

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

未來地球系統學研究人員培育計劃 3/3

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-MOE-S-003-006-X1

執行期間：92年01月01日至93年03月31日

執行單位：國立臺灣師範大學地球科學系(所)

計畫主持人：張俊彥

共同主持人：傅學海，許瑛珺，李通藝，楊芳瑩

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93年5月13日

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫期末報告

未來地球系統科學研究人才培育計畫(3/3)

A Project for Promoting Future Researchers in Earth System  
Science (III)

計畫類別：■個別型計畫      □整合型計畫

計畫編號：NSC 92 - MOE - S - 003 - 006 - X1

執行期間：92年1月1日至92年12月31日

計畫主持人：張俊彥

共同主持人：李通藝、傅學海、許瑛珺、楊芳瑩

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立臺灣師範大學地球科學系

中 華 民 國 92 年 12 月 31 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫期末報告

## 未來地球系統科學研究人才培育計畫(3/3)

### A Project for Promoting Future Researchers in Earth System Science (III)

計畫編號：NSC 92 - MOE - S - 003 - 006 - X1

執行期限：90年1月1日至92年12月31日

主持人：張俊彥 ([changcy@cc.ntnu.edu.tw](mailto:changcy@cc.ntnu.edu.tw))

執行機構及單位名稱：國立臺灣師範大學地球科學系

#### 摘要

本計畫的目的在提供具研究潛能的高中學生成發現與地球系統相關的研究問題、發展問題解決的方法、培養自我擴充專業知識能力、進而能獨立或合作完成專業研究之機會。今年度計畫的階段為本培育計畫之醞釀和啟發期，首先是將全體學生分成六個地球次系統組，進行每兩週一次的星期六例行上課。這些課的目的在鼓勵學生發現問題及精練問題，並開始實施實驗研究方法之訓練，主要活動為：研究方法訓練、腦力激盪、專題演講、專題討論、個別指導等。除了個別的輔導活動外，我們共舉辦了四次的整體學生培訓活動，其中包括今年三月初一天的研習活動和一天的成果發表會、三月份的921集集大地震和車籠埔斷層考察、八月份的暑期戶外教學與綜合考察；而為了配合今年下半年高一新生入學的同學，我們在九月底和十月中又舉辦了另外兩次的高一新生招生及研習的活動（活動內容見附錄四）。

關鍵詞：人才培育、中等學校、地球系統、

#### 緒論

本計畫希望能創造一個含資訊交流與全球環境關懷的地球科學研究學習環境，提供具研究潛能的資優學生發現與地球系統相關的研究問題、發展問題解決方法、培養自我擴充專業知識能力、進而能獨立或合作完成專業研究之機會。

#### 文獻探討

西元1989年五月美國National Academy of Sciences及American Association for the Advancement of Science (AAAS)等研究機構在Washington, D. C. 共同舉辦了名為“Forum on Global Change and Our Common Future”聽證會。與會學者們一致體認現今的全球環境變化與人類活動息息相關。研究指出，全球環境變遷的因素複雜廣泛，雖然自然界的回饋機制能使環境變遷達動態平衡，人類活動卻經常促使整個地球系統，包含：大氣、海洋、陸地、生態及其互動，變化加速甚至高過回饋機制所能補償之限度 (Ausubel and Sladovich, 1989; Defries and Malone, 1989; Wilson, 1988)。最明顯的影響如：溫室效應、臭氧層破壞、酸雨問題、土地過度開發、森林過度砍伐、以及其他尚未偵測到的改變。長期下來，後果無法預期。為能了解人類活動在整個地球系統所扮演的角色，科學家們開始致力於研究大氣、海洋、陸地、植物、動物間在時間軸上縱向及橫向之交互關係。如此一種研究我們所生存的地球之方式便稱作「地球系統科學」(earth system science)。

從全球的角度來思考人類與環境間之互動已漸成一思考人類存在價值的形式。然而，對於地球系統中，子系統間的作用機制，人類雖然已略有所知，卻有更多問題需要了解。因此，也只有透過不同專業背景科學家齊心貢獻，才有可能解開全球環境變遷謎底。所以，未來的地球科學研究相信將以此為標的，而地

球科學教育理應朝此方向發展實際上，國外學者 Mayer(1991, 1995) 業已提出以地球系統來統整中等學校科學課程的想法。他認為既然科學與人類社會、地球環境息息相關，科學課程應可架構在地球系統與次系統的主題上作一統整，而此想法已引起國內外科學教育界許多的回響(李春生，1997)。

要培養出色的研究人才，首先必須了解專家之所以稱為專家之要素。根據認知學者的看法，「專業」在定義上指的是對‘大量知識本體及程序技巧的擁有’ (the possession of a large body of knowledge and procedural skills)。由此看來，專家與生手的不同點主要在於知識與技能的架構。Chase 及 Simon (1973) 發現，圍棋專家與生手間的不同在於專家的知識網狀架構(chunk)遠大於生手的網狀架構；也就是說，在相同的時間內，圍棋專家思考的是幾個連續相關連的棋路，即棋譜，而生手想到的棋路卻是片面分散，不相關連。

事實上，其他領域的研究也發現專家確實具有較高階的知識網狀架構 (higher-order chunks) (e.g. Sloboda, 1991; Jeffries etc., 1977; Egan and Schwartz, 1979)。所以，在問題解決的過程中，專家所呈現出的是知識的深度而非廣度。此外，專家能有效的選擇問題解決步驟是因為在長期的練習下，他們已具備分辨問題型式及相關解決步驟之能力(Bruer, 1995)。從物理專家與生手間差異之研究中，學者們發現，專家在問題解決的過程中會經歷「質性分析」(qualitative analysis)的階段，也就是在問題解決的初期便開始分析建構問題的物理表徵，然後才選用合適的數學方程。而生手卻跳過質性分析的階段，直接套用方程式來找出相關變數之值(Larkin etc., 1980; Paige and Simon, 1966)。與生手比起來，物理專家對問題解決過程的「後設看法」(meta-statement) (即問題解決的正確性、誤差、方程式的物理意義、解決計畫步驟、及自我衡量等)較少。換句話說，專家似乎具備結構完整的問題表徵，以致能快速檢視問題解決結果，並對結果具較高信心

(Simon and Simon, 1978)。另一個重要的專家生手間差異是專家能從問題的變數中分析問題的類別，進而推演出相關方程式-working forward。相反的，生手經常均由方程式出發來找出問題的未知變數- working backward (Simon and Simon, 1978)。認知學家認為此現象表示專家對不同問題形式及相關解決路徑已瞭若指掌。由此而言，問題解決便成了「分析問題類型及運用相關解決路徑」之工作。

創造力的定義非常廣泛。在針對專業領域而言，創造力的研究討論主要針對的是問題的創造性解決(creative solutions to problems)。學者指出，專業領域，如科學，的創造力與統整大量訊息或連結先前看似分離的知識體有關(Garnham and Oakhill, 1994; Perkins, 1981; Mednick, 1962)。從分析具創造力人士的自傳，Wallas (1926) 提出創造思考的四個階段：準備期(preparation)、醞釀期(incubation)、啟發期(inspiration)，及確認期(verification)。在準備期，吸收背景知識是主要活動；於醞釀期，思考者會將問題暫時擱置，從事其他不相干活動；啟發期發生於問題解決的方法本身初次呈現於問題解決者的腦海中。此呈現可能是突然的領悟或強烈的直覺。確認期則是將想法付諸行動的階段。而具創造力人士的特質則包含：發現問題、發散思考、創新意願、不與世俗妥協、立法式的思考風格等等 (Getzels and Csikszentmihalyi, 1976; Guilford, 1986; Sternberg, 1988)，在此無法盡述。

事實上，創造力與整個大環境的價值觀亦有關連。Csikszentmihalyi (1988) 及 Perkins (1988) 指出，除個人特質外，一些環境因素會影響創造力的展現。例如，社會價值決定值得追求的想法，而文化則保留此想法。至於「創造過程」，Johnson-Laird (1993) 認為有必要與歸納過程分開。歸納的結果只是增加問題或現象之前提訊息，而創造思考的結果則是從前提所提供的概念發展出新的論點。Johnson-Laird (1993) 提出三種產生創造性思考的邏輯法則：“neo-Darwinian,” “neo-Lamarckian,” “mixed”。

Neo-Darwinian 邏輯會將訊息或知識元素作隨機排列而製造未決定(indeterminism)情境，促使思考本身發生選擇歷程來找出最合適的組合。Neo-Lamarckian 邏輯則是有一定規則地排列舊元素，直到合適或重要的組合出現。在組合結果不只一種的狀況下，「未決定情境」產生，進而使上述選擇歷程發生。Mixed 則介於 neo-Darwinian 及 neo-Lamarckian 之間。由 Johnson-Laird 所提的看法，我們可以了解，專業領域上的創造思考必須立基於對專業知識的深度了解。事實上，一個明顯的例子就是愛因斯坦提出相對論。他的看法絕非天馬行空而來，而是對牛頓學說論點及其適用範圍的透徹了解才能進一步發展出新的學理。

認知學者們認為，要成功地進行問題解決及決策，背後控制因子就是所謂的高階認知技巧 (higher-order cognitive skills) (Chipman, 1991)。Chipman 指出，不同知識領域的高階認知技巧不儘相同，然而適用最普遍、不受領域限制的是認知控制(cognitive-control)技巧，也就是後設認知技巧(meta-cognitive skills)。認知學者普遍相信後設認知力是控制所有高階思考的主要機制 (Flavell, 1979; Bruer, 1995; Chipman, 1991; Kuhn, 1999)。它的重要性會被廣泛地提出是因為這樣的能力能使思考者清楚地知道自我的認知狀態，並能幫助思考者計畫行動與衡量行動結果。事實上，後設認知能力與批判思考力的養成有深切之關聯。雖然批判思考的定義眾說紛紜，大部分的學者同意：一個批判思考者不但能掌握基本邏輯思考技巧，並且是理性的、自我反省及自我監控的、有紀律的、具世界觀的思考及行動者(Ennis, 1987; McPeck, 1981; Paul, 1990; Talaska, 1992)。如果沒有自我控制與監督的後設認知能力，就無法產出批判的精神。許多研究也發現，專家的後設認知力遠強於生手(Bruer, 1995)。很明顯的，前所提到的「質性分析」就必須借重此能力才可進行。

統合以上論點，我們認為，一個培養未來地球系統科學研究人才的學習環境必須提供

以下基本要素：充分多樣資訊來源、全球環境關懷、專家諮詢及交流、師徒學習型態、腦力激盪機會、自我充實反省契機、專業討論等等。

## 今年工作成果

到目前為止，本研究針對高中一、二年級學生共進行了四次的整體培訓活動，其中包括今年三月初一天的研習活動和一天的成果發表會(活動內容見附錄一)、三月份的 921 集集大地震和車籠埔斷層考察(活動內容見附錄二)、八月份的暑期戶外教學與綜合考察(活動內容見附錄三)。而為了配合高一新生入學的同學，我們在九月底和十月中又舉辦了另外兩次的高一新生招生及研習的活動(活動內容見附錄四)。在此期間，我們也讓學生在地球系統中的各個不同次系統組(六組)，與相關專長的教授學習地球系統知識與研究方法，並進行初步的專題研究計畫，此階段即為本培育計畫之醞釀期，此期之目的為發現問題及精練問題並開始實施實驗研究方法之訓練，主要活動為：研究方法訓練、腦力激盪、專題演講、專題討論、個別指導等。

本計畫詳細的內容、所有活動、以及聯絡方式皆以網際網路的方式進行，網址為 <http://www.geos.ntnu.edu.tw/essr/>

## 參考文獻

李春生 (1997)：怎樣教好國民中學地球科學新課程。國立編譯館通訊，35, 5-16。

American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

Ausubel, J. H. and Sladovich, H. E. (1989). (eds.) *Technology and Environment*. Washington, D. C.: National Academy Press.

- Bruer, J. T. (1995). *Schools for thought*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Chase, W. G. and Simon, H. A. (1973). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4, 55-81.
- Chipman S. F. (1991). The higher-order cognitive skills: What they are and how they might be transmitted. In T. G. Sticht, B. A. McDonald, & M. J. Beeler (Eds.), *The Intergenerational Transfer of Cognitive Skills*. Norwood, NJ: Ablex Publisher Corp.
- Csikszentmihalyi, M. (1988). Society, culture and persons: a systems view of creativity. In R. J. Sternberg (ed.) *The Nature of Creativity*. MA: Cambridge University Press, 325-339.
- DeFries, R. and Malone, T. (1989). (eds.) *Global Change and Our Common Future: Papers From a Forum*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- Egan, D. E. and Schwartz, B. (1979). Chunking in recall of symbolic drawings. *Memory and Cognition*, 7, 149-158.
- Ennis, R. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. Baron & R. Sternberg (Eds.), *Teaching Thinking Skills: Theory and Practice*, 9-26. NY: Freeman.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring. *American Psychologist*, 34, 10, 906-911.
- Getzels, J. W. and Csikszentmihalyi, M. (1976). *The Creative Vision*. NY: John Wiley and Sons.
- Guilford, J. P. (1986). *Creative Talents: Their Nature, Uses and Development*. NY: Bearly.
- Graham, A. and Oakhill, J. (1994). *Thinking and Reasoning*. Cambridge: Blackwell.
- Jeffries, R. etc. (1977). A process model for missionaries-cannibals and other river crossing problems. *Cognitive Psychology*, 9, 412-420.
- Johnson-Laird, P. N. (1993). *Human and Machine Thinking*. NJ: Erlbaum.
- Kuhn, D. (1999). A developmental model of critical thinking. *Educational Researcher*, March, 16-25.
- Larkin, J. H. etc. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208, 1355-1342.
- McPeck, J. (1981). *Critical Thinking and Education*. NY: St. Martin's.
- Mednick, S. A. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 66, 431-436.
- Paige, J. M. and Simon, H. A. (1966). Cognitive processes in solving algebra word problems In B. Kleinmuntz (Ed.), *Problem Solving*. NY: Wiley and Sons, 51-119.
- Paul, R. (1990). *Critical Thinking*. Rohnert Park, CA: Center for Critical Thinking and Moral Critique, Sonoma State University.
- Perkins, D. N. (1981). *The Mind's Best Work*. MA: Harvard University Press.
- Perkins, D. N. (1988). The possibility of invention. In R. J. Sternberg (ed.), *The Nature of Creativity*. MA: Cambridge University Press, 326-385.
- Simon, P. D. and Simon, H. A. (1978). Individual differences in solving physics problems. In R. S. Siegler, ed., *Children's Thinking: What Develop?* NJ: Erlbaum.
- Slobada, J. A. (1991). Musical expertise. In K. A. Ericsson and J. Smith (eds.). *Toward a General Theory of Expertise: Prospects and Limits*. MA: Cambridge University Press, 153-71.

Sternberg, R. J. (1988). A three-facet model of creativity. In R. J. Sternberg (ed.) *The Nature of Creativity: Contemporary Psychological Perspectives*, 125-147. MA: Cambridge University Press.

Talaska, R. A. (1992). *Critical Reasoning in Contemporary Culture*. Albany, NY: State of University of New York Press.

Wallas, G. (1926). *The Art of Thought*. London: Cape.

## 未來地球系統學研究人員培育計畫 第一次成果發表會 時間表 (Schedule)

時間	3月3日(周日)	3月9日(周六)
08:00 - 08:30	報到	報到
08:30 - 09:30	地球系統專題 星戰計畫與調適光學 台灣師大地球科學系 傅學海	能源與石油地質組 學生報告(兩人或組)
09:45 - 10:45	地球系統專題 氣候變遷 台大大氣科學系 許晃雄	大氣組 學生報告(兩人或組)
11:00 - 12:00	地球系統專題 墾丁天文台及相關觀測專題 中央大學天文研究所 孫維新	海洋組 學生報告(兩人或組)
12:00 - 13:00	午餐	午餐
13:00 - 14:00	地球系統專題 冰芯啟示錄 台大地質系 魏國彥	天文組 學生報告(兩人或組)
14:10 - 15:10	地球系統專題 921 地震專題 中央地調所 朱傲祖	地質組 學生報告(兩人或組)
15:20 - 16:20	地球系統專題 地球系統間的對話 台灣師大地球科學系 張俊彥	地物組 學生報告(兩人或組)
16:30 - 17:00	整體計畫座談 賦歸	成果發表座談 賦歸

\* 地點：臺北市汀州路四段八十八號 國立台灣師範大學分部 科學教育大樓 5F 演講廳  
計畫主持人：張俊彥 TEL：(02)2935-4393 mobile:0936-124636 changcy@cc.ntnu.edu.tw  
計畫助理：邱惠玲 2934-7120 分機 51 tobeking@ms47.hinet.net  
徐靜文 2934-7120 分機 69 jingwen@mail.educities.edu.tw



## 未來地球系統學研究人員培育計畫 車籠埔斷層考察

時間：91年3月23 24日

### 第一天

8:00 出發，地點：師大分部校門口

第一站：國立台中自然科學博物館—10:30 12:00

午餐：自科館附近—12:00 12:40

第二站：霧峰光復國中—14:00 15:00

第三站：台影文化城—15:20 16:00

第四站：中興大學葡萄園—16:20 17:00

返回豐原：宿新都大飯店。04-25288777 (8線) 豐原市向陽路 77-1 號

### 第二天

8:00 出發

第一站：豐原市水源路中正公園—8:20 9:00

第二站：豐原市台灣省中等教師研習中心下方及第一公墓—9:20 10:10

第三站：埤豐橋—10:10 11:00

第四站：舊石岡車站—11:20 11:40

第五站：石岡水壩壩底—12:00 12:40

午餐：石岡或豐原—12:50 13:40

回程：回台北約 17:00

## 考察資料簡介

資料來源：中央地調所，九二一地震地質報告

### 台中縣霧峰鄉

車籠埔斷層在霧峰鄉境內，北起自北溝溪南岸(WF01)之中興大學葡萄中心(WF02, WF03)，南到烏溪北岸，全長約 10.5 公里。斷層沿東北西南走向，經過台灣電影文化城(WF04, WF05)、吉峰等盆地邊緣地區(WF06-WF08)，斷層造成東側地表抬升約 1.5 公尺，電影文化城也在這一次地震中完全倒塌破壞。至畚箕湖，斷層略呈東西走向，沿鳳山北側之山腳地帶，經僑榮國小後，循山勢轉為南北向，穿越霧峰第一公墓(WF09)、為全新村、成功路(WF10, WF11)後，地表變形漸小，至霧峰新開街一帶，已不見斷層之跡象。

車籠埔斷層行經霧峰第二公墓一帶漸進入山區，斷層破裂較不明顯，不過大致仍呈南北向，至省議會萬佛寺(WF16)及慈明商工(WF17, WF18)，則又出現斷層造成建築物破壞情形，此後斷層沿山腳至霧峰國小後又於平地出現，經柯林頓山莊崖下(WF19)，往南延伸通過光復

國中操場及校園 (WF20) 造成光復國中 (WF21, WF22) 校舍嚴重損毀，此段車籠埔斷層之特性仍以逆衝型態為主，地表最大抬升量約在 1 至 2 公尺之間。

WF02 中興大學葡萄園旁道路因逆斷層通過隆起約 1.5 公尺。

WF03 中興大學葡萄園內逆斷層抬升約 1.5 公尺情形。

WF04 台影文化城正門口受逆斷層抬升約 1.5 公尺，造成園區內建築毀損嚴重。

WF21 光復國中校園因逆斷層通過而造成座落於斷層上盤之校舍損壞。

WF22 光復國中操場因逆斷層而抬升約 2.5 公尺。

WF23 斷層切過光復國中操場後，越過乾溪並切過南岸河堤，斷層走向轉呈東北—西南走向，東側抬升約 1.5 公尺。

## 台中縣豐原市

台中縣豐原市北起大甲溪，南迄林牛山嶺線，東、西兩側地形差異極為明顯，東側為豐原丘陵，西側為沖積平原或階地，以往部分學者認為車籠埔斷層即位在這兩個地形單元相接處。

豐原市東側丘陵地形高度介於 200 至 600 公尺之間，岩層分布為由東側以砂岩、頁岩互層為主的卓蘭層，往西漸變成為以頁岩為主的錦水頁岩。岩層呈東北西南走向，層面向東傾斜 30 至 50 度。本丘陵區屬東向的單斜構造型態。豐原市西側沖積平原及階地高度在 250 公尺以下，主要由大甲西、旱溪及烏牛欄溪侵蝕搬運的砂、泥及礫石所組成。本區中的車籠埔斷層露頭即為其所掩覆，因此斷層的位置未能確實掌握。

九二一地震地表變形帶在豐原市依其走向大致上可區分為南北兩段，北段呈東北—西南走向，由埤豐橋東側經中等學校教師研習會、聯合新村、上南坑、中正公園、下南坑到調查局豐原站；南段呈南北走向，由調查局豐原站經玄天上帝廟、佛音寺至林牛山西南方。變形帶全長約 8.5 公里，其位置僅少部分位在前面所提的兩地形單元接壤處，絕大部分則略偏離該位置。

本地區變形特徵於埤豐橋底錯斷錦水頁岩層，使河床形成東高西低的瀑布，高差約 5 公尺，斷層面擦痕指示具左剪特徵。於中等學校教師研習會造成東高西低的地表變形，高差約 4 公尺。於中正公園變形帶約 250 公尺寬，兩側皆造成小崖，西側小崖東低西高；高差約 0.9 公尺，變形帶內有數條平行變形帶走向的小型隆起。於東陽里造成東高西低的小崖，高差約 4 公尺，變形帶約 20 公尺寬。就整體而言，變形帶的西側皆出現明顯東高西低的崖，高差約介於 2 至 6 公尺之間，具有北側較高南側較緩的趨勢。此外，於朴子社區活動中心至中等學校教師研習會北方之間另有一道西高東低的撓曲以及中正公園東側東低西高的崖，皆屬本區中較特別之處。

### (一) 中正公園

FY09 往中正公園的水源路，路面抬升，具有明顯的崖，東高西低，高差約 4 公尺 (變位基準：馬路) 變形影響範圍寬可達 250 公尺，其中有數條平行變形帶走向的小型隆起，高約十餘公分至數十公分不等。

FY10 中正公園東側，地面抬升，具有明顯的崖，東高西低，高差約 0.9 公尺，(變位基準：馬路)，崖線走向為北偏西 10 度，往南北延伸數十公尺後逐漸次不明顯。

FY11 公園一號橋南端，有明顯的崖，東高西低，高差約 4 公尺 (變位基準：馬路)，變形帶以北偏東 40 度的走向往南延伸，造成名人山莊多棟房屋嚴重損毀，變形帶中可見成雁形排列的裂縫，具左剪性質。

## (二) 中等教師研習會

FY06 中等教師研習會的大門通道嚴重損毀，鄰近的水稻田抬升，具有明顯的崖，西高東低，高差約 4 公尺（變位基準：水稻田），崖線走向北偏東 25 度，變形影響範圍寬約 30 公尺。

FY07 豐原市第二公墓，地面抬升，具有明顯的崖，西低東高，高差約 3 公尺，不少的墳墓嚴重變形，棺木因而外露。

## (三) 埤豐橋與豐勢路

FY01 埤豐橋南端東側，大甲溪河床出露以頁岩為主的錦水頁岩，岩層中有層面滑移之剪動面，形成約 80 公尺寬的變形帶，最西側的剪動面在地震後形成落差 5 公尺的瀑布，崖線的走向為北偏東 48 度，剪動面上有橫移與逆衝的兩組斷層擦痕。

FY02 朴子里的自行車道（原東豐鐵路），地面錯移抬升，具有明顯的崖，西低東高，高差 3.5 公尺，水平式位移為左移約 5 公尺（變位基準：馬路，北偏東 75 度），崖線的走向北偏東 25 度。

FY03 豐勢路（台 3 線），地面抬升錯移，具有明顯的崖，西低東高，高差約 3.5 公尺，水平式位移為左移約 5 公尺（變位基準：馬路，北偏東 75 度），崖線走向北偏東 17 度。

## 台中縣石岡鄉

### (一) 石岡壩

TSA19 崖為北偏東 20 度的走向，崖高約 2 公尺，切過往石岡壩北側道路，此點崖面下盤緊鄰土雞城，土雞城建築能保持良好。同過此點後斷層向石岡壩北岸延伸，在石岡壩北岸路面可見約 0.5 公尺落差。

TSA20 石岡壩，斷層通過從石岡壩北岸算起第 2 個橋墩，垂直落差 9.8 公尺，以壩跡為依據，視左移 1.7 公尺，斷層造成石岡壩損毀，在此推測有走向約為北偏東 70 度的斷層向東延伸，因為目前河流在此方向深度最深。

### (二) 石岡車站

SGG08 萬安村的舊石岡車站隆起抬升，將自行車道（舊東豐鐵路）錯移垂直落差 3.5 公尺，水平視左移 3.2 公尺，破裂方向為東西向，南側為升側，破裂南側地區地表發育東西向的伸張裂隙。此破裂向西延伸至石岡國小，落差逐漸減小，僅有約 0.5 公尺，向西逐漸尖滅。

## 未來地球系統學研究人員培育計畫 91 年暑期校外教學活動

日期	活動時間	活動內容	負責教授	備註
八月十六日(五)	08:00	開車		上車領手冊
	08:00-10:00	出發到三義木雕博物館	張俊彥老師	
	10:30-12:00	上路。途經休息站吃飯		
	12:30-14:00	月世界泥火山(稍做停留，或不下車)	李通藝老師	
	14:30-17:30	到墾丁安排住宿-墾丁青年活動中心		
	18:00-19:00	晚餐		
	19:30-22:00	案一：龍蟠公園看星星 案二：自由活動認識墾丁	傅學海老師	由行程調整
八月十七日(六)	07:00-07:30	起床盥洗		
	07:30-08:20	早餐時間		
	08:20-09:00	出發到海生館	張俊彥老師	
	09:00-13:30	參觀活動 午餐-11:30 二樓餐廳		
	13:30-15:30	墾丁天文台參觀活動	傅學海老師	
	15:30-16:00	出發上社頂		
	16:00-18:00	認識社頂	張俊彥老師	
	18:15-19:00	看日落-砂島旁的海灘-當日日落時間 約 18:40~~>砂島與船帆石		
	19:00-20:00	晚餐		
	20:00-20:30	住宿與整理		
20:30-22:00	出火與恆春古蹟 (可看城門介紹歷史)	傅學海老師	與周五同時 段調整流程	
八月十八日(日)	6:00-7:00	早餐		
	7:00-11:00	地質考察時間 出發去四溝那邊挖挖化石	李通藝老師	
	11:00	午餐-恆春街頭自由行		
	12:00-19:00	回台北		

### 一. 考察導覽

#### 1. 三義木雕博物館

民國 84 年 4 月 9 日成立的三義木雕博物館，是目前國內唯一的雕刻的博物館。這間博物館致力於鼓勵木雕的創作革新與技術提升，並常有木雕的比賽在此舉辦。

三義木雕的發展是源自於日據時代，因為吳進寶先生巧飾枯木，深得日本人喜愛，

爾後其子吳羅松先生和日本人學習雕刻藝術並傳受鄉民，使得木雕藝術在此極為風行。

同時期重要人物上有李金川，培育了享譽國際的雕刻界大師朱銘。三義木雕的作品以神像和工藝品居多，目前也有許多個人風格和各式題材，風格多元，令人嘆為觀止，可惜有許多不肖商人將這樣的設計圖樣拿到大陸以低成本高售價的方式製成膺品在國內販售，使得三義木雕的低靡時期更加雪上加霜，各位看到好的作品可別忘了好好鼓勵一下呀！

(參考資料:<http://freehomepage.taonet.com.tw/This/is/taonet/Free//yanjy/>)

## 2. 泥火山與惡地月世界

月世界風景區是在高雄縣燕巢鄉，名字是因為這個地方是淒涼荒漠的惡地，看起來挺像月球的(我要抗議!明明就比月球漂亮一點嘛!)，周圍都是山，大部分是丘陵地形。

本區主要是由泥岩構成，顆粒細小、膠結鬆散，屬於上更新世地層，而在地質上歸類於青灰岩。另外，原本該區的泥土是屬於海底沉積物，含多量無機岩，月世界的地表寸草難生，鬆散的結構一遇水就順流而下，形成很大的坡面難以行走，稱為「惡地」。於是，在這裡可以看見一堆泥巴、結晶鹽，想要看見草？那可能要很仔細找喔！

本區的岩層又稱為古亭坑層，相似的尚有恆春附近的墾丁層和台東的利吉層，但是後面兩個規模都比古亭坑層小。

在這附近尚有泥火山，為全省泥火山密度最高的地方，高度一般在 10 公尺以下，直徑在 1 公尺內，流出的溫度不高，主要是斷層區域天然氣湧出，挾帶著泥漿(偶爾會有原油)一起噴發出來。

泥火山的分類和火山有點相似(火山怎麼分？你知道嗎?)，黏稠度高的形成噴泥丘，低一點的則為噴泥盾，再更低的則依據不同的半徑分成噴泥池和噴泥盆。(盆子竟然比池子大?!)此外，黏度稠的通常為間歇性噴發；較稀的為持續噴發。

泥火山分佈在花蓮台東也有，但以本區為最大宗，千萬別放下你的相機！



(<http://www.kscg.gov.tw/tourism/08/>)

## 3. 日出日落資料

8/16 - 鵝鑾鼻 日出 05:35 日落 18:27

8/16 - 台北 月出 13:01 月落 00:03

## 4. 墾丁天文台資料

墾丁天文台全名為「中央大學墾丁遠距遙控天文台」，座落於屏東縣東城鄉的國立海洋生物博物館內「水族實驗中心」樓頂。使用的是一座雙向開闔的蚌殼式圓頂，內有 40 公分及 35 公

分的反射式望遠鏡及 CCD。圓頂是南北兩側的，可以隨時調節用來適應恆春的落山風。

本天文台可遠距操控，也就是說人不一定要在墾丁天文台中，這樣的方式可以讓你在任何地方任何時間觀測，甚至可以在白天做觀測 - 只要你能連上位在國外的望遠鏡。

目前參與的計畫有「全球伽瑪射線爆發觀測網」，也可以觀測到小行星掩恆星的情景，當然，可以進行的觀測還有很多 - 只要你有點子。既然在家都可以用了，有想法就快動手申請觀測時間吧！

## 5. 地形資料

恆春半島以低山、丘陵、臺地為主要地形特徵，半島的南端是龜仔角臺地，屬於珊瑚礁石灰岩臺地。恆春縱谷平原上的溪流相匯於龍鑾潭，而後由潭北留經四溝、三溝、頭溝等，再注入射寮港，稱為網紗溪。東海岸佳樂水以北以鹿寮溪較大。

保力溪至貓鼻頭及南灣海岸一帶主要是裙礁海岸，年代可以追溯到更新世。在溪流入海的河口區，因為河川沖刷及搬運，可以找到大量來自陸地的中新世礫岩、砂岩及粉砂岩屑。

海灘方面，基岩主要是中新世碎屑岩或更新世珊瑚礁石灰岩，再加上潮汐、海流、風及浪的作用所帶來的珊瑚礁碎片、貝殼及有孔蟲，讓本區的沙灘呈現白色的景象。(北部也有一個白色的沙灘，你覺得有何不同？)但並非整個恆春及墾丁都是沙灘，例如：鵝鑾鼻至佳樂水一帶就可由北而南分為三區：岩岸及礫灘、砂丘、裙礁。

陸地方面，近乎南北延伸的恆春縱谷平原分佈在恆春鎮附近沿恆春斷層形成，以東為丘陵，以西為臺地，呈北北西 - 南南東走向。可能原本是山間構造盆地，儲水成湖。而後，臺地地區受到海蝕作用影響，使得湖水退出盆地，遺留了一個窪地形成現在的龍鑾潭。這些堆論是來自恆春縱谷兩側的低位階地面。

恆春東方的丘陵中所著名的景點：大尖山及青蛙石，都是礫岩，屬於外來岩。為什麼？原來是因為恆春地區主要是新生代新第三紀的墾丁層，它以泥岩及頁岩為主，但其中也摻雜了具有大量的巨大石塊的礫岩層，也可以說，墾丁層本身是一個混同層(及崩積或泥石流沉積)。

在墾丁層中的礫岩較為堅硬，地層經過侵蝕後留下這些堅硬的石塊，而周圍如果有泥岩，往往就會因為沖刷而形成惡地。從這樣的描述或許你已經猜到了，墾丁曾代表的是一個傾瀉後的產物，也就是當時沉積環境並不穩定，這證明了恆春地區曾經發生劇烈的地殼運動。

墾丁的多種風貌，珊瑚礁石灰岩也貢獻了不少。石灰岩會因為溶蝕作用產生各種地形，稱為喀斯特地形。詳細的過程可以參閱附件，不再說明。所以，請問你已經知道龍鑾公園中滲穴的成因了嗎？

(參考資料：陳培源 - 台灣地質；

[http://www.ktnp.gov.tw/Child/Ge/;](http://www.ktnp.gov.tw/Child/Ge/)

<http://www.ktnp.gov.tw/kt-4/cresource2.htm>)

## 6. 砂島生態保護區

為什麼要特別設立保護區？從墾丁國家公園的資料來看，砂島的貝殼砂顆粒大而且組成均勻，純度高，以往常有人挖走賣給國外的人士，甚至有流言說夏威夷的美麗海灘有不少的貝殼砂是墾丁貢獻的！由於深受喜愛，採砂的人越來越多，採量也越來越驚人，眼見美麗的沙灘就要消失無蹤，終於設立了保護區，而這樣的動作雖然不能完全嚇止盜採的行為，卻也著實減少了許多不法之徒的盜採。

為什麼這裡的砂特別純？這是因為砂島位在鵝鑾鼻及香蕉灣之間，這一區的海岸線交會成接近 90 度的袋狀區，沿岸流帶來的砂子容易在這邊堆積起來，再加上沒有其他河流注入，本區

陸源沉積碎屑很少，大部分是碳酸鈣的生物碎屑。這些是來自海底的沉積物，相關研究指出這些砂和黑潮有關，主要是隨著黑潮而來的浮游性有孔蟲，但是到海灘來可是歷經長久的波浪淘選的喔！

(參考資料：[http://www.ktnp.gov.tw/kt-4/c&r\\_sha-dao.htm](http://www.ktnp.gov.tw/kt-4/c&r_sha-dao.htm))

## 7. 東門及出火

恆春古城建於清同治日軍侵擾恆春的『牡丹事件』之後，城分東、西、南、北四座。東門就在 200 縣道盡頭，是最適合登高望遠的一座，可惜目前已經封閉，而且城牆在整修後竟又出現塌陷情況，若要攀爬可別忘了安全第一！

出火的景象是從不中斷的，主要是因為地底下不斷的冒出天然瓦斯，哪裡有縫隙就往那裡鑽。只要一點火，瓦斯冒出來的地方就會燒起來。事實上這些瓦斯是四處跑的，曾經因為這樣使得附近民宅燒起來。因為這種特性，原本的出火是在一大片草原上散佈的火苗，現在規劃成觀光景點之後，反而只剩中央圍起來的區域起火，算是一種損失吧？！

## 8. 四溝化石

四溝層是一個半固結性的淺灰色細砂岩或頁岩，出露在頭溝、三溝、四溝。四溝層底是恆春石灰岩，是非常堅固的石灰地層，含有砂及礫石，也常有貝類化石，因為流痕、水流鑄型及靜水鑄型形成相當多的怪石，隔著石灰岩礫與太平層整合相接。

四溝層基底常有一層黑褐色半固結性的生物碎屑層，含有晚足動物化石、軟體動物破片或珊瑚破片。而四溝層本身除了貝類化石也有大至犀牛、水牛、鹿、海膽化石及植物的碎片，小至花粉、有孔蟲、介形蟲及苔蘚蟲的存在。此外，從交錯層的構造，可以推論出此區當時為淺水且風浪影響很大的沉積狀況。

(資料來自台灣南部十條地質實習考察路線地質簡介)

未來地球系統學研究人員培育計畫  
91 年度第一次招生及研習活動 時間表

時間	9 月 28 日 ( 周六 )
08:30 - 09:00	報到
09:00 - 10:00	地球系統專題 <b>探索地球內部的奧秘-從石油談起</b> 張俊彥 台師大地球科學系
10:10 - 11:10	地球系統專題 <b>國內學術單位與高中生天文研究現況</b> 傅學海 台師大地球科學系
11:20 - 12:20	地球系統專題 <b>三葉蟲是怎麼死的？</b> 李通藝 台師大地球科學系
12:20 - 13:00	午餐
13:00 - 14:00	地球系統專題 <b>人定勝天? - 颱風改造</b> 許瑛珺 台師大地球科學系
14:10 - 15:10	地球系統專題 <b>解剖地球 - 地震波的應用</b> 楊芳瑩 台師大地球科學系
15:20 - 16:20	地球系統專題 <b>貧乏的海洋常識---華航空難搜救談起</b> 吳朝榮 台師大地球科學系
16:30 - 17:00	整體計畫座談 張俊彥 傅學海 李通藝 吳朝榮 賦歸

**\* 報到時，代收午餐便當費(一個 80 元)**

地點：國立台灣師範大學分部 綜合館地下一樓 ( 台北市汀州路四段 88 號 )

聯絡電話：2934-7120 2934-3176

聯絡人：助理吳志剛 分機 51



**未來地球系統學研究人員培育計畫  
91 年度第二次研習活動 時間表**

時間	10 月 19 日 ( 周六 )
08:00 - 08:30	報到，繳交志願單與心得報告等
08:30 - 09:30	<b>地球系統專題</b> 李通藝 台師大地球科學系
09:30 - 10:00	<b>休息時間、意見交流</b>
10:00 - 11:40	<b>地球科學動手作活動</b> 傅學海 楊芳瑩 台師大地球科學系
11:40 - 12:00	<b>休息時間、意見交流</b>
12:00 - 13:00	<b>午餐</b>
13:00 - 14:30	<b>休息時間、意見交流</b>
14:30 - 15:00	<b>綜合座談</b> 張俊彥 傅學海 李通藝  賦歸

地點：國立台灣師範大學分部 綜合館地下一樓會議廳

( 台北市汀州路四段 88 號 )

聯絡電話：2934-7120 2934-3176

聯絡人：助理吳志剛 分機 51