

國立臺灣師範大學科學教育研究所教學碩士班
碩士論文

不同探究教學模式對高二學生運用 QCNLive 進
行地震學習的影響

The Effect of Different Models of Inquiry
Education on Senior High School Sophomores
Using QCNLive for Seismology Study

研究生：邱怡禎

指導教授：張俊彥博士

中華民國一百零二年七月

誌謝

首先，要感謝恩師張俊彥教授在我這篇論文上的研究給予我許多
的指導，教授的認真與對研究投入，更是我學習的榜樣。也感謝葉庭
光教授與中央大學吳穎洵教授在百忙之中擔任我的論文口試委員，並
於口試時給予我許多寶貴的建議與鼓勵，讓我獲益良多。

另外也要感謝研究所同學昕樺，在研究所課堂的學習與寫論文時
的扶持與鼓勵。還有大學同學忠彥，以過來人的身分，在我遇到困惑
時幫了我很大的忙。也要感謝一路上給我協助及打氣的老師與同事
們：簡炳輝老師、蕙雯老師、淑如老師、郁芸老師。感謝一直給我刺
激讓我成長的同學、學長姐與朋友們：承珏、雅芳、義峰、慈霖、小
秘書。

最後感謝一直支持我的家人，爸媽以及妹妹怡菁，還有 nix，感謝
你們在這段時間的包容與陪伴，讓我可以順利完成學業。

不同探究教學模式對高二學生運用 QCNLive 進行地震學習的影響

研究生：邱怡禎

指導教授：張俊彥博士

中文摘要

本研究旨在課程中運用 QCNLive 並探討不同探究式教學對高二學生的影響。本研究為準實驗研究法，研究對象為 247 位台北市某高中二年級學生。探究式教學在近年來成為科學教學的主流，探究式教學營造的學習環境，包括完全開放式探究、引導式探究（介於完全開放式探究與結構式探究之間）以及結構式探究。不同的探究式教學對學生學習的影響仍有許多爭議。因此，本研究旨在探討結構式探究與引導式探究教學對學生學習的影響。

本研究設計結構式與引導式兩種探究式地震課程（課程中的探究活動均使用 QCNLive），並運用地震學成就測驗、地震學態度量表、學習環境量表來評估不同教學對學習者的影響。研究結果顯示：1. 結構式探究教學班級學生在記憶性問題表現較佳。2. 引導式探究教學班級學生在問題解決問答表現較佳。3. 當學習者感受到的學習環境，越接近他／她心中理想的學習環境時，對地震學越能抱持越正向的態度。4. 地震學成就測驗與地震學態度成正相關。5. 高二學生偏好的探

究學習環境為兼具教師中心之結構式探究與學生中心之開放式探究的引導式探究。

關鍵詞:探究教學、學習環境

The Effect of Different Models of Inquiry Education on Senior High School Sophomores Using QCNLive for Seismology Study

CHIU YI CHEN

Abstract

This study aimed to explore the impact of the use of QCNLive and different forms of inquiry education on senior high school sophomores. The study adopted the quasi-experimental research method, taking a group of 247 sophomores at a certain Taipei city senior high school as subjects.

In recent years, inquiry education has become the mainstream of science education. The learning environment which inquiry education creates includes open inquiry, structured inquiry, and guided inquiry (which falls between open inquiry and structured inquiry). There is still a good deal of controversy surrounding the effects that the different kinds of inquiry education have on students. Hence, the focus of this study was to investigate the effects that structured inquiry and guided inquiry methods have on students' learning.

The study was designed to look at two kinds of inquiry education, structured and guided, as used in courses on the study of earthquakes (all inquiry activities of the courses used QCNLive), and made use of seismology achievement testing, seismology attitude rating, and learning environment rating to assess the different education methods on the learners.

Results demonstrated that:

1. Students in the structured inquiry class performed better on memory-related problems.
2. Students in the guided inquiry class performed better in problem-solving question and answer sessions.
3. The closer learners felt the learning environment was to their own ideal learning environment, the more able they were to maintain a positive attitude towards earthquake study.
4. There is a positive correlation between seismology achievement testing and seismology attitude.
5. The two preferred inquiry learning environments for high school sophomores

were a teacher-centered structured inquiry model and a student-centered open guided inquiry model.

Keywords : Inquiry education, learning environment

目錄

第一章	緒論.....	1
第一節	研究動機與背景.....	1
第二節	研究目的與待答問題.....	6
第三節	研究的重要性.....	7
第四節	名詞釋義.....	7
第二章	文獻探討.....	11
第一節	探究教學.....	11
第二節	地球科學相關探究教學.....	17
第三節	地震學習的相關研究.....	18
第三章	研究方法.....	21
第一節	研究對象與情境.....	21
第二節	研究設計與流程.....	23
第三節	研究工具.....	25
第四節	資料分析.....	32
第五節	研究限制.....	34
第四章	研究結果.....	35
第一節	不同探究式教學對學生的影響情形.....	35
第二節	學生對探究式教學的學習環境觀感.....	43
第三節	探究式教學對學生學習影響.....	49
第五章	討論與建議.....	51
第一節	研究結果綜合說明.....	51
第二節	建議與展望.....	60
參考文獻.....		65
一、中文部分.....		65
二、英文部分.....		67
附錄.....		71
附錄一「不同探究式教學課程教案」.....		72
附錄二「地震學成就測驗」.....		86
附錄三「地震學態度量表」.....		100
附錄四「學習環境量表」.....		104

表目錄

表 2-1-1 各學者對不同探究活動的分類整理.....	15
表 2-2-1 地球科學相關探究教學比較.....	18
表 2-3-1 地震學習的相關研究比較.....	20
表 3-1-1 不同探究式教學班級人數與有效樣本數.....	22
表 3-2-1 本研究各.....	23
表 3-2-2 各階段工作及其說明.....	25
表 3-3-1 結構式探究教學課程與引導式探究教學課程中探究活動的比較.....	28
表 3-3-2 地震學成就測驗設計藍圖.....	29
表 3-3-3 地震學成就測驗問答题編碼表.....	30
表 3-4-1 研究問題與研究方法對照表.....	34
表 4-1-1 結構式探究教學與引導式探究教學對學生影響的差異.....	36
表 4-1-2 結構式探究教學班級在地震學態度前、後測的差異.....	41
表 4-1-3 結構式探究教學班級在地震學態度各分量表前、後測的差異.....	41
表 4-1-4 引導式探究教學班級在地震學態度前、後測的差異.....	42
表 4-1-5 引導式探究教學班級在地震學態度各分量表前、後測的差異.....	43
表 4-2-1 學生在探究式教學前後其學習環境量表填答分析.....	45
表 4-3-1 地震學成就測驗、學習環境落差(PAS)與地震學態度間的相關.....	49
表 5-1-1 地震學成就測驗題型、題號與評測目標、學生應答所需能力.....	52

圖目錄

圖 4-2-1 學生前測理想學習環境之學生中心與教師中心散佈圖.....	46
圖 4-2-2 學生後測實際經歷學習環境之學生中心與教師中心散佈圖.....	46
圖 4-2-3 結構式探究教學班級學生前測理想學習環境之學生中心與教師中心散佈圖.....	47
圖 4-2-4 結構式探究教學班級學生後測實際經歷學習環境之學生中心與教師中心散佈圖.....	47
圖 4-2-5 引導式探究教學班級學生前測理想學習環境之學生中心與教師中心散佈圖.....	48
圖 4-2-6 引導式探究教學班級學生後測實際經歷學習環境之學生中心與教師中心散佈圖.....	48

第一章 緒論

本研究旨在探討高二學生在經歷不同探究式教學後，對其學習環境偏好、地震學態度、地震學成效的影響為何。本章包含「研究動機與背景」、「研究目的與待答問題」、「研究的重要性」、「名詞釋義」。

第一節 研究動機與背景

筆者從自身經歷觀察到教學現場中教師存在著一些關於科學課程的疑惑，諸如：「教地球科學這門課，僅是教學生地球科學課程的單元內容而已嗎？」「學生在課程中對於地球科學這門學科的學習態度是否有提升呢？」而無庸置疑的是，現行大學學科能力測驗為高中生在升大學時必需面臨的重大升學考試，因此，列在學測自然科下的地球科學，理所當然成為學生必須應該學會的重要科目之一。但往往也肇因於此，學生在地球科學的學習上僅關注於學習成就測驗的結果—成績的好壞，而不是在乎在學習地球科學的過程中，建立了什麼重要的科學概念，或是學會了哪些科學過程技能或探究能力，而培養良好的科學學習態度也就在升學壓力的情況下被犧牲忽略了。

地球科學實為包含多個學門的科學，包含了四大學門：海洋、地質、大氣及天文，若採用傳統的課程教學方式進行講述教學，僅一一介紹地球科學各學門的重要科學概念，如何能讓學生真正學會這些重要的科學概念，進而應用在實際的生活中呢？傳統的課程教學，就著教科書的文字與圖片，如何能讓學生實際感受真實世界中地球科學的動態呢？又怎麼能提升學生面對地球科學的態度呢？

「探究」一詞常出現在科學課程的教學與學習之中。探究教學的著重點在於教師的教學目標應包括讓學生在學習的過程中參與探究的過程(Buck, Bretz, & Towns, 2008)。而 The National Science Education Standards 的核心概念中，認為探究教學是一讓學生主動參與投入學習過程。在學生投入學習的過程中，學生必須自己去分析相關數據資料、運用批判思考能力來回答科學問題(Bell, Smetana, & Binns, 2005)。普通高級中學必修科目「基礎地球科學」課程綱要中，實習活

動性質包含觀測、參觀、分析、探討、實驗活動；預期學習成果也提及須涵蓋基本與統整的科學過程技能。因此，透過科學教學中的刻意安排的「探究」，能培養學生在「探究」的學習過程中，形塑具備分析、判斷的科學思考能力。

從文獻的閱讀中可知，教師對於探究的認知與理解會影響探究課程的建立，以及影響學生的探究學習(Anderson, 2002)。因此，教師若欲於科學教學中安排學生參與探究學習時，教師必須先對探究教學有清楚的了解。教師對於探究教學有清楚的了解之後，在科學教學中探究課程的設計安排就能得當，學生的科學學習也才能收穫更多。另外，探究學習的重點在於學生做了什麼主動的學習過程(Anderson, 2002)。台灣傳統常見的教學環境中，多半由教師設訂教學目標，並透過講述式的方法呈現教學。在傳統教學環境，教師關注的重點經常在於傳遞科學概念給學生，讓學生進行這樣的被動式學習，事實上是與探究學習的精神背道而馳。而科學探究為科學家提出對自然世界疑問，科學家基於證據並透過各種方式，進而提出對疑問的解釋，若在學生的學習的過程中，能自發性的去發現問題，並透過各種科學方法去尋求問題的解答，意即該學生在此學習過程中進行了科學探究。

學者對於教學中探究活動的層次，有不同的定義。探究活動可以依據教師在教學中所扮演的角色與學生自主學習程度高低作不同程度的劃分。例如，形態上有由教師完全掌控整個學習活動的食譜式探究；有教師作為引導者，提供學生不同程度的自主性進行學習活動的結構式探究與引導式探究；有教師僅作為輔助角色讓學生自主進行學習活動的開放探究(Bell et al., 2005; Buck et al., 2008; Jarrett, 2009; Pizzini, Shepardson, & Abell, 1991)。

究竟哪一種形式的探究教學對學生最有幫助，至今學界意見仍舊分歧。由於學習者所處之文化背景、知識上的差異，不同的學習族群、個體可能適合不同的探究活動。文獻指出，學生的學習成效在較結構的探究環境，表現比較開放的探究環境佳。此外，較開放的引導式探究教學需花費較多的時間讓學生思考，學生

需有先備知識或是經歷過較結構的學習經驗才能有效學習。較開放的引導式探究教學中，每位學生的學習速度大不相同，對於教師掌控教學進度與維持以學生為中心的探究環境而言，是一件極具挑戰的事情(Furtak, 2006)。而較結構的探究式教學由教師控制教學目標、材料，事先設計與安排的活動引導學生思考，學生較易獲得必要的學習，思考方向不會那麼發散或是缺乏教師回饋而感到迷失與挫折，學生之間的討論、資料分析，一直到解釋問題的過程，學生能學習到探究的精神，學習比較開放的探究更有效，學後保留的時間也較長(Kirschner, Sweller, & Clark, 2006; Klahr & Nigam, 2004; 顧炳宏, 陳瓊森, & 溫嫻純, 2011)。但也有研究認為較開放的探究教學比較結構的探究教學來的佳，尤其是在高階的思考能力如應用、分析、評鑑等面向。較開放的探究教學能協助學生從結構式探究遷移到開放式探究，較能發展批判思考及科學思考能力(Berg, Bergendahl, Lundberg, & Tibell, 2003; Sadeh & Zion, 2009)。

那麼，究竟何種探究式教學較適合台灣學生學習，能帶來較佳的學習成效呢？

目前台灣的科學教科書中存在許多高度結構如食譜般的學習活動，學生從這類學習活動中不易基於自身所具備的科學概念，自主形成欲探討的問題或假說，也沒有機會自己設計問題進行問題解決的流程，也沒有機會與同學分享問題以及回答問題。高度教師中心且如食譜般的學習活動，不若其他探究學習活動具有較多優勢(Edwards, 1997; Pizzini et al., 1991)。

完全開放的真實探究學習活動雖然具有較多讓學生可以自主學習的優勢，但台灣學生從小到大的學習多處於由教師主導學習，學生被動學習的課室環境。從這樣的環境中成長的台灣學生，在進行完全開放的探究學習活動時，讓學生心中原來認為教師的角色是傳遞知識者，全然轉換為知識的引導者，學生因而必須從原本的被動學習改變為完全自主學習。學生在短時間內可能反而無法適應這樣的學習型態轉變，而無法獲得完全開放的探究學習活動優勢。

另外，在學生探究的過程中，由教師提供部分的「鷹架」是必要的，過多的教師引導會使得學生的學習完全傾向教師，完全的開放則易流於學生自己茫然摸索問題，學生反而無法有效學習到原先教師為學生預設的學習目標。教師在進行探究活動之前，應需充分考量學生能力、學生成熟度以及該課程的教學目標，由教師提供學生明確引導的探究活動，可漸進提升探究活動層次，由結構式探究經引導式探究到開放式探究的調整改變，能讓學生學習更具優勢(Bell et al., 2005; Donaher, 2012; Edwards, 1997; Eick, Meadows, & Balkcom, 2005; Jarrett, 2009; Tamir, Stavy, & Ratner, 1998)。因此，教師的身分也應隨著教育環境由傳統教學轉變為探究教學的改變而改變，教師在教學現場中不再僅是只扮演單一固定的角色。教師在傳統教學中猶如知識的傳遞者，將重要的科學概念、事實、原理原則等，一一說給學生聽；教師在探究教學中則猶如知識的促進者，透過各種方式引導學生建構知識(Crawford, 2000)。

基於上述，考量台灣的教學環境，食譜式探究教學與開放式探究教學的兩種科學探究教學中，前者太過偏向教師主導，教師提供的「鷹架」過多，而後者又太過偏向學生自主，教師提供的「鷹架」過少。教師提供「鷹架」的過與不及均不佳。在結構式探究教學與引導式探究教學的科學探究課程中，教師扮演引導學生進行科學探究的角色，教師提供了不同程度的部分「鷹架」。此兩種探究式教學和開放式探究教學相較，提升了教師主導教學的面向；和食譜式的探究教學相較，則提高了學生自主學習的程度。結構式探究教學與引導式探究教學應可提供一改善教學實務所面臨的問題，提供教師與學生一種不同的教學以及學習方式。

結構式探究教學和引導式探究教學兩者的差異是，在結構式探究教學中，學生無法參與設計研究問題的實驗步驟與流程，學生會被教師所設定的實驗步驟與流程侷限思考與討論方向，導致無法和小組成員進行腦力激盪，討論不同的實驗方法與步驟是否能獲得所需解決研究問題的資料，以及小組成員所提出之實驗方法與步驟的優缺點；也無法將學生自己對科學概念原理原則的了解應用在實驗步

驟與流程的設計上(Minner, Levy, & Century, 2010; Pizzini et al., 1991)。此兩種探究教學分別提升學生不同面向的探究能力(白佩宜, 2009)。

另外，關於不同探究式教學對學習者的影響有不一致的現象，很有可能是因為過去的研究忽略了學生對學習環境偏好的影響。許多過去研究指出，教師所形塑的科學學習環境對學生學習科學的重要性不可忽略(Tsai, 2000)。而學生對學習環境的感覺與期望也會影響學生如何去學習與學生接續學習的品質(Könings, Brand-Gruwel, & Merriënboer, 2005; Vermetten, Vermunt, & Lodewijks, 2002)。因此，教師教學若能考量並提供學生理想的學習環境，教師與學生的教學都將更有效，意即當教室的學習環境和學生心中所期望的學習環境越接近時，學生對該課程的學習態度越好，若教師能縮短學生實際經歷學習環境與學生理想學習環境之間的距離，應能提高學生學習成效(Chang, Hsiao, & Barufaldi, 2006)。因此，前述「教師提供學生明確引導的探究活動，能讓學生學習更具優勢」，僅提及教師營造的教學環境可能有所不足，尚需考量學生對結構式探究教學與引導式探究式教學這兩種不同探究式教學學習環境感受。文獻指出，台灣學生在學習上比較害羞與被動，較習慣結構式的探究學習環境，不適應開放式探究學習環境(Ladd & Ruby Jr, 1999)。另有文獻中指出，台灣高一學生似乎可以同時接受兼具教師與學生中心的學習環境(李旻憲 & 張俊彥, 2004)，應是受到台灣學生從小到大的學習經驗多是由教師主導教學的學習方式所左右，學生才認為由教師主導教學更能幫助自己在課堂上的學習。然而有趣的是，學生心中的理想學習環境亦包括以學生為中心的教學方式，學生也認為自己思考如何解決問題能夠有效學習。那麼，到底台灣學生的理想學習環境為何？學生實際感受到的學習環境是如何？是偏向結構式探究教學環境還是引導式探究教學環境呢？學生理想學習環境偏好與實際學習環境偏好的差異對學生影響又是如何？本研究主要目的之一即在於更清楚釐清在台灣的教育環境中，結構式探究教學抑或是引導式探究教學和者較適合台灣學生學習。

讓學生透過真實世界的經驗、數據進行動手操作的探究活動，觀察時借用儀器拓展感官的能力，能讓學生更容易了解學什麼以及建構自己的想法。在這樣的探究基礎中的學習方式對於學生獲得必要的科學思考技巧是很重要的方式 (Crawford, 2000; Donaher, 2012; Eick et al., 2005; Gibson & Chase, 2002; Haury & OH, 1993)。而地球科學中的地震正是尋求解答人類所處之真實世界中所面臨的自然現象之一。因此，透過適當儀器的輔助，學生能夠操作儀器，或是分析儀器獲得的資料，在借助儀器的能力與主動求解的過程中，是由探究的方式學習地震。又未來學習趨勢為趨向用電腦學(張國恩, 2002)，教師可運用電腦等資源，提供學生一種橫跨時間、空間的多元教材，營造有利的學習環境，進而促使教師與學生或是學生與學生之間的科學探究與學習(毛松霖 & 張菊秀, 1997; 潘淑琦, 2006)。

以上所述，開啟了筆者欲進行同一主題—以地震單元為例，盡可能思考教師在教學中的引導角色與學生自主學習的空間，去設計兩種不同探究式教學(結構式探究教學、引導式探究教學)，並在課程教學中融入電腦軟體以輔助學生學習，除了跟上時代最新的學習趨勢之外，更重要的是，可以利用電腦的輔助，讓學生分析震波資料，讓學生更了解學習的主題。因此，在本研究中，欲設計一連續三週，每週一節課的地震探究教學課程。在三節課的地震探究教學課程中安排兩個讓學生以小組為單位進行的探究活動。第一個探究活動—真實地震資料分析，第二個探究活動—利用手機振動模擬真實地震的發生，協同電腦與可以記錄水平和垂直方向的加速度感應器讓學生操作，學生必須完成設計實驗、記錄並分析數據，提出結果。筆者並期望此探究式教學的課程設計在未來能提供現場教師在進行相關的課程設計時，有參考與建議之價值。

第二節 研究目的與待答問題

本研究的主要目的在了解不同探究式教學法對學生學習環境偏好、學習態度及學習成效的影響。希望能夠了解高中學生在經歷不同探究式教學時，其學習環境偏好為何、學習態度的改變、學習成效的差異等，找到最適合的探究教學方式，

研究成果期能提供教師在未來發展探究式教學時的依據與參考。本研究的具體待答問題如下：

- 一、不同探究教學（結構式探究、引導式探究）對高中學生學習地震學的影響為何？
- 二、高中學生理想學習環境為何？高中學生在本課程中感受到實際學習環境為何？高中學生理想學習環境與實際學習環境的差異對學生的影響為何？

第三節 研究的重要性

實務設計方面：地球科學的課程多落在九年級，關於地球科學課程的探究教學的研究很少，探究活動也多偏向教師中心的食譜式探究活動(Buck et al., 2008; Shymansky, Kyle, & Alport, 1983)。而本研究取樣是高二學生，在課程中以地震學相關內容的教學單元作為主軸，進行主題式延伸的探究活動課程。整合單元內容包括高一基礎地球科學（上）知道固體地球內部有層層結構－如何探測地球內部的組成與構造、認識地震波的傳播特性，以及高二基礎地球科學（下）知道地震波探測地球內部的原理、知道大陸地殼鑽探的發現。

探究教學相關研究方面：探討不同探究式教學對於學生學習環境偏好、學習態度、學習成效影響。取樣為台北市某高中二年級學生。為避免對學生原有課程進度的影響下，在此研究中安排的授課時間為筆者任教學校高二社會組基礎地球科學（下）的授課時間，進行地震學主題式的探究活動課程，希冀研究結果能提供在教學現場的高中地球科學教師一些具體的意見，作為未來教師在面對不同學生時，可以提供教師選擇較適合的探究式課程做教學的參考與建議。

第四節 名詞釋義

茲將本研究所提及的重要名詞，分別說明如下：

- 一、探究教學

本研究所進行的探究教學，欲以相同的教學主題單元配合不同

的探究式教學，設計成兩種不同的探究式教學課程。本研究中所進行的探究活動以(Bell et al., 2005)架構為參考依據，探究教學活動依序為結構式探究（structured-inquiry）—由教師提供問題、知識背景與活動步驟給學生進行調查活動，讓學生自行分析與呈現結論、引導式探究（guided inquiry）—由教師提供問題、知識背景，但讓學生自行進行設計活動步驟與分析問題，與呈現結論。

二、學習環境

教室環境是學生學習的主要場所也是學生主要的學習環境。學生的學習環境受到許多因素影響，其中最重要的三個因素為：教師、學生、課程。學生因素包含同學親和、教師支持、學生參與、探究、工作取向、合作、平等。前述不同向度的感受可用來評估學生感受到的學習環境(黃台珠, Aldridge, & Fraser, 1998)。而台灣高中學生可以同時接受教師與學生中心的學習環境(李旻憲 & 張俊彥, 2004)。

本研究運用地球科學教室學習環境量表（Earth Science Classroom Learning Environment Instrument, ESCEI）以教學方法、教學內容、教學評量這三個構念來了解教室中的學習環境。各構念陳述句均以五分量表方式，請學生閱讀各構念陳述句之後再選填自己理想的學習環境以及實際感受到的學習環境狀況，以期能了解學生在本研究中對不同探究式教學的觀感為何。

三、學習態度

教學目標可從認知、情意、技能三方面來看。高中生的科學教學除了認知、技能之外，也應不可忽略情意的培養。學生對科學的態度是影響學生學習的重要因素之一。對科學的態度可分為對科學的態度、對學習科學的態度、對參與科學探討活動的態度、對科學

家及科學相關生涯的態度四項成分(鄭湧涇 & 楊坤原, 1995)。

本研究參考王如玉(1999)的地球科學學習態度量表包含對地球科學的態度、對學習地球科學的態度、對參與地球科學探討活動的態度三構念之設計精神,發展一地震學學習態度量表包含對地震學的態度、對學習地震學的態度、對參與地震學活動的態度,期能了解學生在不同探究式教學其前後的態度改變。

第二章 文獻探討

本研究旨在探討不同探究式教學在相同教學單元對學生的影響差異。根據探究的教學理念進行課程設計，因此在本章文獻探討中，即針對探究相關的研究作整理與討論。茲分為探究教學、地球科學相關探究教學、地震學習相關研究，分述如下。

第一節 探究教學

一、 探究教學的特徵

探究教學的定義隨著研究者的不同而有不同的定義。近幾年來，學界對於科學探究教學的特徵有許多不同的看法，從傳統強調記憶特定事實的知識、概念、定律、理論的方式，如：講述、要求學生作筆記、教師示範實驗操作等，漸進轉變成探究教學，讓學生知道科學探究，讓學生能運用探究，讓學生學習如何學科學，讓學生有許多機會自己提出問題，並運用科學過程以及批判思考的技能來尋求問題的答案(Gibson & Chase, 2002; Haury & OH, 1993; Shymansky et al., 1983; 楊秀停 & 王國華, 2007)。

綜合許多學者的研究，可發現探究教學有以下幾點特徵：

(一) 師生角色的轉變

傳統教學中，教師的角色為知識的主動傳遞者，學生的角色是知識的被動接收者。但在探究教學中，教師與學生的角色發生了轉變，教師的角色為知識的引導者，而學生的角色是知識的建構者，教師不若傳統教學中主導所有教學過程，改變成為由學生主動發現問題，進行學習。有研究者認為，教師可營造一個讓學生具備充足時間、空間、資源的學習環境，教師可提供學生可觀察的現象、科普文章閱讀，抑或是可能的調查主題，協助學生主動提問發言並透過學生的問題去進行引導，讓

學生能夠有機會進行主題的討論與深度的探索，讓學生維持更高的科學與學習態度(Edwards, 1997; Gibson & Chase, 2002; Jarrett, 2009)。

(二) 強調學生積極參與學習活動

教室內的探究活動也會隨著時代改變有不同的方式進行，探究活動不僅止於食譜式操作，須讓學生有學習興趣，學生才會投入學習活動中，進而對問題進行探索與求解。有些研究者認為探究教學是強調動手做活動的主動學習，或是進行實驗探究活動，或是學生中心，並且以真實世界中的議題來形成問題的問題本位學習與專題本位學習。(Colburn, 2000; 謝甫佩 & 洪振方, 2004)。

(三) 發展學生科學過程技能

有研究認為教師在教學過程中強調學生要進行觀察、分類和推理，並認為讓學生暴露在這樣的探究經驗之中，能夠改變學生的認知行為(Basaña, Geban, & Tekkaya, 1994)；有研究者認為教師認為運用適當的輔助教材設備，如：電腦，能夠協助探究技能的發展(Haury & OH, 1993)；有研究者認為現代探究式教學的核心在於探索、解釋、交流。探索包括問題的形成與假說的提出，解釋則是需運用科學方法證據來進行解釋的調整，交流則為將結論與他人公開交流並為之辯護(洪振方, 2004)。綜上所述，探究教學中教師無論是否有運用輔助媒材，均須著重學生學習科學過程技能的發展，包含：觀察、提問、推理、解釋、交流等過程。

二、 探究教學活動的設計原則

不同學者對於探究活動的層次有不同的分法，以下列舉各研究

者的看法。(Buck et al., 2008) 分析 22 個實驗手冊和近 400 個實驗，得出更清楚的探究階層和特徵，探究活動階層的特徵是以學生的獨立性觀之。探究的層次，利用六個特徵將探究分成五個層次，依序為：問題（活動欲調查的問題）、理論背景（調查所需之先備知識）、步驟設計（學生執行的實驗步驟）、結果分析（解釋與分析數據）、結論溝通（數據與實驗結果的呈現）、結論（由實驗獲得的結果）。五個層次分別為 level 0 驗證（confirmation），前述六項特徵均提供給學生；level 1/2 結構探究（structured inquiry），前四項特徵提供給學生；level 1 引導探究（guided inquiry），前三項特徵提供給學生；level 2 開放探究（open inquiry），前兩項特徵提供給學生；level 3 真實探究（authentic inquiry），全由學生設計。該研究並發現大多數的實驗活動仍停留在 level 0 和 level 1/2 的層次。

(Bell et al., 2005) 認為科學探究活動的關鍵在於學生是否經過資料分析來回答研究問題，其複雜度隨著學生所需的認知要求量的不同以及各個層次的開放程度變化，四個層次分別從高度教師中心到高度學生中心。level 1 為驗證（confirmation），學生事先知道預期結果，教師需提供學生所欲探討的問題與實驗步驟；level 2 為結構探究（structured inquiry），由教師提供問題以及指定步驟讓學生調查問題的答案；level 3 為引導探究（guided inquiry），學生自行運用方法去調查及解答教師提供的問題；level 4 開放探究（open inquiry），學生自主設計主題相關的問題、方法去尋找解答。四個層次的探究活動應依學生狀況序漸進發展，不可躁進。

(Pizzini et al., 1991) 分析中學教科書中科學活動，探究活動的分層依照教科書的序列、補充活動指引、準則進行分析。可依活動分成不同的探究層次：驗證（confirmation），學生跟隨教師所提

供的實驗步驟去確認科學概念或是原理原則；結構探究

(structured-inquiry)，教師提供學生可跟隨的實驗步驟去解答一未知的問題；引導探究(guided inquiry)，教師僅提供學生調查的問題，並讓學生自主進行資料收集與決定實驗步驟；開放探究

(open-inquiry)，教師允許學生運用科學概念或原理原則進而自主形成問題與假說，自主收集資料與設計實驗步驟去解釋與說明結論。該研究發現所有教科書、補充活動皆屬食譜式以及結構探究活動，無任何引導探究或是開放探究活動。

(Jarrett, 2009) 則認為探究是一連續的過程：在整個連續過程的一端是高結構的動手做活動和食譜式的實驗，而另一端則是完整的探究，由學生自行產生問題去進行調查。整個連續過程的中間則是引導探究。

(Colburn, 2000)認為探究教學包含多種不同的方式包括結構探究(structured inquiry)，教師提供研究問題、步驟、材料，但不告訴學生預期的研究結果，學生須自己去發現變數之間的關係；引導探究(guided inquiry)，教師提供研究問題、材料，步驟則由學生自己產生；開放探究(open inquiry)，學生自己發現研究問題並解決問題；學習環(learning cycle)，學生參與介紹新概念的活動，教師介紹新概念，學生在新的情境中使用新概念。無論是學生或是老師均需一段時間去慢慢學習並適應探究的教與學，才能將探究教學的層次慢慢提升。

分析上述相關文獻，可知探究活動的層次可以不同的方式考量作不同的區分，探究活動的發展須考量學生狀況，應由高度結構漸進朝向開放，以培養提升學生進行探究的能力。筆者選擇以(Bell et al., 2005)的科學探究活動中 level 2 結構探究以及 level 3 為引導探

究作為本研究中兩種不同探究式教學的參考依據，原因為該科學探究活動考量，學生必須學生參與相關資料分析，實屬探究教學特徵之一「發展學生科學過程技能」。茲將本段提及各學者對探究活動之不同層次對應關係整理如表 2-1-1 所示。

表 2-1-1 各學者對不同探究活動的分類整理

探究活動層次	研究者				
	Buck et al., 2008	Bell et al., 2005	Pizzini et al., 1991	Jarrett, 2009	Colburn, 2000
確定問題	level 0	level 1	驗證	高結構的	
明確步驟	驗證	驗證		動手做活	
結果分析				動和食譜	
結論呈現				式的實驗	
確定問題	level 1/2				
明確步驟	結構探究				
結果分析					
確定問題	level 1	level 2	結構探究	引導探究	結構探究
明確步驟	引導探究	結構探究			
確定問題	level 2	level 3	引導探究		引導探究
	開放探究	引導探究			
	level 3	level 4	開放探究	完整探究	開放探究
	真實探究	開放探究			
遷移新情境					學習環

三、 探究教學對學生的影響

教學與學習是一體的兩面，教師的教學是否有效，關鍵在於是否能讓學生有效學習。探究教學中，是以學生為中心，教師主要的策略在於引導學生發展並解決問題的過程，這個教學過程對於學生

的影響如何，有學者提出，評量探究教學是否有正向的結果，可從學生認知成就、對科學態度來看(Anderson, 2002)。

(Shymansky et al., 1983)研究中分析 105 個、超過 45000 位中小學學生的參與「強調如何學習科學」的新課程（科目多集中在物理、化學和生物，地科很少）與「強調事實與理論」的傳統課程之（準）實驗研究，結果發現經歷新課程的學生在學習成效、科學過程技能、對科學態度都較經歷傳統課程的學生來的好。

(Gibson & Chase, 2002)的研究則指出，七年級與八年級的中學生參加一為期兩週暑期科學探究營隊（Summer Science Exploration Program, SSEP），該營隊提供學生生物和健康相關科目的探究學習。在營隊中，學生學習如何提出可觀察或是可實驗的研究問題、設計實驗、解決問題。參加暑期科學探究營隊的學生對科學的態度較未參加暑期科學探究營隊的學生來的更正向，對於科學事業也有更高的興趣。

(Basaña et al., 1994)研究指出，大學二年級學生，分成兩組進行實驗研究。探究教學實驗組歷時 12 週、經歷 6 個生化相關實驗（探究實驗教學組每個實驗時間約 180 分鐘；傳統實驗教學組每個實驗約 145 分鐘）的探究實驗教學活動。該探究實驗教學活動中，教師提供問題與實驗器材，由學生自行設計實驗並解答問題；傳統實驗教學組的活動則由教師提供問題、實驗器材、實驗方法，學生依序操作並確認結果。探究實驗教學組比傳統實驗教學組在學習成效和科學過程技能都表現較好。

國內研究者(毛松霖 & 張菊秀, 1997)則提出探究式教學法較傳統式教學法在國三氣象單元的學習成效與學習態度都較佳。

因此，教師若在課程中融入科學探究，既能提升學習成效，也

提升了學生對科學的正向學習態度。在本研究中，欲了解兩種探究式教學對於學生學習地震學是否都能提升學生學習地震學的學習成效以及學習地震學的學習態度。

第二節 地球科學相關探究教學

地球科學相關探究教學的研究多在比較探究式教學與傳統講述式教學在地球科學課程中某一單元的差異，這些研究顯示學生在地球科學單元進行探究式教學的學習成效、學習態度或是科學探究能力均較傳統講述式教學來的佳。

(張菊秀, 1996)研究以準實驗研究法進行，比較探究式教學法與講述式教學法對四百六十二位國三學生在學習地球科學氣象單元時，探究式教學班級學生在氣象單元概念學習成就、學習態度較講述式教學佳。

(侯政宏, 1996)研究比較探究式教學法與講述式教學法對國三學生在一百分鐘的太陽視運動教學單元課程後學習表現的差異。探究式教學班級學生在太陽視運動單元之概念學習成就優於講述式教學班級。另外，探究式教學班級學生也獲得較高層次的科學概念。

(唐國詩, 1996)研究以實驗教學進行研究，比較探究式教學與傳統講述式教學對國三學生學習星象單元之學習成效的影響，探究式教學班級學生在星象概念學習中較高層次的問題表現優於講述式教學班級學生。

(白佩宜, 2009)研究用準實驗研究法，以校園氣象觀測為主題，探討結構式、引導式、及開放式三種不同探究式教學法對高一學生在科學探究能力：提出問題與假說、計畫、實驗與資料蒐集分析與詮釋與結論四向度成長影響。研究發現可提升部分學生的科學探究能力，多數學生也喜愛探究式教學的學習環境。

(Qingchao, Xiufang, & Guangyan, 2008)進行不等組準實驗研究設計，研究對象為九十位國小四年級學生，教學時間歷時四週半，以氣象學為例，讓學生探索、應用資料蒐集工具，在網路探究學習平台上進行學習，研究發現能夠增進學生的科學探究能力。

(Agne & Blick, 1972)研究對象為一千八百二十五位中學生。該研究比較在氣象學與氣候學的教學主題中使用原始的數據資料以及傳統教學的差異。教學時間為每週一節課，共歷時十五週。該研究發現在教學主題中使用原始的數據資料能夠顯著增加學生批判思考的能力。

地球科學相關探究教學比較如表 2-2-1 所示。

表 2-2-1 地球科學相關探究教學比較

研究者	張菊秀, 1996	侯政宏, 1996	唐國詩, 1996	白佩宜, 2009	Qingchao, Xiufang, & Guangyan, 2008	Agne & Blick, 1972
研究對象	國三學生	國三學生	國三學生	高一學生	國小四年級學生	中學生
研究時間		100 分鐘	100 分鐘	三節課，150 分鐘	四週半	每週一節課，共十五週
研究設計	準實驗研究法：比較探究式教學法與講述式教學法	準實驗研究法：比較探究式教學法與講述式教學法	實驗教學：比較探究式教學與傳統講述式教學	結構式、引導式、及開放式三種不同探究式教學法對學生在科學探究能力的成長影響	不等組準實驗研究：在網路探究學習平台上進行學習	比較使用原始的數據資料以及傳統教學的差異
教學單元	氣象	太陽視運動	星象	校園氣象觀測	氣象學	氣象學與氣候學
研究發現	探究式教學組的學生在學習成就、學習態度表現較佳	探究式教學班級學生的概念學習成就較優，也獲得較高層次的科學概念	探究式教學班級學生在星象概念學習中較高層次的問題表現較優	可提升部分學生的科學探究能力。多數學生也喜愛探究式教學的學習環境	增進學生的科學探究能力	顯著增加學生批判思考的能力

第三節 地震學習的相關研究

目前國內地震學習的相關研究多與地震防災概念以及地震相關概念有關，研

究的對象從國小高年級學生到高中學生都有，研究方法涵蓋實驗教學以及問卷測驗調查，皆發現學生對於地震相關概念理解仍有待加強。

(張正杰 & 楊芳瑩, 2006)採用調查研究法，研究對象為高二、高三學生，利用地震防災問卷進行研究，發現高中生在地震基本概念，如：地震強度（震度）與地震規模的定義、震源（央）距與危害的程度關係等的知識部分仍不足，未來的課程仍有加強的空間，教師在教學時也應多強調施力。

(葉婉儀, 2003)研究為實驗教學研究，以社會性科學議題（socio-scientific issues）作為課程活動主軸、地震為課程主題，進行三週，共六小時的課程，研究對象為高一學生，研究中發現學生對地震概念的知識包括地震相關的專有名詞，但仍存有迷思概念，如：震央與震源、深源地震所代表的意義、地震大小隨能量累積不同而改變、地震波之性質、地震規模與震度等。

(許民陽, 王郁軒, & 梁添水, 2008)研究為準實驗設計，以地震防災為主題，對國小高年級學生進行學生中心的探究教學活動，研究發現學生在教師的引導教學下，在科學概念與科學能力表現良好的學習成效，有助於學生學習，但學生在相關的地震科學概念仍顯困難。

(張鈺梅 & 許民陽, 2005)研究對象為台灣桃園縣、南投縣、花蓮縣三個地區的國小高年級學生，以自編測驗與晤談方式進行研究，探討學生對地震相關板塊概念的認知情形與差異。研究發現國小高年級學生多數知道地震發生的原因與板塊運動有相關。

地震學習的相關研究比較如表 2-3-1 所示。

表 2-3-1 地震學習的相關研究比較

研究者	張正杰 & 楊芳瑩, 2006	葉婉儀, 2003	許民陽, 王郁軒, & 梁添水, 2008	張鈺梅 & 許民陽, 2005
研究對象	高二、高三學生	高一學生	國小高年級學生	台灣桃園縣、南投縣、花蓮縣三個地區的國小高年級學生
研究時間	三週，共六小時			
研究設計	調查研究法：地震防災問卷	實驗教學研究：社會性科學議題 (socio-scientific issues) 為課程活動主軸	準實驗設計：進行學生中心的探究教學活動	自編測驗與晤談
教學單元	無	地震	地震防災	地震相關板塊概念
研究發現	發現高中生在地震基本概念知識部分仍不足	學生對地震概念的知識包括地震相關的專有名詞，但仍存有迷思概念	學生在科學概念與科學能力表現良好，但在相關的地震科學概念仍顯困難。	發現國小高年級學生多數知道地震發生的原因與板塊運動有相關。

第三章 研究方法

本章採用準實驗研究法，於台北市某高中的高二班級進行不同的探究式課程：分別為結構式探究教學、引導式探究教學。運用成就測驗工具、學習態度量表、學習環境量表等評測工具進行量的分析。本章內容包含「研究對象與情境」、「研究設計與流程」、「研究工具」、「資料分析」、「研究限制」。

第一節 研究對象與情境

本研究對象為台北市某高中二年級學生，共六個班級，隨機選取其中三個班進行結構式探究教學，另外三個班進行引導式探究教學，其中有三個班人數均為四十一人，兩個班人數均為四十二人，一個班人數四十人，皆為男女合班。選擇研究對象的特質與說明：

- 一、 該校可配合教師於地球科學課程中實施探究課程。
- 二、 該校為社區高中，在大台北地區並非明星學校，學生的地球科學概念程度較能夠代表一般普通高中學生的狀況。
- 三、 由於研究對象為高二社會組學生，參與研究的學生總人數為 247 人，女生 147 人，男生 100 人。各班均女生較男生多，男女生人數比約是 1:1.47。
- 四、 六個班級在地球科學學科概念上沒有明顯差異。以獨立樣本 T 檢定各組班級前學期地球科學學期總成績無顯著差異。結構式探究教學班級成績平均 64.77 分，標準差 9.55 分；探究式教學班級成績平均 66.16 分，標準差 11.66 分。 $[t=-0.922, p=0.358]$ 。

本研究，筆者即為探究式課程的授課者，主要原因如下：

- 一、 此六個班級為授課者之任教班級，教師了解任課班級之各別學生狀況，對於課程進行期間學生的狀況及各項變數較能夠掌握。
- 二、 本研究在六個班進行教學時，須進行不同探究式教學的操弄，由單一授課教師進行授課，能避免不同教學者之教學風格不同之偏

誤。

三、研究者教學經驗有五年，擔任海洋教育資源中心種子教師三年，樂於嘗試不同的教學方法與策略。

四、在進行本研究之前，學生在高一基礎地球科學（上）由學校另一位地球科學教師教學，該師表示進行基礎地球科學（上）時並未嘗試以探究式教學的教學方式進行授課；筆者在高二基礎地球科學（下）的教學在該單元進行之前亦無進行探究式教學。

本研究中，預定設計的結構式探究教學與引導式探究教學兩種不同探究式教學，所包含的地震單元內容為整合 99 課綱中兩部分的內容，分別為基礎地球科學（上）知道固體地球內部有層層結構—如何探測地球內部的組成與構造、認識地震波的傳播特性，以及基礎地球科學（下）知道地震波探測地球內部的原理、知道大陸地殼鑽探的發現。本研究的教學在高二基礎地球科學（下）課程中進行。由於筆者任教學校之課程安排為一學年，每週一節課，單一學期任教班級數為七個班，六個班級為高二社會組班級，一個班級為高二體育班。考量體育班的特殊性，研究者選擇高二社會組六個班級，隨機挑選三個班級進行結構式探究教學、另三個班級進行引導式探究教學。由於課程歷時三小時，橫跨三週，部分同學因個人或其它因素請假未到課，或是填答時隨意填寫，致所收集之各項資料之有效樣本數較人數減少。不同探究式教學班級人數與有效樣本數如表 3-1-1。

表 3-1-1 不同探究式教學班級人數與有效樣本數

各項量表	總人數 124 人	總人數 123 人
	結構式探究教學	引導式探究教學
	有效樣本數	有效樣本數
地震學態度量表	105 人	95 人
學習環境量表	105 人	95 人
地震學成就測驗	105 人	95 人

說明：有效樣本人數均扣除前、後測中有任何遺失、無法配對的資料以及敘意亂答之樣本。

第二節 研究設計與流程

本研究採準實驗研究法，探討高中學生在不同探究式課程中（自變項），學習態度、地震單元學習成效、學習環境觀感的變化與影響（依變項），如表 3-2-1 所示。

表 3-2-1 本研究各變項

自變項	外在變項	依變項
結構式探究教學	學生學習環境偏好	學習態度
引導式探究教學	學生學業成績 性向測驗成績	學習環境觀感 學習成效

本研究流程可分成三個階段，準備階段、正式實施教學階段與結果分析階段，研究時間為 2012 年 02 至 2013 年 05 月，橫跨不同學年度的學期時間。研究流程各階段的發展分述如下：

一、準備階段

- (一) 形成研究問題：由教學現場中發覺高中生地球科學學習的問題，探究教學可能可以提供教師與學生一種新的教學與學習方式，進而提升學生學習態度與學習成效。
- (二) 蒐集與閱讀文獻：針對探究教學、地球科學相關探究教學、地震學習相關研究去蒐集相關文獻作整理與討論。
- (三) 發展與選定研究工具：本研究中設計兩種不同探究式教學（於本章第三節詳述），以地震作為同一主題教學單元為主軸的課程，並發展地震學成就測驗、地震學態度量表。測驗與量表請高中教師與教授進行專家審查後定稿。
- (四) 預試與修正：隨機挑選 2 個非正式進行實驗教學的班級分別以結構式探究教學與引導式探究教學來進行試驗性教學研究

(pilot studies)，各量表進行預試。之後，正式進行實驗教學前，根據預試結果進行教學工具與研究工具的修編。

二、正式實施教學階段

(一) 選定研究對象：除去體育班的特殊性，以高二社會組共六個班級的學生作為研究對象。

(二) 實施前測、進行教學、實施後測：兩組學生，各三個班級，均於教學進行前進行地震學態度量表、學習環境量表前測。筆者按照設計的探究式教學時數安排進行教學，進行教學時則一組進行結構式探究教學，另一組進行引導式探究教學，為確保研究品質。所有的班級進行探究式教學的時程相同，每週一節，一節五十分鐘，共歷時三週，共一百五十分鐘課程。教學結束後各班進行地震學成就測驗，地震學態度量表、學習環境量表後測。除了地震學成就測驗之外，地震學態度量表與學習環境量表，前、後測試題相同。

三、結果分析階段

於正式施測教學階段結束後，整理所有測驗與量表資料，持續閱讀文獻，進行量化分析與作圖，提出結論與建議，撰寫論文。

本研究各階段工作及其說明如表 3-2-2 所示。

表 3-2-2 各階段工作及其說明

階段	子階段	說明
一、準備	1.形成研究問題	由教學現場的問題引發進行設計以地震為主題的探究式教學課程。
	2.蒐集與閱讀文獻	蒐集探究教學、地球科學相關探究教學、地震學習相關研究參考文獻。
	3.發展與選定研究工具	以地震為主題，設計兩種不同探究式教學課程，並發展地震學成就測驗、地震學態度量表。
	4.預試與修正	試驗性教學研究與量表預試，並依據結果進行編修。
二、正式實施教學	1.選定研究對象	以高二社會組學生作為研究對象。
	2.實施前測	兩組學生，均於教學進行前進行地震學態度量表、學習環境量表前測。筆者按照設計的探究式教學方式進行教學，進行教學時一組進行結構式探究教學，另一組進行引導式探究教學。教學結束後各班進行地震學成就測驗、地震學態度量表、學習環境量表後測。除了地震學成就測驗之外，地震學態度量表與學習環境量表，前、後測試題相同。
	、進行教學	
	、實施後測	
三、結果分析		整理所有測驗與量表資料，進行分析，提出結論與建議，撰寫論文

第三節 研究工具

本研究之研究工具分為「教學工具」及「評量工具」。教學工具包含兩種探究式教學課程（結構式探究教學、引導式探究教學）。評量工具分為「地震學成就測驗」、「地震學態度量表」、「學習環境量表」。分述如下：

一、教學工具—不同的探究式教學活動課程

本研究教學設計由筆者自行研發，根據普通高中必修基礎地球

科學課程綱要的精神設計，教學目標是讓學生知道固體地球內部有層層結構、知道如何探測地球內部的組成與構造、認識地震波的傳播特性、知道地震波探測地球內部的原理、知道大陸地殼鑽探的發現。兩種探究式課程均輔助電腦軟體 QCNLive 的使用。教學時間共三節課，一百五十分鐘，每週一節課，連續三週。教學過程中不論是結構式探究教學還是引導式探究教學的班級組別，均依學生之意願自由分成六組，每組人數在 6~8 人之間。結構式探究教學與引導式探究教學的上課地點均是在該校地球科學教室，學生依組別各自圍繞一張實驗桌而坐。

在本研究中，各班級均以地震單元為主軸進行探究式教學課程。結構式探究教學與引導式探究教學兩組班級均於課程中安排兩個讓學生以小組為單位進行的探究活動。

第一個探究活動—真實地震資料分析，教師提供各小組學生（包括結構式教學與引導式教學班級）一份內含六次不同的真實地震。六次地震分別以代號 A、B、C、D、E、F 標示之，A~F 次地震依序分別包含 2、3、5、5、6、5 個測站的所記錄到的真實地震波資料，其中代號 A 地震之地震規模最小；代號 F 地震之地震規模最大；代號 C 地震與代號 D 地震之地震規模相同，但震源深度不同；代號 B 地震與代號 E 地震之地震規模相同，震源深度也幾乎相同。本活動安排目的為讓學生利用真實世界的數據進行探究活動。該探究活動中，每組學生必須跟據教師所提供之真實地震波資料進行分析，需繪出 A~F 六次地震的等震圖、推估 A~F 六次地震的震央所在位置、比較 A~F 六次地震之差異為何。結構式探究教學與引導式探究教學兩組班級差異為：結構式探究教學班級提供學生探究活動之操作步驟；引導式探究教學班級，教師則引導學生

思考但不給予探究活動之實驗步驟。

第二個探究活動—教師提供學生實驗問題—利用手機振動模擬真實地震的發生，手機振動在保麗龍板上的震度分布情形為何，並請學生以小組為單位，分析實驗結果並說明本次實驗和真實地震的差異之處。本實驗配合電腦軟體 QCNLive 操作（電腦軟體 QCNLive 配合加速度感應器時可紀錄水平方向與垂直方向上的加速度值隨時間的變化）。結構式探究教學與引導式探究教學兩組班級差異為：結構式探究教學班級，教師提供學生實驗步驟，請學生依照教師所提供之實驗步驟進行操作，由小組學生自行進行數據分析，討論分析的數據結果並繪圖呈現之；引導式探究教學班級，教師僅給予學生實驗問題，不提供學生實驗步驟，教師引導學生思考問題，學生進行小組討論後，自行設計並決定實驗步驟，再依照自行設計的實驗步驟蒐集數據並進行數據分析，討論分析數據結果，最後繪圖呈現實驗結果。

兩種不同探究式教學課程的設計原則是：在結構式探究教學課程的教學設計中，教師提供學生研究問題、步驟、方法，給予學生明確的指引，學生依教師的引導依序進行實驗步驟，自行分析資料與詮釋，獲得研究結果；在引導式探究教學課程的教學設計中，教師僅提供學生研究問題，引導學生可能的思考方向，讓學生自行設計研究步驟與決定研究方法，學生自行進行資料分析與詮釋，提出研究結果。

本研究教學設計先經資深教師及專家審查，後由研究者進行預試，再經修正後，才進行正式教學。表 3-3-1 為兩種不同探究式教學課程中探究活動的比較。兩種不同探究式教學課程教案請參閱附錄一「不同探究式教學課程教案」所示。

表 3-3-1 結構式探究教學課程與引導式探究教學課程中探究活動的比較

	結構式探究教學	引導式探究教學
時間	3 節課共 150 分鐘	
第一個探究活動 真實地震資料分析	教師說明地震測站資料訊息所代表意義，逐一講解步驟與方法，讓同學分析與詮釋地震測站資料，教師巡視並給予明確指引。	教師引導學生思考地震測站資料訊息所代表的意義，教師引導學生思考可能的步驟及方法，學生進行及相關的地震資料分析與詮釋，教師巡並視引導學生。
	QCNLive 軟體操作教學	
第二個探究活動 模擬真實地震實驗	教師提供學生實驗問題—利用手機振動模擬真實地震的發生，繪出手機振動的等震圖分布情形。教師提供學生實驗步驟及目的，請學生依照步驟完成實驗，呈現實驗結果。	教師僅提供學生實驗問題—利用手機振動模擬真實地震的發生，繪出手機振動的等震圖分布情形。教師引導學生自行設計實驗步驟、分析解釋，提出實驗結果。
學習環境	偏向教師中心	偏向學生中心

二、 評量工具—地震學成就測驗

本研究採用地震學成就測驗作為筆者欲了解學生在地震學學習成效的研究工具。地震學成就測驗由研究者自行研發，9 題單選題，9 題填充題，2 題問答題。其中，9 題填充題細分為 16 個子小題試題，整份試題共有 20 題。本試卷配分在單選題與填充題部分為每題 5 分，問答題部分則依編碼表分段給分，總分 100 分。學生受試時間為 35 分鐘。測驗紙本設計如附錄二「地震學成就測驗」所示。地震學成就測驗評測目標包含基礎地球科學（上）（下）課綱中，地震相關內容以及本課程實作活動能力，後者涵蓋資訊軟體 QCNLive 使用以及相關探究能力。內容效度部分，本試題經兩位地震學專家依據內容進行審查，再將試題修改而後正式施測。此評

量工具於探究式課程結束後施測。地震學成就測驗設計藍圖如表 3-3-2。

表 3-3-2 地震學成就測驗設計藍圖

學習內容	評測目標 題號			
	知識	理解	應用	分析
基礎地震概念（地震規模、地震強度、震源、震央、等震圖）	1.5.10.	7.	15.16.	8.9.11.
地震波的傳播特性	2.	6.		
震波探測試探索地層的方法之一	3.4.			
知道大陸地殼鑽探的發現	13.14.			
QCNLive 軟體與加速度感應器的實作與探究能力	12.	17.18.	19.20.	
合計題數	9	4	4	3

地震學成就測驗中，問答題的評測目標，第十九、二十題為 QCNLive 軟體與加速度感應器的實作與探究能力。試題提出不同的實驗問題，要求學生寫出實驗器材／實驗步驟的設計，學生需能應用地震學知識並具備設計實驗解決問題的能力方能回答這兩個問題。筆者於教學進行前先將地震學成就測驗的問答題進行編碼，以利探究式教學課程結束之後，學生完成地震學成就測驗的後續評分。表 3-3-3 為地震學成就測驗問答題編碼表。

表 3-3-3 地震學成就測驗問答題編碼表

題號	給分	評分準則	示例
十九	2 分(每項)	符合研究問題的實驗步驟、實驗器材	真實地震波的傳遞經過地層與實驗設計的保麗龍不同，將其改變成岩石以求更貼近真實情況。
			真實地震和測站的距離不若實驗設計中震源和加速度感應器的距離這麼靠近，因此調整增加震源距離。
	0 分	不合理的實驗步驟、實驗器材	真實地震能量透過地震波傳遞，地震波和手機的振動不同，因此更換成更能模擬地震波的震源。
二十	5 分	1.符合研究問題的實驗步驟 2.正確掌握操縱與控制變因	真實地震多位於地表之下，原實驗設計震源位於地表，因此增加震源深度。
	3 分	1.符合研究問題的實驗步驟 2.正確掌握操縱變因	改變震源能量大小且固定震源與感應器距離
	2 分	1.符合研究問題的實驗步驟 2.正確掌握控制變因	改變震源能量大小
	0 分	1.實驗步驟不合理 2.無法掌握任何變因	固定震源與感應器距離

為檢驗筆者的評分是否有偏差，協請一位高中地球科學教師一同對所有學生在問答題的答題情形進行複評，再進行評分者信度檢測，得到 94.3%的同意度。

考量學生在基礎地球科學（下）課程之學習進度壓力，以及避免學生在填寫前、後測試卷時因煩躁亂答或是前測記憶保留效應，本研究以學生前學期地球科學學期總成績作為前測成績。並於探究課程結束後，再進行地震學成就測驗施測。

三、 評量工具—地震學態度量表

為了瞭解學生在參與探究式教學前後，對於地震學習的各方面態度變化情形，參酌王如玉（1999）之地球科學學習態度量表，掌握其精神做些微修正編製而成，該量表包含三個分量表，分別為「對地震學所持態度」、「對學習地震學所持的態度」、「對參與地震學活動所持的態度」。各分量表題數各為 10 題，合計 30 題。本評量工具為避免有些學生在填答時以固定模式填答，本量表以正、反向試題亂數交錯出題，並外加一檢測試題，檢測學生是否認真填答。反向試題在計分時亦須反向計分，檢測試題不予計分。試題為五分量表，各題選項分別為：非常同意、同意、沒意見、不同意、非常不同意，分別給予 5、4、3、2、1 分。作答時間十五分鐘，於探究教學前、後施測，試題均相同。測驗紙本設計如附錄三「地震學態度量表」所示。經正式研究施測後，所有有效研究樣本之量表內部一致性信度為其 Cronbach α 值為 0.947。

四、 評量工具—學習環境量表

希望藉由此量表來了解本研究所設計的探究式教學課程學習環境中，不同探究式課程與學生學習觀感兩者間的關係，進而提出相關探究式教學課程設計時考量的具體建議。

本量表參酌李旻憲與張俊彥（2004）所研發的「地球科學教室學習環境量表（Earth Science Classroom Learning Environment Instrument, ESCEI）」，編製而成，共 18 題。本量表包含學生中心與教師中心兩分量表，試題為五分量表，各題選項分別為：非常經常、經常、有時、很少、從來沒有，分別給予 5、4、3、2、1 分。於探究式教學進行前施測，請學生填寫理想學習環境感受，並於探究式教學結束後，請學生填寫實際經歷學習環境感受。測驗紙本設

計如附錄四「學習環境量表」所示。經正式研究施測後，所有有效研究樣本，此量表內部一致性信度 Cronbach α 值為 0.716。

第四節 資料分析

本研究運用 SPSS 20 for Windows 及 Microsoft Office Excel 軟體進行量化資料分析。量化資料包括「地震學成就測驗」、「地震學態度量表」、「學習環境量表」三項測驗工具。

本研究所使用的資料分析方法與研究問題對應如下：

一、 描述性統計：

針對學生在地震學成就測驗，地震學態度量表前、後測及學習環境量表前、後測之結果進行平均值、標準差分析，為了解學生在這些測驗的全體表現情形。

二、 學習環境落差 (PAS)：

計算每位學生學習環境量表在實施探究式教學後，學生實際經歷學習環境感受和在實施探究式教學前學生理想學習環境的落差大小。

$$PAS = |\text{後測實際感受學習環境} - \text{前測實際理想學習環境}|$$
$$= \sqrt{(PS - AS)^2 + (PT - AT)^2}$$

三、 獨立樣本 T 檢定：

為了解結構式探究教學與引導式探究教學兩組學生在

(一) 地震學成就測驗含各個部份(選擇題—單選、填充題、問答題)的答題情況是否有差異。

(二) 地震學態度前、後測含各分量表是否有差異。

(三) 學習環境落差 (PAS) 是否有差異

四、 成對樣本 T 檢定：

為了解結構式探究教學、引導式探究教學各組內學生在前、後測的地震學態度測驗中的改變是否有差異。

五、散佈圖

為呈現學習環境量表的結果，反映學生學習環境的理想與實際感受，將學生在實施教學前，對理想學習環境的填答與實施教學後，實際經歷學習環境的填答進行繪製散佈圖。分別以學生中心分量表的平均分數作為 x 軸數值，以教師中心分量表的平均分數作為 y 軸數值。x 軸與 y 軸交會於學生中心分量表數值 3 與教師中心量表數值 3 的位置。

此散佈圖能了解學生理想學習環境以及實際經歷學習環境是如何，落於右上方為學生中心與教師中心兼具的學習環境，以 ST 表之；落於左上方傾向教師中心，以 TC 表之；落於左下方不傾向教師中心也不傾向學生中心，以 NST 表之；落於右下方則傾向學生中心，以 SC 表之。

六、相關分析（Pearson product-moment correlation）

學生於實施探究式教學後，對地震成就測驗、地震學態度、學習環境落差（PAS）之間進行相關分析，以了解學生在經歷探究式教學後，學生所呈現之地震學成就、地震學態度、學習環境落差（PAS）之相關性。

本研究中，研究問題與研究方法對照如表 3-4-1。

表 3-4-1 研究問題與研究方法對照表

研究問題	資料	分析方法
不同探究式教學（結構式探究、引導式探究）對高中學生學習地震學的影響為何？	地震學成就測驗 （分為填充、選擇、問答、獨立樣本 T 檢定總分四部分） 地震學態度量表（分為地震學所持態度、對學習地震學所持的態度、對參與地震學活動所持的態度三部分）	成對樣本 T 檢定
高中學生理想學習環境為何？高中學生實際學習環境為何？高中學生理想學習環境與實際學習環境的差異對學生的影響為何？	學習環境量表 地震學態度量表	散佈圖 $PAS = \sqrt{(PS - AS)^2 + (PT - AT)^2}$ 相關

第五節 研究限制

本研究取樣自台北地區某一所高中的高二社會組學生，由於僅選取六個班級，且每班有效樣本不足 40 人，基於研究地區及研究樣本之限制，不宜將研究結果推論至所有高二學生或是其他年級其他地區的高中生，僅適合情境相近的學習環境參考及推論。

本研究配合基礎地球科學（上）、基礎地球科學（下）與地震主題相關之課程內容的延伸探究活動，不宜將研究結果推論至其他科目與課程單元。

第四章 研究結果

本研究於實驗教學前後，依蒐集資料的時間順序作排列，共蒐集了以下資料，包括：地震學態度前測、學習環境前測、地震學成就測驗、地震學態度後測、學習環境後測。以下列各節將呈現本研究之實驗結果：第一節中將討論，結構式探究教學與引導式探究教學兩組學生在地震學態度、地震學成就測驗、學習環境的差異為何。第二節中將討論，結構式探究教學與引導式探究教學兩組學生在學習環境前、後測的情形。第三節中將討論，學生經歷探究式教學後，在地震學成就測驗、地震學態度、學習環境偏好之間的相關性為何。

第一節 不同探究式教學對學生的影響情形

為了解結構式探究教學與引導式探究教學對學生的影響差異，將針對兩組學生在地震學成就測驗，包含地震學成就測驗各個部份：選擇題（單選）、填充題、問答題之答題情況；地震學態度前、後測，包含三個分量表：分量表一「對地震學所持態度」、分量表二「對學習地震學所持的態度」、分量表三「對參與地震學活動所持的態度；學習環境落差（PAS）是否有差異，分別進行獨立樣本 T 檢定。分析結果如表 4-1-1 所示。

表 4-1-1 結構式探究教學與引導式探究教學對學生影響的差異

研究工具	組別	人數	平均值 (標準差)	檢定值 (<i>t</i>)	顯著性 (<i>p</i>)	<i>Cohen's d</i>
地震學成就測驗 (選擇題 45 分)	結構	105	29.10(8.11)	2.061	.041*	0.29
	引導	95	26.68(8.43)			
地震學成就測驗 (填充題 45 分)	結構	105	20.04(9.78)	-0.042	.967	0.01
	引導	95	20.10(9.43)			
地震學成就測驗 (問答題 10 分)	結構	105	2.78(2.99)	-2.376	.018*	0.34
	引導	95	3.81(3.14)			
地震學成就測驗 (總分 100 分)	結構	105	51.91(15.97)	0.559	.577	0.08
	引導	95	50.59(17.53)			
學習環境落差 (PAS)	結構	105	0.87(0.55)	1.409	.161	0.19
	引導	95	0.77(0.49)			
地震學態度 (前測平均)	結構	105	3.18(0.57)	1.107	.270	0.15
	引導	95	3.09(0.63)			
地震學態度 (前測-分量表一)	結構	105	3.07(0.63)	0.237	.740	0.05
	引導	95	3.04(0.58)			
地震學態度 (前測-分量表二)	結構	105	3.12(0.64)	1.349	.179	0.18
	引導	95	3.00(0.67)			
地震學態度 (前測-分量表三)	結構	105	3.35(0.69)	1.244	.215	0.17
	引導	95	3.23(0.71)			
地震學態度 (後測平均)	結構	105	3.30(0.61)	0.990	.324	0.13
	引導	95	3.22(0.58)			
地震學態度 (後測-分量表一)	結構	105	3.21(0.65)	0.571	.569	0.08
	引導	95	3.16(0.64)			
地震學態度 (後測-分量表二)	結構	105	3.23(0.69)	1.633	.104	0.23
	引導	95	3.08(0.63)			
地震學態度 (後測-分量表三)	結構	105	3.47(0.62)	0.497	.620	0.08
	引導	95	3.42(0.65)			

* $p < 0.05$

說明：地震學態度分量表一、二、三分別為三個分量表，分別為「對地震學所持態度」、「對學習地震學所持的態度」、「對參與地震學活動所持的態度」。

一、不同探究式教學在地震學成就測驗的差異

總分的平均數部分，結構式探究教學班級與引導式探究教學班

級並無顯著差異，〔 $t=0.559$ ， $p=0.577$ 〕，其差異顯著(effect size) d

值為 0.08。結構式探究教學班級平均分數為 51.91 分，標準差為 15.97 分；引導式探究教學班級平均分數為 50.59 分，標準差為 17.53 分。

在選擇題的平均分數部分，結構式探究教學班級與引導式探究教學班級有顯著差異， $[t=2.061, p=0.041<0.05]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.29，屬於低度效果量(small effect)。結構式探究教學班級平均分數為 29.10 分，標準差為 8.11 分；引導式探究教學班級平均分數為 26.68 分，標準差為 8.43 分。結構式探究教學班級在選擇題部分表現的比引導式探究教學班級佳。

填充題的平均數部分，結構式探究教學班級與引導式探究教學班級並無顯著差異， $[t=-0.042, p=0.967]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.01。結構式探究教學班級平均分數為 20.04 分，標準差為 9.78 分；引導式探究教學班級平均分數為 20.10 分，標準差為 9.43 分。

在問答題的平均分數部分，結構式探究教學班級與引導式探究教學班級有顯著差異， $[t=-2.376, p=0.018<0.05]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.34，屬於低度效果量(small effect)。結構式探究教學班級平均分數為 2.78 分，標準差為 2.99 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.81 分，標準差為 3.14 分。結構式探究教學班級在問答題部分表現的比引導式探究教學班級差。

二、不同探究式教學在地震學習態度的差異與變化情形

(一) 不同探究式教學在地震學習態度的差異

地震學態度量表前測總分的平均數部分，結構式探究教學班級與引導式探究教學班級並無顯著差異， $[t=1.107, p=0.270]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.15，屬於低度效果量(small

effect)。結構式探究教學班級平均分數為 3.18 分，標準差為 0.57 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.09 分，標準差為 0.63 分。

地震學態度量表前測分量表一「對地震學所持態度」的平均數部分，結構式探究教學班級與引導式探究教學班級並無顯著差異， $[t=0.237, p=0.740]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.05。結構式探究教學班級平均分數為 3.07 分，標準差為 0.63 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.04 分，標準差為 0.58 分。

地震學態度量表前測分量表二「對學習地震學所持的態度」的平均數部分，結構式探究教學班級與引導式探究教學班級並無顯著差異， $[t=1.349, p=0.179]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.18，屬於低度效果量(small effect)。結構式探究教學班級平均分數為 3.12 分，標準差為 0.64 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.00 分，標準差為 0.67 分。

地震學態度量表前測分量表三「對參與地震學活動所持的態度」的平均數部分，結構式探究教學班級與引導式探究教學班級並無顯著差異， $[t=1.244, p=0.215]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.17，屬於低度效果量(small effect)。結構式探究教學班級平均分數為 3.35 分，標準差為 0.69 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.23 分，標準差為 0.71 分。

地震學態度量表後測總分的平均數部分，結構式探究教學班級與引導式探究教學班級並無顯著差異， $[t=0.990, p=0.324]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.13。結構式探究教學班級平均分數為 3.30 分，標準差為 0.61 分；引導式探究教學班級

平均分數為 3.22 分，標準差為 0.58 分。

地震學態度量表後測分量表一「對地震學所持態度」的平均數部分，結構式探究教學班級與引導式探究教學班級並無顯著差異， $[t=0.571, p=0.569]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.08。結構式探究教學班級平均分數為 3.21 分，標準差為 0.65 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.16 分，標準差為 0.64 分。

地震學態度量表後測分量表二「對學習地震學所持的態度」的平均數部分，結構式探究教學班級與引導式探究教學班級並無顯著差異， $[t=1.633, p=0.104]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.23，屬於低度效果量(small effect)。結構式探究教學班級平均分數為 3.23 分，標準差為 0.69 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.08 分，標準差為 0.63 分。

地震學態度量表後測分量表三「對參與地震學活動所持的態度」的平均數部分，結構式探究教學班級與引導式探究教學班級並無顯著差異， $[t=0.497, p=0.620]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.08。結構式探究教學班級平均分數為 3.47 分，標準差為 0.62 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.42 分，標準差為 0.65 分。

(二) 不同探究式教學在地震學習態度前、後測的差異

以獨立樣本 T 考驗進行檢驗兩種不同探究式教學在地震學習態度的差異，結果顯示結構式探究教學班級與引導式探究教學班級在地震學態度前、後測以及其三項分量表並無顯著差異。

為了解探究式教學對學生在地震學習態度的影響，因此，

各別對兩組不同探究式班級進行成對 T 考驗，分別比較結構式探究教學與引導式探究教學對學生在地震學習態度前、後測之差異。

結構式探究教學班級在地震學態度前測總分的平均數與地震學態度後測總分的平均數有顯著差異〔 $t=2.486$ ， $p=0.015<0.05$ 〕，其差異顯著(effect size) d 值為 0.20，屬於低度效果量(small effect)。結構式探究教學班級前測平均分數為 3.18 分，標準差為 0.57 分，後測平均分數為 3.30 分，標準差為 0.61 分。

引導式探究教學班級在地震學態度前測總分的平均分數與地震學態度後測總分的平均數有顯著差異，〔 $t=3.182$ ， $p=0.002<0.05$ 〕，其差異顯著(effect size) d 值為 0.35，屬於低度效果量(small effect)。引導式探究教學班級前測平均分數為 3.01 分，標準差為 0.63 分，在地震學態度後測平均分數為 3.22 分，標準差為 0.58 分。

分別對不同探究式教學班級在地震學態度測驗各分量表進行成對 T 考驗，結果如下：

在結構式探究教學班級中，地震學態度分量表一「對地震學所持態度」。前測分量表一的總分的平均數與後測分量表一總分的平均數有顯著差異，〔 $t=2.477$ ， $p=0.015<0.05$ 〕，其差異顯著(effect size) d 值為 0.23，屬於低度效果量(small effect)。分量表一前測平均分數為 3.07 分，標準差為 0.58 分，分量表一後測平均分數為 3.21 分，標準差為 0.65 分。

地震學態度分量表二「對學習地震學所持的態度」。前測分量表二的總分的平均數與後測分量表二總分的平均數則無

顯著差異，〔 $t=1.844$ ， $p=0.068$ 〕，其差異顯著(effect size) d 值為 0.16，屬於低度效果量(small effect)。分量表二前測平均分數為 3.12 分，標準差為 0.67 分，分量表二後測平均分數為 3.23 分，標準差為 0.69 分。

地震學態度分量表三「對參與地震學活動所持的態度」。前測分量表三的總分的平均數與後測分量表三總分的平均數有顯著差異，〔 $t=2.156$ ， $p=0.033<0.05$ 〕，其差異顯著(effect size) d 值為 0.19，屬於低度效果量(small effect)。分量表三前測平均分數為 3.35 分，標準差為 0.64 分，分量表三後測平均分數為 3.47 分，標準差為 0.62 分。

結果如表 4-1-2 與表 4-1-3 所示。

表 4-1-2 結構式探究教學班級在地震學態度前、後測的差異

地震學態度量表	平均值(標準差)	t 檢定值	顯著性 (p)	Cohen's d
前測態度	3.18(0.57)			
後測態度	3.30(0.61)			
後測-前測		2.486	.015*	0.2

* $p<0.05$

表 4-1-3 結構式探究教學班級在地震學態度各分量表前、後測的差異

地震學態度量表	平均值(標準差)	t 檢定值	顯著性 (p)	Cohen's d
前測態度分量表一	3.07(0.58)			
後測態度分量表一	3.21(0.65)			
後測-前測(分量表一)		2.477	.015*	0.23
前測態度分量表二	3.12(0.67)			
後測態度分量表二	3.23(0.69)			
後測-前測(分量表二)		1.844	.068	0.16
前測態度分量表三	3.35(0.64)			
後測態度分量表三	3.47(0.62)			
後測-前測(分量表三)		2.156	.033*	0.19

* $p<0.05$

引導式探究教學班級中，地震學態度分量表一「對地震學所持態度」。前測分量表一的總分的平均數與後測分量表一總分的平均數有顯著差異， $[t=2.617, p=0.010<0.05]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.19，屬於低度效果量(small effect)。分量表一前測平均分數為 3.04 分，標準差為 0.64 分，分量表一後測平均分數為 3.16 分，標準差為 0.64 分。

地震學態度分量表二「對學習地震學所持的態度」。前測分量表二的總分的平均數與後測分量表二總分的平均數則無顯著差異， $[t=1.512, p=0.134]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.14。分量表二前測平均分數為 2.99 分，標準差為 0.69 分，分量表三後測平均分數為 3.08 分，標準差為 0.63 分。

地震學態度分量表三「對參與地震學活動所持的態度」。前測分量表三的總分的平均數與後測分量表三總分的平均數有顯著差異， $[t=3.239, p=0.002<0.05]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.28，屬於低度效果量(small effect)。分量表三前測平均分數為 3.23 分，標準差為 0.71 分，分量表三後測平均分數為 3.42 分，平均分數為 0.65 分。

結果如表 4-1-4 與表 4-1-5 所示。

表 4-1-4 引導式探究教學班級在地震學態度前、後測的差異

地震學態度量表	平均值(標準差)	t 檢定值	顯著性 (p)	Cohen's d
前測態度	3.01(0.63)			
後測態度	3.22(0.58)			
後測態度-前測態度		3.182	.002**	0.35

* $p<0.05$

表 4-1-5 引導式探究教學班級在地震學態度各分量表前、後測的差異

地震學態度量表	平均值(標準差)	t 檢定值	顯著性 (p)	Cohen's d
前測態度分量表一	3.04(0.64)			
後測態度分量表一	3.16(0.64)			
後測-前測(分量表一)		2.617	.010**	0.19
前測態度分量表二	2.99(0.69)			
後測態度分量表二	3.08(0.63)			
後測-前測(分量表二)		1.512	.134	0.14
前測態度分量表三	3.23(0.71)			
後測態度分量表三	3.42(0.65)			
後測-前測(分量表三)		3.239	.002**	0.28

* $p < 0.05$

三、不同探究式教學班級在學習環境落差 (PAS) 的差異：

學習環境落差 (PAS) 的平均數部分，結構式探究教學班級與引導式探究教學班級並無顯著差異， $[t=1.409, p=0.161]$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.19，屬於低度效果量(small effect)。結構式探究教學班級 PAS 平均分數為 0.87 分，標準差為 0.55 分；引導式探究教學班級 PAS 平均分數為 0.77 分，標準差為 0.49 分。

第二節 學生對探究式教學的學習環境觀感

在探究式教學進行之前，所有班級學生在學習環境量表中，學生中心分量的平均分數為 3.65 分，標準差為 0.55 分，教師中心分量平均分數為 4.11 分，標準差為 0.45 分。顯示出學生心中理想的學習環境為：學生中心的學習環境應介於「有時」到「經常」之間，教師中心的學習環境應介於「經常」到「非常經常」之間。

結構式探究教學班級學生在學習環境量表中，學生中心分量平均分數為 3.61 分，標準差為 0.58 分。教師中心分量的平均分數為 4.11 分，標準差為 0.46 分。顯示出在結構式探究教學班級的學生心中理想的學習環境為：學生中心的學習環境應介於「有時」到「經常」之間，教師中心的學習環境應介於「經常」到「非

常經常」之間。

引導式探究教學班級學生在學習環境量表中，學生中心分量平均分數為 3.69 分，標準差為 0.50 分，教師中心分量的平均分數為 4.10 分，標準差為 0.43 分。顯示出在引導式探究教學班級的學生心中理想的學習環境為：學生中心的學習環境應介於「有時」到「經常」之間，教師中心的學習環境應介於「經常」到「非常經常」之間。

在探究式教學進行之後，所有班級學生在學習環境量表中，學生中心分量的平均分數為 3.39 分，標準差為 0.63 分，教師中心分量的平均分數為 3.93 分，標準差為 0.54 分。顯示出學生實際感受的學習環境為：學生中心的學習環境應介於「有時」到「經常」之間，教師中心的學習環境應介於「有時」到「經常」之間。

結構式探究教學班級學生在學習環境量表中，學生中心分量平均分數為 3.34 分，標準差為 0.59 分。教師中心分量的平均分數為 3.86 分，標準差為 0.52 分。顯示出結構式探究教學班級學生實際感受的學習環境為：學生中心的學習環境應介於「有時」到「經常」之間，教師中心的學習環境應介於「有時」到「經常」之間。

引導式探究教學班級學生在學習環境量表中，學生中心分量的平均分數為 3.44 分，標準差為 0.66 分，教師中心分量的平均分數為 4.01 分，標準差為 0.54 分。顯示出引導式探究教學班級學生實際感受的學習環境為：學生中心的學習環境應介於「有時」到「經常」之間，教師中心的學習環境應介於「經常」到「非常經常」之間。

結果如表 4-2-1 所示。

表 4-2-1 學生在探究式教學前後其學習環境量表填答分析

組別	學生中心	教師中心
	平均分數(標準差)	
	前測理想	
結構式	3.61(0.58)	4.11(0.46)
引導式	3.69(0.50)	4.10(0.43)
全體學生	3.65(0.55)	4.11(0.45)
	後測實際	
結構式	3.34(0.59)	3.86(0.52)
引導式	3.44(0.66)	4.01(0.54)
全體學生	3.39(0.63)	3.93(0.54)

將每位學生在探究式教學前與探究式教學後，每位學生在學習環境量表中的填答分數繪入散佈圖中。學生在探究式教學進行前，全體學生心中理想的學習環境如圖 4-2-1 所示。學生在探究式教學進行後，全體學生實際感受的學習環境如圖 4-2-2 所示。結構式探究教學班級學生在前測心中理想的學習環境如圖 4-2-3 所示。結構式探究教學班級學生在後測實際感受的學習環境如圖 4-2-4 所示。引導式探究教學班級學生在前測心中理想的學習環境如圖 4-2-5 所示。引導式探究教學班級學生在後測實際感受的學習環境如圖 4-2-6 所示。

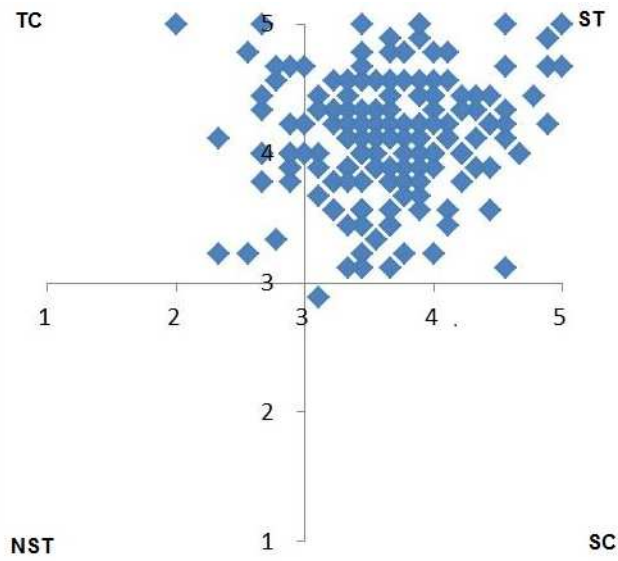


圖 4-2-1 學生前測理想學習環境之學生中心與教師中心散佈圖

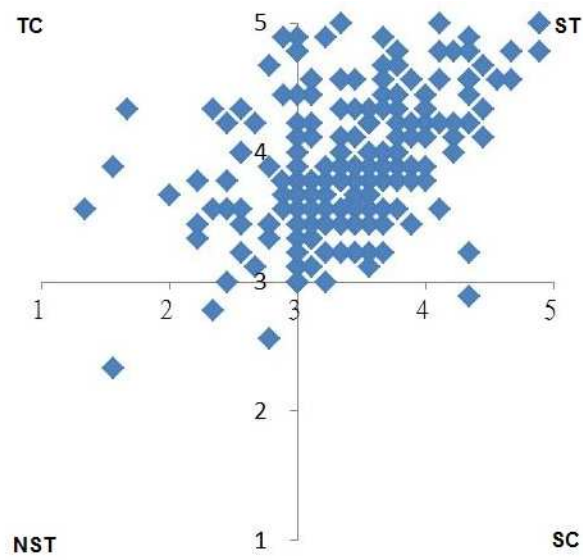


圖 4-2-2 學生後測實際經歷學習環境之學生中心與教師中心散佈圖

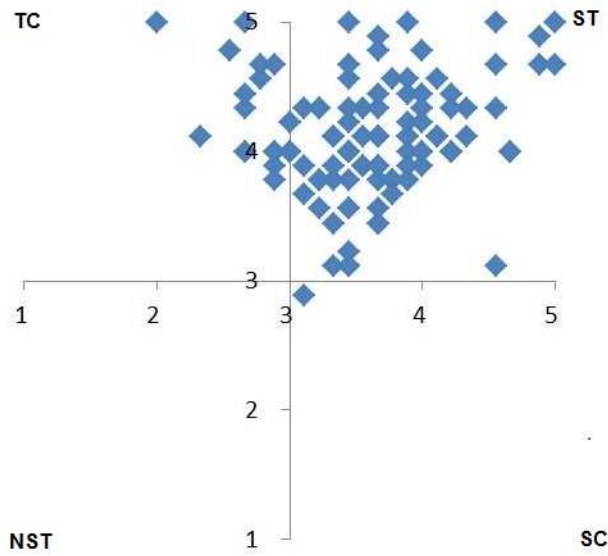


圖 4-2-3 結構式探究教學班級學生前測理想學習環境之學生中心與教師中心散佈圖

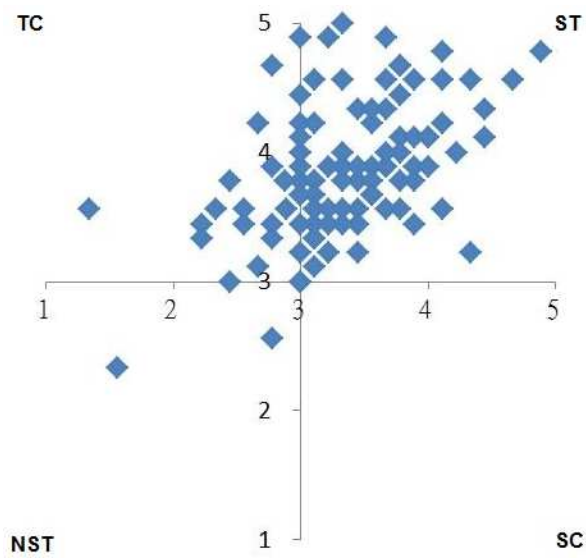


圖 4-2-4 結構式探究教學班級學生後測實際經歷學習環境之學生中心與教師中心散佈圖

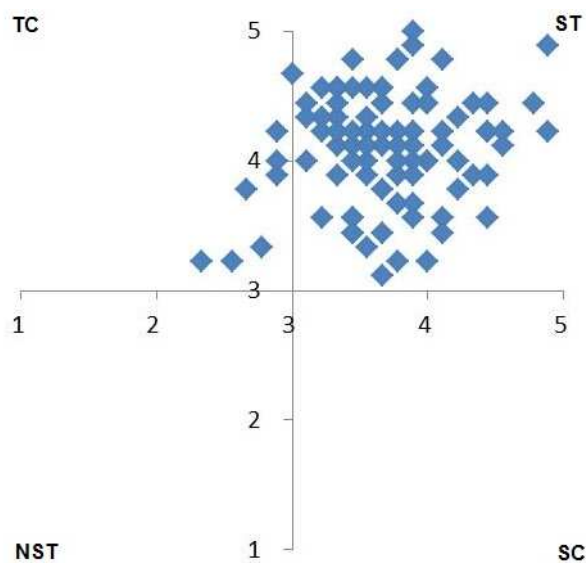


圖 4-2-5 引導式探究教學班級學生前測理想學習環境之學生中心與教師中心散佈圖

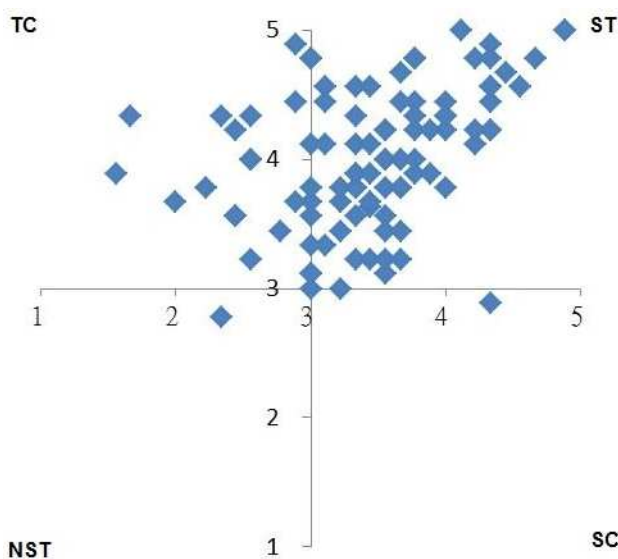


圖 4-2-6 引導式探究教學班級學生後測實際經歷學習環境之學生中心與教師中心散佈圖

由前述散佈圖的分析可知，多數的點都落在圖中的右上角，顯示在探究式教學進行之前、後，所有班級大多數的學生在心中理想的學習環境與實際感受的學習環境皆是以教師中心與學生中心兼具為主。但仔細比較學生實際感受的學習環境與心中理想的學習環境的差異之處，發現無論是在結構式探究教學還是引導試

探究教學班級的學生，在探究式教學課程結束之後，學生在學習環境量表的填答上，學生中心分量的平均數下降的幅度比教師中心分量的平均數下降的幅度都還多。顯示結構式探究教學與引導式探究教學這兩種學習環境在學生中心分量稍嫌不足。

第三節 探究式教學對學生學習影響

為了解學生在經歷探究式教學後，學生在地震學學習成效、地震學態度、學習環境落差（PAS）之間相關性為何，進行相關分析。

本研究發現學習環境落差（PAS）和地震學態度兩變項之間的相關係數為-0.133（ $p=0.060$ ），有低度負相關。地震學態度和地震學成就測驗成績兩變項之間的相關係數為 0.213（ $p=0.002<0.05$ ），有低度正相關。學習環境落差（PAS）和地震學成就測驗成績兩變項之間的相關係數為-0.002（ $p=0.97$ ），則為極微弱負相關。結果如表 4-3-1 所示。

表 4-3-1 地震學成就測驗、學習環境落差（PAS）與地震學態度間的相關

相關 整體	地震學成就測驗	學習環境落差（PAS）	地震學態度
地震學成就測驗	1	-0.004(.953)	0.213(.002**)
學習環境落差（PAS）		1	-.133(.060)
地震學態度			1

Pearson(p^*) * $p \leq 0.05$ ** $p < 0.01$

第五章 討論與建議

本研究以高中二年級學生為研究對象，以地震為主題，分別進行結構式探究教學與引導式探究教學，經由適當的診斷工具了解學生在地震學習的學習態度、學習成效之表現，以及學生對於學習環境的觀感，探討不同的探究教學對學生學習的影響。

本章節中將總結本研究之發現，參酌相關研究做綜合討論，以及在探究教學課程設計上提出具體建議展望與未來研究方向。

第一節 研究結果綜合說明

本節將對本研究之發現分為下列幾個部分加以說明：

一、不同探究式教學班級學生的學習成效差異

地震學成就測驗的選擇題平均分數部分，結構式探究教學班級平均分數為 29.10 分，標準差為 8.11 分；引導式探究教學班級平均分數為 26.68 分，標準差為 8.43 分。獨立樣本 T 檢定的 t 值為 2.061，顯著性為 $p=0.041<0.05$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.29，屬於低度效果量(small effect)，考驗結果達顯著，表示結構式探究教學班級與引導式探究教學班級有顯著差異。從平均分數大小可得出，結構式探究教學班級學生在選擇題部分表現的比引導式探究教學班級學生更佳。

地震學成就測驗的問答題平均分數部分，結構式探究教學班級平均分數為 2.78 分，標準差為 2.99 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.81 分，標準差為 3.14 分。獨立樣本 T 檢定的 t 值為-2.376，顯著性為 $p=0.018<0.05$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.34，屬於低度效果量(small effect)，考驗結果達顯著，表示結構式探究教學班級與引導式探究教學班級有顯著差異。從平均分數大小可得出，結構式探究教學班級學生在問答題部分表現的比引導式探究教學班級學生差。

地震學成就測驗中選擇題評測試題的評測目標，第一、五、十、十

一題：基礎地震概念。第二題：地震波的傳播特性。第三、四題震波探測是探索地層的方法之一。第十三、十四題：知道大陸地殼鑽探的發現。結構式探究教學班級由教師指導學生依序進行實驗步驟，此種較具組織的活動，可能與選擇題較具結構組織的設計的敘述是較相近的，學生以記憶的方式學習就能回答問題，因此結構式探究教學班級的學生在選擇題的部分表現較佳。

地震學成就測驗中填充題之評測試題的評測目標，第六題：地震波的傳播特性，學生需進行圖表分析。第七題到第九題、第十五題、第十六題：基礎地震概念，學生需進行地震波圖形判讀與分析。第十二、十七、十八題：QCNLive 軟體與加速度感應器的實作探究能力分析，學生需會操作 QCNLive 軟體、分析數據資料。以上各題均在評測學生對於實驗數據的分析與處理，這在結構式探究教學班級與引導式探究教學班級中均讓學生參與，教師在實驗數據的分析與處理階段皆為引導者的角色，並無不同。因此，兩組班級表現並無顯著差異。

地震學成就測驗中問答題評測試題的評測目標，第十九、二十題：QCNLive 軟體與加速度感應器的實作與探究能力，學生需具備設計實驗去解決問題的能力。結構式探究教學班級由教師提供實驗問題、實驗步驟，學生跟著教師提供的實驗步驟進行實驗，此種較多教師引導、教封閉的活動可能讓學生缺少回答問答題所需設計實驗的能力。而引導式探究教學班級由教師提供實驗問題，請學生自行設計實驗步驟解決問題，此種較少教師引導、較開放的活動，可能與問答題需要由學生思考其中變因的關係，進而設計實驗方法解決的情境較相似。因此，引導式探究教學班級的學生在問答題的部分表現較佳。

關於不同探究式教學班級學生在地震學成就測驗的表現分析中可發現，此與過去研究中提及，引導式探究在知識與理解層次與結構式探

究較無差異，但引導式探究較能提升學生在應用、分析、評鑑的高階思考能力相呼應 (Berg et al., 2003)。

地震學成就測驗題型、題號與評測目標、學生應答所需能力如表 5-1-1 所示。

表 5-1-1 地震學成就測驗題型、題號與評測目標、學生應答所需能力

題型	題號	評測目標	學生應答需具能力
選擇題	1.5.10.11.	基礎地震概念	知道與理解地震學知識
	2.	地震波的傳播特性	
	3.4.	震波探測是探索地層的方法之一	
	13.14.	知道大陸地殼鑽探的發現	
填充題	6.	地震波的傳播特性	理解地震學知識
	7.8.9.15.16.	基礎地震概念	能分析數據資料
	12.17.18.	QCNLive 軟體與加速度感應器的實作與探究能力	能操作儀器
問答題	19.20.	QCNLive 軟體與加速度感應器的實作與探究能力	能應用地震學知識設計實驗解決問題

二、探究式教學對學生地震學習態度的影響

地震學態度量表前測總分的平均數部分，結構式探究教學班級平均分數為 3.18 分，標準差為 0.57 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.09 分，標準差為 0.63 分。獨立樣本 T 檢定的 t 值為 1.107，顯著性為 $p=0.270$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.15，屬於低度效果量(small effect)，考驗結果未達顯著，顯示結構式探究教學班級與引導式探究教學班級在地震學態度量表前測並無顯著差異。

地震學態度量表前測分量表一「對地震學所持態度」的平均數部分，結構式探究教學班級平均分數為 3.07 分，標準差為 0.63 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.04 分，標準差為 0.58 分。獨立樣本 T 檢定的 t 值為 0.237，顯著性為 $p=0.740$ ，其差異顯著(effect

size) d 值為 0.05，考驗結果未達顯著。結構式探究教學班級與引導式探究教學班級在地震學態度量表前測分量表一「對地震學所持態度」並無顯著差異。

地震學態度量表前測分量表二「對學習地震學所持的態度」的平均數部分，結構式探究教學班級平均分數為 3.12 分，標準差為 0.64 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.00 分，標準差為 0.67 分。獨立樣本 T 檢定的 t 值為 1.349，顯著性為 $p=0.179$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.18，屬於低度效果量(small effect)，考驗結果未達顯著。結構式探究教學班級與引導式探究教學班級在地震學態度量表前測分量表二「對學習地震學所持的態度」並無顯著差異。

地震學態度量表前測分量表三「對參與地震學活動所持的態度」的平均數部分，結構式探究教學班級平均分數為 3.35 分，標準差為 0.69 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.23 分，標準差為 0.71 分。獨立樣本 T 檢定的 t 值為 1.244，顯著性為 $p=0.215$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.17，屬於低度效果量(small effect)，考驗結果未達顯著。結構式探究教學班級與引導式探究教學班級在地震學態度量表前測分量表三「對參與地震學活動所持的態度」並無顯著差異。

地震學態度量表後測總分的平均數部分，結構式探究教學班級平均分數為 3.30 分，標準差為 0.61 分；探究式教學班級平均分數為 3.22 分，標準差為 0.58 分。獨立樣本 T 檢定的 t 值為 0.990，顯著性為 $p=0.324$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.13，考驗結果未達顯著。結構式探究教學班級與引導式探究教學班級在地震學態度量表後測並無顯著差異。

地震學態度量表後測分量表一「對地震學所持態度」的平均數

部分，結構式探究教學班級平均分數為 3.21 分，標準差為 0.65 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.16 分，標準差為 0.64 分。獨立樣本 T 檢定的 t 值為 0.571，顯著性為 $p=0.569$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.08，考驗結果未達顯著。結構式探究教學班級與引導式探究教學班級在地震學態度量表後測分量表一「對地震學所持態度」並無顯著差異。

地震學態度量表後測分量表二「對學習地震學所持的態度」的平均數部分，結構式探究教學班級平均分數為 3.23 分，標準差為 0.69 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.08 分，標準差為 0.63 分。獨立樣本 T 檢定的 t 值為 1.633，顯著性為 $p=0.104$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.23，屬於低度效果量(small effect)，考驗結果未達顯著。結構式探究教學班級與引導式探究教學班級在地震學態度量表後測分量表二「對學習地震學所持的態度」並無顯著差異。

地震學態度量表後測分量表三「對參與地震學活動所持的態度」的平均數部分，結構式探究教學班級平均分數為 3.47 分，標準差為 0.62 分；引導式探究教學班級平均分數為 3.42 分，標準差為 0.65 分。獨立樣本 T 檢定的 t 值為 0.497，顯著性為 $p=0.620$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.08，考驗結果未達顯著。結構式探究教學班級與引導式探究教學班級在地震學態度量表後測分量表三「對參與地震學活動所持的態度」並無顯著差異。

結構式探究教學班級在地震學態度前測平均分數為 3.18 分，標準差為 0.57 分，在地震學態度後測平均分數為 3.30 分，標準差為 0.61 分。成對樣本 T 檢定的 t 值為 2.486，顯著性為 $p=0.015<0.05$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.20，屬於低度效果量(small effect)，考驗結果達顯著。結構式探究教學班級在地震學態度前測

總分的平均數與地震學態度後測總分的平均數有顯著差異。

引導式探究教學班級前測平均分數為 3.01 分，標準差為 0.63 分，在地震學態度後測平均分數為 3.22 分，標準差為 0.58 分。成對樣本 T 檢定的 t 值為 3.182，顯著性為 $p=0.002<0.05$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.35，屬於低度效果量(small effect)，考驗結果達顯著。引導式探究教學班級在地震學態度前測總分的平均分數與地震學態度後測總分的平均數有顯著差異。

在結構式探究教學班級中，地震學態度分量表一「對地震學所持態度」。分量表一前測平均分數為 3.07 分，標準差為 0.58 分，分量表一後測平均分數為 3.21 分，標準差為 0.65 分。成對樣本 T 檢定的 t 值為 2.477，顯著性為 $p=0.015<0.05$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.23，屬於低度效果量(small effect)，考驗結果達顯著。前測分量表一的總分的平均數與後測分量表一總分的平均數有顯著差異。地震學態度分量表二「對學習地震學所持的態度」。分量表二前測平均分數為 3.12 分，標準差為 0.67 分，分量表二後測平均分數為 3.23 分，標準差為 0.69 分。成對樣本 T 檢定的 t 值為 1.844，顯著性為 $p=0.068$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.16，屬於低度效果量(small effect)，考驗結果未達顯著。前測分量表二的總分的平均數與後測分量表二總分的平均數則無顯著差異。地震學態度分量表三「對參與地震學活動所持的態度」。分量表三前測平均分數為 3.35 分，標準差為 0.64 分，分量表三後測平均分數為 3.47 分，標準差為 0.62 分。成對樣本 T 檢定的 t 值為 2.156，顯著性為 $p=0.033<0.05$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.19，屬於低度效果量(small effect)，考驗結果達顯著。前測分量表三的總分的平均數與後測分量表三總分的平均數有顯著差異。

在引導式探究教學班級中，地震學態度分量表一「對地震學所持態度」。分量表一前測平均分數為 3.04 分，標準差為 0.64 分，分量表一後測平均分數為 3.16 分，標準差為 0.64 分。成對樣本 T 檢定的 t 值為 2.617，顯著性為 $0.010 < 0.05$ ，差異顯著(effect size) d 值為 0.19，屬於低度效果量(small effect)，考驗結果達顯著。前測分量表一的總分的平均數與後測分量表一總分的平均數有顯著差異。地震學態度分量表二「對學習地震學所持的態度」。分量表二前測平均分數為 2.99 分，標準差為 0.69 分，分量表三後測平均分數為 3.08 分，標準差為 0.63 分。成對樣本 T 檢定的 t 值為 1.512，顯著性為 0.134，其差異顯著(effect size) d 值為 0.14，考驗結果未達顯著。前測分量表二的總分的平均數與後測分量表二總分的平均數則無顯著差異。地震學態度分量表三「對參與地震學活動所持的態度」。分量表三前測平均分數為 3.23 分，標準差為 0.71 分，分量表三後測平均分數為 3.42 分，平均分數為 0.65 分。成對樣本 T 檢定的 t 值為 3.239，顯著性為 $0.002 < 0.05$ ，其差異顯著(effect size) d 值為 0.28，屬於低度效果量(small effect)，考驗結果達顯著。前測分量表三的總分的平均數與後測分量表三總分的平均數有顯著差異。

結構式探究教學班級與引導式探究教學班級在地震學態度及三個分量表均無顯著差異，但兩組不同探究式教學班級的在地震學態度前、後測總分的平均數都有顯著差異，再從地震學態度分量表來看，在分量表一「對地震學所持態度」和分量表三「對參與地震學活動所持的態度」前、後測總分的平均數也都有顯著差異，但在分量表二「對學習地震學所持的態度」則無顯著差異。

表示不管結構式探究教學還是引導式探究教學，都能提升學生

對地震學的態度，尤其在學生「對地震學所持態度」與學生「對參與地震學活動所持的態度」特別明顯，顯示教師於探究式教學中安排主題式的探究活動，讓學生實際動手碰觸儀器與工具，分析真實資料，和小組成員交流討論尋找答案的學習過程，應是一種能有效提升高中學生參與地震學活動及學習地震之學習態度的教學方式。

三、不同探究式教學與學生偏好的學習環境差異

在探究式教學進行之前，所有班級學生在學習環境量表中，學生中心分量的平均分數為 3.65 分，標準差為 0.55 分，教師中心分量平均分數為 4.11 分，標準差為 0.45 分。在進行探究課程之前，學生心中理想的地球科學教室學習環境是教師中心與學生中心兼具的。

在進行探究課程之後，所有班級學生在學習環境量表中，學生中心分量的平均分數為 3.39 分，標準差為 0.63 分，教師中心分量的平均分數為 3.93 分，標準差為 0.54 分。學生實際經歷的地球科學教室學習環境仍是教師中心與學生中心兼具的。

探究教學進行前，結構式探究教學班級學生在學習環境量表中，學生中心分量平均分數為 3.61 分，標準差為 0.58 分。教師中心分量的平均分數為 4.11 分，標準差為 0.46 分。引導式探究教學班級學生在學習環境量表中，學生中心分量平均分數為 3.69 分，標準差為 0.50 分，教師中心分量的平均分數為 4.10 分，標準差為 0.43 分。探究教學進行後，結構式探究教學班級學生在學習環境量表中，學生中心分量平均分數為 3.34 分，標準差為 0.59 分。教師中心分量的平均分數為 3.86 分，標準差為 0.52 分。引導式探究教學班級學生在學習環境量表中，學生中心分量的平均分數為 3.44 分，標準差為 0.66 分，教師中心分量的平均分數為 4.01 分，

標準差為 0.54 分。

兩組學生實際經歷的地球科學教室學習環境在學生中心的向度皆較理想中的地球科學教室學習環境低，表示結構式探究教學與引導式探究教學所提供的學習環境在學生中心的向度仍不足。探究式教學中安排的探究活動是以學生為中心的學習活動，然而課堂中實際進行探究活動時，會因為教師教學進度、學校課程時間、實驗器材的準備而有所限縮，加上學生對於課程的反應度也會導致學生在理想與實際經歷中對學習環境的感受有所差距。這和(Pizzini et al., 1991)研究中指出，課堂中進行的探究活動其真實的探究層次可能會隨著教師及學生的行為而有所改變是相呼應的。不過，有文獻提及過去地球科學教室的學習環境在高中階段仍是以教師中心為主(李旻憲 & 張俊彥, 2004)，而本研究中探究式教學帶給學生的學習環境雖在學生中心向度稍低於教師中心向度，但大體而言仍屬兼具學生中心與教師中心的學習環境，除了貼近學生心中理想學習環境之外，和探究式教學特徵中「強調學生積極參與學習活動」，著重學生中心向度的學習環境已相去不遠。

四、探究式教學對學生學習的影響

討論探究式教學對學生在學習環境落差(PAS)、學生學習態度、學習成效之間的相關性。

學習環境落差 (PAS) 和地震學態度兩變項之間的相關係數為 -0.133 ($p=0.060$)，學習環境落差 (PAS) 和地震學態度兩變項之間有低度負相關。顯示當教師營造的學習環境越接近學生心中理想的學習環境時，即學習環境落差 (PAS) 越小時，學生在課程（在此為地震學）的學習態度也越好。和過去研究中發現當學生理想環境與實際學習環境具有相同特徵時，學生越能有正向的態度，學習

興趣較高，學習較有效有相同的結果(Moos, 1987)。

地震學態度和地震學成就測驗成績兩變項之間的相關係數為0.213 ($p=0.002<0.05$)，地震學態度和地震學成就測驗成績兩變項之間則有低度正相關，顯示學生在課程（在此為地震學）的學習態度越好時，學生在地震學成就測驗的成績也越高。

學習環境落差（PAS）和地震學成就測驗成績兩變項之間的相關係數為-0.002 ($p=0.97$)，學習環境落差（PAS）和地震學成就測驗成績兩變項之間卻只有極微弱負相關。顯示學生實際經歷的學習環境和學生理想的學習環境之差異，即學習環境落差（PAS）越小時，無法推論學生地震學成就測驗成績也越好，顯示學生在課程學習成效表現可能與較好學習態度關係較高，與學習環境的關係則較低，學習態度除了和學習環境有關之外，可能尚有其他因素會影響學生的學習態度，進而影響到學生在課程的學習成效。

第二節 建議與展望

經由實驗教學所獲得之數據資料與經驗，本研究針對研究工具之設計、研究過程、教學和教材及未來研究方向等部分提出下列檢討與建議：

一、 研究工具之設計

本研究所使用之研究工具主要來自於兩項工具，包括教學工具與評量工具。其中評量工具又分為「地震學成就測驗」、「地震學態度量表」、「學習環境量表」。對於研究工具尚待改進之處說明如下：

在本研究中，教學工具的課程設計為建立結構式探究、引導式探究活動。在這兩種探究式教學中，教師所扮演的角色並不相同，為了確保教師在教學活動中對學生的引導能夠符合該課程的設計原則，採取了筆者即為教學者的進行方式。蒐集兩種探究式教學對學生影響的差異僅仰賴評量工具的施測與分析，若再加以分析學生

於探究活動中完成的小組學習單，以及選取部分學生的個別晤談，將會使筆者獲得更完整的資訊，以了解兩種不同探究式教學對學生的影響為何。

學生於教學過後填答「地震學成就測驗」時，由於不同於傳統的評量方式，學生需要填寫較多文字敘述來呈現自己的概念，有些學生面臨測驗中佔多數的填充題以及問答題時，即表現出感到困難而放棄答題的態度，使得部份學生無法完全呈現其所學；也有些學生因不熟悉選擇題占少數的測驗，使得答題速度緩慢，不及完成測驗所有試題。上述這些原因造成學生在地震學成就測驗成績偏低，可能會影響研究者對學生地震學習成效之了解。關於此點，應稍加修改本工具的題目型式、題數以及調整學生作答試題之時間，可能可讓學生有較多的信心以及較充分的時間答題。

另外，在地震學成就測驗結果的分析中，結構式探究教學與引導式探究教學在選擇題與問答題的得分有顯著差異，但在填充題的得分則沒有顯著差異。由於所選取的樣本有限，若能進一步選取不同探究式教學班級學生做深入晤談，可能會獲得較多資訊，便於了解更多不同探究式教學對學生學習成效的影響。

二、 研究過程

本研究進行探究式教學時間僅三節課，歷時共 150 分鐘，兩種不同探究式教學對學生的影響在態度、學習成效上的差異可能尚不明顯，若能再將與地震學相關的單元整合，增加探究活動與教學時數，可能會獲得更多不同探究式教學對學生學習影響之進一步了解。

引導式探究教學班級與結構式探究教學班級上課時數相同，但引導式探究教學班級學生進行探究活動時，學生於探究活動中須由

小組學生共同討論設計實驗步驟解決問題，時間較緊湊，學生之間的討論稍嫌不夠充分。而結構式探究教學班級學生進行探究活動時，依循教師提供的實驗步驟解決問題，時間較充裕。另外，引導式探究教學班級在探究活動的進行自主性較高，部分學生仍保有較被動的學習行為，期待教師提供更明確引導而不斷向教師提出問題，欲尋求探究活動中問題須如何設計研究步驟去解答問題，而不願透過小組同儕的力量，自行討論設計可能回答研究問題的實驗步驟。前述引導式探究教學班級學生的狀況不若結構式探究教學班級在探究活動的進行時，學生已有教師事前準備的實驗步驟可依循，所以發問的情形明顯較少。

建議未來教師在進行探究教學活動應考量學生的情況，漸進實施教學，先由高結構的探究活動練習起，讓學生能熟悉探究式教學，避免學生在學習時發生困難，學生才能從學習中建立學生的學習信心，進而提升學生學習態度與學習成效。教師須先掌握教學進度與教學時間，再進而漸次增加學生學習自由度，逐漸減少鷹架輔助，直到學生的狀況能夠適應並進行開放的探究活動。

除此之外，在引導式探究教學進行時，若能安排多一些時間進行，可以讓學生之間的交流討論更充分，也可以讓教師的引導更從容。

三、教學和教材

關於地震方面的學習，學生雖幾乎皆有實際經歷地震的經驗，卻鮮少有地震實際觀測資料解讀與分析的經驗，因此學習地震時可能僅強記各相關專有名詞。本研究提供學生真實地震觀測資料，配合電腦等儀器擴展學生感官能力發展出的探究教學活動，讓高中學生能從動手做的探究活動中，建構地震相關知識，讓學生對地震有

更具體的了解。高中學生在本研究的探究式課程中，學習態度皆有顯著提升。因此教師若能改變教學策略，在進行地震單元教學時，提供學生探究的學習機會，應當對學生的學習有所助益。

由學生填答學習環境量表的結果可知，學生心中理想的學習環境為教師中心與學生中心兼具，而本研究中的結構式探究教學與引導式探究教學營造的學習環境和學生心中理想的學習環境比較，在學生中心分量稍弱，若能提高探究活動的層次，讓學生有更大的自由度進行學習，教師教學則更能符應學生心中理想的教學環境，促進學生的學習效果。此和文獻研究相符應，學生對學習環境的感受和學生接續的學習行為以及學習結果有關，教師應重視學生對學習環境的感受(Könings et al., 2005; Vermetten et al., 2002)。

四、 未來研究方向

以高中地球科學內容單元作主題式的探究教學研究並不多見，其他高中地球科學課程單元是否也適合探究式教學呢？未來的研究，可針對高中地球科學其他單元做進一步研究釐清，找出那些單元的教材適合以哪種探究式教學進行教學，進而增進學生學習態度、學習成效，並可比較不同探究式教學在不同學習單元中，高中學生學習態度、學習成效之差異。

另一方面，科學探究能力的提升並非短時間的教學課程而能顯著成長，若長時間於地球科學課程中進行主題式探究教學，對學生的影響又是如何，這些問題的研究與釐清能夠進一步提供一般高中教師在進行地球科學探究教學時的參考。

參考文獻

一、中文部分

- 毛松霖, & 張菊秀. (1997). 「探究式教學法」與「講述式教學法」在國中地球科學「氣象」單元中學生學習成效比較. *科學教育學刊*, 5(4), 461-497.
- 白佩宜. (2009). 探討不同探究式教學法對高一學生科學探究能力成長之影響. 國立台灣師範大學地球科學研究所未出版碩士論文.
- 李旻憲, & 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.
- 侯政宏. (1996). 探究式教學法與講述式教學法在國中地球科學「太陽視運動」單元中學生學習成效之比較. 國立臺灣師範大學地球科學所未出版碩士論文.
- 洪振方. (2004). 探究式教學的歷史回顧與創造性探究模式之初探. *科學課程論述 (II)* (2004 年 11 月 20 日, 教育部主辦研討會資料, 147-167).
- 唐國詩. (1996). 探究式教學法與講述式教學法在國中地球科學「星象」單元中學生學習成效之比較. 國立台灣師範大學地球科學研究所未出版碩士論文.
- 張正杰, & 楊芳瑩. (2006). 台灣地區高中生地震防災概念研究. *科學教育研究與發展季刊*(44), 1-19.
- 張國恩. (2002). 從學習科技的發展看資訊融入教學的內涵. 九年一貫課程議題教育研討會, 民 90 年.
- 張菊秀. (1996). 「探究式教學法」與「講述式教學法」在國中地球科學「氣象」單元中學生學習成效比較. 國立台灣師範大學地球科學研究所未出版碩士論文.
- 張鈺梅, & 許民陽. (2005). 國小高年級學童地震相關板塊概念之研究. 台北市立師範學院科學教育研究所碩士論文未出版.
- 許民陽, 王郁軒, & 梁添水. (2008). 國小高年級地震防災教學之研究. *Research and Development*(51), 34-59.
- 黃台珠, Aldridge, J., & Fraser, B. (1998). 台灣和西澳科學教室環境的跨國研究: 結合質性與量的研究方法. *科學教育學刊*.
- 楊秀停, & 王國華. (2007). 實施引導式探究教學對於國小學童學習成效之影響. *科學教育學刊*, 15(4), 439-459.
- 葉婉儀. (2003). 探討社會性科學議題地震教學模組對高一地科學習之成效分析. 臺灣師範大學地球科學系學位論文.

- 潘淑琦. (2006). 資訊融入「自然與生活科技」領域之行動研究-以探究教學活動設計為例. *生活科技教育*, 39(7), 87-107.
- 鄭湧涇, & 楊坤原. (1995). 對生物學的態度量表之發展與效化. *科學教育學刊*, 3(2), 189-211.
- 謝甫佩, & 洪振方. (2004). 國小學生科學探究活動的課程設計及實施成果之個案研究. *師大學報: 科學教育類*, 49(2), 61-86.
- 顧炳宏, 陳瓊森, & 溫嫩純. (2011). 從學生的表現與觀點探討引導發現式教學作為發展探究教學之折衷方案角色的成效-以密度概念為例. *科學教育學刊*, 19(3), 257-282.

二、英文部分

- Agne, R. M., & Blick, D. J. (1972). A comparison of earth science classes taught by using original data in a research-approach technique versus classes taught by conventional approaches not using such data. *Journal of Research in Science Teaching*, 9(1), 83-89.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of science teacher education*, 13(1), 1-12.
- Basaña, H., Geban, Ö., & Tekkaya, C. (1994). The effect of the inquiry teaching method on biochemistry and science process skill achievements. *Biochemical Education*, 22(1), 29-32.
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Berg, C. A. R., Bergendahl, V. C. B., Lundberg, B., & Tibell, L. (2003). Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment. *International Journal of Science Education*, 25(3), 351-372.
- Buck, L. B., Bretz, S. L., & Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *J. Coll. Sci. Teach*, 52-58.
- Chang, C. Y., Hsiao, C. H., & Barufaldi, J. P. (2006). Preferred-actual learning environment "spaces" and earth science outcomes in Taiwan. *Science Education*, 90(3), 420-433.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916-937.
- Donaher, S. (2012). Inquiry Teaching in the Earth Science Literature: The current state of inquiry in higher education and what can be learned from the K-12 literature.
- Edwards, C. H. (1997). Promoting student inquiry. *SCIENCE TEACHER-WASHINGTON-*, 64, 18-21.
- Eick, C., Meadows, L., & Balkcom, R. (2005). Breaking into inquiry. *The Science Teacher*, 72(7), 49-53.
- Furtak, E. M. (2006). The problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science Education*, 90(3), 453-467.
- Gibson, H. L., & Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86(5), 693-705.

- Haury, D. L., & OH, E. C. (1993). Teaching Science through Inquiry. ERIC/CSMEE Digest. *Eric Document Reproduction Service No. ED, 359, 048.*
- Jarrett, D. (2009). Inquiry strategies for science and mathematics learning. *Colección Digital Eudoxus*(7).
- Könings, K. D., Brand-Gruwel, S., & Merriënboer, J. J. (2005). Towards more powerful learning environments through combining the perspectives of designers, teachers, and students. *British Journal of Educational Psychology*, 75(4), 645-660.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational psychologist*, 41(2), 75-86.
- Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, 15(10), 661-667.
- Ladd, P. D., & Ruby Jr, R. (1999). Learning style and adjustment issues of international students. *Journal of Education for Business*, 74(6), 363-367.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Moos, R. H. (1987). Person-environment congruence in work, school, and health care settings. *Journal of Vocational Behavior*, 31(3), 231-247.
- Pizzini, E. L., Shepardson, D. P., & Abell, S. K. (1991). The inquiry level of junior high activities: Implications to science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(2), 111-121.
- Qingchao, K., Xiufang, M., & Guangyan, H. (2008). *Design and effectiveness of scientific inquiry learning based on campus weather station*. Paper presented at the Computer Science and Software Engineering, 2008 International Conference on.
- Sadeh, I., & Zion, M. (2009). The development of dynamic inquiry performances within an open inquiry setting: A comparison to guided inquiry setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(10), 1137-1160.
- Shymansky, J. A., Kyle, W. C., & Alport, J. M. (1983). The effects of new science curricula on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 387-404.
- Tamir, P., Stavy, R., & Ratner, N. (1998). Teaching science by inquiry: assessment and learning. *Journal of Biological Education*, 33(1), 27-32.
- Tsai, C.-C. (2000). Relationships between student scientific epistemological beliefs

and perceptions of constructivist learning environments. *Educational Research*, 42(2), 193-205.

Vermetten, Y. J., Vermunt, J. D., & Lodewijks, H. G. (2002). Powerful learning environments? How university students differ in their response to instructional measures. *Learning and instruction*, 12(3), 263-284.

附錄

附錄一「不同探究式教學課程教案」

適用科目名稱		基礎地球科學(上) 基礎地球科學(下)	
單元名稱		地震探究課程	
教學時數		3 節 (1 節 50 分鐘，共 150 分鐘)	
教學目標		基礎地球科學(上)知道固體地球內部有層層結構－如何探測地球內部的組成與構造、認識地震波的傳播特性。 基礎地球科學(下)知道地震波探測地球內部的原理、知道大陸地殼鑽探的發現。	
課前	前測		
第一節			
時間	教學流程	教學(學習)內容	媒材
35min	引起動機 		

15min	課程介紹	總結小組探究學習活動-分析地震資料。 教師補充說明地震強度的意義、儀器的震度紀錄、震度隨震央距增加而減小、場址效應(site effects)。 教師利用地震儀簡圖介紹現代地震儀原理，能紀錄地震波在三軸方向的加速度變化情形，進而談及地震波種類、特性。 引入新概念：高二基礎地球科學(下)知道探索地層的方法，包含：鑽井、震波探測。	投影片
第二節			
課前		課前將學生分成六組，每組桌上放置一台筆電，連接加速度感應器(置於地板上)，開啟 QCNLive 軟體。等待學生進教室上課。	
5min	引起學習動機	等待學生發現各組電腦螢幕上 QCNLive 軟體畫面，和同學們在教室中的活動程度有關。	
20min	認識 QCNLive	提問學生下列問題，請學生思考並回答。小組整理好答案，填寫於學習單中。 1. 為什麼 QCNLive 軟體畫面往左移動？ 2. QCNLive 軟體的橫座標與縱座標分別是什麼？ 3. 改變 QCNLive 軟體橫座標與縱座標的尺度後，畫面有什麼變化？(提醒學生從單位與數值的變化來說明) 4. QCNLive 軟體畫面縱座標分成 X Axis、Y Axis、Z Axis，可能代表的意義為何？ 5. QCNLive 軟體畫面中的曲線代表什麼意思？ 6. QCNLive 軟體畫面中是否曾有垂直的虛線產生？如果有，這條虛線所代表的意義可能是什麼呢？ 7. QCNLive 軟體設計的目的可能是什麼呢？	學習單 科技使用
20min	QCNLive 操作	1. 教師介紹 QCNLive 軟體使用與操作步驟(*如附件二)。 2. 教師現場示範操作 QCNLive 軟體。	科技使用

		**結構式班級與引導式班級均由教師操作一個步驟，讓學生跟著操作一個步驟，讓學生熟悉 QCNLive 軟體的使用。	
5min	總結與預告	預告下次活動 交待回家作業：請學生完成學習單第二部分。	學習單
第三節			
50min	QCNLive 實作 小組探究學習 活動二 模擬真實地震	發下感應器與筆電(一組一份)，並請學生完成學習單第三部分。 **結構式班級： (1) 教師提供實驗問題、實驗目的、實驗步驟於學習單上， (2) 請學生依教師提供的步驟完成實驗。 (3) 學生獲得結果。 **引導式班級： (1) 教師僅提供實驗問題於學習單上。 (2) 引導學生自行設計實驗步驟並完成實驗。 (3) 引導學生分析解釋，提出結果。	學習單 科技使用

附件一 學習單（結構式）

一、試分析六次不同地震「A」~「F」，各測站垂直與水平方向的加速度隨時間變化資料，嘗試著回答下列問題：

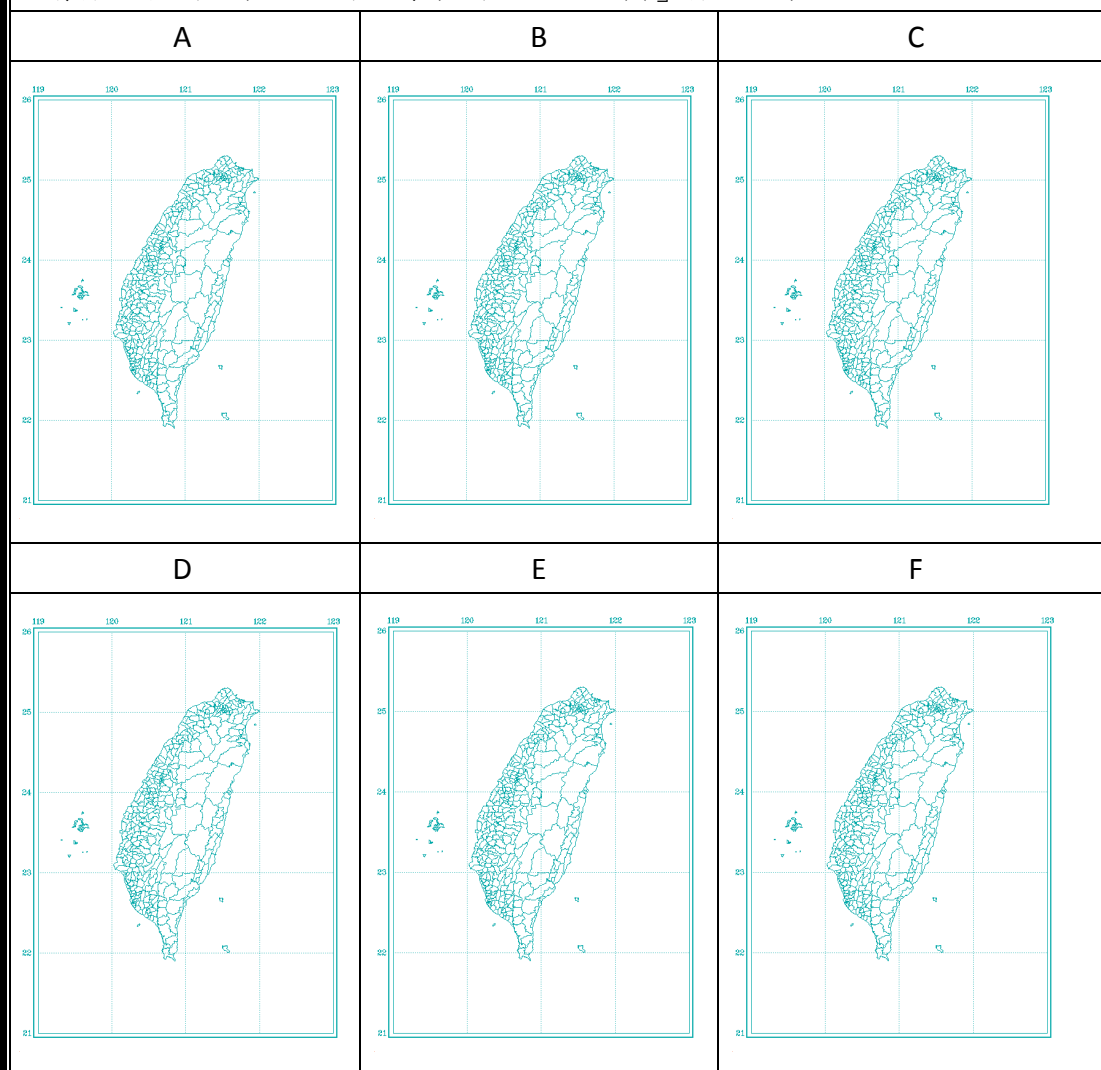
步驟：

(一)選擇某測站，標出某測站位置，以某測站的震央距為半徑畫圓，並標出某測站之震度大小。

(二)選擇其它數個測站，重覆步驟(一)，圓圈交集最多處即為震央位置。

(三)以各測站之震度大小繪製等震度線。

1.請標出各測站震度，繪出等震圖，並用「★」標示出震央可能的位置。



2.哪次地震的地震規模最大？你們推測的原因是什麼？

3.「C」、「D」兩次地震其地震規模相同，震源深度不同，試說明其等震圖的差異。

4.測站資料多寡的差異會影響你們推估震央位置的準確度嗎？請說明原因。

二、認識 QCNLive 軟體

1. 為什麼 QCNLive 軟體畫面往左移動？

2. QCNLive 軟體的橫座標與縱座標分別是什麼？

3. 改變 QCNLive 軟體橫座標與縱座標的尺度後，畫面有什麼變化？（提醒學生從單位與數值的變化來說明）

4. QCNLive 軟體畫面縱座標分成 X Axis、Y Axis、Z Axis，可能代表的意義為何？

5. QCNLive 軟體畫面中的曲線代表什麼意思？

6. QCNLive 軟體畫面中是否曾有垂直的虛線產生？如果有，這條虛線所代表的意義可能是什麼呢？

7. QCNLive 軟體設計的目的可能是什麼呢？

三、QCNLive 實作活動

實驗目的：

透過手機振動模擬地震震源，利用 QCNLive 將該次地震各地點所測得之相同加速度的點連起來，繪等震圖並分析解釋之。

實驗器材：

一組一份資料袋(內含一份學習單、一份 QCNLive 軟體說明、一張空白方格紙)、一組一台筆記型電腦(已安裝 QCNLive 軟體)、一組一個加速度感應器、保麗龍板 1 塊、白色海報 1 張(QCNLive 練習用方格紙)、手機(or 振盪器)、可書寫重覆黏貼膠帶、彩色便利貼

實驗步驟：

1. 將保麗龍板上貼合一張 QCNLive 練習用方格紙(注意方位)。
2. 將手機調整成振動模式，放置於方格紙海報上，用彩色便利貼標定震源位置，等待實驗開始進行。
3. 將加速度感應器置於手機週遭欲測量加速度值之任意位置，並用膠帶固定於海報上，並用彩色便利貼標示紀錄之。
4. 開啟電腦 QCNLive 軟體，再開啟手機振動，利用 QCNLive 軟體紀錄電話振動所造成的加速度變化紀錄。
5. 利用 excel 處理 QCNLive 軟體的數據，找出 PGA。
6. 將加速度感應器移動位置至其它欲測量加速度值之位置，固定於海報上。用彩色便利貼標示紀錄之。
7. 移動加速度感應器至新位置，重複步驟 4.~6.至少六次，如時間允許，次數越多越佳。
**注意：測量加速度值之位置各點分布須橫跨震源兩側。
8. 請將「震源」及「加速度感應器」位置標示於資料袋內空白方格紙上，並標示所測量之數據，自行繪製等震度線，完成等震度圖。

實驗紀錄：

- 1.請寫出本次實驗小組成員的分工。

- 2.寫下你們如何利用資料夾「data」中 excel 檔案，找出加速度最大值(PGA)。可利用 excel 函數或是繪圖功能找出加速度最大值(PGA)以及加速度變化趨勢。

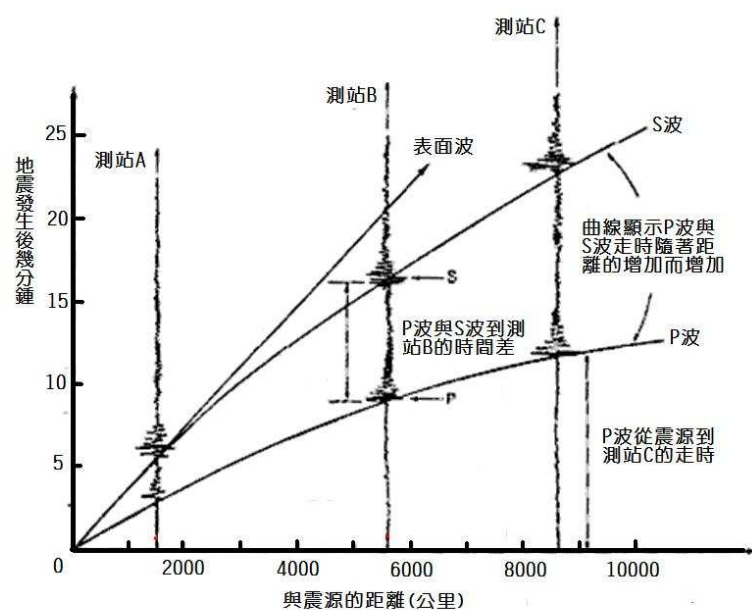
3.觀察自製震源之等震圖是否如課堂所學，震度隨著與震源(央)距離越遠，其所測得之震度越小。加速度最大值(PGA)變化的情形如何，請說明並討論可能原因。**可從實驗器材與設計來與真實地震的不同加以討論分析。

4.此實驗器材中的保麗龍若改為海綿墊，所得的結果會有何不同，試討論之。

四、回家作業:虛擬地震

今晚十點，萬芳高中地底將發生地震，請問你家幾點可以收到 p、s 波，你在家中何時可以利用 QCN 感應器製造擬真地震波？（請依據課堂所學之知識為背景來思考回答）又，若此時你人正在畢業旅行所住的墾丁悠活渡假村內，上述問題的答案仍會是相同的嗎？為什麼？

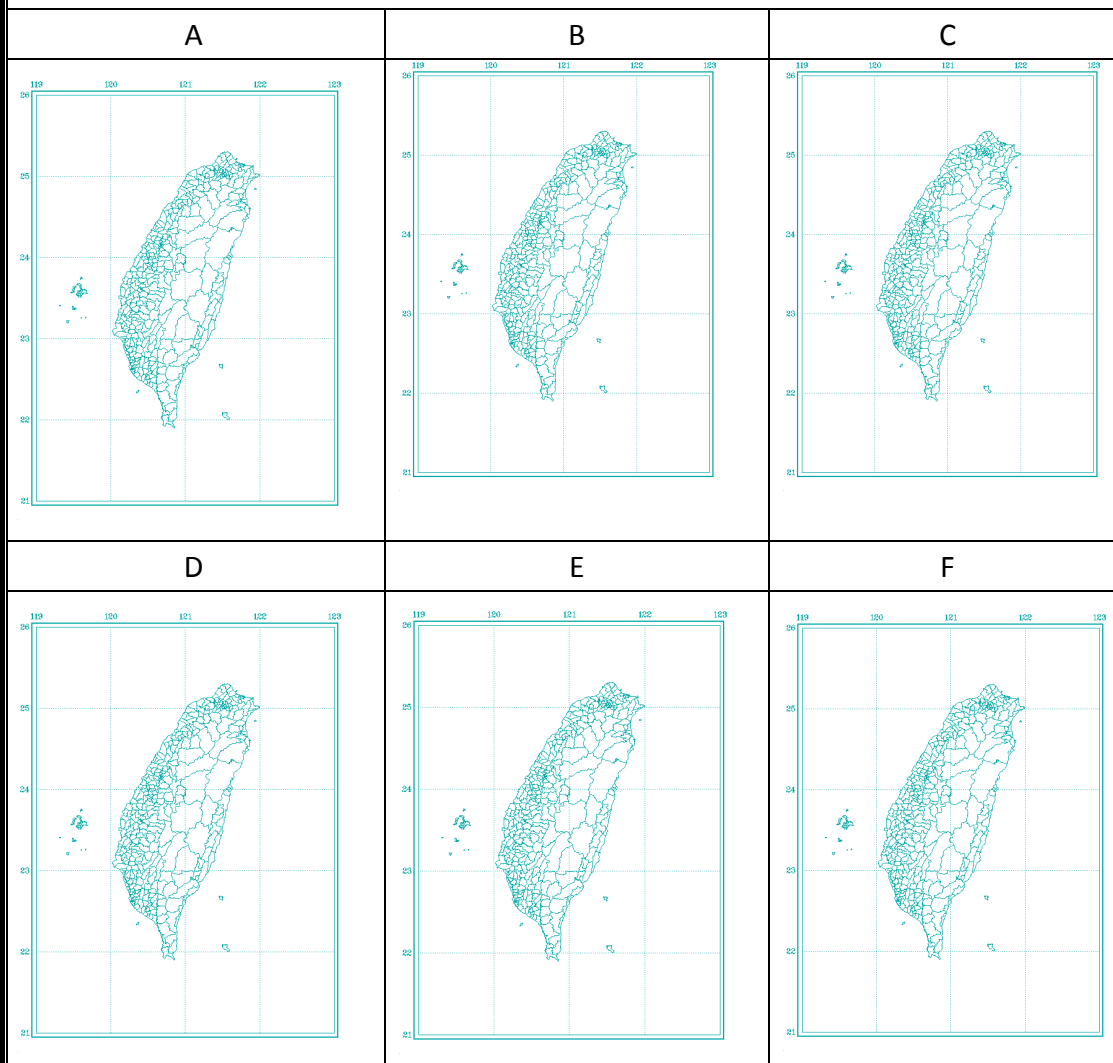
****提示：**可利用 google earth 將學校(台北市立萬芳高級中學)位置標出，再標出自己家的位置，可求得學校與家的距離。



附件一 學習單 (引導式)

一、試分析六次不同地震「A」~「F」，各測站垂直與水平方向的加速度隨時間變化資料，嘗試著回答下列問題：

1. 請標出各測站震度，繪出等震圖，並用「★」標示出震央可能的位置。



2. 哪次地震的地震規模最大？你們推測的原因是什麼？

3. 「C」、「D」兩次地震其地震規模相同，震源深度不同，試說明其等震圖的差異。

4. 測站資料多寡的差異會影響你們推估震央位置的準確度嗎？請說明原因。

二、認識QCNLive軟體

1. 為什麼 QCNLive 軟體畫面往左移動？

2. QCNLive 軟體的橫座標與縱座標分別是什麼？

3. 改變 QCNLive 軟體橫座標與縱座標的尺度後，畫面有什麼變化？（提醒學生從單位與數值的變化來說明）

4. QCNLive 軟體畫面縱座標分成 X Axis、Y Axis、Z Axis，可能代表的意義為何？

5. QCNLive 軟體畫面中的曲線代表什麼意思？

6. QCNLive 軟體畫面中是否曾有垂直的虛線產生？如果有，這條虛線所代表的意義可能是什麼呢？

7. QCNLive 軟體設計的目的可能是什麼呢？

三、QCNLive實作活動

實驗目的：

透過手機振動模擬地震震源，利用QCNLive將該次地震各地點所測得之相同加速度的點連起來，繪等震圖並分析解釋之。

實驗器材：

一組一份資料袋(內含一份學習單、一份QCNLive軟體說明、一張空白方格紙)、一組一台筆記型電腦(已安裝QCNLive軟體)、一組一個加速度感應器、保麗龍板1塊、白色海報1張(QCNLive練習用方格紙)、手機(or振盪器)、可書寫重覆黏貼膠帶、彩色便利貼

請自行設計實驗步驟：(可自行列點或畫圖說明。)

*請將實驗結果記載於資料袋內空白方格紙上

1.

實驗紀錄：

1. 請寫出本次實驗小組成員的分工。

2. 寫下你們如何利用資料夾「data」中excel檔案，進行數據處理與分析。

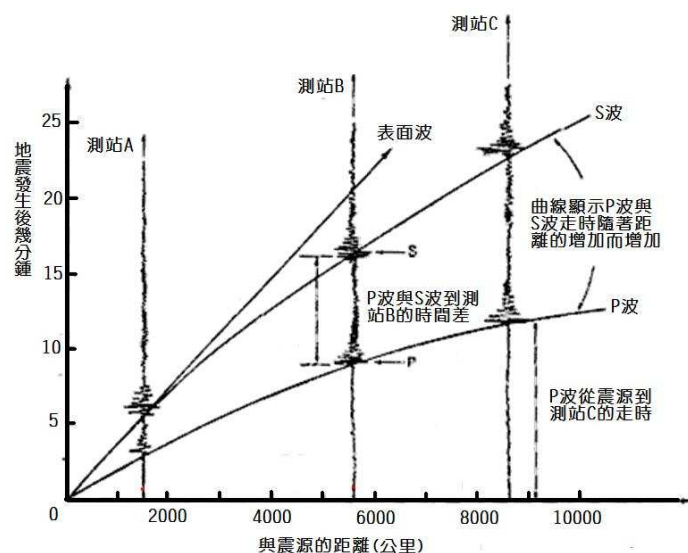
3. 觀察自製震源之等震圖和過去課堂所看到的等震圖是否相同？如果不同，請說明並討論可能原因。**可從實驗器材與設計來與真實地震的不同加以討論分析。

4. 此實驗器材中的保麗龍若改為海綿墊，所得的結果會有何不同，試討論之。

四、回家作業: 虛擬地震

今晚十點，萬芳高中地底將發生地震，請問你家幾點可以收到p、s波，你在家中何時可以利用QCN感應器製造擬真地震波？（請依據課堂所學之知識為背景來思考回答）又，若此時你人正在畢業旅行所住的墾丁悠活渡假村內，上述問題的答案仍會是相同的嗎？為什麼？

****提示：**可利用google earth將學校(台北市立萬芳高級中學)位置標出，再標出自己家的位置，可求得學校與家的距離。



附件二 科技使用

教師課前準備工作-軟硬體設備

- 一、下載網頁 Quake-Catcher Network <http://qcn.stanford.edu/>
- 二、教師預先將電腦安裝 QCNLive 軟體，備妥一組一個 QCN 感應器。

學生課堂操作練習與實驗:如學習單附件一

QCNLive軟體簡介與操作（QCNLive User Manual 中文化）

Quake-Catcher Network目標發展世界最大、低成本的強地動地震網路，感應器與連接有網路的電腦作連結，提供學校早期預警、緊急應變系統等。

Quake-Catcher Network 設計做為教室中的教育工具，可描述地震及地震科學，而QCNLive則為一示範的程式，一為**Earthquake Viewing Mode**，另一為**Sensor-Viewing Mode**。QCNLives能用來學習地震強度與尋找震源，當此軟體連接MEMS(Micro-Electro-Mechanical System)感應器時能測量三軸加速度值與時間的變化。

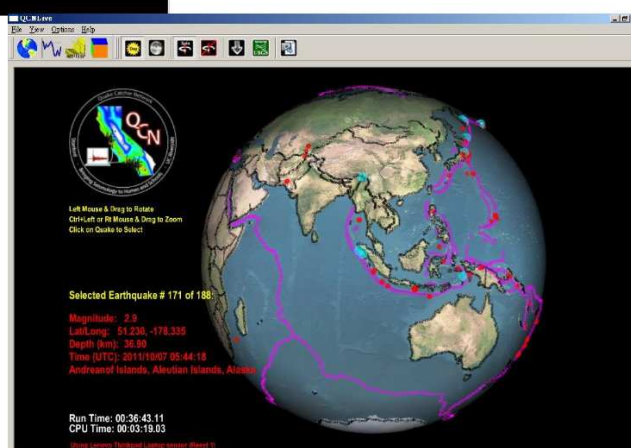
Earthquake Viewing Mode：地球上紅點代表最近一週的地震(須連接網路)，紅點的大小隨規模大小變化。藍點代表過去一百年內規模大於7.9的地震。滑鼠移到點上按滑鼠左鍵，點的顏色轉為黃色時，左下側的文字敘述即為該次地震資訊。粉紅色的線條代表板塊的邊界，你會發現地震都出現在板塊邊界附近。地球顯示白天時展示海陸分佈，顯示晚上時展示都市位置，若與震央位置相疊，則易有地質災害



QCNLive night(左圖)
顯示都會人口聚集處
若與震央位置重疊易造成災害

QCNLive day(右圖)
主要顯示海陸分佈

粉紅色線條代表板塊邊界
點點代表地震
左下角文字為某次地震資訊



QCNLive
Earthquake Viewing Mode

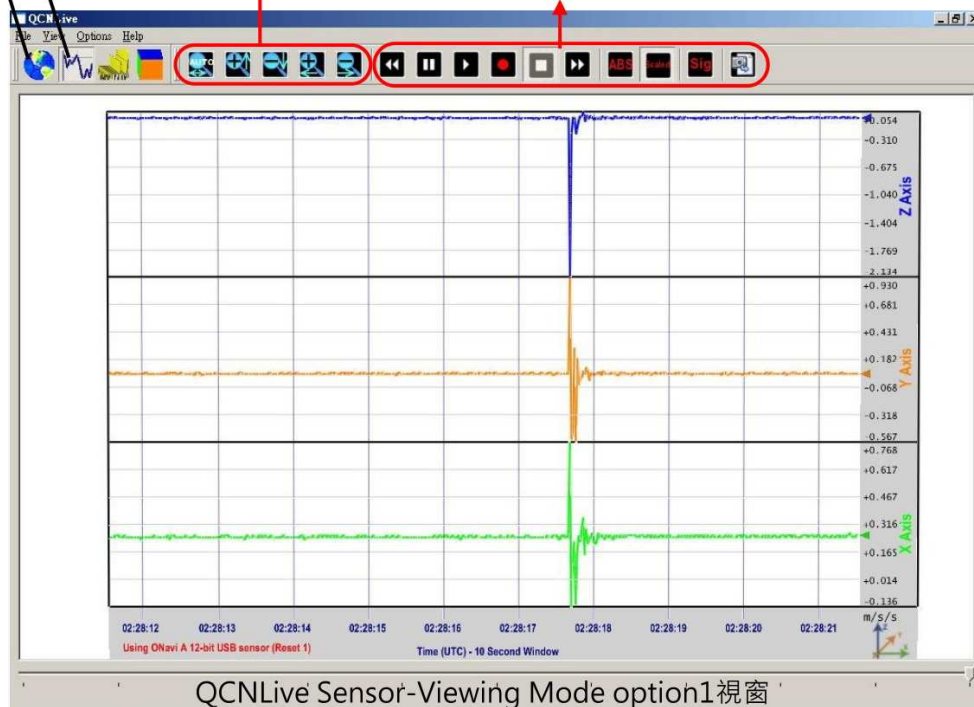
Sensor-Viewing Mode：option1最富科學意義，option為2D畫面，可360度旋轉檢視。Option1畫面由上到下分別表示z(垂直)、y(南北)、x(東西)三方向的加速度變化。若有一新的強地動發生，畫面中會出現一條由上到下的紫色虛線，軟體本身也會紀錄儲存下來，在連接網路的狀態下還會上傳此地震資訊出去。視窗上方的按鍵可調整檢視的時間尺度，1~60分鐘不等，亦可檢視過去紀錄。另外，檢視加速度振幅範圍也可以調整。

Earthquake Viewing Mode

Sensor-Viewing Mode :展示目前感應器偵測到的XYZ三軸加速度隨時間的變化

調整加速度 時間範圍

紀錄波隨時間的變化 可拍下波形



使用QCNLive軟體模擬地震或欲進行資料分析時，可檢視QCNLive儲存在電腦中的資料檔案，可在執行QCNLive.exe程式的同一層中找到資料夾「data」，可見excel檔案，x、y、z三方向隨時間的振幅值。拍下的地震波形可以在資料夾「images」中找到。

**點開筆電桌面「quake」資料夾中，點開「qcnlive-win」資料夾中，點「QCNLive.exe」執行QCNLive軟體。「data」、「images」資料夾也在同一層中。

附錄二「地震學成就測驗」

地震探究課程測驗

測驗目的：

評測學生是否了解基礎地球科學(上)知道固體地球內部有層層結構－如何探測地球內部的組成與構造、認識地震波的傳播特性。基礎地球科學(下)地面探測－震波探測是探索地層的方法之一、知道大陸地殼鑽探的發現。以及具備使用 QCNLive 軟體與加速度感應器的實作能力。

測驗對象：

高二社會組學生。

測驗設計藍圖(雙向明細表)：

- (1) 測驗總題數為 20 題
- (2) 測驗時間為課堂隨堂測驗，測驗時間約 35 分鐘
- (3) 概念內容

目標 學習內容	評測	知識	理解	應用	分析
基礎地震概念 (地震規模、地震強度、震源、震央、等震圖)	(1) (5) (10)	(7)	(15)(16)	(8)(9) (11)	
地震波的傳播特性	(2)	(6)			
震波探測是探索地層的方法之一	(3)(4)				
知道大陸地殼鑽探的發現	(13) (14)				
QCNLive 軟體與加速度感應器的實作與探究能力	(12)	(17) (18)	(19) (20)		
合計題數	9	4	4	3	

作答說明：

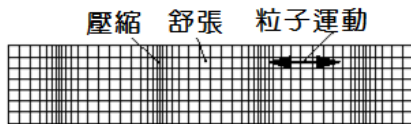
試題卷請勿做任何記號，請將答案寫在答案卷上。

總共 20 題，一題 5 分，共 100 分。

1.()下列關於地震發生時的狀況，何者正確？

- (A)每次地震，地面晃動的程度都是一樣的
- (B)地震來時，地面僅會上下晃動
- (C)地震來時，地面僅會左右晃動
- (D)每次地震的發生，地表均會有明顯的位移或是破裂
- (E)地震時，地面晃動程度越明顯的地方通常也越靠近震央

2.()地震波在地球內部可以兩種方式傳播，下列關於此兩種地震波的敘述何者正確？



(A) 波的前進方向  此圖應是指 S 波

- (B)P 波是一種橫波
- (C)S 波可在固、液、氣三態中傳遞
- (D)P 波的傳遞速度最快

3.()利用地震波的到時觀測地下構造，除了利用天然地震外，還可以使用「人工」的方法來產生地震波，這種探測地層的方式主要是藉由地震波哪些物理性質來分析求得地底的分層構造？

- (1)持續時間，(2)震波波速，(3)震波振幅大小，(4)震波的折射，(5)震波的反射
- (A)2.4.5. (B)2.3. (C)2.3.4.5. (D)1.2.3.

4.()在近地表處使用人為的方式產生地震波來研究地下結構，即為震波探測。以下關於震波探測的敘述，何者正確？

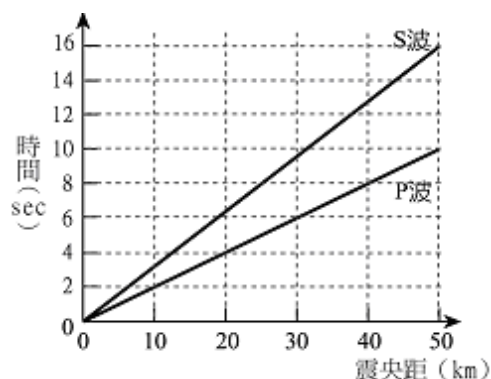
- (A)利用測站中地震儀來紀錄地震波，用以獲得地表地形起伏之資訊
- (B)震波探測能夠利用直接的方式來獲取地殼深部的構造資訊
- (C)震波探測因可藉由分析連續岩芯推求該地過去發生的地質事件而廣泛應用在世界各地
- (D)震測施作時，需多組受波器完成作業，花費較大陸地殼的鑽探少許多

5.()中央氣象局於 88 年 9 月 21 日發佈的地震報告顯示，此地震的深度 8 公里，高雄縣測站的震度為 3 級，而台北市測站的震度是 4 級。已知震央較靠近高雄縣。請問下列何者可能是造成台北市有較大震度的原因？

- (A)離震央越近，其震度越小
- (B)建物比較耐震
- (C)震度的大小僅與距震源的遠近有關

(D)震度的大小與該地所在的位置、地形、地質結構及地震波傳遞的路徑有關係

6.某日某地上午 9 點左右發生一起地震，其深度小於十公里。地震傳到不同震央距的測站，其 P 波和 S 波到達時間繪成圖如右所示。測站 A 在 9 點 02 分 32 秒接收到 P 波，後隔約 4 秒才接收到 S 波。



(A)根據右圖資料，P 波的速度每秒約為多少公里?(1 分)

(B)此地震震央距離測站 A 的距離約為多少公里?(2 分)

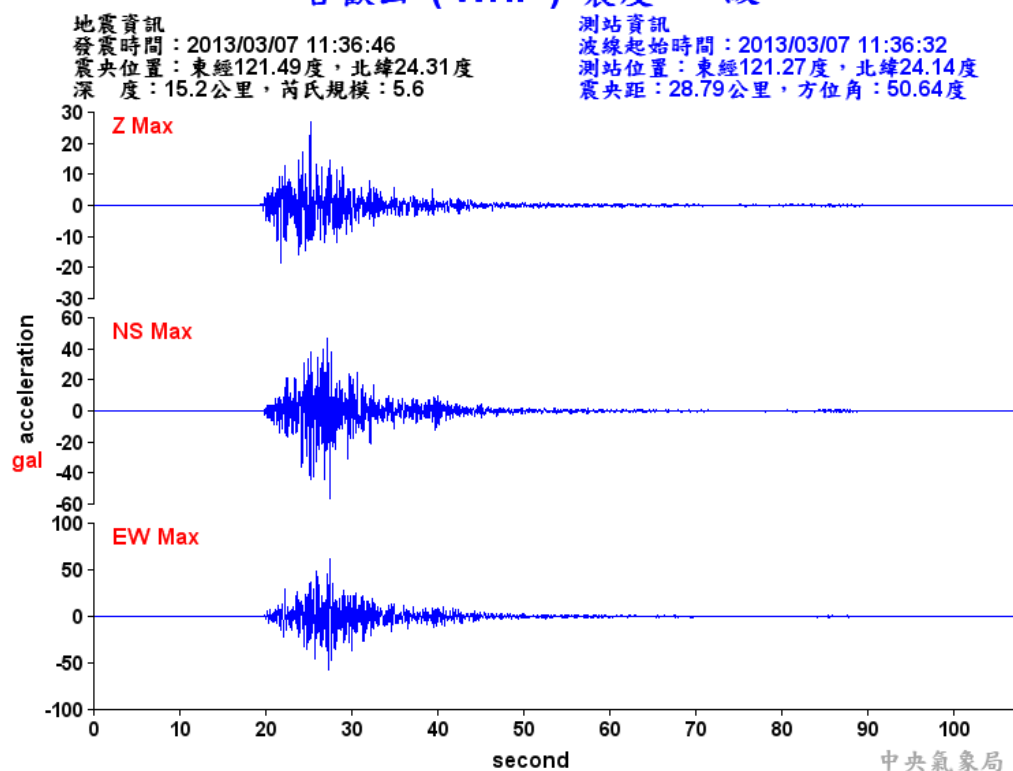
(C)則此地震發生的時間約為何時?(2 分)

9 點 02 分 _____ 秒

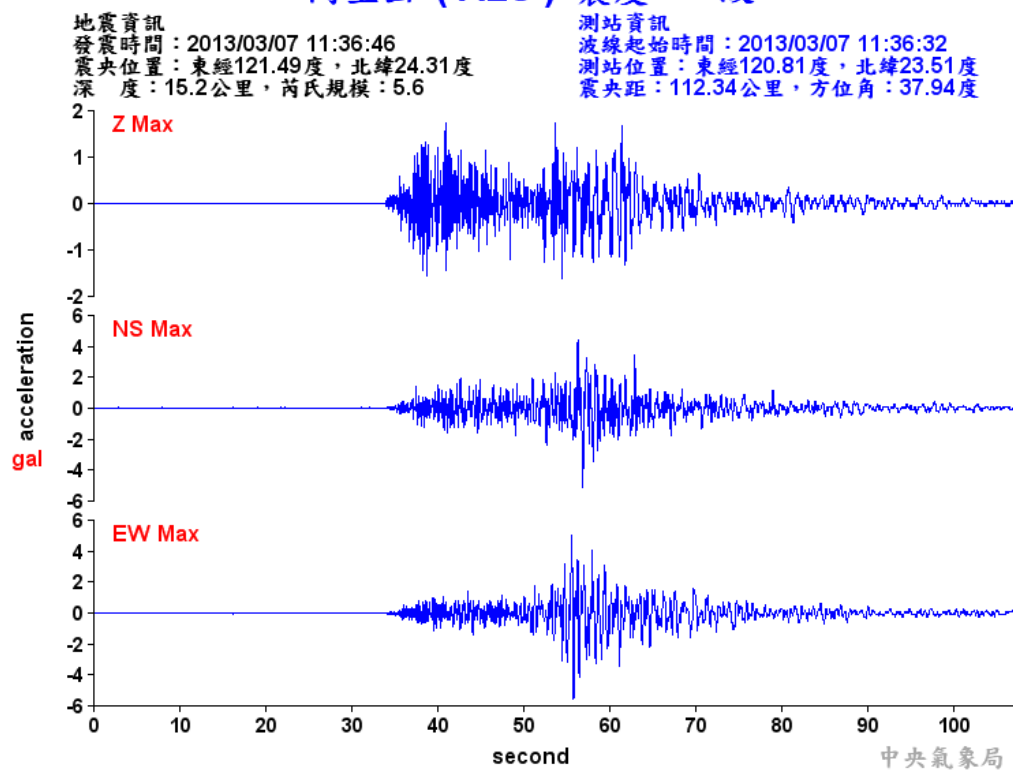
7.()下頁圖為中央氣象局，台灣時間 2013/03/07 11:36:46.1 地震在合歡山(WHF)及阿里山(ALS)測站所獲得的即時強地動震波圖。由上至下分別為垂直、南北及東西方向的加速度時間變化，三個方向分量中的最大加速度值(振幅)即是震度計算的標準。請參考下頁世界各種地震震度分級比較表，計算此兩測站的在我國所表示的震度大小與關係?(*本題原始圖片皆來自中央氣象局)

合歡山震度 _____ 級(2 分) _____ (填大於、小於或等於，1 分) 阿里山震度 _____ 級(2 分)

合歡山 (WHF) 震度：? 級



阿里山 (ALS) 震度：? 級

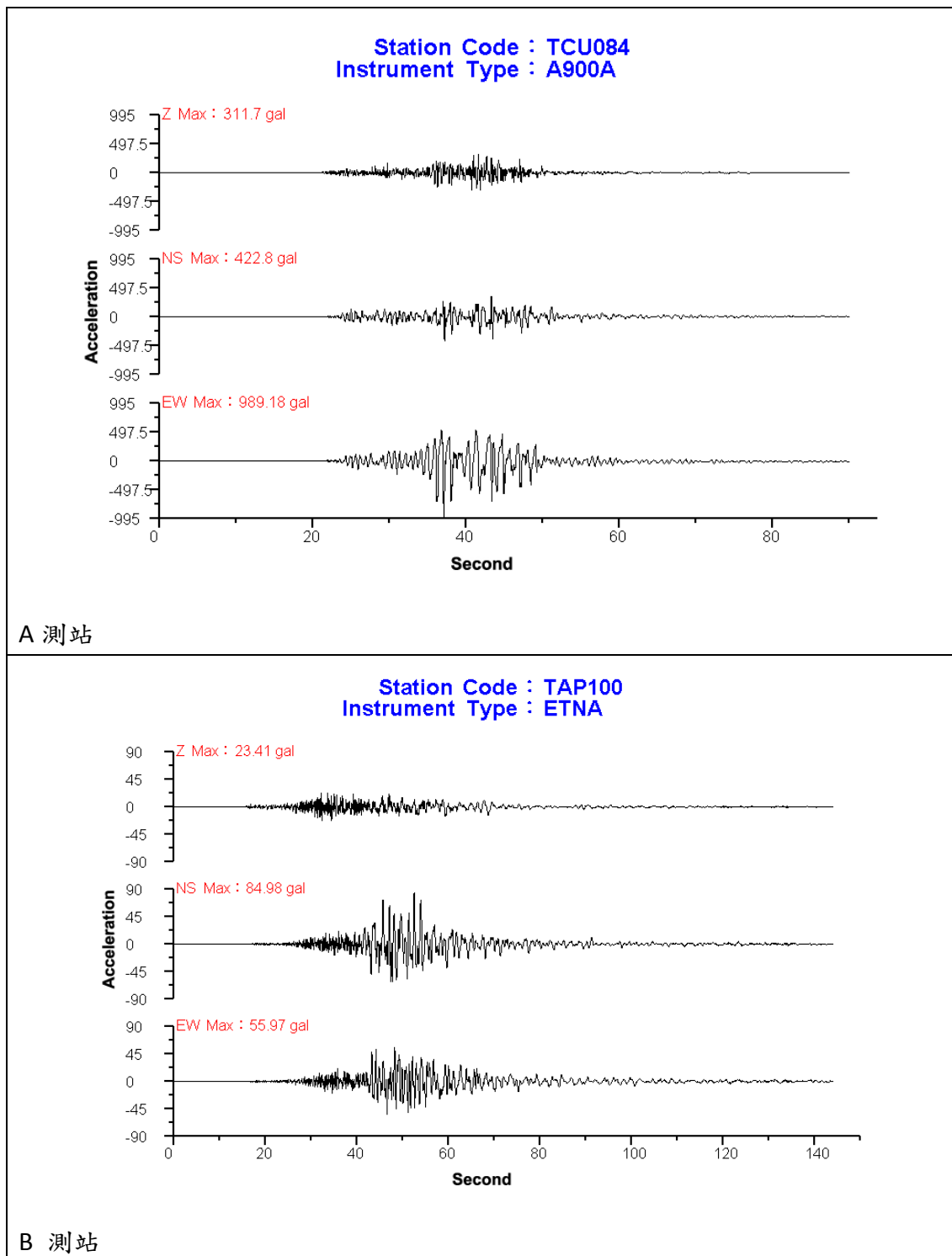


世界各種地震震度分級比較表

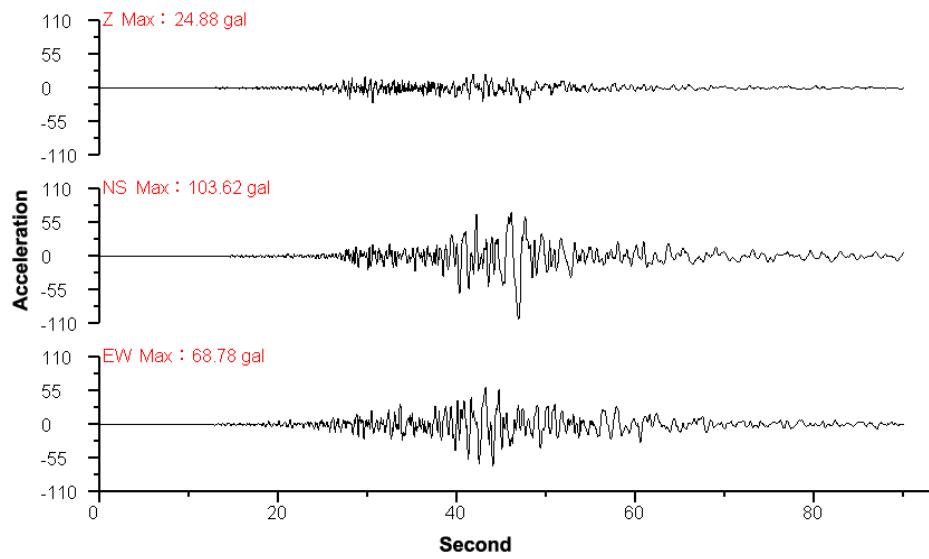
震度 分級		我國現用 震度階 2000 年 cm/ s ² (gal)	日本氣象廳 震度階 1996 年	M.S.K. 震度階 1964 年 cm/ s ² (gal)	新 MERCALLI 震度階 1956 年 cm/ s ² (gal)	CANCANI 震度階 1903 年 cm/ s ² (gal)	DE ROSSIFOREL 震度階 1833 年		
0	無感	0.8 以下	0	I 無感	O 0.5 以下	I 0.25 以下	I		
						II 0.25~0.5			
1	微震	0.8~2.5	1	II 極輕	I 0.5~1.0	III 0.5~1.0	II		
					II 1.0~2.1	IV 1.0~2.5			
2	輕震	2.5~8.0	2	III 弱	III 2.1~5.0	V 2.5~5.0	III		
					IV 5~10	VI 5~10			
3	弱震	8~25	3	IV 大部分人有感	V 10~21	VII 10~25	IV		
				V 12~25				V 10~21	V
				VI 21~44					
4	中震	25~80	4	VI 25~50	VII 44~94	VIII 25~50	VI		
				VII 50~100		IX 50~100			
5	強震	80~250	5 弱	VIII 100~200	VIII 94~202		X 100~250	VII	
			5 強						
6	烈震	250~400	6 弱	IX 200~400	IX 202~432	I 250~500	VIII IX		
			6 強						
7	劇震	400 以上	7	X 400~800	X,XI, XII 432 以上	XII 500~1000	X		
				XI,XII 800 以上					

備註：日本震度階僅為示意圖，實際日本震度階是由加速度值與地震動持續時間經計算而得，無法僅由加速度值得知。

※以下 6 張圖為台灣某次地震，各地測站所紀錄之加速度地震波形圖，請回答 8~9 題：

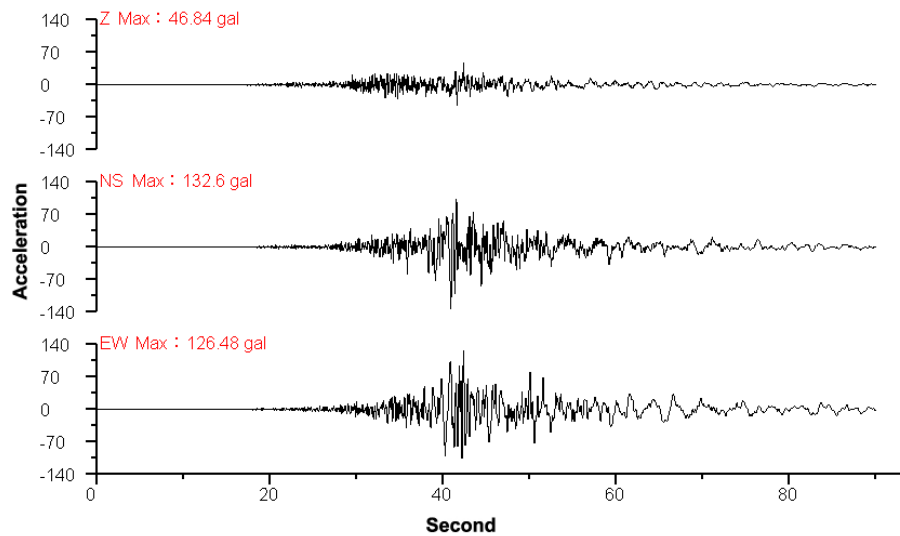


Station Code : ILA037
Instrument Type : A900

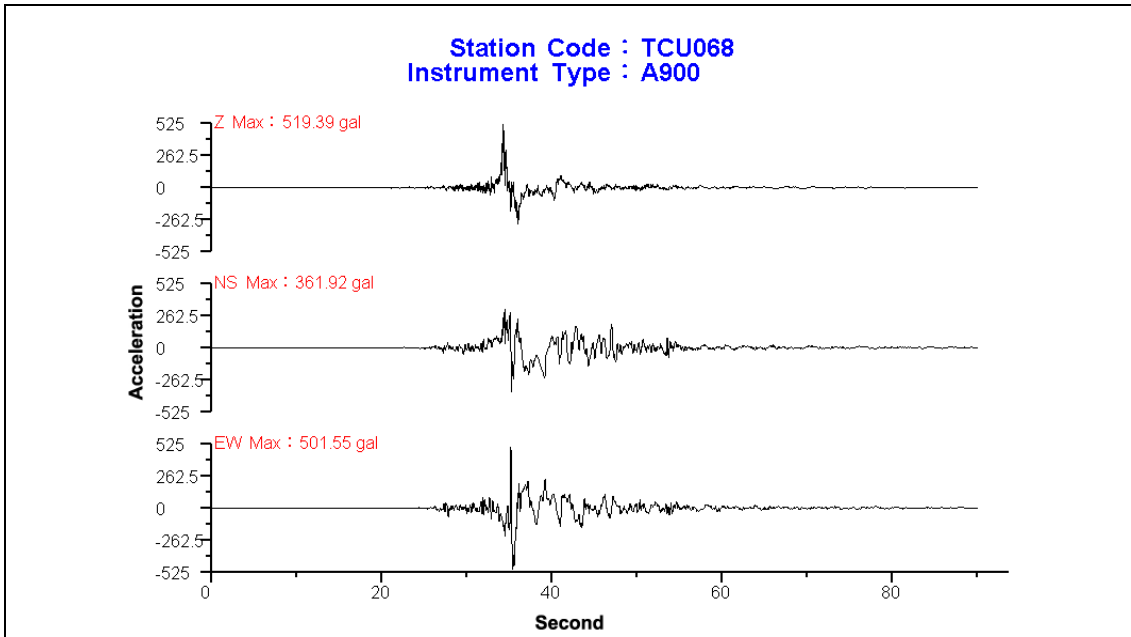


C 測站

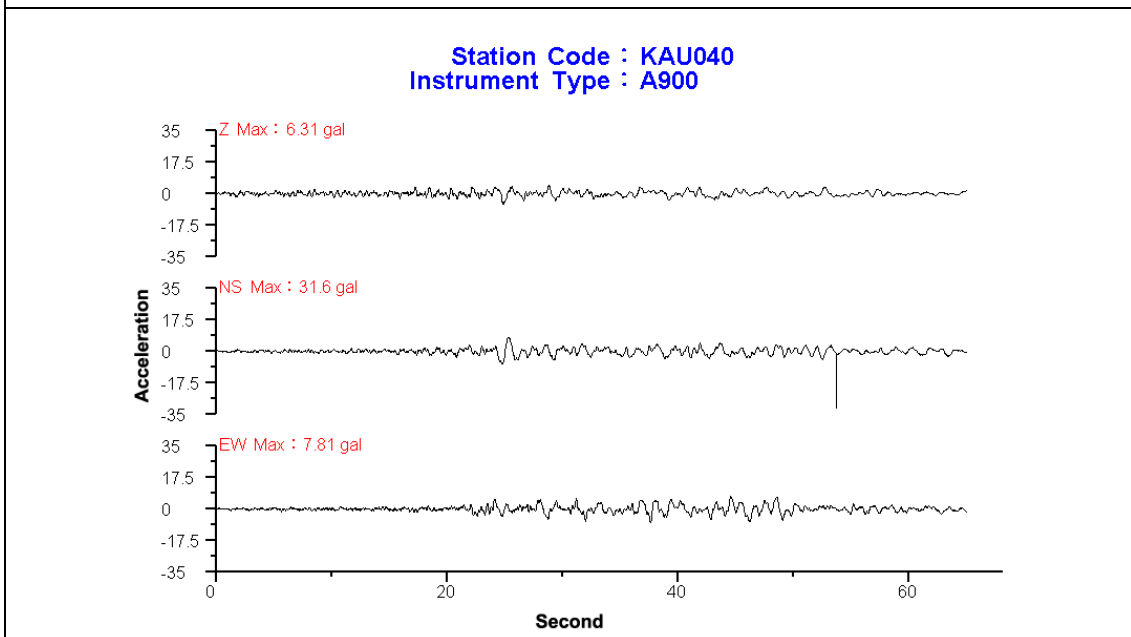
Station Code : HWA019
Instrument Type : A900A



D 測站



E 測站



F 測站

8.請問哪一個測站附近區域的災情可能是最輕微的?(2分)你推測的原因是什麼?(3分)

9.請問哪一個測站可能距離震源最近?(2分)你推測的原因是什麼?(3分)

10.()下列關於地震強度(震度)與地震規模的敘述何者正確?

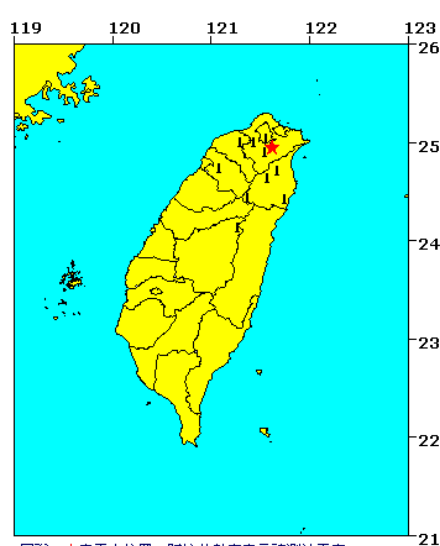
(A)震度表示地震所釋放的能量

(B)比較規模相同的兩次地震，震源深度較淺的地震，地表測站測得的震度隨著距離的增加，衰減的也較快

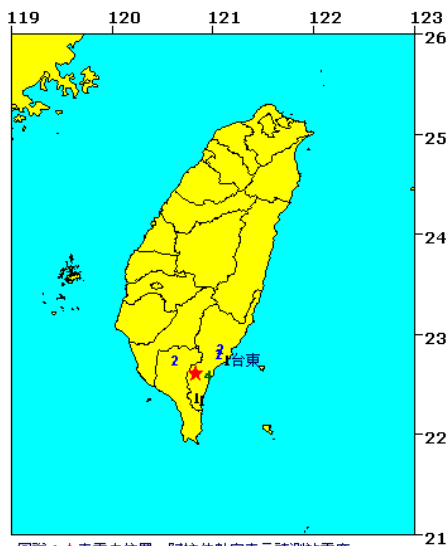
(C)規模表示地表晃動程度，因各地地質狀況而異

11.()表一為我國震度分級表，表二為某地震各地測站所測得之各方向的加速度值。請問表二應該對應到下列哪一張等震圖呢?

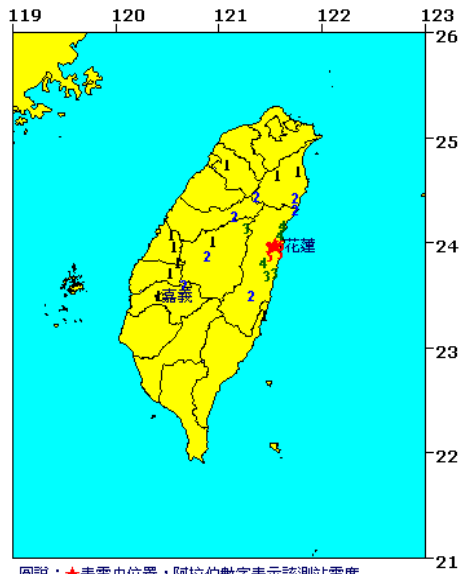
表一：我國震度分級表								
震度(級)	0	1	2	3	4	5	6	7
cm/sec^2 (gal)	<0.8	0.8~2.5	2.5~8.0	8~25	25~80	80~250	250~400	>400
表二：某地震各地測站所測得之各方向的最大加速度值(gal)								
測站位置	PGA(V)		PGA(NS)		PGA(EW)			
太魯閣(121.62°E,24.16°N)	17.47		43.61		28.65			
花蓮市(121.61°E,23.98°N)	4.97		16.39		12.56			
合歡山(121.27°E,24.14°N)	3.23		6.22		8.85			
南澳(121.75°E,24.43°N)	3.23		6.34		7.78			
羅東(121.77°E,24.67°N)	0.66		1.20		1.26			
名間(120.69°E,23.88°N)	0.42		0.90		0.84			
竹北市(121.01°E,24.83°N)	0.30		1.02		0.84			
彰化市(120.56°E,24.08°N)	0.84		1.56		1.56			
四湖(120.23°E,23.64°N)	0.72		3.29		2.27			



(A)

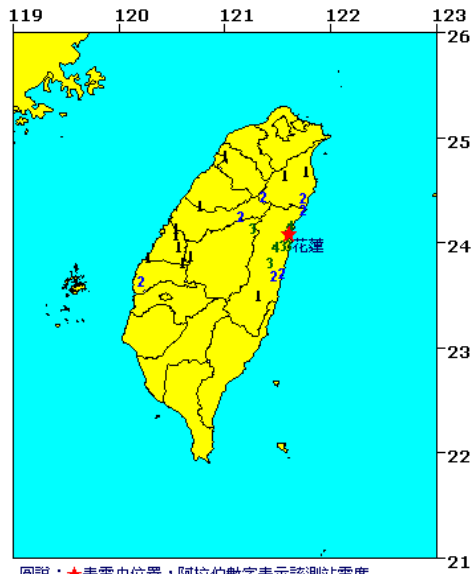


(B)



圖說：★表震央位置，阿拉伯數字表示該測站震度

(C)



圖說：★表震央位置，阿拉伯數字表示該測站震度

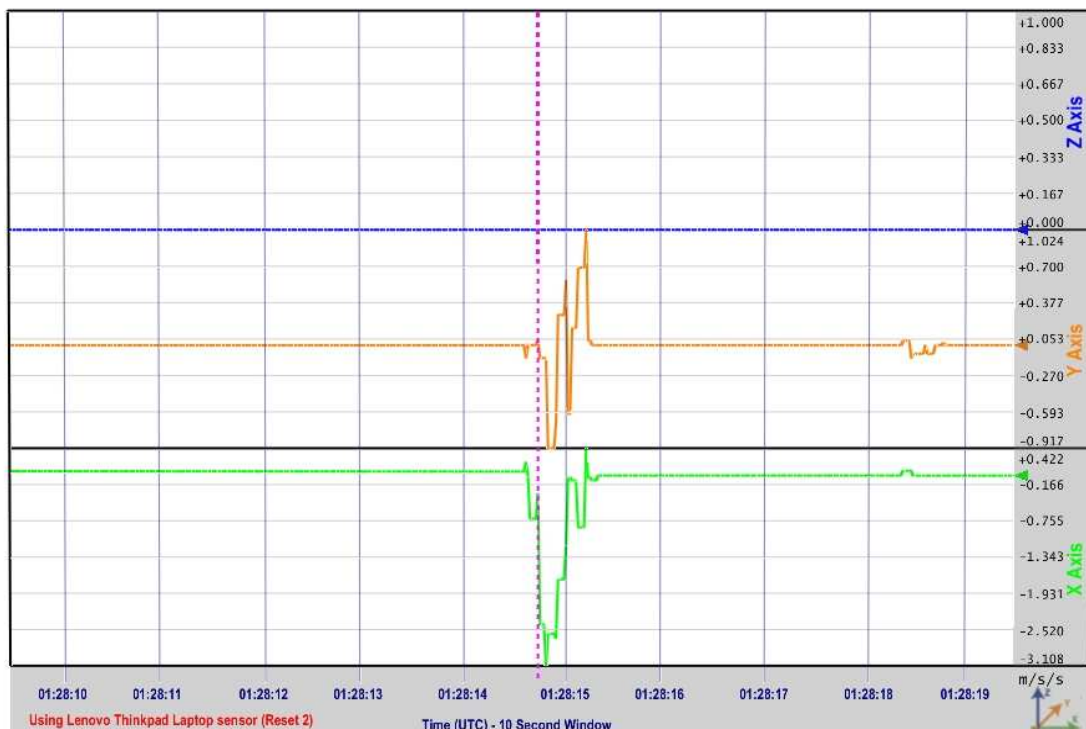
(D)

12.圖為 QCNLive 軟體中的畫面，請寫出你的判斷？

(A)橫軸為時間，垂直線間隔為 _____ 秒 (2 分)

(B)縱軸為 z 軸(垂直方向)、y 軸及 x 軸方向(水平方向)的加速度值，單位為 _____ (2 分)

(C)虛線出現在加速度值(不考慮方向)突然 _____ (填增加或減小)的時間點(1 分)



- 13.()下列關於大陸地殼鑽探計畫的敘述，何者錯誤？
- (A)可揭示大陸地殼的物質組成與結構
(B)在鑽井內設置深井地震儀可監測地震活動
(C)首要目的為發現大型油田 (D)可推求該地地質歷史事件
- 14.()下列關於世界各地的大陸地殼鑽探敘述，何者正確？
- (A)聖安地列斯斷層深部觀測計畫希望偵測該斷層的活動性，了解該斷層的物理化學性質，以及這些性質對斷層本身或是地震的影響
(B)車籠埔斷層鑽探於台中大坑地區進行，岩心資料顯示主要的構造為正斷層
(C)目前全世界最深的鑽井為蘇聯的可拉超深鑽井，已經鑽穿莫氏不連續面
(D)中國大陸科學鑽探計畫，鑽穿著名K/T界限，獲得一系列完整的岩心資料。

***題組：**請參考11題中的表一為我國震度分級表，下方表三為2012年10月25日的一次有感地震的資料，圖一為空白的台灣地區地圖。請回答15.~16.題。

15. 請參考表一資料，在答案卷所附圖一中繪出該次地震的等震度圖，並用「★」標示出震央可能的位置。

16. 在此地震中，你如何透過測站的地震波資料決定震源/震央的位置呢？

表三：該地震各測站所測得之各方向的最大加速度值(gal)			
測站位置	PGA(V)	PGA(NS)	PGA(EW)
高雄市(120.32°E,22.57°N)	20.40	81.47	74.29
屏東市(120.50°E,22.68°N)	8.20	10.47	24.05
台南市(120.21°E,22.99°N)	10.41	9.57	16.09
墾丁(120.81°E,21.94°N)	1.44	3.17	2.39
台東市(121.15°E,22.75°N)	2.33	2.15	2.75
嘉義市(120.43°E,23.50°N)	2.03	5.74	4.67
蘭嶼(121.56°E,22.04°N)	0.48	1.56	1.14
馬公市(119.56°E,23.57°N)	0.42	1.02	0.84
南投市(120.68°E,23.91°N)	0.78	0.84	0.72
台中市(120.68°E,24.15°N)	0.36	0.84	0.84

***題組：**藉由手機振動模擬地震震源，保麗龍模擬近地表地質構造，配合加速度感應器與QCNLive軟體，量測地震能量大小固定時，震源距(震源與測站的距離)不同時，所得之震度分布情形。若最大加速度簡稱PGA，請依據題意回答17~20題。

17.以下為上述實驗的數個實驗步驟。請依照你的科學知識，排出合理的實驗步驟順序。

(請用代號表示順序)

- (1)將保麗龍板上貼合一張方格紙(注意方位)。
- (2)移動加速度感應器(x軸指向震源)至新位置，測量手機振動時，新位置的PGA值。
- (4) 將手機調整成振動模式後放置於方格紙上，標定震源位置，等待實驗開始進行。
- (4)分析比較在不同位置，所測量的PGA值，以推估震度分布的情形。
- (5)開啟電腦QCNLive軟體，再開啟手機振動，利用QCNLive軟體紀錄手機振動所造成的加速度變化。
- (6)利用excel處理QCNLive軟體的數據，找出PGA值。
- (7)將加速度感應器(x軸指向震源)置於手機週遭欲測量加速度值之任意位置，並用膠帶固定於海報上，標示紀錄之。

18.右圖為此實驗中，某一次QCNLive 軟體紀錄手機振動所造成的加速度變化。請你繪圖並說明如何找出 PGA?

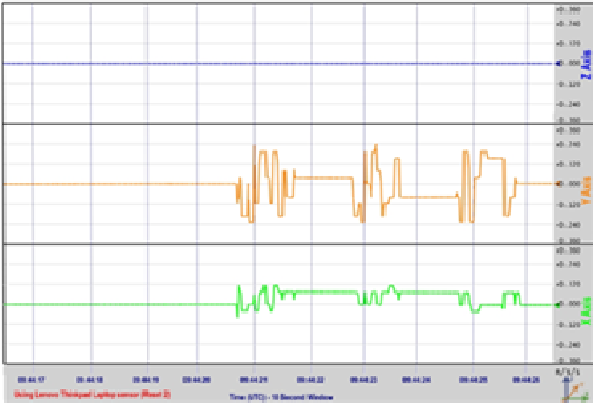


19.要如何設計實驗才能讓製造出的震動更像真實的地震事件呢，(可寫出實驗器材或實驗步驟的更動)

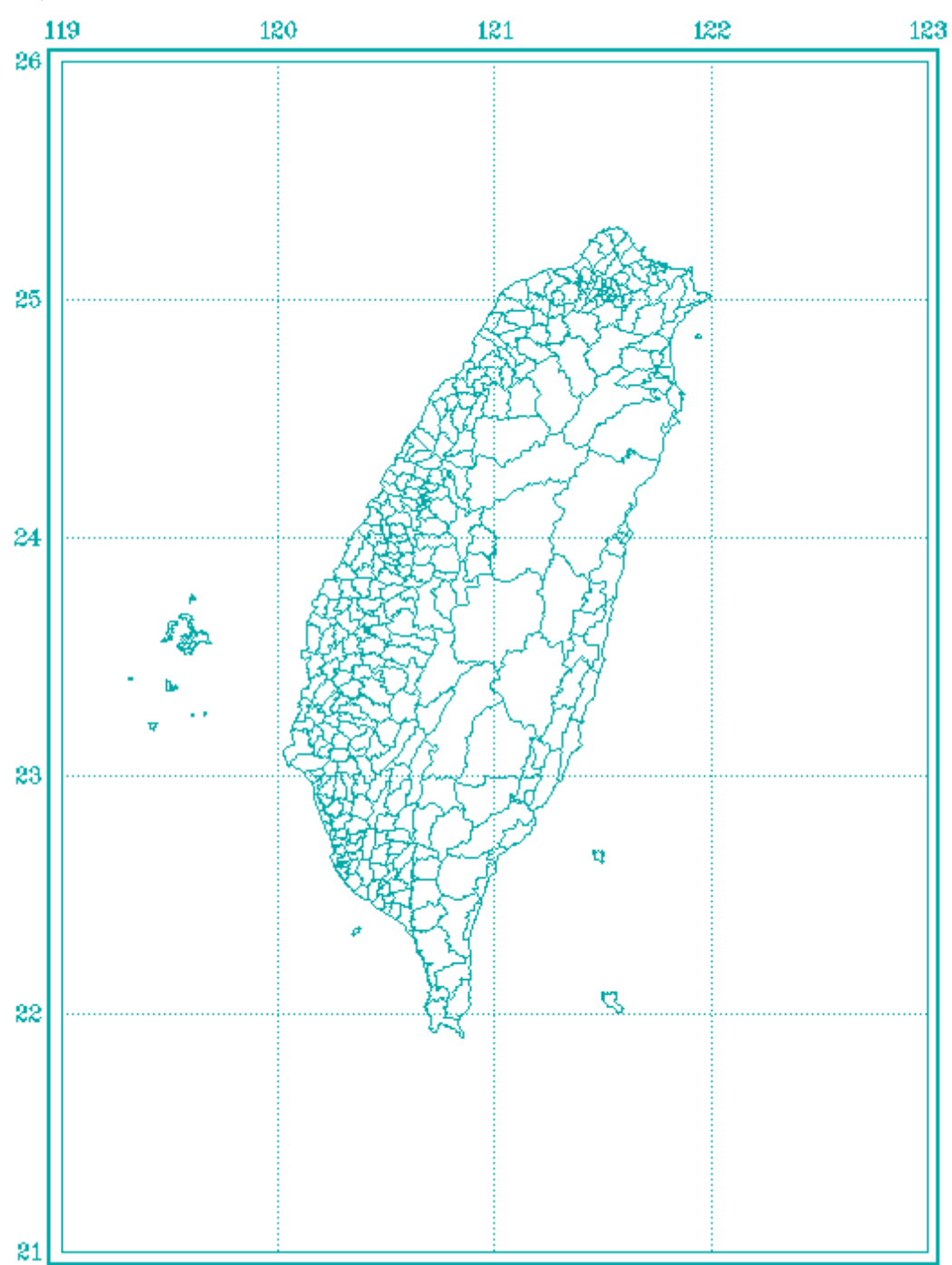
20. 本實驗設計為欲探討「地震能量大小固定時，震源距(震源與測站的距離)不同時，所得之震度分布情形」;若現在欲探討「地震能量大小不同時，震源距(震源與測站的距離)相同時，所得之震度分布情形」，應如何設計實驗呢?(請寫出實驗器材與實驗步驟)

21.課堂實作小組成員互評：請你幫你們這組所有的同學打分數，分析每一位同學在這三堂地震相關課程活動中的貢獻程度。(此題列入小組作業分數)

答案卷 共 20 題，一題 5 分，共 100 分。班級_____ 座號_____ 姓名_____

1.	2.	3.	4.	5.
6.	7.	8.	9.	10.
(A) P 波速度為每秒_____公里(1 分) (B)則此地震離測站 A 的距離約為_____公里?(2 分) (C)地震發生的時間約為 9 點 02 分_____秒(2 分)	合歡山震度____ 級(2 分) _____ (填大於、小於或等於，1 分) 阿里山震度____ 級(2 分)	_____測站 (2 分) 推測原因 (3 分)	_____測站 (2 分) 推測原因 (3 分)	
11.	12.	13.	14	15.
	(A) (2 分) (B) (2 分) (C) (1 分)			請繪於下 頁附圖
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
21.小組組員互評(此題列入小組作業分數)				

15.圖一



附錄三「地震學態度量表」

地震學態度量表

親愛的同學們：

這是一份關於地震學態度的調查，想請問你在基礎地球科學(下)課程前／後，學習地震相關概念的感受。請你依自己的經驗誠實回答，此將作為老師未來教學時的參考。作答時請根據你自己的真實感受，請將答案填寫於題目敘述後方空格內即可。

敬祝 學業順利

基本資料 班級_____ 座號_____ 性別☐男☐女

作答說明

1. 請仔細閱讀每一項敘述，填答表示自己的意見，將☐塗黑變成☒。
 2. 本量表僅在調查你個人的意見，每一題敘述均無「正確答案」。請你每一題都要填寫，確實表達你的感受。
 3. 填寫時間為 15 分鐘，請把握時間！
-

一、對地震學所持的態度	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
1.我對地震學很有興趣。	☐	☐	☐	☐	☐
2.地震發生後，我會上網搜尋該地震的相關訊息。	☐	☐	☐	☐	☐
3.遇到地震學的問題時，我會尋求方法解答。	☐	☐	☐	☐	☐
4.地震學知識對我的生活沒有什麼用處。	☐	☐	☐	☐	☐
5.我會關注世界各地地震發生的訊息。	☐	☐	☐	☐	☐
6.我會把地震學的知識應用在生活上。	☐	☐	☐	☐	☐
7.我喜歡閱讀報章、雜誌中與地震學有關的文章。	☐	☐	☐	☐	☐
8.地震學的內容既單調又乏味。	☐	☐	☐	☐	☐
9.本試題為了解你是否專心作答，請在本試題填答「非常同意」。	☐	☐	☐	☐	☐
10.地震學的知識很難理解。	☐	☐	☐	☐	☐
11.我無法思考關於地震學的問題。	☐	☐	☐	☐	☐
二、對學習地震學所持的態度	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
12.我覺得地球科學課上地震學是有趣的。	☐	☐	☐	☐	☐
13.我喜歡觀察生活中的地震現象以了解地震學。	☐	☐	☐	☐	☐
14.地震學跟我們生活息息相關，我樂於學習。	☐	☐	☐	☐	☐
15.一想到今天地球科學課會上地震學，我的心情就很愉快。	☐	☐	☐	☐	☐
16.我喜歡研究與地震學有關的問題。	☐	☐	☐	☐	☐
17.我不喜歡探討地震學的問題。	☐	☐	☐	☐	☐
18.地球科學課上地震學，能幫助我們更了解自己和周遭的世界。	☐	☐	☐	☐	☐
19.碰到有不懂的地震學問題時，我會去查資料，找出答案。	☐	☐	☐	☐	☐
20.我希望能多了解地震學的各項研究，例如地震儀發展、地震波、地震定位。	☐	☐	☐	☐	☐

21.我會閱讀地震學的相關書籍來充實我的地震學知識。	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
一、對參與地震學活動所持的態度	沒 非 非常 同意 不同 意見 不同 意見
22.地震學實作課程很浪費時間又沒有意義。	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
23.實地參觀地震測站紀錄與分析地震波，能更進一步認識地震學。	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
24.在圖書館，我會翻閱和地震學有關的書刊或雜誌。	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
25.我覺得要自己親自觀察、分析、解釋，才能真正學到地震學知識。	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
26.我想利用電腦或資訊相關工具來做更多有關地震的學習活動。	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
27.我樂於聆聽地震學專家的演講，以獲得更多地震學知識。	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
28.我喜歡參與地震課程中，自己和小組同學主動找尋答案的過程。	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
29.參觀有關地震的博物館是有趣的。	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
30.我覺得實際分析地震資料會讓我更了解地震學。	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
31.我覺得到野外考察斷層露頭能學到更多地震學知識。	☐ ☐ ☐ ☐ ☐

附錄四「學習環境量表」

(前測)

親愛的同學們：

這是一份關於你對基礎地科(下)上課情形的喜好程度調查問卷，請你依自己的情況誠實回答，此將作為老師未來教學時的參考。請將答案填寫於題號前方空格內即可。

敬祝 學業順利

基本資料 班級_____ 座號_____ 性別☐男☐女

作答說明

4. 請仔細閱讀每一項敘述，填答

(A)表示「非常經常」

(B)表示「經常」

(C)表示「有時」

(D)表示「很少」

(E)表示「從來沒有」。

5. 本量表僅在調查你個人的意見，每一題敘述均無「正確答案」。請你每一題都要填寫，確實表達你的感受。

6. 填寫時間為 5 分鐘，請把握時間！

- ()1.以小組討論方式探究課堂上的問題。
- ()2.課程重視溝通與討論，能有充分的時間與機會同儕溝通、討論課程主題。
- ()3.重視自我表達，我有充分機會表達我的思考內容與方向，並與同學做廣泛、深入的溝通。
- ()4.老師能逐一詳述解決問題的關鍵及解決問題的方法。
- ()5.老師能詳細告訴我們各種錯誤解決問題方法可能產生的後果及影響。
- ()6.我可以評估同儕表現(同儕可以評估我的表現)以幫助同儕(我)改進缺點或學習同儕(我)的優點。
- ()7.由老師挑選對我們有幫助、應該學習的概念及知識來教。
- ()8.老師在課堂上詳述學習要點及大綱，以利我們吸收。
- ()9.課程呈現以老師講授課程為主，確保我們能在有限時間內充分吸收知識。
- ()10.由老師公平的評量每一個學生的表現。
- ()11.老師能直接點出我的想法中錯誤的部分以及正確解答。。
- ()12.我(們)主動從課程(案例)中發現問題，並以解決此問題為課程主軸。
- ()13.討論過程完全由同學參與，老師在同學討論、報告後再發表意見。
- ()14.由老師設定上課流程，以有效掌控課程時間。
- ()15.由老師準備、告訴我們上課所需的資源，以利於我(們)有效學習。
- ()16.在課程中我們能主動蒐集資料，解決課程內容中的問題。
- ()17.重視自我腦力激盪，我有充分的時間針對問題進行批判性的思考。
- ()18.老師在課堂上循序漸進引導學生討論，減少學科知識的傳授。

(後測)

親愛的同學們：

這是一份關於你對基礎地科(下)上課情形的喜好與實際感受程度調查問卷，請你依自己的情況誠實回答，此將作為老師未來教學時的參考。請將答案填寫於題號前方空格內即可。

敬祝 學業順利

基本資料 班級_____ 座號_____ 性別 ☐男 ☐女

作答說明

請仔細閱讀每一項敘述，填答

(A)表示「非常經常」

(B)表示「經常」

(C)表示「有時」

(D)表示「很少」

(E)表示「從來沒有」。

本量表僅在調查你個人的意見，每一題敘述均無「正確答案」。請你每一題都要填寫，確實表達你的感受。

填寫時間為 5 分鐘，請把握時間！

喜好	實際感受	
		1.以小組討論方式探究課堂上的問題。
		2.課程重視溝通與討論，能有充分的時間與機會同儕溝通、討論課程主題。
		3.重視自我表達，我有充分機會表達我的思考內容與方向，並與同學做廣泛、深入的溝通。
		4.老師能逐一詳述解決問題的關鍵及解決問題的方法。
		5.老師能詳細告訴我們各種錯誤解決問題方法可能產生的後果及影響。
		6.我可以評估同儕表現(同儕可以評估我的表現)以幫助同儕(我)改進缺點或學習同儕(我)的優點。
		7.由老師挑選對我們有幫助、應該學習的概念及知識來教。
		8.老師在課堂上詳述學習要點及大綱，以利我們吸收。
		9.課程呈現以老師講授課程為主，確保我們能在有限時間內充分吸收知識。
		10.由老師公平的評量每一個學生的表現。
		11.老師能直接點出我的想法中錯誤的部分以及正確解答。
		12.我(們)主動從課程(案例)中發現問題，並以解決此問題為課程主軸。
		13.討論過程完全由同學參與，老師在同學討論、報告後再發表意見。
		14.由老師設定上課流程，以有效掌控課程時間。
		15.由老師準備、告訴我們上課所需的資源，以利於我(們)有效學習。
		16.在課程中我們能主動蒐集資料，解決課程內容中的問題。
		17.重視自我腦力激盪，我有充分的時間針對問題進行批判性的思考。
		18.老師在課堂上循序漸進引導學生討論，減少學科知識的傳授。

全文完