明如下:

(一) 地球科學態度量表

地球科學態度量表 (ATESI) 是由 Chang, C. Y. 與 Mao, S. L. (1999) 所發展出來的。ATESI 共有 30 個題目, 此量表是採「李克特五分量表」的形式編製, 受試學生可以針對每一個敘述題中「很不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」、「非常同意」等五種意見, 選擇其中一項意見作答。ATESI 共包含三個構念, 分別是對地球科學所持的態度 (attitudes toward the earth science subject)、對學習地球科學所持的態度 (attitudes toward learning of earth science) 及對參與地球科學討論活動所持的態度 (attitudes toward involvement in earth science activities)。

本量表在先前的研究中，經分析後 Cronbach's α 信度值達.90(Chang & Mao, 1999)，而本研究中前測/後測結果則分別達.92/.93，因此，具有很高的信度。而各分量上的信度值，如表 3.2.4，依「對地球科學所持的態度」、「對學習地球科學所持的態度」及「對參與地球科學討論活動所持的態度」來看，本研究前測與後測結果也都有接近 Cronbach's α 值.80 以上的信度。

表 3.2.4 ATESI 各向度前測與後測之信度值

向度	內容說明	Cronbach's α	
		(n=156)	
		前測	後測
對地球科學所持有的態度(10題)	了解學生對於地球科學課程、相關地球科學知識及議題所抱持的態度與觀感。	.80	.81
對學習地球科學所持的態度(10題)	了解學生在課堂上學習或日常生活接觸地球科學知識時，所抱持的態度與觀感。	.86	.84
對參與地球科學討論活動所持的態度(10題)	了解學生在課堂上或日常主動參與討論地球科學所抱持的態度與觀感。	.78	.81
整體(30題)		.92	.93

(二) 地球科學成就測驗

地球科學成就測驗(ESAT) 主要是用於檢視兩組學生在實驗教學後的地球科學學習成就，ESAT 共 30 個選擇題，皆為單選題，題目來源為大學入學考試中心 (College Entrance Examination Center, CEEC) 所研發的學科能力測驗之地球科學考題，從 2000 至 2004 年的題目中，選出內容符合本實驗教學教材範圍的題目。因為考題是由 CEEC 所研發，因此具有一定之效度。

ESAT 的題目是由地球科學專家學者與中等學校地球科學教師一起挑選，針對課文內容與題目之間作相互比對，並檢視是否都含蓋了教材內容中的重要概念後加以增刪或修正，因此，具有一定的內容效度。其進行方式，首先確定各教學單元之重要概念，如表 3.2.5。而 30 個題目所含蓋地球科學教科書中第五章至第七章教材內容中的重要概念以雙向細目表來分析，第五章地層與地球歷史之雙向細目表，如表 3.2.6；第六章海洋與大氣的成分與垂直結構之雙向細目表，如表 3.2.7；第七章海洋之雙向細目表，如表 3.2.8。而在信度方面，以 KR-20 計算後，結果為 .65。

表 3.2.5 各教學單元之內容與重要概念

教學單元	小單元	重要概念
第五章 地層與地球歷史	5-1 沉積岩是什麼？ 5-2 地層的層序 5-3 地質時間表	沉積物、沉積岩、沉積構造、地層層序、化石、地質時間
第六章 海洋與大氣的成分與垂直結構	6-1 海洋與大氣間的水循環 6-2 海水包含哪些成分？ 6-3 大氣包含哪些成分？ 6-4 海水的垂直結構 6-5 大氣的垂直結構	水循環、海水的成分、大氣的成分、海水的垂直結構、大氣的垂直結構
第七章 海洋	7-1 海水是如何運動的？ 7-2 海洋的觀測是如何進行的？ 7-3 台灣附近的海底地形	波浪、潮汐、洋流、海洋觀測、台灣附近海底地形

表 3.2.6 第五章地層與地球歷史之雙向細目表

內容 題號	沉積物	沉積岩	沉積構造	地層層序	化石	地質時間
1	✓					
2	✓					
3		✓				
4			✓			
5		✓	✓			
6				✓	✓	
7				✓	✓	✓
8				✓		
9					✓	✓
10				✓		✓
合計	2	2	2	4	3	3

表 3.2.7 第六章海洋與大氣的成分與垂直結構之雙向細目表

內容 題號	水循環	海水的 成分	大氣的 成分	海水的 垂直結構	大氣的 垂直結構
11	✓				
12	✓				
13		✓			
14		✓			
15			✓		
16			✓		
17			✓		
18				✓	
19				✓	
20					✓
21					✓
合計	2	2	3	2	2

表 3.2.8 第七章海洋之雙向細目表

內容 題號	波浪	潮汐	洋流	海洋觀測	台灣附近 海底地形
22	✓				
23		✓			
24		✓			
25			✓		
26			✓		
27				✓	
28				✓	
29					✓
30					✓
合計	1	2	2	2	2

三、小組學習單

吳清男(1995)指出，學習單是開放教育教學中，教師為引導學生進行有意義的學習所規劃或共同設計的一種活潑多元富有創意的學習活動單。而鄧運林(1998)也指出，學習單是依據教學目標所設計的以學習者為本位的自主學習活動。由此可知，學習單為教師在教學活動時，所設計的一種以學生為中心並且具有統整概念的一種活動設計單，是具有教學活動架構的功能，也有評量價值的設計單。

學習單是教學者依據教學計畫所列出的一種學習任務，因此，研究者設計的小組學習單主要考量小組學生可共同完成的學習內容，以提問問題的方式，要求學生透過討論並回答問題。完整的學習單內容如附錄三，設計的內容示例如下：

* 「圖片及影片欣賞」後討論問題

- 一、 沉積岩層有什麼特徵？
- 二、 影片中提到了哪兩種沉積岩？

* 「影片欣賞」後討論問題

- 一、 沉積岩是如何形成的？
- 二、 沉積岩在尚未形成以前，可能是什麼？

由於本研究中營造實驗組的學習環境是「融合學生中心與教師中心」，所以，除了教師講述教材內容外，為了提供能以學習者為本位的自主學習活動，也就是以學生為中心的學習環境，讓學生可以進行小組討論，由研究者根據課文內容，另外再設計小組學習單，作為本研究之教學工具，於實驗組教學時使用。而控制組的教學因為是營造「以教師為中心」的學習環境，因此，並不提供小組學習單。

第三節 研究設計

本研究採用不等控制組的準實驗研究設計(nonequivalent control group quasiexperimental design)。以隨機分派(random assignment)的方式分成實驗組(experimental group)與控制組(control group)各兩個班進行實驗教學，研究設計如表 3.3.1。實驗組學生(78 名)接受 ALEP 教學，即學習環境是融合學生中心與教師中心；而控制組學生(78 名)則是接受 NALEP 教學，即學習環境是以教師為中心。在實驗教學前，兩組學生先施以「地球科學教室學習環境問卷(ESCLEI)」和「地球科學學習成效評量(ESLOI)」前測；接著兩組分別進行「第五章 地層與地球歷史」、「第六章 海洋與大氣的成分與垂直結構」及「第七章 海洋」三個單元共 3 週(6 節課)的教學。實驗教學後，兩組學生再施以 ESCLEI 與 ESLOI 後測，並針對實驗組學生收集課程回饋之書面心得資料。

表 3.3.1 本研究之準實驗研究設計

組別	前測	實驗處理	後測
實驗組	ESCLEI ESLOI	ALEP 教學	ESCLEI ESLOI
控制組	ESCLEI ESLOI	NALEP 教學	ESCLEI ESLOI

關於教學設計過程，目前有許多不同類型的理論模式。但是，各種理論模式都包括以下四個最基本的要素，包括「分析教學對象」、「制定教學目標」、「選用教學方法」及「開展教學評價」。而教學設計過程模式通常包含「學習需要分析」、「教學內容分析」、「教學對象分析」、「學習目標編寫」、「教學策略設計」、「教學媒體選擇」、「教學媒體設計」及「教學評量」等流程（李小融，2003），如圖 3.3.1：

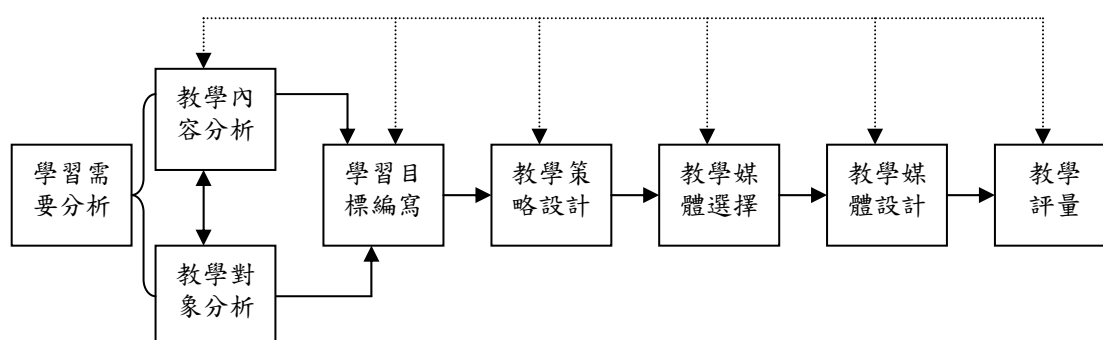


圖 3.3.1 教學設計過程模式(修改自李小融，2003)

本研究所進行的教學方式，不論是實驗組或是控制組，都是由教師依教學計畫之教材內容，以電腦 Power Point 方式編製，將教材中之重要概念，配合相關圖片及影片融合於電腦輔助學習教材中。而教學進行主要以簡報式教學(Power Point)為主，利用電腦配合單槍投影機的播放方式，將教材內容呈現於學生面前。有關本實驗教學之控制變項、自變項及依變項等相關變項，如表 3.3.2。

表 3.3.2 本研究實驗教學之相關變項

控制變項	<p>一、教材內容：高中基礎地球科學第五章、第六章及第七章。</p> <p>二、教學時數：3 週共 6 節課。</p> <p>三、教學者：實驗組與控制組都是由同一位教師進行教學。</p> <p>四、教學對象：皆為高一學生，常態編班，男女合班。</p> <p>五、學生能力：對實驗組與控制組的地球科學態度量表前測和地球科學成就測驗前測進行 ANOVA 分析，結果均未達統計上顯著差異，表示實驗教學前，兩組學生的學科態度與學習成就並無明顯不同。</p> <p>六、教室環境：在相同的教室，座位安排都是以小組為方式。</p>
自變項	<p>一、實驗組：進行 ALEP 教學（融合學生中心與教師中心）。</p> <p>二、控制組：進行 NALEP 教學（教師中心）。</p>
依變項	<p>一、學生的地球科學學習成效，同時包含學科態度與學習成就兩個向量。</p> <p>二、學生的地球科學學習成就。</p> <p>三、學生的地球科學學科態度，包含三個構念：</p> <p>（一）對地球科學所持的態度。</p> <p>（二）對學習地球科學所持的態度。</p> <p>（三）對參與地球科學討論活動所持的態度。</p>

實驗組學生接受 ALEP 教學，也就是「融合學生中心與教師中心」的學習環境，教學過程中，由教師適時講述教材內容，並注意教學時間的控制，但亦重視學生自主學習，提供小組學習單，以問題解決方式，讓學生透過小組互相討論與腦力激盪，進行合作學習，並請學生將小組討論的結果對全班同學發表與分享，之後，教師也針對各組所提出的報告內容加以整合說明。

控制組學生接受 NALEP 教學，也就是以「教師為中心」的學習環境，教學過程中，主要由教師講述教材內容，要求學生專心聽講，並重視教學時間的控制，強調有效率的傳輸知識，掌控教學活動。

綜合上述，參考李小融（2003）之教學設計過程模式，整理出「實驗組」與「控制組」接受不同學習環境之教學設計，如表 3.3.3。

表 3.3.3 實驗組與控制組之教學設計分析比較

項目	實驗組	控制組
學習需要分析	依據教育部 1995 年所公布之「高級中學課程標準－基礎地球科學課程標準」實施教學。	
教學內容分析	高一基礎地球科學（王執明主編，2003）第五章地層與地球歷史、第六章海洋與大氣的成分與垂直結構及第七章海洋三個單元。	
教學對象分析	高一學生 2 班共 78 人，常態編班，男女合班，其中男生有 38 名，女生有 40 名。	高一學生 2 班共 78 人，常態編班，男女合班，其中男生有 36 名，女生有 42 名。
學習目標編寫	<p>第五章地層與地球歷史之學習目標</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能說出沉積物的來源與成因 2. 能說出沉積岩的生成過程，並將常見的沉積岩分類 3. 能了解沉積構造與地層層序，並能判斷正常層序或倒轉層序 4. 能說出什麼是化石，並利用化石判斷地層層序 5. 能說出地質時間的意義及地質年代的單位 <p>第六章海洋與大氣的成分與垂直結構之學習目標</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能說出海洋與大氣間的水循環 2. 能說出海水的成分與大氣的成分 3. 能說出海水的垂直結構與大氣的垂直結構 4. 能了解大氣成分對天氣的影響 5. 能了解海洋與大氣間的交互作用 <p>第七章海洋之學習目標</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能說出海水運動的形式與成因 2. 能舉例說明海水運動與我們生活的關係 3. 能舉例說明觀測海水溫度、鹽度、深度的方法 4. 能說出觀測洋流的方法 5. 能說出台灣附近的海底地形 	
教學策略設計	<ol style="list-style-type: none"> 1. ALEP 教學，融合學生中心與教師中心的學習環境 2. 部分由教師講述教材內容。 3. 重視學生自主學習。 4. 對教學時間採彈性控制。 5. 配合小組學習單以及簡報(Power Point)的方式進行教學，以問題解決方式，透過小組互相討論與腦力激盪，進行合作學習。 6. 將小組討論的結果對全班同學發表與分享，教師針對各組所提出的報告內容加以整合說明。 7. 學生可對評量方式提供意見。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. NALEP 教學，以教師為中心的學習環境 2. 全部由教師講述教材內容。 3. 要求學生專心聽講。 4. 嚴謹控制教學時間。 5. 沒有小組學習單，只以簡報(Power Point)的方式進行教學，希望達成有效率的知識傳輸，掌控教學活動。 6. 由教師進行講述式教學，過程中偶而對全班同學提問問題，並請個別的同學回答相關問題。 7. 由教師決定評量方式。
教學媒體選擇	<ol style="list-style-type: none"> 1. 小組學習單 2. 筆記型電腦 3. 單槍投影機 4. Microsoft Office Power Point 軟體 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 筆記型電腦 2. 單槍投影機 3. Microsoft Office Power Point 軟體
教學媒體設計	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由教師依教學計畫之教材內容，以 Power Point 電腦呈現方式，將教材中之重要概念，配合相關圖片及影片融合在電腦輔助學習教材中。 2. 教學進行主要以簡報式教學(Power Point)為主，以電腦配合單槍投影機的播放方式，呈現教材內容。 	
教學評量	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以「地球科學學習成就測驗」評量學生的學習成就 2. 以「地球科學態度量表」了解學生的學科態度 	

第四節 研究流程

本研究流程分「準備」、「正式施測與教學」及「結果分析」三個階段，如圖 3.4.1，茲分述如下：

一、 準備階段

研究者根據多年的教學經驗，認為教師的教學方法、教學評量方式、提供教材內容的優劣，亦即教師所營造學習環境的良窳，將直接影響學生的受教品質，並且與學生在科學上的學習成效有密切相關。於是，更進一步瀏覽與科學教育有關之文獻，並分析過去與學生科學學習成效有關之研究，特別是在地球科學學習成效方面，結果發現，過去的研究，主要都是從教學策略，如合作學習、探究式教學法、講述式教學法、網路課程、情境式網路輔助學習、問題解決之電腦輔助教學、創造思考問題解決及網路的合作學習等方面，來探討學生科學的學習成效（蔡松輝，2004；董家莒、張俊彥、蕭建華、戴明國，2001；廖桂菁，2001；張俊彥、程上修 2000；吳慧珍，2000；毛松霖、張俊彥 1999；王如玉 1999；張菊秀，1996）。雖然，教學策略是學習環境中的重要一環，但是，在實際的教學過程中，要有好的教學品質往往是需要多種教學策略的相互運用，而並非只是使用單一教學策略即可。因此，研究者從教室學習環境的角度來思考其對學生學習成效的影響。

初步決定研究方向後，再與指導教授討論確定研究主題，為「初探不同學習環境對高一學生地球科學學習成效之影響」。由於研究的面向有「學習環境」與「學習成效」，因此，本研究所選定的研究工具為「地球科學教室學習環境」與「地球科學學習成效量表」。選定研究工具後，接著選擇實驗教學的教材單元與內容，並編製教學時所使用教材內容以及為營造以學生為中心的小組學習單，因配合學校的教學進度，因而選定進行教學的教材單元內容為第二次段考的範圍，即「第五章 地層與地球歷史」、「第六章 海洋與大氣的成分與垂直結構」及「第七章 海洋」三個單元。最後，決定研究對象為研究者所任教的彰化縣某國立高中一年級四個班共 156 名學生，都是研究者所任教地球科學課的學生。而實驗教學時間則為第一次段考後至第二次段考期間進行共 3 週(6 節課)的教學。

二、 正式施測與教學階段

在本階段初期，首先針對所有參與研究的學生進行「地球科學教室學習環境問卷」與「地球科學學習成效量表」前測，之後，分成實驗組與控制組各兩個班進行實驗教學，實驗組學生接受 ALEP 教學，即營造融合學生中心與教師中心的學習環境；控制組學生接受 NALEP 教學，即營造以教師為中心的學習環境。

進行 3 週的實驗教學後，再次對所有參與研究的學生進行「地球科學教室學習環境問卷」與「地球科學學習成效量表」後測，另外，也收集實驗組學生的課程回饋等資料。

三、 結果分析階段

研究者根據正式施測與教學期間所收集的相關資料，包括地球科學教室學習環境問卷和地球科學學習成效量表的前測與後測，以及學生的課程回饋等資料進行分析。分析時所使用的軟體包括 SPSS 11.5 (Statistical Package for Social Sciences version 11.5)和 EXCEL 2003 (Microsoft Office Excel 2003)，質的分析方面則以三角校正的方式，進行交叉分析。之後，進行論文撰寫的工作。

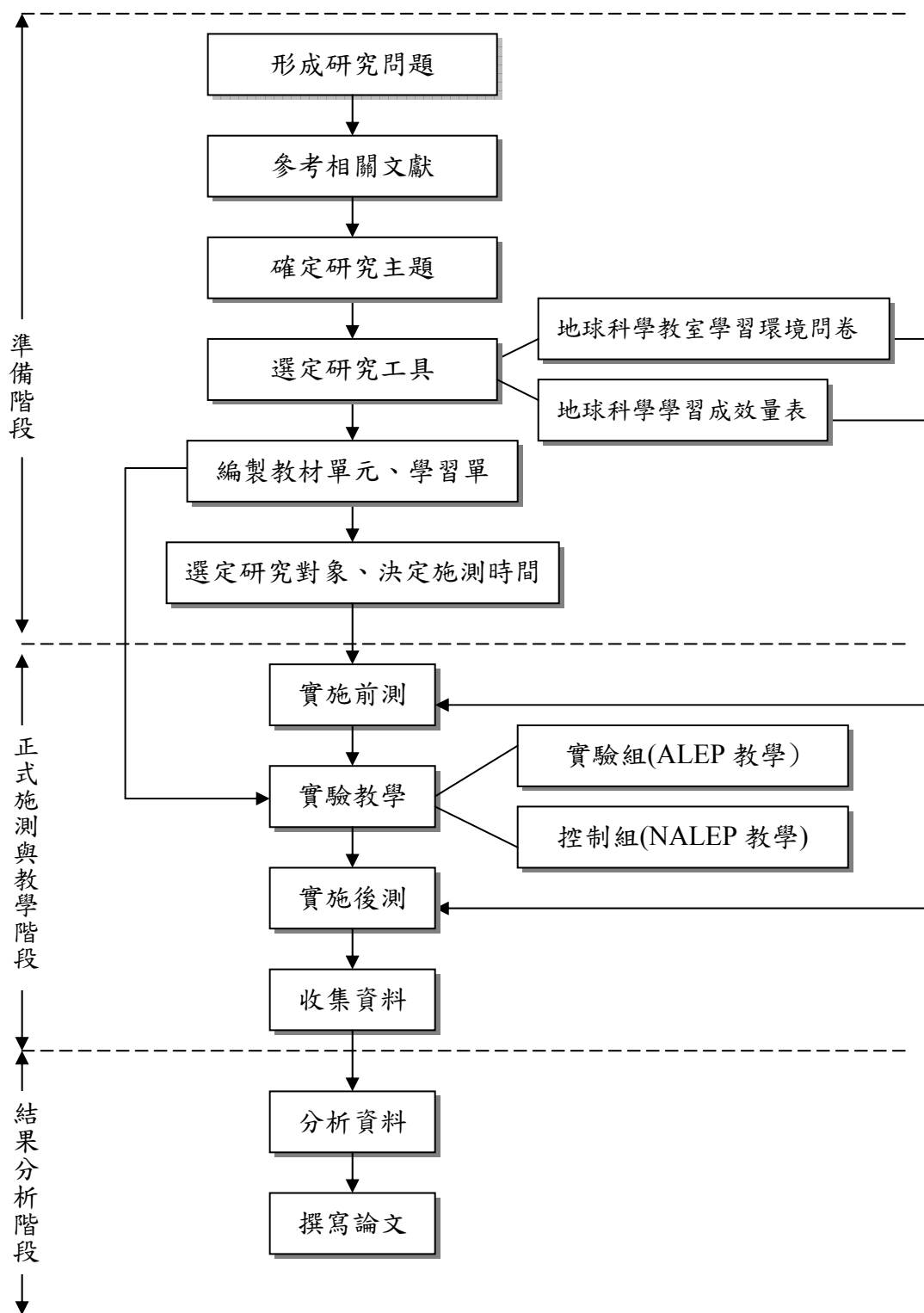


圖 3.4.1 研究流程圖

第五節 資料處理

本研究收集的資料包括ESCLEI的前測與後測、ESLOI的前測與後測以及實驗組學生對實驗教學的課程回饋。在量的分析方面，以SPSS 11.5 (Statistical Package for Social Sciences version 11.5)進行分析，統計方法包括描述統計、變異數分析(ANOVA)、共變數分析(ANCOVA)與多變項共變數分析 (MANCOVA)。在質的分析方面則以編碼的方式，以三角校正的方式進行探討並與量化資料作交叉分析。

一、量的分析

(一) 描述統計

描述統計 (descriptive statistics) 是指說明及顯示樣本或母群資料之意義與特徵的統計方法。在描述統計裡，通常都使用次數分配、集中量數、變異量數及相關量數來呈現資料的性質 (周文欽, 2004)。本研究的描述統計是根據學生在ESCLEI 及 ESLOI 的前測與後測作答結果，計算出各分量的平均值與標準差後，以表格方式來呈現資料的內容；另外，用 EXCEL 軟體中的圖表功能呈現學生在ESCLEI 各分量的分布情形。

「ESCLEI 分量平均分數散布圖」是以學生中心分量表平均分數為橫座標、教師中心分量表平均分數為縱座標，將學生作答結果點入圖中，而理想版與實際經歷版則分別呈現。例如，某學生在理想版學生中心(PS)平均分數為 3.26、理想版教師中心(PT)平均分數為 3.48，則其在「ESCLEI 分量平均分數散布圖」上之座標位置為 (3.26, 3.48)，即落在第一象限中。

「ESCLEI 分量平均分數散布圖」中，第一象限代表其教室學習環境的特質是同時存在學生中心與教師中心，在圖中以 ST (Student-centred and Teacher-centred) 表示；第二象限代表其教室學習環境的特質是以教師中心為主，在圖中以 T (Teacher-centred) 表示；第三象限代表其教室學習環境的特質同時不存在學生中心與教師中心，在圖中以 NST (Non Student-centred or Teacher-centred) 表示；第四象限代表其教室學習環境的特質是以學生中心為主，在圖中以 S (Student-centred) 表示。

「ESCLEI 分量平均分數散布圓形圖」是依據「ESCLEI 分量平均分數散布圖」中，去除落在座標軸上之樣本，計算不同象限中樣本數所占的百分比，製成圓形圖。

（二）變異數分析

Stevens(2002, 引自李旻憲與張俊彥, 2004)指出, 使用變異數分析(Analysis of Variance, ANOVA)方法必須滿足的基本假設(assumptions)有: 樣本獨立性(independent observations)、常態性分配(normal distribution)及變異數同質性(homogeneity of variance)等。

參與本研究的學生均各自獨立作答量表, 故符合樣本獨立性。而在常態性分配上, 檢定結果顯示並未達常態性分布, 但根據 Glass 與 Hopkins (1996)指出, 即使違反常態分布的假設, 如果其中一組樣本數超過 20 人時, 對於考驗的結果也並無影響。在變異數同質性檢定方面, 若未通過變異數同質性檢定時, 當其 $\text{largest } n / \text{smallest } n < 1.5$ 時, 對考驗結果並無影響。

（三）共變數分析

共變數分析(Analysis of Covariance, ANCOVA)是指有些研究中, 除了依變數外, 也對與依變數有關的變數加以測量, 利用這種方法提供資料, 於依變數做統計上的調整, 增加的變數通常稱為共變數(Covariate), 而這種設計分析就稱為共變數分析。

周東山(1997)指出, ANCOVA的使用大致可歸類為三種情形:

1. 雖然實驗採隨機分派的方式進行, 但受試者本身的條件含有影響實驗結果的變項, 如智力或原有的能力將對實驗處理有影響, 導致結果有顯著差異。若不知是否因為實驗處理或是受試者本身的條件使然, 最好用 ANCOVA 來排除這可能影響結果的變項。
2. 由於事實上的困難, 必須保持團體的完整性, 不能使用以個別受試者為單位的隨機抽樣和隨機分派的方法, 就要用 ANCOVA 的統計方法。
3. 研究者想要藉由加入共變數而達成縮小實驗誤差量(error variance), 進而增大統計檢定力的目的。

Fisher (1934) 指出，共變數分析 (Analysis of Covariance, ANCOVA) 兼含迴歸分析與變異數分析兩個廣泛為研究者所用的統計方法的優點。統合迴歸分析和變異數分析，可使研究者在既定的機率下，確定是否依變數對共變數的迴歸可以解釋所有處理組依變數間之變異。換言之，ANCOVA方法可用來檢定當共變數可預測的變異部分扣除以後依變數之平均數。它是利用統計控制來調整依變數之平均數，已達成減少無法控制的變異，同時增加設計的精確性和估計值的有效性的方法 (范德鑫，1992)。因此，本研究使用ANCOVA方法，作以下檢定：

1. 以 ATESI 的前測成績作為共變數，組別作為自變數，並以 ATESI 後測成績作為依變項進行共變數分析，以檢定實驗組與控制組的分數是否達到統計上顯著差異。
2. 以 ESAT 的前測成績作為共變數，組別作為自變數，並以 ESAT 後測成績作為依變項進行共變數分析，以檢定實驗組與控制組的成績是否達到統計上顯著差異。
3. 使用多變項共變數分析 (Multivariate Analysis of Covariance, MANCOVA) 檢驗實驗教學後，實驗組與控制組在學習成效(學科態度與學習成就)上的差異。

(四) 實驗效果量

根據美國心理學會 (American Psychological Association, APA) 於 2001 年的文件報告與 Thompson (2002) 對於社會科學量化研究的建議，在呈現量化分析資料時，應進一步提供實際顯著性 (practical significance) 的資料，亦即實驗效果量 (effect size)。本研究採變異數分析的實驗效果量 (f)，其計算方式為

$$f = \sqrt{\frac{\eta^2}{1-\eta^2}}, \quad \eta^2 = \frac{\sigma_m^2}{\sigma_t^2}, \quad \sigma_m^2 \text{ 為組間 (between groups) 標準差平方和, } \sigma_t^2 \text{ 為總和}$$

(total) 標準差平方和。Cohen (1988) 指出，當 f 值等於 .10 表示實際的顯著性為低度 (small)， f 值等於 .25 表示實際顯著性為中度 (medium)，而 f 值等於 .40 表示實際顯著性為高度 (large)。

二、質的分析

研究者將實驗組學生對課程回饋的作答，以電腦打字作成逐字稿，經反覆閱讀學生填答的相關資料後，先作初步分類，再與指導教授討論後確定分類的項目。另外，也商請一位協同研究者對課程回饋的逐字稿仔細閱讀，並依分類項目做分類。最後，以 Cohen's Kappa 一致性係數計算兩人各自分類結果的一致性程度。

Kappa 一致性係數 (Kappa Coefficient of Agreement, K) 是屬於無母數統計的範疇，適用於類別尺度變數，主要目的是探討不同測量者對一組不同物件分類結果的一致狀況。Kappa 一致性統計量的形成有一基本假設，即判斷者在有意識的情況下所進行的判斷，其一致性不應低於隨機指派的結果。公式主要是計算判斷者實際判斷一致的次數比例 $P(A)$ ，與判斷者可能達成的最大一致比例 (定義為 1) 之間的比值，其中並以預期在隨機指派可能形成的一致比例 $P(E)$ 進行校正：

$$K = \frac{P(A) - P(E)}{1 - P(E)} \quad (\text{陳光華、江玉婷, 1990})。$$