

前瞻基礎建設計畫－綠能建設

加速全面性地熱資源探查及資訊供應計畫

（核定本）

經濟部

109年9月

目 錄

壹、基本資料及概述表(A003)	3
貳、計畫緣起	10
一、政策依據	10
二、擬解決問題之釐清	11
三、目前環境需求分析與未來環境預測說明	12
四、本計畫對社會經濟、產業技術、生活品質、環境永續、學術研究、 人才培育等之影響說明	14
參、計畫目標與執行方法	15
一、目標說明	15
二、執行策略及方法	17
三、達成目標之限制、執行時可能遭遇之困難、瓶頸與解決的方式或 對策	22
四、與以前年度差異說明	23
五、跨部會署合作說明	23
肆、近三年重要效益成果說明	24
伍、預期效益及效益評估方式規劃	29
陸、自我挑戰目標	30
柒、經費需求/經費分攤/槓桿外部資源	31
捌、儀器設備需求	37
玖、就涉及公共政策事項，是否適時納入民眾參與機制之說明	45
拾、附錄	47

壹、基本資料及概述表(A003)

審議編號	110-1406-02-20-01			
計畫名稱	加速全面性地熱資源探查及資訊供應計畫			
申請機關	經濟部中央地質調查所			
預定執行機關 (單位或機構)	經濟部中央地質調查所			
預定計畫主持人	姓名	陳勉銘	職稱	組長
	服務機關	經濟部中央地質調查所		
	電話	02-29462793#204	電子郵件	chenmm@moeacgs.gov.tw
計畫摘要	臺灣屬年輕造山地帶，地殼深部熱岩向上抬升，以致蘊藏豐富地熱資源，無庸置疑。近年向我國接洽地熱發電之國外及本土投資業者，首重關切為有無掌握區域地下地質基礎調查資訊，但現有的資訊來自 1970 年代探勘資料，深層地質資訊因技術受限而顯不足，使得探勘投資案僅侷限在舊有鑽探的地區。近年來探勘科技進步，為配合國家綠能政策，擴大地熱探勘能量，遂研擬本計畫，加速地熱資源調查及資料建置供應。 本計畫篩選國內地熱潛能區，以整合目前業者有興趣投入，而區域地質探勘資訊較少之區域優先執行，計畫首兩年選定 2 大區進行擴大區域型探勘，分別為花蓮縣之瑞穗至紅葉溫泉，以及臺東縣金峰至金崙溫泉。由於山區探勘之困難，過去探勘資料僅有少數且局部鑽井資訊，無法得知沿著地表徵兆分布之地下熱儲層及地熱田構造全貌。本案投入擴展地熱潛能區調查及發展探勘分析設備技術、建立 2 區地熱潛能區之地熱概念模型，並利用探勘井驗證調查資料、地溫條件及地熱發電之可行性；計畫後期則預計以多井規格，進行熱儲層範圍界定及驗證及產能測試，並推動促進投資開發界接。本案設定整體目標為：調查建置地熱潛能區之區域地熱地質模型，以新科技探查結果重新評估地熱潛能區之空間開發潛能，以提供為開發界接之重要資訊。			

	計畫目標	預期關鍵成果	與部會科技施政目標之關聯
計畫目標、預期關鍵成果及其與部會科技施政目標之關聯	O1 擴展調查地熱潛能區以建立地熱地質模型，更新評估區域地熱潛能	1. 完成 2 區地熱潛能區之區域地質地質探勘，建構區域地熱地質模型。	經濟部:O3:健全產業環境永續基盤;
		2. 進行小孔徑地質驗證井，量測關鍵地下裂隙及地溫資訊。	
		3. 依最新探勘資料，評估地熱潛能及發展可行性，供促進投資開發資料界接。	
	O2 整合地熱探勘技術及資料，建構地熱潛能區資訊平台及共享機制	1. 建置整合分析技術，及研發利用各項資料聯合判釋地下地質模型之程序。	經濟部:O1:強化產業創新研發價值
		2. 開發新型聯合探勘探勘科技(增購空中重力探勘儀器與既有空中磁力聯合探測及整合分析)。	
		3. 開發資料交流供應平台(建立交換格式規範，及三維互動展示系統)。	
預期效益	為完備再生能源環境，地熱能可成為基載能源及戰略能源之特色，我國投入地熱能創能之基礎資訊建設，預期直接效益如下: 1. 提升地熱探勘技術:地熱探勘技術項目眾多，需整合研判才能釐清地下條件，國內尚未見有整合技術及資訊平台。本案集中投入兩區域之調查探勘，藉由與產學研跨域合作，整合資料及建置相關標準，可提升探勘之品質及技術。 2. 平衡投資地熱潛能區:我國由政府或國營事業的地熱示範案		

	例，集中在臺灣北部之地熱潛能區，本案平衡投入於花東地區，可促成具地熱資源行政區的相關產業活絡。 3. 提供永續利用地質資訊：現有地熱案場評估所需地質資料相對缺乏，由政府進行區域性整合調查並建置之各項實體鑽探資料，可擔任累積探勘成功率曲線的基底，也能夠永續供地熱開發選址，及後續營運永續使用。 4. 加速地熱能開發：本計畫進行兩區地熱潛能區之區域地熱地質模型建置，並進行模型及測溫井驗證，預計能建構地熱地質概念模型、評估整體地熱田發電潛能，供應區域資料給有興趣之開發業者參考引用，及政府單位在地熱資源分區管理之依據，可提升該兩區整體地熱發展進程。
計畫群組及比重	☐ 生命科技 ____ % ☒ 環境科技 _60_ % ☒ 數位科技 _10_ % ☒ 工程科技 _30_ % ☐ 人文社會 ____ % ☐ 科技創新 ____ %
計畫類別	☒ 前瞻基礎建設計畫
前瞻項目	☒ 綠能建設 ☐ 數位建設 ☐ 人才培育促進就業之建設
推動 5G 發展	☐ 是 ☒ 否
資通訊建設計畫	☐ 是 ☒ 否
政策依據	1. FIDP-20170103030000:前瞻基礎建設計畫;3.3 再生能源投(融)資第三方檢測中心技術評估。(本案為地熱能相關探勘技術規範建置) 2. PRESTAIP-0105GR0301000000:綠能科技產業推動方案;(一)綠能科技聯合研究中心：將結合國內學術機構、法人、國營事業及產業界，並以創能、節能、儲能和系統整合四大主軸，進行綠能技術發展。 3. PRESTAIP-0105GR0301010000:綠能科技產業推動方案;1. 創能：開發先進太陽能、離岸風電、生質能發電新能源技術； 4. EYGUID-01090305000000:行政院 109 年度施政方針;五、確保穩定供電，發展新能源及再生能源；加強節能措施，提升能源效率；推動儲能系統，布建智慧電網，加速能源轉型，落實非核家園。 5. NEM-0104020103020100:全國能源會議(第四次);1.3.2.1.訂定示範獎勵辦法及試驗性計畫，鼓勵業者進行地熱區探勘與產能驗證，並檢討技術研發及補助經費，將相關具潛力開發之廠址資料供業者參考，加速地熱發電發展。 6. 經濟部「能源發展綱領」在推動機制中明定，政府將訂定能源轉型白皮書(草案)，透過擴大公民參與，規劃未來能源發展目標、具體推動措施及政策工具。在創能方面，政府已規劃各類再生能源的發展目標，2025 年各類再生能源地熱能 200MW 之發電目標。

計畫額度	■ 前瞻基礎建設額度 110 年度 <u>75,000</u> 千元 111 年度 <u>70,000</u> 千元				
執行期間	110 年 01 月 01 日 至 111 年 12 月 31 日				
全程期間	110 年 01 月 01 日 至 114 年 8 月 31 日				
前一年度預算	年度	經費(千元)			
	109	---			
資源投入	年度	經費(千元)			
	110	75,000			
	111	70,000			
	112	100,000			
	113	100,000			
	114	67,000			
	合計	412,000			
	110 年度	人事費	0	土地建築	0
		材料費	6,000	儀器設備	28,000
		其他經常支出	36,000	其他資本支出	5,000
		經常門小計	42,000	資本門小計	33,000
		經費小計(千元)		75,000	
	111 年度	人事費	0	土地建築	0
		材料費	3,000	儀器設備	5,000
		其他經常支出	57,000	其他資本支出	5,000
		經常門小計	60,000	資本門小計	10,000
		經費小計(千元)		70,000	
中程施政計畫關鍵策略目標	符合經濟部中程施政計畫，永續的能源與資源管理，其中（一）啟動能源轉型與電業改革，積極開發綠色能源，落實非核家園。				
本計畫在機關施政項目之定位及功能	本計畫為加速我國地熱產業發展，創建友善地熱探勘及投資環境，以地調所能源礦產資源調查之機關定位，研提地熱能領域之前瞻基礎建設方案，期以政府角色建構地熱潛能區之區域地熱地質資訊，使目前有興趣投入地熱發開之業者，能有進一步之地下條件掌握，亦即掌握區域地熱資源資訊並完成鑽井地下參數試				

	驗，以加速評估及規劃相對應之投入資源，符合綠能基礎建設之創能主軸。 計畫目標以調查、整合並開放區域地熱資源地質資訊，使區域地質資訊可公開討論及滾動修正。計畫完成預計可吸引後續投入評估潛能及投資量能，也使投資探勘成果能夠累積整合並永續利用。本案於地熱能開發之分工進程，可區分為地熱開發前期所需之基礎地質資訊及開發可行性評估由本案進行；而接續之潛能評估，需要更多驗證井及產能測工作投入，則由接續計畫及開發單位評估規劃。					
計畫架構說明	依細部計畫說明					
	細部計畫名稱	空載地球物理探勘計畫				
	110 年度 概估經費(千元)	33,000	計畫性質	基礎研究	預定執行機構	經濟部中央地質調查所
	111 年度 概估經費(千元)	8,000				
	細部計畫 重點描述	空載地球物理探勘具有探勘速度快、面積大、測點均勻等優點，預定執行項目有以下。 (一) 空載磁力探勘：此為本所目前分年分區執行的測製項目，過去探測火成岩之執行成果極佳，預計持續應用在區域型地熱儲集構造探測，然本項設備已屆 10 年，預計本案第 3 年進行設備汰換新購。 (二) 空載重力探勘：計畫首年預計增購空載重力探測系統，系統建構後於第 2 年始，可使用同一飛行航次探測 2 項資訊，增加地下構造控制，並增加飛航效益。 以上為國際上利用來探勘地下資源及構造重要之技術。				
	主要績效指標 KPI	1.引進空中重力探測系統 1 套(110 年) 2.聯合空載飛航探測 500 平方公里，完成地下重磁力構造演算(111 年) 3.汰換新購空中磁力探測系統(112 年)				
	細部計畫名稱	地熱探勘資訊平台建置計畫				
	110 年度 概估經費(千元)	10,000	計畫性質	基礎研究 核心設施 建置及維運	預定執行機構	經濟部中央地質調查所
	111 年度 概估經費(千元)	10,000				

	細部計畫 重點描述	資料平台建置及三維展示系統開發，為地熱探勘資料彙整與各界溝通交流之管道，因此擬以平台架構先行上線，探勘資料持續匯入之策略進行。 (一)資料庫硬體建置：資料庫硬體建置設備依照相關規範進行。 (二)資料建置：首年優先整理歷史調查資料，後續逐年匯入新進調查資料。 (三)三維平台開發：各項資料彙整有解析度及坐標系統等問題，因此三維平台為整合各項資料，以供更精確之資料對比及探勘選址應用。 (四)資安控管:依相關規範進行。				
	主要績效指標 KPI	1.三維展示平台開發上線(110 年系統上線北部地熱潛能區 1 區歷史資料)。 2.資訊安全符合相關規範及標準。(110 年) 3.建置本案 2 區地熱潛能區地熱地質資料庫。(111 年) 4.資料分享及交換機制上線。(111 年)				
	細部計畫名稱	2 區域地熱地質區域調查計畫				
	110 年度 概估經費(千元)	32,000	計畫性 質	基礎研 究	預定執行 機構	經濟部中央 地質調查所
	111 年度 概估經費(千元)	52,000				
	細部計畫 重點描述	擴大現有地熱地表徵兆區域，進行熱儲層探勘。各區基本資料探查有初步成果後，針對探查資訊進一步鑽井驗證。 (一)首年進行各項地表探查工作，預計本案選定之 2 區同時進行。 (二)第 2 年以地質鑽探驗證資料彙整結果，提高資料判釋之可靠度，每區預計有 1-2 孔小孔徑地質鑽井，節省探勘成本，並輔以井測、深層流體取樣分析，獲取盡量多的井下資訊。 (三)依據最新探勘資料，評估 2 區地熱後續開發潛能。				
	主要績效指標 KPI	1.完成 2 區域各領域探勘資料彙整。(110 年) 2.驗證 2 區三維地熱地質模型。(111 年) 3.評估地熱開發潛能及提供後續生產、探勘井規劃。(111 年)				
前一年計畫 或相關之前	無					

期程計畫名稱				
前期計畫或計畫整併說明	無			
近三年主要績效	無，本案為新興計畫			
跨部會署計畫	☐ 是 ☒ 否			
	合作部會署		110 年度經費 (千元)	
			111 年度經費 (千元)	
	負責內容			
	合作部會署		110 年度經費 (千元)	
			111 年度經費 (千元)	
	負責內容			
	中英文關鍵詞	區域型地熱資源、探勘能力建構、創新探勘科技、小孔徑探勘、資訊整合平台 Regional Geothermal Resources ; Capacity Building; Innovative Exploration Technology ; Slim hole Drilling ; Information Integration Platform		
計畫連絡人	姓名	陳棋炫	職稱	科長
	服務機關	經濟部中央地質調查所		
	電話	02-29462793#264	電子郵件	prochen@moeacgs.gov.tw

貳、計畫緣起

一、政策依據

政府規劃擴大全面性基礎建設，目標在於著手打造未來 30 年國家發展所需，「前瞻基礎建設計畫」包含八大建設計畫，其中「促進環境永續的綠能建設」即明確指出全球正處在能源轉型的關鍵時代，綠色低碳能源發展將扮演著引領第三次工業革命的關鍵角色，綠色能源發展將是驅動經濟發展的新引擎。故本計畫主要為依據國際情勢發展，提出加速全面性地熱資源調查集資訊供應計畫，目的即為打造國家未來需要之綠色能源、促進環境永續的綠能基礎建設，相關政策依據詳列如下。

- (一) FIDP-20170103030000:前瞻基礎建設計畫;3.3 再生能源投(融)資第三方檢測驗中心技術評估。(本案為地熱能相關探勘技術規範建置)
- (二) PRESTAIP-0105GR0301000000:綠能科技產業推動方案;(一)綠能科技聯合研究中心：將結合國內學術機構、法人、國營事業及產業界，並以創能、節能、儲能和系統整合四大主軸，進行綠能技術發展。
- (三) PRESTAIP-0105GR0301010000:綠能科技產業推動方案;1. 創能：開發先進太陽能、離岸風電、生質能發電新能源技術；
- (四) EYGUID-01090305000000:行政院 109 年度施政方針;五、確保穩定供電，發展新能源及再生能源；加強節能措施，提升能源效率；推動儲能系統，布建智慧電網，加速能源轉型，落實非核家園。
- (五) NEM-0104020103020100:全國能源會議(第四次);1.3.2.1.訂定示範獎勵辦法及試驗性計畫，鼓勵業者進行地熱區探勘與產能驗證，並檢討技術研發及補助經費，將相關具潛力開發之廠址資料供業者參考，加速地熱發電發展。
- (六) 國家發展計畫 106 至 109 年四年計畫(2017 核定本)：隨著全球暖化日益嚴重與傳統能源快速耗竭，世界各國莫不致力發展綠色低碳能源，進行能源戰略布局，提出綠能科技產業創新推動方案。2016 年 10 月 27 日，行政院第 3520 次會議正式通過「綠能科技產業推動方案」，希望藉由推展太陽光電、風力發電、智慧電表等綠能產業帶動產業發展，並創造綠色就業；2018 年更設立「綠能科技產業推動中心」，以「綠能推動、產業發展、科技創新」三大願景為基礎，逐步引領綠能科技產業蓬勃發展、創造綠能商機，以實現我國 2025 年再生能源發電量占比達 20%的目標。
- (七) 經濟部「能源發展綱領」在推動機制中明定，政府將訂定能源轉型白皮書(草案)，透過擴大公民參與，規劃未來能源發展目標、具體推動措施及政策工具。在創能方面，政府已規劃各類再生能源的發展目標，2025 年再生能源地熱能 200MW 之發電目標。
- (八) 經濟部能源局「2016 年能源產業技術白皮書」：有關再生能源之地熱部分，指出國內推動策略包含：以國內地熱蘊藏及技術條件，

開發策略應由淺入深，短期以開發淺層傳統地熱為主，中長期則應發展深層地熱發電技術。

二、擬解決問題之釐清

我國 2025 年再生能源發電量占比預計達 20%的目標。其再生能源中之地熱能之發電目標為 200MW。傳統熱液型地熱目前由能源局推動並探勘獎勵補助，然而目前為止，實際併網發電之裝置容量，仍有待努力。參考國際地熱發電開發進程及國內、外開發商之需求，顯示我國基礎深層地質資料缺乏，為首要解決之基礎建設問題。

- (一) 我國能源高度依賴進口，基載能源選項應受重視：臺灣高達 98% 能源依賴進口，能源供應易受全球能源情勢變遷及國際溫室氣減量協議之衝擊，因此應提升能源多元自主發展，以確保能源穩定供應。地熱發電為不受天候影響，能持續發電的基載能源，更有戰略能源之美譽，國際有發展地熱條件之國家，近 20 年來均積極投入探勘及開發之工作，而相較於其他再生能源推動進度，地熱發電在我國尚未達全力擴展之階段。
- (二) 國土地熱基礎探勘應有完整規劃：近年我國推動之再生能源應用與政策，主要投注在太陽光電和離岸風電，有關地熱能探勘或開發，包含有能源局之能專計畫、能源國家型科技計畫等。近年政府籌組地熱國家隊，於宜蘭縣仁澤、土場地區，重啟地熱井。整體而言，國家地熱能源為專案式或獎勵示範案例進行。
- (三) 地熱探勘資料應提升至現代科技：地熱開發初期首重區域基礎探勘工作，需掌握地下地質資料，如地熱儲層分布、裂隙連通狀況、熱液溫壓及化學成分等，以瞭解地熱資源後續可供開發規模及投資效益評估，但目前我國現有地熱探勘資料多停留在 1970 年代資料，除鑽井記錄外，仍缺乏有利於評估各項地下條件之資料。國際上地下探勘科技近期有卓越之發展，尤其空載探勘技術提高了探勘效率及解析度等優點，因此本案發展地熱探勘科技，能同時提升我國地下國土探勘之能力，並應用到地下礦產資源、地下水資源、地下斷層地震構造等領域。
- (四) 應依國際經驗建立地熱開發進程的模式：參考國際地熱組織所擬定的地熱開發進程規格，評估是否投資地熱發電，有幾項重要門檻，首先是區域地熱地質資料之調查科技項目及程度是否足夠進行後續評估，調查內容為基礎的區域型調查或已經進到場址尺度之調查，是否有過鑽探驗證這些地質資料及地熱條件等。我國若能循國際模式，建置各個潛場址或區域之歷史調查資訊，則對於有意投資

之國內外廠商，將可更順利地得到豐富區域資料，進到下階段之評估進程。

- (五) 地熱探勘產業未健全發展：地熱探勘需用地球物理技術及鑽井進行熱源規模及蘊藏的確證，但地物探勘及地熱探勘鑽井之技術層面高，目前我國地熱鑽井市場僅仰賴中油公司地熱鑽井隊或極少數的鑽探業者，高階地物探勘也集中在學研單位，鑑於未來地熱開發可能會遍佈於各縣市，因此若能輔導養成多支專業團隊，對於各地推動地熱產業，會有更大之效益及助力。

三、目前環境需求分析與未來環境預測說明

(一) 目前我國能源政策：

臺灣能源 98%來自進口，提升能源自主及多元化至為重要，政府設定 2025 年再生能源發電量占比達 20%的能源轉型目標。在創能部分，地熱能也為再生能源之一環，地熱能的發展目標為 200MW。地熱能可以 24 小時發電，作為電力基載，分散式又穩定的電力特性符合國家能源安全的概念。

依經濟部能源局整合過去調查資料顯示，國內傳統淺層地熱潛能區約有 27 處，較大潛能區集中在北部大屯火山、宜蘭清水與土場、南投廬山、臺東知本與金崙等地，能源局提出集中式開發及分散式促進雙管齊下之策略，藉以推進地熱能之發電。集中式開發係指火山型地熱的大屯火山群地區，分散式推動則為變質岩區的地熱開發。全球地熱能源的開發與發電技術研發正蓬勃發展中，臺灣正透過法規便民、獎勵制度、躉購費率等多元措施，加速推動發展地熱能發電，以為我國未來基載電力及自主能源之用。因此地熱能開發有數個階段期程，前面階段包含探勘、試驗井到模型建立，為本案之目標，而後續生產井鑽掘、產能測試、潛能評估及電廠開發，則由後續投入電廠開發納入規劃。

(二) 目前國際及我國地熱發電開發現況：

國際間全球地熱發電自 1950 年代開始發展，至 2010 年，全世界 24 國家有地熱電廠，裝置容量達約 11 GW，Bertani (2012)推估到 2015 年將有 46 個國家設有地熱電廠，且裝置容量可達 19 GW。近年來國際間興起了加強型地熱(EGS)之探勘風潮，即在沒有良好地熱條件的地區，利用水平鑽井或地層液裂等工程手段，進行地下熱源之擷取。國際地熱組織也預估，到 2030 年全世界將有 32GW 的地熱裝置容量，2050 年 EGS 成熟，140GW 的預測裝置容量中有一半將來自 EGS 的貢獻。

臺灣北部、中部、南部及東部均有地熱潛能區，臺東知本泓泉溫泉渡假村以 30 瓩成為近年來成功地熱併網的首例(2018)，發電尾水利用來做溫泉沐浴使用，為資源永續利用之範例。結元公司於宜蘭清水完成地熱先導電廠裝置容量 300 瓩，為目前國內最大地熱試發電機組，預計 2020 年將擴增一座 4.2 千瓩大型電廠。根據國家能源型科技計畫第一期及第二期研究成果，我國地熱潛能，傳統熱液型的地熱潛能達 730MW，而深度更深的深層地熱潛能可達 32GW。近年來，政府對於地熱開發的投入，主要是以專案方式進行，例如：臺灣中油公司與臺灣電力公司共同合作宜蘭大同鄉仁澤、土場地區之地熱探勘與開發營運(2018)；經濟部能源局與新北市政府推動「新北市硫磺子坪地熱發電示範區」招商計畫(2018)，吸引開發業者進行地熱探勘、開發及營運。地方政府與民間業者對於地熱開發，則多以合作方式進行零星小型地熱電廠的開發為主，國內已申請進行地熱探勘及發電相關開發案之地區，如新北萬里、宜蘭清水、臺東紅葉、金崙及綠島等，由於對地下條件掌握度低，民間業者多先從小規模開始基礎探勘。因此，若能在業者投入開發之前期，即有完整的基礎地下資料，將有利於評估開發規模的提升。

(三) 未來環境預測：

全球具有以地熱能發電條件的國家並不在多數，各國均相當珍惜這塊能源瑰寶，由於具有基載能源及戰略能源之特性，政府均長期持續投入探勘及開發地熱資源。國際間之深層地熱發展，國際能源組織(IEA, 2011)預估 2050 全球的地熱發電總量將增加到 200 GW，其中 2020 年將是加強型地熱系統(Enhanced Geothermal System, EGS, MIT, 2006)發展元年，預計會有 50 座 10MW 規模 EGS 電廠投入營運。我國在能源局的獎勵推動，以及臺灣在國際上屬於高度文明開放之政府形象下，如同綠能項目中的風能、太陽能等，外商將會陸續注意到我國地熱發電之潛力。參考各項能源之開發進程之初期，政府均設立好相對友善之投資環境，並以開放及輔助的角色促進各項能源之發展。

本案選擇兩大區為計畫目標範圍，主要為花蓮縣之瑞穗至紅葉地區，以及臺東縣之金崙至金峰地區。相關資料顯示，該兩區目前有多家民間業者有高度興趣進行地熱開發，且已有各自取得預計探勘或開發土地，並申請探勘獎勵補助或自行籌設進行探勘。然而目前該兩區地熱開發潛能僅參考 1970 年代評估之數據，對於整體熱儲區之空間分布及實際可擷取量，並無整體的最新數據評估，後續各開發進行勢必面臨到開發管理問題。因此本案選擇優先進行此兩區，由政府建立區域地熱地質資料，公開各界以了解區域全貌，進

而加速各投資業者之投入精查評估，及因應後續之區域資源管理。

四、本計畫對社會經濟、產業技術、生活品質、環境永續、學術研究、人才培育等之影響說明

- (一) 地熱資料公開，降低業者探勘風險：本計畫以政府計畫投入我國各地熱潛能區之基礎探勘，利用新興科技擴大探勘範圍及深度，並進行地熱探勘鑽井的驗證，以掌握地下地熱資源的地下基礎地質資訊。由國家建置並彙整國內各單位進行的地熱探勘資料為全國地熱潛能區探勘資訊整合平台，公開國內地熱探勘資料，提供地熱開發業者掌握地下地質資訊，以降低地熱開發前期之探勘風險及縮短地熱開發時程，吸引更多業者投入地熱開發。
- (二) 精進地熱探勘調查技術，提升我國地熱探勘量能：本案以「技術」及「調查」兩大主軸，來擴大探勘量能。與產學界合作各項新探勘技術之研發，以及引進國外先進地熱探勘技術；高技術門檻的地熱探勘鑽井，擬委託民間專業鑽井工程團隊施工，並藉由不同探勘案場的經驗交流，以相互技術研討精進。本案預計吸引國內鑿井鑽探業者、工程顧問公司、資源探勘公司等相關產業投入，藉由各地熱潛能區探勘之經驗分享與技術交流，提升我國地熱探勘技術。
- (三) 帶動地熱相關產業發展：政府承擔大部分地熱開發前期的探勘風險，探測出可靠地地熱條件，提升開發商信心，同時帶動探勘顧問業、鑽探業、資源探勘公司等產業發展形成地熱產業聚落，在多區域同步進行調查，預計可吸引探勘領域周遭產業之投入，並在良性競爭下提升產業之品質及技術。
- (四) 增進地球環境之學研能力：地熱調查可謂結合資源探勘學門、地球科學學門、防災學門、鑽井工程技術等，後續開發更包含相關經濟分析及環境影響評估面向。整體而言，從地形學、地質學、地球物理學、地球化學、岩體力學、水文地質學、工程力學、流體力學、熱力學、孔隙介質流、裂隙水力學、資源工程學、三維電腦展示軟體、耦合分析軟體，均會應用在整個調查過程。因此有實際案場的現地試驗資料，加上多項探勘資料之輔助，對於將學研理論應用到實務有極大之助益。
- (五) 培育地熱產業及人才：本計畫預計採產學跨域合作，在業界從事地熱探勘相關領域者，有機會接觸到更多技術及探勘資料，而在學校修業之學生，可隨產學計畫演練，提前接觸到就業市場的技術走向，對於我國整體地熱產業的發展，可奠定相關人才的培育基礎。

參、計畫目標與執行方法

一、目標說明

本計畫主要目標為 1. 調查建置地熱潛能區之區域地熱地質模型，利用更新探勘資訊，重新估算地熱潛能區之空間發展潛能，以提供為開發界接之重要資訊。2. 加速創建友善地熱投資環境之地質資訊供應平台，及建立本土基礎探勘能力，以期擴大地熱產業之投資及地熱能之開發規模。國內有關各項國土建設或資源開發計畫，均顯示基礎土地地質資訊為最重要，且最需建立之基礎資訊，政府單位應在各項開發前期掌握地下資源分布狀況，以為後續招商說明、產業推廣及資源管理之必要。

計畫內執行之相關工作，無涉及特定性別之需求，本計畫配合政府政策，如人力招募、運用、培訓乃至基礎培育，都彰顯兩性平等之性別政策，並助於人力管理時務必注意友善職場，友善家庭計畫，並力行不同性別之差異管理。本案主體為建置加速創建友善地熱投資環境之地質資訊供應平台，涉及性別平等政策綱領「環境、能源與科技」篇，於建置該資訊供應平台過程中，將確保女性有效參與，適時融入性別觀點，使資訊揭露能確實做到普及化。本案預計與產學研跨域合作推動，本所將要求需考量性別平等的社會潮流與理念，將性別觀點融入本計畫中，訂定本計畫之性別目標為落實性別意識，建造友善的工作環境。有關性別衡量標準之指標包含：1.提升性別均等的參與率，計畫執行過程中女性參與率達 30%；2.消除性別專業區隔；3.營造性別平等的友善環境。

在計畫分年分期規劃上，訂定細項工作每年需完成之成果目標，確保各項人力及資源之調配，以期能逐步建立完整之區域地熱資源調查資料。分年規劃成果目標如下表 3-1：

表 3-1 計畫目標

計畫全程總目標					
1. 調查建置地熱潛能區之區域地熱地質模型，重新估算地熱潛能區之空間發展潛能，以提供為開發界接之重要資訊。 2. 加速創建地質資訊供應平台及建立本土基礎探勘能力，以期擴大地熱產業之投資及地熱能之開發規模。					
年度	第一年 民 110 年	第二年 民 111 年	第三年 民 112 年	第四年 民 113 年	第五年 民 114 年
年度目標	1. 調查及彙整花東 2 區之三維調查資訊。 2. 開發重力、磁力聯合空載探勘技術。	1. 整合調查資料建立地熱概念模式。 2. 驗證 2 區地熱發展可行性及後續精查規劃。	1. 2 區地熱儲集層範圍界定鑽探。 2. 儲集層內裂隙試驗及流體採樣分析。	1. 生產井與回注井鑽掘。 2. 井內噴流及水質試驗。	1. 公開地熱好景區範圍與開發單位界接。 2. 依試驗結果評估開發潛能。
預期關鍵成果	1-1 完成開發三維資料平台 1 式。 1-2 匯入年度調查資料並整合上線。 2-1 開發及建構空中重力探測系統 1 套。 2-2 進行空中重力磁力聯合系統試測。	1-1 地面調查作業完成至少 3 項領域調查成果資料分析，及整合上線。 1-2 完成 500 平方公里空中重、磁力聯合探測及分析。 2-1 分區共進行 2-4 孔地質井，深度 300-1,000 公尺。 2-2 驗證地熱地質模型及地溫條件。 2-3 擬定熱儲層探勘精查計畫。	1-1 分區共進行 2~4 孔地質探勘井，深度約 600-1,500 公尺。 1-2 地下資訊盲點補充精查。 2-1 完成探勘井井測及深層流體採樣及分析。 2-2 完成儲集層裂隙流體方位及氣水儲集能力評估。	1-1 彙整各項調查資料圈繪探勘好景區於地下層位分布。 1-2 選定 1 區進行 2 孔大孔徑深井鑽掘(生產井與回注井)。 2-1 分別進行噴流試驗測試井下流量及壓力。 2-2 舉辦國際研討會 1 場，促進我國地熱調查進程之能見度。	1-1 圈繪 2 區地熱好景空間範圍。 1-2 探勘與試驗資料演算評估。 2-1 進行兩深井孔內產能及連通干擾測試。 2-2 完成 1 區地熱發電潛能評估。

二、執行策略及方法

本案承續過去國家能源型科技計畫第一期及第二期資料評估成果，盤點選定臺灣七大潛能區中之兩大區為計畫目標範圍，主要為花蓮縣之瑞穗至紅葉地區，以及臺東縣之金崙至金峰地區(圖 3-1)。該兩區目前有多家民間業者有高度興趣進行地熱探勘及開發，且各自取得預計探勘或開發土地，並申請探勘獎勵補助或自行籌設進行探勘。目前對於地下熱儲區之空間分布及實際可擷取量，並無整體的探勘資料以支持數據評估，各業者探勘僅侷限在預計開發土地範圍，然而地表分散之地熱特徵，在地下可能為整體連通之地熱田資源，後續各開發進行勢必面臨到開發管理問題。因此本案選擇優先進行此兩大區，由政府建立區域地熱地質資料，公開各界以了解區域全貌，進而加速各投資業者之投入精查評估，及因應後續之區域資源管理。

整體計畫執行策略如下：

- (一) 採取空中探測加速建置基礎資料：地熱潛能區部分位於山區，過去山區地質調查工作受氣候、交通及地形限制，進度緩慢。本計畫為在短時間內要釐清地表到地下之地質條件，需要有別以往單靠地面調查之方式，以加快調查速度、解析度及可靠度來設定本案進行重要策略。計畫前期先以本所自有空載磁力探測系統，及本計畫預計新購重力探測系統，發展及建構我國首次空中重力及磁力聯合探測系統，如此可同時擷取地下重磁場力資訊、節省飛航成本、克服交通地形等優點，在計畫初期即可大面積快速量測，建立區域磁力及重力基底參考資料。
- (二) 利用少量鑽井進行驗證及訓練地下資料：參考國際地熱探勘規格，通常在場址尺度均有數孔不同深度之探勘井，以釐清地溫梯度、構造分布、地熱蓋層或熱水儲集層。上述為地熱探勘之基本要素，各種地球物理探勘目的同為釐清地下二維至三維空間相對應之要素特徵。因此，本計畫利用多項資料整合聯集出解釋地下條件之最佳解，隨後才在最關鍵之地方，利用實際鑽井驗證對於地下物質的推論，如此可節省鑽井數量、經費，也可得到較大範圍的地下資訊。而鑽井尺寸，也參考探油氣的流程，探勘前期先施以小孔徑的地質鑽探井，鑽井完成後施以井測紀錄井下資訊，並進行深層高溫流體取樣與分析，如此可擷取更多地下資訊，並加快探勘速度及節省探勘成本。
- (三) 多樣性的探勘技術進行及資料整合：不同探勘技術分別有其強項及解析度，各項資料在同樣的坐標平台及執行標準下彙整，方可對於不同調查資料進行探討，也能清楚判別何處需再布點施測，才能補

上資料解析缺口。此平台無論在調查布點之規劃、成果判釋討論、外界溝通講解、以及後續投資合作，均處關鍵之工作項目。地熱地質資訊整合平台，內容包含調查資料建檔、整合圖資展現以及進一步模型解釋。為控管調查資料品質，執行團隊調查資料建檔需有統一格式及率定標準，並為國際通用格式。後續此平台可區分為檢索版與合作開發版，檢索版預計設定為互動式瀏覽，可在三維圖台勾選任一型態資料，展示剖面籍資料套疊。合作開發版，則設定原始調查資料池，與有需求原始資料者，協力維護並擴增資料，然而是否設定本土企業優先，為計畫執行後進一步與各界溝通討論。

- (四) 計畫執行過程中，兩性平權為本計畫執行之重要考量，本計畫針對性別目標訂定執行策略包含：1.本計畫在聘用工作人員及審查委員時，將保障女性工作權，並要求本計畫執行廠商配合政府之性別平等政策，如人力招募、運用、培訓乃至基礎教育，都彰顯兩性平等之性別政策，並於人力管理時注意友善職場、友善家庭計畫，並力行不同性別之差異管理。2.強化與本計畫相關的性別統計與性別分析，統計參與本計畫之審查委員、執行團隊、辦理參訓者人數、參與專家諮詢會議或研討會之性別統計與性別分析，提升相關領域從業人員之性別敏感度。3.本案計畫執行期間所舉辦之教育訓練或研討會議，擬依屆時實際報名參與狀況，設定保障女性參與名額。4.本案之設置地熱資源探勘資訊平台，擬考量不同使用者的便利性來作規劃設計。

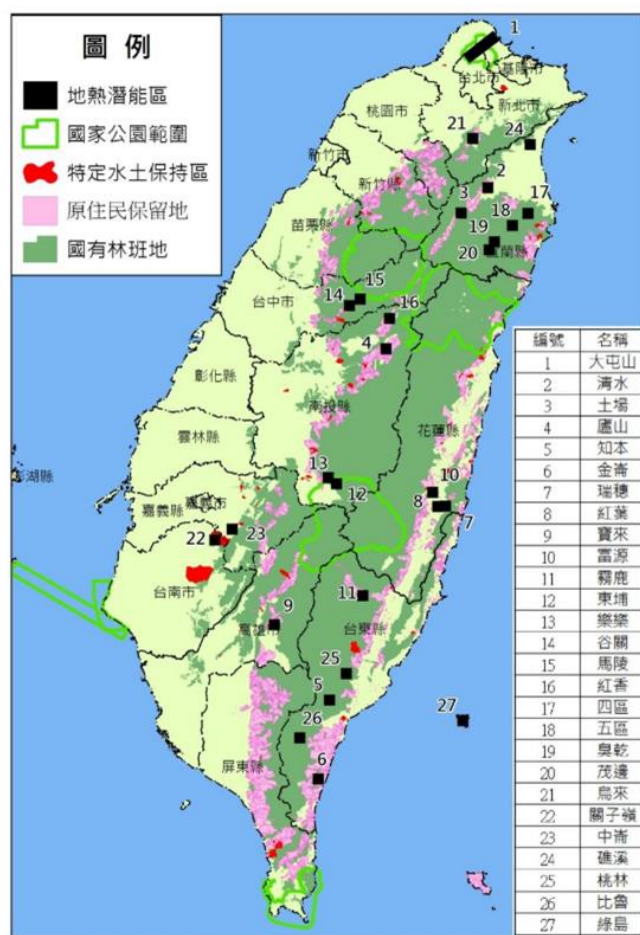


圖 3-1 臺灣地熱潛能區之分布盤點（經濟部能源局）

本案預計區分成 3 項主要細部計畫，各細部計畫有主要執行策略，以及達成策略之執行方法，詳列如下表 3-2、圖 3-2。

表 3-2 細部計畫執行策略

細部計畫名稱	執行策略說明(請依細部、子項計畫逐層說明)
1.空載地球物理探勘計畫	執行策略:快速大面積飛航測製目標區域之地球物理資訊，包含磁力、重力以及電阻，以供重點精查布點決策所需: 1. 新型空載重力探勘設備技術引進:110 年購置探勘儀器及相關調校，次年加入空載探勘實測。 2. 空載重力及磁力探測:111 年計畫 2 大區完成 500 平方公里之直升機載聯合飛航測製。
2.地熱地質資料整合平台建置及供應計畫	執行策略:資料彙整三維平台優先開發上線，以供團隊在標準平台率定及討論；並逐年上傳調查成果，供展示平台開放資訊。作法如下:

	110 年完成系統建置及開發 1. 資料庫系統建置:含相關軟硬體及介面建置。 2. 開發三維展示平台:使各項資料能在空間坐標立體呈現，也可擷取不同資訊套疊剖面供進一步判讀。 111 年完成探勘資料上線: 資料分析匯入:整合各項探勘原始資料，坐標、資料格式、欄位等拆解匯入資料庫。
3.分區調查探勘計畫(2 區)	分年探勘策略: 110 年: 1. 地質模式建立:建立小比例尺區域地質模式。 2. 地層及裂隙調查:包含地形裂隙線形判釋及主要地層均布量測。 3. 流體及礦物地化分析:藉由成分及同位素分析，釐清熱液或礦脈來源之溫壓環境。 4. 大地寬頻電磁波施測:以網狀或線性測站，量測不同頻率對應之電磁訊號，藉以推求地下空間電阻分布。 111 年: 5. 地熱地質圖資繪製:篩選收斂至探勘好景區域繪製大比例尺圖資。 6. 地熱地質模型:依探勘調查資料，建立兩探勘區域三維地熱地質模型。 7. 地質探勘井:比對各項探勘資料，下井驗證地下探勘資訊極地溫條件。 8. 評估後續投入可行性:依探勘結果評估地熱發電潛能及後續投入之可行性。

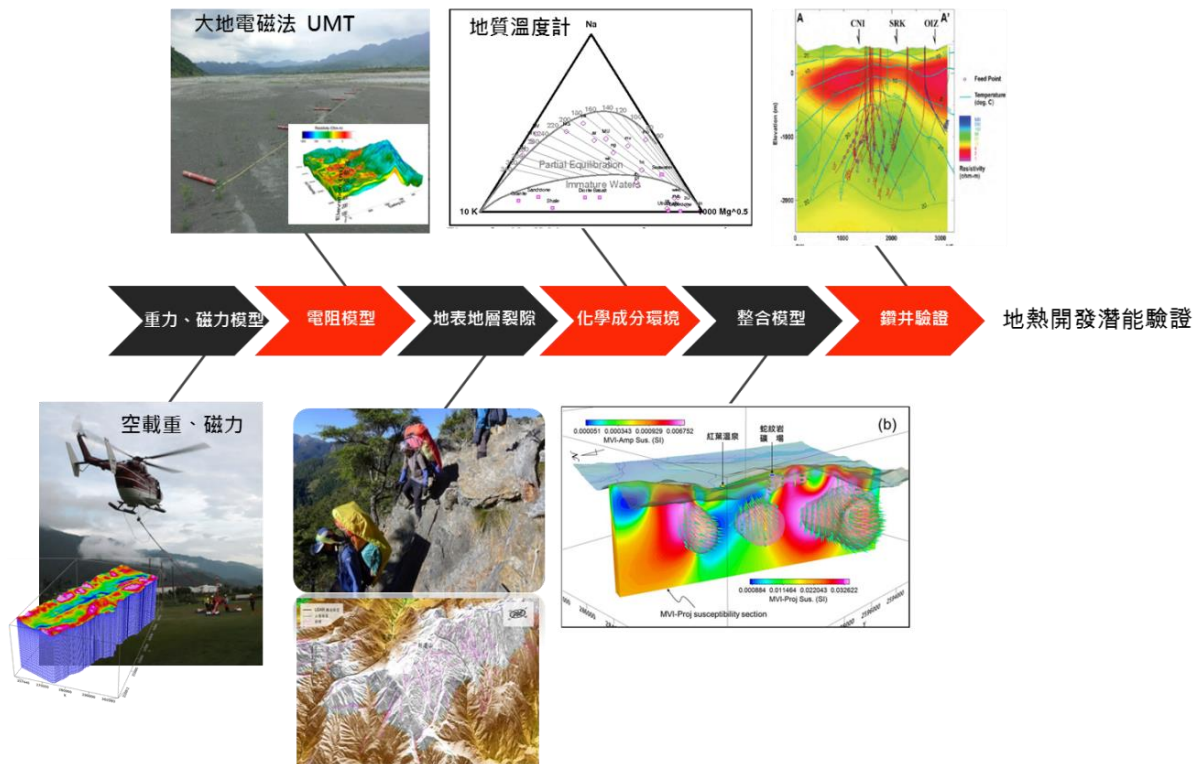


圖 3-2 本計畫預計使用探勘技術架構

本計畫含有 3 項主要細部計畫，計畫執行調查內容為參考國家能源型科技計畫第一期及第二期之探勘技術，評估對於本案變質岩類地區有效之探勘方法(圖 3-2)。預估由本所與產學研合作執行，一、空載地球物理探勘計畫。二、地熱地質探勘資訊平台建置。三、地熱潛能區探查，110 年及 111 年預估各分項經費，詳如經費需求表 B005。

三、達成目標之限制、執行時可能遭遇之困難、瓶頸與解決的方式或對策

本計畫旨在啟動區域性之區域地熱資源調查，目標為在計畫多期執行後能得到全面性的國土地熱資源調查成果。計畫執行篩選我國地熱潛能區位，以高潛能及低探勘度優先，進行調查、實施地下模式鑽井驗證，以建置基礎地質資料，同時與產學跨域協作，提升國內地熱探勘之相關技術。評估現在國內地熱探勘現況，預估可能遭遇之困難及處理對策臚列如下表 3-3:

表 3-3 可能遭遇問題及解決對策

可能遭遇困難、瓶頸	解決方式或對策
1. 歷史探勘資料缺失，須從各處文獻拼湊完整訊息。	建置歷史探查文獻資料庫，逐步將過去紙本探勘資料數位化。
2. 計畫時程緊湊，調查新興重點地熱潛能區無論在地形及交通是大挑戰。	地形及交通問題擬與當地山青及高山嚮導協作，依地緣性規劃資源集中調查，產官學跨域組成，期以大量人力、完善規劃以克服調查難度。
3. 山區地下構造複雜，地表調查無法完全釐清深層地下構造。	地下探勘須借重地球物理相關技術，本計畫以多項探勘科技，含磁性、電性、速度構造及重力，聯合判釋地下構造，並輔以鑽井驗證調查資訊。
4. 山區地熱熱液通道取決於難掌握的裂隙。	本案規劃地質鑽探後之孔位，以相關井測技術執行裂隙判讀，再配合區域地形線型判讀綜合評估。
5. 國內鑽井取岩心技術及設備缺乏。	利用本案合力協作，鼓勵鑽探業者採購相關高熱防噴設備、岩心擷取設備，以提升技術程度。
6. 地熱潛能區落在國家公園及原民保留區，且人民對於地熱開發持正反意見	本案以建置區域地熱資源角度切入，未涉及開發，探勘結果為中性的了解我國地熱潛能，後續開發建議由地方經營或考量。
7. 外商對於本國探勘資料有興趣，如何確保本土優先之作法。	資料開放平台理論上，目的為公平地吸引本國廠商及外商進行投資，探勘資料為地熱發電開發基礎資料，後續建廠維運則需進行更細部的探勘，此平台也需求進一步探勘之回饋資料。
8. 探勘內容與國際規格接軌。	參考國際訂定相關地熱開發期程之規格，了解我國現今所處之階段，並增進各項評估調查項目及可靠度，朝趨近開發的期程階段推進。

四、與以前年度差異說明
無前年度計畫

五、跨部會署合作說明
非跨部會署計畫

肆、近三年重要效益成果說明

本計畫為新興計畫，地熱調查與探勘橫跨地球科學各個領域，包含地球物理、地球化學、野外地質、水文地質等綜合科學，地調所專長為基本地質、資源地質及災害地質，過去各項施政計畫已累積大量調查經驗及成果，然多數探勘度較低之地熱潛能區，位於高山區，地質資料相對缺乏，為因應地熱探勘之需求，在過去國土調查之基礎上，需繼續延伸地面調查及地下系統資訊。以下引用近年與本計畫相關地下地質調查執行成果，說明本所在各項基礎調查之能力，以及預計在地熱調查案如何彙整地下綜合資訊，進行鑽井驗證後，釐清調查數據代表意義、真實地下地層及裂隙分布，進而推估地熱模型。

一、地熱探勘綜合資訊平台之重要性

檢視地熱資源的相關調查及研究成果，並不容易見到各項資料整合性的判釋及呈現，探勘資訊的不流通，導致討論精度及地點無法集中，且探勘項目或地點可能重複執行，更遑論各項探勘資料能否整合呈現討論出最佳解。為有效綜整利用相關探查資料，本計畫預計盤點及檢核過去調查成果，建立地熱探勘資料平台。

此資料平台應為計畫之核心樞紐，對外經過視覺化包裝後，可呈現給各界瀏覽使用；對內，資料中心將以共同坐標基準之三維系統呈現，依不同信心程度及開放程度，收錄各項探勘原始資料、逆推演算後之資料，以及經過解釋後之資料。此平台預計使用對象為進入開發階段之國營事業、國內探勘業者、以及國外投資廠商，作為綜合評估地熱田賦存範圍、擴增鑽孔及補水回注井位之參考，亦可為任何剖面及鑽孔資料之建檔，提供專家以決策地熱潛能區之鑽探選址；另外也可作為地熱探勘經驗之交流、校園推廣教育、相關探求地下構造之學科領域使用。(圖 4-1)

綜合探勘資料彙整工作為何重要?此處列舉宜蘭縣土場、仁澤地熱田為例，在無利用任何地球物理資料的輔助下，使用 1970 年與這兩年於仁澤、土場地區之鑽井資料，搭配地表現場地層踏勘調查，繪製於場址鄰近區域之中型比例尺(二萬五分之一)地熱地質草圖(圖 4-2)，此圖呈現地熱探井與地下地層及地溫分布。地熱鑽井井壁開口取水，首重溫度與水量，若探勘井數量不夠，則地溫分布在地下空間之推估外插值代表意義有限；而山區出水主要依靠較大之開口裂隙系統，探勘井可以辨別地層之地下分布及裂隙方位，若有搭配地球物理探勘，有機會進一步區分含水層之構造。因此，當無基礎地下資訊，或資訊不足時，無法了解地熱發電之要素，則依照國際地熱開發標準，仍處於初步調查階段，無法進入資訊成熟階段。

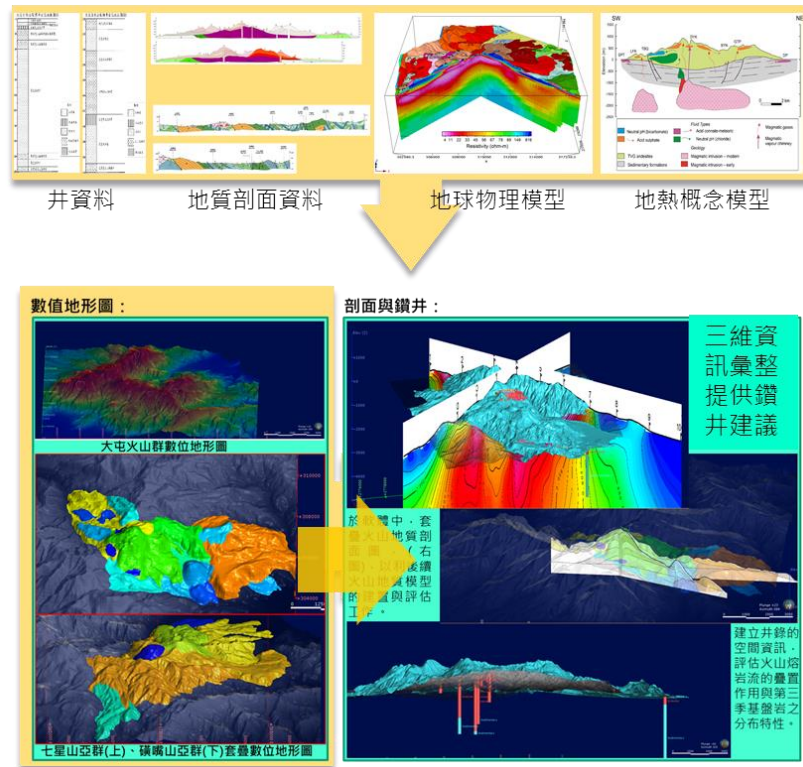


圖4-1 三維地質模型搭配鑽井及地電阻三維視圖。(大屯火山群地區之彙整案例)

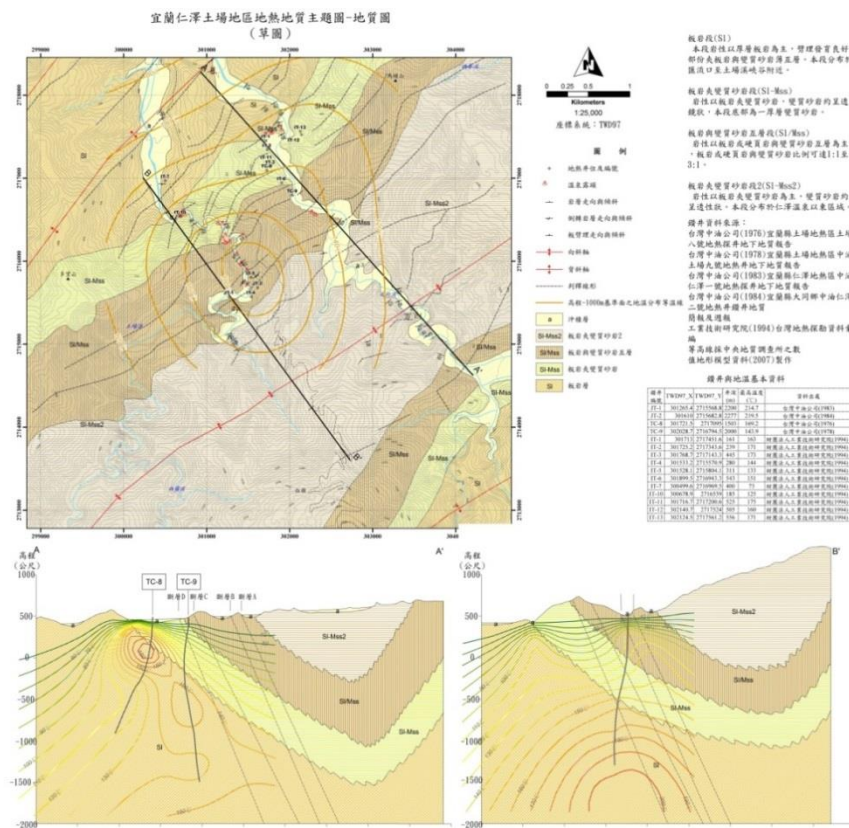


圖4-2 地熱地質圖彙整地層剖面與鑽井地層及溫度分布。(本所於宜蘭仁澤、土場地區之地熱地質調查草圖)

二、空載地球物理探測為加速調查之契機

地調所近3年完成海岸山脈面積約1,400平方公里之高精度空中磁力探測工作(圖4-3、圖4-4)，磁力資料經常被視為尋找火成岩、金屬礦體及地質構造的重要指標，也為估算地下居里深度，地溫梯度有效之探測方法之一。民國100年以前，國內進行磁力量測多採野外現地人工量測，部分離島所執行的空中磁力探測工作由國外技術人員執行，不但動員費用以及儀器設備租用費用均相當高昂，也因此國內一直未能進行全國性的空中磁力普查工作。101年，地調所自加拿大引進先進的三軸拖鳥空載磁力探測設備，透過其上所裝設的三個磁力儀，可求得三軸向的磁力梯度，提升資料的精準度。除引進探測設備之外，本所與工業技術研究院共同成立國內之空中磁力探測技術團隊，建立國內自主之空中磁力探測技術，配合性能良好之空中拖鳥設備以及資料處理技術，可取得高精度的磁力探測資料，大幅降低執行計畫之成本，同時建立國內相關產業之合作機制，促進產業發展，並培養提供國際服務的能力。由圖4-4比較過去累積地面磁力量測資料(Yen et al., 2009)，可見空載探測提高整體資料之解析度，並已可與地層及地質構造進行探討。

本計畫預計第一年購置引進空載重力探測系統，此為國際間探測地下主要斷層裂隙構造之成熟探勘技術。重力與磁力原理類似，同屬地球的場力，若可搭配空載磁力探勘於同一飛航載具上作業，將為我國首度建造完成之重力、磁力聯合探測系統，可大幅減低飛行探勘成本，後續除在地熱探勘領域之貢獻外，也可在油氣探勘、二氧化碳封存、核廢料封存、地震及山崩防災領域上被廣泛利用，為相當高效益之投資。



圖4-3 空中磁力探測工作之情形，執行團隊全由本國技術人員組成，執行吊掛的直昇機亦為國內航空公司所有。

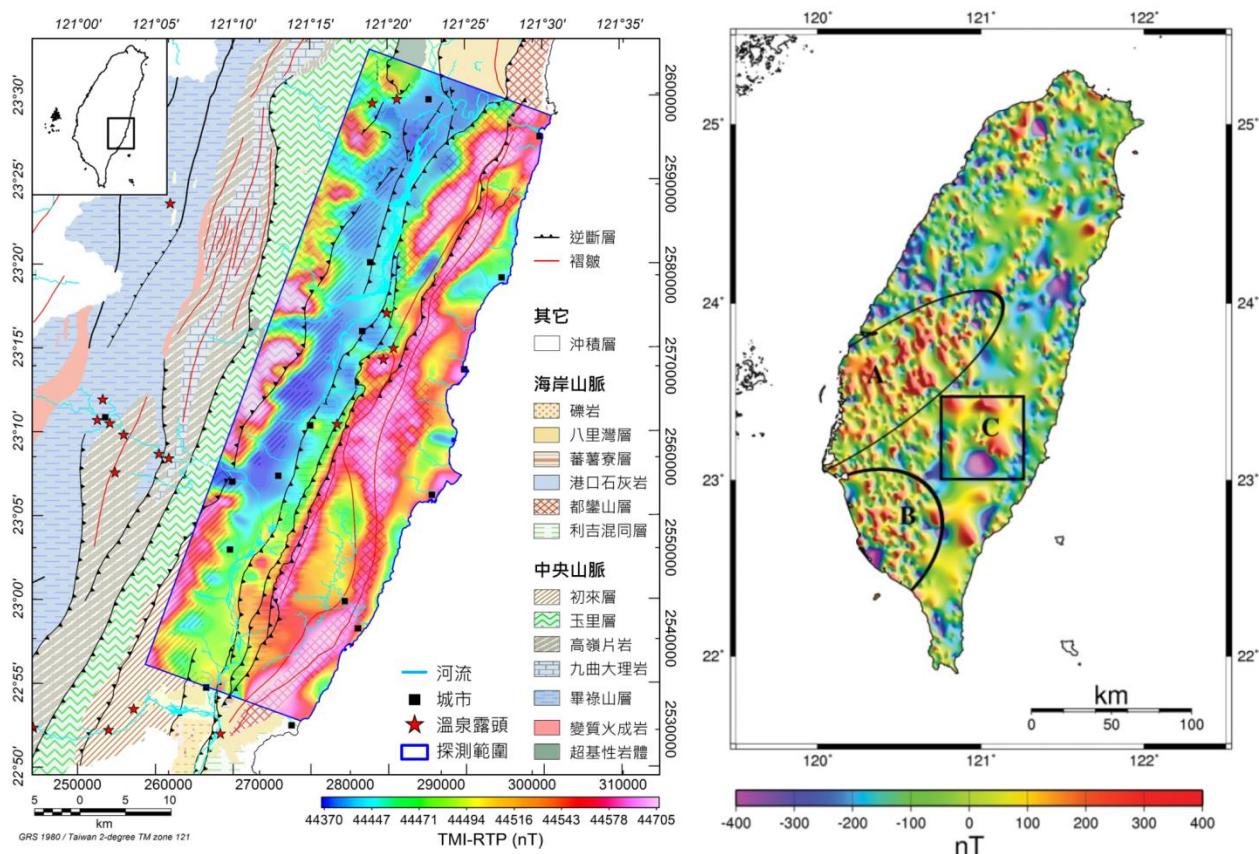


圖4-4 左圖為海岸山脈空中磁測成果，右圖為彙整全國地面磁力人工施測成果(Yen et al., 2009)。空載探測之解析度整體提高，且可與區域地質進行比對。

三、地質鑽井驗證探勘資料的代表性

在資源探勘的領域，鑽井驗證為最重要的步驟，然而鑽井也是各項探勘步驟中花費最高之一環，因此探勘初期均會以盡量完整的地面調查及間接探測的地下物理科技，初步研判地下物質分布型態，再施以驗證評估資訊的代表性鑽井，藉以訓練資料判讀經驗，推展出整體的資源分布模式。鑽井驗證部分可視為整體探勘工作不可或缺之一環，目的為使整體模式評估達到更精確、更可靠的步驟。為節省探勘成本及增加鑽探速度，在後續井測施作或取樣空間折衷下，設計小孔徑鑽探取樣。

以本計畫預計擴大探勘之花蓮紅葉溫泉為例，目前此區域有空中磁測所逆推地下深部空間的地球物理探勘資料(圖4-5)，由地表的蛇紋岩礦場量測到高磁體的特性，可推論地下較高磁體的分布範圍(圖4-6)，應該也為蛇紋岩體，礦場經營業者便可據以往適當方向之地下深處擴挖，此即為空中磁力探勘在礦場資源的開發應用。磁力資料經三維逆推後，可觀察到高磁性體包覆了一包低磁體物質在其中，地表對應到紅葉溫泉地出露點。此低磁範圍是否代表為熱液儲集層，則需要再有大地電磁波(MT 或 UMT)量測地下電阻分布、重力分布看邊界構造、震波速度看低速構造等資訊來整合研

判，然後將可能地熱蓋層、含水層、裂隙通道等匯成一地熱概念模式圖，於地表選取代表性鑽孔，驗證最多推論資訊，即可歸納各項探勘資料值域聯集代表意義，也可據以推估地熱儲集層之構造，相關經驗也可推論到其他相同條件之地質區。

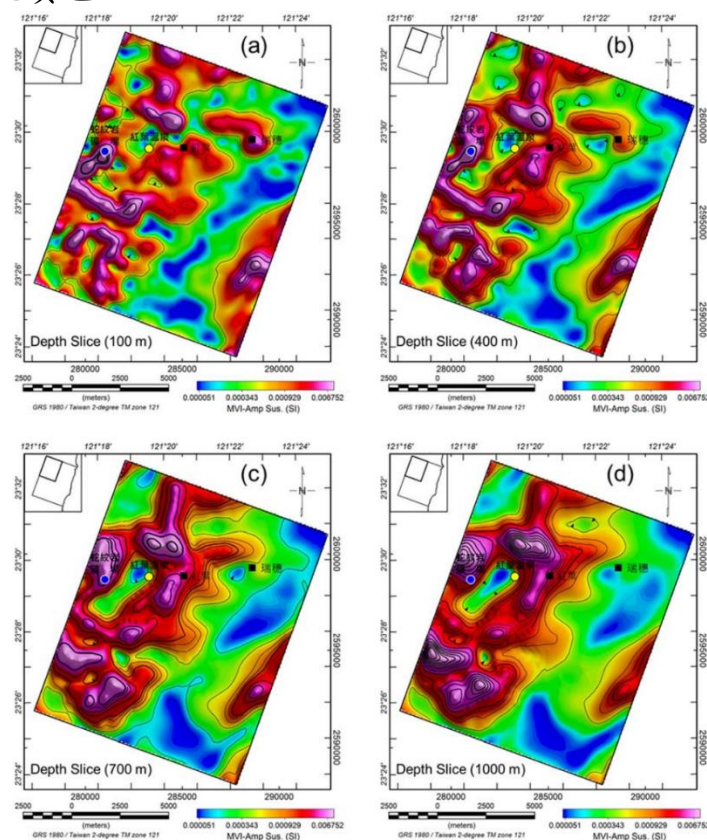


圖4-5 花蓮紅葉溫泉地區備高磁體包圍。各深度資料切面皆有東北向低磁感率，可能代表熱儲層之分布。

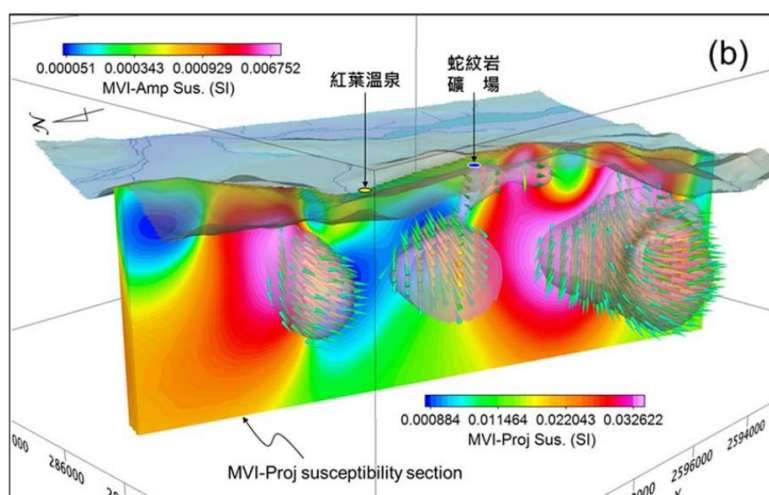


圖 4-6 花蓮紅葉溫泉區域三維磁力成像，解釋蛇紋岩礦脈分布(有綠色箭頭磁化向量標註之磁性體)及可能代表紅葉溫泉深層地熱資源(藍色表低磁感率地區)。

伍、預期效益及效益評估方式規劃

請說明計畫之預期效益(效益與初級產出不同，效益指計畫對利益關係人或對社會經濟的影響) 及效益評估方式規劃。

預期效益:

1. 提升地熱探勘產業技術：藉由本案率定相關探勘技術之標準及品質評估程序，並比較國際地熱探勘規格，進行對應之探勘項目，預計可帶動我國地熱探勘設備，及提升探勘品質及技術。
2. 平衡投資地熱潛能區：擴展花東 2 區地熱潛能區之地熱資源探勘，使探勘相關周圍產業能夠群聚，並提供花東地區再生能源之發展選項。
3. 政府維運永續利用地質資訊:政府進行區域性調查並建置地熱潛能區之基礎地質資料及實體鑽探資料，可擔任累積探勘成功率曲線的基底，也能夠由政府單位維運，永續供投資開發業者使用。
4. 加速地熱能開發：計畫內兩區地熱潛能區之區域地熱地質模型建置，並進行模型及測溫井驗證，能產出區域資料供有興趣之開發業者參考引用，預計可提升該兩區域之地熱發展進程。

效益評估方式規劃:

1. 計畫第 1 年完成建構空載重力磁力聯合探勘系統 1 式，建立地下探勘設備。
2. 第 1 年完成 2 區域地質調查及構造模式，據以規劃各項探查之配置。
3. 第 1 年建置地熱地質探勘三維展示系統上線，匯入年度各項區域調查資料，公開供該兩區潛在投資廠商參考使用。
4. 第 2 年完成空載重力、磁力聯合空載探勘 500 平方公里。配合地下電阻探勘成果綜合評估地下構造。
5. 第 2 年建立本區地熱地質模型，並初步評估地下儲熱構造之範圍。
6. 第 2 年進行地質驗證鑽井計畫至少 2 孔，深度 300-1,500 公尺，驗證地下模型及地溫條件。
7. 第 2 年依據各項最新探勘結果，評估 2 區地熱發展潛能，並具體建議利用地熱發電之可行性，及後續年度探勘井或生產井之驗證規劃。

陸、自我挑戰目標

110 年度

1. 計畫探勘目標區內，過去僅有早期中油公司探井資料，亦即只有點狀的地熱資訊，本案從該點往上下游擴大探勘區域，需以大量高山人力及克服挑戰高山峻谷的地形限制，挑戰目標為建立整個兩區域地熱田地下三維模式。
2. 本案預計自國外引進空中重力探勘儀器，空載地球物理探勘為國際上用來探勘地下構造、地下資源最常使用之工具。本案挑戰首年完成儀器購置及與空中磁力探測儀聯合測試。牽涉到採購時程及飛航地點及季節限制，為難度極高之挑戰。

111 年度

1. 地球物理探勘地下資訊種類多，各有探查特點及非有絕對唯一之解釋，過去我國及國際上探勘多以大地電磁法所推估之地下電阻值，即推估地下條件，本案因應我國地下構造複雜，挑戰綜合至少三項地球物理資料聯合解釋地熱環境，預期能以不同資料彌補探勘資料解析度之限制，綜合判釋可能之熱儲層地下分布範圍。
2. 本案選定目前有許多廠商具有投資興趣之區域，進行區域資訊調查及共享，雖可有效促進投資意願，然可能涉及到公私部門領域的權力、義務、利益及法規等問題，本案在執行過程中盡量保持公正、公開及無特定對象之原則進行，並提早進行地方溝通，避免相關糾紛。

柒、經費需求/經費分攤/槓桿外部資源

經費需求表(B005)

經費需求說明

主要工作項目為：(一)空載地球物理探勘：開發新型空載探勘科技，快速調查與地面調查技術整合，第1年購置空中重力探勘設備預估為新台幣2,500萬元；第3年更新磁力探勘設備需700萬元；重力及磁力空載探測每年施測500平方公里，經費需求800萬元。(二)地熱地質探勘資料平台建置：包含資料庫、三維介面開發及資料儲存設備等資本支出約700萬元，資料解析及格式率定等費用每年300萬元，預估每年需求1,000萬元。(三)地熱潛能區探勘：第1年計畫主要為與產學研跨域執行，山區調查部分每年約3,200萬元，項目包含地質調查、區域裂隙調查、流體及岩石礦物地球化學分析、大地電磁波布站及量測等項目，包含調查儀器設備100萬元；第2年計畫驗證模型導入小孔徑鑽探取樣工程，計畫第2年執行編列4,900萬元，包含共鑽井2-4孔300-1,500米深鑽井，搭配井下物性試驗、深層流體採樣化學分析。資本支出部分，預計購置探勘儀器設備及三維資料展示軟體，預計新台幣300萬元。第3年計畫以後預計分兩年增購大地電磁探勘設備3套及其分析系統分列為700萬元及400萬元，擴大國內探勘儀器設備能量，以供三維探勘使用，並於搭配探勘期程，計畫最後一年增購地熱潛能評估分析設備及系統預估300萬元。本計畫預計在前兩年以探勘結果建置區域三維地熱地質模型，並選取直接驗證好景區進行探勘井，以確立後續發展之可行性；後續則補充地面調查，並加強探勘孔數規劃，預計利用增加探勘井界定出地下儲集層之範圍，並施以地下孔隙連通測試，評估整體地熱發電潛能。

單位：千元

細部計畫名稱	計畫性質	110 年度			111 年度			112 年度			113 年度			114 年度		
		小計	經常支出	資本支出	小計	經常支出	資本支出	小計	經常支出	資本支出	小計	經常支出	資本支出	小計	經常支出	資本支出
一、空載地球物理探勘	7.調查研究	33,000	8,000	25,000	8,000	8,000	0	15,000	8,000	7,000	8,000	8,000	0	8,000	8,000	0
(一)空載磁力探勘																
(二)空載重力探勘																

勘																
二、地熱地質探勘資料平台建置 (一)資料庫硬體建置 (二)資料建置 (三)三維平台開發	3. 應用與技術發展	10,000	3,000	7,000	10,000	3,000	7,000	10,000	3,000	7,000	10,000	3,000	7,000	9,000	2,000	7,000
三、2 區地熱潛能區探勘 地質調查、區域裂隙調查、流體及岩石礦物地球化學分析、大地電磁波布站及量測及地質驗證井施鑽及井內試驗等	7. 調查研究	32,000	31,000	1,000	52,000	49,000	3,000	75,000	68,000	7,000	82,000	78,000	4,000	50,000	47,000	3,000

110 年度經費需求表

經費需求說明

主要工作項目為：(一)空載地球物理探勘：開發新型空載探勘科技，快速調查與地面調查技術整合，第 1 年購置空中重力探勘設備預估為新台幣 2,500 萬；重力或磁力空載探測每年施測 500 平方公里，經費需求 800 萬(二)地熱地質探勘資料平台建置：包含資料庫、三維介面開發及資料儲存設備等資本支出約 700 萬元，資料解析及格式率定等費用每年 300 萬元，預估每年需求 1,000 萬元。(三)地熱潛能區探勘：第 1 年計畫主要為與產學研跨域執行，山區調查部分每年約 3,200 萬，項目包含地質調查、區域裂隙調查、流體及岩石礦物地球化學分析、大地電磁波布站及量測等項目，包含野外調查量測儀器設備 100 萬。

單位：千元

計畫名稱	計畫性質	預定執行機構	細部計畫重點描述	主要績效指標 KPI	110 年度						
					小計	經常支出			資本支出		
						人事費	材料費	其他費用	土地建築	儀器設備	其他費用
一、空載地球物理探勘 (一)空載磁力探勘 (二)空載重力探勘	7. 調查研究	地調所	(一) 空載磁力探勘：預計應用在區域型地熱儲集構造探測。 (二) 空載重力探勘：計畫首年預計增購空載重力探測系統，系統建構後於第 2 年始，可使用同一飛行航次探測 2 項資訊，增加地下構造控制，並增加飛航效益。 以上為國際上利用來探勘地下資源及構造重要之技術。	1.引進空中重力探測系統 1 套(110 年) 2.完成聯合空載飛航試測。	33,000	--	--	8,000	--	25,000	--
二、地熱地質探勘資料平台建置	3. 應用與技術	地調所	建置資料平台及開發三維展示系統，以為地熱探勘資料彙整與各界溝通交流。	1.三維展示平台開發上線(110 年系統上線北	10,000	--	--	3,000	--	2,000	5,000

(一)資料庫硬體建置 (二)資料建置 (三)三維平台開發	發展		(一)資料庫硬體建置：資料庫硬體建置設備依照相關規範進行。 (二)資料建置：首年優先整理歷史調查資料，後續逐年匯入新進調查資料。 (三)三維平台開發：三維平台為整合各項資料，以供更精確之資料對比及探勘選址應用。 (四)資安控管：依相關規範進行。	部地熱潛能區 1 區歷史資料)。 2.資訊安全符合 相關規範及標準。(110 年)							
三、2 區地熱潛能區探勘 地質調查、區域裂隙調地質調查、區域裂隙調查、流體及岩石礦物地球化學分析、大地電磁波布站及量測及地質驗證井施鑽及井內試驗等	7.調查研究	地調所	(一) 擴大現有地熱地表徵兆區域，進行各項地表探查工作，預計本案 2 區同時進行。 (二)第 2 年以地質鑽探驗證資料，提高判釋之可靠度，每區預計有 1-2 孔小孔徑地質鑽井，節省探勘成本，並輔以井測、深層流體取樣分析，獲取盡量多的井下資訊。 (三)依據最新探勘資料，評估 2 區地熱後續開發潛能。	1.完成 2 區域各 領域探勘資料 彙整。(110 年)	32,000	--	6,000	25,000	--	1,000	--

111 年度經費需求表

經費需求說明

主要工作項目為：(一)空載地球物理探勘：重力及磁力空載探測每年施測 500 平方公里，經費需求 800 萬(二)地熱地質探勘資料平台建置:包含資料庫、三維介面開發及資料儲存設備等資本支出約 700 萬元，資料解析及格式率定等費用每年 300 萬元，預估每年需求 1,000 萬元。(三)地熱潛能區探勘:第 2 年計畫驗證模型導入小孔徑鑽探取樣工程，計畫第 2 年執行編列 4,900 萬，包含鑽井 2-4 孔 300-1,500 米深鑽井，搭配井下物性試驗、深層流體採樣化學分析。資本支出部分，預計購置探勘儀器設備及三維資料展示軟體，預計新台幣 300 萬元。

單位：千元

計畫名稱	計畫性質	預定執行機構	細部計畫重點描述	主要績效指標 KPI	111 年度						
					小計	經常支出			資本支出		
						人事費	材料費	其他費用	土地建築	儀器設備	其他費用
一、空載地球物理探勘 (一)空載磁力探勘 (二)空載重力探勘	7.調查研究	地調所	(一) 空載磁力探勘：預計應用在區域型地熱儲集構造探測。 (二) 空載重力探勘：計畫首年預計增購空載重力探測系統，系統建構後於第 2 年始，可使用同一飛行航次探測 2 項資訊，增加地下構造控制，並增加飛航效益。 以上為國際上利用來探勘地下資源及構造重要之技術。	1.聯合空載飛航探測 500 平方公里(111 年)。 2.完成地下重磁力構造演算。	8,000	--	--	8,000	--	--	--

二、地熱地質探勘資料平台建置 (一)資料庫硬體建置 (二)資料建置 (三)三維平台開發	3. 應用與技術發展	地調所	建置資料平台及開發三維展示系統，以為地熱探勘資料彙整與各界溝通交流。 (一)資料庫硬體建置：資料庫硬體建置設備依照相關規範進行。 (二)資料建置：首年優先整理歷史調查資料，後續逐年匯入新進調查資料。 (三)三維平台開發：三維平台為整合各項資料，以供更精確之資料對比及探勘選址應用。 (四)資安控管：依相關規範進行。	1.建置本案 2 區地熱潛能區地熱地質資料庫。(111 年) 2.資料分享及交換機制上線。(111 年)	10,000	--	--	3,000	--	2,000	5,000
三、2 區地熱潛能區探勘 地質調查、區域裂隙調查、流體及岩石礦物地球化學分析、大地電磁波布站及量測及地質驗證井施鑽及井內試驗等	7.調查研究	地調所	(一) 擴大現有地熱地表徵兆區域，進行各項地表探查工作，預計本案 2 區同時進行。 (二)第 2 年以地質鑽探驗證資料，提高判釋之可靠度，每區預計有 1-2 孔小孔徑地質鑽井，節省探勘成本，並輔以井測、深層流體取樣分析，獲取盡量多的井下資訊。 (三)依據最新探勘資料，評估 2 區地熱後續開發潛能。	1.建立及驗證 2 區三維地熱地質模型。(111 年) 2.評估地熱開發潛能及提供後續生產、探勘井規劃。(111 年)	52,000	--	3,000	46,000	--	3,000	--

捌、儀器設備需求

(如單價 1000 萬以上儀器設備需俟受補助對象申請通過才採購而暫無法詳列者，嗣後應依規定另送科技部審查)

申購單價新臺幣 1000 萬元以上科學儀器送審彙總表(B006)

申請機關：

(單位：新臺幣千元)

年度	編號	儀器名稱	使用單位	數量	單價	總價	優先順序		
							1	2	3
110	1	空載重力探測系統	經濟部中央地質調查所	1	25,000	25,000	V		
110	2	--							
總計				1	25,000	25,000			
111	1	--無							
111	2	--							
111	3	--							
總計									

(主管機關名稱)

申購單價新臺幣 1000 萬元以上科學儀器送審表(B007)

中華民國 110 年度

申請機關(構)	經濟部中央地質調查所				
使用部門	區域地質組				
中文儀器名稱	空載重力探測系統				
英文儀器名稱	Airborne gravity prospecting system				
數量	1	預估單價(千元)	25,000	總價(千元)	25,000
購置經費來源	☐ 申請機構作業基金(基金名稱：) ☐ 行政院國家科學技術發展基金(計畫名稱：) ☐ 政府科技預算(政府機關名稱：) ☒ 前瞻基礎建設特別預算(計畫名稱：加速全面性地熱資源探查及資訊供應計畫) ☐ 其他(說明：)				
期望廠牌	Micro-g LaCoste				
型式	TAGS-7				
製造商國別	加拿大				
一、儀器需求說明					
1.需求本儀器之經常性作業名稱：空中重力探勘地下資源構造					
2.儀器類別：(醫療診斷用儀器限醫療機構得勾選；公務用儀器係指執行法定職掌業務所需儀器，限政府機關得勾選) ☐ 醫療診斷用儀器 ☒ 政府機關公務用儀器 ☐ 教學或研究用儀器					
3.儀器用途： 地表重力探查、地下重力構造探查，地熱資源調查、礦產資源調查及區域地質構造調查					
4.購置必要性說明：(請詳述購置需求，以免因無法檢視儀器必要性而導致負面審查結果)					

臺灣地區因多山地形崎嶇，造成地質調查、資源探勘及地熱調查等工作無法涵蓋完整區域，影響探測成果甚鉅。空中重力探測使用飛行載具進行探測，具有不受地形地物干擾的絕佳優勢，可快速獲得高解析度、大區域範圍之地質及可能地熱儲集構造分布範圍，世界各國普遍應用於地質構造、礦產資源及地熱資源調查，且多建立國家尺度重力、磁力基本圖。而我國有關地下構造探勘之基本圖資受限於地形交通之限制，仍處於資料不均勻分布之狀況。

為使本計畫探勘地下地熱資源能有快速探勘及可靠調查之成效，本項設備之引進，預期將與地調所已建立的空中磁力探測技術併合執行，使用同一直升機同時進行空中磁力與重力探測，預期將大幅降低探勘成本達 40% 以上。能同時獲取大範圍磁力與重力訊號，大幅提高對岩體分布與地質構造的掌握度，對於分析地熱地質構造與潛在地熱場址篩選具有無可替代的優勢。本計畫使用之餘，也可應用於長期國土地下資源調查、地下封存計畫及地震斷層活動臨時防救災任務，為使用領域及成效相當高之報酬投資。

二、目前同類儀器(醫療診斷及公務用儀器專用)

1. 本儀器是

☒ 新購(申請機構無同類儀器)

☐ 增購(申請機構雖有同類儀器，但已不符或不敷使用)

☐ 汰購(汰舊換新)

2. 若為增(汰)購，請將申請機構目前使用之同類儀器名稱、廠牌、型式、購買年份及使用狀況詳列於下：

儀器名稱	型式	廠牌	年份	數量	使用現況
空載重力儀	Air-Sea gravity	LaCoste Romberg	2003	1	內政部國土測繪中心曾購置類似儀器，為該儀器因年限已老，後續用於支援印尼空中大地水準測量

註：1000 萬元以上科學儀器請優先考量共用現有設備，並可至「貴重儀器開放共同管理平台」查詢同類儀器；如經查詢現有設備有規格不符需求、開放時段不敷使用、至設備所在位置交通成本偏高等情形，再考量購置之必要性。

三、儀器使用計畫

1. 請詳述本儀器購買後 5 年內之使用規劃及其預期使用效益。(非醫療診斷用儀器)

請務必填寫近 5 年可能進行之研究項目或計畫)

(1)使用規劃：

因應本計畫主要搭配我國已發展成熟之空中磁力探測儀，聯合探勘使用於：我國地熱潛能區，例如：花蓮瑞穗、紅葉、台東金崙、金峰、知本、南投廬山、高雄寶來及臺東轆轤、霧鹿等區域地熱資源及地質構造調查。若有其他空檔：可支援於核廢料儲置場址調查、國土斷層構造調查、地殼基盤調查、坡地崩塌範圍調查等。

(2)預期使用效益：

本項申購之空中重力儀，結合空中磁力探測資料進行同飛行架次探查及整合判釋，提高對地熱潛能區地質構造及地熱儲集層分布範圍解析度，提供區域性地熱資源調查結果，為政府單位及地熱開發業者使用，加速我國地熱發電開發腳步。

除應用本計畫效益，重力、磁力、電阻、速度等均為探求地下構造重要之地球物理科技，若能利用本項聯合探測科技，逐步進行普查型或任務型之探勘任務，將有助於對於我國國土地下地層及構造有更可靠的掌握。

2.維護規劃：(請填寫儀器維護方式、預估維護費及經費來源等)

由申購單位經濟部中央地質調查所使用公務預算進行維護，維護方式將與空載磁力探測托鳥設備儀器相同，該儀器自民國 101 年引進，至目前仍持續有計畫案長期調查，且至今已有中油公司、台電公司、工業技術研究院等單位，依照個別任務需求與本所協調租借及共享探勘成果。

3.請詳述本儀器購買後 5 年內之擴充規劃(含配備升級等)，如儀器為整個系統之一部分，則請填寫系統擴充規劃。

(1)儀器是否為整個系統之一部分？

☒ 否

☐ 是，系統名稱：_____

(2)擴充規劃：

4.儀器使用時數規劃

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	總時數
可使用 時數	30	30	30	30	30	60	60	60	50	20	20	20	440
自用 時數					30	60	60	60	50	20			280
對外開 放時數	30	30	30								20	20	130

(1)可使用時數估算說明：

- 每日飛行時數依飛行員安全作業時數及過去8年來進行空中磁測作業的經驗，估計每日平均作業時數約為4小時。
- 扣除整天不適合飛行天數後，估算每月可飛行的天數，同時考量午後雷陣雨及山區雲霧過低時，不適合飛行的天候比例。

(2)自用時數估算說明：

- 包括飛行前儀器測試與整備等作業。
- 山區飛行作業需考量天候之不確定性，故需預留一至二成彈性時數。

(3)對外開放時數及對象預估分析：

- 本所執行計畫期間以外時段可考慮對外開放。
- 開放對象需具備完整儀器及空中探測操作技能。
- 建議與本所合作執行，以確保儀器正常使用並獲取可靠資料。

四、儀器對外開放計畫

☐儀器對外開放，開放規劃如下：(請就管理方式、服務項目、收費標準等詳細說明，開放方式可能包含提供使用者自行檢測及分析、接受委託檢測但由使用者自行分析、接受委託檢測及分析等)

☐本儀器為整個系統之一部分，系統已對外開放，開放方式如下：

☒不對外開放，理由為：(除醫療診斷用及政府機關公務用儀器外，教學或研究用儀器原則對外開放，如未開放須詳述具體理由)

☐醫療診斷用儀器，為醫療機構執行醫療業務專用。

☒儀器為政府機關執行法定職掌業務所需，以公務優先。

☐教學或研究用儀器，說明：_____

本儀器操作人員需具備空中探測相關經驗，空中飛行器須向民航局取得適航申請後方可使用，因此儀器擬不單獨開放租借，但可申請與本所合作執行。

五、儀器規格

請詳述本儀器之功能及規格，諸如靈敏度、精確度及重要特性、重要附件與配合設施，並請附送估價單及規格說明書。

1.詳述功能及規格：

動態範圍:±500,000 mGal

偏移量:每月偏移量≤3 mGal

取樣頻率:≥20 Hz

2.估價單(除有特殊原因，原則檢附3家估價單)

■僅附送 1 家估價單，原因為：洽國外原廠直接報價

六、廠牌選擇與評估

1.如擬購他國產品，請說明其理由。

☐ 國產品

■他國產品，原因為：特殊儀器專業性，國內並無廠商生產相關設備

2.比較可能供應廠牌之型式、性能、購置價格、維護保固、售後服務等優缺點，以及對本單位之適合性。

	Micro-g LaCoste	Canadian micro gravity		...
動態範圍	±500,000 mGal	±1,000 mGal		
取樣率	≥20 Hz	≥10 Hz		
購置價格	USD:700,000	USD:650,000		
售後服務	國內有代理商，售後服務較可能符合時效性	代理商在北京，售後服務可能因地域影響效率		
其它	動態範圍大，符合直升機地貌飛行模式。	動態範圍不夠大，直升機地貌飛行模式下可能導致資料溢位。		

七、人員配備與訓練

1.請詳列本儀器購進後使用操作人員簡歷(如有待聘人力，請於姓名欄位註明待聘，餘欄位填列待聘人力之學經歷要求)

姓名	性別	年齡	職稱	學歷	專長	有否受過相關訓練 (請列名稱)
陳棋炫	男	43	科長	博士	野外地質 地球物理	空中磁測相關教育訓練 地球物理資料逆推

2.使用操作人員進用、調配、訓練規劃(待聘人力須述明進用規劃)

☐ 無

■有，規劃如下：

1.預計採購後，請原廠技師赴台授予教育訓練。

- 2.操作人員以本所目前地質相關業務從業人員擔任，並輔以機關技工協助儀器之整理及保養維護。
- 3.有關空載探勘儀器之調查訓練，擬偕同本所與工業技術研究院共同開發空中磁力探測之技術團隊，實際利用空中磁力探測之航次，以直升機吊掛執行。—

八、儀器置放環境

1.請描述本儀器預定放置場所之環境條件。(非必要條件，請填無)

空間大小	20 平方公尺	相對濕度	20 % ~ 80 %
電壓幅度	無 伏特 ~ 伏特	除濕設備	無
不斷電裝置	無	防塵裝置	無
溫度	無 °C ~ °C	輻射防護	無
其他			

2.環境改善規劃

☒ 無，預定放置場所已符合儀器所需環境條件。

☐ 有，環境改善規劃及經費來源如下：

(1)擬改善項目包含：_____。

(2)環境改善措施所需經費計_____千元。

(3)環境改善措施經費來源：

☐ 尚待籌措改善經費。

☐ 改善經費已納入本申請案預估總價中。

☐ 改善經費已納入_____年度_____預算編列。

九、優先順序

請列出本儀器在機關提出擬購儀器清單中之優先購買順序，並說明其理由。

☒ 第一優先：為順利執行本計畫，建議預算充分支援之儀器項目。

☐ 第二優先：當本計畫預算刪減逾 10%時，得優先減列之儀器項目。

☐ 第三優先：當本計畫預算刪減逾 5%時，得優先減列之儀器項目。

理由說明：本案僅提出一項千萬以上申購需求，由於我國地質環境特殊，地下構造複雜，欲釐清各項資源分布條件，需綜合多項地球物理探勘資料，此些調查資料在各國早年已建置之國家基礎資料，我國過去進行過之調查受限於交通及地形以及施測點分布解析度不足，對於地下資源探勘及地下構造之釐清，仍有長足可進步之空間。

各國對於國土地下環境之探查單位均屬國家地質調查單位權管，本所為我國地質主管機關，各項調查科技及設備之充實，本為職責所在，引進設備後戮力進行國土地下資源探勘、協助地質災害調查，以及支援地下儲藏專案，如天然氣、核廢、二氧化碳等地下地殼環境勘查。

空載重力系統原廠報價單：



Quotation/ Pro Forma Invoice



222 Snidercroft Road
Concord, Ontario
L4K 2K1, Canada
Phone: (905) 889-2280 Fax: (905) 889-8403

TO: ITRI-Industrial Technology Research Institute
Material and Chemical Research Laboratory
No. 195, Section 4
Zhongxing Road
Zhudong Town, Hsinchu County 31040
Taiwan, R.O.C.

DATE: 04-Feb-20

PAGE: 1 of 3

ATTN: Mr. Tai Rong Guo

QUOTATION #: 142293Q

YOUR INQUIRY:

DELIVERY: 3-4 Months

QUOTATION VALIDITY: 90 Days

PAYMENT TERMS: Prepayment

No.	Item:	Description:	Unit Price	Quantity	Price (USD\$)
MGL DYNAMIC GRAVITY SYSTEM					
1	862063	TAGS-7 TURNKEY AIRBORNE GRAVITY SYSTEM	700,000.00	1	700,000.00

Meter includes:

- Worldwide Range, Full Force Feedback Sensor
- Double Oven Temperature Controlled Gravity Sensor
- Two-Axis Gyro Stabilized Platform
- Precision Servo Accelerometers
- Temperature Controlled Electronics
- Motorized Arrestment
- Digital Internal Pressure Gauge
- Main Power Cable
- Frame - Black Anodized Aluminum with suspension system
- Shock Cord - Shock Absorber Suspension
- Stable Platform - with two Torque Motors with Air-Piston Dampers
- Internal Control Electronics Contains:
 - 20 Hz Data Acquisition System
 - Full Force Feedback Beam Control
 - Digital Signal Processing Platform Control
- Onboard GPS Receiver
- Notebook Computer for real-time data display and backup
- Power Module Contains:
 - Torque Motor Amplifier Board
 - Quad Power Supply
- Auxiliary Heater Unit
- Operation Manual
- Uninterruptible Power Supply (UPS) / DC-AC Power inverter (20-32VDC and 115-230VAC)
- Aircraft Mounting Plate (hardware not included)
- Single Wooden Shipping Crate

Gravity Meter Spare Parts Kit:

- 19" 4-unit Rack Mount Case, includes:
 - Spare Power Electronics Box x 1
- Shipping/Storage Case for Spare Parts Kit, includes:
 - Spare Air Filled Vibration Mount x 4
 - Spare Gimbal Suspension Cord x 4
 - Air-Piston Damper x 2
 - Main Power Cable x 1
 - Spare Notebook Computer x 1



222 Snidercroft Road
Concord, Ontario
L4K 2K1, Canada
Phone: (905) 889-2280 Fax: (905) 889-8403

QUOTATION #: 142293Q

PAGE: 2 of 3

No.	Item:	Description:	Unit Price	Quantity	Price (USD\$)
	Gravity GPS System Hardware GPS Data Acquisition Units (base and aircraft) - Dual Frequency - Carrier Phase Recording - Geodetic Quality - 20 Hz Datalogging Capability - Airborne Dual-frequency Antenna - Base Station Dual-frequency Antenna - Base Station Field Unit - Antenna cables, system manuals, and accessories Gravity System Processing Software Contains the following applications: - Static/Kinematic GPS Processing Software - Micro-g LaCoste AGSys 6 Airborne Gravity Processing Software - Input GPS position/velocity/acceleration and gravimeter data - Output line-oriented free-air anomalies and diagnostics Gravity System Training at Micro-g LaCoste (3 days) Gravity System Integration and Training at customer location (5 days) additional day(s) at \$1,350 US/day - System Integration and Airborne Acceptance Assistance - Software and Hardware training				
2	EPD	EXPORT PACKING AND DOCUMENTATION	250.00	1	250.00
FCA Lafayette, CO, USA (USD\$)					<u><u>\$700,250.00</u></u>

SCINTREX LIMITED

Richard Lachapelle
International Sales Manager

玖、就涉及公共政策事項，是否適時納入民眾參與機制之說明

本計畫無涉及公共政策事項，惟若有調查工作進行涉及人民權利義務會相關法規，將拜會溝通說明取得支持。

拾、附錄

其他補充資料

(一) 本計畫預計開發及使用主要新型深層地熱探勘技術

1. 空中重、磁力探測系統(AM、AG)

本計畫將優先採用地調所於 2012 年度購入的三軸拖鳥(triaxial towed bird)進行探測，其外觀及各部分組成如圖 10-1 所示，是目前國際間最先進的空中地球物理探測載具之一。原始磁力量測數據需經一連串資料修正後，才能獲得全磁力網格(total magnetic intensity grid; TMI grid)，並據以進行後續資料處理與解釋等工作，包含(A)磁力線形(magnetic trend) (B)磁力特徵分析(C)磁力三維逆推。地層因其主要礦物組成差異，呈現不同的磁力特性，因此可以藉由磁力異常圖及三維磁力模型，來分辨地下岩體分布，進而推估地質構造。高溫流體與圍岩作用後，造成岩層磁感率降低，由磁力三維模型中岩體磁感率之空間分布，並參考地質構造及其它如地電阻或震波速度成像等資訊，可據以進行地熱構造解釋。

本計畫為增進探測效益，擬於本計畫新購空載重力儀，經比較國際上之儀器規格，期望廠牌為加拿大製造之 Micro-g LaCoste，型式為適合空載探測之 TAGS-7 (圖 10-2)，重力探勘屬於相對成熟之地球物理探測技術，其空載測量方式為將其改裝固定於直升機上，經過適航申請及認定後，隨空中磁力測量航次同時進行，探測重點為重要地質構造邊界，可能為代表岩體邊界或重要裂隙，也為地熱探勘重要之一環。

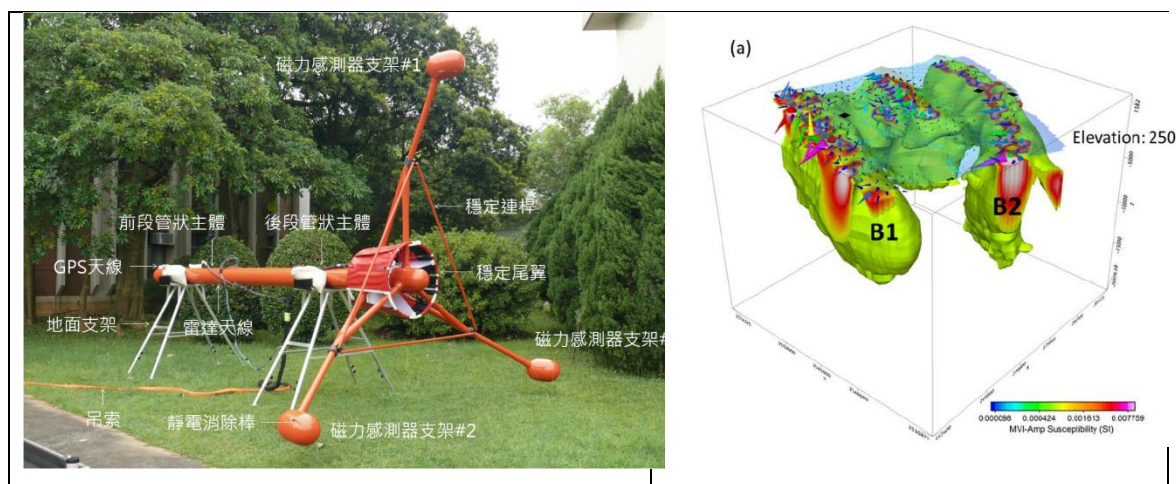


圖 10-1 地調所引進之空中磁力探測三軸托鳥設備於海岸山脈南段測製到地下高磁體成果

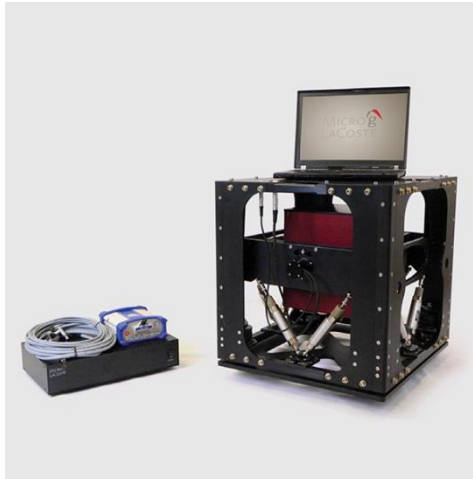


圖 10-2 本計畫預計新購之空載重力探測系統(加拿大製造之 Micro-g LaCoste)

2. 空中電磁探測(AEM、APEM)

空中電磁探測(airborne electromagnetic survey, AEM)可分為主動式(active)與被動式(passive)兩種，主動式空中電磁探測從空中發射人造電磁信號，並接收地球感應的二次電磁場，被動式空中電磁探測的信號來源則為太陽風及遠地的閃電。透過資料分析能獲得地下電性地層的空間分布，並進一步推測地下地質構造，對地層中的粘土、水、鹽、金屬礦化和地下空洞等相當敏感。早在 1950 年代 AEM 即已廣泛應用於地下資源探勘，早期 AEM 探測係以主動式高頻電磁波為主，探測深度約在數百公尺之間。近年來，儀器設備及電腦運算能力大幅提升，被動式空中電磁探測也逐漸被應用於地下構造、礦產及地熱等探勘。目前蒐集到加拿大 GeoTech 公司的 ZTEM 和同為加拿大 ExpertGeophysics 公司的 MobileMT 是比較可行的系統，量測方式略有不同。直升機搭載的 ZETEM 系統，僅量測電磁波的 Z (tipper)分量，量測頻率介於 30 Hz 至 720 Hz 間，探測深度約可達 2 km。MobileMT 則比較接近傳統的聲頻大地電磁(Audio Magneto-Tellurics, AMT)量測，其磁力感測器可同時量測 X、Y 與 Z 分量的磁場，在地表佈置兩組平行的電偶極，同時量測 X 及 Y 方向的電場，以便後續計算視電阻率(圖 10-3)，系統量測頻率介於 20 Hz 至 30,000 Hz 間。綜合前述量測項目與頻率範圍比較，預計採用 ExpertGeophysics 公司的 MobileMT 系統，以獲得較完整的地下電性地層資訊。



(a) 空載磁場量測器

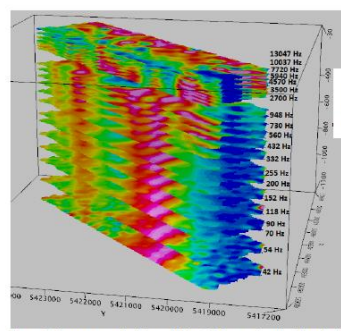


Figure 8: Apparent conductivity grids for 20 frequencies distributed with depth in 3D view.

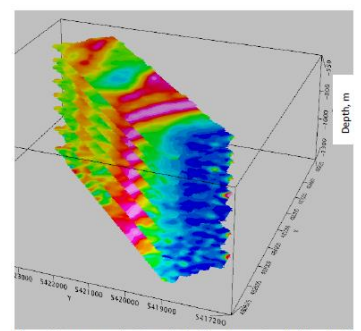


Figure 9: Apparent conductivity grids for 7 low frequencies distributed with depth in 3D view.

圖 10-3 ExpertGeophysics 公司的 MobileMT 系統(摘自 ExpertGeophysics 公司簡介)

3. 寬頻大地電磁補充調查(MT、UMT)

探測地熱蓋層、地下水或熱水之分布，國際上主要使用大地電磁法調查地下電阻值之分布，量測的頻率越低，探測深度可深到地下數公里，通常以地層平均電阻率計算膚表深度(skin depth)，反算對應的頻率，計算欲達到 5 km 測深，最低頻率至少需達之 Hz 數。以前的探測儀器，探測頻段較窄，僅有高頻或低頻的獨立選項，隨著技術進步，本計畫將採購加拿大 Phoneix 公司最新一代的超寬頻大地電磁(Ultra-wideband Magneto-Telluric, UMT; 圖 10-4)系統，進行現地量測，也為訓練國內探勘廠商之基礎設備。該設備能同時量測 10^{-4} Hz 至 10^4 Hz 間磁場與電場訊號，此系統與國內廣泛使用的 MTU-5A 系統相容，具有效能與解析度更高、體積重量及用電量更小等優點。

資料前處理之目的在於將磁場與電場的時間序列紀錄，經處理後轉換成阻抗張量及測深曲線，供定性分析及後續定量逆推使用。本計畫將採用 Phoneix 公司最新開發的 EMPower 資料管理與前處理軟體，相較於搭配 MTU-5A 系統的 SSMT2000 及 MTEditor 軟體，EMPower 具有計算更快速及資料管理更有效率等優點，並以國際間通用的 EDI 交換格式，作為前處理後的成果檔案，收錄到的檔案將採用 Mod3DMT 軟體(Kellbert et al., 2014)進行大地電磁三維逆推。過去經驗顯示不同逆推程序將導致不同的結果，最後可能會誤導地下模型解釋，因此本計畫將著重在相關施測及後續分析之規格訂定，以確保未來探勘有穩定可靠之分析結果。



圖 10-4 本計畫預計使用的 Phoenix MTU-5C 超寬頻大地電磁系統