

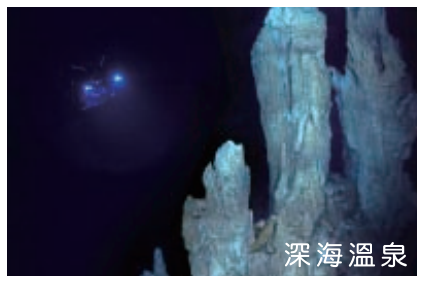


台灣地震科學中心  
Taiwan Earthquake research Center

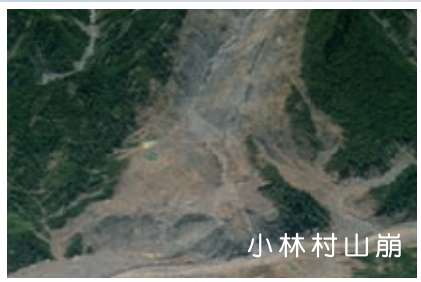
## 擷取0304甲仙地震部分



花東海岸



深海溫泉



小林村山崩



海岸山脈



八八風災



# 99年會暨學術研討會

〔永續生存發展的新課題〕大會論文集

中華民國地質學會 與 中華民國地球物理學會



4/30 (星期五) 議程								
401 會議室	402A 會議室	402B 會議室	402C 會議室	402D 會議室	403 會議室	201 會議室		
<b>擷取0304甲仙地震部分</b>								
08:30~10:00	<b>S4 台灣地震科學論壇：0304 地震</b> 主持人：陳文山、張建興	<b>O1 海洋地質及地球物理</b> 主持人：王天楷、宋國士	<b>S1 一般地震學研究</b> 主持人：鄭世楠、黃柏壽	<b>H1 水文與水文地質</b> 主持人：彭宗仁、倪春發	<b>HZ1 地質災害及工程地質</b> 主持人：李錦發、鄭錦桐	<b>V3 亞洲之岩漿活動、地殼與岩石圈地函的演化</b> 主持人：宋聖榮、翟慶國	壁報論文展示	
10:00~10:15	休息							
10:15~12:15	<b>S4 台灣地震科學論壇：0304 地震</b> 主持人：吳逸民、饒瑞鈞	<b>T2 大地構造及造山作用</b> 主持人：盧佳遇、張國禎	<b>S1 一般地震學研究</b> 主持人：王錦華、林祖慰	<b>H1 水文與水文地質</b> 主持人：李錫堤、陳文福	<b>HZ1 地質災害及工程地質</b> 主持人：陳建志、紀宗吉	<b>V3 亞洲之岩漿活動、地殼與岩石圈地函的演化</b> <b>V1 一般地球化學</b> 主持人：陳中華、蔡金河	壁報論文展示	
12:15~13:30	午餐 中華民國地球物理學會會員大會 (401 會議室；12:15) 學生壁報比賽頒獎 (報到處；13:00)							
13:30~15:15	402A 會議室	402B 會議室	402C 會議室	402D 會議室	403 會議室			
	<b>T2 大地構造及造山作用</b> 主持人：黃奇瑜、葉孟宛	<b>S1 一般地震學研究</b> 主持人：陳伯飛、黃蕙珠	<b>H1 水文與水文地質</b> 主持人：吳銘志、江崇榮	<b>HZ1 地質災害及工程地質</b> 主持人：林銘郎、王泰典	<b>G1 測地學與活動地殼變形</b> <b>GP2 工程與環境地球物理</b> 主持人：張翠玉、黃文正			
15:15~15:30	休息							
15:30~17:15	<b>T2 大地構造及造山作用</b> 主持人：張中白、羅偉	<b>S1 一般地震學研究</b> <b>S2 地震與地體構造</b> 主持人：曾泰琳、郝文哲	<b>GC2 西太平洋與東亞之第四紀海洋與陸域古氣候</b> 主持人：沈川洲、高樹基	<b>HZ1 地質災害及工程地質</b> <b>HZ2 地震災害</b> 主持人：張毓文、陳桂寶	<b>GP1 地球物理與地球物理探勘</b> 主持人：謝昭輝、陳界宏			

四月三十日(星期五) 401 會議室

主持人：陳文山、張建興

時間	議程代碼	作者	講題	頁碼
08:30~09:42	2-1-401-S4-1	張建興, 吳逸民, 何美儀, 黃信禔, 陳榮裕	甲仙地震之地震序列分析	63
08:30~09:42	2-1-401-S4-2	盧詩丁, 侯進雄, 劉彥求, 陳柏村, 張育仁, 陳建志, 林燕慧, 陳致言, 高銘健, 朱傲祖, 謝凱旋	甲仙地震的地質調查	64
08:54~09:06	2-1-401-S4-3	陳文山	潮州斷層附近地質背景	65
09:06~09:18	2-1-401-S4-4	許雅儒, 郭隆晨, 余水倍, 陳宏宇	Coseismic deformation of the 2010/03/04 earthquake and implications for fault activities in southwestern Taiwan	66
09:18~09:30	2-1-401-S4-5	李憲忠, 呂靜渝, 梁文宗, 黃文紀, 黃柏壽	Source rupture process of the 2010/03/04 JiaSian Earthquake	67
09:30~09:42	2-1-401-S4-6	Wen-Tzong Liang, Francis T. Wu, Rong-Yuh Chen, Pei-Ru Jian	BATS CMT solutions for the March 4, 2010 M6.4 JiaSian, Taiwan earthquake sequence and their tectonic implications	68
09:42~09:54	2-1-401-S4-7	蕭乃祺, 張建興, 蘇聖中, 辛在勤	甲仙地震強地動資料之初步分析	69
09:54~10:06	2-1-401-S4-8	Tai-Lin Tseng, Alex Teh-Ru Song, Wen-Tzong Liang	Constraints on Focal Depths and Mechanisms of the JiaSian Earthquake Sequence using Teleseismic Waveforms	70

四月三十日(星期五) 402A 會議室

主持人：王天楷、宋國士


時間	議程代碼	作者	講題	頁碼
08:30~08:45	2-1-402A-O1-1*	鄧家明, 王天楷, 李昭興, 劉家瑄	從海底地震儀與多頻道震測資料分析台灣西南海域變形前緣的地殼速度構造	71
08:45~09:00	2-1-402A-O1-2	簡順忠, 張翠玉, 許孟超, 何文華, 馬玉芳, 謝祥志	台大海洋所海底地震儀 IOOBS 簡介	72
09:00~09:15	2-1-402A-O1-3*	楊本中, 王天楷, 劉家瑄	南海東北端大陸邊緣地殼速度構造與重合前深度移位剖面	73
09:15~09:30	2-1-402A-O1-4	宋國士	潮州斷層的海域延伸初步結果	74
09:30~09:45	2-1-402A-O1-5	邱瑞焜, 郭芳旭, 黃俊傑	台灣西南海域海底土石流危害的研究現況	75


註：議程代碼有\*者代表該篇論文亦有參加學生壁報比賽。


編 號	台灣地震科學中心
議 題	2-1-401-S4-1
子 題	Taiwan Earthquake research Center 台灣地震科學論壇 2004 地震
中文題目	甲仙地震之地震序列分析
英文題目	The 2010 Jiasian Earthquake sequence: analysis of the data recorded by the Central Weather Bureau Seismic Network
作 者	張建興 [中央氣象局地震測報中心] 吳逸民 [國立臺灣大學地質科學系] 何美儀 [中央氣象局地震測報中心] 黃信樺 [國立臺灣大學地質科學系] 陳榮裕 [中央氣象局地震測報中心]
摘要	2010 年 3 月 4 日台北時間 8 時 18 分許，於南臺灣高雄縣東北部山區發生一規模 6.4 之顯著有感地震，其震波撼動全島並造成災害。該地震發生之後續引發了明顯的地震序列，本研究使用中央氣象局地震網記錄之資料，進行對該地震序列的分析工作。經由三維速度模型(Wu, et al., 2007)之地震定位處理，主震初始破裂位置為 120.70°E、22.97°N、深度 23.5 公里，餘震群呈現近東西向之線形分布，長度約 25 公里、深度則多位於 12 至 26 公里之間，整體地震序列在空間中之幾何分布與震源機制一向東北傾的斷面吻合。此一空間位置在臺灣有較詳細地震活動調查時期以來，活動頻率明顯低於緊臨之地塊，但也曾經記錄到相近似此次主震機制之地震事件十餘起，因此本研究推論，此次地震為一處於下部地殼之地震構造再次活動。
中文關鍵字	地震序列 三維地震定位 地震構造
英文關鍵字	


編 號	台灣地震科學中心
議 題	2-1-401-S4-2
子 題	Taiwan Earthquake research Center 台灣地震科學論壇 2004 地震
中文題目	甲仙地震的地質調查
英文題目	Geological Investigation of the Jiasian Earthquake
作 者	盧詩丁 [經濟部中央地質調查所] 侯進雄 [經濟部中央地質調查所] 劉彥求 [經濟部中央地質調查所] 陳柏村 [經濟部中央地質調查所] 張育仁 [經濟部中央地質調查所] 陳建良 [經濟部中央地質調查所] 林燕慧 [經濟部中央地質調查所] 陳致言 [經濟部中央地質調查所] 高銘健 [經濟部中央地質調查所] 朱傲祖 [經濟部中央地質調查所] 謝凱旋 [經濟部中央地質調查所]
摘要	<p>地調所在甲仙地震後隨即派員赴地震災區勘查，針對高雄甲仙週遭地區進行地表變形的調查與測量。在地表地質調查部分，於虎頭埤水庫壩頂週遭有觀察到數道寬約數公分的裂縫，也在美濃附近地區觀察到地表的破裂與變形等現象，但目前所發現的地表裂縫大多與地震當時路面、房屋或水溝等人造結構物受到震波搖動所產生的破裂有關，並未有直接證據顯示係斷層錯動地表所致；此外，在臺南縣新化鎮北勢里一帶也觀察到多處噴砂的現象。在活動斷層觀測網部分，初步分析本所 GPS 固定站的觀測資料，臺南縣新化鎮虎頭埤測站（GS32）顯現最大的水平位移量，但由於該測站位於壩體邊坡，研判所觀測到的位移現象應與壩體的破裂現象有關，而在鄰近震央西側區域測站的同震位移則以高雄縣杉林鄉杉林國小測站（GS51）最大；另外，檢視本所地球化學觀測站紀錄，發現在中崙、屏東、池上等站在地震前幾天出現氬氣訊號的異常變化；此外，太興、中興、達邦等 3 站井下應變儀觀測站也在數天前出現應變上升的變化訊號。</p> <p>藉由餘震震央分布及主震斷層面解的資料，配合 GPS 固定站測量資料初步計算所得的同震地表位移資料研判，已排除甲仙地震與鄰近地區旗山斷層、潮州斷層的再活動相關。有關高雄美濃地區在地震後產生的地表裂縫，經現地調查，初步研判應不是斷層出露地表所造成的破裂。目前正進行南部地區大範圍的 GPS 地表變形測量資料的分析計算，也同步蒐集氣象局及中央研究院等單位的餘震及微震觀測資料，以及彙整眾多學者的研究成果作進一步分析研判。</p>
中文關鍵字	甲仙地震 活動斷層 地震地質
英文關鍵字	Jiasian Earthquake Active Fault Earthquake Geology

編 號	台灣地震科學中心
議 題	2-1-401-S4-3
子 題	Taiwan Earthquake research Center 台灣地震科學論壇 2004 地震
中文題目	潮州斷層附近地質背景
英文題目	<b>擷取0304甲仙地震部分</b>
作 者	陳文山 [國立臺灣大學地質科學系]
摘要	<p>台灣南部的中央山脈與西部麓山帶以潮州斷層為界，從斷層兩側的地層，以及由大地構造與沉積環境來看，長時間尺度的潮州斷層活動特性應屬於逆斷層構造。但是現今潮州斷層是否繼續活動，構造活動特性是否與之前相同，或是已轉變成另一種構造作用的形式，這些問題可以藉由地形、GPS 監測資料或地震震源機制來探討。</p> <p>首先從構造與地層與地質結構而言，紅水坑礫岩不整合沉積於中央山脈的樟山層（板岩或硬頁岩），六龜礫岩不整合沉積於西部麓山帶中新統之上，而潮州斷層界於紅水坑礫岩（中央山脈）與六龜礫岩或長枝坑層（西部麓山帶）之間。野外露頭顯示北段區域近地表斷層帶角度幾近垂直（又稱土壟灣斷層），南段區域形成一南北走向的線型階地崖，雖然地表無法發現斷層露頭，但從淺層鑽井岩芯推測，紅水坑礫岩與板岩層應逆衝到晚更新世的沖積層之上；且斷層上盤的紅土階地已產生變形，同時也被潮州斷層形成的背衝斷層截切。雖然，目前各種資料無法顯示全新世時期潮州斷層有活動跡象，但晚期更新世時期確實有明顯的活動。</p>
中文關鍵字	
英文關鍵字	

編號	臺灣地震科學中心
子題	2-1-401-S4-4
中文題目	 Taiwan Earthquake research Center 臺灣地震科學論壇 2004 地震
英文題目	<b>擷取0304甲仙地震部分</b> Coseismic deformation of the 2010/03/04 earthquake and implications for fault activities in southwestern Taiwan
作者	許雅儒 [Institute of Earth Sciences, Academia Sinica] 郭隆晨 [Institute of Earth Sciences, Academia Sinica] 余水倍 [Institute of Earth Sciences, Academia Sinica] 陳宏宇 [Institute of Earth Sciences, Academia Sinica]
摘要	<p>The 04 March, 2010, Taiwan earthquake (M = 6.4) ruptured an unknown fault in southwestern Taiwan. The main shock initiated near the town Liu-Quei at 20 km depth and propagated northwestward. Measurements of coseismic displacements from Taiwan continuous GPS network indicate horizontal displacements of 5-20 mm in the NW-SW directions to the west of the epicenter; while coseismic horizontal movements to the east of the epicenter are absent. The GPS vertical displacements show an uplift motion of about 5-25 mm near the epicenter, in contrast to a small subsidence of about 5 mm observed in the far field GPS sties. We use coseismic GPS displacements and an elastic half-space dislocation model to invert for fault geometries and coseismic slip distribution associated with the 2010/03/04 event. The optimal fault model exhibits reverse and a small amount of left-lateral slip on a 50 km long N324°-trending segment with dip 40° to NE, consistent with earthquake focal mechanisms. The highest slip of 0.1 m mainly occurs to the west of the epicenter at a depth range of 15-20 km. Given the rigidity modulus of 60 GPa, the geodetic moment is <math>4.95 \times 10^{18}</math> N-m, equivalent to a Mw 6.4 earthquake, corresponding to seismic moment estimated from USGS and teleseismic inversion. However, the spatial distribution of slip inferred from GPS displacements is different from the seismic inversion which shows most slip occurs to the east of the epicenter at deeper depths. The discrepancy may imply the contamination of postseismic deformation or measurement errors in the calculation of coseismic displacements. On the other hand, most aftershocks occur to southwest of the epicenter at a depth range of 10~30 km. The aftershocks projected to surface show a N300° alignment, which do not match the rupture fault model very well. Additionally, we notice that the mainshock rupture area is surrounded by high seismicity between 1990 and 2007. The 2010/03/04 earthquake may be triggered by the high stress concentration in the vicinity.</p>
中文關鍵字	
英文關鍵字	Liu-Quei earthquake coseismic slip dislocation model

	<p style="text-align: center;">台灣地震科學中心</p> <p style="text-align: center;">2-1-401-S4-5</p> <p style="text-align: center;">Taiwan Earthquake research Center</p>
<p>中文題目</p>	<p>2010年3月4日甲仙地震震源破裂過程分析</p>
<p>英文題目</p>	<p>Source rupture process of the 2010 Mw 6.4 Jiasian Earthquake</p>
<p>作者</p>	<p>李憲忠 [中央研究院地球科學研究所]          呂靜渝 [中央研究院地球科學研究所]          梁文宗 [中央研究院地球科學研究所]          黃文紀 [中央研究院地球科學研究所]          黃柏壽 [中央研究院地球科學研究所]</p>
<p>摘要</p>	<p>2010年3月4日台灣南部甲仙地區發生規模 ML 6.4 的強烈地震，震央距離高屏都會區極為接近，台南、嘉義、高雄等部分地區震度都達到了 5 以上，所幸沒有釀成重大災情。此地震發生在過去地震活動相對較少的地方，位置相當接近潮州斷層，然而從餘震分布以及 BATS、CWB、Global CMT、USGS 等機構所發佈的震源機制解上來看，似乎不盡然符合目前已知的潮州斷層的斷層幾何。因此，此研究的目的除了分析甲仙地震的破裂過程外，也希望藉由震源逆推結果來探討可能的斷層面解。研究中採用世界網遠震地震資料、台灣寬頻網近場寬頻資料與氣象局即時強震資料等進行聯合震源逆推。由於確切的斷層面尚未確定，因此首先嘗試以各機構所發佈之震源機制解中的兩組斷層面以遠震波形進行測試，從中找出最佳斷層面解。研究中選取遠震體波進行震源逆推，採用之波相包括 P 波與 SH 波，選取之頻率範圍為 0.01Hz ~ 0.2Hz。測試結果指出遠震波形逆推在所有朝東傾的斷層面均有較小的逆推誤差值。由現有訊息之斷層面幾何、餘震分佈與逆推結果之誤差值判斷，遠震波形逆推於 BATS CMT 解之斷層面 (Strike=318°, Dip=41°, Rake=67°) 得到最佳解，該斷層面呈西北-東南走向，傾角 41 度朝東北下傾。由於遠震資料對於細部錯動量的時間-空間分佈解析能力有限，因此下一階段的研究將以近場寬頻資料、近場 GPS 同震變形資料以及即時強震資料等進行聯合震源逆推分析，以獲得更為精確的破裂過程與錯動量時間-空間模型，進一步幫助釐清此次地震的發震構造、震源破裂過程與可能的地震產生原因。</p>
<p>中文關鍵字</p>	<p>甲仙地震 破裂過程 震源逆推</p>
<p>英文關鍵字</p>	<p>Jiasian earthquake Rupture process Source inversion</p>

	
編 號	台灣地震科學中心
子 題	2-1-401-S4-6 Taiwan Earthquake research Center
中文題目	台灣地震科學論壇 2010 地震
英文題目	BATS CMT solutions for the March 4, 2010 M6.4 JiaSian, Taiwan earthquake sequence and their tectonic implications
作 者	Wen-Tzong Liang [Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taiwan] Francis T. Wu [Dept. Geosciences and Environmental Studies, Binghamton University, USA] Rong-Yuh Chen [Seismological Center, Central Weather Bureau, Taiwan] Pei-Ru Jian [Department of Geoscience, National Taiwan University, Taiwan]
摘要	<p>The March 4, 2010 M6.4 JiaSian Earthquake (22.97°N, 120.71°E) occurred in a transition zone between mature collision in central Taiwan and incipient collision over subduction in the south. Locally the relocated seismicity indicates that it took place in a relatively quiescent area. We wish to explore the tectonic environment of this earthquake on the basis of CMT, inversion using BATS waveform data, for the whole sequence. The quick BATS CMT solution reported a thrusting (318, 41, 67) dominated mainshock with a centroid depth of 18 km, in the middle- to lower crust. The largest aftershock (M5.7) also shows similar fault parameters, whereas some smaller aftershocks to the west presented larger strike-slip component. Taking the EW trend of the aftershock distribution as the strike, we interpret our CMT results to be mainly a thrust with minor left-lateral strike-slip movement on a NE-dipping fault plane. A stress tensor inversion using the focal mechanisms yields a NE-SW horizontal maximum principle compressive axis (1) subparallel to the structural trend, underneath the seismicity is extremely low in the past decades. Another ~25km long seismic zone, subparallel to the JiaSian sequence, is dominated by similar mechanisms. The direction of 1 for the JianSian series is nearly perpendicular to the convergence direction between PSP and EUP as indicated by the 1 of BATS CMT solutions in the Coastal Range and Longitudinal Valley, at all crustal depth. Such significant change in 1 at the transition between full collision and collision overlying subduction can perhaps be interpreted as extrusion. This extrusion is analogous to that of Tibet albeit on a less grand scale; there north-south compression of the plateau and eastward extrusion in eastern Tibet, leading to the 2008 Wenchuan earthquake, are found. In Taiwan, the middle- to lower crust is ductile beneath Central Range as implied by its low seismicity. Convergent force caused by collision will squeeze the weaker middle and lower crust beneath the Central Range. JiaSian earthquake could be a result of over thrusting of the southward extrusion in middle and lower crust beneath southern Central Range. To the west of Chaochou fault, the crust beneath Pingtung Plain may be more rigid compared with Central Range.</p>
中文關鍵字	
英文關鍵字	BATS CMT JiaSian Earthquake Focal Mechanism Extrusion Tectonics

	<p>台灣地震科學中心 2-1-401-S4-7 Taiwan Earthquake research Center 台灣地震科學論壇 2014 地震</p>
中文題目	甲仙地震強地動資料之初步分析
英文題目	Preliminary analysis of the strong motion data of the 2010/03/04 JiaSian Earthquake
作者	蕭乃祺[交通部中央氣象局地震測報中心] 張建興[交通部中央氣象局地震測報中心] 蘇聖中[交通部中央氣象局地震測報中心] 辛在勤[交通部中央氣象局]
摘要	<p>2010年3月4日上午8點18分(台灣時間),台灣南部高雄山區發生規模6.4的有感地震,強烈的地表振動造成南部地區傳出災情,包括人員受傷、房屋與橋樑毀損、火災及山崩等,並導致行進中的高鐵列車發生出軌的意外。這次地震中,中央氣象局布置於全台灣的強地動觀測站,蒐集到許多強地動資料,提供分析各地的強地動特性。氣象局目前在台灣總共建置約680個自由場強震站,除了應用需求,大部分集中在人口密集的都會區外,由於臺灣地區孕震構造複雜,近幾年為滿足研究需要,陸續在山區也建置了數十個強震站,對於類似本次發生於山區的地震,將可蒐集到更多靠近震央的紀錄。另外,氣象局於不同地質區及不同結構物中安裝結構物觀測陣列,蒐集結構物在地震時實際的振動歷時紀錄,以提供學術界與工程界研究,據以訂定安全、經濟且適合臺灣地區使用的建築結構及橋梁之耐震設計規範,而本次地震中,我們發現位於嘉義的結構物陣列,量測到超過800 gal的振動。氣象局近年來開始建置台灣新一代的地震監測系統,其中野外測站為井下地震儀觀測站,將強震儀與寬頻地震儀裝設在地表下300公尺或接近岩盤的位置,除可有效降低地震訊號之背景雜訊,提供更高品質的地震紀錄外,並可用以分析地表沖積層的放大效應,截至目前氣象局已完成9個井下觀測站的建置,包括本次地震中地表振動強烈的嘉義。本研究將蒐集整理上述不同記錄類型的強地動資料,初步展示與分析這次高雄山區地震的強地動紀錄與特性。</p>
中文關鍵字	強地動 自由場強震站 結構物觀測陣列 井下地震儀觀測站
英文關鍵字	strong-motion free-field strong-motion station strong-motion building array borehole seismographic station

編 號	
議 題	2-1-401-S4-8
子 題	台灣地震科學中心 Taiwan Earthquake research Center 台灣地震科學論壇 2014 地震
中文 題目	
英文 題目	Constraint on Focal Depths and Mechanism of the JiaSian Earthquake Sequence using Teleseismic Waveforms
作 者	Tai-Lin Tseng [Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan] Alex Teh-Ru Song [Institute for Research on Earth Evolution, JAMSTEC, Japan] Wen-Tzong Liang [Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taiwan]
摘 要	<p>We use high quality body waves recorded at teleseismic distances to constrain focal depths and fault plane solutions of the main shock and its major aftershocks. The phases used in our waveform modeling include not only direct P and core phase PKIKP, but also the so called “depth phases” (i.e., pP, sP, sS and pPKIKP) that are reflected steeply off the free surface. Their timings relative to the direct arrival are particularly sensitive to the focal depth. We find these depth phases are well separated from the direct arrival, indicating that the first major sub-event of the main shock occurred at great depth of about 23 km, consistent with focal depth updated by CWB. Later wavelets arriving after these depth phases suggest the existence of a second sub-event around 12 seconds after the first sub-event. Moreover, excellent azimuthal coverage of the stations provides tight constraint on the focal mechanism. Our preferred solution is similar to Global CMT result but with a slightly steeper dip angle and more strike-slip component. The result is also comparable to the refined moment tensor solution determined by inverting BATS data. We find that the largest aftershock is also deep about 20 km, with a strike similar to the main shock. Together with the distribution of the aftershock seismicity, we conclude that the Jiasian mainshock can be characterized as a mid-crustal, thrusting event with some left-lateral component.</p>
中文 關鍵字	
英文 關鍵字	JiaSian Earthquake Focal Mechanism Body Wave Modeling

擷取0304甲仙地震部分