

計畫編號: 109-D0102

經濟部研究機構能源科技專案 年度執行報告

109 年度「地熱發電整合推動與技術 研發計畫」(2/3) (第 2 年度)

年度計畫：自 109 年 01 月 01 日至 109 年 12 月 31 日
執行單位：財團法人工業技術研究院

中 華 民 國 110 年 3 月

經濟部研究機構能源科技專案
年度執行報告

109 年度「地熱發電整合推動與技術研發
計畫」(2/3)
(第 2 年度)

受委託單位：財團法人工業技術研究院

研究主持人：韓吟龍

協同主持人：杜培欣

研究期程：中華民國 109 年 1 月至 109 年 12 月

研究經費：新臺幣 6,000 萬元

經濟部能源局 委託研究
中華民國 110 年 3 月

(本報告內容純係作者個人之觀點，不應引申為本機關之意見)

經濟部研究機構能源科技專案 109 年度期末審查意見回復表

計畫編號：109-D0102

計畫名稱：109 年度「地熱發電整合推動與技術研發計畫」(2/3)

執行單位：財團法人工業技術研究院

NO	審 查 意 見	執 行 單 位 回 復 意 見
1	計畫本年度獲證「水溶氣體採樣組件」專利一件，未來可推廣應用於地熱地球化學採樣工作中，請補充說明其與本計畫之關聯。	感謝委員指教。 本專利為106年度執行「高效能地熱發電研發計畫」所申請之專利，其設計目的為採集井下未解壓流體。相關說明補充於p.137。
2	建議可多加補充本計畫所完成地熱電廠預診模組開發，透過電廠運轉監測所產生之各種資料進行大數據分析，以人工智慧與深度學習技術智能化管理易損壞設備，並提早預測這些設備元件之更換等實績。	感謝委員建議。 本年度工作專注於遠端監控系統之建置，預診模組開發尚屬測試及規劃，僅於監控系統介面中以虛擬呈現，尚未以實際電廠運轉資料進行模型演算。 110年規劃以清水300kW電廠運轉資料進行模型建置及驗證，並續與其他地熱開發業者洽談，蒐集與分析更多實際數據，以提高預診模組的可信度。
3	pH <3 的高腐蝕性流體仍無法通過當前可行之商業技術進行管理，未來大屯山進行開發時，本計畫建議開發商仍應審慎考量酸腐蝕及井體長期穩定性，但在兼顧成本及材料特性的考量下，開發適合於高溫環境下的抗蝕鍍層，而本年度目標是完成雙層合金長管技術開發與量產化，並考量以鎳基合金為主導入評估雙層離心鑄造、長管熔射與長管管內電鍍等，是否有其他可能解決方案？	感謝委員指教。 本工作項目為108年度研發成果，可用於延長管材壽命，其他可能解決方案有： (1) 搭配外層耐酸蝕技術(如耐酸蝕水泥)。 (2) 於酸性流體區段使用鈦金屬、哈氏合金、雙相鋼等商業耐酸蝕管材。 投資廠商可評估其壽命與成本，選擇合適之可行方案。
4	如果結元公司無法於開發期兩年的限期內完成大屯山硫磺子坪地熱發電1MW的電廠，團隊要如何因應？	感謝委員指教。 硫磺子坪示範電廠開發執行期間倘涉及技術部份及行政程序，團隊將協助能源局提供必要之協助，至於財務或其他營運考量，團隊原則尊重業者規劃。

5	根據團隊大屯火山微震與地電的監測，所提出的地熱概念模型，如何得到學理的驗證？與〈大屯火山觀測站〉的工作有何連結？	感謝委員指教，茲說明如下： 〈大屯火山觀測站〉主要任務為監測火山活動，其微震觀測資料亦納入本案基線調查中，以求完備。 地物調查屬間接探勘，其所建構的概念模型可透過鑽井直接探勘獲取地下資訊驗證準確性或進行模型修正。
6	年度重要推動成果中，幾個場址都遇到「缺乏地熱模型」與「鑽井工程經驗不足」的共同困境，如何克服宜進一步說明。	感謝委員指教。 本計畫團隊具備地熱資源調查、地熱模型建置與鑽井井程設計規劃等技術能量，後續亦將致力於協助並引導各案場以相應之技術克服其遭遇困境。
7	本計畫因應新冠肺炎疫情影響，計畫架構及查核點已修正修訂，建議說明主要執行計畫變更部分例如出國、原定由紐西蘭GNS 執行之現地補充調查項目等項目，及其執行成效。宜進一步說明GNS 執行內容。	感謝委員建議。 本年度原訂現地補充調查項目經雙方共同確認後，由團隊完成20處大地電磁調查及13處水質採樣，續交紐方確認品質及分析。並於分析完成後整併更新大屯山地熱概念模型、調整優先開發建議區域及提供鑽井建議。
8	本計畫欲針對目前正在進行中的地熱開發案，共計 9 處 20 個案場進行開發進度之輔導與追蹤，隨時主動解決個案設置障礙，提供必要的技術與行政協助俾利加速推動分散式電廠建置。宜列表說明其建置地點、容量與主要提供的技術。	感謝委員建議。 已補充相關資訊如表7及圖46。
9	本報告在重要突破或代表性結果提及「成功輔導台東金崙全陽案場與國際大廠Schlumberger 完成簽約，正式訂購並引進國內第一台耐高溫井下電泵設備作為產能提升裝置使用，解決東部案場普遍存在之熱液自湧量不足及結垢問題」，但未見相關說明。	感謝委員指教。 本計畫於108年積極媒合全陽地熱與國際大廠Schlumberger，雙方於108/12/01完成井下電泵引進簽約。 今年度團隊亦擔任技術顧問，根據產能測試評估結果提出井下電泵設備規格調整建議，續經三方多次技術研商後，於109/08/24完成設備異動契約更新，並規劃於110年第一季完成交機安裝。
10	在地熱發電資訊網中，幾乎都來自經濟部所屬單位，學術單位除科技部外，仍未見有中研院相關資料的呈現(期中報告時有建議)。	感謝委員建議。 本計畫將朝委員建議方式辦理，惟仍先就資料之權屬及利用方式，徵詢主管機關同意後，辦理後續資料整合。

11	在結論與檢討論述過於薄弱，只有成果說明卻未見任何檢討，應再加強。	感謝委員指教，遵照辦理。 已依各子項工作重點補充相關描述，修訂於內文p.142~p.145。
12	有關實際成果之經濟效益(促進投資72頁11件)約594,000仟元，請保守估算，非單屬本計畫推動成果應刪除(Ex:國家隊)。	感謝委員建議。 依委員建議，已將國家隊推動成果移除，並保守估算其他項次，修訂於內文p.122~p.123。
13	GNS 合作案例列出”盲區”可能有高溫發展潛力，請再補充說明。	該”盲區”係GNS依據地化補充調查成果及其地熱田評估經驗，推估金山與硫磺子坪間之空間應具開發潛能，惟尚缺地表徵兆及其他明確證據支持，仍待進一步調查評估。

目錄

109 年度政府部門科技計畫年度摘要報告	i
壹、前言	1
一、研究背景	1
二、研究目的	3
貳、技術應用之情境	5
一、應用情境與衍生之技術需求	5
二、專利佈局說明	6
三、產業化佈局說明	7
參、計畫執行情形	8
一、計畫實際執行內容	8
(一) 地熱電廠示範與推動	8
1. 大屯山酸性示範電廠推動	8
2. 分散式地熱電廠推動	29
(二) 地熱開發輔導與潛能調查	36
1. 申設法規協調	36
2. 地熱資訊更新及網站維護	63
3. 示範案場輔導	74
(三) 國際技術合作	86
1. 大屯山資源評估與驗證	86
2. 地熱電廠建置與營運專家課程	101
二、實際進度與預定進度比較	103
三、查核點說明	104
四、目標達成情形	106
五、計畫延長或變更執行情形	111
肆、執行績效說明	116
一、人力運用情形	116
二、經費運用情形	117
三、研發成果收入	118
四、重要成果統計	119
五、重要成果清單	120
六、重要績效指標(KPI)統計	135
七、重要成果說明	137

八、性別主流化推動成果說明140

伍、結論與檢討 142

陸、參考文獻 146

柒、附件 147

附件一、計畫變更前後對照表147

附件二、研究成果照片及說明179

附錄、節能與環保成效自評說明187

圖目錄

圖 1、全球前 10 大地熱發電國家裝置容量統計	2
圖 2、地熱發電示範區位置圖(金山區頂中股段硫磺子坪小段).....	12
圖 3、硫磺子坪地熱發電示範區展延計畫預定進度	12
圖 4、大屯微震網測站分布圖	15
圖 5、2014~2019 年每月地震數量統計圖	15
圖 6、大屯微震網震源位置分布圖	16
圖 7、微震發生深度與次數直方圖	16
圖 8、大屯微震網震央分布圖與速度對應關係	17
圖 9、大屯火山區高精度微震定位速度成像(0-1,800m).....	18
圖 10、大屯火山區高精度微震定位速度成像(2,400-4,200m).....	19
圖 11、108 年度更新之大屯山地熱概念模型	22
圖 12、大屯山潛在可開發地區	23
圖 13、大屯山潛在可開發地區之地形坡度分析圖	24
圖 14、大屯山潛在可開發地區之地形坡度套繪地籍線圖	25
圖 15、北投磺溪地熱區及其周圍之地形與地質分布圖	26
圖 16、北投磺溪地熱區及其周圍地質災害潛勢圖	27
圖 17、編號 2 潛能區可開發區區域圖	28
圖 18、電廠資訊遠端監控與管理設計示意圖	32
圖 19、電廠遠端監控系統-環控系統即時監控.....	32
圖 20、電廠遠端監控系統-發電系統即時監控.....	33
圖 21、電廠遠端監控系統-生產/回注系統即時監控	33
圖 22、電廠遠端監控系統-發電營運即時資訊.....	34
圖 23、電廠遠端監控系統-生產/回注歷史資料查詢	34
圖 24、電廠遠端監控系統-發電系統歷史資料查詢.....	35
圖 25、智能化無人電廠預診分析系統示意圖	35
圖 26、地熱發電申請探勘作業流程(初稿)示意圖	38
圖 27、非都市土地地熱發電開發審議作業規範草案流程圖	40
圖 28、土場地熱區土地區位圖	41
圖 29、大屯山地熱區土地區位圖	42
圖 30、知本地熱區土地區位圖	43

圖 31、金崙地熱區土地區位圖	44
圖 32、瑞穗地熱區土地區位圖	45
圖 33、地熱發電資訊網地熱潛能區推動現況示意圖	65
圖 34、地熱資料查詢平台-首頁	66
圖 35、地熱資料查詢平台-以台東地區金崙潛能區為例.....	66
圖 36、地熱資料查詢平台-可查詢資料內容.....	67
圖 37、地熱發電資訊網英文版雛形-首頁	68
圖 38、地熱發電資訊網英文版雛形-標題區.....	69
圖 39、地熱發電資訊網英文版雛形-台灣地熱發展背景介紹	69
圖 40、地熱發電資訊網英文版雛形-台灣地熱開發目標與策略	70
圖 41、地熱發電資訊網英文版雛形-台灣地熱潛能區介紹.....	70
圖 42、地熱發電資訊網英文版雛形-台灣地熱開發案場分布	71
圖 43、地熱發電資訊網英文版雛形-地熱推動現況.....	72
圖 44、地熱發電資訊網英文版雛形-各縣市地熱推動現況.....	73
圖 45、地熱發電資訊網英文版雛形-媒體區.....	73
圖 46、我國地熱發電推動現況	81
圖 47、地熱開發技術流程示意圖	82
圖 48、地球物理探測工作流程圖	83
圖 49、綜合判釋鑽井場址案例	83
圖 50、地熱試驗井井程設計示意圖	84
圖 51、地表產能測試設施與產能井頭閥門組示意圖	84
圖 52、地熱儲集層數值模擬程序	85
圖 53、地球化學採樣點位及熱液受岩漿來源分布圖	95
圖 54、109 年大屯山地熱概念模型更新	96
圖 55、大地電磁補充調查測點分布	96
圖 56、各測站視電阻率測深曲線	97
圖 57、大地電磁逆推三維電性模型	98
圖 58、大地電磁電性模型垂直剖面	99
圖 59、本年度修正後之優先開發區塊建議	100
圖 60、深層酸性地熱井腐蝕控制及材料選擇指南	100
圖 61、「地熱發電本土化設備測試平台」討論會議 (109.2.5)....	179
圖 62、臺東縣政府成立綠能推動辦公室 (109.5.18)	180

圖 63、重合里頂中股段硫磺子坪小段里民說明會 (109.9.8)180

圖 64、延平鄉紅葉溫泉部落會議 (109.9.15)181

圖 65、台灣創新技術博覽會地熱展品解說 (109.9.26)182

圖 66、元智大學綠色能源講座 (109.9.29)183

圖 67、新北市萬里地熱能探勘第三次說明會 (109.10.25)184

圖 68、大屯火山微震觀測網站址現況 (109.11.6)185

圖 69、大潭廟口社區講座-綠能科技與人文系列 (109.11.11).....186

圖 70、台電仁澤開發案部落會議 (109.11.21)186

表目錄

表 1、大屯山硫磺子坪地熱發電示範案查核點變更.....	11
表 2、我國地熱開發案場列表(統計至 109 年 12 月底).....	31
表 3、地熱開發主要涉及管制法令彙整表.....	50
表 4、非都市土地開發審議作業規範總編與地熱相關條文.....	51
表 5、總編與專編初擬草案方案比較分析表.....	62
表 6、示範獎勵案場規劃資訊與開發進度.....	79
表 7、歷年地熱案場需求與輔導內容說明.....	80
表 8、大屯火山地球化學模型.....	94
表 9、國際酸性電廠案例回顧摘要列表.....	94
表 10、地熱電廠建置專家課程規劃內容.....	102
表 11、地熱電廠運作與維護課程規劃內容.....	102

109 年度政府部門科技計畫年度摘要報告

計畫名稱：109年度「地熱發電整合推動與技術研發計畫」(2/3)			計畫編號：109-D0102	
主管機關：經濟部能源局			執行單位：財團法人工業技術研究院	
計畫主持人：韓吟龍		協同主持人：杜培欣		計畫聯絡人：彭筱涓
聯絡電話：06-3636626			傳真號碼：06-2785292	
年度期程：自109年01月01日至109年12月31日				
經費：新臺幣		60,000	千元	投入人力：15.9 人年
執行進度 (%)	期 間	預 定 (A)	實 際 (B)	比 較 (B-A)
	當 年	100	100	0
經費支用 (新臺幣千元)	期 間	預 定(C)	實 際(D)	支 用 率(D/C) (%)
	當 年	60,000	60,000	100
主要執行成果	一、計畫內容概要	本年度計畫主要可分為地熱電廠示範與推動、地熱開發輔導與潛能調查及國際技術合作三大項。		
		1. 「地熱電廠示範與推動」可分為兩項，大屯山酸性電廠推動除協助能源局針對硫磺子坪示範電廠探勘期進行履約管理，並建立大屯山區域微震背景基線資料庫，俾利後需地熱電廠開發使用，亦鏈結地熱政策推動與國際合作成果，將108年度GNS評估成果進行地籍、地形套繪與分析，劃設可開發區，俾利後續公告於網路提供開發業者作為投資參考；分散式電廠推動則投入無人化自動運轉監控系統開發，達成降低電廠運維及人事成本之目的，增加民間業者投資意願。 2. 「地熱開發輔導與潛能調查」包含三項工作，法規面以「簡政便民」為主要方向，釐清地熱探勘階段法規適用性，降低對法規見解之歧異，明確非都市土地使用變更作業及確立行政主管機關，以利後續辦理開發階段土地變更，另針對示範獎勵辦法進行滾動式修正，強化示範獎勵案履約管理機制，使得政策效益最大化；其二針對地熱發電資訊網站進行維護改善工作，建立地熱探勘資料查詢平台、執行資通安全維護作業及建置英文版網頁；其三則持續針對目前正在進行中的地熱開發案，共計9處21個案場(至109年底)進行開發進度之輔導與追蹤，隨時主動追蹤解決個案之設置障礙，提供必要的技術與行政協助，俾利加速推動分散式電廠建置。 3. 本年度「國際技術合作」啟動「大屯火山區地熱開發風險降低計畫」，年度成果調整第二優先開發區至紗帽山南緣，因其坐落於地熱上湧區(地熱谷及硫磺谷)，具高度岩漿來源比例和氧化酸性條件。另大屯山酸性地熱電廠開發規劃，綜整國際七處酸性電廠開發案例，評估其酸性流體造成井設施內部和外部酸蝕化學機制與克服方案，歸結高酸蝕性(pH<3)流體仍無當前可行之商業成熟技術，建議開發商應審慎考量酸腐蝕及井體長期穩定性。		

二、計畫執行成果	(一) 重要突破或代表性成果	● 依執行經驗滾動式修正示範獎勵辦法，研擬「示範獎勵辦法修正草案」以強化示範獎勵案履約管理機制，使得政策效益最大化。 ● 完成「地熱發電申請設置審查及作業流程(第一型及第三型)(初稿)」、「國有非公用土地申請地熱開發作業流程(初稿)」及「地熱發電申請探勘作業流程(初稿)」，供後續各地方政府地熱發電申請參考。 ● 為加速我國地熱資源開發，本年度持續與紐西蘭 GNS 進行國際合作，啟動「大屯火山區地熱開發風險降低計畫」，除由計畫團隊執行補充調查並與 GNS 進行技術交流外，另將由 GNS 綜合判釋所得結果，針對大屯山酸性地熱電廠開發建議及可行性，作為未來政策參考依據。 ● 本計畫於 108 年積極媒合台東金崙全陽案場與國際大廠 schlumberger 完成簽約，正式訂購並引進國內第一台耐高溫井下電泵設備，作為產能提升裝置使用；今年度本計畫團隊亦擔任技術顧問，根據產能測試評估結果提出井下電泵設備規格調整建議，持續推動案場開發進程；該案場已規劃於 110 年完成設備安裝、電廠建置及環控配置規劃，加速推動分散式電廠建置。
	(二) 對於產業或社會所衍生貢獻或價值	● 本年度因地熱推廣辦理得宜，成功促進大量廠商投入地熱開發，包含探勘井鑽鑿與產能測試、井下電泵購置、智能化電廠設計規劃、辦理示範獎勵申請、洗井工程、耐酸蝕管材開發及地球科學探勘等共計 7 項投資項目，總計促進投資金額將近 2 億元。 ● 由於業者大量投入地熱開發，亦促進大量就業機會，經統計各案場依其業務需求，總計增加 24 個就業人次。 ● 本年度持續推動示範獎勵辦法，累積至 109.12.31 共計推動 16 家廠商提出申請，7 家通過審查(其中 6 家完成簽約，總計可增加 5.5MW 裝置容量，1 家放棄簽約)，1 家未通過審查，本年度新增之 8 案續依行政流程進行審查。 ● 推動宏崙、太乙公司投入地熱發電產業，執行地熱資源調查與評估作業，並啟動生產、回注井鑽鑿工程，預期將完成 2MW 民營商轉地熱電廠。 ● 推動全陽地熱公司建置地熱電廠，今年度已完成發電機組購置及智能化電廠規劃與設計工作，規劃於 110 年正式併網商轉。 ● 促成台東縣延平鄉公所與台泥綠能進行合作，執行紅葉溫泉園區地熱開發案，已於 109.12.31 獲縣府同意進行地熱探勘井鑽鑿，預期將完成 1MW 地熱電廠並達成地熱/溫泉多目標利用。

		(三) 創新效益	● 本年度地熱推廣工作亦透過地熱計畫技術擴散，提供技術服務予各地熱開發民營業者，協助突破地熱開發瓶頸以順利完成開發，並藉此加速各案地熱電廠開發效率。成果運用獲得總收入總計共 3 件 262 萬元，其中包含地球科學調查、耐酸蝕管材開發及無人化電廠建置共 3 項服務項目。 ● 專利獲證 1 件，「水溶氣體採樣組件」(專利證號：I687667)，設計目的為採集井下未解壓流體，運用可調式壓力開關及機構組合設計，並可串接採樣裝置，同時於井下不同深度進行採樣，未來可推廣應用於地熱地球化學採樣工作中。 ● 完成無人化監控系統之建置，將可取代傳統以人力進行電廠運轉操作及現場工安維護等工作，利用電廠遠端監控系統可有效降低分散式地熱電廠之人事、運維時間成本，將可增加業者投入開發意願。
計畫變更說明：			
1. 配合執行業務需求，調整計畫人力配置，變更後計畫總人月數與經費不變，詳細人力配置調整細節請參考第參章第五節-計畫延長或變更執行情形。(109年5月19日能技字第10900174450號函同意備查) 2. 為配合國家「嚴重特殊傳染性肺炎」(COVID-19)防疫政策，取消1項國外出國計畫及1項國際合作工作項目，並因應前述工作調整，進行計畫經費運用及工作查核點變更，變更後計畫總經費與總人力不變，詳細計畫變更內容請參考附件一說明。(109年6月23日能技字第10900556390號函同意依變更後計畫書辦理計畫執行) 3. 配合執行業務需求，調整計畫人力配置，變更後計畫總人月數與經費不變，詳細人力配置調整細節請參考第參章第五節-計畫延長或變更執行情形。(109年10月8日能技字第10900072940號函同意備查)			
落後原因： 無			
因應對策（檢討與建議）：無			

註：請依計畫類別「技術研發」(包含綠能科技前瞻技術研發、能源相關產業關鍵技術研發)或「業務推動」(包含政策法規評估研擬、能源應用示範推廣、能源市場管理輔導等)2 類，分別說明重要成果。

壹、前言

一、研究背景

地熱為淨潔之再生能源，發電技術成熟且已商業化，自 1960 年代起蓬勃發展，迄今已有廿餘國擁有地熱發電廠，全世界地熱發電裝置量以平均每年 6.2% 成長(Lund, 2005)。根據 ThinkGeoEnergy Research 於 2020 年初的統計(圖 1)，全球地熱發電總裝置容量至 2019 年底已達 15,406 MW_e，由美國、印尼及菲律賓分列前三名，目前約有 76 個國家投入地熱開發。地熱專家預測，由於相關技術將持續精進，因此未來地熱發電的成本將持續下降(Fridleifsson, 2001)，成為所有再生能源中投資成本最低的。美國、菲律賓、墨西哥、印尼、日本、紐西蘭、冰島等地熱發電先進國家，其發電裝置容量具相當規模，發電成本已與一般電價接近，加上供電品質穩定，對舒緩尖峰用電壓力助益很大，為極佳之替代再生能源。以環境保護角度觀之，地熱發電所釋放之二氧化碳及硫化物遠比其他火力發電為少，對環境影響之衝擊相對較低，國內蘊藏地熱資源豐富，應該加以重視並積極開發利用。我國進口能源佔 97% 以上，如何降低對國外資源的依賴度及二氧化碳的排放量，為我國亟需努力的目標。地熱能源是一種獨特的發電資源，同時具備與風力、太陽能相同之潔淨、再生特性，且發電運轉率高達 9 成，可視為基載電力，使地熱發電持續受到全世界政府與民間機構之關注。

利用再生潔淨能源來發電已是世界各國明顯的發展趨勢，地熱能源是所有再生能源中最有效率且低成本的項目之一，全球的地熱能源的開發與發電技術的研發也正蓬勃發展當中。我國位於環太平洋火環帶，具備開發地熱發電的先天優勢條件，為配合全球的趨勢發展，政府在研擬「再生能源發展條例」階段，即已明列地熱發電為再生能源發展的一環。除了展開相關政策制訂之規劃與檢討之外，並在 95 年度啟動了清水地熱區的地熱發電潛能評估與電廠籌設的前期技術研發與規劃工作。「再生能源發展條例」在 98 年 6 月立法院通過後，為改善發展再生能源的投資環境，再生能源躉購電價目前已在 99 年 1 月 25 日公告並定期修訂之，尤其是地熱發電之躉購電價在 107 年 1 月 8 日再次調漲，預估未來相關的法案與措施逐漸完備後，可有效促進民

間企業投入發展各種再生能源產業的意願。

台灣本島除大屯火山區屬火山型地熱，餘皆屬裂隙熱水型地熱，雖具備溫度條件，但對於蘊藏量與分布範圍仍須進一步調查與研究，方有利於地熱能源與發電的永續經營。國內過去曾於 1981 年在宜蘭縣的清水地熱區建構一座 3 MWe 先驅試驗發電廠，由台電公司負責電廠運轉試驗、中油公司負責地熱井場管理。該發電機組為單閃發蒸汽發電方式，僅利用地熱總產量中 10~20% 之蒸汽，大量之高溫熱水則排放未用，因供汽條件(壓力、流量)未能滿足發電機規格，發電效率始終偏低。清水地熱區因地熱產量逐年衰減以致發電量亦隨之遞減，於 82 年 11 月停止發電試驗，累計運轉時間長達 12 年有餘。產能衰減原因主要為未充分掌握儲集層特性，生產過程未達最佳生產管理及過度生產造成生產井結垢所致。為開發我國地熱發電產業，除政策之鼓勵措施外，在資源調查與開發技術方面亦應著墨，除針對過去地熱產能不穩定性的問題，開發相對應的技術外，亦應積極投入潛能區的資源調查評估工作。此外，深層地熱發電為未來地熱能源的開發區式，我國應盡早投入相關研究，以符合 2030 年地熱發電裝置容量 250MW 的政策目標。

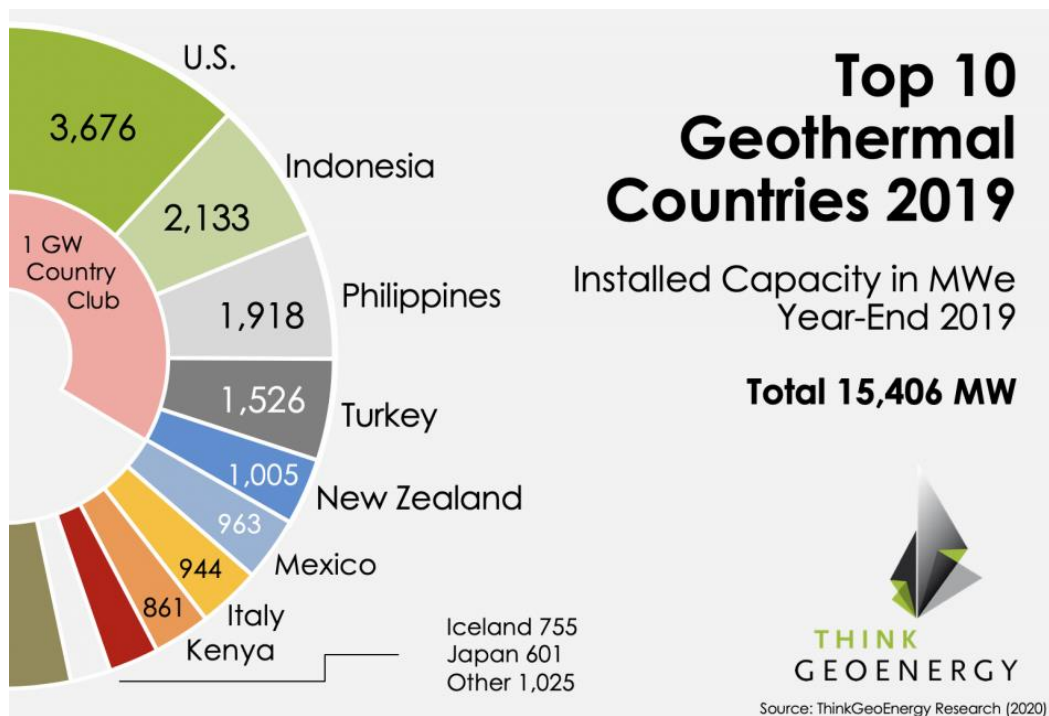


圖 1、全球前 10 大地熱發電國家裝置容量統計

二、研究目的

本計畫延續 95 年度「地熱發電技術開發推動計畫」、96-97 年度執行的「地熱發電技術開發及多目標利用推動計畫」、99-101 年度「地熱能源永續利用及深層地熱發電技術開發」、102 年度「深層地熱發電技術研發計畫」計畫執行成果、103 年度執行的「高效能地熱發電技術研究計畫」及 104 年度執行的「高效能地熱發電技術研發計畫」計畫執行成果。自 106 年起開始進行情程三年之「高效能地熱發電技術研發計畫」至今，從技術面及政策面具體促進我國傳統地熱發電的實現與永續利用之達成，並逐步展開國內深層地熱開採技術發展與發電潛能評估等工作。

本計畫之年度目標計包括：

- (一)依據 FY108 國際同儕審查成果，完成大屯山可重新評估大屯山地熱潛能區可開發量，同時盤點建議開發區塊之土地利用情形與歸屬，確定大屯地熱區可開發潛力。
- (二)彙整各地方政府於地熱探勘階段執行作法，釐清地熱探勘階段申設適用法規。透過具體行動排除地熱電廠建設之相關行政與法規障礙，研提並落實促進民間投資開發之具體作法。
- (三)完成變質岩區及火山岩區地熱案場技術輔導各一案。
- (四)藉由國際合作釐清大屯山地熱區熱液及酸性來源，酸性/中性儲集層狀態與分布情形，做為區塊開發探勘井鑽井建議，提供中央政府地熱資源探勘成果及導引產業開發目標。
- (五)藉由地熱案場輔導，針對變質岩地熱電廠位處偏遠不易管理之現況，投入地熱電廠無人化自動運轉監視系統規劃與設計，期降低地熱業者整體投資成本，提供地熱電廠營運管理對策。

109 年度關鍵工作重點如下：

1. 地熱電廠示範與推動

- (1) 大屯山酸性地熱電廠推動。

(2) 分散式地熱電廠推動。

2. 地熱開發輔導與潛能調查

(1) 申設法規協調。

(2) 地熱資訊更新及網站維護。

(3) 示範案場輔導。

3. 國際技術合作

(1) 大屯山資源評估與驗證。

(2) 地熱電廠建置與營運專家課程。

貳、技術應用之情境

一、應用情境與衍生之技術需求

1.地熱流體傳輸四維成像技術

- (1)地熱流體成像技術乃利用地熱流體經過地層裂隙後產生流動電位與電阻變化的特性，透過精密量測系統的開發與三維數值逆推所獲致的不同時間切片圖，以精確估計裂隙分布位置的變化，可提供地熱蘊藏潛能評估與地熱田監測的重要參考資訊，本項技術已於 108 年度完成技術開發。
- (2)熱流體成像技術將開發一套可同時量測自然電位與人工電位的自動雙工監測電探系統，運用於地熱田環境上，以既有的金屬井孔為線性場源，可突破解析度與探測深度無法兼得之限制，提升國內地熱資源開發能力。
- (3)自動雙工監測電探系統可依不同之探測目的需求，提供適度的資料收集與電極配置模式變更，除了應用於地熱開發與監測上，亦可多方面應用於海水入侵、地下水污染、邊坡滑動面監測等領域。

2.耐酸蝕井管金屬材料技術

- (1)本工作項目已於 108 年度計畫完成開發，在兼顧成本及材料特性的考量下，投入適合於高溫環境下的抗蝕鍍層開發，並考慮現行業界所使用之管材為直徑 7 吋長度 4 米之耐蝕金屬管材，於同年度完成雙層合金長管技術開發與量產化，並考量以鎳基合金為主，導入評估雙層離心鑄造、長管熔射與長管管內電鍍等，可用於延長管材壽命。
- (2)為降低火山區地熱發電廠的開發成本，亦投入評估目標場址的腐蝕環境，做為耐酸蝕管閥件材料之選用依據，並透過對現地環境分析，建立環境參數資料庫，包含溫度分佈、pH 分佈、及組成成分分佈等。匯集這些資料後，以熱力學平衡狀態下的電化學及化學平衡式，

建構鐵系材料的 E-pH 圖，用以評估現有碳鋼材料或不鏽鋼系列材料是否可用於標的場址，並得到各材料之適用區段涵蓋範圍。

3. 智能化電廠運轉監測與分析技術

- (1) 考量國內地熱電廠多為小型分散式電廠，亦常地處偏遠且維護困難，因此，投入與「降低電廠運維及人力成本」、「提高電廠運轉率」之相關技術，並可使售電收益提升為地熱電廠營運階段之首要課題。
- (2) 本計畫於 109 年度首先投入智能化無人遠端監控系統之規劃與雛型建置，並透過雲端伺服器即時掌握電廠運轉資料，研發目的為整合資料旁收、截取及管理技術，提高營運管理效率及售電收益，增加地熱開發業者投資意願。
- (3) 本項技術未來將投入地熱電廠預診模組開發，透過電廠運轉監測所產生之各種資料進行大數據分析，以人工智慧與深度學習技術智能化管理易損壞設備，並提早預測這些設備元件之更換時效。

二、專利佈局說明

1. 自動化產能測試裝置

地熱電廠的發電量與該場址地熱生產井之產能數據有很重要之關係，目前相關之專利多注重在產能推估技術而非產能測試設備，本計畫將結合過去地熱井產能測試之經驗，建構一套具有可移動性、高精確度的產能測試系統，該系統可以透過即時量測，估算地熱井的實時產量，做為未來地熱井開發與地熱發電設備設計的參考依據。

未來產能測試技術發展上可切入之量測系統設計如下：

1. 自動化量測：一般來說預開發地熱的區域地點都非常偏僻，因此自動化量測可以降低量測的人力資源，並減少人為抄錶之誤差。

2. 系統可攜：透過可攜式設計讓量測系統可以方便的運輸至量測地點進行量測。
3. 易於維護：藉由模組化設計，使系統中量測設備故障時可以快速更換，或是超過設備設定的量測範圍，可以透過模組進行更換，以適應各種不同的測試場址。

2.抗腐蝕技術

為了解決大屯火山地熱開發之強酸腐蝕問題，開發低成本耐酸腐蝕材料為本技術之重點。鑒於過去以塗料方式進行，生產井的抗腐蝕塗裝容易脫落無法達到抗刮的效果，使防蝕能力大打折扣，本計畫專利布局著重於抗蝕鍍層技術、複合沉積設備及抗垢鍍膜技術等方向規劃。在產業方面，除地熱發電與溫泉產業外，將布局至電鍍產業、化學產業及石化產業等方向。

三、產業化佈局說明

- 1.本計畫所開發之地球物理併合成像技術、微地震監測技術、結垢抑制技術與模擬技術，未來將以地熱電廠開發為主要的產業佈局方向。其中，地球物理併合成像技術、微地震監測技術與模擬技術未來還可朝二氧化碳捕獲封存、溫泉開發等方面佈局。
- 2.耐酸蝕塗料及合金技術除應用在酸性地熱發電產業外，未來將朝營建業、電鍍、管線製造、化學工業及石化等產業發展。
- 3.本計畫開發之自動化產能測試裝置，未來可用於地熱案場產能評估，自動化量測設計可減少人為量測誤差，另透過模組化設計，可隨時調整相關設定以提升場址適應性。

參、計畫執行情形

一、計畫實際執行內容

根據本年度工作架構主要可分為地熱電廠示範與推動、地熱開發輔導與潛能調查及國際技術合作三大項，各項工作執行內容與進度如下：

(一) 地熱電廠示範與推動

1. 大屯山酸性示範電廠推動

(1) 示範電廠進度管理

臺灣擁有豐沛的地熱資源，且地熱發電具備基載發電之特性，故為政府再生能源政策中重要之一環。就已知探勘資料(工研院, 1994)顯示，全台傳統地熱潛能區扣除開發限制後共有 7 處，估計發電潛能約 150MW。

地熱開發初期具有高風險特性，且業者取得潛能區公有土地困難度高，故政府除以政策工具，吸引業者於全台各潛能區進行「分散式地熱開發」外，另於大屯火山區推動「集中式地熱開發」，由經濟部能源局與新北市政府合作，於大屯火山區劃設「新北市硫磺子坪地熱發電示範區」辦理公開招商，並由民間業者設立地熱發電示範電廠。

硫磺子坪地熱發電示範區位於新北市金山區頂中股段，共有 11 筆土地，總面積 11.94 公頃(圖 2)，由能源局依據「國有非公用土地提供設置點狀及線狀公用設施使用要點」向國產署申請探勘使用，並經公開評選由最優廠商於示範區進行地熱資源探勘與驗證，驗證可行後再由業者申請開發地熱電廠，之後能源局依據「財政部國有財產署結合目的事業主管機關辦理國有非公用不動產改良利用作業原則」規定，協助廠商進行地熱開發與營運。本示範計畫分成探勘、開發與營運期三個階段，預計三年內設置一座至少 1MW 裝置容量之地熱能發電廠；並希望藉由示範電廠的設置，完備所有大屯山地熱電廠開發所需之背景探勘資料、設

廠行政流程、開發技術門檻與投資成本估算等基本資料。

示範計畫於 107 年 8 月 10 日經過公開評審，由結元科技股份有限公司廠商得標(107 年底更名為結元能源開發股份有限公司，以下簡稱結元公司)，並於當年度 10 月 1 日簽約，開啟為期 1 年之探勘與 2 年開發建廠計畫(契約簽約日起一年之探勘期，並得申請展延一次，展延不得超過一年，並應徵得能源局同意)。計畫執行期間能源局亦協助示範電廠推動行政業務與進度管控，以確實達到預期效益。

示範電廠業者(下稱結元公司)原訂探勘期自 108 年至 109 年 6 月 30 日止，查核點時程如表 1，本項工作係持續追蹤示範電廠探勘期工作執行情形，結元公司已取得新北市政府地下水水利興辦計畫審查(108 年 6 月 24 日)、一般水保同意函(108 年 9 月 18 日)、台電公司併網意見(108 年 11 月 4 日)、獲准市府同意水保開工(108 年 12 月 5 日)、完成兩口地質井鑽鑿(鑽探深度 80m 及 200m 且皆未取岩心)及交付地質報告(109 年 6 月 2 日)，刻正辦理鑽探工程。

依契約規定，結元公司須於 108 年 9 月底完成探勘期工作執行，惟結元公司於 108 年 7 月 26 日申請「新北市硫磺子坪地熱發電示範區」探勘期展延及查核點變更一案，變更後查核點時程如表 1 及圖 3，能源局復於 108 年 9 月 17 日(能技字第 10800173490 號)同意探勘期展延一年，探勘期程異動為 107 年 10 月 1 日至 109 年 9 月 30 日，依規定已不得再申請展延。另由於變更後大屯山地熱開發示範案的探勘井設置進度亦已明顯落後，故結元公司於 109 年 2 月 5 日函能源局(109 結 W002-0002 號)，說明因為行政程序與天候因素導致影響水土保持施工進度，致使鑽探查核點未能依預定期程完成，並提請於探勘期約定期程內調整預定進度表，能源局復於 109 年 3 月 10 日以能技字第 10900117950 號函要求結元公司提出全案相關補救措施(即趕工計畫)。結元公司再於 109 年 3 月 25 日(109 結 W002-0006 號)提請查核點展延、更新探勘預定進度表及檢附趕工計畫(表 1)，能源局復於 109 年 6 月 8 日以能技字第

10904013270 號函要求結元公司須依規劃加速辦理，並隔週檢具既有之探勘井鑽鑿等工程進度日報表等資料，俾利本案履約管理。

結元公司於 109 年 7 月 3 日正式開鑽地熱探勘井，並於 109 年 9 月 26 日至 109 年 9 月 28 日進行產能測試(鑽探深度 598 公尺)，其過程採用氣舉法(噴流流體以蒸汽為主)，以空壓機進行注氣導噴之噴流試驗(Discharge test)，噴流試驗共進行 1 次，量測時間為 6 小時。結元公司依前述量測資料，評估硫磺子坪示範區為乾熱岩型地熱儲集層，另參考國外 Ormat ORC 機組發電效率，以井溫 120°C 試算機組發電量約為 86.98 kW，經結元公司及其邀請之國內外學者評估認定，雖目前產能測試結果與租賃契約規定於探勘期限內開發之裝置容量 1MW 有很大的差距，但仍評估此區具有開發潛能，並認定未來可使用適當技術來進行取熱發電，續依契約規定，於 109 年 10 月底前提出探勘期結案報告、產能測試報告及下一階段開發計畫書，截至 109 年 12 月 31 日止，仍在辦理相關行政流程暨探勘期應繳資料、開發計畫書初步審查。

表1、大屯山硫磺子坪地熱發電示範案查核點變更

查核點編號	原查核點內容 (查核點時程)	修正後查核點內容 (查核點時程)	趕工計畫查核點內容 (查核點時程)
函號		108 結 W002-0024 號函	109 結 W002-0006 號函
函文日期		108/7/26	109/3/25
1	勘定井位 (108 年 1 月)	調查井井位勘定 (108 年 3 月) 探勘井井位勘定 (108 年 11 月)	-
2	地熱地質調查 (108 年 3 月中)	鑽探取心 (109 年 1 月)	地熱地質調查 (109 年 5 月)
3	整地 (108 年 4 月)	水土保持施工與 探勘井設置 (108 年 9 月)	水土保持施工與 探勘井設置 (108 年 12 月)
4	探勘井鑽鑿 (108 年 5 月)	探勘井鑽鑿 (108 年 12 月)	探勘井鑽鑿 (109 年 3 月)
5	產能測試與 完井查驗 (108 年 8 月)	探勘井產能測試 (109 年 6 月)	探勘井產能測試 (109 年 9 月底)
6	簡易水保完工 (108 年 9 月底)	探勘井完井查驗與 水保完工 (109 年 8 月底)	探勘井完井查驗與 水保完工 (109 年 9 月底)
7	探勘期完工 (108 年 9 月底)	開發計畫書送審 (109 年 9 月底)	開發計畫書送審 (109 年 10 月底)

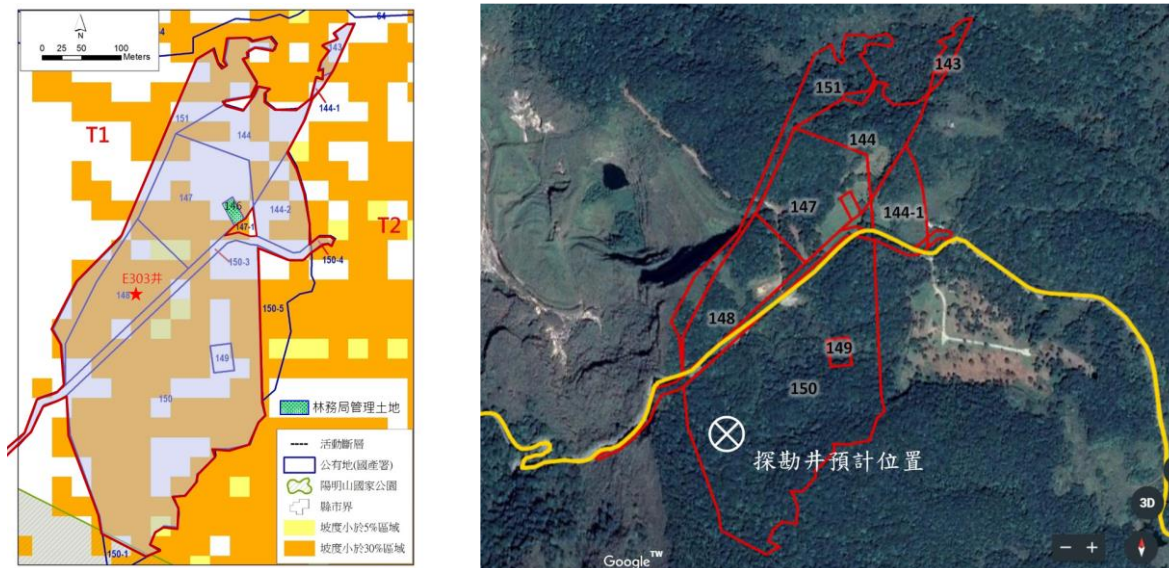


圖 2、地熱發電示範區位置圖(金山區頂中股段硫磺子坪小段)

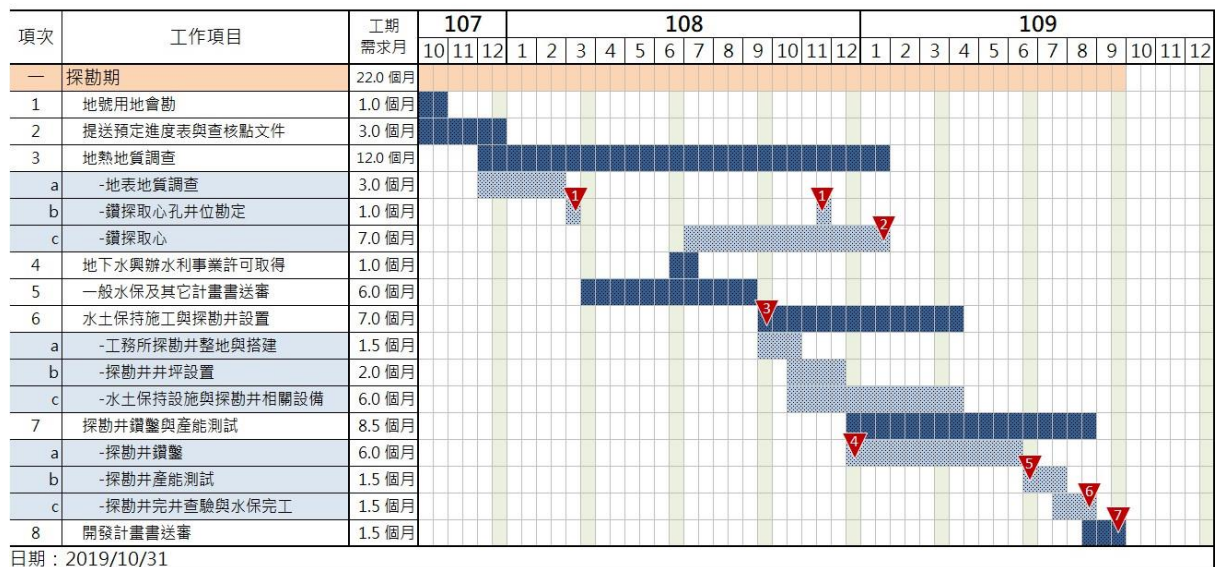


圖 3、硫磺子坪地熱發電示範區展延計畫預定進度

(2) 大屯山背景資料監測與分析

本項工作年度背景資料監測之規劃為大屯山微震背景基線監測，透過區域微震網之長期觀測與分析，建立微震背景基線資料庫，獲得電廠建置前區域背景特性，如地球物理的相關資訊，如岩石裂隙、岩層破裂機制及岩體力學特性等，未來可作為大屯山地區地熱電廠開發之環境影響評估標準。

為針對大屯山地區進行地震行為對環境的影響評估，可透過區域微震網之觀測與分析，建立微震背景基線資料庫，獲得許多地球物理的相關資訊，如岩石裂隙、岩層破裂機制及岩體力學特性等，先前計畫已建置預定廠址之地表微震觀測網(圖 4)，使用完整地表微震觀測網進行監測。

本工作項目上半年度持續維護地震站的運作、蒐集微震事件及更新微震資料庫，以提高微震定位與速度成像解析度，了解區域微震長期活動行為及地下岩體構造分布。測站維護與資料下載工作安排於每單數月定期進行，本年度資料下載工作已完成至 2020 年 11 月。微震資料處理則包含地震資料庫建置、初達波相判釋、震源初始定位等工作，初始定位完成後另進行微震重定位及速度成像構造模型更新等分析工作。

本工作項目延續前案執行成果，持續監測大屯火山地熱區(含陽明山國家公園及金山、萬里地區)所發生之地震事件，原始資料庫建置至 2020 年 11 月，資料處理進度完成至 2020 年 6 月，自 2014 年起至今，累積地震事件已達 8,901 筆，初步統計每月地震數量如圖 5，各年度累計地震事件數量差異不大。根據高精度微震定位之成果，大致可分為四個主要震源叢集，如圖 6 所示震央位置的空間分布，主要分別位於七星山、擎天崗附近及磺嘴山西側，震源深度均淺於 3-4 公里，主要分布於山腳斷層與唎哩岸線型之間，表示該區微震活動頻繁，而另一群地震叢集則位於北投地區附近，深度約 4-5 km 處，以微震發生深度統計次數直方圖(圖 7)，多數微震發生在 1 至 2 km 深，5 km 以下則相對較少，

表示此區域微震活動特性為淺層地震。

除微震定位外，本工作項目另將所收錄之地震資料亦依據地震分布位置，訂定逆推網格中心於七星山、馬槽一帶，持續更新高精度微震定位 P 波速度成像，針對發震位置頻繁的區域，即分析選取交錯擎天崗與七星山的 2 條垂直剖面，如圖 8 之 a-a' 與 b-b' 所示，大部分的微震發生在淺層區域，對應 P 波波速約 3-4 km/s，而高低速度交界帶約為 3-4 km 深處，其交界帶可能是對應該區域基盤位置。分析橫向剖面結果，成果如圖 9 及圖 10 所示，以不同深度觀察 P 波波速在空間上的分布，瞭解微震分布狀態與 P 波速度構造的關係，於國家公園內，可見微震叢集分布於高低速之交界處，可能為侵入火成岩與圍岩之交界；另觀察淺層(高程-1,200 m 與-1,800 m)，主要速度低區位於擎天崗與馬槽一帶，且此低速構造隨深度逐漸朝東北東方向延伸至礪嘴山下方；相對速度高區在淺處於礪嘴山下方呈明顯西北-東南向之條帶狀分布；七星山周圍則在淺處呈現高速點狀構造之分布，隨深度加深(至高程-3,600 m)逐漸轉變為明顯的西北-東南向之條帶狀分布。

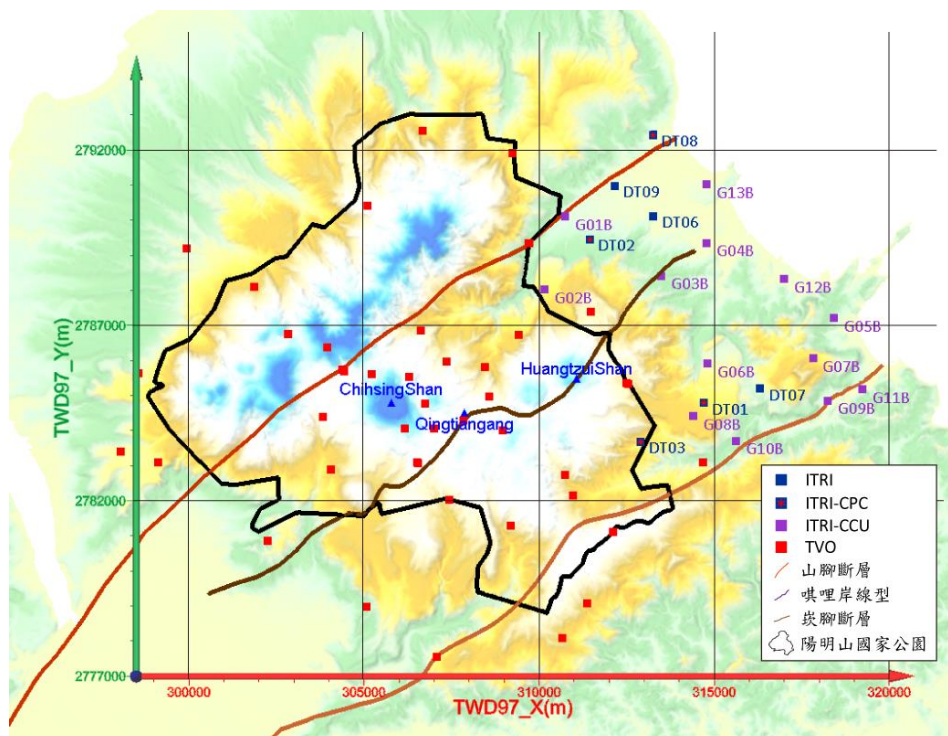


圖 4、大屯微震網測站分布圖

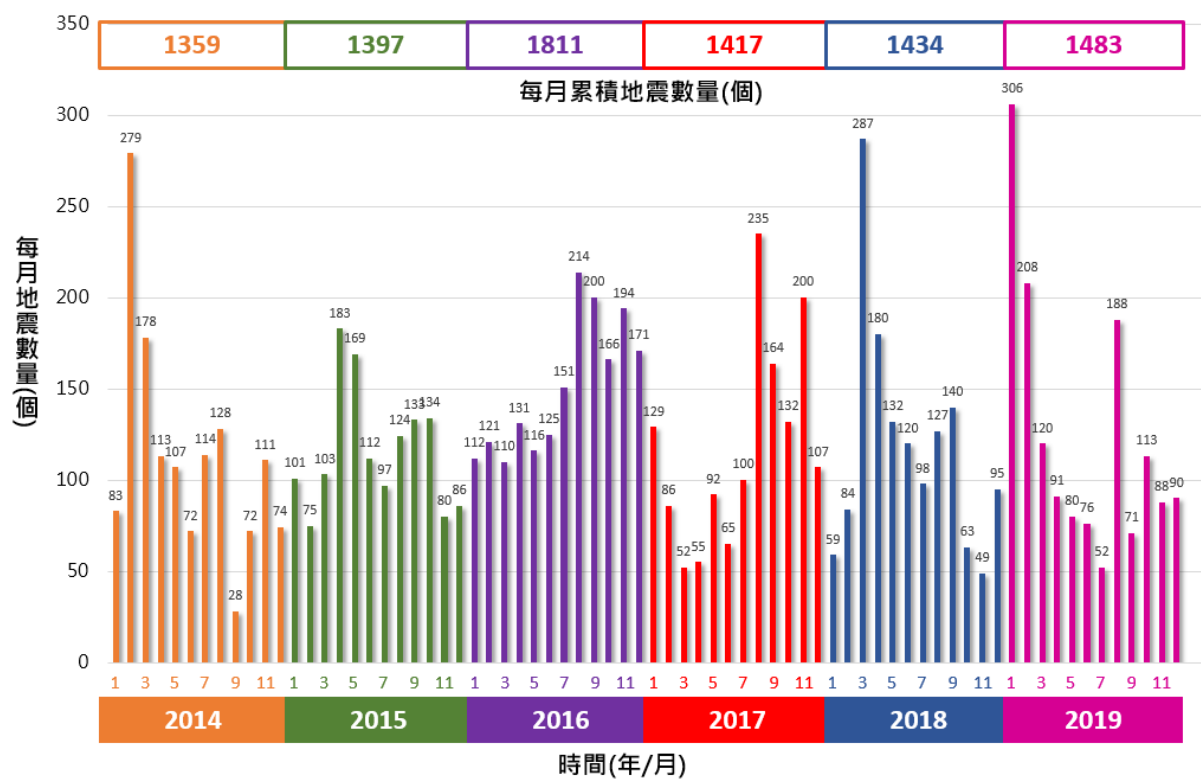


圖 5、2014~2019 年每月地震數量統計圖

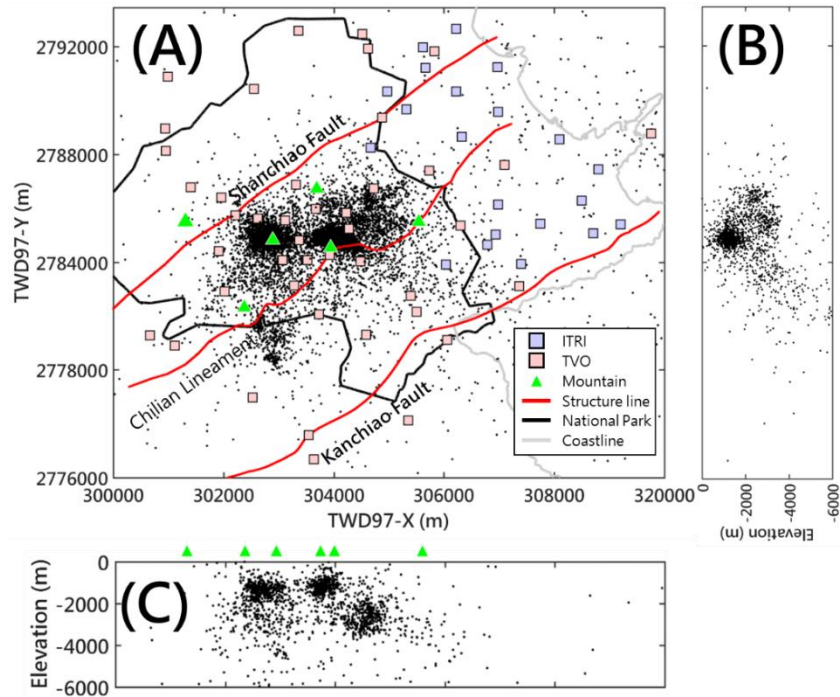


圖 6、大屯微震網震源位置分布圖

註：A 為大屯火山區震央分布圖，圖中標示山腳斷層、嘿哩岸線型與崁腳斷層地表分布位置，藍色方塊為工研院微震網，紅色方塊為大屯火山觀測中心微震網；B 圖則為 TWD97 二度分帶 Y 軸(南-北向)剖面側向投影圖；C 圖則為 TWD97 二度分帶 X 軸(東-西向)剖面側向投影圖

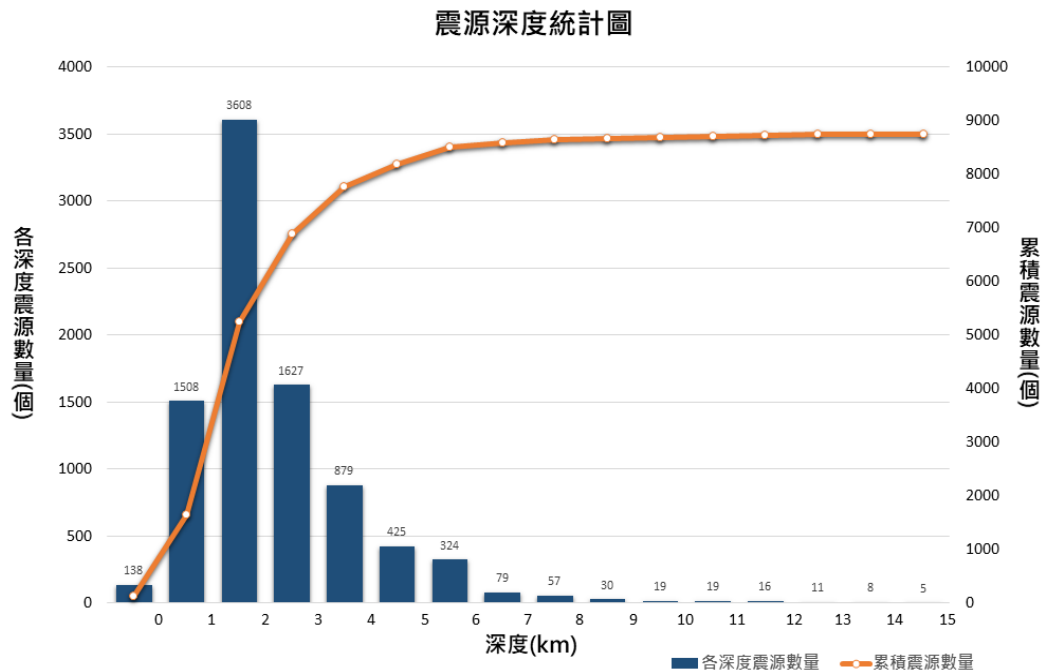


圖 7、微震發生深度與次數直方圖

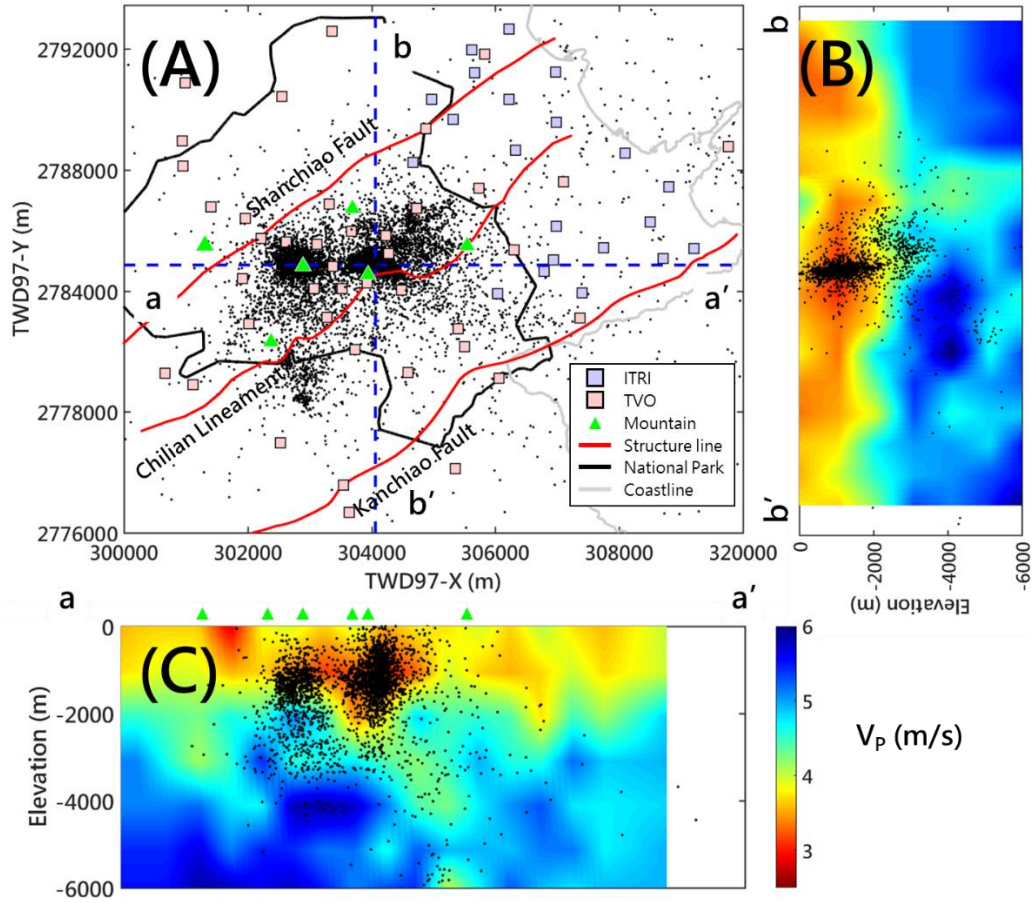


圖 8、大屯微震網震央分布圖與速度對應關係

註：(A)為大屯火山區震央分布圖，圖中標示山腳斷層、唶哩岸線型與崁腳斷層地表分布位置，藍色方塊為工研院微震網，紅色方塊為大屯火山觀測中心微震網，其中藍色虛線為(B)與(C)剖面的側線；(B)為(A)中 b-b' 的速度剖面，是 TWD97 二度分帶 Y 軸(南-北向)剖面側向投影圖，其中黑色圓點為微震震源，以剖面為中心選取寬度為 2 公里範圍之震源投影；(C)為(A)中 a-a' 的速度剖面，是 TWD97 二度分帶 X 軸(東-西向)剖面側向投影圖，其中黑色圓點為微震震源，以剖面為中心選取寬度為 2 公里範圍之震源投影。

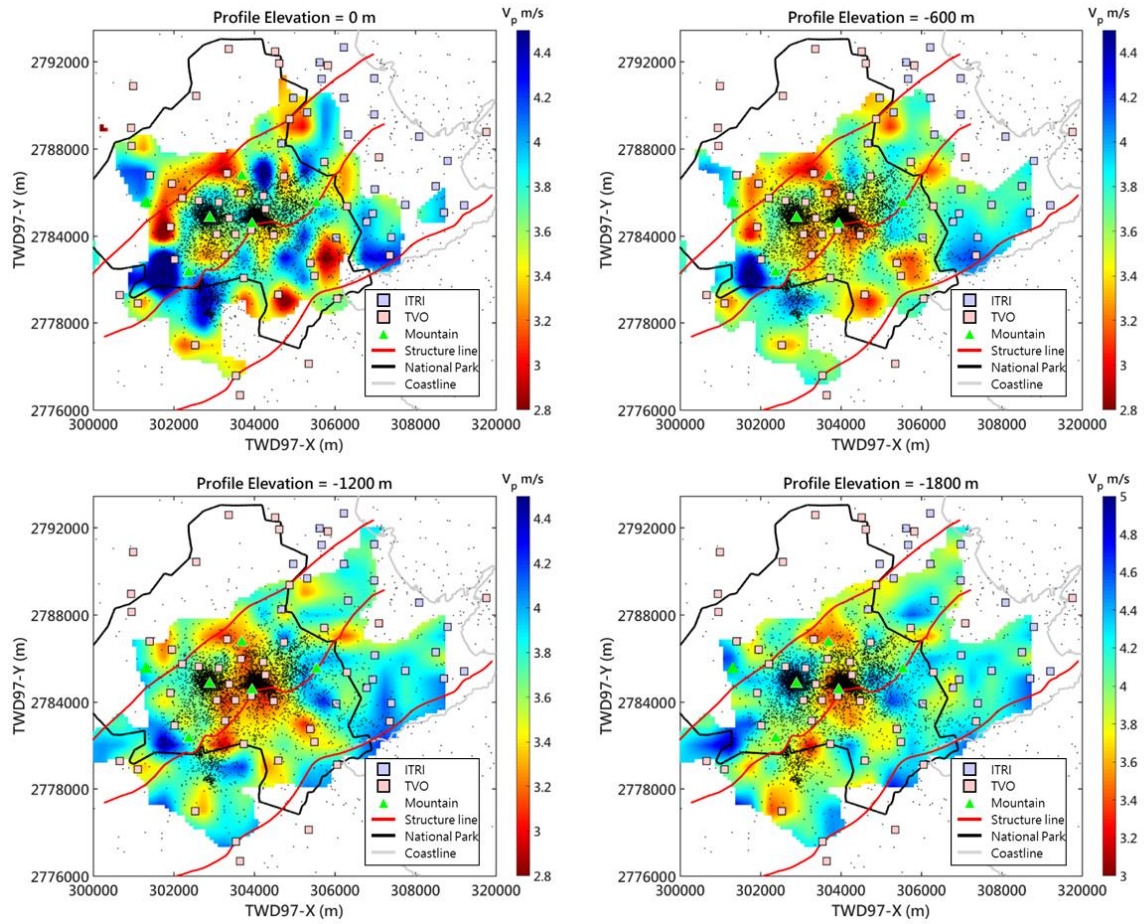


圖 9、大屯火山區高精度微震定位速度成像(0-1,800m)

註：為高程橫切面圖，自地表 0 m 至高程-1,800 m，每 600 m 由一張橫切面展示；紅色與藍色方塊為微震網測站分布位置；黑色實段為陽明山國家公園範圍；三條線型構造由北至南分別標示出山腳斷層、唭哩岸線型以及崁腳斷層；黑色點位為微震震源分布位置。

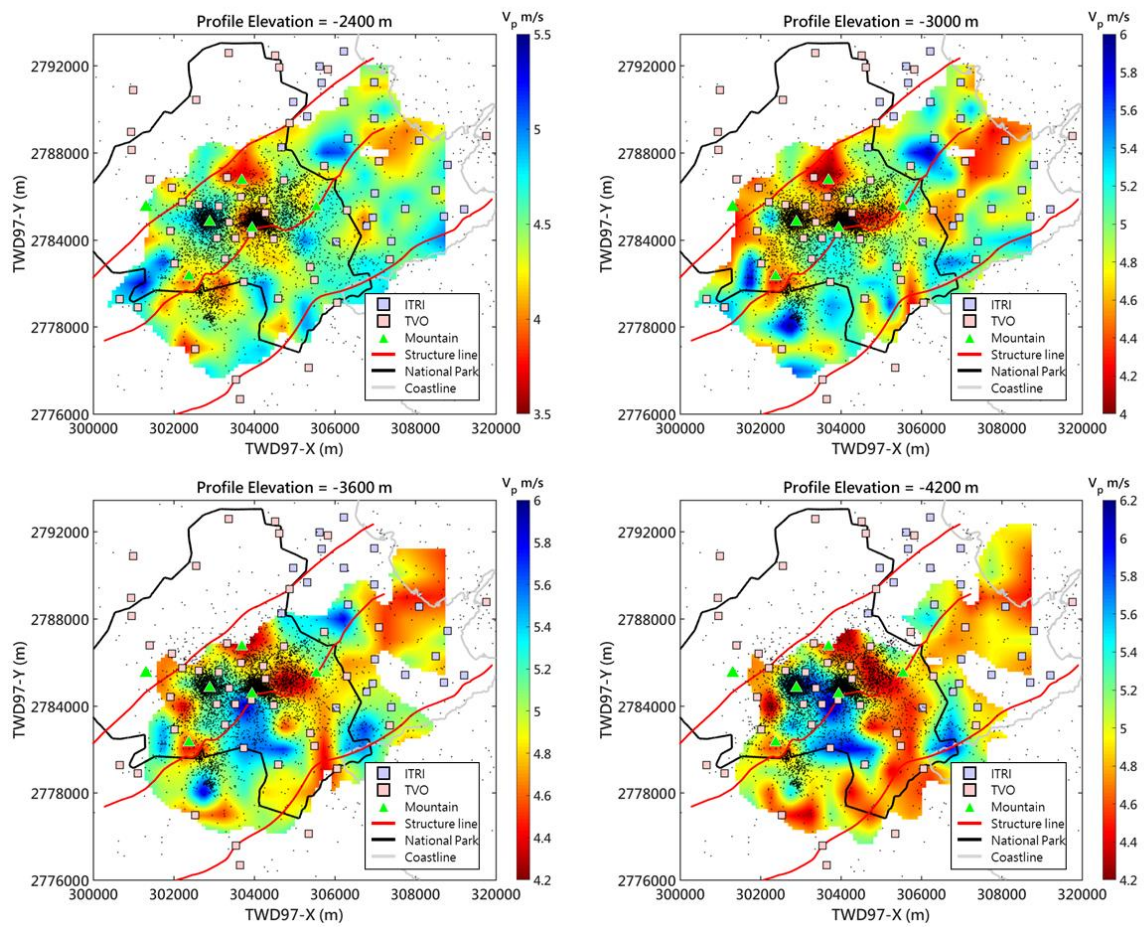


圖 10、大屯火山區高精度微震定位速度成像(2,400-4,200m)

註：為高程橫切面圖，自高程-2,400 m至-4,200 m，每 600 m 由一張橫切面展示；紅色與藍色方塊為微震網測站分布位置；黑色實線段為陽明山國家公園範圍；三條線型構造由北至南分別標示出山腳斷層、噶哩岸線型以及崁腳斷層；黑色點位為微震震源分布位置。

(3) 潛在開發區塊公告

本計畫於 108 年度開始與紐西蘭 GNS 以國際合作方式進行大屯山地熱潛能分析，藉由國際地熱專家之開發經驗來檢視大屯山既有調查數據，設定目標為具經濟效益(如高乾蒸汽含量、弱酸/中性水或淺層高溫儲集層)之開發區塊。GNS 於 108 年底依設定目標分析後完成大屯山概念模型更新，並建議開發區塊(圖 11)及後續開發策略。圖 12 為 108 年度國際合作評估成果，亦為本項工作潛在開發區塊之地理位置圖，圖中包含二處潛在開發區，以編號 1(第一優先開發區)與編號 2(第二優先開發區)標示，編號 1 之開發區位於陽明山國家公園範圍內，編號 2 則位於陽明山國家公園外之北投區。

本工作項目針對 108 年度評估成果與建議，進行建議開發區地形坡度分析、環境地質分析、套疊地籍圖及土地可開發性綜合分析，排除可能的限制條件後，重新劃設可開發區塊，並篩選出國有公用地，公告於地熱發電資訊網，提供開發業者參考，加速地熱電廠推動，並推廣我國地熱發電產業達成 2025 年地熱發電 200MW 裝置容量之政策目標。

本項工作目前執行成果說明如下：

A. 開發區地形蒐集與坡度分析

本項工作針對上述二處潛在開發區域進行地形、坡度蒐集與分析，設定資料蒐集範圍為 TWD97 二度分帶座標系統中，經度 301500 至 307500 公尺之間及緯度 2780000 至 2787000 公尺之間。首先蒐集測區 5 米等高線資料，再將等高線資料轉化成數值高程模型(DEM)，透過格網坡度運算，再將每一格網之坡度分級，繪製坡度分級圖如圖 13，其中，綠色區塊為坡度小於及等於 3 級坡之可開發地，藍色線為一般道路可及之地。就地形坡度而言，初步觀察二處潛在開發區域，仍有很多可開發地可提供後續地熱發電選址之用。

B. 開發區地籍圖套繪

由於第一優先開發區位於國家公園範圍內，須突破法規限制方能開發，短期開發不易，故本項工作將目標集中於國家公園範圍外之第二優先開發區，首先蒐集潛在開發區所在地之所有地籍坵塊，然後向地政單位購買所有地籍坵塊中公有地地號資訊，再將公有地號連結至地籍坵塊上，以地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)進行圖資套疊，結果如圖 14 所示，圖中紅色坵塊為公有地之所在位置，觀察可見仍有很多公有地位於平坦可開發地區，後續則可從這些平坦、道路可及之公有地中，篩選出未使用地或可轉用地，公告於網路提供廠商選用。

C. 環境地質分析

本工作項目加入環境地質分析藉以評估第二優先開發區中是否包含地質災害敏感區。觀察第二優先開發區及其周圍地帶之地形分區(圖 15)，可見此區位於大屯火山群之西南麓，其分界為南磺溪與其支流松溪以及磺港溪等三條溪流所構成，包括有大屯火山、七星火山、燒煥寮火山以及北投山地等地形分區，北投山地係其中惟一非火性的沉積山地。

大屯火山群之主體為火山岩，由十數層的安山岩流與三層凝灰角礫岩所組成；基盤則為第三紀沉積岩，其組成地層自老而新為五指山層(Wc)、木山層(Ms)與大寮層(Tl)，主要分布於北投山地以及燒煥寮火山西北側之南磺溪畔。在地理分布上，地熱區大部分地區為凝灰角礫所覆蓋，岩流以分布於南磺溪東岸與松溪南岸，而沉積岩主要分布在西側之北投山地，以及少部分露出於南磺溪與松溪交會口之溪岸。

在地質災害潛勢分析上，本地熱區位處台北市北側之山坡地，山坡地為地質災害環境敏感地帶。依據經濟部中央地質調查所 2008 年出版之地質災害潛勢圖，其中災害潛勢分為 4 類：落石、岩屑崩滑、岩體滑動、土石流；每一種潛勢依據其發生難易程度再區分為高、中、低 3 級，其中崩塌類低潛勢區(包括落石、岩屑崩滑、岩體滑動)，在圖

面上不區分其類別；另潛勢評估區不包括沖積平原、階地與台地等平坦地區，圖面上以空白表示。

圖 16 為大屯山地熱區及其周圍地帶的地質災害潛勢圖，大屯山地區出現包括各類的崩塌型災害與土石流災害，而在地熱區範圍內則以崩塌型災害為主，大部分為低潛勢區所分布，其中有 3 處有顯著的中、高級災害潛勢區之分布，開發時要特別注意，如：(1)北側坡面，近中央處有 1 高岩屑崩滑潛勢區分佈；(2)西側磺溪山一帶坡面，包括 1 處由順向坡構成之中岩體滑動潛勢區，以及 2 處規模小之中岩屑崩滑潛勢區；(3)東側自上半嶺-下半嶺與磺溪間之連續延伸的階崖，則為中岩屑崩滑潛勢區。

針對編號 2 潛在開發區，綜合上述地形坡度分析、公有地篩選與地質災害敏感帶分析後，規劃出 8 個適合公告之可開發區，如圖 17 黃色邊界區塊所顯示。當 GNS 補充調查分析成果完成後，結合本項之篩選成果，透過地理資訊系統套疊綜合分析，可明確劃分可開發區塊之範圍，作為後續開發公告之優先順序參考。

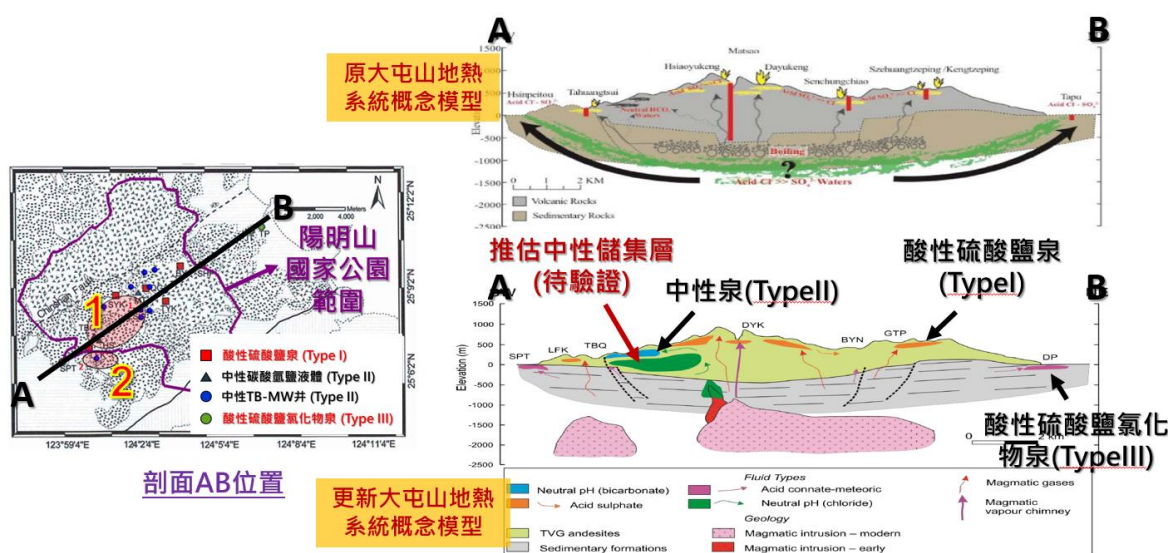


圖 11、108 年度更新之大屯山地熱概念模型

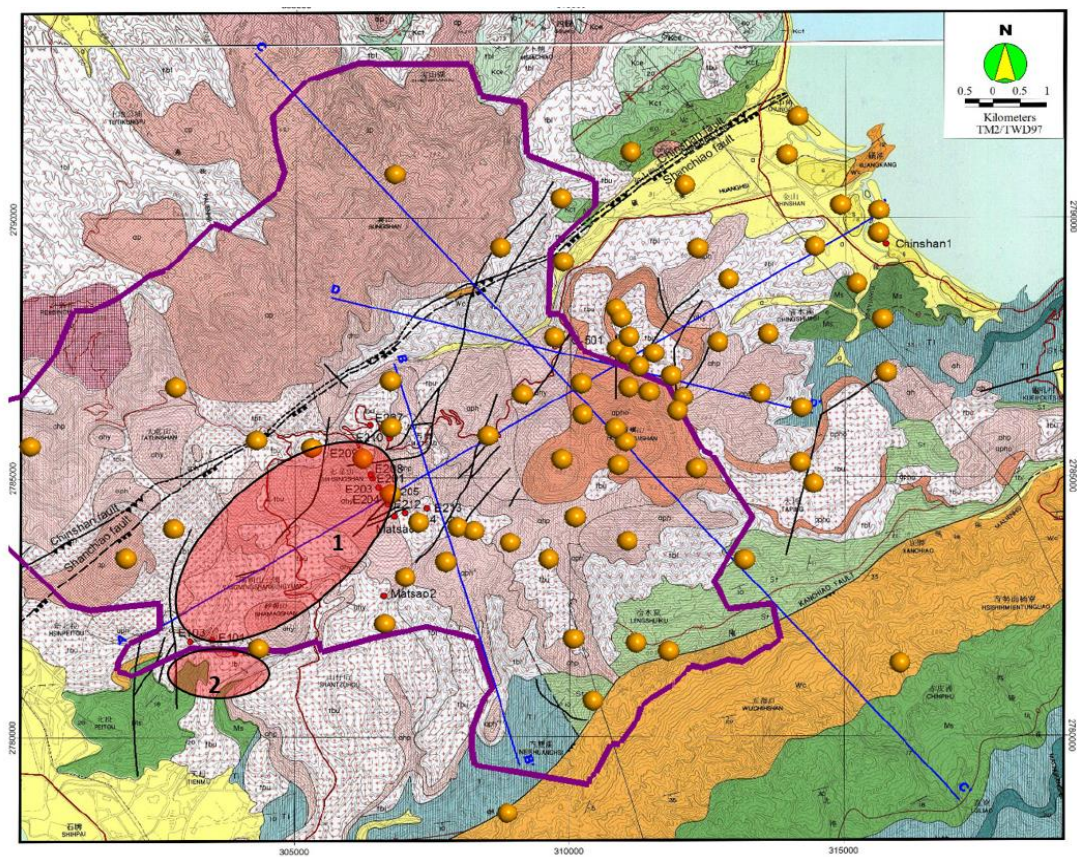


圖 12、大屯山潛在可開發地區

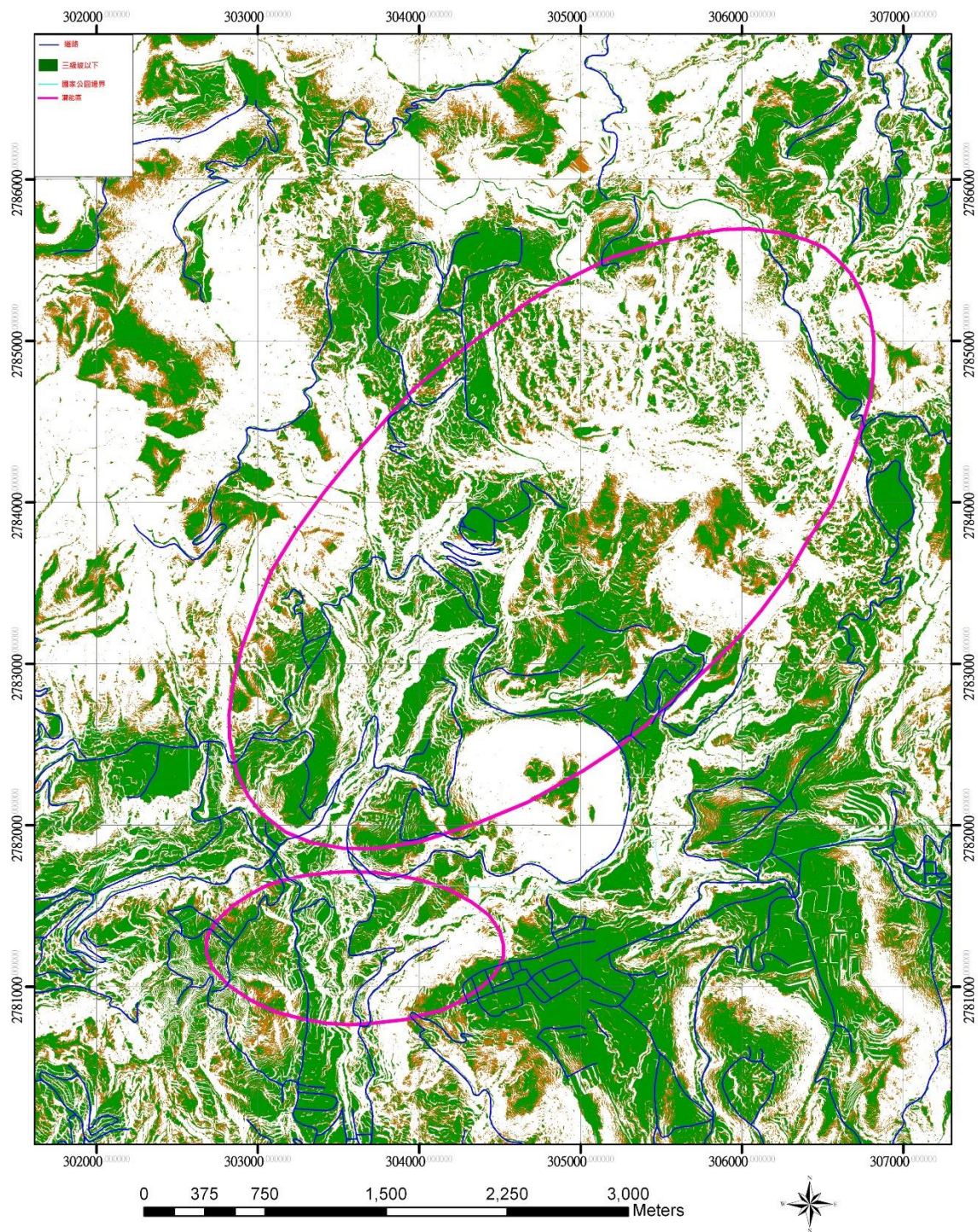


圖 13、大屯山潛在可開發地區之地形坡度分析圖

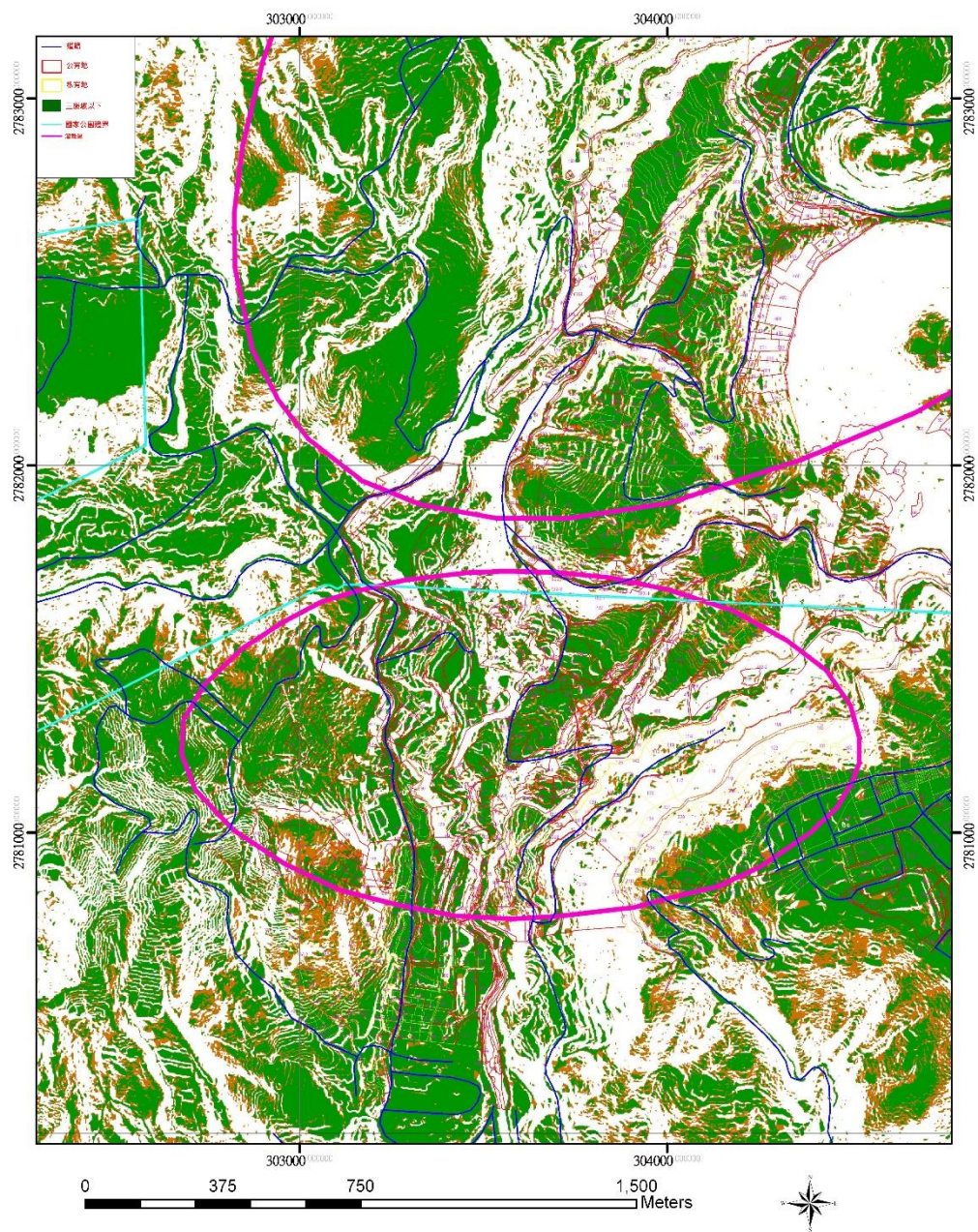


圖 14、大屯山潛在可開發地區之地形坡度套繪地籍線圖

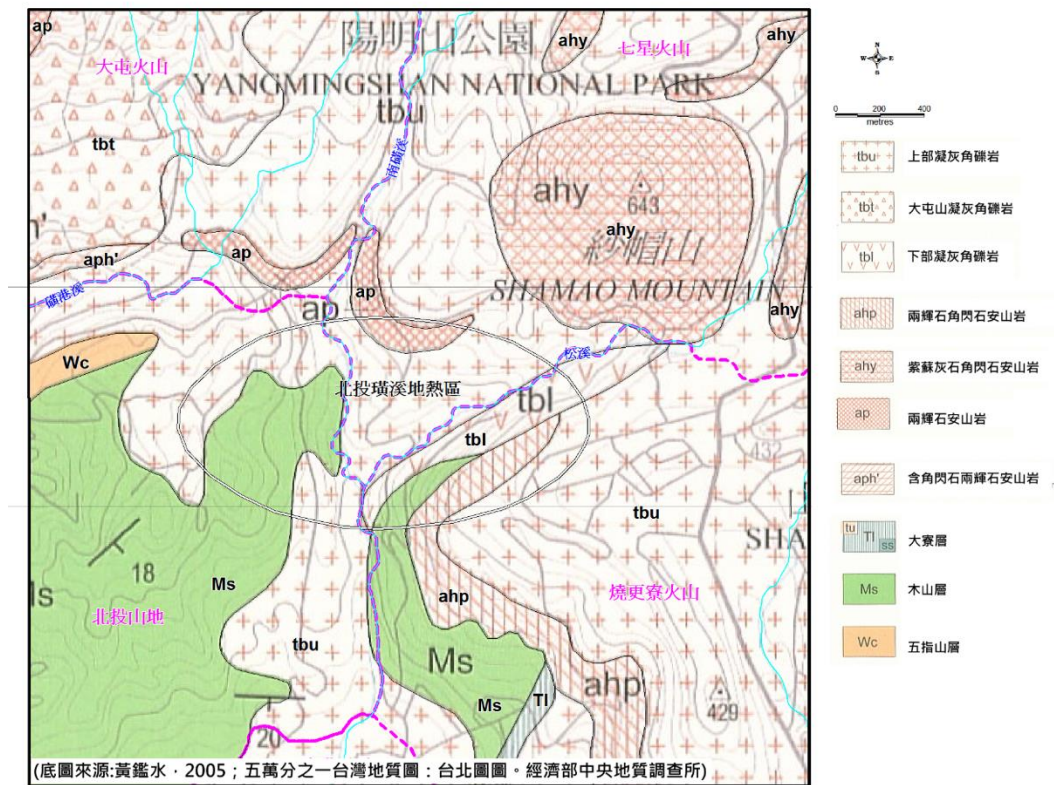


圖 15、北投磺溪地熱區及其周圍之地形與地質分布圖

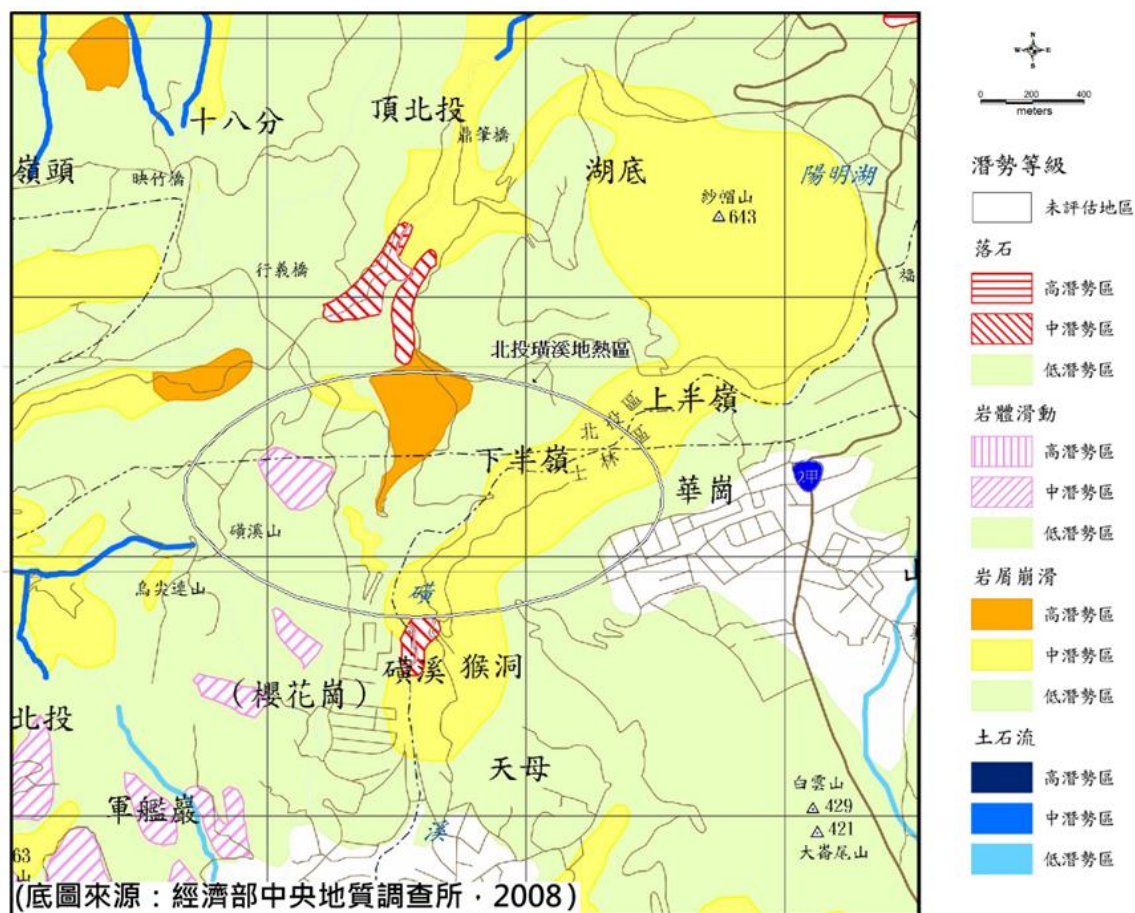


圖 16、北投磺溪地熱區及其周圍地質災害潛勢圖

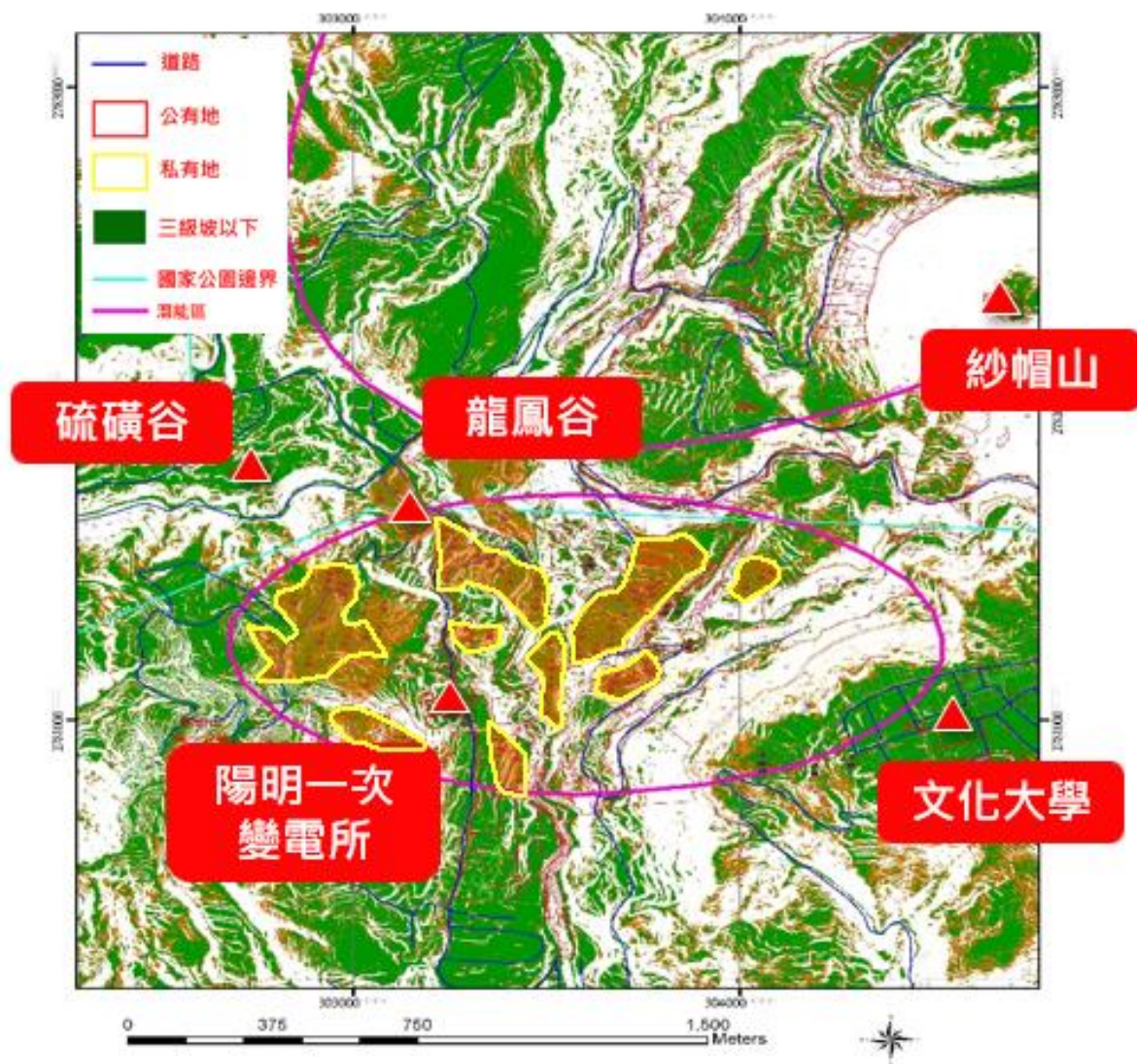


圖 17、編號 2 潛能區可開發區區域圖

2.分散式地熱電廠推動

本年度地熱開發案場統計至 109 年 12 月底，共計 9 處 21 案(表 2)，依照區域地質特性可分為火成岩及變質岩兩大類，火成岩案場主要位於大屯山，共計 6 個案場，而變質岩案場則共計 8 處 15 個案場，分別為宜蘭縣清水 2 案、台東縣仁澤-土場 1 案及金崙 4 案、綠島 1 案、紅葉 3 案、知本 1 案、金峰 1 案，花蓮縣瑞穗 1 案。而這些電廠多屬於小型的分散式地熱電廠，且位於交通較為偏遠的東部縣市，當各案場完成電廠開發並以持續運轉為目標，業者將亟需要降低電廠運維及人力成本、提高電廠運轉率、使售電收益提升的電廠運維技術。

為了降低電廠運維及人事成本，本計畫規劃開發無人化自動運轉監控系統以達成目標，目前已參照運轉中之清水地熱案場的歷史資料庫，依照原先的規劃架構(圖 18)，完成地熱電廠無人化監控系統的建置，本系統包含地熱電廠所有生產/回注系統、發電系統以及冷卻循環系統的即時資料監視功能和歷史資料查詢功能。無人化監控系統之建置完成，將可取代傳統以人力進行電廠運轉操作及現場工安維護等工作，協助電廠開發業者透過網際網路進行遠端連線，隨時監看現場環境並回傳即時數據，如地熱井之溫度、壓力、熱交換溫度、回注溫度、壓力及即時發電量等，並設計即時查詢與管理之顯示介面，可在設備於發生異常前提前因應排除問題，或於系統異常時觸發警報並即時通知技術人員到場修復，以達成連續監控並降低人力成本之目的(圖 19 至圖 24)。

本年度雖尚無已建置完成之地熱電廠可供計畫團隊實際操作，但計畫團隊仍先以開發籌設中之 500kW 地熱電廠進行智能化遠端無人監控系統的架構與建置單元規劃，並完成與東部地熱業者協調，將於 110 年度完成地熱電廠進行監控系統實際運作測試，未來可利用雲端資料庫所建立之跨操作平台整合式遠端即時監視系統，在桌用型電腦或是行動裝置上即時掌握所有分散式地熱電廠運轉資訊，若能跨領域整合地熱/資通相關技術，打造全台灣首座「遠端監視及智能化預診」中心，將可有

效推動我國地熱資源開發，並即時掌握地熱電廠維運資訊，隨時提供業者必要之協助與服務。

而本年度雖專注於遠端監控系統之建置，計畫團隊亦初步投入預診模組開發之測試及規劃，未來將搭配時頻轉換和統計分析技術建立預診模型(圖 25)，並運用於預測電廠重要運轉元件之故障時間點，由此可鏈結下游廠商提前安排檢修工程，減少電廠無預期之停機損失，縮短檢修等待工期，降低整體運維成本，提高廠商售電收益。預診模組之開發工作規劃於 110 年度計畫中以清水 300kW 電廠運轉資料進行模型建置及驗證，並續與其他地熱開發業者洽談，蒐集與分析更多實際數據，以提高預診模組的可信度。

表 2、我國地熱開發案場列表(統計至 109 年 12 月底)

進度	地熱區	案件數	裝置容量 (MW)	裝置容量合計 (MW)
運轉中	宜蘭清水	1	0.3	0.31
	臺東知本	1	0.01	
籌設中	大屯山 (含萬里)	5	2.999	43.667
	宜蘭清水	1	4.2	
	宜蘭土場 (含仁澤)	1	8	
	臺東紅葉	4	2.998	
	臺東金峰	1	9.98	
	臺東金崙	4	12.49	
	臺東綠島	1	2	
	花蓮瑞穗	1	1	
規劃中	大屯山	1	1	1
總計	9 處	21 案	44.977MW	

註：

一、籌設中：指符合以下三項條件之一者：1.申請或取得電業籌設許可者。2.申請或取得發電設備同意備案者。3.啟動或完成鑽井者。

規劃中：指未符合以上籌設中條件，但已開始進行相關前置作業。

二、9 處指：1.大屯山、2.清水、3.仁澤土場、4.花蓮瑞穗、5.臺東紅葉、6.臺東知本、7.臺東金峰、8.臺東金崙、9.臺東綠島。(由北往南)

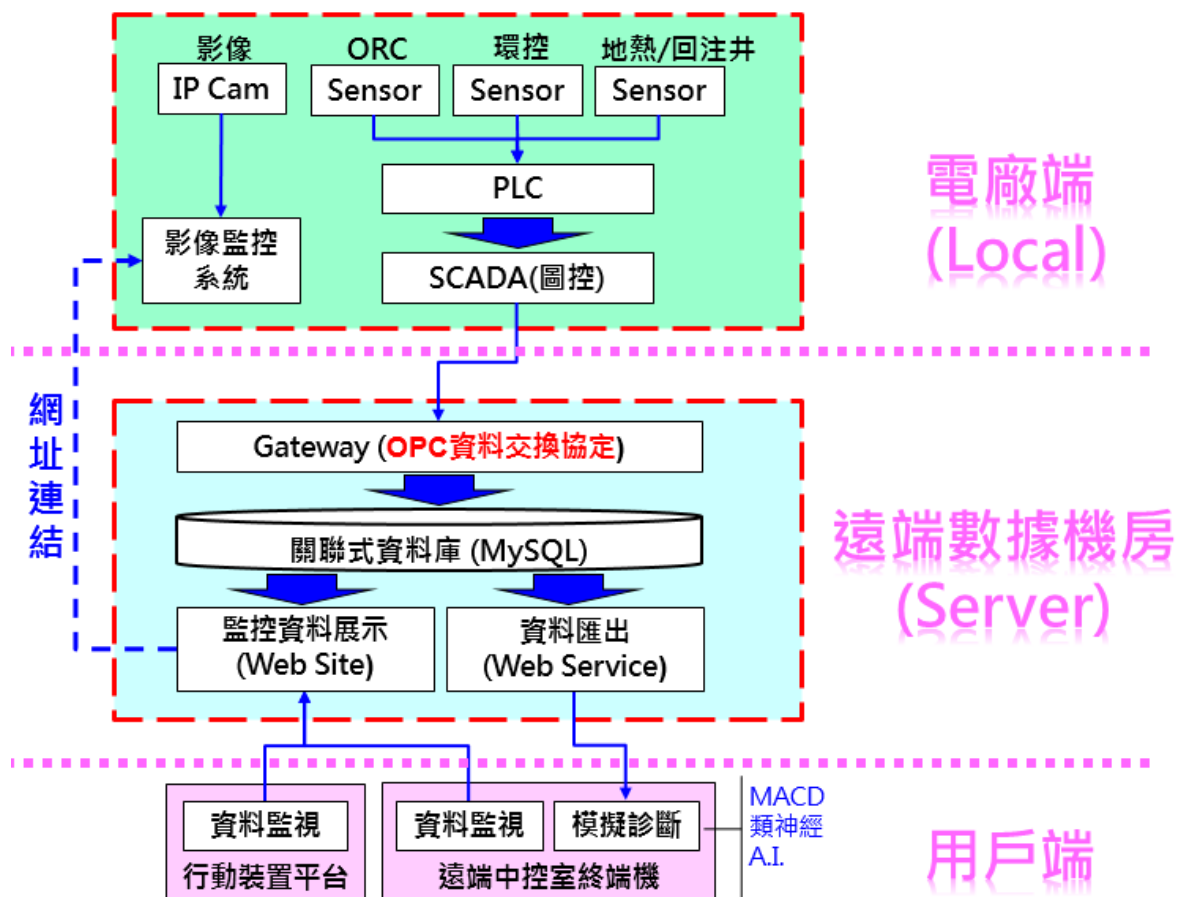


圖 18、電廠資訊遠端監控與管理設計示意圖

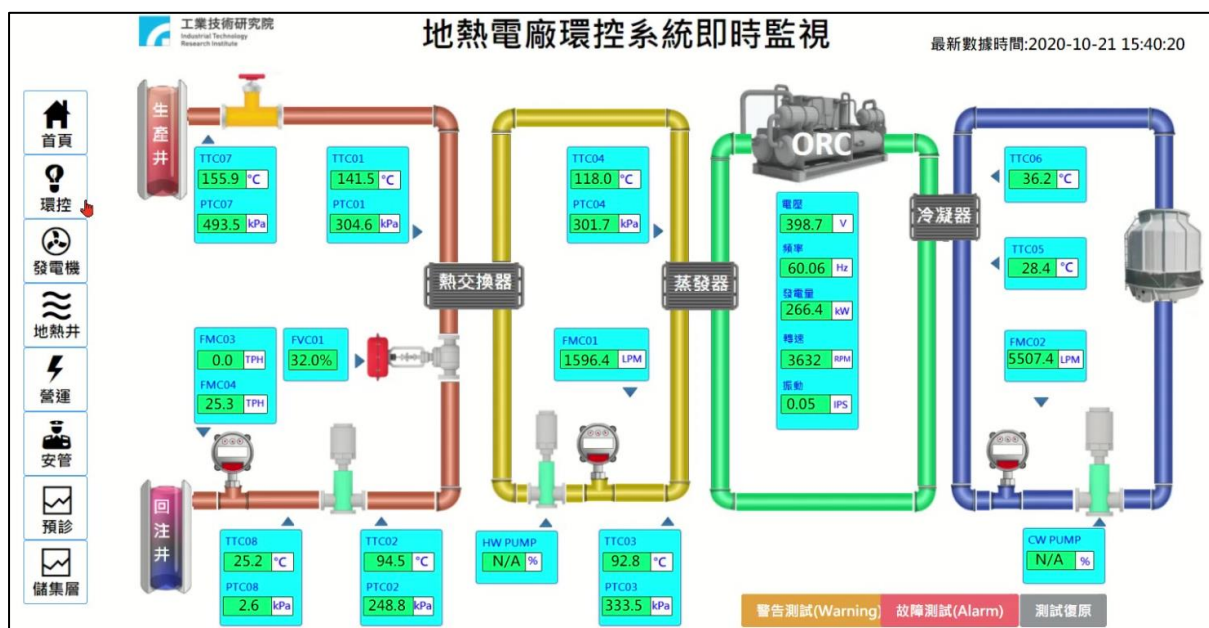


圖 19、電廠遠端監控系統-環控系統即時監控

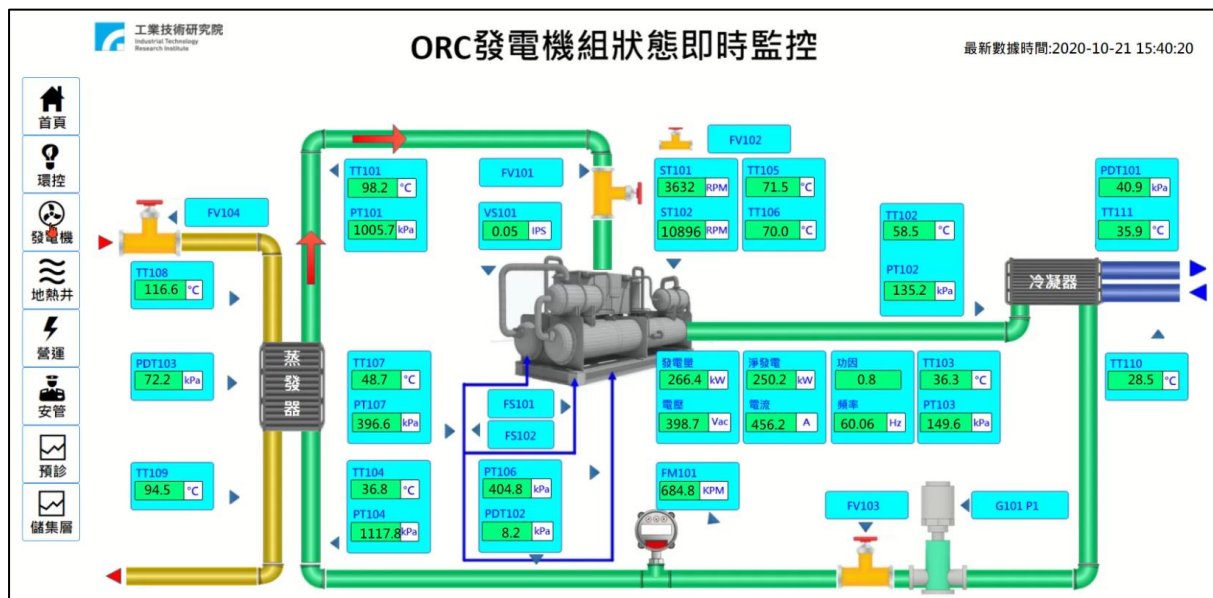


圖 20、電廠遠端監控系統-發電系統即時監控

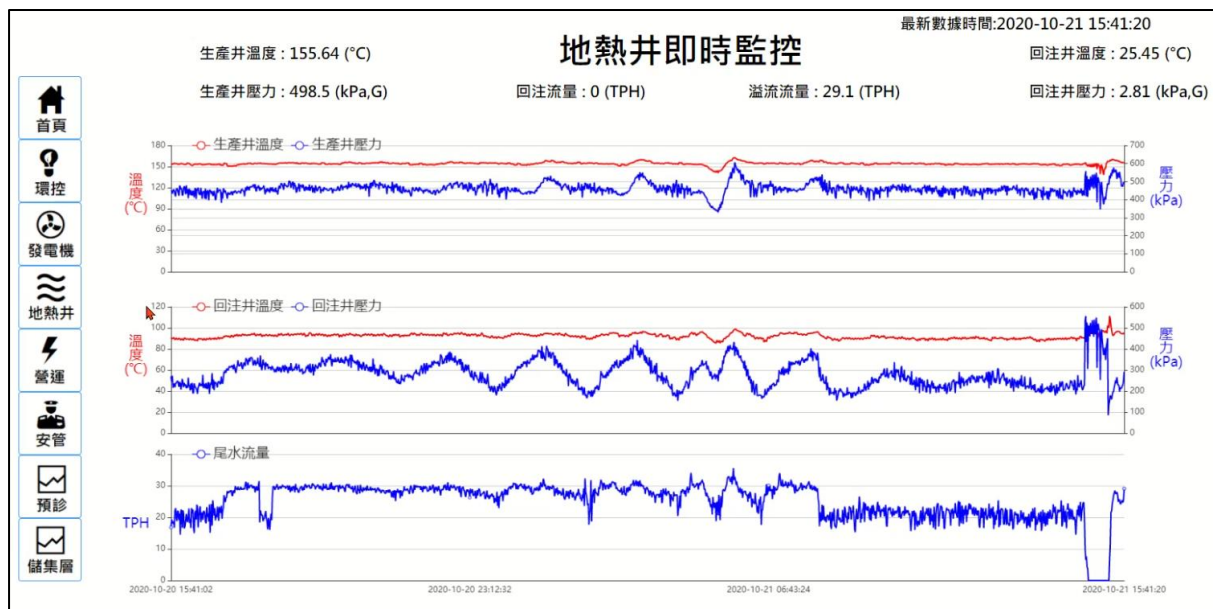


圖 21、電廠遠端監控系統-生產/回注系統即時監控



圖 22、電廠遠端監控系統-發電營運即時資訊

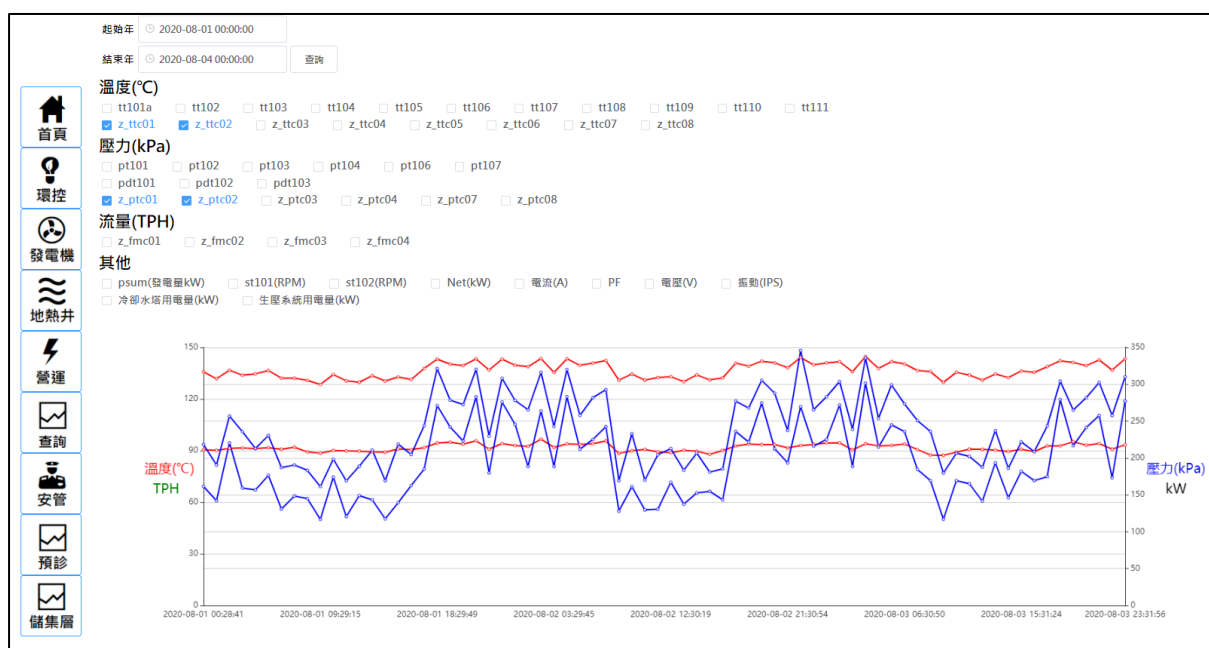


圖 23、電廠遠端監控系統-生產/回注歷史資料查詢



圖 24、電廠遠端監控系統-發電系統歷史資料查詢

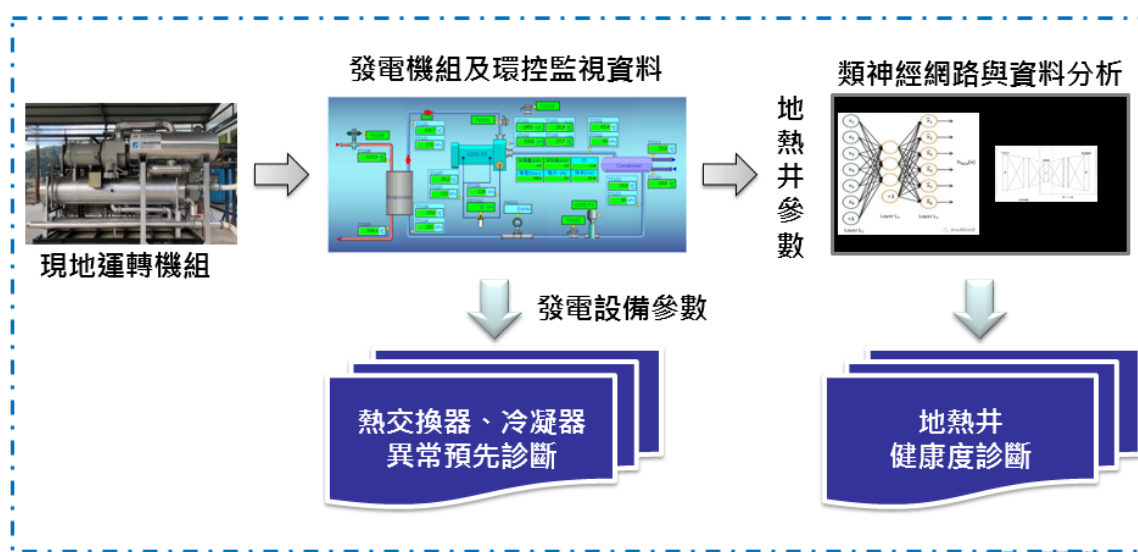


圖 25、智能化無人電廠預診分析系統示意圖

(二) 地熱開發輔導與潛能調查

我國地熱發電開發在政策的持續推動下，除持續進行地熱資訊更新與公開外，於 109 年底統計目前已商轉、籌設或開發中之案場，已有共 9 處場址 21 個案場(表 2)，案場分布於新北市、宜蘭縣、花蓮縣與臺東縣等 4 個縣市，然而在各個案場中，常見的開發議題包含法規適用性的協調、行政規範、行政單位之權責釐清及開發技術瓶頸等，皆須由專業服務團隊於政府及民間業者之間作為溝通橋梁以統整雙方之疑慮與需求，故本工作團隊將地熱推廣之行政與技術輔導工作以「申設法規協調」、「地熱資訊更新及網站維護」及「示範案場輔導」三項重點項目分別進行追蹤、協調與資訊公開，詳細執行情形如下：

1. 申設法規協調

本年度申設法規協調包含兩項工作重點，其一為釐清地熱探勘階段申設適用法規(地下水水利事業或溫泉開發行為)；其二為非都市土地變更編定法規與審議機制之研析，茲分述如下：

(1) 釐清地熱探勘階段申設適用法規

本團隊透過 107、108 年協助業者辦理地熱探勘井鑽鑿之申請程序，了解目前地方政府因過往大多未接觸過地熱探勘或地熱發電，因此在面對相關申設業務時，對於適用法規之認知產生歧異。

經本團隊深入了解，目前由於業者申請方式各有不同，各地方政府係基於下列原則辦理地熱探勘之申設。

A. 地熱探勘是否屬開發行為之前置作業，若視為開發行為之一環，則需視地熱水體之水質是否符合溫泉標準是否符合溫泉標準(參「溫泉法」第 3 條第 1 項第 1 款與「溫泉標準」第 2 條、第 4 條)。

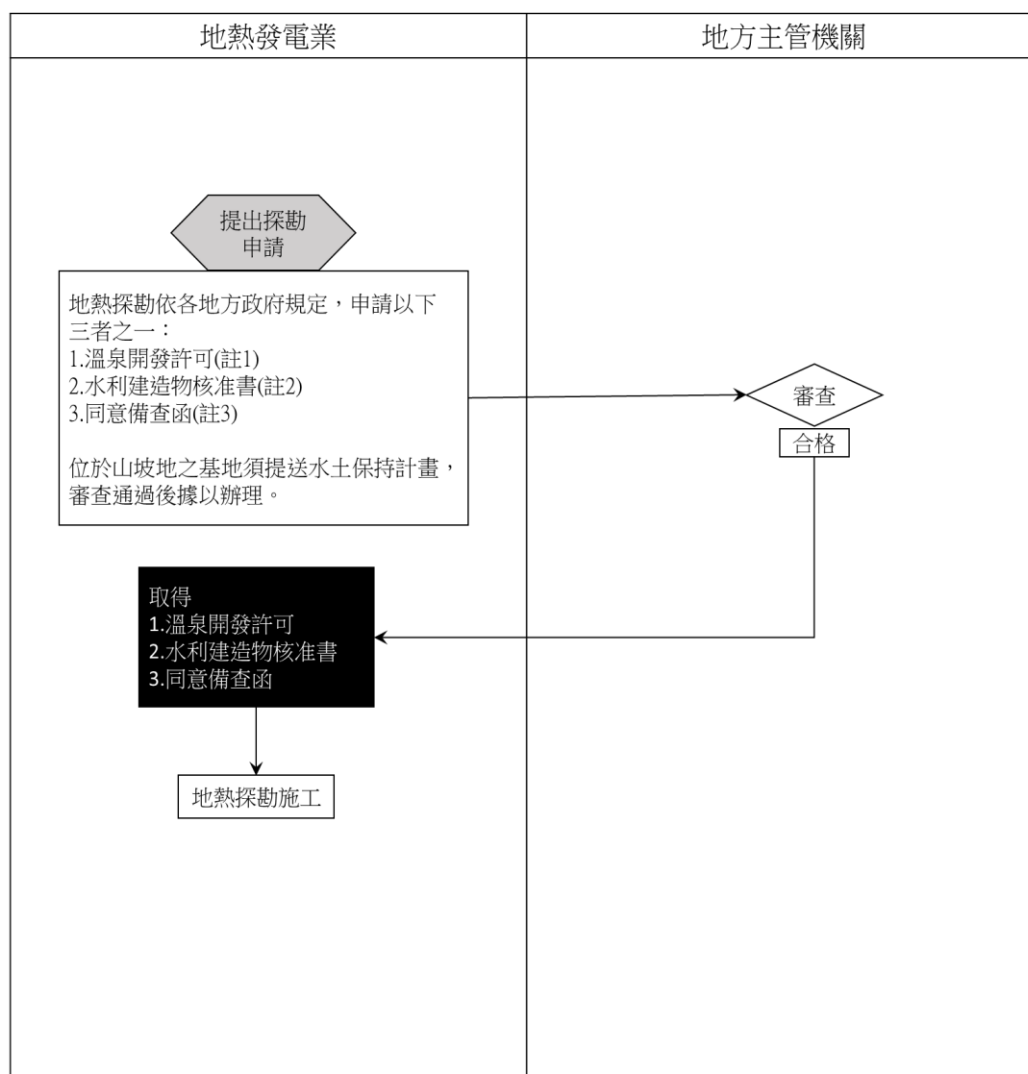
(A)若探勘地點位於既有溫泉區或地熱區，且可預期其地熱水體水質符合溫泉標準，則地方政府原則將依「溫泉開發許可辦法」辦理。

(B)若探勘地點之地熱水體水質無法確定是否符合溫泉標準，則可先以「地下水」視之，其使用屬於地下水水利事業，探勘井屬水利建造物，原則依各地方政府制訂之「地下水水利事業興辦許可審查作業要點」，申請「水利建造物核准書」。

B. 若地熱探勘不視為開發行為之前置作業，而僅為資源調查，則承辦窗口可將申請案會府內各機關審查後，先予以原則同意。但附帶提醒後續如需設置再生能源發電設施及商轉，仍應依相關規定辦理。

本計畫依據各種情境，已草擬地熱探勘流程圖如圖 26，供能源局參考。

地熱發電申請探勘作業流程(初稿)



【註1】申請溫泉開發許可應檢附下列文件

- (一)溫泉取供計畫書(技師簽證)
- (二)地質調查評估報告
- (三)環境監測/維護計畫
- (四)引水地點土地謄本
- (五)土地同意使用證明
- (六)無地質災害之虞證明

【註2】申請水利建造物核准書應檢附下列文件

- (一)水利建造物建造申請書
- (二)申請施設位置標示圖，其比例尺不得小於1/5000。
- (三)建造物平面圖其比例尺不得小於1/500；其周圍之地形圖，其比例尺不得小於1/2500。
- (四)建造物使用範圍之土地所有人之同意書（使用人或管理人之同意書併檢附土地所有人授權書）；於河川區域、海堤區域、排水設施範圍或水庫蓄水範圍者，另應取得其管理機關許可使用之證明文件。
- (五)計畫說明書及建造物設計圖樣。

【註3】申請人檢附地熱探勘相關資料(如：探勘井位所在地籍圖、土地使用同意書等)，函送地方政府地熱申設單一窗口，轉會相關業務單位審查同意(或無意見)後，回復申請人同意備查函。

圖 26、地熱發電申請探勘作業流程(初稿)示意圖

(2) 非都市土地變更編定法規及審議機制研析

109~110 年度部分地熱案場即將進入開發階段(如硫磺子坪地熱發電示範案)，若案場土地為非都市土地，且其地熱發電開發超出非都市土地管制規則所容許之 660 平方公尺，則必須依目的事業法令及「區域計畫法」、「非都市土地使用管制規則」、「非都市土地開發審議作業規範」及「非都市土地變更編定執行要點」等相關非都市土地法規，申請使用分區變更及其適當使用地之變更編定，或於原使用分區申請使用地變更編定，變更完成且登記後方可申請電業之施工許可。

依「非都市土地使用管制規則」第 11 條第 1 項第 7 款規定，地熱發電開發非都市土地面積達 2 公頃以上，須辦理使用分區變更(變更為特定專用區)。但若未達 2 公頃，可於原使用分區範圍內申請使用地變更編定(非都市土地管制規則第 4 章)。

目前「非都市土地開發審議作業規範」及「非都市土地變更編定執行要點」中均尚未訂定關於地熱發電之規定，故本年度將針對非都市土地之地熱發電開發審議作業規範研擬作業草案，本項工作內容執行架構與作業流程如圖 27，現階段完成工作包含地熱潛能區土地區位盤點及地熱潛能區土地相關管制法令分析，詳細說明如下：

A. 地熱潛能區土地區位盤點

我國主要地熱潛能區包含大屯山、清水、土場、廬山、瑞穗、知本、金崙等區域共七處，其中清水地熱區已變更為地熱專區、廬山地熱區經「變更廬山風景特定區計畫(第二次通盤檢討)」已劃定為保護區，不得有建築行為，故此二處地熱潛能區已無土地變更之需求，因此本工作項目針對其餘五處地熱潛能區進行土地區位盤點，條列如下：

(A)土場：位於宜蘭縣大同鄉，使用分區為森林區、風景區。

(B)大屯山：位於新北市金山區及萬里區，使用分區為森林區、鄉村區、一般農業區、特定農業區、山坡地保育區、河川區。

- (C)知本：位於台東縣太麻里鄉、金峰鄉及卑南鄉，使用分區為森林區、山坡地保育區、都市計畫區。
- (D)金崙：位於台東縣太麻里鄉及金峰鄉，使用分區為山坡地保育區、鄉村區、風景區。
- (E)瑞穗：位於花蓮縣瑞穗鄉及萬榮鄉，使用分區為一般農業區、特定農業區、山坡地保育區、鄉村區、森林區、河川區、特定專用區。

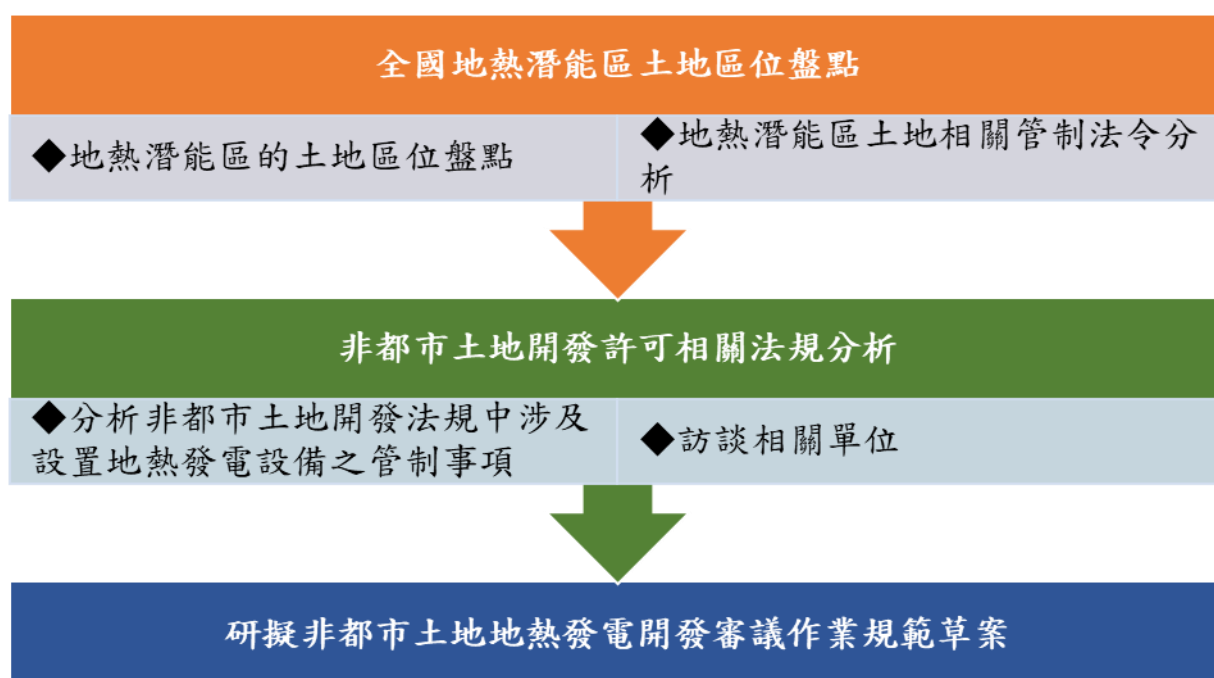


圖 27、非都市土地地熱發電開發審議作業規範草案流程圖

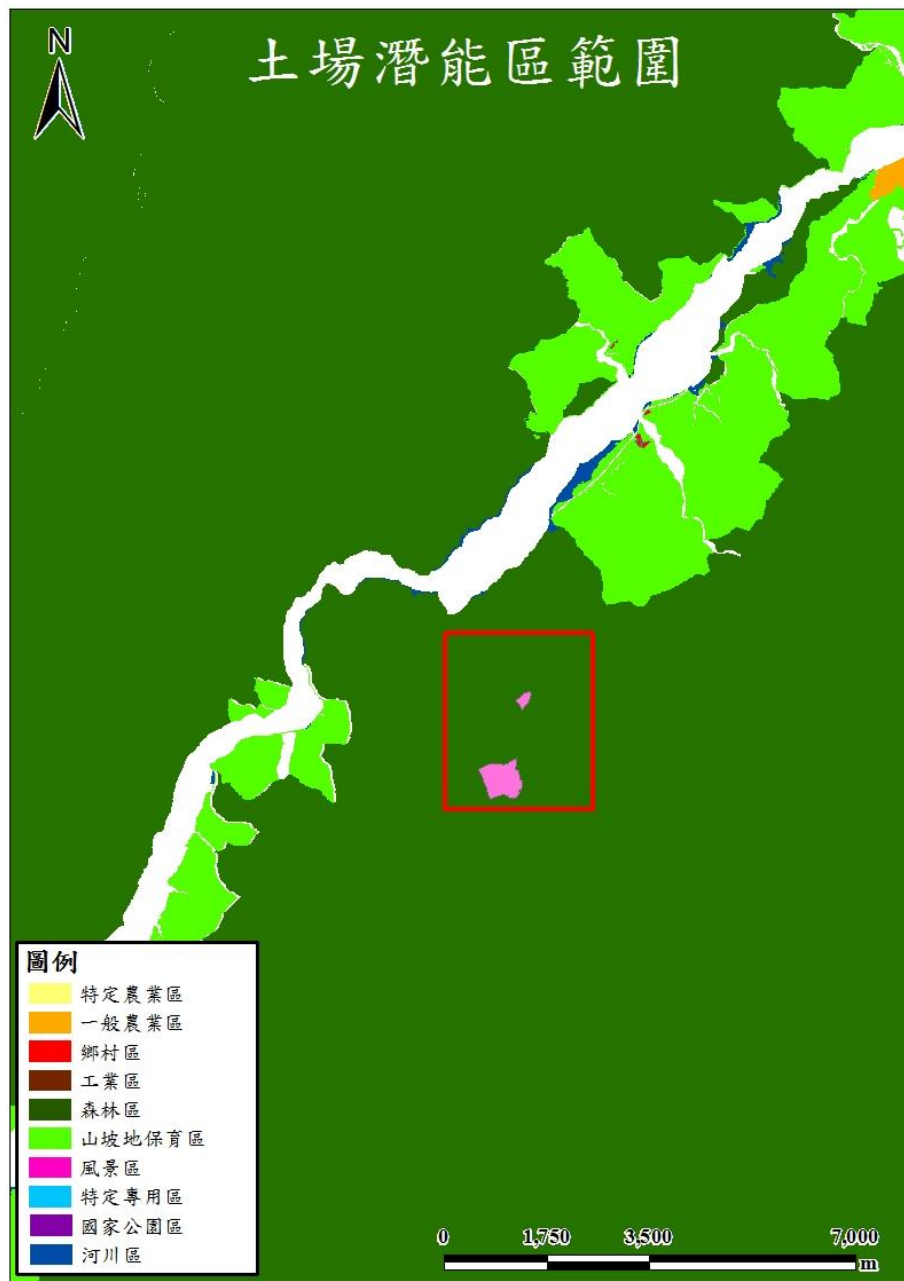


圖 28、土場地熱區土地區位圖

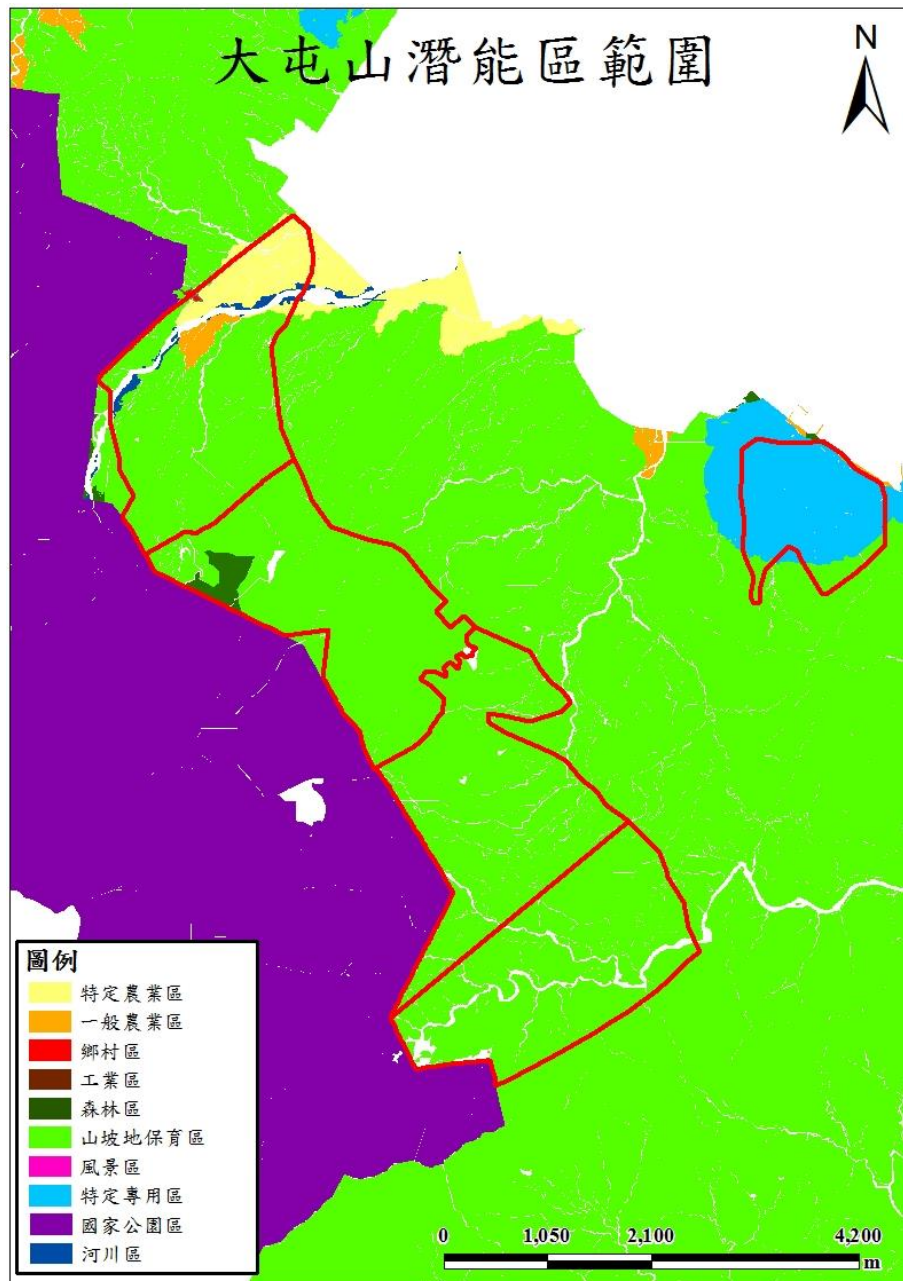


圖 29、大屯山地熱區土地區位圖

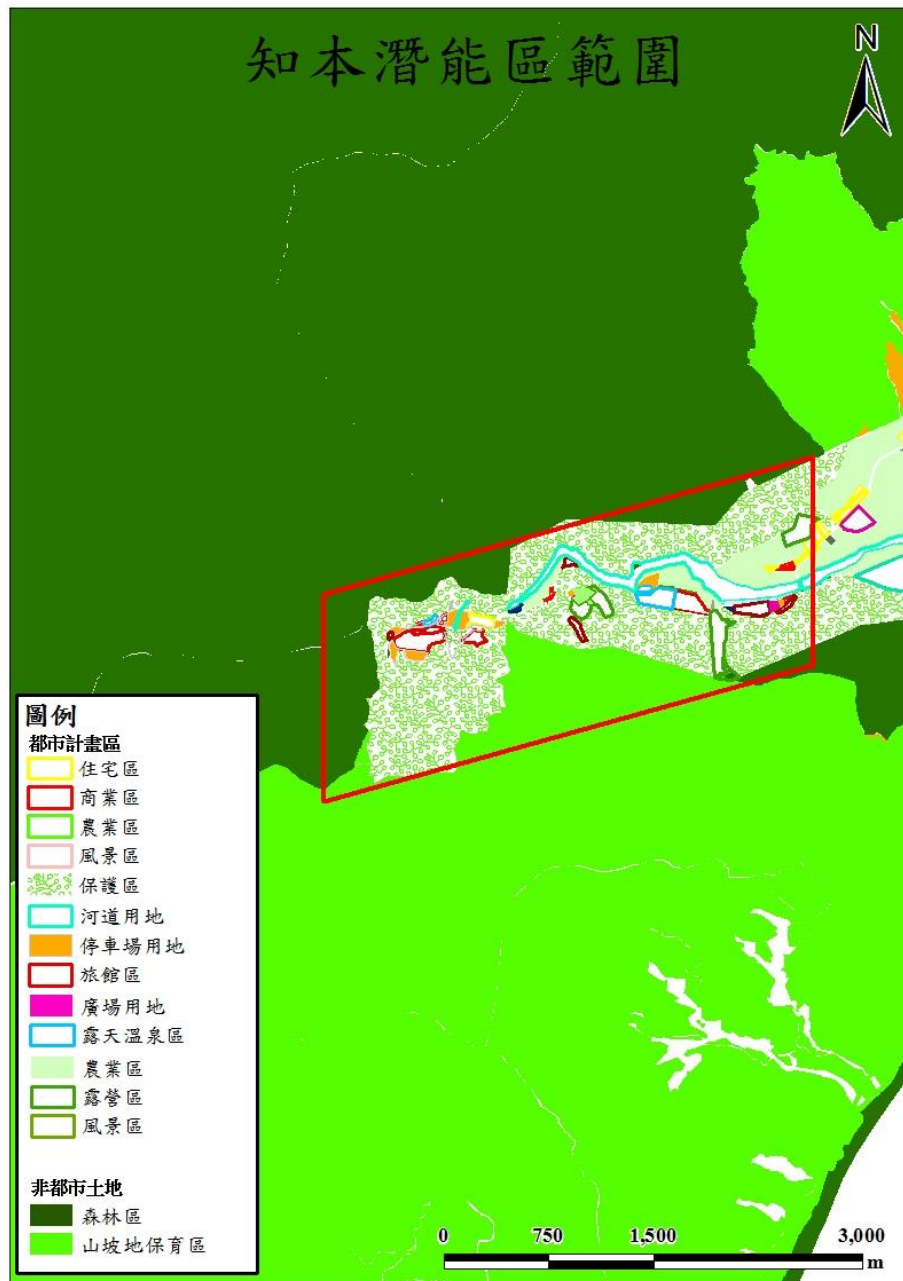


圖 30、知本地熱區土地區位圖

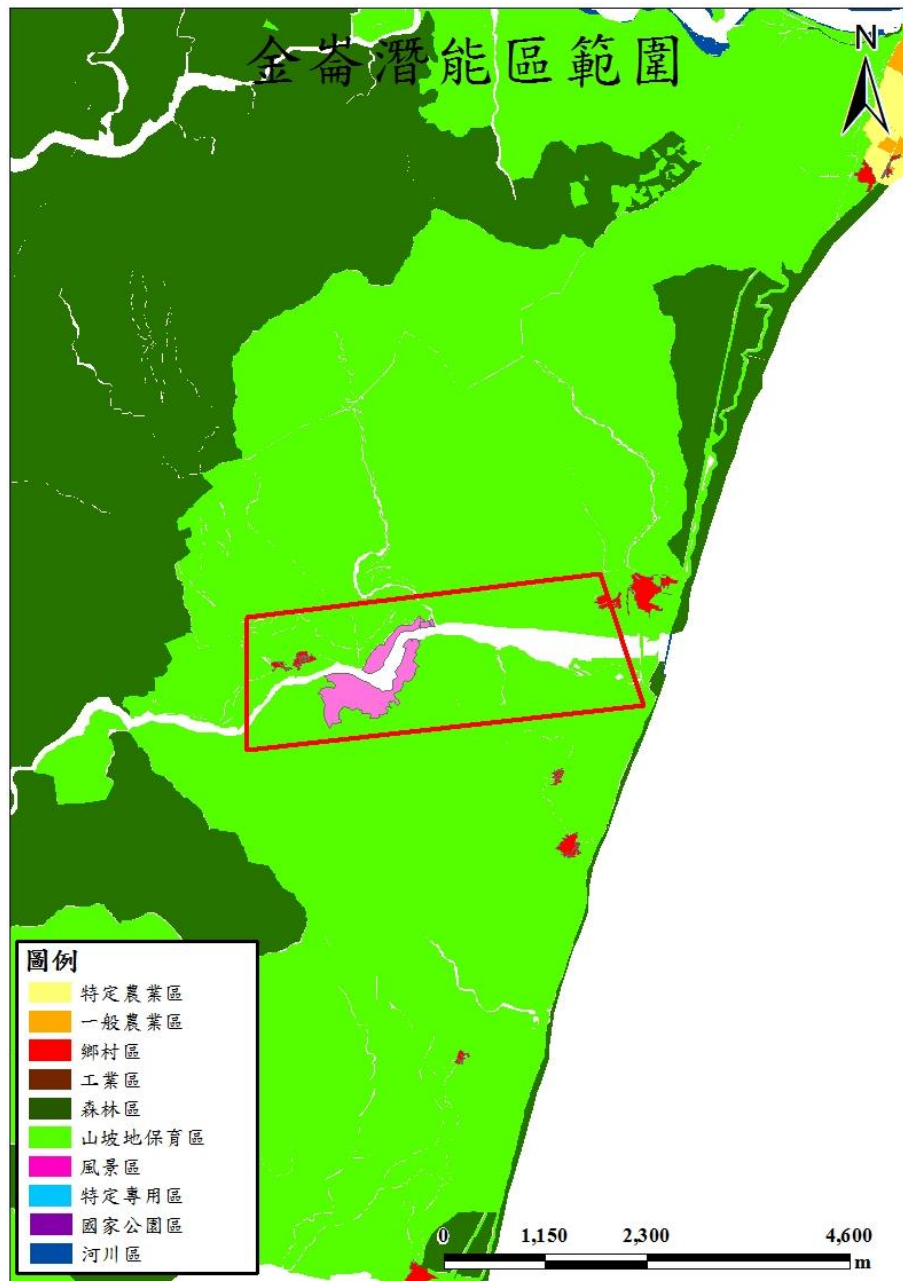


圖 31、金崙地熱區土地區位圖

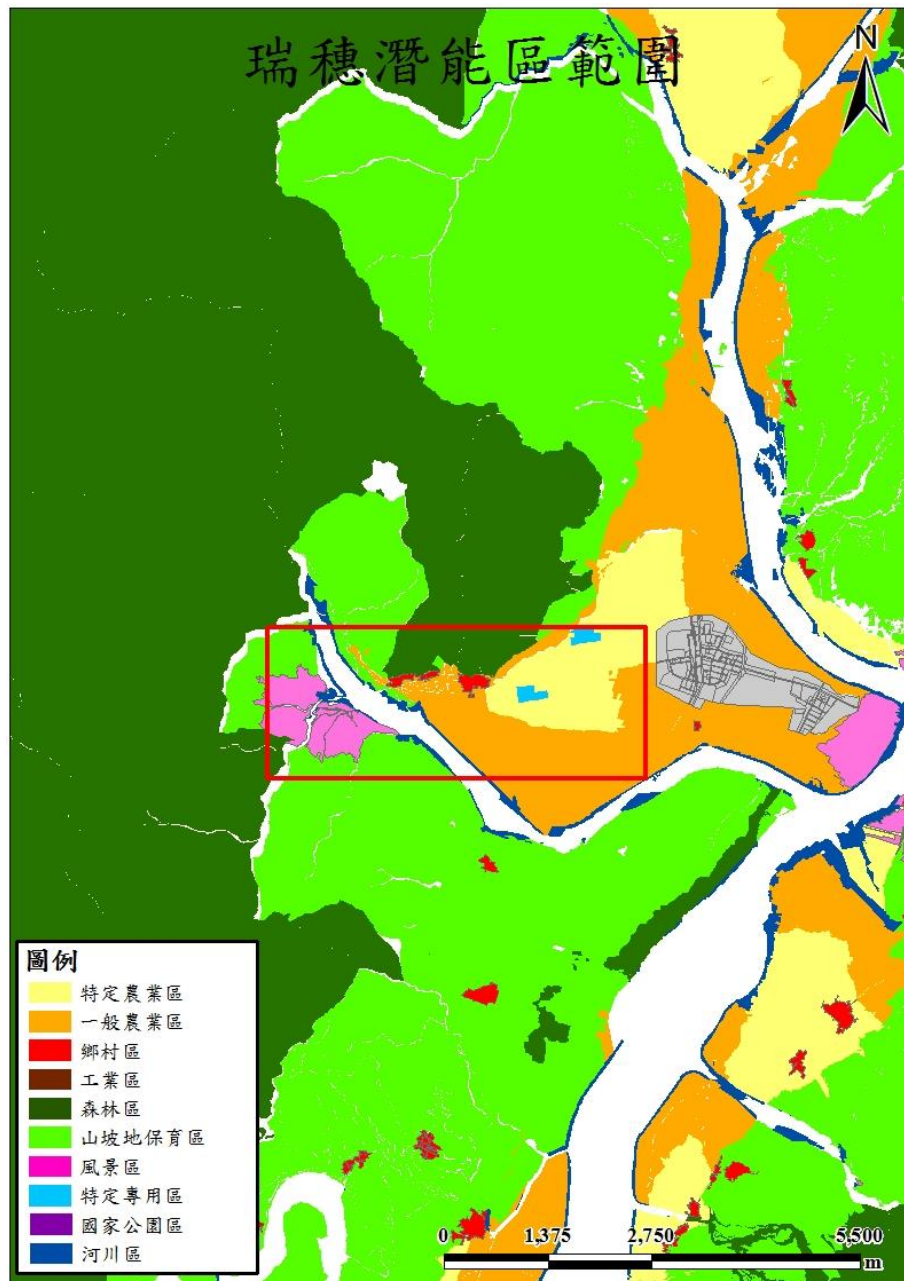


圖 32、瑞穗地熱區土地區位圖

B. 地熱潛能區土地相關管制法令分析

目前 5 處地熱潛能區之土地涵蓋非都市土地之森林區、風景區、鄉村區、一般農業區、特定農業區、山坡地保育區、河川區、特定專用區等 8 種使用分區，以及知本溫泉風景特定區計畫區。未來地熱開發申請開發許可時，除依照土地變更法規辦理外，亦需就基地區位特性(如山坡地、農業用地、環境敏感地區、原住民族地區、林地及保安林、河川區域、溫泉區、都市計畫區等)，遵循各該相關法令規定。

國土計畫法已於民國 105 年 5 月 1 日施行，全國國土計畫由內政部於民國 107 年 4 月 30 日公告實施，預計於民國 109 年公告實施直轄市、縣(市)國土計畫，民國 111 年劃定國土功能分區，同時現行區域計畫法則不再適用。因此，民國 111 年前，非都市土地開發許可申請仍應依非都市土地管制規則、非都市土地開發審議作業規範等相關法令規定辦理，有關地熱開發主要涉及管制法令彙整如表 3，各法令之條文內容摘要說明依其性質可概略分為：

(A)土地相關法令(如國土計畫法、非都市土地使用管制規則、非都市土地開發審議作業規範等)

● 國土計畫法

民國 111 年國土功能分區劃定後，同時現行區域計畫法則不再適用，而非都市土地目前 11 種使用分區將歸納為 4 種功能分區，並管制各功能分區之開發行為及其使用強度。地熱開發屬國防、重大之公共設施或公用事業計畫，未來依規定得於各國土功能分區申請使用，惟為使作業順利推動，建議於國土功能分區劃設階段，即先與所在直轄市、縣(市)政府主管機關充分溝通，盡可能將所需之全國地熱潛能區評估劃設為城鄉發展地區尤佳。

此外，依規定土石流高潛勢地區、嚴重山崩地滑地區、嚴重

地層下陷地區、流域有生態環境劣化或安全之虞地區、生態環境已嚴重破壞退化地區、其他地質敏感或對國土保育有嚴重影響之地區等，應劃設為國土復育促進地區，以保育和禁止開發行為及設施之設置為原則，並由劃定機關擬訂復育計畫。未來全國地熱潛能區實際選址時，建議避開上開環境敏感地區，若為維持基地完整性而有窒礙難行之處，建議後續草案研擬時納入考量。

● 非都市土地使用管制規則

依非都市土地管制規則規定，未來之地熱開發基地，若所屬使用地編定不容許再生能源發電設施使用，或開發規模達2公頃以上，則需辦理非都市土地使用分區變更，相關程序包括申請開發許可、土地使用分區及使用地之異動登記、公共設施移轉登記等項目。

而在開發許可申請過程中，依法需辦理環境影響評估、實施水土保持及維護或涉及農業用地變更者，應依各目的事業、環境影響評估、水土保持或農業發展條例有關法規規定辦理，其審查作業得併行辦理。

● 非都市土地開發審議作業規範

非都市土地申請開發面積足以影響原使用分區劃定目的，依規定應辦理土地使用分區變更，而申請開發許可為變更程序第一步。申請開發許可主要依循法規為非都市土地開發審議作業規範，分成總編及專編兩部分，用以規範各開發案件之規劃內容。

未來地熱開發申請時，依總編規定除敘明開發區位必要性、同興辦事業性質開發案件、是否位於環境敏感地區外，同時需按照規定留設一定比例之保育區、不可開發區、隔離綠帶等設施，且應符合基地形狀方整、至少有獨立二條通往聯外道路等規劃條

件。為使法規內容更貼近地熱開發實際需求，建議後續研擬專編時，可就地熱開發與總編規定有所抵觸部分，給予相對彈性之規範。

(B) 森林及農業相關法令(如森林法及其施行細則、農業發展條例及其施行細則、農業主管機關同意農業用地變更使用審查作業要點等)

- 森林法及其施行細則

未來選定之地熱開發基地，現況位屬林地、保安林範圍者，應依森林法及其施行細則等相關規定辦理。如因地熱開發涉及保安林解除時，經確認保安林無繼續存置之必要，得經中央主管機關核准，解除其一部分或全部。

- 農業發展條例及其施行細則、農業主管機關同意農業用地變更使用審查作業要點

未來選定之地熱開發基地，現況屬農業用地者，應依農業發展條例及其施行細則等相關規定辦理，並依農業主管機關同意農業用地變更使用審查作業要點，製作農業用地變更使用說明書取得同意。

(C) 水資源及坡地保育相關法令(如水土保持法、山坡地保育利用條例及其施行細則、水利法及其施行細則、河川管理辦法、排水管理辦法、溫泉法及溫泉開發許可辦法等)

- 水土保持法、山坡地保育利用條例及其施行細則

未來選定之地熱開發基地，現況位屬山坡地範圍者，應依水土保持法、山坡地保育利用條例及其施行細則等相關規定辦理，並依水土保持技術規範，製作水土保持計畫書取得同意。

- 水利法及其施行細則、河川管理辦法、排水管理辦法

未來選定之地熱開發基地，現況位屬河川區域者，應依水利法及其施行細則、河川管理辦法、排水管理辦法等相關規定辦理。

- 溫泉法及溫泉開發許可辦法

未來選定之地熱開發基地，現況屬溫泉區者，應依溫泉法、溫泉開發許可辦法等相關規定辦理。

(D)原民相關法令(如原住民族基本法)

- 原住民族基本法

未來選定之地熱開發基地，現況位屬原住民族地區者，應依原住民族基本法等相關規定辦理。

表 3、地熱開發主要涉及管制法令彙整表

時間點	使用分區	區位特性	相關法令
開發前	<u>非都市土地</u> 森林區 風景區 鄉村區 一般農業區 特定農業區 山坡地保育區 河川區 特定專用區	非都市土地	非都市土地使用管制規則 非都市土地開發審議作業規範
		山坡地	山坡地保育利用條例及其施行細則 水土保持法及其施行細則 水土保持技術規範
		農業用地	農業發展條例及其施行細則 農業主管機關同意農業用地變更使用審查作業要點
		環境敏感地區	非都市土地開發審議作業規範
		原住民族地區	原住民族基本法
		林地、保安林	森林法及其施行細則
		河川區域	水利法 河川管理辦法、排水管理辦法
		溫泉區	溫泉法 溫泉開發許可辦法
開發前	<u>知本溫泉風景特定區計畫區</u>	都市計畫區	都市計畫法及其施行細則 知本溫泉風景特定區計畫土地使用分區管制要點
開發時— 民國 111 年 國土功能 分區劃定前	<u>非都市土地</u> 特定專用區	非都市土地	非都市土地使用管制規則 非都市土地開發審議作業規範
	<u>知本溫泉風景特定區計畫區</u>	都市計畫區	都市計畫法及其施行細則 知本溫泉風景特定區計畫土地使用分區管制要點
開發時— 民國 111 年 國土功能 分區劃定後	<u>城鄉發展地區</u> (含 <u>知本溫泉風景特定區計畫區</u>)	城鄉發展地區	國土計畫法 全國國土計畫 直轄市、縣(市)國土計畫
		都市計畫區	都市計畫法及其施行細則 知本溫泉風景特定區計畫土地使用分區管制要點

C. 非都市土地開發審議作業規範總編與地熱相關條文

非都市土地申請開發面積足以影響原使用分區劃定目的，依規定應辦理土地使用分區變更，而申請開發許可為變更程序第一步。申請開發許可主要依循法規為「非都市土地開發審議作業規範」，分成總編及專編兩部分，用以規範各開發案件之規劃內容，其中，總編與地熱相關條文節錄如表 4。未來地熱開發申請時，依總編規定除敘明開發區位必要性、同興辦事業性質開發案件、是否位於環境敏感地區外，同時需按照規定留設一定比例之保育區、不可開發區、隔離綠帶等設施，且應符合基地形狀方整、至少有獨立二條通往聯外道路等規劃條件。為使法規內容更貼近地熱開發實際需求，建議後續研擬專編時，可就地熱開發與總編規定有所抵觸部分，給予相對彈性之規範。

表 4、非都市土地開發審議作業規範總編與地熱相關條文

條次	說明	條文內容摘要
三之一	申請開發基地區位	申請開發計畫應說明基地無法於下列地區開發之理由，經徵得所在直轄市、縣(市)政府及區域計畫委員會審議同意後始得開發： (一)都市計畫地區之推動都市更新地區及整體開發地區。 (二)都市計畫通盤檢討得變更使用之都市計畫農業區。 (三)新訂或擴大都市計畫地區。 (四)第三點第二項劃設區位。 申請開發基地規劃內容屬興辦國防、行政院核定之重大建設或緊急救災安置需要者，不受前項規定限制。
三之二	同興辦事業性質開發案件	申請開發計畫應調查說明基地所在直轄市、縣(市)範圍內同興辦事業性質開發案件土地之分布、使用及閒置情形，並從供需面分析開發需求與無法優先使用閒置土地之理由，並取得目的事業主管機關意見文件。 前項規定之調查事項，經區域計畫委員會討論認為申請開發行為情況特殊者，其調查範圍得以區域計畫委員會指定之範圍辦理。
六	申請開發許可書圖文件	申請人申請開發許可，應檢具下列書圖文件： (一)申請書。 (二)開發計畫書圖。 (三)涉水土保持法令規定應檢附水土保持規劃書者及涉環境影響評估法令規定應檢附書圖者，從其規定辦理。
七	開發影響費	申請開發者依本法有關規定應向直轄市、縣(市)政府繳交開發影響費者，其費用之計算除依規定辦理外，並應載明於開發計畫書中。
八	環境敏感地區查詢	直轄市、縣(市)政府及區域計畫擬定機關受理申請開發案件時，應查核其開發計畫及有關文件(如附表一、附表二之一、附表二之二)；有須補正者，應通知申請人限期補正。

條次	說明	條文內容摘要
九	第一級環境敏感地區	申請開發之基地不得位於附表二之一所列第一級環境敏感地區。但有下列情形之一者，不在此限： (一)屬內政部會商中央目的事業主管機關認定由政府興辦之公共設施或公用事業，且經各項第一級環境敏感地區之中央法令規定之目的事業主管機關同意興辦。 (二)為整體規劃需要，不可避免夾雜之零星小面積土地符合第九點之一規定者，得納入範圍，並應維持原地形地貌不得開發使用。 (三)依各項第一級環境敏感地區之中央目的事業主管法令明定得許可或同意。 (四)屬優良農地者，供農業生產及其必要之產銷設施使用，經農業主管機關認定符合農業發展所需，且不影響農業生產環境及農地需求總量。 (五)位於水庫集水區(供家用或供公共給水)非屬與水資源保育直接相關之環境敏感地區範圍，且該水庫集水區經水庫管理機關(構)擬訂水庫集水區保育實施計畫，開發行為不得影響該保育實施計畫之執行。 前項第一級環境敏感地區中水庫集水區(供家用或供公共給水)，指現有、興建中、規劃完成且定案(核定中)，作為供家用及公共給水者，其範圍依各水庫管理機關(構)劃定報經目的事業主管機關查認確定之範圍為標準，或大壩上流全流域面積。 第一項第五款屬與水資源保育直接相關之環境敏感地區範圍，指位於特定水土保持區、飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離之地區、水庫蓄水範圍、森林(國有林事業區、保安林等森林地區)、森林(區域計畫劃定之森林區)、森林(大專院校實驗林地及林業試驗林地等森林地區)、地質敏感區(山崩與地滑)、山坡地(坡度百分之三十以上)及優良農地之地區。
九之四	第二級環境敏感地區	申請開發之基地位於第二級環境敏感地區者，應就基地內位於環境敏感地區之土地說明下列事項，並徵詢各項環境敏感地區主管機關意見： (一)就所屬環境敏感地區特性提出具體防範及補救措施，並不得違反各項環境敏感地區劃設所依據之中央目的事業法令之禁止或限制規定。 (二)就所屬環境敏感地區特性規範土地使用種類及強度。
九之五	原住民族特定區域	申請開發之基地位於原住民族特定區域計畫範圍者，依下列規定辦理： (一)該計畫公告之水源保護區範圍，禁止開發。 (二)該計畫規定不受全國區域計畫第一級環境敏感地區不得辦理設施型使用分區及使用地變更編定之限制者，從其規定。
十	自來水水質水量保護區	申請開發之基地，如位於自來水水質水量保護區之範圍者，其開發應依自來水法之規定管制。其基地污水排放之承受水體未能達到環境保護主管機關公告該水體分類之水質標準或河川水體之容納污染量已超過主管機關依該水體之涵容能力所定之管制總量者或經水利主管機關認為對河防安全堪虞者，不得開發。但經區域計畫委員會同意興辦之各項供公眾使用之設施，不在此限。 開發基地所在之自來水水質水量保護區已依法公告飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離內之地區者，其開發應依前項規定及飲用水管理條例相關規定辦理，不受第三項規定之限制。但如開發基地未位於該自來水水質水量保護區已公告之飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離內之地區，並經飲用水主管機關說明該自來水水質水量保護區內不再另外劃設其他飲用水水源水質保護區者，其開發僅依第一項規定辦理，不受第三項規定之限制。 第一項基地所在之自來水水質水量保護區，於尚未依法公告飲用水水源水質保護區之範圍或飲用水取水口一定距離前，其開發除應依第一項規定辦理外，並應符合下列規定。但有特殊情形，基於國家社會經

條次	說明	條文內容摘要
		濟發展需要者且無污染或貽害水源、水質與水量行為之虞者，經提出廢水三級處理及其他工程技術改善措施，並經飲用水及自來水主管機關審查同意後，送經區域計畫委員會審查通過者，得不受本項第一款及第二款規定之限制。 (一)距離豐水期水體岸邊水平距離一千公尺之範圍，區內禁止水土保持以外之一切開發整地行為。 (二)取水口上游半徑一公里內集水區及下游半徑四百公尺，區內禁止水土保持以外之一切開發整地行為。 (三)距離豐水期水體岸邊水平距離一千公尺以外之水源保護區，其開發管制應依自來水法之規定管制。 (四)各主管機關依本編第六點審查有關書圖文件，且各該主管機關同意者。
十二	自來水淨水廠取水口上游半徑一公里集水區	申請開發之基地位於自來水淨水廠取水口上游半徑一公里集水區內，且基地尚無銜接至淨水廠取水口下游之專用污水下水道系統者，暫停核發開發許可。但提出上述系統之設置計畫，且已解決該系統所經地區之土地問題者，不在此限，其設置計畫應列於第一期施工完成。
十四	基地土地形狀	基地土地形狀應完整連接，如位於山坡地該連接部分最小寬度不得少於五十公尺，位於平地不得小於三十公尺，以利整體規劃開發及水土保持計畫。但經區域計畫委員會認定情況特殊且符合整體規劃開發，並無影響安全之虞者，不在此限。
十五	公有土地或未登記土地	基地內之公有土地或未登記土地，基於整體規劃開發及水土保持計畫需要，應先依規定取得同意合併開發或核准讓售之文件。
十六	坡度限制	基地內之原始地形在坵塊圖上之平均坡度在百分之四十以上之地區，其面積之百分之八十以上土地應維持原始地形地貌，且為不可開發區，其餘土地得規劃作道路、公園、及綠地等設施使用。 坵塊圖上之平均坡度在百分之三十以上未逾四十之地區，以作為開放性之公共設施或必要性服務設施使用為限，不得作為建築基地(含法定空地)。 滯洪設施之設置地點位於平均坡度在百分之三十以上地區，且符合下列各款規定者，經區域計畫委員會審查同意後，得不受前二項規定限制： (一)設置地點之選定確係基於水土保持及滯洪排水之安全考量。 (二)設置地點位於山坡地集水區之下游端且區位適宜。 (三)該滯洪設施之環境影響評估及水土保持規劃業經各該主管機關審查通過。 (四)申請人另提供位於平均坡度在百分之三十以下地區，與滯洪設施面積相等之土地。但該土地除規劃為保育目的之綠地外，不得進行開發使用。 申請開發基地之面積在十公頃以下者，原始地形在坵塊圖上之平均坡度在百分之三十以下之土地面積應占全區總面積百分之三十或三公頃以上；申請開發基地之面積在十公頃以上者，其可開發面積如經區域計畫委員會審查認為不符經濟效益者，得不予審查或作適度調整。
十七	保育區劃設	基地開發應保育與利用並重，並應依下列原則，於基地內劃設必要之保育區，以維持基地自然淨化空氣、涵養水源、平衡生態之功能： (一)基地應配合自然地形、地貌及地質不穩定地區，設置連貫並儘量集中之保育區，以求在功能上及視覺上均能發揮最大之保育效果。除必要之道路、公共設施或必要性服務設施、公用設備等用地無法避免之狀況外，保育區之完整性與連貫性不得為其它道路、公共設施、公用設備用地切割或阻絕。 (二)保育區面積不得小於扣除不可開發區面積後之剩餘基地面積之百分之三十。保育區面積之百分之七十以上應維持原始之地形地貌，不得開發。

條次	說明	條文內容摘要
		(三)劃為保育區內之土地，如屬曾先行違規整地、海埔新生地、河川新生地或土地使用現況為漁塭、裸露地、墾耕地者，應補充如何維持保育功能之內容或復育計畫。 (四)保育區面積之計算不得包括道路、公共設施或必要性服務設施、公用設備，且不得於保育區內劃設建築基地。 (五)滯洪設施如採生態工程方式設置，兼具滯洪、生物棲息與環境景觀等功能，經區域計畫委員會審查同意，其面積得納入保育區面積計算；前開設施面積納入保育區計算者，仍應符合第二款規定。但基地非屬山坡地範圍，基於公共安全及防災需要，所規劃生態滯洪設施符合第二十二點滯洪設施量體規定者，經區域計畫委員會審議同意，其變更原始地形地貌之比例，得酌予調整。 (六)非屬山坡地範圍之基地設置以輔助污水處理設施改善水質為目的之人工濕地，經區域計畫委員會審查同意，得納入保育區面積計算，且其變更原始地形地貌之比例，得酌予調整。 前項第五款及第六款得調整保育區變更原始地形地貌比例，不得大於保育區面積百分之五十。
十八	保育區優先劃設	開發基地內經調查有下列情形之一，且尚未依相關法規劃定保護者，應優先列為保育區： (一)珍貴稀有之動、植物保護地區。 (二)主要野生動物棲息地。 (三)林相良好之主要林帶。 (四)文化資產之保護地區。 (五)經濟部認定之重要礦區且地下有多條舊坑道通過之地區。 (六)特殊地質地形資源：指基地內特殊之林木、特殊山頭、主要稜線、溪流、湖泊等自然地標及明顯而特殊之地形地貌。 (七)坡度陡峭地區：指坡度在百分之四十以上之地區。
二十	整地	整地應依審查結論維持原有之自然地形、地貌，以減少開發對環境之不利影響，並達到最大的保育功能。其挖填方應求最小及平衡，不得產生對區外棄土或取土。但有特別需求者依其規定。 非屬山坡地之整地排水應依以下原則辦理： (一)挖填方計算應採用方格法，方格每一邊長為二十五公尺，並根據分期分區計畫分別計算挖填土方量。 (二)整地應維持原有水路之集、排水功能，有須變更原有水路者，應以對地形、地貌影響最小之方式做合理之規劃，整治計畫並須徵得各該主管機關同意。
二十二	滯洪設施及排水路規劃	基地開發後，應依水利法或水土保持法等相關規定提供滯洪設施及排水路，以阻絕因基地開發增加之逕流量。 前項排水路設計應能滿足聯外排水通洪能力。 前二項滯洪設施量體與逕流量計算及排水路設計，應以水利主管機關核定之出流管制規劃書或水土保持主管機關審定之水土保持規劃書為準。
二十四	環境地質及基地地質分析	基地開發應分析環境地質及基地地質，潛在地質災害具有影響相鄰地區及基地安全之可能性者，其災害影響範圍內不得開發。但敘明可排除潛在地質災害者，並經依法登記開業之相關地質專業技師簽證，在能符合本規範其他規定之原則下，不在此限。 開發基地位於地質法公告之地質敏感區且依法應進行基地地質調查及地質安全評估者，應納入地質敏感區基地地質調查及地質安全評估結果。
二十六	基地聯絡道路	基地聯絡道路，應至少有獨立二條通往聯外道路，其中一條其路寬至少八公尺以上，另一條可為緊急通路且寬度須能容納消防車之通行。但經區域計畫委員會認定情況特殊且足供需求，並無影響安全之虞者，不在此限。

條次	說明	條文內容摘要
三十二	透水面積	開發後基地內之透水面積，山坡地不得小於扣除不可開發區及保育區面積後剩餘基地面積的百分之五十，平地不得小於百分之三十。但經區域計畫委員會認定無影響安全之虞者，不在此限。 基地位於依地質法劃定公告之地下水補注地質敏感區，其開發後基地內之透水面積應依地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則規定辦理。
四十	緩衝綠帶設置	申請開發案件之土地使用與基地外周邊土地使用不相容者，應自基地邊界線退縮設置緩衝綠帶。寬度不得小於十公尺，且每單位平方公尺應至少植喬木一株，前述之單位應以所選擇喬木種類之成樹樹冠直徑平方為計算標準。但天然植被茂密經認定具緩衝綠帶功能者，不在此限。 前項緩衝綠帶與區外公園、綠地鄰接部分可縮減五公尺；基地範圍外鄰接依水利法公告之河川區域或海域區者，其鄰接部分得以退縮建築方式辦理，其退縮寬度不得小於十公尺並應植栽綠化，免依前項規定留設緩衝綠帶。 第一項基地範圍緊鄰鐵路、大眾捷運系統、高速公路或十公尺寬以上之公路、已開闢之計畫道路，第一項緩衝綠帶得以等寬度之隔離設施替代。但緊鄰非高架式公路或道路之對向屬住宅、學校、醫院或其他經區域計畫委員會認定屬寧適性高之土地使用者，不得以隔離設施替代。 前項所稱隔離設施應以具有隔離效果之道路、平面停車場、水道、公園、綠地、滯洪池、蓄水池、廣場、開放球場等開放性設施為限。
四十四之五	山坡地	申請開發之基地位於山坡地範圍者，其基地整地、排水、景觀等相關設施之規劃與配置，宜以尊重生態之理念進行設計。
四十四之六	嚴重地層下陷地區	申請開發基地位於經濟部公告之嚴重地層下陷地區者，開發行為所需水源應不得抽取地下水，並應以低耗水使用為原則。 前項申請開發計畫應依所在區域近五年內地面之年平均下陷量，評估該區域未來可能之下陷總量，並據此提出防洪、排水及禦潮等相關措施，以防止基地之地盤沈陷、海水入侵或洪水溢淹等情形。

D. 地熱專編修訂方向

- (A)民國 111 年國土功能分區劃定後，同時現行區域計畫法則不再適用，而非都市土地目前 11 種使用分區將歸納為 4 種功能分區，並管制各功能分區之開發行為及其使用強度。建議於國土功能分區劃設階段，即先與所在直轄市、縣(市)政府主管機關充分溝通，盡可能將所需之全國地熱潛能區評估劃設為城鄉發展地區尤佳。
- (B)依國土計畫法規定土石流高潛勢地區、嚴重山崩地滑地區、嚴重地層下陷地區、流域有生態環境劣化或安全之虞地區、生態環境已嚴重破壞退化地區、其他地質敏感或對國土保育有嚴重影響之地區等，應劃設為國土復育促進地區，以保育和禁止開發行為及設施之設置為原則，並由劃定機關擬訂復育計畫。未來全國地熱潛能區實際選址時，建議避開上述環境敏感地區，若為維持基地完整性而有窒礙難行之處，建議後續草案研擬時納入考量。
- (C)初步彙整之相關法令中，目前針對地熱開發尚無明確規範，建議後續研擬專編訂定之。
- (D)未來地熱開發申請時，依非都市土地開發審議作業規範總編規定除敘明開發區位必要性、同興辦事業性質開發案件、是否位於環境敏感地區外，同時需按照規定留設一定比例之保育區、不可開發區、隔離綠帶等設施，且應符合基地形狀方整、至少有獨立二條通往聯外道路等規劃條件。為使法規內容更貼近地熱開發實際需求，建議後續研擬專編時，可就地熱開發與總編規定有所牴觸部分，給予相對彈性之規範。
- (E)承上，根據基地區位特性(如山坡地、農業用地、環境敏感地區、原住民族地區、林地及保安林、河川區域、溫泉區、都市計畫區等)涉及其他法令時，如遇地熱開發與前開相關規定有所牴觸部分，建議後續研擬專編時，亦給予相對彈性之規範。

E. 地熱能發電設施專編(草案)研擬

(A)總編建議排除內容

透過比對方式，瞭解地熱開發行為依循總編現行規定辦理是否有窒礙難行之處。經評估後，考量設置地熱能發電設施有其特殊性，與一般設施型開發案件以實施開發建築之方式不同，建議排除部分總編規定，藉由地熱能發電設施專編之訂定，給予該項開發行為因地制宜之規範與彈性。

參考太陽光電設施專編內容，初步提出總編第十四點、第十七點、第二十八點、第三十點、第三十五點、第三十九點規定可能不適用地熱開發之看法，建議未來於專編訂定上應研擬相關規定替代之；此外，考量地熱能發電設施屬低密度開發計畫，有別於一般建築或高強度使用之開發計畫，建議部分書圖簡化，例如基地地質剖面(鑽探分析)等。

(B)地熱能發電設施專編(草案)內容

本計畫綜整相關法規及地熱開發所需，提出以下兩個方案供參，並針對總編及專編草案進行比較分析如表 5，其中方案二主要對於地熱能發電設施以外之相關必要性服務設施、公共設施、管理設施或其他建築設施用地建築物高度、基地周邊緩衝綠帶或隔離設施等項目給予較具體且嚴謹之規範，確保其開發行為不致影響該地區整體風貌意象。現階段草案內容尚需持續滾動式檢討修正，

草案方案一

非都市土地開發審議作業規範

第十五編 地熱能發電設施

一、基地開發設置地熱能發電設施，應以生產井、回注井、輸送管線、地熱流體貯存設施、冷卻系統(含冷卻水塔)、發電機組、環控系統、廠房(含辦公室、倉庫)、電力網設備及線路為主。

前項設施以外之相關必要性服務設施、公共設施、管理設施或其他建築設施用地定有建蔽率、容積率者，其面積合計未超過二公頃且未超過基地面積之百分之十，依本專編規定辦理，合計超過二公頃或基地面積百分之十，應依本專編第三點至第七點規定辦理。

二、符合第一點規定之申請案，應依本規範規定申請審議。但本規範總編第十四點、第十七點、第二十八點、第三十點、第三十五點、第三十九點規定，不在此限。

基地有本規範總編第十八點情形者，仍應劃為保育區。

三、基地開發設置地熱能發電設施，應做視覺景觀分析，且為維護整體景觀風貌及視野景觀品質，應依下列原則辦理：

(一)地熱能發電設施及其必要發電設施，應配合等高線與既有地形、地景及相鄰基地之景觀特色，塑造和諧之整體意象，並利用景觀改善措施，減低對周邊環境之衝擊。

(二)基地內各項設施及建築物之尺度、色彩、材質及陰影效果，均應與相鄰地形地貌結合，並應保持以自然景觀為主之特色。

(三)基地應適當綠化，綠化範圍及緩衝綠帶之植栽得以不妨礙地熱能發電設施產生能源之樹種及植被密度予以配置，並以具有景觀維護、

緩衝或隔離之效果及避免對基地外建築物或道路產生視覺影響為原則。

四、設置地熱能發電設施之開發計畫應含土地使用分區管制計畫，說明土地使用配置原則或構想、容許使用項目及強度、建築高度管制、植栽及景觀綠化、透水率管制等事項。

五、基地開發應就施工期間交通維持管理方式納入交通運輸計畫敘明。

六、基地內之廢污水應予適當收集處理，如屬水污染防治法列管之事業或污水下水道系統，其排放應符合環境保護相關法規之規定。廢污水並不得排放至農業灌溉功能之系統。

七、基地地質剖面（鑽探分析）之書圖得予以簡化製作，免予鑽探製作基地地質剖面圖及相關地質圖。但位於地質敏感區者，應依地質法相關規定辦理。

草案方案二

非都市土地開發審議作業規範

第十五編 地熱能發電設施

一、基地開發設置地熱能發電設施，應以生產井、回注井、輸送管線、地熱流體貯存設施、冷卻系統(含冷卻水塔)、發電機組、環控系統、廠房(含辦公室、倉庫)、電力網設備及線路為主。

前項設施以外之相關必要性服務設施、公共設施、管理設施或其他建築設施用地定有建蔽率、容積率者，其面積合計未超過二公頃且未超

過基地面積之百分之十，依本專編規定辦理，合計超過二公頃或基地面積百分之十，應依本專編第三點至第七點規定辦理。

第一項及前項建築物高度不得超過三層樓且不得超過十點五公尺。

二、符合第一點規定之申請案，應依本規範規定申請審議。但本規範總編第十四點、第十七點、第二十八點、第三十點、第三十五點、第三十九點規定，不在此限。

基地有本規範總編第十八點情形者，仍應劃為保育區。

三、保育區應以生態綠化方式強化及確保保育功能，高度十公尺以上之樹木及高度五公尺以上、面積三百平方公尺以上之樹林應予保存。

四、基地周邊應劃設二十公尺寬之緩衝綠帶或隔離設施。但在特定農業區設置地熱能發電設施，其與緊鄰農地之農業生產使用性質不相容者，其緩衝綠帶或隔離設施之寬度不得少於三十公尺。

前項地熱能發電設施周邊緩衝綠帶寬度不得低於十公尺。基地緊鄰森林區或特定農業區者，其緩衝綠帶寬度不得低於二十公尺。但公園、綠地及滯洪池等設施因規劃考量須設置於基地邊界者，經區域計畫委員會同意且寬度符合上開規定者，不在此限。

第一項基地範圍緊鄰依水利法公告之河川區域、海域區、鐵路、大眾捷運系統、高速公路或十公尺寬以上之公路、已開闢之計畫道路，第二項緩衝綠帶得以等寬度之隔離設施替代並應加強植栽綠化。

第一項及前項所稱隔離設施應以具有隔離效果之道路、平面停車場、水道、公園、綠地、滯洪池、蓄水池、廣場、開放球場等開放性設施為限。

五、基地開發設置地熱能發電設施，應做視覺景觀分析，且為維護整體景觀

風貌及視野景觀品質，應依下列原則辦理：

- (一) 地熱能發電設施及其必要發電設施，應配合等高線與既有地形、地景及相鄰基地之景觀特色，塑造和諧之整體意象，並利用景觀改善措施，減低對周邊環境之衝擊。
- (二) 基地內各項設施及建築物之量體、線條、高度、尺度、色彩、材質及陰影效果，均應與相鄰地形地貌結合，並應保持以自然景觀為主之特色。
- (三) 基地應適當綠化，綠化範圍及緩衝綠帶之植栽得以不妨礙地熱能發電設施產生能源之樹種及植被密度予以配置，並以具有景觀維護、緩衝或隔離之效果及避免對基地外建築物或道路產生視覺影響為原則。

六、設置地熱能發電設施之開發計畫應含土地使用分區管制計畫，說明土地使用配置原則或構想、容許使用項目及強度、建築高度管制、植栽及景觀綠化、透水率管制等事項。

七、基地開發應就施工期間交通維持管理方式納入交通運輸計畫敘明。

八、基地內之廢污水應予適當收集處理，如屬水污染防治法列管之事業或污水下水道系統，其排放應符合環境保護相關法規之規定。廢污水並不得排放至農業灌溉功能之系統。

九、基地地質剖面（鑽探分析）之書圖得予以簡化製作，免予鑽探製作基地地質剖面圖及相關地質圖。但位於地質敏感區者，應依地質法相關規定辦理。

表 5、總編與專編初擬草案方案比較分析表

項目	總編	方案一	方案二
使用項目	無明訂規範，依非都市土地使用管制規則辦理	1.第一點規定使用項目，並說明達一定規模以上之適用條文 2.第四點規定需提出土地使用分區管制計畫，說明土地使用配置原則或構想、容許使用項目及強度、建築高度管制、植栽及景觀綠化、透水率管制等事項	1.第一點規定使用項目，並說明達一定規模以上之適用條文 2.第六點規定需提出土地使用分區管制計畫，說明土地使用配置原則或構想、容許使用項目及強度、建築高度管制、植栽及景觀綠化、透水率管制等事項
開發強度	同上	同上	第一點針對建築物高度給予限制
視覺維護	第三十九點規定基地內建築物應尊重自然景觀之特色	第三點針對地熱能發電設施之景觀維護原則，應做視覺景觀分析等訂有特別規定，故排除總編第三十九點規定	第三點針對地熱能發電設施之景觀維護原則，應做視覺景觀分析等訂有特別規定，故排除總編第三十九點規定；另強調量體、線條、高度與鄰近地形關係
隔離設施及緩衝綠帶	第四十點規定自基地邊界線退縮設置緩衝綠帶，寬度不得小於十公尺；緩衝綠帶與區外公園、綠地鄰接部分可縮減五公尺	無提出具體規定，第三點之(三)說明以避免對基地外建築物或道路產生視覺影響為原則	第四點規定基地周邊應劃設二十公尺寬之緩衝綠帶或隔離設施，其中緩衝綠帶寬度不得低於十公尺；若在特定農業區設置者，留設寬度需再加寬
植栽保存	第四十二、四十三點規定全區綠化應調查現有植栽、樹林保存、機能植栽	無明訂規範	第三點提出高度十公尺以上樹木及高度五公尺以上、面積三百平方公尺以上之樹林應予保存
交通維持計畫	第二十七點提確保基地通往中心都市之縣級(含)以上道路系統的順暢之原則	第五點提出施工期間交通維持管理方式納入交通運輸計畫敘明	第七點提出施工期間交通維持管理方式納入交通運輸計畫敘明
廢污水處理	第三十點提出下水道系統應採用雨水與污水分流方式處理	考量地熱能發電設施產生廢污水甚少，故排除總編第三十九點規定，並改以第六點說明集中處理，排放應符合環境保護相關法規之規定	考量地熱能發電設施產生廢污水甚少，故排除總編第三十九點規定，並改以第八點說明集中處理，排放應符合環境保護相關法規之規定

2.地熱資訊更新及網站維護

107 年度為配合地熱電廠推廣需求，完成建置『地熱發電資訊網』(網址：<https://www.geothermal-taiwan.org.tw/>)，『地熱發電資訊網』主要功能除了公告政府在地熱開發政策上的積極作法、相關獎勵措施與法規內容外，最重要的宗旨是公開目前我國所有地熱開發的相關資訊，以便吸引未來有意投入地熱發電開發之廠商，供其瞭解目前可能開發潛能場址之現況(圖 33)，以及籌設地熱電廠之申設流程。同時亦可增進一般民眾對於地熱發電之認知，使民眾了解地熱發電在我國能源政策發展上之重要性。為因應未來地熱開發之需求，本網站之內容亦需要隨時保持更新，本年度主要網站維護改善工作如下：

A. 地熱探勘資料查詢平台建立

目前在『地熱發電資訊網』上已揭露地熱開發相關公開資訊的單位主要有包括：經濟部中央地質調查所、台灣中油股份有限公司、經濟部水利署、台灣電力公司、科技部、經濟部礦務局以及財團法人工業技術研究院等單位在過去與地熱探勘、開發有關的資料連結。為了提供民眾及開發業者更多探勘資料服務，本年度於年底增加網站更新規劃，增建地熱探勘資料查詢平台(圖 34)，計畫團隊將逐步整理各主要地熱潛能區的地熱探勘相關歷史資料，並以探勘資料類型作為分類依據供使用者查詢，初步規劃整理探勘資料類型包含區域地質、地下鑽井、地溫、地球化學、地球物理、產能測試、地熱概念模式、潛能評估、發電規劃及環境地質資料等，查詢平台設計雛形如圖 35 及圖 36 所示，預計將於 110 年度完成全台所有地熱潛能區的資料彙整與上架公開。

B. 資通安全維護作業

本項工作依照政府網站安全維護管理要求做好安全維護計畫，防止網站遭受安全攻擊。目前地熱發電資訊網已經完成了年度預定的每季資安掃描工作，並無發現重大漏洞，未來也將視實際需求進行定期或不定期之資安掃描，以確保網站的運作安全無虞。

而為了通過未來經濟部對所轄管之補助計畫對外網站之資安稽核，除於四月份完成本網站之【資通安全維護計畫書】之外，本單位內部亦已針對網站資安相關規定進行內部稽核工作。由網站建置委外廠商的採購規格書資安要求開始，並進行地熱發電資訊網站之風險評鑑作業，風險評鑑的第一階段執行內容包括：資訊資產盤點、價值評鑑，第二階段則是網站資訊資產之威脅與弱點評估。以上作業期間適逢武漢肺炎病毒疫情，因此多採用遠端視訊或電話訪談會議方式於五月底完成。另外，對於委外廠商以及機房之資安稽查工作，也在合乎防疫規定的要求下，會同資安顧問親赴現場完成各項評鑑與稽查工作，最後並於今年 11 月 10 日順利通過能源局年度計畫資通安全實地稽核評鑑，為未來網站安全管理立下一個里程碑。

C. 英文版網頁規劃建置

本項工作規劃並建置地熱發電資訊網站之英文版網頁，以提供更廣泛的服務，接收來自各方更多之意見。英文版的地熱發電資訊網架構規劃於今年三月完成，基本目的在於讓國外廠商或相關業者能更了解目前台灣地熱發電的推動現況，因此網頁的主要內容重點放在台灣地熱發展背景的介紹、台灣政府目前的地熱開發目標與策略說明、台灣地熱潛能區介紹、台灣地熱開發案場分布與各地案場推動現況。目前已經完成網站英文版雛形網頁(如圖 37 至圖 45)，將儘速進行內容討論與修訂，並送請計畫主管機關核定後正式上線。

徵兆區推動現況



圖 33、地熱發電資訊網地熱潛能區推動現況示意圖



圖 34、地熱資料查詢平台-首頁



圖 35、地熱資料查詢平台-以台東地區金崙潛能區為例

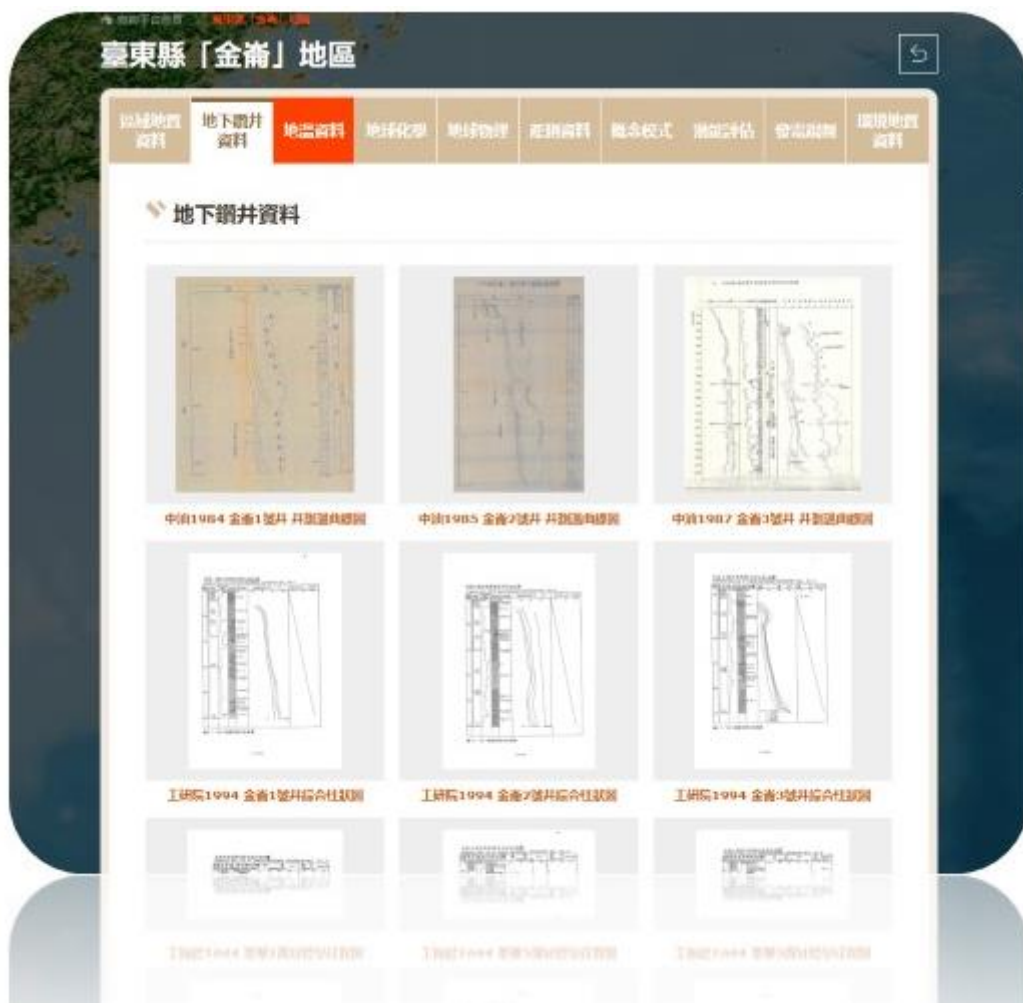


圖 36、地熱資料查詢平台-可查詢資料內容



圖 37、地熱發電資訊網英文版雛形-首頁

註：A、標題區，B、推動現況區，C、媒體區，D、網站地圖區



圖 38、地熱發電資訊網英文版雛形-標題區

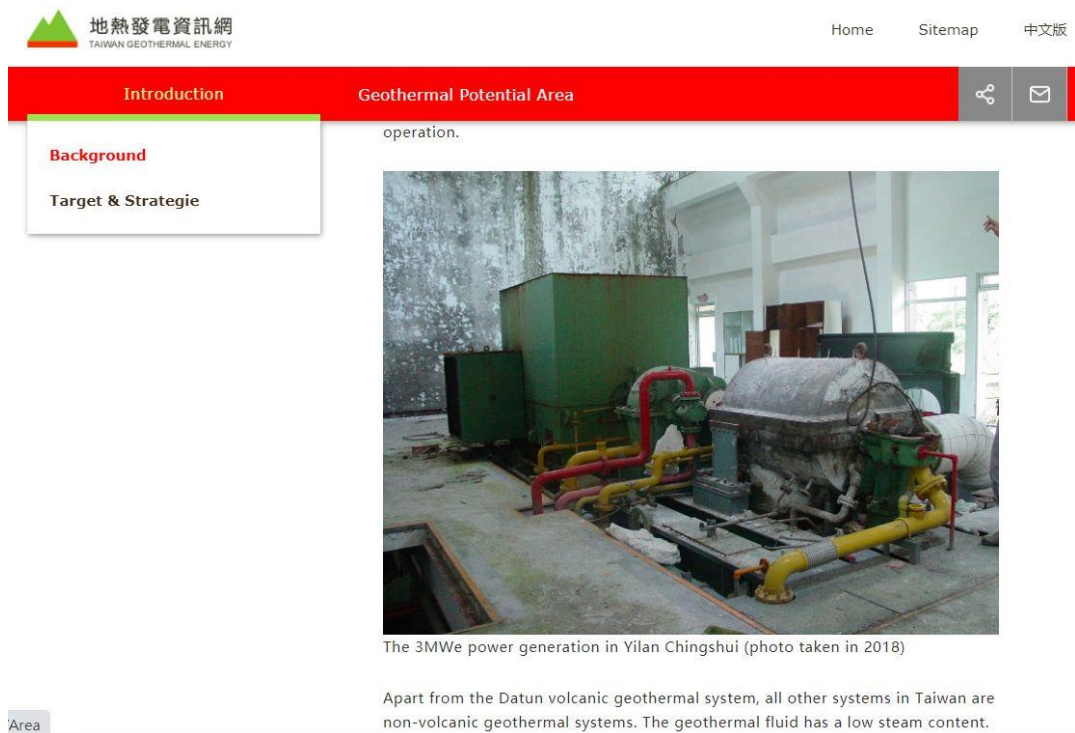


圖 39、地熱發電資訊網英文版雛形-台灣地熱發展背景介紹

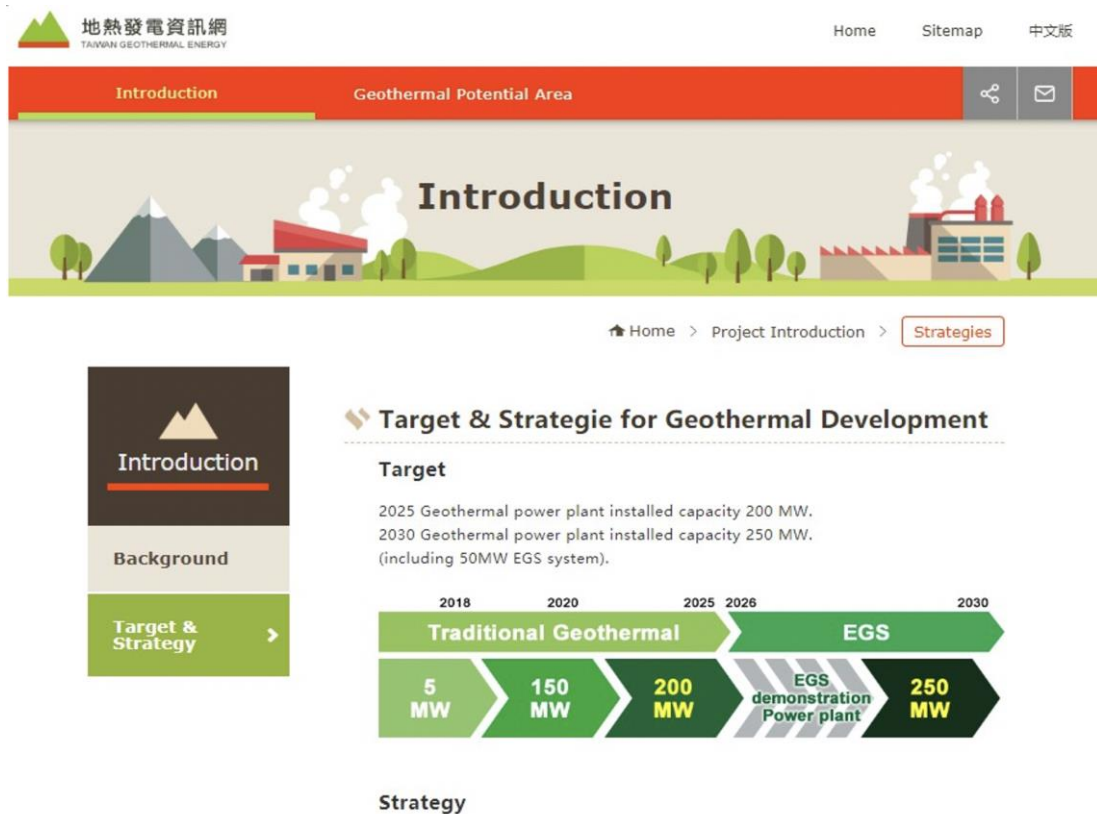


圖 40、地熱發電資訊網英文版雛形-台灣地熱開發目標與策略

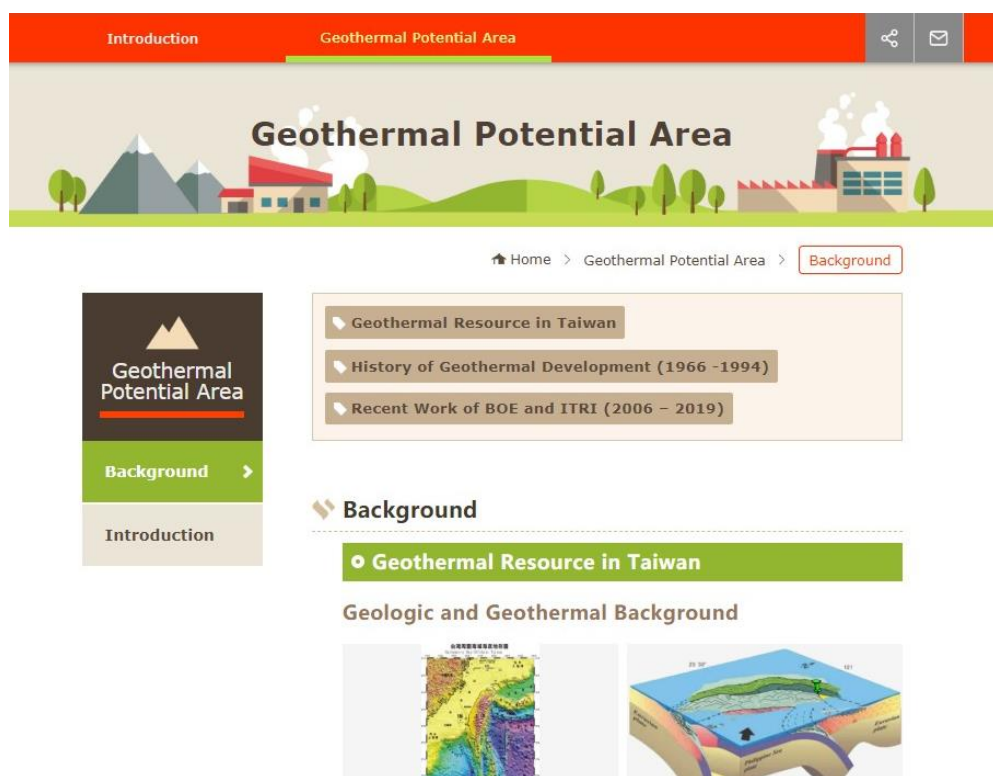


圖 41、地熱發電資訊網英文版雛形-台灣地熱潛能區介紹



Introduction

Current Statue of Geothermal Energy in Taiwan

Datun Volcano

Manufacturer A (500kW)

- Completed the signature for the incentive subsidy on the demonstration of power generation from geothermal energy on May 3rd 2019.
- Complete the geological improvement of the exploration well site.

Liuwangziping, New Taipei City (1MW)

- Completed the signature for the incentive subsidy on the demonstration of power generation from geothermal energy on July 26th 2019.
- Exploration well drilling in progress.

Manufacturer B (1MW)

- Completed the signature for the incentive subsidy on the demonstration of power generation from geothermal energy on April 20th 2019.
- Finish the local briefing on Sep. 8th 2019.

Manufacturer C (500+500kW)

- Obtained approval for filing of self-use power generation equipment on March 10th 2019.

Manufacturer D (499kW)

- Obtained approval for filing of self-use power generation equipment on March 17th 2019.

Chinghsui, Yilan

Manufacturer E1 (300kW)

- Completed the registration of self-use power generation equipment on March 7th 2019.
- Total power generation 2.22 million kWh(2020.10.15)

Manufacturer E2 (4.2MW; BOT+ROT)

- Obtained a work permission for geothermal power plant on July 17th 2020.

Tuchang-Renze, Yilan

CPC/TPC (8MW)

- Renze start Drilling on Nov. 7th 2018.
- Renze complete the Production test on Nov. 30th 2019.
- Tuchang start Drilling on Feb. 28th 2019.
- Finish local briefing of geothermal development on Aug. 1st 2020.
- Apply for electrical business establishment license on Aug. 24th 2020.

Ruisui, Hualien

Manufacturer F (1MW)

- Obtained exploration well drilling permission on Jun 15th 2020.
- Complete the tribe briefing on July 11th 2020.
- Exploration well drilling in progress.

Honye, Taitung

Manufacturer G (1MW)

- Obtain the consent of the tribal meeting on Dec. 26th 2017.
- Completed the signature for the incentive subsidy on the demonstration of power generation from geothermal energy on March 20th 2019.
- License for electrical industry establishment is applying.

Manufacturer H (499 + 499kW)

- Obtained approval for filing of self-use power generation equipment on March 16th 2020 & July 8th 2020.
- Obtained exploration well drilling permission on Oct. 13th 2020.

Green Island, Taitung

TPC (200kW)

- Complete well #2 production test on Jun 12th 2020.
- Economic benefit evaluation in progress.

Zhiben, Taitung

Manufacturer I (10kW)

- Obtained approval for filing of self-use power generation equipment on Dec. 18th 2019.
- The generator is in a running test.

Jinlun, Taitung

Manufacturer K (500kW)

- Obtained approval for filing of self-use power generation equipment on March 14th 2018.
- Complete production test for Well #2 on April 8th 2020.

Manufacturer L & M (1+1MW)

- Obtained electrical business establishment permission on Oct. 30th 2019.
- Exploration well drilling in progress.

Manufacturer N (9.99MW)

- Obtained electrical business establishment permission on Sep. 24th 2020.



Jinfeng, Taitung

Manufacturer J (9.98MW)

- Obtained electrical business establishment permission on Oct. 15th 2019.
- Obtain the approval of power generation equipment for filing on Nov. 11th 2019.
- Obtained the electricity purchase and sale contract of TPC on Feb. 20th 2020.

圖 42、地熱發電資訊網英文版雛形-台灣地熱開發案場分布



圖 43、地熱發電資訊網英文版雛形-地熱推動現況



圖 44、地熱發電資訊網英文版雛形-各縣市地熱推動現況



圖 45、地熱發電資訊網英文版雛形-媒體區

3.示範案場輔導

本年度本計畫持續推動「地熱能發電系統示範獎勵辦法」，統計至109年12月31日止，已有16家民營業者提出申請，統計通過審核者共7家業者，其中6家完成簽約(總計可增加5.5MW裝置容量)，1家放棄簽約，另有1家未通過審查，今年度共新增8案，續依行政流程辦理審查作業，綜整現階段地熱示範獎勵案場相關資訊簡要說明如表6，本計畫團隊亦持續追蹤各案開發進度。

「地熱能發電系統示範獎勵辦法」修正案之示範獎勵申請期限至109年12月31日止，本計畫欲於本年度針對此獎勵辦法進行滾動式檢討執行效益，以規劃未來建構更友善的地熱投資環境，除讓有意投入地熱開發之業者進行充足準備外，更可提高2025年之政策目標達成率，現階段執行工作則依執行經驗滾動式修正示範獎勵辦法，已初步研擬「示範獎勵辦法修正草案」以強化示範獎勵案履約管理機制，使得政策效益最大化。

對於示範獎勵案場民營業者在面臨籌設申請同意核准備案或自用發電探勘井開工申請時，常需諮詢各項行政手續之辦理程序，找尋協助案場管理及產能評估作業專業技術諮詢與服務顧問業者經常資訊不足。有鑑於此，本年度工作將針對地熱發電開發，包含初期之探勘、選址，中期之鑽鑿、產能評估，到後端之電廠建設及尾水回注等工作，可提供初步諮詢、指導及媒介等技術方面服務。上半年已針對地熱發電之開發流程等建立一套科普技術資料建立及開發流程提供有意開發地熱廠商參考同時面對面提供初步諮詢、指導及媒介等技術方面服務，下半年再針對國內二種地熱型態所面臨的施工方式與遭遇問題之不同處，將建立一套技術服務流程，提供業者參考與諮詢服務。

(1) 地熱開發技術服務流程建立

地熱發電廠的開發流程包含最初的地熱資源調查(實施地質調查、地化勘查、物理勘探三個現地調查)、鑽探工程(探測井鑽鑿)與產能測試

與發電潛能評估、環境影響評估、生產井及回注井鑽鑿策略、電廠建設與發電營運，整體開發技術流程如圖 47。茲將各個流程分述如下：

A. 地熱資源調查與選址

地熱資源評估需透過蒐集過去歷史地質資料並藉由衛星影像或航空照片等資料，進行初步研判，結合區域地質、溫泉地熱徵兆、儲集層溫度、地質探勘井以及地質構造分析等多元地質調查結果(通常地熱資源調查的範圍約在探勘井口徑的 4,000 倍，大致為 1.5km 半徑以內)，方能進一步瞭解地下地質構造與深層地下水分布情形，提供評估地熱賦存潛能，藉以研判地下水或地熱活動與地面地質構造之關係，國內大區域地質構造已有較完整的研究，然對於地熱田構造之形成解釋，仍有待進一步各相關領域努力與合作。

例如地熱田地表調查的結果需綜合地球物理探勘諸如大地電磁探勘(MT)或地電阻影像剖面探測(RIP)等不同調查方式(圖 48)，解析地熱生成之重要的地質構造與機制以初步判斷該地區的地熱構造(圖 49)。至於岩層溫度評估則藉由熱液化學成分推算出地熱儲集層之溫度，評估可開發潛能，再藉由適度數量的探勘井鑽鑿加以驗證。

B. 鑽探工程-探勘井鑽鑿

此工作階段將從前述調查中判釋最適鑽探井位、鑽探深度等，對於地熱資源資料不明區域之探勘井規劃，建議先規劃微孔井(slim hole)於潛能區上方進行探勘，以初步驗證地質及地溫梯度，再進行後續探勘井與生產、回注井井程規劃設計，以降低探勘風險。由於地熱鑽井涉及高溫高壓環境，鑽進過程可能遭遇漏漿、井噴、卡鑽、氣體外洩之風險，通常須參考國際規範制定招標文件(諸如；中國國家標準 CNS、美國石油學會規範 API；紐西蘭地熱深井規範 NZS 2403、美國材料和試驗協會規範 ASTM、美國國家標準協會規範 ANSI、美國機械工程師學會規範 ASME)。除以地熱概念模式、鄰近井位地下水位/地質資料、井下溫度等資訊作為鑽井規格與井程設計評估依據外，

另針對案場地區是否具腐蝕疑慮尋找解決地熱試驗井對策，包含蒐集國際規範，尋找可行的井管材料與水泥，進行材料腐蝕電流測試，作為井管材料之參考，完成初步鑽井規格及井程設計(圖 50)，續於鑽井時亦須根據現地狀況進行井程調整規劃。

C. 產能測試與發電潛能評估

產能測試之目地為獲取地熱井生產特性資訊，包括地表噴流特性與孔內儲集層各項參數，可作為發電潛能評估、發電廠初期規劃設計、結垢抑制、酸鹼中和系統設計之依據(圖 51)。其項目包括恢復試驗、噴流試驗、井下溫度壓力量測、壓力回升試驗、井下地熱流體採樣與分析及注水試驗等，後續則利用產能測試所獲的儲集層特性參數，進行整體發電潛能(Power Generation Potential)評估，估算出地熱電廠生產發電裝置容量，做為設廠可行性判斷及電廠設計規劃之依據。

D. 環境影響評估

地熱案場通常位於地質較敏感之區位，例如有斷層通過、山坡地保育利用區、地質特殊景觀地區等，此階段工作則需針對地熱電廠週圍進行環境背景參數蒐集，包含自然環境、生態環境、社會人文環境等境現況調查，其相關調查結果完成後，評估施工及營運期間對環境可能的影響程度及範圍，以科學、客觀、綜合之調查、預測、分析及評定，提出環境管理計畫及環境影響減輕對策，降低開發行為對於環境之不良影響。至於案場開發行為應否實施環境影響評估，應以向目的事業主管機關(能源局)申請許可行認定，依據目前環境保護署法規認定標準第 29 條第 1 項第 9 款規定，設置地熱發電機組，裝置或累積裝置量 1 萬瓩以上者，需進行環境影響評估，一般分散式地熱電廠目前雖免於環評，但仍需主管機關同意。另外，在認定標準第 13 條第 1 項第 1 款第 1 目及第 3 目規定，每秒抽、引取地面水量 2 m^3 以上及每秒抽取溫泉 0.02 m^3 以上，皆應實施環境影響評估，建議開發業者須盡早進行調查並準備相關備查文件。

E. 鑽井工程-回注井鑽鑿策略

依據前述所建立之地熱儲集層概念模式建置數值模型，配合地熱井溫度、產能試驗等資訊，透過實測資料匯入模擬軟體進行數值模擬，其數值模擬程序如圖 52，模擬獲得最佳發電規模，亦可提供開發業者作為生產回注策略參考。

(2) 地熱案場推動與輔導

除上述技術服務流程建立外，本年度工作將亦持續針對變質岩及花崗岩兩種地熱儲集區型態之案場提供技術諮詢服務，而統計至 109 年 12 月底，本年度地熱開發案場共計 9 處 21 案，各案場位置及相關開發進度如圖 46，本計畫團隊歷年來積極對各案場進行開發進度之輔導與追蹤，並提供各案場必要的技術與行政協助，相關地熱案場需求與輔導內容說明如表 7。

以下就本計畫今年度所提供之相關技術及諮詢服務進行說明：

A. 變質岩裂隙型地熱案場

台灣東部地區蘊藏許多地熱資源，而此區域地熱流體主要來源，為來自深埋在地下之沉積岩層因受到溫度、壓力影響形成變質岩，再受到板塊作用的影響，使這些高溫變質岩快速抬升到近地表，形成主要變質岩地熱區，此類地熱區常因地質構造複雜、水源補注不明確、水溫較低及易結垢等缺點而導致開發技術上面臨較大的考驗。

本計畫團隊今年度曾提供臺東金崙地區三家案場相關技術服務，其一為提供全陽地熱股份有限公司地熱技術諮詢服務及地熱電廠規劃設計，並針對其小型(>0.5MW)地熱發電規劃所鑽鑿之 2 口探勘井進行產能測試服務，協助業者評估探勘井生產資訊，以供後續發電機組選用參考；另為太乙、宏崙二家業者提供技術諮詢並協助產能測試服務；而在花蓮萬榮地區則協助千建公司進行地熱資源調查與評估，作為後續開發規劃參考；另於示範獎勵案管考及輔導時，提供太

乙、宏崙電能、威聯三家公司鑽探及地質技術諮詢等服務，讓民間業者安心開發降低投資風險，直接投入未來發電之規劃；除此之外，本年度計畫團隊亦促成台東縣延平鄉公所與台泥綠能進行合作，執行紅葉溫泉園區地熱開發案，並於 109.12.31 獲縣府同意進行地熱探勘井鑽鑿，準備啟動鑽井工程，預期未來將可建置 1MW 地熱電廠並達成地熱/溫泉多目標利用。

B. 火山型地熱案場

火山型地熱案場分布於火山活動帶，其熱液來源則為地殼演變後，岩漿流體、地層流體及天水等交互補注及加溫作用，形成具高溫之地熱流體。火山型的地熱場址通常具有較佳之地熱開發潛能，但其地熱流體大多為酸性泉，故常有井管及管線等材料酸蝕問題產生，因此酸蝕問題將會是火山型地熱案場開發之最大挑戰，亦是業者必須面對的投資風險。

本計畫團隊藉示範獎勵案輔導過程及各案先期技術評估中，針對萬里仙境、立穩國際、北聖國際及金山北投等多家地熱案場提供酸性儲集層工程技術諮詢服務，協助其進行適當投資評估及管材選擇規劃，有利其財務上規劃。

表 6、示範獎勵案場規劃資訊與開發進度

示範獎勵案場	案場位置	規劃裝置容量(MW)	規劃探勘井數量及井深		案場開發進度
廠商I	台東縣	1	3口1,000m		籌設許可申辦中
廠商II	新北市	0.5	1口1,200m、2口600m		辦理里民說明會
廠商III	台東縣	1	1口1,500m	1口2,500m	第二口井鑽鑿中
廠商IV	台東縣	1	1口1,500m		第二口井鑽鑿中
廠商V	新北市	1	1口2,500m、2口1,000m		開發計畫書審核中
廠商VI	新北市	1	1口500m、1口1,200m、 1口1,800m		進行井坪整地及定位
總計		5.5	17口20,700m		
備註：					
(1)因涉及廠商業務機密僅提供部分資訊。					
(2)案場順序依示範獎勵案簽約日期排列。					

表 7、歷年地熱案場需求與輔導內容說明

廠商	案場位置	案場問題或需求	輔導內容
廠商A	新北市	● 熱液pH2.6 ● 民眾溝通	● 耐酸蝕井程設計 ● 電廠耐酸蝕管材選用 ● 協助進行地熱相關科普說明 ● 協助辦理地熱開發說明會
廠商E	宜蘭縣	● 本土化發電機組技術缺乏	● 300kW 發電機組建立
廠商G	臺東縣	● 地質資訊不明 ● 地熱行政流程不清楚	● 地球物理資料蒐集與分析 ● 提供行政程序諮詢服務 ● 提供辦理籌設審查之資訊
廠商H	臺東縣	● 地質資訊不明 ● 地熱行政流程不清楚 ● 地熱開發辦理流程不清楚	● 蒐集區域地質資訊 ● 提供行政程序諮詢服務 ● 提供探勘井鑽井相關資訊 ● 提供發電設備相關資訊
廠商I	新北市	● 缺乏地熱模型 ● 鑽井工程經驗不足 ● 缺乏地熱電廠建置經驗	● 地熱資源探勘 ● 井程設計 ● 電廠設計規劃
廠商L	新北市	● 洗井後無法自湧 ● 熱液自湧量不足 ● 缺乏地熱電廠建置經驗	● 人工舉升產能測試 ● 潛水電泵設計規劃 ● 電廠規劃設計
廠商M /廠商N	臺東縣	● 缺乏地熱模型 ● 鑽井工程經驗不足 ● 鄰近案場自湧量不足	● 地球科學技術顧問 ● 生產井井程設計規劃 ● 協助執行產能評估
BOT+ROT	臺東縣	● 前期地熱資訊建立	● 建立地熱生產地質模式 ● 儲集層工程技術服務 ● 雙循環發電機技術服務
中油/台電	臺東縣	● 發電量未知 ● 無部落會議辦理經驗	● 地球物理資料蒐集與分析 ● 協助執行產能評估 ● 提供部落會議辦理議程及注意事項等相關建議
台電	臺東縣	● 地質資訊不明 ● 發電量未知	● 協助執行產能評估
備註： (1)因涉及廠商業務機密僅提供部分資訊。 (2)案場編號及位置同圖46。			



我國地熱發電推動現況

Current status of Geothermal Energy in Taiwan

經濟部能源局
Bureau of Energy
Ministry of Economic Affairs工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

廣告

圖 46、我國地熱發電推動現況

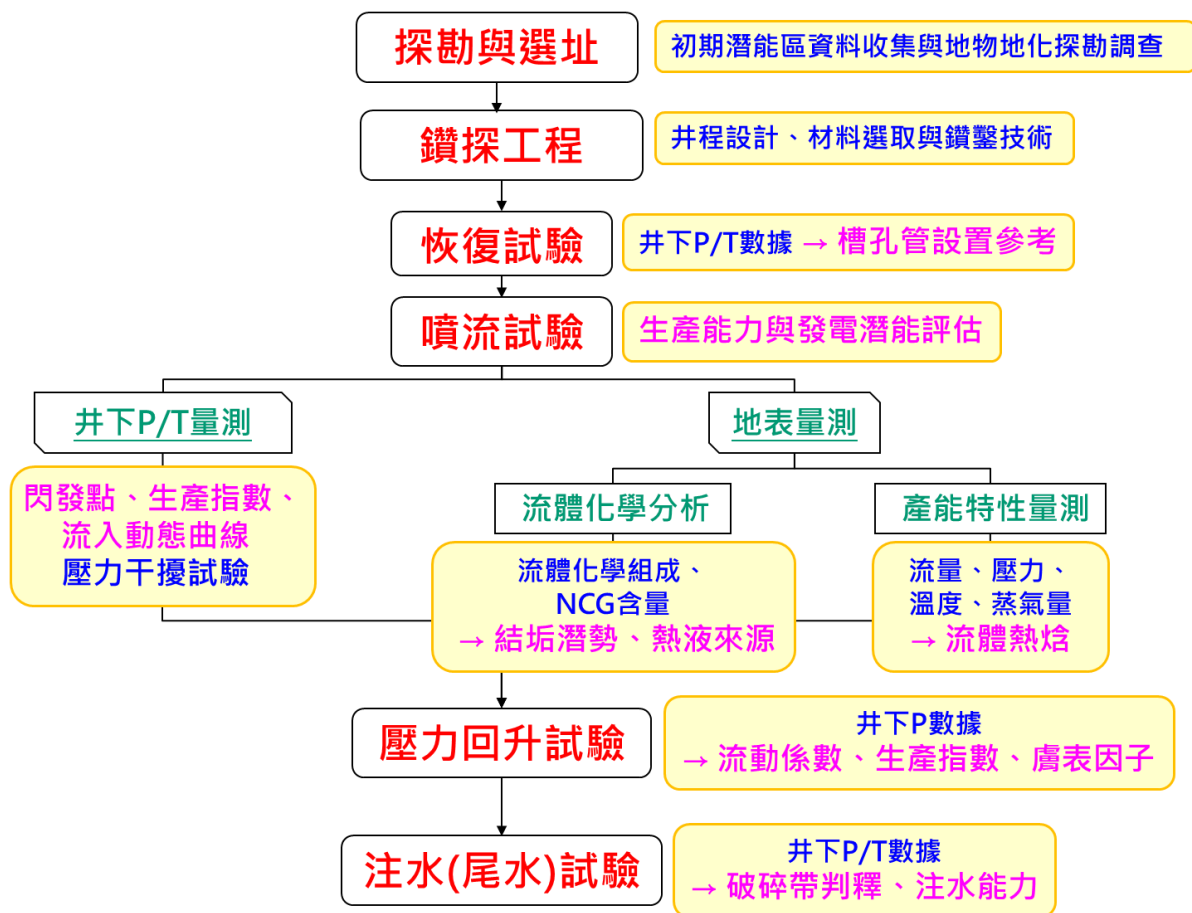


圖 47、地熱開發技術流程示意圖

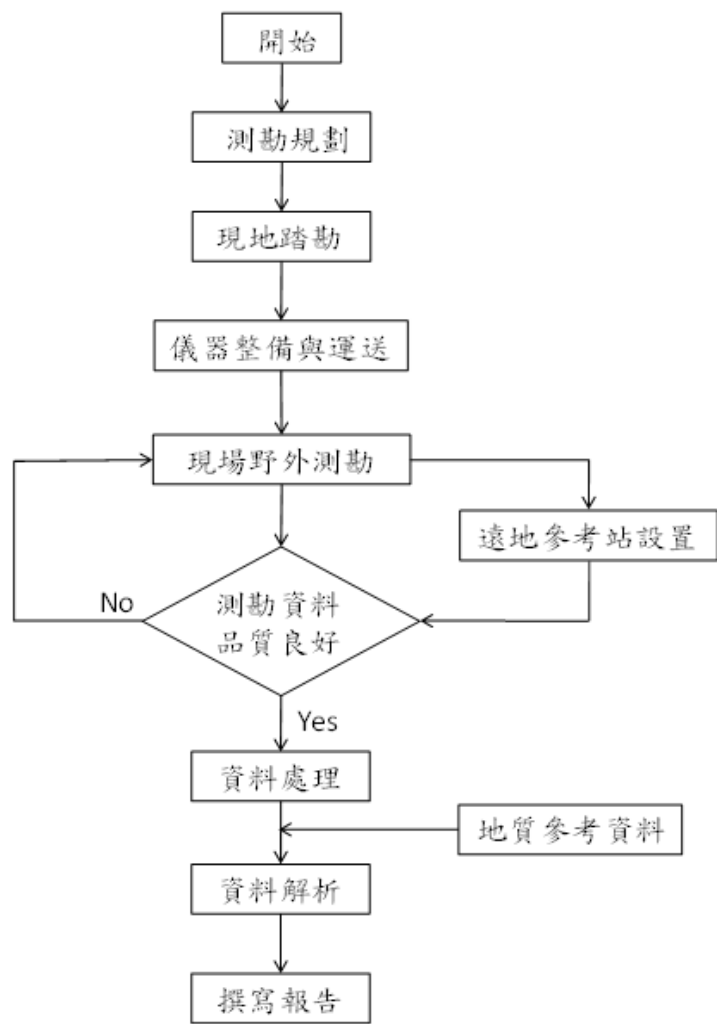


圖 48、地球物理探測工作流程圖

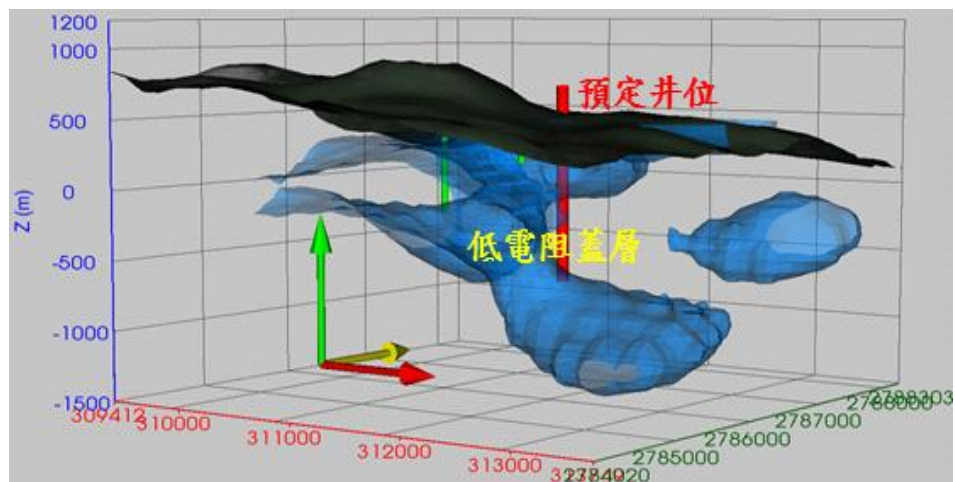


圖 49、綜合判釋鑽井場址案例

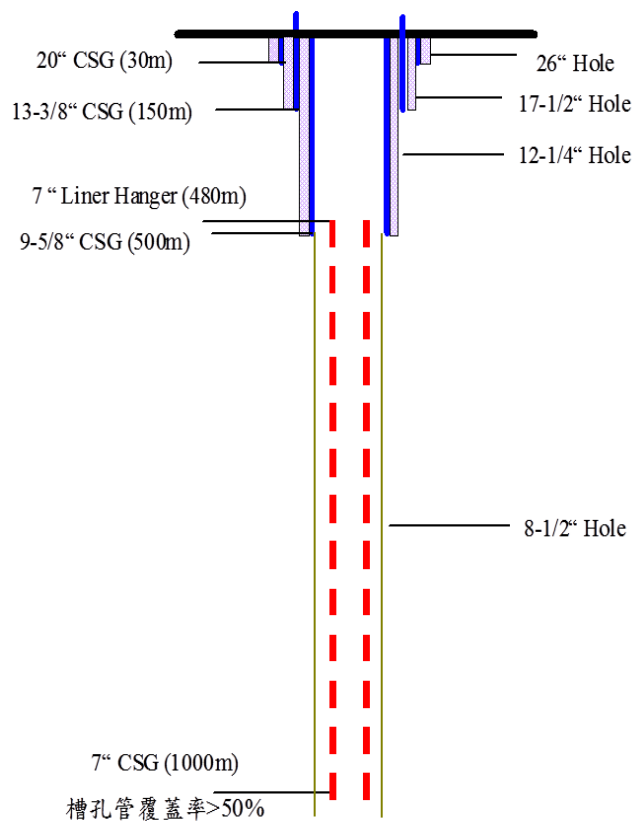


圖 50、地熱試驗井井程設計示意圖

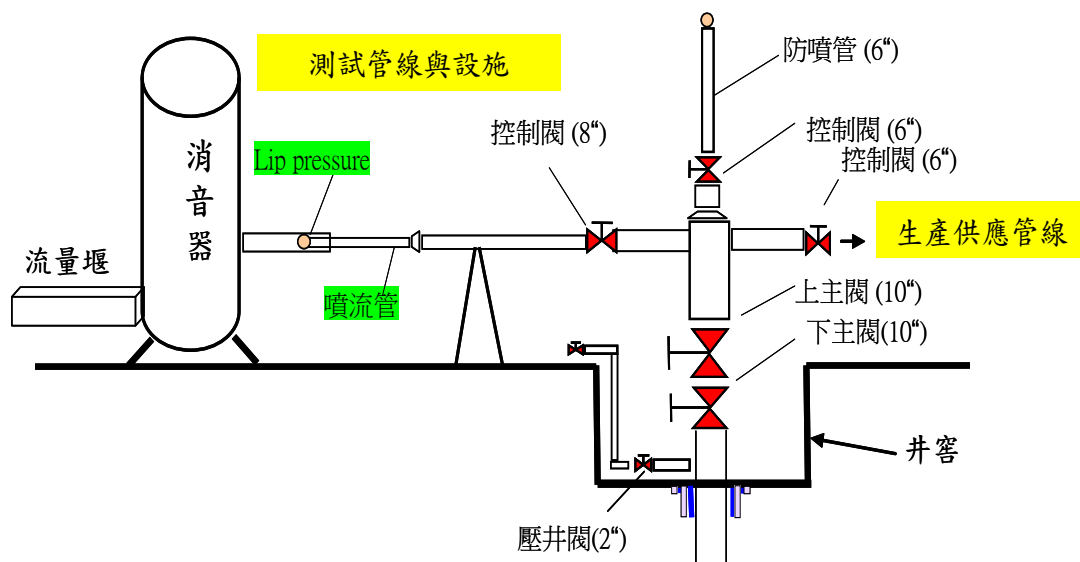


圖 51、地表產能測試設施與產能井頭閥門組示意圖

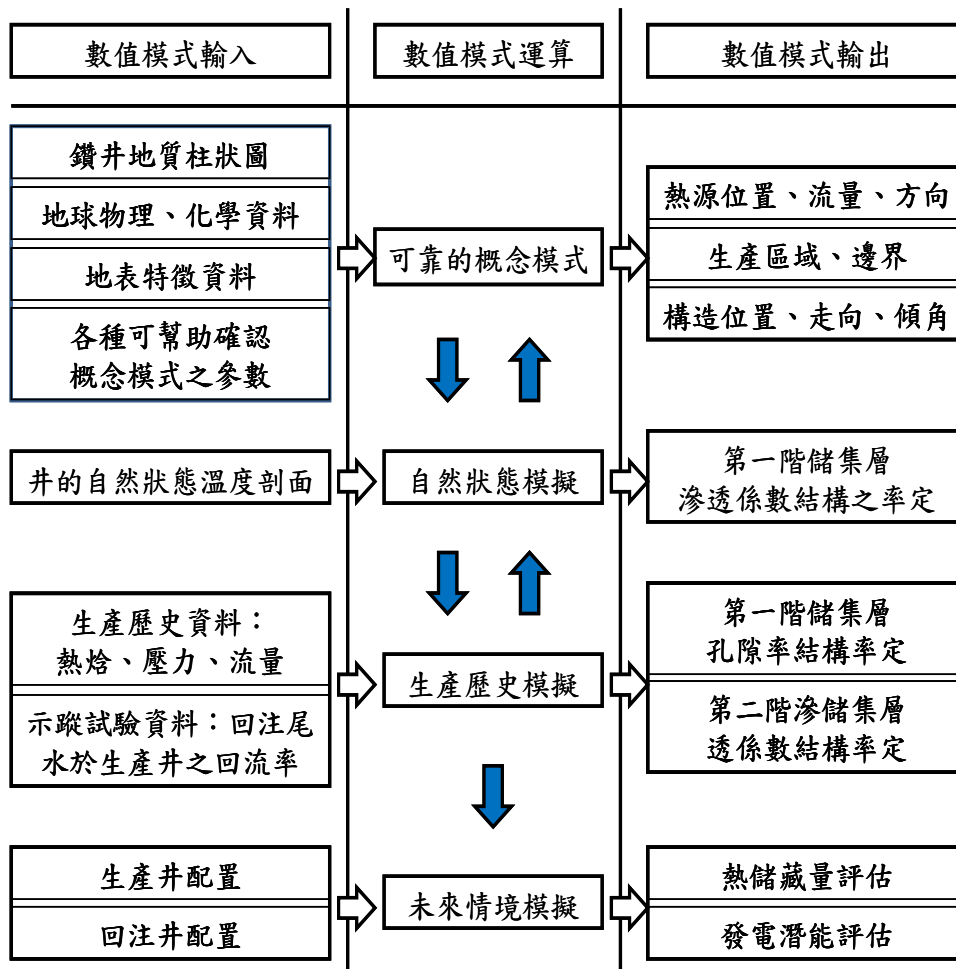


圖 52、地熱儲集層數值模擬程序

(三) 國際技術合作

本工作項目擬透過國際合作，藉由與國際上具多年實績地熱電廠推動及關鍵技術研發領先研究單位進行技術合作，以加速我國地熱資源開發。規劃工作項目包含國際技術合作及教育訓練課程，分別為「大屯山資源評估與驗證」與「地熱電廠建置與營運專家課程」，上半年工作進度說明如下：

1.大屯山資源評估與驗證

本項工作延續 108 年國際合作項目成果，進行第二階段”大屯火山區地熱開發風險降低”國際合作計畫，並啟動建議補充調查探勘程序。

考量前期 GNS 建議補充調查項目包含如下：

(1) 分別於地熱谷、龍鳳谷、馬槽、冷水坑、四礮子坪、庚子坪、大埔等地區進行流體採樣及硫同位素分析，以釐清酸性熱液來源成因。

(2) 現有地熱深井(井深>500m)量測，包含溫度、壓力、流量、產能測試、井間影響分析、岩屑及岩心地質描述、與井下套管資訊彙整等。

(3) 針對建議開發區進行區域大地電磁測點補充調查，以釐清熱液換質蓋層及儲集層分布範圍。

(4) 針對建議開發區進行光達(LiDAR)資料調查，分析判釋地表線型分布，並評估潛在孔隙流體通道。

因目標區域內地熱探勘深井年代已久，均為早年(西元 1969~1972 年)中油公司所鑽鑿，經現場訪察地表井體設施均已毀損或不復見，無法執行溫度、流量量測等工作，且空載光達測繪國土資訊具安全機密疑慮，故補充調查將鎖定「熱液流體採樣分析」及「大地電磁補充調查」兩項工作繼續執行。

由於上半年受「嚴重特殊傳染性肺炎」(COVID-19)疫情影響，原規畫由 GNS 執行上述補充調查工作無法執行，改由本計畫團隊進行大地

電磁及地化採樣現場補充調查工作，共計由團隊完成 20 處大地電磁調查及 13 處水質採樣後，續交紐方確認品質及分析；而 GNS 負責採樣結果分析、大地電磁模型逆推，並於分析完成後整併更新大屯山地熱概念模型、調整優先開發建議區域及提供鑽井建議。為與我國地熱發電政策推動期程扣合，需增加大屯山酸性地熱電廠開發規劃，並依可預見之開發問題提供案例研析，執行內容及成果說明如下：

A. 地熱流體採樣補充調查

本項工作由 GNS 針對地球化學採樣調查方法，進行點位規劃與採樣方法設計，以提高大屯火山群地球化學特徵解析能力。另 GNS 地化採樣專業人員曾於 108 年來台現地預勘，藉由當時踏勘紀錄及既有分析資料，針對北投地熱谷、龍鳳谷、馬槽、冷水坑、四礮子坪、煥子坪、大埔等地區進行採樣地點規劃，續經團隊成員踏勘後再次確認續行採集。

執行高溫地熱水採樣(包含穩定同位素分析)，需豐富經驗及專業採樣方法，為確保安全並準保採集樣品不受到污染，GNS 利用視訊方式針對地球化學採樣調查方法，進行採樣點位選擇與採樣方法設計提供說明，說明內容包含：取樣設備介紹，取樣瓶和燒瓶規格，取樣溶液配置、安全設備、採樣方法和技術、採樣時健康和 safety 規則、樣品瓶和燒瓶的採樣後處理和裝載方式，並在採樣期間即時連線提供技術支援。採樣點分布位置如圖 53 所示，並將所獲得之採樣水體寄送到紐西蘭 GNS 國際地球化學實驗室進行分析，最終分析結果綜整如下：

分析溫泉水樣離子組成，可分為下列五種：(a)五指山沉積地層水(金山大埔，金泉，磺港、水尾)；(b)地熱流體或火山岩流體(新北投、馬槽、硫磺谷、冷水坑)；(c)岩漿來源(大油坑、煥子坪、硫磺子坪)；(d)地下水混染(龍鳳谷、八煙、馬槽、大埔、鼎筆橋、中山樓、金泉)；(e)近代海水入侵(金泉)。

大屯火山區酸性熱液廣泛分布($\text{pH}<1.0\sim5.0$)，其酸性來源可能為 SO_2 氧化還原反應、 H_2S 氧化作用、地下水與天然硫的相互作用以及酸

性火山氣體和 NaCl 水解所產生之 HCl 溶於水中等化學反應作用而造成。Liu et al. (2011) 早期已歸納了大屯火山三種主要熱水類型：(a) 酸性硫酸鹽泉，源於火山型熱水；(b) 中性碳酸鹽泉，主要位於頂北投區及外圍湧泉區；(c) 酸性硫酸鹽氯化物泉，分布在大屯火山群西南端和東北端的熱液活動區；而本研究觀察溫泉水採樣點如馬槽、硫磺谷、冷水坑、紗帽山周圍以及金山磺港及金泉等處，可測得接近中性之溫泉水(pH 5.5~7.4)，推測本區中分佈廣泛且富含石英(quartz)的五指山層存在中性熱液，因此，本研究提出第四種熱水類型，為存在於五指山層中接近中性之地層水，其 pH 值為 8.0，並帶有氯離子含量高(Cl=15,000 mg/kg)之特徵。

根據 Cl、SO₄、Mg、Na 和 K 的組成推估，大屯山地熱區中性熱液可能來自兩種基本岩層作用，(a) 從安山岩湧出的熱水中(冷水坑、中山樓及鼎筆橋)， $C_{Mg}/(C_{(Na+K)}+C_{Mg}) > 0.15$ ， $C_{SO4}/(C_{Cl} + C_{SO4}) > 0.5$ ；(b) 五指山層熱液經海水補注中和(金泉、磺港及大浦)， $C_{Mg}/(C_{(Na+K)}+C_{Mg}) < 0.15$ ， $C_{SO4}/(C_{Cl} + C_{SO4}) < 0.5$ 。另外，從大屯火山群熱水中 Rb、Cs 和 Li 之變化觀察，亦暗示其熱液曾與伊萊石(illite)，石英和硫酸鹽礦物(sulphate minerals)進行離子交換。

以熱液中 H₂O 和 SO₄ 取得氧同位素($\delta^{18}O$)進行地質溫度計分析，推估金山溫泉水域地下熱水溫度為 120°C，紗帽山水域(中山樓及鼎筆橋)為 160~220°C。若假設大油坑原始熱液(parent water)為 360°C，推估特定溫度下之原始熱液組成，判斷應為接近 60% 岩漿水(Cl=1,250 mg/kg)；另假設金山大埔原始熱液 270°C，其熱液組成應含 15% 的沉積地層流體(Cl=3,300 mg/kg)。若以 Mg/Ca 和 K/Na 地質溫度計進行溫度估算，其結果說明在紗帽山、馬槽、龍鳳谷和硫磺谷處的深層溫度推估大於 300°C。

藉由結合過去大屯山區域調查結果，不同種類之氣體地質溫度計進行溫度推估與比較，首先以 CH₄/CO₂ 地質溫度計進行分析，分析結果可

見，於同樣深度下，其溫度變化自大埔至大油坑，約為 250°C~400°C，另可觀察到兩個主要的上流熱源區域(upflow regions)，分別為中心區大油坑(400°C)與西南區地熱谷和龍鳳谷(340°C)；其次則以 CO/CO₂ 地質溫度計進行分析，顯示出與 CH₄/CO₂ 地質溫度計相似的趨勢，溫度高區出現在中心區大油坑(350°C)和西南區地熱谷(310°C)(表 8)；第三則藉由 SO₂/CO₂ 的比值模擬 CO/CO₂ 和 CH₄/CO₂ 的等溫線，同樣顯示出高溫集中在西南區地熱谷(340°C)和中心區大油坑(400°C)，而根據 SO₂/CO₂ 比例計算大屯火山區中岩漿面積(log(SO₂/CO₂))，最大的是大油坑(-1.5)，大埔(-5.0)和馬槽最小(-4.0)。氧化條件最強烈的地區為大屯山中心的大油坑、煥子坪以及西南的龍鳳谷，通常也是最可能產生酸性流體的地區。地函逸氣(mantle gas)則主要出現在大油坑和煥子坪，其氣體含量中地函逸氣約佔 83~84%，為所有區域中最高，往其他區域方向皆逐漸減少，如西南方地熱谷(73%)、西方馬槽(59%)及東北方大埔(61%)。上述氣體如 CO、CO₂ 和 CH₄，其來源可能為大油坑、龍鳳谷、地熱谷，冷水坑、馬槽、小油坑以及大埔等地之兩相儲集層。

總結地熱流體採樣補充調查結果，大屯山流體顯示出以下特徵：

- (A)岩漿流體氧化作用：大油坑為最高，向周圍遞減(圖 53)。
- (B)地函逸氣：大油坑為最高，向周圍減少，但此數值於全區皆呈現較高之狀態(> 59%)。
- (C)板塊隱沒帶相關之流體特性：除大埔外，其他地區可由氣體成分推估流體與板塊隱沒帶之構造有關。
- (D)含水層：主要位於大埔、金泉、磺港和地熱谷；而在龍鳳谷，硫磺谷、馬槽、冷水坑、七股和八煙等處有些許徵兆。
- (E)天水：全區水體皆受天水影響。

B. 大屯火山群地熱系統地球化學概念模型

大屯火山群中約 80%的地熱系統發生在火山中心 17 km² 內，溫泉徵兆則出現在西南方北投區及東北方金山區，範圍僅 1 km² 及 3 km²。硫磺礦床的活動發生在大油坑、磺子坪和小油坑，測得噴氣口溫度高於 110°C，指出大屯山區有活躍的岩漿活動。大屯山地熱系統之火山分佈呈線型，自西南方的紗帽山向東北方延伸至基隆，基隆東北方則出現海底火山構造，根據火山、溫泉分佈位置特徵與流體特性分析，在西南部(北投)至少有一個系統，而在東北方(金山)有兩個地熱系統，在國家公園中心處則至少有五個系統，包括大油坑、小油坑、馬槽、冷水坑及紗帽山。

本年度根據流體化學和同位素數據、火山的分佈位置、岩漿特徵以及地函逸氣等地球化學及地表徵兆資訊，推估大屯山地熱概念模型如圖 54，推測結晶岩漿體於大屯火山中心處最接近地表，其頂點位於大油坑和磺子坪處，該處有著活躍的硫磺礦床活動、岩漿流體氧化作用和主要上湧區，推估地下溫度大於 350°C，地函逸氣比例則為全區最高(83-84%)。大油坑為 HCl 分解導致形成高酸量的氯化水(Chlorid water)，其 $\delta^{18}\text{O}$ 位移 7‰ 表示接近 60% 岩漿水與地熱溫泉水混和。結晶岩漿體於西南部(北投)略深於大屯火山中心處，推估其地下溫度最高可達 350°C，地函逸氣比例(73%)及氧化岩漿流體之湧入量則少於大油坑和磺子坪。結晶岩漿體在東北部(金山)則分佈於最深層，觀察其地函逸氣仍然呈現較高之狀態(61%)，但地下溫度推估小於 300°C，而根據 SO_2/CO_2 比例計算大屯火山區中岩漿面積($\log(\text{SO}_2/\text{CO}_2)$)，最大的是大油坑(-1.5)，大埔(-5.0)和馬槽最小(-4.0)。

結晶岩漿是火山系統中各種含硫氣體和鹽酸氣體的來源(圖 54 黃色箭頭)，酸性流體來源可能為：(1)深處 SO_2 自身氧化還原成 SO_4 ；(2)淺層 H_2S 氧化成 SO_4 (圖 54 紅色擺動線)；(3)天然硫與地表附近地下水的相互作用；(4)鹽酸氣(HCl)離解後將水體酸化(在溫度大於 300°C 時，

也可以藉由 NaCl 水解生成 HCl) (Truesdell et al., 1989)。由於富含石英的五指山層陽離子含量低，因此深層產生的酸性水無法被中和，而一直保持酸性。因此，大屯火山區酸性水的普遍存在原因，是由於火山活動和五指山區低緩衝岩層的廣泛分佈，導致水與火山氣體相互作用產生的酸性流體，所獲得之中和作用不明顯所致。由圖 54 可知，中性水體分布在冷水坑，主要是酸性水與火山群岩層之中和作用所致；酸性水體分布在五指山層以上沒有安山岩層地方(或相對薄的地方)，像在地熱谷區域一樣，酸性水未被中和就上升到地表，另外，在大油坑和磺子坪處也可發現，火山氣體通過蒸氣管道直接通過地面上升(Reyes et al., 2003)，如圖 54 中綠色和粉紅色區域，沿著管道的邊緣形成酸性氯化泉，並在地表形成硫酸鹽水域。

C. 大地電磁補充調查

本年度大地電磁補充調查之目的在於了解大屯火山地熱概念模式的地質架構，包含蓋層深度、厚度以及潛在熱液儲集層分布範圍，並提高大屯火山優先調查區域下方的電阻率模型分辨率。

首先依既有大地電磁調查數據逐站品質評估後，進行大地電磁補充調查點位規劃，其測點分布如圖 55 所示。採用設備為寬頻大地電磁探測儀，期補充聲頻大地電磁解析淺部蓋層構造外之深部儲集層構造解析，藉以修訂區域三維地熱概念模式。然因天然源大地電磁法易受電車運轉影響，考量北捷運行時段及北投機廠列車調動，經詢台北市捷運局後歸結每日調查時段僅有凌晨 2 至 4 點，故現地調查後將依該時段篩選高品質資料以降低電車干擾。量測所得之部分測站視電阻率及相位測深曲線如圖 56 所示，雖部分資料數據受附近人口稠密地區的文化電磁干擾，但其他資料品質良好，部分資料週期解析可達 3.9 秒，假設半空間平均電阻率為 10 ohm-m，則依集膚深度(skin depth)評估其解析深度可達 3km。

大地電磁逆推三維電性模型結果如圖 57 所示，由北至南依序截切 4 條二維垂直剖面，剖面位置如圖 55 黑色虛線所示，二維剖面如圖 58

所示，圖中基準面為高程 500 公尺。主要模型特徵為 500~1,000 m 深處的淺層低電阻層，該層在優先區域 1 北部位置附近最厚。另 1,500~2,500m 更深處存在廣泛低電阻特徵，為評估該低電阻構造存在與否對模型之影響性，故以 100 ohm-m 替代該低電阻層合成模型再進行正演模擬，並與反演模型響應進行比較。比較結果指出，歸一化模型誤差均方根沒有顯著變化，顯示該深層低電阻率之資料點數有限，僅與少數具良好低頻訊號之測站有關，該深部特徵仍待後續更多調查資料驗證。

D. 三維地熱概念模型修訂及開發區域建議

彙整前述本年度補充調查結果，評估大屯山地熱區熱液酸性來源，及中性儲集層分布情形，修訂大屯火山地熱概念模型如圖 54 所示。大屯火山區酸性水普遍存在的原因，是由於火山活動和五指山層廣泛分佈，導致水與火山氣體相互作用產生的酸性流體，與岩層中和作用不明顯所致。若設定開發條件為中性流體，現階段可評估四處地熱開發可行地點，惟進行開發前仍需要進一步探勘。簡要說明如下：

- (A)冷水坑：溫泉水呈弱酸性至中性，pH 值為 5.2~6.8 (中位數為 6.0)。
兩口既有深井資料亦顯示此區具中性水體，溫度則為 140~240°C，推估深部溫度至少為 250~270°C。。
- (B)紗帽山系統：其鄰近數處溫泉水樣呈中性，夾雜少部分區域為酸性，pH 值為 2.5~7.0 (中位數為 6.5)，推估溫度在 200~300°C 之間，地熱流體的上湧帶則位於東側下方。
- (C)金山磺港及金泉地區：推估其深處的溫度可能高達 270°C，且其中性水可能為酸性水經地下水或海水混合中和所致。
- (D)金山和煥子坪、硫磺子坪之間：雖然地表沒有明顯溫泉露頭湧出，但基於地球化學模型，推估其深處可能存在一個潛藏的岩漿體地熱系統，為深部提供必要的高溫條件。

以最大程度鑽遇生產流體，同時考量鑽遇酸性流體風險降至最低為目的進行鑽探策略擬定時。建議鑽探深度在到達深處五指山砂岩層(深

度可能在 1,500 m 至 2,000 m 之間)時，因為腐蝕性酸性流體的風險將會增加，因此即可終止。但如果以獲得更多探勘資料為目的，則應考慮優先考慮在陽明山國家公園內第一優先開發區進行地熱鑽探，並將鑽探擴展到五指山層，以調查深層導體的性質(高程-950 m 以下)。考量若無法在國家公園內鑽探，也提出了國家公園外的第二優先開發區作為進一步探勘的範圍，該區域鄰近幾個淺層地熱井(深度小於 1,000 m)且在公園內鑽遇儲集層，其溫度高達 190°C。然而，2020 年地球化學調查的結果顯示了原始第二優先開發區所涵蓋區域，具有高岩漿輸入和氧化條件的上湧區(地熱谷及硫磺谷)會導致形成高酸性條件。在此基礎上，將第二優先開發區範圍往東部移動，並移向最靠近中山樓的區域(圖 59)。位於紗帽山(鼎筆橋及中山樓)西翼和東翼的中性泉水估計儲集層溫度為 175~200°C，且在中山樓為最高。位於新的第二優先開發區域內的地熱井朝北方定向鑽入中山樓下方的淺層導體中。

E. 大屯山酸性地熱電廠開發建議

本項工作針對全球成功開發的酸性地熱系統進行案例盤點，總共回顧國際七處酸性電廠開發案例(包含紐西蘭，菲律賓，日本和美國)，評估酸性流體造成井體外部套管腐蝕以及內部腐蝕兩類，各案場主要克服方法摘要如表 9，說明在低 pH 的酸性地熱系統中，可透過相關酸腐蝕風險降低技術策略與手段，達成酸性地熱電廠開發之目標，並藉此做為大屯山酸性地熱電廠開發之參考。

另依據 Sanada et al., (2000)針對深層酸性地熱井腐蝕控制及材料選擇指南指出，在 pH 值大於 4.5 接近中性至鹼性的高溫流體中，腐蝕化學反應可能會形成鈍化膜，可使用碳鋼和低合金鋼做為套管材料。因此 pH>4.5 (甚至 pH>3) 之酸性流體可以通過生產控制和材料選擇來管理(圖 60)。但 pH<3 的高腐蝕性流體仍無法通過當前可行之商業技術進行管理。未來大屯山進行開發時，建議開發商仍應審慎考量酸腐蝕及井體長期穩定性議題。

表 8、大屯火山地球化學模型

區域	東北方(金山)	大屯火山中心	西南方
推估最高溫	270°C (大埔)	>350°C(大油坑)	300-340°C(龍鳳谷)
氧化條件	--	最高 (大油坑、煥子坪)	最高(龍鳳谷)
地函逸氣	61% (大埔)	83-84% (大油坑、煥子坪)	73% (龍鳳谷、硫磺谷)
Log(SO ₂ /CO ₂)	-5 (大埔)	-1.5 (大油坑)	-2.8(地熱谷)
岩漿來源	次要 (大埔)	最高 (大油坑)，60%	高(地熱谷)

表 9、國際酸性電廠案例回顧摘要列表

類別	案場	成因	克服方法
外部套管腐蝕	Ohaaki (New Zealand)	高碳酸氫根離子酸性溶液	➢ 選擇碳鋼管材(K55 and J55)。 ➢ 井下電磁量測、定期監控。 ➢ 達到預期年份，即水泥固封放棄使用。
	Rotokawa (New Zealand)	高碳酸氫根離子酸性溶液	➢ 透過管材選擇。 ➢ 採用較小管徑之雙相合金套管。
	Bacman (Luzon, Philippines)	淺層富含硫酸鹽酸性流體	➢ 採用碳鋼和高鉻鋼複合管材(CR-22)。
內部腐蝕	Onikobe (Honshu, Japan)	600 m 為高酸腐蝕區域	➢ pH 3~3.5 四口井維持約 20 年。 ➢ 其中 2 口井套管為 CR-25 合金。 ➢ 維持低流速以保持鈍化垢來保護套管。
	Mount Apo (Mindanao, Philippines)	pH 3~6 酸性流體	➢ 2013 年設置碳鋼井體約 3 個月即損壞。 ➢ 重新以 316 不銹鋼加工，並進行監控。 ➢ 規劃新井體將可執行 20 年。
	Mahanagdong (Leyte, Philippines)	中性 pH 高濃度氯離子滷水	➢ EDC 提出使用較大井徑的碳鋼套管。 ➢ 酸蝕發生時，再以較小孔徑套管取代。 ➢ 注入苛性鈉，pH 值從<4 上升到~5。 ➢ 雙相不銹鋼管材測試。
	Geysers (California, USA)	含 HCl 飽和過熱蒸汽冷凝成鹽酸	➢ 控壓保持過熱蒸氣，使得露點(dew point)發生在地表，並用苛性鈉中和酸性。 ➢ 鹼洗含氯化氫的流體。 ➢ 深部注水，增加蒸汽、減少非冷凝氣。 ➢ 雙相不銹鋼、超鉻合金管材。

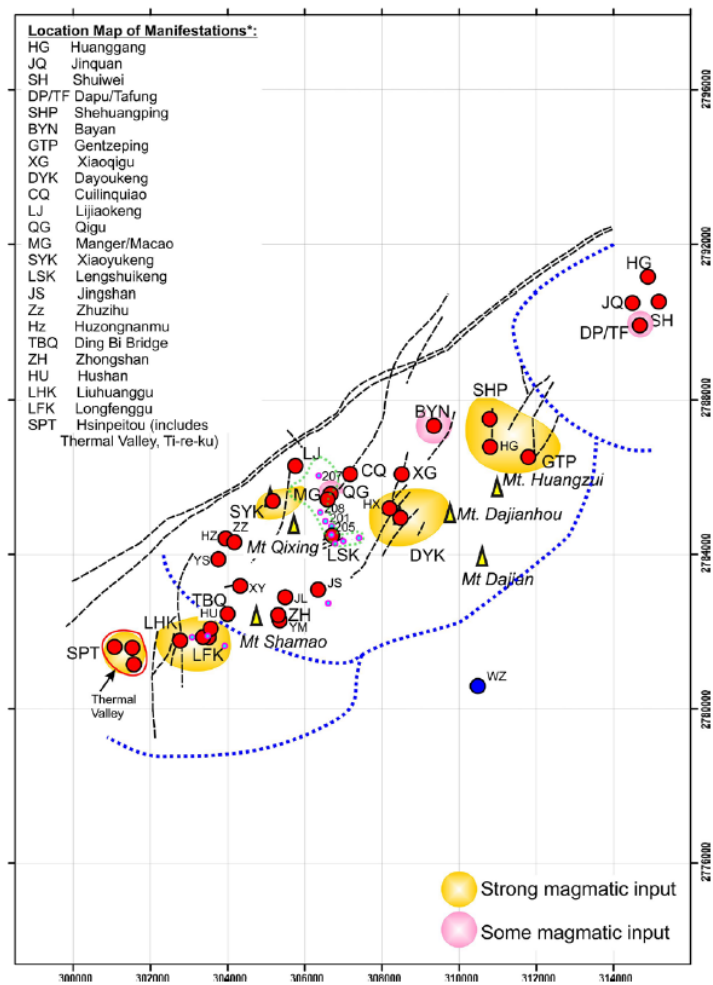


圖 53、地球化學採樣點位及熱液受岩漿來源分布圖

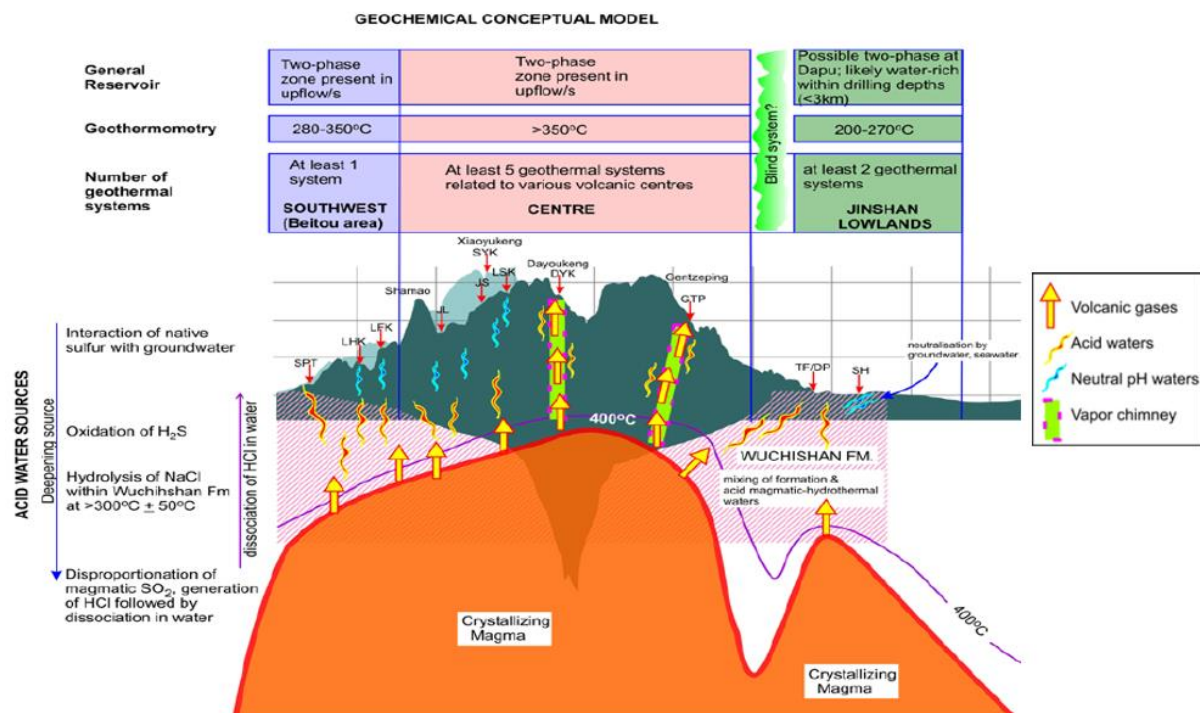


圖 54、109 年大屯山地熱概念模型更新

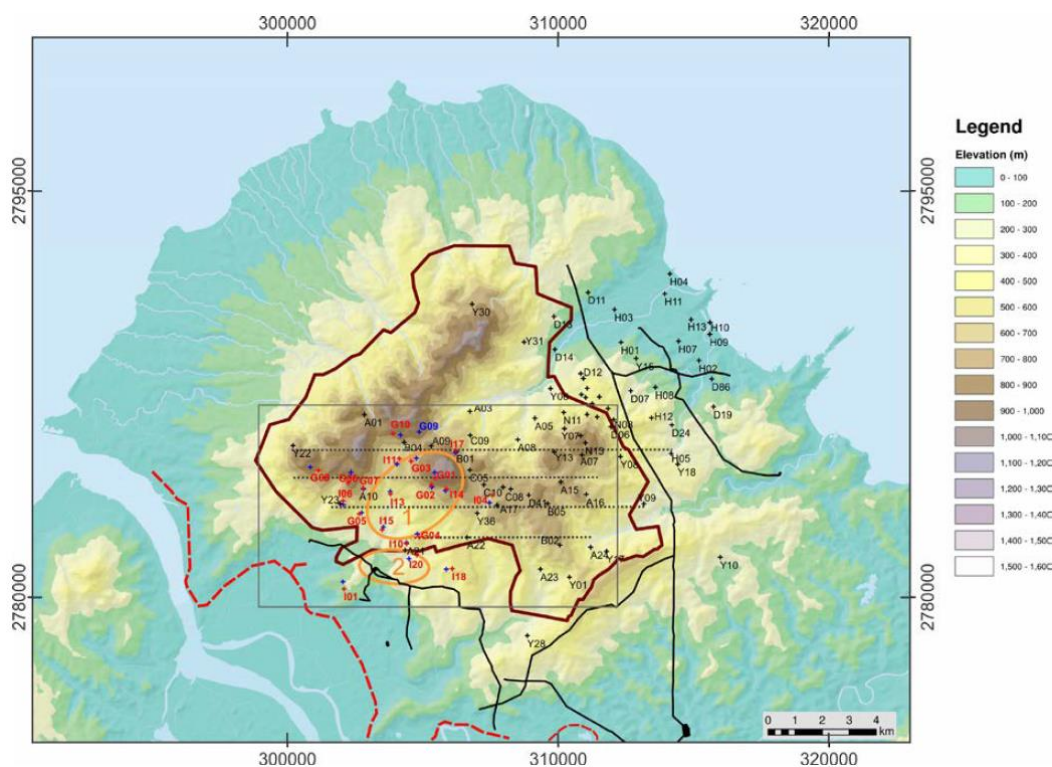


圖 55、大地電磁補充調查測點分布

註：黑色十字為既有大地電磁測站點位，藍色十字為 109 年度規劃點位，紅字十字則為實際補充調查點位。東-西向虛線為補充調查電阻率模型剖面位置。橘色範圍為 108 年前期計畫建議優先開發區塊。

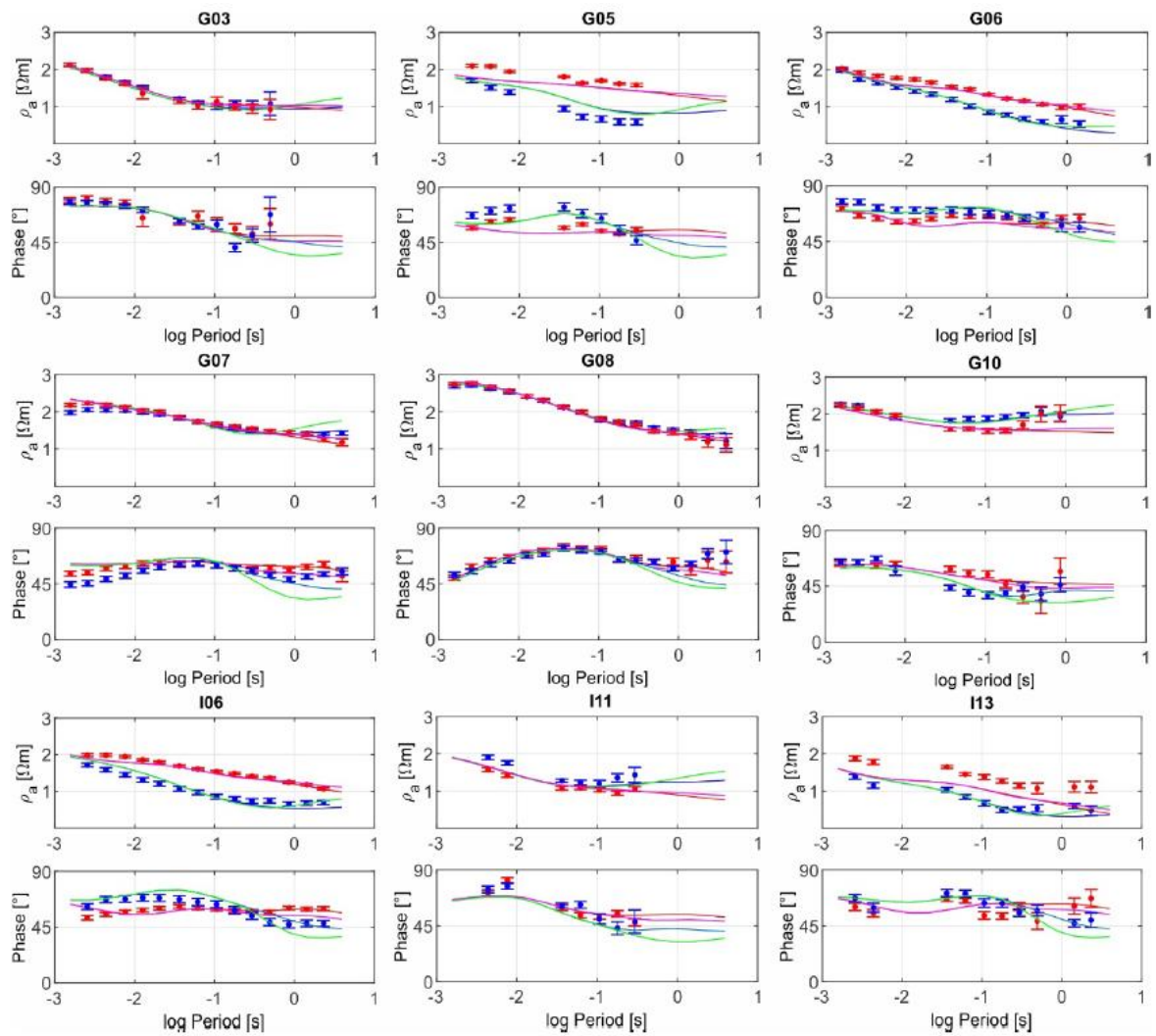


圖 56、各測站視電阻率測深曲線

註：每一測點上方為量測分析所得之視電阻率、下方為相位圖；紅色、藍色曲線分別代表最終模型的順推理論數值；綠色、紫紅色為利用 100 ohm-m 替代深部低電阻 C 之模型順推理論數值。

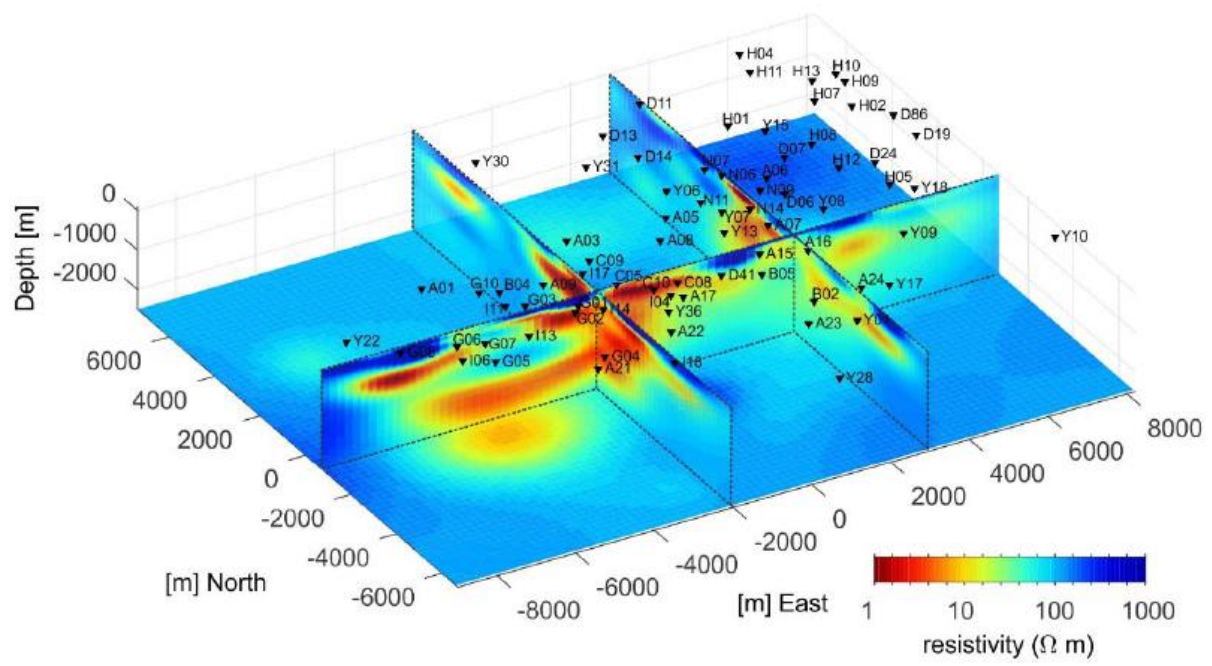


圖 57、大地電磁逆推三維電性模型

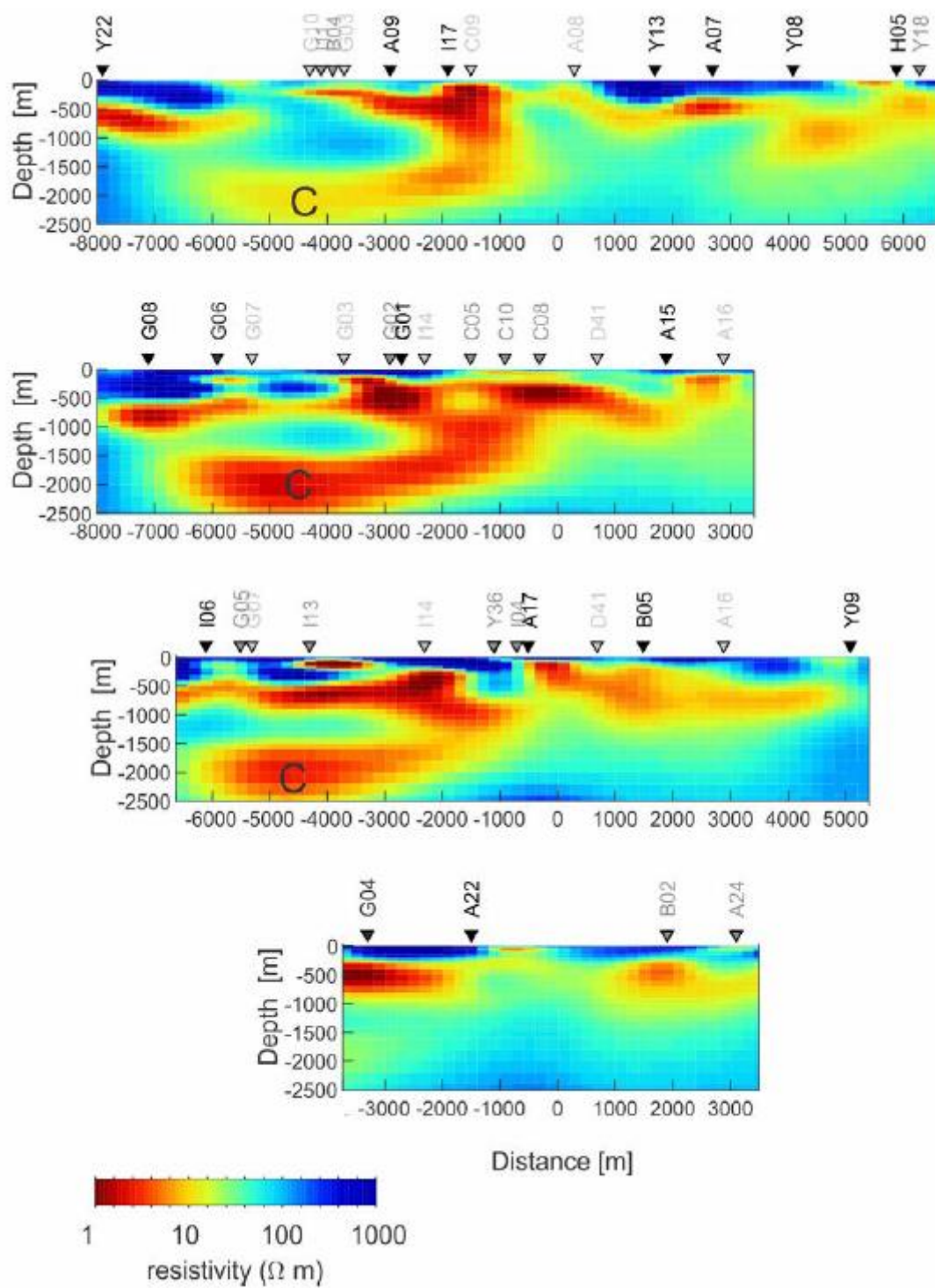


圖 58、大地電磁電性模型垂直剖面

註：剖面位置如圖 55 黑色虛線所示，模型基準面為高程 500 公尺；各剖面上方標示為剖面鄰近之大地電磁測點編號。英文字母 C 標示為模型中的深部低電阻層。

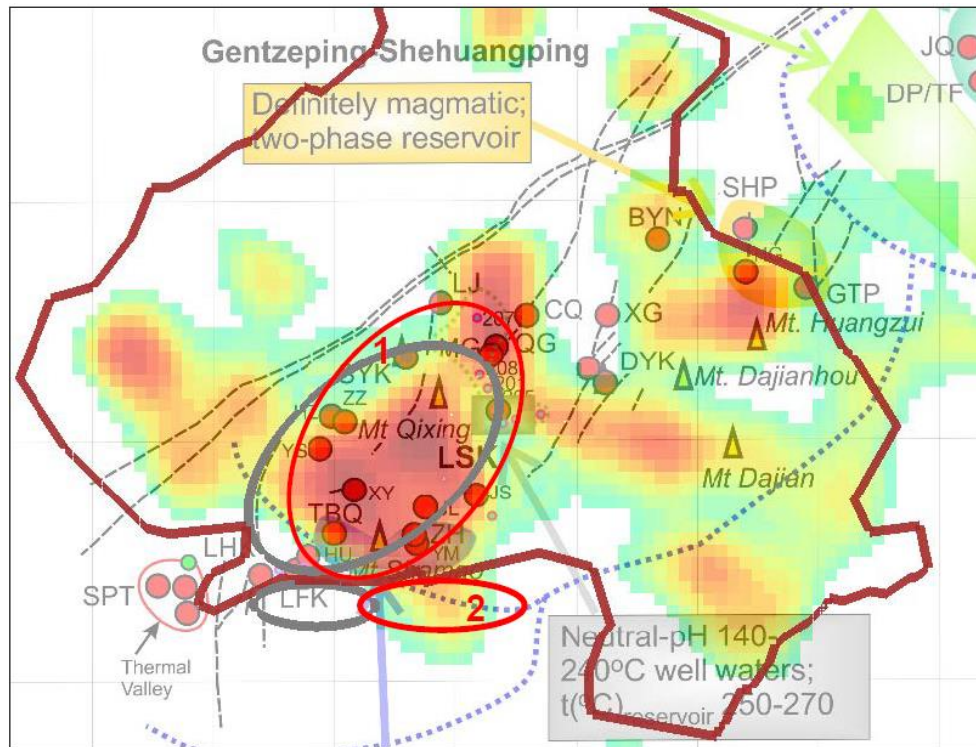


圖 59、本年度修正後之優先開發區塊建議

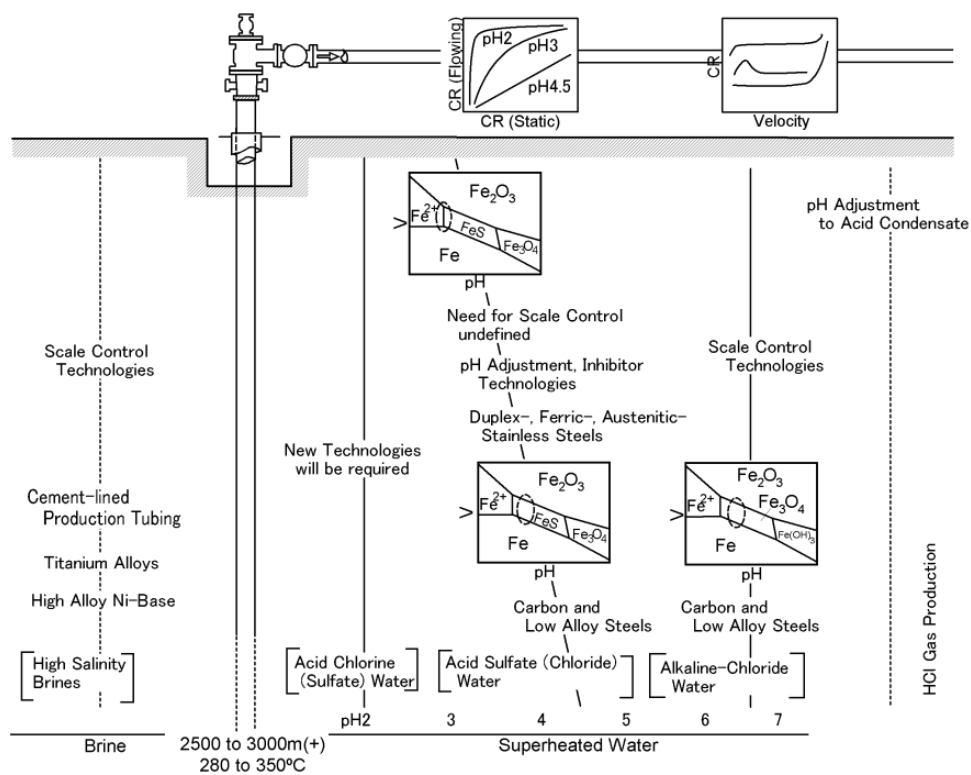


圖 60、深層酸性地熱井腐蝕控制及材料選擇指南

註：摘自 Sanada et al., (2000)。

2.地熱電廠建置與營運專家課程

為加速我國地熱資源開發期程，並輔導國內產業了解地熱電廠完整開發程序，並加強進度控管、風險分析、財務管理技能，本項工作擬透過國際合作，與具多年地熱電廠推動實績及關鍵技術領先的紐西蘭奧克蘭大學，針對地熱計畫初始規劃、探勘調查設計、經費成本估算、電廠開發設計、電廠運轉維護、風險管理等營運管理能力，尋求客制化課程設計。

本計畫初期即與紐西蘭奧克蘭大學開始接洽，並已完成原定訓練課程的每日課程主題及訓練費用規劃及報價。其授課內容將分為兩大主題分別進行，包含「地熱電廠建置專家課程」以及「地熱電廠運作與維護課程」，每一課程的訓練期間為 5 天，其課程規劃主題分別由表 10 與表 11 所示。在「地熱電廠建置專家課程」中將完整講述從起初資源探勘、資源確認與評估、電廠建置以及營運管理，打造地熱專案管理人才，使課程學員能夠了解地熱開發的專案風險分析及進度管理；在「地熱電廠運作與維護課程」中，前 3 天主要由奧克蘭大學說明運為的基本概念與學理知識，後兩天由有實際營運經驗的單位(Wintec、JACOBS 與 Contact Energy)以實際運作案例做為教材，指導課程學員面對實際案例時該進行的相關標準流程，讓學員了解地熱電廠在營運時應有的基本概念，未來能夠應用在台灣地熱電廠中，使電廠具有高利用率和容量數，確保地熱井穩定生產，延長電廠營運期程。

然本年度國際合作課程受「嚴重特殊傳染性肺炎」(COVID-19)疫情影響，臺灣於 109 年 3 月 19 日凌晨起禁止非本國國籍人士入境，紐西蘭則自 109 年 3 月 23 日起開始實施全境封鎖，並宣布進入緊急狀態，雖疫情於兩國境內皆逐漸趨緩，然為配合國家防疫政策，強化邊境管理等措施，爰暫停辦理本項工作，並保留原規劃課程，視國內地熱產業需求延後辦理。

表10、地熱電廠建置專家課程規劃內容

地熱電廠建置專家課程		
時間	授課主題	授課單位
Day 1	Project Initiation	奧克蘭大學
Day 2	Project Planning	
Day 3	Project Controls	
Day 4	Project Direction	
Day 5	Procurement and Contract Management	

表11、地熱電廠運作與維護課程規劃內容

地熱電廠運作與維護課程		
時間	授課主題	授課單位
Day 1	Basic principles of geothermal power generation, introduction of key components and power generation types Introduction of geothermal power plant construction conditions	奧克蘭大學
Day 2	Geothermal power plant operation process, staffing and safety requirements Main monitoring methods, monitoring equipment and data transmission of geothermal power generation	
Day 3	Case study of Geothermal power generation maintenance mode and maintenance experience	
Day 4	Geothermal power plant maintenance process, staffing and safety requirements Risk assessment mechanism of a Geothermal power plant operation and maintenance	Wintec
Day 5	Specification requirements for corrosion conditions of Pipeline selection and electronic communication materials used in geothermal power generation Corrosion resistance detection mechanism of geothermal power generation components	JACOBS Contact Energy

二、實際進度與預定進度比較

工作項目	工作 比重(%)	工作 (年) 進度 (月)	109											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一、地熱電廠示範與推動（48%）														
大屯山酸性地熱 電廠推動	35	實際進度												
		預定進度												
		查核點			A1			A2 A3			A4	A5 A6		A7
分散式地熱電廠 推動	13	實際進度												
		預定進度												
		查核點						B1			B2			B3
二、地熱開發輔導與潛能調查（24%）														
申設法規協調	10	實際進度												
		預定進度												
		查核點						C1					C2 C3	
地熱資訊更新及 網站維護	4	實際進度												
		預定進度												
		查核點			D1			D2			D3			
示範案場輔導	10	實際進度												
		預定進度												
		查核點			E1			E2			E3		E4 E5	
三、國際技術合作（20%）														
大屯山資源評估 與驗證	17	實際進度												
		預定進度												
		查核點						F1					F2	
地熱電廠建置與 營運專家課程	3	實際進度												
		預定進度												
		查核點			G1									
四、報告撰寫（8%）														
季報	4	實際進度												
		預定進度												
		查核點				H1			H2			H3		
期中報告及執行 報告	4	實際進度												
		預定進度												
		查核點							I1					I2
合 計	100	預定累計	25			50			75			100		

三、查核點說明

編號	內容說明	預定完成日期	實際完成日期	差異說明
A1	完成大屯山潛能區地形坡度分析	109 年 03 月	109 年 03 月	無
A2	完成硫磺子坪地熱示範電廠鑽探井進度追蹤	109 年 06 月	109 年 06 月	無
A3	完成大屯山潛能區地籍坵塊套疊與公有土地篩選	109 年 06 月	109 年 06 月	無
A4	完成大屯山可開發區塊分區	109 年 09 月	109 年 09 月	無
A5	完成硫磺子坪地熱示範電廠產能測試追蹤與管考	109 年 10 月	109 年 10 月	無
A6	完成現地補充調查工作	109 年 10 月	109 年 10 月	無
A7	完成大屯微震網背景地震目錄時序分析	109 年 12 月	109 年 12 月	無
B1	完成東部一處地熱案場遠端監視系統規劃與設計	109 年 06 月	109 年 06 月	無
B2	完成國內外地熱發電機組盤點與分析	109 年 09 月	109 年 09 月	無
B3	完成東部一處地熱電廠無人化自動運轉監視系統建置	109 年 12 月	109 年 12 月	無
C1	完成全國地熱潛能區土地區位盤點	109 年 07 月	109 年 07 月	無
C2	完成地熱開發之非都市土地開發審議作業規範草案	109 年 12 月	109 年 12 月	無
C3	完成地熱能發電系統示範獎勵辦法滾動式檢討	109 年 12 月	109 年 12 月	無
D1	完成地熱資訊網年度改善工作規劃	109 年 03 月	109 年 03 月	無
D2	完成地熱發電資訊網英文版網頁初版	109 年 06 月	109 年 06 月	無
D3	完成地熱發電資訊網年度資安掃描	109 年 09 月	109 年 09 月	無
E1	完成變質岩區地熱輔導案場篩選與接洽成功至少一件	109 年 03 月	109 年 03 月	無

編號	內容說明	預定完成日期	實際完成日期	差異說明
E2	完成變質岩區地熱案場技術諮詢至少一案	109 年 06 月	109 年 06 月	無
E3	完成火成岩區地熱輔導案場篩選與接洽成功至少一件	109 年 09 月	109 年 09 月	無
E4	完成火成岩區地熱案場技術諮詢至少一案	109 年 12 月	109 年 12 月	無
E5	完成年度追蹤地熱案場執行進度彙整	109 年 12 月	109 年 12 月	無
F1	完成大屯山補充調查規劃	109 年 06 月	109 年 06 月	無
F2	完成補充調查分析及成果更新	109 年 12 月	109 年 12 月	無
G1	完成國際合作訓練課程規劃	109 年 03 月	109 年 03 月	無
H1	提交第一期季報	109 年 04 月	109 年 04 月	無
H2	提交第二期季報	109 年 07 月	109 年 07 月	無
H3	提交第三期季報	109 年 10 月	109 年 10 月	無
I1	提交期中報告	109 年 07 月	109 年 07 月	無
I2	提交年度執行報告	109 年 12 月	109 年 12 月	無

四、目標達成情形

計畫目標	達成狀況	差異檢討
1.地熱電廠示範與推動 (1) 大屯山酸性示範電廠推動 (2) 分散式地熱電廠推動	(1)大屯山酸性示範電廠推動 ● 完成硫磺子坪示範電廠探勘期進度及查核點追蹤，取得探勘期結案報告、產能測試報告及開發計畫書，並完成資料初審及補件建議。 ● 完成本年度共六次大屯山微震網維護與微震資料下載工作，持續建立完整微震資料庫，供未來作為背景資訊參考。 ● 完成 5 年地震事件變化趨勢分析，小規模地震逐年增加，可能為近期大屯山區地熱活動較為活躍之趨勢。 ● 完成大屯山兩處潛在開發區地形蒐集與坡度分析及國家公園外北投區地籍圖套繪、地形坡度分析、公有地篩選與地質災害敏感帶分析後，可規劃出 8 個適合公告之可開發區並搭配 GNS 調查結果，公告於網路提供廠商選用。	無差異
	(2)分散式地熱電廠推動 ● 完成無人化監控系統之建置，將可取代傳統以人力進行電廠運轉操作及現場工安維護等工作，透過網際網路進行遠端連線，可隨時監看現場環境並回傳即時數據。 ● 針對台東金崙變質岩案場提	無差異

計 畫 目 標	達 成 狀 況	差 異 檢 討
	供產能提升及電廠建置技術諮詢。	
2.地熱開發輔導與潛能調查 (1) 申設法規協調 (2) 地熱資訊更新及網站維護 (3) 示範案場輔導	(1)申設法規協調 ●完成「地熱發電申請設置審查及作業流程(第一型及第三型)(初稿)」及「地熱發電申請探勘作業流程(初稿)」，供後續各地方政府地熱發電申請參考。 ●為強化示範獎勵案履約管理機制，並參考監察委員建議，完成「示範獎勵辦法修正草案」。 ●完成「國有非公用土地申請地熱開發作業流程(初稿)」及「地熱發電申請探勘作業流程(初稿)」，後續擬彙整各地方政府作法並召開會議徵詢意見。 ●完成五處地熱潛能區土地區位盤點及土地相關管制法令分析，並彙整有關地熱開發主要涉及管制法令，並將各法令之條文內容摘要說明依其性質概略分為土地相關、森林及農業相關、水資源及坡地保育相關及原民相關法令，可供後續地熱開發參考辦理。	無差異
	(2)地熱資訊更新及網站維護 ●完成網站更新規劃及查詢平台設計雛形，將逐步整理各主要地熱潛能區的地熱探勘相關歷史資料，並以探勘資料類型作為分類依據供使用者查詢。 ●已根據今年度網站業務需求進行年度改善工作內容規劃。 ●完成年度預定每季資安掃描工	無差異

計 畫 目 標	達 成 狀 況	差 異 檢 討
	作，並無發現重大漏洞。 ●於 109 年 11 月 10 日順利通過能源局年度計畫資通安全實地稽核評鑑。 ●參考中文版網頁主要功能介面，完成地熱發電資訊網英文版網頁雛形設計。	
	(3)示範案場輔導 ●持續針對目前正在進行中的地熱開發案，共計 9 處 21 個案場進行開發進度之輔導與追蹤，隨時主動追蹤解決個案之設置障礙，提供必要的技術與行政協助。 ●完成擬定地熱發電整體開發技術流程，包含地熱資源調查、鑽探工程(探測井鑽鑿)、產能測試與發電潛能評估、環境影響評估、生產井及回注井鑽鑿策略等，提供業者參考與諮詢服務。 ●協助台東金崙、紅葉多家地熱開發業者評估探勘井生產資訊，以供後續發電機組選用參考。 ●擔任台東金崙全陽案場技術顧問，根據產能測試評估結果提出井下電泵設備規格調整建議，持續推動案場開發；已規劃於 110 年完成設備安裝、電廠建置及環控配置規劃，加速推動分散式電廠建置。 ●協助花蓮萬榮地區開發業者進行地熱資源調查與評估，作為後續開發規劃參考。 ●針對大屯山酸性地熱案場，提	無差異

計畫目標	達成狀況	差異檢討
	供酸性儲集層工程技術諮詢服務，協助業者進行適當投資評估及管材選擇，有利其財務上規劃。 ● 針對示範獎勵各案場與鄰近人口聚集區進行噪音管制標準、噪音管制區劃分之地熱相關法規盤點、噪音影響及降噪工法可行性評估。	
3.國際技術合作 (1) 大屯山資源評估與驗證 (2) 地熱電廠建置與營運專家課程	(1)大屯山資源評估與驗證 ● 因應「嚴重特殊傳染性肺炎」(COVID-19) 疫情影響，GNS 無法來台執行原規劃之補充調查，經協調後改由本計畫團隊執行，資料處理及後續解算工作則由 GNS 執行，另需依調查成果修訂大屯山三維概念模型，建議地熱開發探勘井位。 ● 已於6月底完成 GNS 國際合作案「大屯火山群地熱開發風險降低計畫」簽約，正式啟動執行。 ● 完成大屯山地熱概念模型修訂更新。若以中性水且具開發潛能為目標，維持第一優先開發區為大屯山國家公園內，另調整第二優先開發區範圍東移至紗帽山南緣。依據紗帽山西翼(鼎筆橋)和東翼(中山樓)的中性泉水估計，其地熱儲集層溫度可達 175°~200°C。 ● 針對國際開發酸性地熱系統成功案例進行盤點，歸納酸性流體造成井體腐蝕原因及克服方案。在低 pH 值(3~4.5)的酸性	無差異

計 畫 目 標	達 成 狀 況	差 異 檢 討
	地熱系統中，可透過酸腐蝕風險降低技術策略與手段，達成酸性地熱電廠開發之目標，但pH值小於3的高腐蝕性流體仍無法通過當前可行之商業技術進行管理。未來大屯山進行開發時，建議開發商仍應審慎考量酸腐蝕及井體長期穩定性。	
	(2)地熱電廠建置與營運專家課程 ●已接洽紐西蘭奧克蘭大學，依原定計畫需求完成「地熱電廠建置與營運專家課程」逐日訓練課程計畫擬定，並依課程地點及上課人數限制等規劃獲取報價單。 ●續因應「嚴重特殊傳染性肺炎」(COVID-19)疫情，為配合國家防疫政策，強化邊境管理等措施，爰暫停辦理本項工作，並保留原規劃課程，視國內地熱產業需求延後辦理。	無差異

五、計畫延長或變更執行情形

單位:新台幣千元

項次	計畫變更項目	變更類別	計畫書內容		經費金額		變更原因 〔含日期〕	備註
			變更前	變更後	變更前	變更後		
1	人力變更	一般人力變更	蔡金泉 6 人月 戴文達 10 人月 蔣立為 5 人月 李惠容 3 人月 蕭國鑫 6 人月 翁勳政 5 人月 柳志錫 3 人月 彭筱涓 10 人月 廖彥喆 8 人月 徐漢倫 5 人月 謝德勇 10 人月 黃義傑 0 人月 葉庭綺 0 人月 待聘 3 人月 待聘 8 人月	蔡金泉 2.54 人月 戴文達 12 人月 蔣立為 6 人月 李惠容 3.86 人月 蕭國鑫 5 人月 翁勳政 6 人月 柳志錫 8 人月 彭筱涓 11 人月 廖彥喆 9 人月 徐漢倫 6 人月 謝德勇 2 人月 黃義傑 1.6 人月 葉庭綺 3 人月 待聘 0 人月 待聘 6 人月	0	0	配合執行業務需求，調整計畫人力配置，變更後計畫總人月數與經費不變。	109 年 5 月 19 日能技字第 10900174450 號函同意備查。

項次	計畫變更項目	變更類別	計畫書內容		經費金額		變更原因 〔含日期〕	備註
			變更前	變更後	變更前	變更後		
2	一般變更	經費變更	地熱電廠建置與營運專家課程	地熱電廠建置與營運專家課程	6,000	1,500	因應「嚴重特殊傳染性肺炎」（COVID-19）疫情影響，不論本國人及外籍人士欲出入邊境皆有執行疑慮，故暫不執行與奧克蘭大學合作原訂規畫之工作子項【地熱電廠建置與營運專家課程】，經費調整為 1,500 千元，人力減為 0.4 人年。	109 年 6 月 23 日能技字第 10900556390 號函同意依變更後計畫辦理計畫執行。
3	一般變更	經費變更	大屯山資源評估與驗證	大屯山資源評估與驗證	15,000	18,000	因【地熱電廠建置與營運專家課程】工作項目異動，調整與紐西蘭 GNS 國際合作工作子項【大屯山資源評估與驗證】之經費及人力，增加為 18,000 千元及 2.5 人年。	109 年 6 月 23 日能技字第 10900556390 號函同意依變更後計畫辦理計畫執行。

項次	計畫變更項目	變更類別	計畫書內容		經費金額		變更原因 〔含日期〕	備註
			變更前	變更後	變更前	變更後		
4	一般變更	經費變更	示範案場輔導	示範案場輔導	4,000	4,200	因【地熱電廠建置與營運專家課程】工作項目異動，調整工作子項【示範案場輔導】中工作內容並增加查核點，經費增加為 4,200 千元，人力不變。	109 年 6 月 23 日能技字第 10900556390 號函同意依變更後計畫辦理計畫執行。
5	一般變更	經費變更	地熱資訊更新及網站維護	地熱資訊更新及網站維護	3,000	2,600	因工作需求調整及查核點減少，調整工作子項【地熱資訊更新及網站維護】經費人力，減為 2,600 千元及 0.8 人年。	109 年 6 月 23 日能技字第 10900556390 號函同意依變更後計畫辦理計畫執行。
6	一般變更	經費變更	申設法規協調	申設法規協調	5,000	5,200	因應【地熱資訊更新及網站維護】工作調整及查核點異動，調整工作子項【申設法規協調】中工作內容並增加查核點經費增為 5,200 千元，人力不變。	109 年 6 月 23 日能技字第 10900556390 號函同意依變更後計畫辦理計畫執行。

項次	計畫變更項目	變更類別	計畫書內容		經費金額		變更原因 〔含日期〕	備註
			變更前	變更後	變更前	變更後		
7	一般變更	經費變更	分散式地熱電廠推動	分散式地熱電廠推動	7,000	7,500	因【地熱電廠建置與營運專家課程】工作項目異動，調整工作子項【分散式地熱電廠推動】中工作內容並增加查核點，經費增加為 7,500 千元，人力增為 2.2 人年。	109 年 6 月 23 日能技字第 10900556390 號函同意依變更後計畫書辦理計畫執行。
8	一般變更	經費變更	大屯山酸性地熱電廠推動	大屯山酸性地熱電廠推動	20,000	21,000	因應「嚴重特殊傳染性肺炎」（COVID-19）疫情影響，原定由紐西蘭 GNS 執行之現地補充調查項目，須改為由計畫內工作項目執行，將調整工作子項【大屯山酸性地熱電廠推動】經費人力，增加為 21,000 千元及 6 人年。	109 年 6 月 23 日能技字第 10900556390 號函同意依變更後計畫書辦理計畫執行。

項次	計畫變更項目	變更類別	計畫書內容		經費金額		變更原因 〔含日期〕	備註
			變更前	變更後	變更前	變更後		
9	人力變更	一般人力變更	戴文達 12 人月 柳志錫 8 人月 范愷軍 1 人月 彭筱涓 11 人月 謝德勇 2 人月 葉庭綺 3 人月 李信誼 0 人月 待聘 6 人月	戴文達 11 人月 柳志錫 7 人月 范愷軍 2.5 人月 彭筱涓 11.5 人月 謝德勇 0 人月 葉庭綺 7 人月 李信誼 4 人月 待聘 0 人月	0	0	配合執行業務需求，調整計畫人力配置，變更後計畫總人月數與經費不變。	109 年 10 月 8 日能技字第 10900072940 號函同意備查。

肆、執行績效說明

一、人力運用情形

單位：人年

分 項 計 畫		職 稱				學 歷					合計
		研究 員級	副研 究員 級	助理 研究 員級	技術 員級 以下	博 士	碩 士	學 士	專 科	其 他	
地熱電廠示範 與推動	預計	5.2	1.0	0.3	0.6	2.0	3.6	0.4	1.1	---	7.1
	實際	5.2	1.0	0.3	0.6	2.0	3.6	0.4	1.1	---	7.1
地熱開發輔導 與潛能調查	預計	2.3	0.4	0.2	0.3	0.9	1.6	0.2	0.5	---	3.2
	實際	5.2	1.0	0.3	0.6	2.0	3.6	0.4	1.1	---	3.2
國際技術合作	預計	4.0	0.8	0.3	0.5	1.6	2.9	0.3	0.8	---	5.6
	實際	5.2	1.0	0.3	0.6	2.0	3.6	0.4	1.1	---	5.6
總 計	預計	11.5	2.2	0.8	1.4	4.5	8.1	0.9	2.4	---	15.9
	實際	11.5	2.2	0.8	1.4	4.5	8.1	0.9	2.4	---	15.9

【備註】本表中之橫短線 (---) 表示原計畫書中並無該項預估值。

二、經費運用情形

單位：新臺幣千元

經費科目	全年度經費		變更後經費		流用後經費		決算數		備註
	金額 (B)	占總計 比例(%) C=(B/A)	金額 (D)	占總 計比 例 (%) E=(D/A)	金額 (F)	占總計 比例(%) G=(F/A)	金額 (H)	該科目 決算比 例(%) I=(H/B 或D或F)	
一、經常支出									
1.人事費	22,311	37.19%	22,311	37.19%	22,311	37.19%	22,311	100%	
2.旅運費	3,516.6	5.86%	3,516.6	5.86%	2,972	4.95%	2,972	100%	
3.材料費	6,000	10.00%	6,000	10.00%	6,730	11.22%	6,730	100%	
4.維護費	710	1.18%	710	1.18%	755	1.26%	755	100%	
5.業務費 (含分包費用)	20,537	34.23%	20,537	34.23%	20,294	33.82%	20,294	100%	
6.設備使用費	925.4	1.54%	925.4	1.54%	938	1.56%	938	100%	
7.管理費	6,000	10.00%	6,000	10.00%	6,000	10.00%	6,000	100%	
8.其他									
經常支出小計	60,000	100%	60,000	100%	60,000	100%	60,000	100%	
二、資本支出									
1.土地及改良物	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.房屋及建築	0	0	0	0	0	0	0	0	
3.機器儀器設備	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.資訊設備	0	0	0	0	0	0	0	0	
5.交通及運輸設備	0	0	0	0	0	0	0	0	
6.雜項設備	0	0	0	0	0	0	0	0	
7.其他權利	0	0	0	0	0	0	0	0	
資本支出小計	0	0	0	0	0	0	0	0	
總 計 (A)	60,000	100%	60,000	100%	60,000	100%	60,000	100%	

三、研發成果收入

單位：新臺幣仟元

成果項目		預估收入	實際收入	實際繳庫金額	備註
業界合作 (合作研究)	配合款	---	---	---	
	先期技術授權金	---	---	---	
	權利金	---	---	---	
業界合作 (先期參與)	技術服務費	---	---	---	
	先期技術授權金	---	---	---	
	權利金	---	---	---	
一般技術授權	技術授權金	---	---	---	
	技術權利金	---	---	---	
	專利授權金	---	---	---	
	專利權利金	---	---	---	
技術服務費	金額	4,200	2,623	0	3 項技術，3 家廠商
其他	逾期罰款	0	0	0	

說明：

一、備註欄內請註明項數及家數。

二、本表中之橫短線 (---) 表示原計畫書中並無該項預估值。

三、本表所列實際繳庫金額，已扣除營業稅、印花稅...等必要支出。

四、重要成果統計

金額單位：新臺幣千元

成 果		項 目	預 定	實 際 達 成	成 果	項 目	預 定	實 際 達 成
A.專 利 權 (項數)	申 請	國 內	0	0	I. 一 般 技 術 授 權	件 數	0	0
		國 外	0	0		項 數	0	0
	獲 得	國 內	0	1		廠 家 數	0	0
		國 外	0	0		技 術 授 權 金	0	0
	運 用	國 內	0	0		技 術 權 利 金	0	0
		國 外	0	0		專 利 授 權 金	0	0
B.論 文 (篇數)	期 刊	國 內	1	2	J. 技 術 服 務	專 利 權 利 金	0	0
		國 外	0	0		件 數	2	3
	研 討 會	國 內	2	0		廠 家 數	2	3
		國 外	0	1		項 數	2	3
C.研究報告 (篇數)	年 度 執 行 報 告		1	1	K. 分 包 研 究	金 額	4,000	2,623
	技 術	調 查	0	0		學 界 件 數	0	0
		訓 練	0	0		金 額	0	0
		出 國	0	0		業 界 件 數	0	0
		分 包	0	0		金 額	0	0
						法 人 件 數	0	0
D.業 界 合 作 (一) 合 作 研 究	件 數		0	0	L.研討會、 座談會、示範 觀摩會、說明 會	場 次	3	9
	項 數		0	0		人 數	50	580
	廠 家 數		0	0	M.推 廣 活 動	金 額 收 入	0	0
	配 合 款		0	0		支 出	400	0
	先 期 技 術 授 權 金		0	0		場 次	2	3
	權 利 金		0	0		金 額 收 入	0	0
E.業 界 合 作 (二) 先 期 參 與	件 數		0	0	N.人 才 培 訓	支 出	200	27
	項 數		0	0		人 數	10	14
	廠 家 數		0	0	O.人 才 培 育	場 次	1	2
	技 術 服 務 費		0	0		金 額	0	0
	先 期 技 術 授 權 金		0	0	P.環 保 效 益	博 士	0	0
	權 利 金		0	0		碩 士	0	0
F.促 進 投 資 生 產	件 數		2	12	Q.能 源 效 益	減 少 CO ₂ 排 放 量 (公 噸)	256	492
	項 數		2	7		增 加 能 源 供 應 或 節 能 量 (公 秉 油 當 量)	100	955.6
	金 額		150,000	198,850	R.宣 導 手 冊	項 數	0	0
G.促 進 就 業	人 數		20	24		印 製 金 額	0	0
	件 數		2	9	S.媒 體 露 出	次 數	3	16
H.技 術 引 進	件 數		0	0		件 數	1/1,200	1/1,225
	項 數		0	0	T.性 別 主 流 化 推 動 成 效 及 投 入 經 費 統 計 表			
	金 額		0	0				

註：1. 件數係指簽約件數；項數係指技術項目之加總。

2. 凡金額數字皆以千元計。

3. 專利權請填報具應用價值之專利權項數。

4. 成果項目經費金額以未稅計算。

五、重要成果清單

(一) 專利權

(1)專利申請一覽表

項次	申請編號	專利名稱	申請日期	國家	類別
1	無				

(2)專利獲得一覽表

項次	專利證號	專利名稱	獲證日期	國家	類別	發明人	專利時間
1	I687667	水溶氣體採樣組件	2020.03.11	中華民國	發明	劉力維、溫心怡、李伯亨	2020.03.11 ~2037.12.19

(3)專利運用一覽表

項次	專利證號	專利名稱	運用廠商	效益說明
1	無			

(二) 論文

(1)論文一覽表-期刊

項次	論文名稱	刊出日期	期刊名稱 / 期別	國家	起迄頁數
1	四礮子坪地熱抽水儲集層影響評估	2020 年 6 月	太陽能及新能源學刊/第二十二卷/第一期	中華民國	p.3~p.10

2	大屯地熱區之丁火朽山亞群的線型構造判釋與分析技術運用實例	2020 年 6 月	太陽能及新能源學刊/第二十二卷/第一期	中華民國	p.48~p.55
---	------------------------------	------------	---------------------	------	-----------

(2)論文一覽表-研討會

項次	論 文 名 稱	刊出日期	會議名稱 / 期別	國 家	起迄頁數
1	Geothermal Update Report of Taiwan (2020)	2020 年 10 月	GRC 2020 Annual Meeting /International E-Posters(EPM01P)	美國	-

(三) 研究報告

項次	報 告 名 稱	類別	完成日期	語言	機密等級	頁數
1	109 年度地熱發電整合推動與技術研發計畫(2/3)執行報告	執行報告	2020.12.25	中文	機密	201
2	智能化無人電廠建置技術報告	技術報告	2020.12.08	中文	機密	14

(四) 業界合作

項次	合 作 項 目 名 稱	廠商名稱	配合款 (新臺幣千元)	先期技術 授權金 (新臺幣千元)	權利金 (新臺幣千元)	技術服務費 (新臺幣千元)	合作方式	成 果 及 效 益 說 明
1	無							

(五) 促進投資生產

項次	投資項目名稱	廠商名稱	投資金額 (新臺幣千元)	內容及效益說明
1	花蓮萬榮地區地熱資源調查與評估	千建工業有限公司	1,850	投資地熱發電產業，進行初期地熱資源調查與評估，據以規劃後續地熱探勘井之鑽鑿與發電潛能評估，促進商業地熱電廠開發。
2	無人化電廠遠端監控系統建置	全陽地熱股份有限公司	4,500	無人化電廠環控系統規劃、管線規劃與設備購置，開發 500kW 商業運轉地熱電廠，帶動我國地熱發電產業。
3	台東金崙地熱發電開發及潛水電泵特性驗證	全陽地熱股份有限公司	42,000	探勘井產能測試、井下電泵購置與發電機組購置，開發 500kW 商業運轉地熱電廠，帶動我國地熱發電產業。
4	臺東紅葉溫泉場址「地熱能發電系統示範獎勵」申請設置	玖臻建設有限公司、威聯有限公司	6,000	辦理水土保持、電業申設籌設及「地熱能發電系統示範獎勵」申請設置相關作業，帶動臺東溫泉業者投資地熱發電。
5	太乙、宏崙電能臺東金崙地熱案場開發	太乙電能股份有限公司、宏崙電能股份有限公司	15,000	生產、回注井鑽鑿、產能測試及鑽井工程及地質技術顧問聘用，開發 2MW 商業運轉地熱電廠，帶動我國地熱發電產業。
6	臺東金崙地熱場址「地熱能發電系統示範獎勵」申請設置	宮園顧問有限公司	3,000	配合電業法辦理環評作業及「地熱能發電系統示範獎勵」申請設置相關作業，投入地熱電廠開發。

7	硫磺子坪示範招商電廠建置	結元能源開發股份有限公司	85,000	辦理水保施工、探勘井鑽鑿、產能測試、發電設備購置、地質地物資料評估及開發計畫書準備，建立酸性示範地熱電廠，帶動我國地熱發電產業。
8	萬里仙境地熱儲集層工程技術	萬里仙境會館股份有限公司	15,000	場址地盤改善、辦理鄰屋鑑定及地方說明會以降低民眾疑慮，開發 500kW 商業運轉地熱電廠，帶動我國地熱發電產業。
9	具經濟效益耐腐蝕地熱管量產開發—腐蝕特性測試驗證	宏進金屬科技股份有限公司	5,000	新型複合性耐酸蝕管材開發，用於耐酸蝕地熱環境，可降低大屯山地熱開發之管材成本。
10	公館崙地熱場址「地熱能發電系統示範獎勵」申請設置及調查規劃	立穩國際遊樂股份有限公司	10,000	地熱開發土地置辦、冷水井鑽鑿、地球科學調查、辦理地方說明會及「地熱能發電系統示範獎勵」申請設置相關作業，開發 500kW 商業運轉地熱電廠，帶動我國地熱發電產業。
11	紅葉溫泉園區地熱資源調查鑽探與評估計畫	台泥綠能股份有限公司	8,500	地球科學探勘及鑽探工程前置作業，開發臺東延平鄉紅葉地熱區 1MW 地熱電廠並達成多目標利用。
12	萬里磺山地熱能探勘及發電示範獎勵申請設置及調查規劃	三金礦業股份有限公司	3,000	地物探勘、儲集層工程委託、鑽井工程前置作業及「地熱能發電系統示範獎勵」申請設置相關作業，開發萬里地區 500kW 地熱電場。

(六) 促進就業

項次	投 資 項 目 名 稱	工作內容	人 數	內 容 及 效 益 說 明
1	花蓮萬榮地區地熱資源調查與評估	地熱資源調查與評估	2	投資地熱發電產業，進行初期地熱資源調查與評估，據以規劃後續地熱探勘井之鑽鑿與發電潛能評估，促進商業地熱電廠開發。
2	無人化電廠遠端監控系統建置	無人化電廠系統規劃與設計	1	無人化電廠環控系統規劃、管線規劃與設備購置，開發 500kW 商業運轉地熱電廠，帶動我國地熱發電產業。
3	台東金崙地熱發電開發及潛水電泵特性驗證	產能測試、潛水電泵特性驗證	3	探勘井產能測試、井下電泵購置與發電機組購置，開發 500kW 商業運轉地熱電廠，帶動我國地熱發電產業。
4	太乙、宏崙電能臺東金崙地熱案場開發	生產、回注井鑽鑿、產能測試、地質技術顧問	5	生產、回注井鑽鑿、產能測試及鑽井工程及地質技術顧問聘用，開發 2MW 商業運轉地熱電廠，帶動我國地熱發電產業。
5	硫磺子坪示範招商電廠建置	鑽井人員、水保施工、地質地物資料評估	3	辦理水保施工、探勘井鑽鑿、產能測試、發電設備購置、地質地物資料評估及開發計畫書準備，建立酸性示範地熱電廠，帶動我國地熱發電產業。
6	萬里仙境地熱儲集層工程技術	地盤改善工程、臨屋鑑定作業、說明會辦理作業	1	場址地盤改善、辦理鄰屋鑑定及地方說明會以降低民眾疑慮，開發 500kW 商業運轉地熱電廠，帶動我國地熱發電產業。

7	具經濟效益耐腐蝕地熱管量產開發 —腐蝕特性測試驗證	耐酸蝕管材 開發	1	新型複合性耐酸蝕管材開發，用於耐酸 蝕地熱環境，可降低大屯山地熱開發之 管材成本。
8	公館崙地熱場址「地熱能發電系統 示範獎勵」申請設置及調查規劃	地球科學調 查、冷水井 鑽鑿工程	2	地熱開發土地置辦、冷水井鑽鑿、地球 科學調查、辦理地方說明會及「地熱能 發電系統示範獎勵」申請設置相關作 業，開發 500kW 商業運轉地熱電廠， 帶動我國地熱發電產業。
9	紅葉溫泉園區地熱資源調查鑽探與 評估計畫	地熱資源調 查、微孔鑽 鑿鑽井工程	6	地球科學探勘及鑽探工程前置作業，開 發臺東延平鄉紅葉地熱區 1MW 地熱電 廠並達成多目標利用。

(七) 技術引進

項次	技 術 名 稱	技術來源	引進金額 (新臺幣千元)	效 益 說 明
1	無			

(八) 一般技術授權

項次	技 術 授 權 項 目 名 稱	廠商名稱	簽約日期	授權金 (新臺幣千元)	權利金 (新臺幣千元)	合 約 期 間
1	無					

(九) 技術服務

項次	技 術 服 務 名 稱	技術服務費 (新臺幣千元)	服務對象	項次	技 術 服 務 名 稱	技術服務費 (新臺幣千元)	服務對象
1	花蓮萬榮地區地熱資源調查與評估	1,295	千建工業有限公司	3	無人化電廠遠端監控系統建置	1,228	全陽地熱股份有限公司
2	具經濟效益耐腐蝕地熱管量產開發—腐蝕特性測試驗證	100	宏進金屬科技股份有限公司				

(十) 分包研究

項次	分 包 項 目 名 稱	分包對象	主持人	簽約金額 (新臺幣千元)	實際執行 (新臺幣千元)	簽約日期	執 行 期 間
1	無						

(十一) 研討會及推廣活動

項次	活 動 名 稱	舉辦地點	主 辦 單 位	舉 辦 日 期	人次	形 態
1	「地熱發電本土化設備測試平台」討論會議	能源局 13 樓第 1 會議室	經濟部能源局	2020.02.17	34	座談會
2	臺東縣綠能推動辦公室揭牌儀式	台東縣政府	台東縣政府	2020.05.18	50	推廣活動
3	仁澤-土場地熱儲集層概念模式成果討論會議	沙崙綠能科技示範場域	工研院	2020.05.27	12	討論會
4	重合里頂中股段硫磺子坪小段地熱探	新北市金山區	地平洋資源開發	2020.09.08	62	說明會

	勘里民說明會	重和里里民活動中心	有限公司			
5	瓦岡岸(紅葉)部落議決公共事項-延平鄉紅葉溫泉暨園區管理營運模式部落會議	紅葉國小風雨球場	瓦岡岸(紅葉)部落	2020.09.15	92	說明會
6	2020 台灣創新技術博覽會	台北世貿中心一館展覽館	經濟部國際貿易局	2020.09.24~2020.09.26	53,000	推廣活動
7	元智大學-綠色能源講座	元智大學二館	元智大學化材系	2020.09.29	80	座談會
8	2020 再生能源週	台北南港展覽館	經濟部能源局	2020.10.14~2020.10.16	25,000	推廣活動
9	新北市萬里地熱能探勘及發電開發計劃第三次說明會	新北市萬里區頂寮社區發展協會活動中心	萬里仙境會館股份有限公司	2020.10.25	120	說明會
10	大潭廟口社區講座-綠能科技與人文系列	台南大潭區大霖老宅	長榮大學綠色大武崙社區推動辦公室	2020.11.11	15	座談會
11	台電仁澤開發案部落會議	大同鄉茂安村活動中心	台灣電力股份有限公司	2020.11.21	40	說明會
12	新北市萬里地熱能探勘及發電開發計劃第四次說明會	新北市萬里區下社老人活動中心	萬里仙境會館股份有限公司	2020.11.22	120	說明會

【備註】型態包含研討會、座談會、示範觀摩會及推廣活動等。

(十二) 人才培訓

項次	課程名稱	舉辦地點	舉 辦 日 期	人次	金額(新臺幣千元)
1	地球化學採樣執行流程影片教學	沙崙綠能科技示範場域	2020.09.04	8	0
2	地化採樣現地教育訓練	新北市金山區大豐修車廠水井	2020.09.08	6	0

(十三) 人才培育

項次	學校名稱	系/所	姓名	博士/碩士	畢 業 日 期
1	無				

(十四) 環保效益

項次	技 術 名 稱	應用領域	CO ₂ 排放減量	效 益 說 明
1	地熱發電示範系統-地熱電廠運轉測試	再生能源	492 公噸	107 年 12 月結元公司委託執行「地熱發電示範系統-地熱電廠運轉測試」業界合作先期參與計畫，進行 300kW 地熱發電系統長期運轉發電測試。依照目前電廠 109 年實際運轉發電量計算，約產電一百萬度，減碳量約 492 公噸。 (以 109 年全國電力排放系數=0.492kg Co ₂ e/度)

(十五) 能源效益

項次	技 術 名 稱	應用領域	增加節能供應或節能量(KLOE)	效 益 說 明
1	地熱發電示範系統-地熱電廠運轉	再生能源	955.6	109 年度清水 300kW 地熱電廠持續商轉發電，以總發電量一百萬度計算節能量。

(十六) 宣導手冊

項次	手 冊 名 稱	數量	出 版 日 期	金額 (新臺幣千元)	備註
1	無				

(十七) 媒體露出

項次	廣告或活動主要內容	宣導方式	託播對象	刊登或播出時間	檔 次	預計瀏覽人數	備註
1	2020 年台灣地熱躉購費率維持不變	網路	Think GeoEnergy	2020.01.03	1	1,000	
2	地熱發電 最快 2022 年發電	網路	蘋果新聞網	2020.01.04	1	500	
3	台灣著重於太陽能 和海上風能，不應 忽視地熱	網路	Think GeoEnergy	2020.02.14	1	1,000	
4	結元 台灣地熱發電產業先驅	網路	經濟日報 電子報	2020.02.21	1	500	

5	原鄉地熱發電該何去何從—給新科立委的建議	網路	TechNews 科技新報	2020.02.23	1	500	
6	Baseload & Climeon 將在台灣建設地熱電廠	網路	Think GeoEnergy	2020.05.06	1	1,000	
7	看好台灣「地熱發電」學者：小地熱發展具潛力	網路	中廣新聞網	2020.05.25	1	1,000	
8	全國最大地熱 金山硫磺子坪示範區今正式開鑽探勘	網路	經濟日報 電子報	2020.05.27	1	500	
9	全台首座「火山型」地熱電廠 今探勘開鑽	網路	公視新聞網 電子報	2020.05.27	1	500	
10	發展地熱發電 金山硫磺子坪開鑽	電視	華視新聞	2020.05.27	1	1,000	
11	瑞典 Climeon 在台灣設立子公司，專注於地熱熱能	網路	Think GeoEnergy	2020.07.19	1	1,000	
12	Baseload Capital 開始在台灣進行地熱項目鑽探	網路	Think GeoEnergy	2020.08.25	1	1,000	
13	瑞穗溫泉地熱夯 八方能源科技積極籌設電廠	電視	洄瀾有線電視	2020.10.30	1	500	

14	宜蘭清水地熱新增 8 座泡湯池 擬明年 春節前啟用	網路	經濟日報 電子報	2020.11.24	1	500	
15	台泥下一步 台東 建地熱電廠	網路	聯合新聞網	2020.11.24	1	500	
16	「海上風箏」、地 熱發電潛力無窮！ 北歐綠能產業爭相 來台插旗	網路	風傳媒	2020.11.26	1	500	

(十八) 性別主流化推動成效及投入經費統計

計畫類型：■技術研發 □政策研析與決策支援 □效率管理與服務推廣□查核輔導與行政支援

類別 ^{註1}	業務執行事項及性平成果推動說明 ^{註2} (視計畫屬性及其計畫推動內容填寫，若無該項填報，可說明原因)	性平使用經費 ^{註3} (千元)
性別統計建置與性別分析強化	業務執行事項： (1)109 年度計畫研究專業人才性別比例統計，專業人才總數 35 人，男性 28 人，占 80%；女性 7 人，占 20%。計畫總工時共 190.5 人月其中男性員工共計 146 人月，占 77%，女性員工共計 44.5 人月，占 23%。 (2)109 年度計畫主持人及計畫管理人員皆由女性同仁擔任，強化女性參與專業領域之可能性。 性平成果推動說明： 鼓勵女性參與各種專業領域，並加強計畫參與人員性別意識培力，並以女性觀點更加仔細來做各項硬體規劃設計考量，營造女性友善就業環境，以確實達成性別平等的最終目標。	300
與業務面緊扣的性別意識培力	業務執行事項： 於 4 月底進行計畫內部稽核，由女性研究人員負責主導安排稽核項目，鼓勵女性人員投入計畫。 性平成果推動說明： 通過各種方式宣揚性別平等觀念，將使得兩性同仁都更能尊重彼此，了解不同性別之間的差異與優點，計畫執行更和諧順暢。	200
鼓勵女性投入與決策參與	業務執行事項： (1)本計畫之地熱探勘野外地球物理探勘與地球化學樣本採集工作由男女同仁共同合作，完成大屯山地區補充調查工作，體現不分性別、只問專業的性平精神。 (2) 109 年度本計畫之女性主持人韓吟龍博士，與同仁共同執行全陽地熱公司「金崙地區井下電泵抽取熱液產能測試服務」計畫、「無人化電廠遠	320

類別 ^{註1}	業務執行事項及性平成果推動說明 ^{註2} (視計畫屬性及其計畫推動內容填寫，若無該項填報，可說明原因)	性平使用經費 ^{註3} (千元)
	端監控系統建置」計畫及中油公司之仁澤地熱開發產能測試評估計畫等，在增加計畫收入之 KPI 成果方面表現突出。 性平成果推動說明： 鼓勵女性參與不同專業領域之工作，發揮性別特點。	
透過在地資源傳遞能源相關資訊予資訊弱勢族群	業務執行事項： (1)於4月中旬廣發能源局性平宣導資料，提倡職業不分性別，並提供線上文宣參考連結，以提升同仁性別平等之觀念與意識。(線上文宣連結：https://www.facebook.com/306613453081342/posts/801813113561371/) (2)於9月上旬主動提供同仁有關「109 年度能源領域專業講堂-能源領域性別主流化推動」簡報資訊，藉以提升同仁性別平等之觀念與意識。 性平成果推動說明： 了解「109 年度能源領域專業講堂-能源領域性別主流化推動」簡報能源領域性別主流化推動與後續規劃之辦理情形，並將性別平等觀念及辦理現況帶入執行之地熱計畫工作會議時宣導。	5
強化友善工作環境	業務執行事項： (1)依據 103 年 12 月 11 日修正公布「性別工作平等法」(以下簡稱性平法)相關規定辦理，女性人員妊娠期間給予產檢假五日，產檢假期間薪資照給。 (2)女性人員因生理日致工作有困難者，每月得請生理假一日，全年請假日數未逾三日，不併入普通傷病假計算。 (3)9 月 24 日於南創園區舉辦中秋節聯歡活動，邀請全所同仁及家屬一同親子同樂，除慰勞同仁平日工作辛勞外，也提供一直在背後默默支持的另一半更多與同仁相處的時間，增進兩性和諧共處與家庭幸福。 性平成果推動說明： 由計畫團隊的平日工作及生活環境做起，不只提升兩性平等觀念，也改善	400

類別 ^{註1}	業務執行事項及性平成果推動說明 ^{註2} (視計畫屬性及其計畫推動內容填寫，若無該項填報，可說明原因)	性平使用經費 ^{註3} (千元)
	兩性工作與生活環境。	
	總計性平使用經費(千元)	1,225
	占計畫總經費比例(%)	2.04

註1：將行政院「性別平等政策綱領」與能源領域相關之24項具體行動措施，整併成五大類成果，包括「性別統計建置與性別分析強化」、「與業務面緊扣的性別意識培力」、「鼓勵女性投入與決策參與」、「透過在地資源傳遞能源相關資訊予資訊弱勢族群」及「強化友善工作環境」等類別。

註2：「業務執行事項」係指本年度計畫應執行之工作內容；「性平成果推動說明」係依據上開「業務執行事項」如何融入性平觀點進行成果推動之說明。

註3：「性平使用經費」請依據實際支用情況填寫。如有辦理與性平業務有關之經費，可提供估算分攤經費。如於執行業務併同辦理性別統計或性平相關推動時，毋須另編列經費或難以估算性平經費者，亦僅補充說明即可。

六、重要績效指標(KPI)統計

成		果		項		目		預		定		實際達成		說		明	
一、專利權 (項數)	申 請	國	內	0	0												
		國	外	0	0												
	獲 得	國	內	0	1	專利名稱：水溶氣體採樣組件 申請日期：2017.12.20 獲證日期：2020.03.25 發明人：劉力維、溫心怡、李伯亨 專利證號：I687667 專利設計目的：採集井下未解壓流體用，運用可調式壓力開關及機構組合設計，並可串接採樣裝置，同時於井下不同深度進行採樣。											
		國	外	0	0												
	運 用	國	內	0	0												
		國	外	0	0												
二、成果運用獲得之總收入(含授權金、權利金、技術服務費、合作研究配合款及其他衍生收入等)		金 額 (新 臺 幣 千 元)		4,000		2,623		- 千建工業公司「花蓮萬榮地區地熱資源調查與評估」技術服務案，本年度收入1,295千元。 - 宏進金屬公司「具經濟效益耐腐蝕地熱管量產開發-腐蝕特性測試驗證」案，本年度收入100千元。 - 全陽地熱公司「無人化電廠遠端監控系統建置」計畫，本年度收入為1,228千元。 - 本年度總收入為262.3萬元，未達標原因係疫情影響導致全陽案場井下電泵設備延後引進，相關技術服務收入亦順延至下一年度。									
三、技術移轉金(含技術及專利之授權金及權利金)		金 額 (新 臺 幣 千 元)		0		0											
四、促進投資生產	件 數		2		12		千建公司投資地熱發電產業，進行初期地熱資源調查與評估，本年度總計投入1,850千元。										
	項 數		2		7												

	金額 (新臺幣千元)	150,000	198,850	• 宏崙、太乙公司啟動鑽探工作，並委託工研院擔任地質與鑽井技術顧問，執行產能測試工作，總計投入資金約 15,000 千元。 • 全陽公司為開發金崙地區地熱資源，於 109 年完產能測試工作，並投入井下電泵增產技術建立、發電機組購置及智能化電廠規劃與設計工作，總計投入資金約 46,500 千元。 • 玖臻建設公司、威聯公司、宮園公司依其選定地熱開發案場辦理水土保持、電業籌設、地熱發電示範獎勵申請設置等相關作業，總計投入資金約 9,000 千元。 • 結元公司執行大屯山硫磺子坪示範電廠開發案，進行探勘井鑽鑿工程、產能測試、水保施工、發電設備購置及地質地物資料評估等相關工作，總計投入資金約 85,000 千元。 • 萬里仙境進行場址地盤改善並辦理鄰屋鑑定及辦理說明會與民眾溝通，總計投入資金約 15,000 千元。 • 宏進金屬投入開發新型複合性耐酸蝕管材開發，總計投入資金約 5,000 千元。 • 立穩國際進行土地置辦、冷水井鑽鑿、地球科學調查、辦理地方說明會及示範獎勵辦法申請設置相關作業，總計投入資金約 10,000 千元。 • 台泥綠能為投入紅葉溫泉園區地熱開發，進行微孔鑽鑿及地球科學探勘，總計投入資金約 8,500 千元。 • 三金礦業進行地物探勘、儲集層工程委託、鑽井工程前置作業及「地熱能發電系統示範獎勵」申請設置相關作業，總計投入資金約 3,000 千元。
--	---------------	---------	---------	---

七、重要成果說明

1. KPI 之預期目標及達成情形。

(1) 「具應用價值之專利權數量」：本年度獲得 1 件發明專利，專利名稱：水溶氣體採樣組件；獲證日期：2020.03.25；發明人：劉力維、溫心怡、李伯亨；專利證號：I687667。

- 本專利為本計畫團隊於 2017 年執行「高效能地熱發電研發計畫」時所提出。
- 其設計目的為採集井下未解壓流體，運用可調式壓力開關及機構組合設計，並可串接採樣裝置，同時於井下不同深度進行採樣；透過井下採樣可瞭解熱液組成，推估儲集層狀態、結垢與腐蝕機制，所獲參數後續則可作為電廠設計與營運之參考數據。
- 此專利除可推廣應用於地熱地球化學井下採樣工作中，另已規劃於 110 年度計畫中與地熱井井下監測項目結合，持續運用所獲專利於地熱相關工作中。

(2) 「成果運用獲得之總收入(含授權金、權利金、技術服務費、合作研究配合款及其他衍生收入等)」：

- 千建工業公司「花蓮萬榮地區地熱資源調查與評估」技術服務案，本年度收入 1,295 千元。
- 宏進金屬公司「具經濟效益耐腐蝕地熱管量產開發-腐蝕特性測試驗證」案，本年度收入 100 千元。
- 全陽地熱公司「無人化電廠遠端監控系統建置」計畫，本年度收入為 1,228 千元。
- 上述 3 件技術服務案，本年度預計收入總計為 2,623 千元。

(3) 「促進投資生產」：

- 千建公司投資地熱發電產業，進行初期地熱資源調查與評估，據以規劃後續地熱探勘井之鑽鑿與發電潛能評估，本年度總計投入 1,850 千元。

- 宏崙、太乙公司於今年度啟動鑽探工作，並委託工研院擔任地質與鑽井技術顧問，並執行產能測試工作，本年度總計投入資金約 15,000 千元。
- 全陽公司為開發金崙地區地熱資源，於 109 年完產能測試工作，並投入井下電泵增產技術建立、發電機組購置及智能化電廠規劃與設計工作，本年度總計投入資金約 46,500 千元。
- 玖臻建設公司、威聯公司、宮園公司依其選定地熱開發案場辦理水土保持、電業籌設、地熱發電示範獎勵申請設置相關作業，本年度總計投入資金約 9,000 千元。
- 結元公司執行大屯山硫磺子坪示範招商電廠建置案，辦理水保施工、探勘井鑽鑿、產能測試、發電設備購置、地質地物資料評估及開發計畫書準備等相關工作，本年度總計投入資金約 85,000 千元。
- 萬里仙境為開發萬里、金山地區地熱開發，進行場址地盤改善、辦理鄰屋鑑定、辦理地方說明會與民眾溝通，本年度總計投入資金約 15,000 千元。
- 宏進金屬投入開發新型複合性耐酸蝕管材開發，本年度總計投入資金約 5,000 千元。
- 台泥綠能為投入紅葉溫泉園區地熱開發，進行微孔鑽鑿及地球科學探勘，本年度總計投入資金約 8,500 千元。
- 三金礦業為投入萬里地熱開發，進行地物探勘、儲集層工程委託、鑽井工程前置作業及「地熱能發電系統示範獎勵」申請設置相關作業，本年度總計投入資金約 3,000 千元。
- 本年度因地熱推廣辦理得宜，成功促進大量廠商投入地熱開發，包含探勘井鑽鑿與產能測試、井下電泵購置、智能化電廠設計規劃、辦理示範獎勵申請、洗井工程、耐酸蝕管材開發及地球科學探勘等共計

7 項投資項目，總計促進投資金額接近 2 億元。

2.專利產出與應用說明

(1) 專利：本年度獲證專利一件，其專利名稱為「水溶氣體採樣組件」(專利證號：I687667)，專利設計目的為採集井下未解壓流體，運用可調式壓力開關及機構組合設計，並可串接採樣裝置，同時於井下不同深度進行採樣；透過井下採樣可瞭解熱液組成，推估儲集層狀態、結垢與腐蝕機制，所獲參數後續則可作為電廠設計與營運之參考數據。

(2) 其他重要成果：

- 本年度因地熱推廣辦理得宜，成功促進大量廠商投入地熱開發，亦促進大量就業機會，經統計各案場依其業務需求，總計增加 24 個就業人次。
- 本年度持續推動示範獎勵辦法，累積至 109.12.31 共計推動 16 家廠商提出申請，7 家通過審查(其中 6 家完成簽約，1 家放棄簽約)，1 家未通過審查，本年度共新增 8 家廠商提出申請，續依相關行政流程辦理審查中。
- 本年度持續推動業界投入地熱開發，統計至 109.12.31 止，已啟動相關開發程序並列管追蹤之案場自 15 案新增至 21 案。
- 本年度積極推動辦理推廣活動、地熱說明會及座談會，增進社會大眾對地熱及其開發技術之認知，傳遞地熱相關科普資訊以回饋地方居民，提高地熱技術能見度。

八、性別主流化推動成果說明

業務執行事項：

- (1) 109 年度計畫研究專業人才性別比例統計，專業人才總數 35 人，男性 28 人，占 80%；女性 7 人，占 20%。計畫總工時共 190.5 人月，其中男性員工共計 146 人月，占 77%，女性員工共計 44.5 人月，占 23%。。
- (2) 109 年度計畫主持人及計畫管理人員皆由女性同仁擔任，強化女性參與專業領域之可能性。
- (3) 於 4 月底進行計畫內部稽核，由女性研究人員負責主導安排稽核項目，鼓勵女性人員投入計畫。
- (4) 本計畫之地熱探勘野外地球物理探勘與地球化學樣本採集工作由男女同仁共同合作，完成大屯山地區補充調查工作，體現不分性別、只問專業的性平精神。
- (5) 109 年度本計畫之女性主持人韓吟龍博士，與同仁共同執行全陽地熱公司「金崙地區井下電泵抽取熱液產能測試服務」計畫、「無人化電廠遠端監控系統建置」計畫及中油公司之仁澤地熱開發產能測試評估計畫等，在增加計畫收入之 KPI 成果方面表現突出。
- (6) 於 4 月中旬廣發能源局性平宣導資料，提倡職業不分性別，並提供線上文宣參考連結，以提升同仁性別平等之觀念與意識。
- (7) 於 9 月上旬主動提供同仁有關「109 年度能源領域專業講堂-能源領域性別主流化推動」簡報資訊，藉以提升同仁性別平等之觀念與意識。
- (8) 依據 103 年 12 月 11 日修正公布「性別工作平等法」(以下簡稱性平法)相關規定辦理，女性人員妊娠期間給予產檢假五日，產檢假期間薪資照給。
- (9) 女性人員因生理日致工作有困難者，每月得請生理假一日，全年請假日數未逾三日，不併入普通傷病假計算。
- (10) 9 月 24 日於南創園區舉辦中秋節聯歡活動，邀請全所同仁及家屬一同親子同樂，除慰勞同仁平日工作辛勞外，也提供一直在背後默默支持的另一半更多與同仁相處的時間，增進兩性和諧共處與家庭幸福。

性平成果推動說明：

- (1) 鼓勵女性參與各種專業領域，並加強計畫參與人員性別意識培力，並以女性觀點更加仔細來做各項硬體規劃設計考量，營造女性友善就業環境，以確實達成性別平等的最終目標。
- (2) 通過各種方式宣揚性別平等觀念，將使得兩性同仁都更能尊重彼此，了解不同性別之間的差異與優點，計畫執行更和諧順暢。
- (3) 了解「109 年度能源領域專業講堂-能源領域性別主流化推動」簡報中能源領域性別主流化推動與後續規劃之辦理情形，並將性別平等觀念及辦理現況帶入執行之地熱計畫工作會議時宣導。
- (4) 鼓勵女性參與不同專業領域之工作，發揮性別特點。
- (5) 由計畫團隊的平日工作及生活環境做起，不只提升兩性平等觀念，也改善兩性工作與生活環境。

二、後續辦理規劃

110 年度在本計畫持續推動性別主流化之相關業務，並配合能源局政策落實性別主流化業務。

伍、結論與檢討

本年度為地熱發電整合推動與技術研發計畫之第二年，以下為各項工作年度執行進度之結論與檢討：

(一) 地熱電廠示範與推動

1. 大屯山酸性示範電廠推動

- (1) 本年度完成硫磺子坪示範電廠探勘期進度及查核點追蹤，並於 109 年 10 月 30 日取得探勘期結案報告、產能測試報告及開發計畫書，至 109 年 12 月 31 日期間完成資料初審及補件建議，刻正辦理相關行政流程暨探勘期應繳資料、開發計畫書審查。
- (2) 本計畫秉持持續建立完整微震資料庫，可供未來作為背景資訊參考之精神，完成六次大屯山微震網維護與微震資料下載工作；根據 5 年地震事件目錄進行變化趨勢分析，可見小規模地震逐年增加，可能為近期大屯山區地熱活動較為活躍之趨勢，未來應持續觀察以獲得火山活動之相關資訊。
- (3) 本年度潛在開發區塊公告之工作項目依 108 年度 GNS 評估結果，針對第二優先開發區(北投區，國家公園外)進行地籍圖套繪、地形坡度分析、公有地篩選與地質災害敏感帶分析等，共規劃出 8 個適合公告之可開發區，惟本年度國際合作依補充調查資料重新評估後，調整第二優先開發區至紗帽山南緣(地熱谷及硫磺谷)，為持續推動大屯山地熱開發，規劃於 110 年度計畫中重新評估可開發區，並接續辦理土地標租或招商等工作。

2. 分散式地熱電廠推動

- (1) 本計畫為推動更多業者投入地熱開發，以降低電廠運維及人力成本為目標，本年度首先進行智能化無人遠端監控系統之規劃與離型建置，並設計透過雲端伺服器以即時掌握電廠運轉資料，整合

資料旁收、截取及管理技術，提高營運管理效率及售電收益，增加地熱開發業者投資意願。

- (2) 本項技術未來將投入地熱電廠預診模組開發，並於 110 年規劃以清水 300kW 電廠運轉資料進行模型建置及驗證，續與其他地熱開發業者洽談，蒐集與分析更多實際數據，以提高預診模組的可信度，累積電廠運轉監測所產生之各種資料進行大數據分析，以人工智慧與深度學習技術智能化管理易損壞設備，並提早預測這些設備元件之更換時效，除有助於地熱電廠增加營運收益外，也可使我國地熱資源朝永續利用邁進。

(二)地熱開發輔導與潛能調查

1. 申設法規協調

- (1) 地熱探勘可視為以下三種樣態之一：「資源調查」、「溫泉開發之前置作業」、「地下水水利事業興辦」。地方政府係依其所認定樣態審查地熱探勘申請案件，本工作項目已依各種情境，草擬地熱探勘流程圖供能源局參考。
- (2) 為使法規內容更貼近地熱開發實際需求，建議後續研擬「非都市土地開發審議作業規範」專編時，可就地熱開發與總編規定有所牴觸部分，給予相對彈性之規範。本計畫完成研擬非都市土地開發審議作業規範(草案)二案，續提供予能源局參考。

2. 地熱資訊更新及網站維護

- (1) 資安維護是目前政府的重要工作，本年度地熱發電資訊網站已通過嚴格的資安稽查，未來將全面做好網站資訊安全防護工作。
- (2) 為加強推動地熱發電，推廣政府發展再生能源的決心，未來將進行網站內容與功能的擴充與加強，希望能吸引更多廠商投資台灣地熱開發事業，也可一併把台灣目前對再生能源開發的努力不懈

推廣到全世界。

- (3) 本年度為配合政府推動策略，於年底增加地熱發電資訊網站更新規劃，於地熱發電資訊網中增建地熱探勘資料查詢平台，將逐步整理各主要地熱潛能區的地熱探勘相關歷史資料，並以探勘資料類型作為分類依據供使用者查詢，藉以提供民眾及開發業者更多探勘資料服務。

3. 示範案場輔導

- (1) 本年度相關獎勵機制已帶動相當豐碩的成果，累積至 109.12.31 共計推動 16 家廠商提出申請，7 家通過審查(其中 6 家完成簽約，1 家放棄簽約)，1 家未通過審查，本年度共新增 8 家廠商提出申請，續依相關行政流程辦理審查中。
- (2) 地熱能發電示範獎勵辦法申請期間僅至 109 年 12 月 31 日止，本計畫團隊刻正依前期執行經驗進行滾動式修正，除分析各案執行現況，並評估各項行政流程辦理時間，欲透過研擬「示範獎勵辦法修正草案」以強化示範獎勵案履約管理機制，使得政策效益最大化，讓全國其他有潛能之地熱區均能趕上政府獎勵措施，落實此一推動政策。
- (3) 本計畫團隊持續針對目前正在進行中的地熱開發案，共計 9 處 21 個案場(至 109 年底)進行開發進度之輔導與追蹤，隨時主動追蹤解決個案之設置障礙，提供必要的技術與行政協助。變質岩地熱案場輔導方面，協助台東金崙、紅葉多家地熱開發業者評估探勘井生產資訊，以供後續發電機組選用參考；另協助花蓮萬榮地區開發業者進行地熱資源調查與評估，作為後續區域開發規劃參考；而針對大屯山酸性地熱 6 案場，則提供酸性儲集層工程技術諮詢服務，協助業者進行適當投資評估及管材選擇，有利其財務上規劃。

- (4) 於案場輔導方面，本計畫團隊將持續彙整各案場於地熱開發期間之遭遇問題及其相應之解決方案，俾利後續其他開發案場能夠加速其開發進程。

(三) 國際技術合作

1. 大屯山資源評估與驗證

- (1) 依據今年度補充調查成果更新修訂大屯山地熱概念模型。若以中性水且具開發潛能為目標，維持第一優先開發區為大屯山國家公園內。另 108 年原建議之第二優先開發區，因坐落於地熱上湧區(地熱谷及硫磺谷)，具備高度岩漿比例和氧化條件，將導致高度酸性條件，故調整第二優先開發區範圍東移至紗帽山南緣。依據紗帽山西翼(鼎筆橋)和東翼(中山樓)的中性泉水估計，其地熱儲集層溫度可達 175°~200°C。
- (2) 針對國際開發酸性地熱系統成功案例進行盤點，歸納酸性流體造成井體腐蝕原因及克服方案。依據 Sanada et al., (2000)針對深層酸性地熱井腐蝕控制及材料選擇指南指出，在低 pH 值(3~4.5)的酸性地熱系統中，可透過酸腐蝕風險降低技術策略與手段，達成酸性地熱電廠開發之目標，但 pH <3 的高腐蝕性流體仍無法通過當前可行之商業技術進行管理。未來大屯山進行開發時，建議開發商仍應審慎考量酸腐蝕及井體長期穩定性。

2. 地熱電廠建置與營運專家課程

- (1) 已接洽紐西蘭奧克蘭大學，依原定計畫需求完成「地熱電廠建置與營運專家課程」逐日訓練課程計畫擬定，並依課程地點及上課人數限制等規劃獲取報價單。
- (2) 續因應「嚴重特殊傳染性肺炎」(COVID-19) 疫情，為配合國家防疫政策，強化邊境管理等措施，爰暫停辦理本項工作，並保留原規劃課程，視國內地熱產業需求延後辦理。

陸、參考文獻

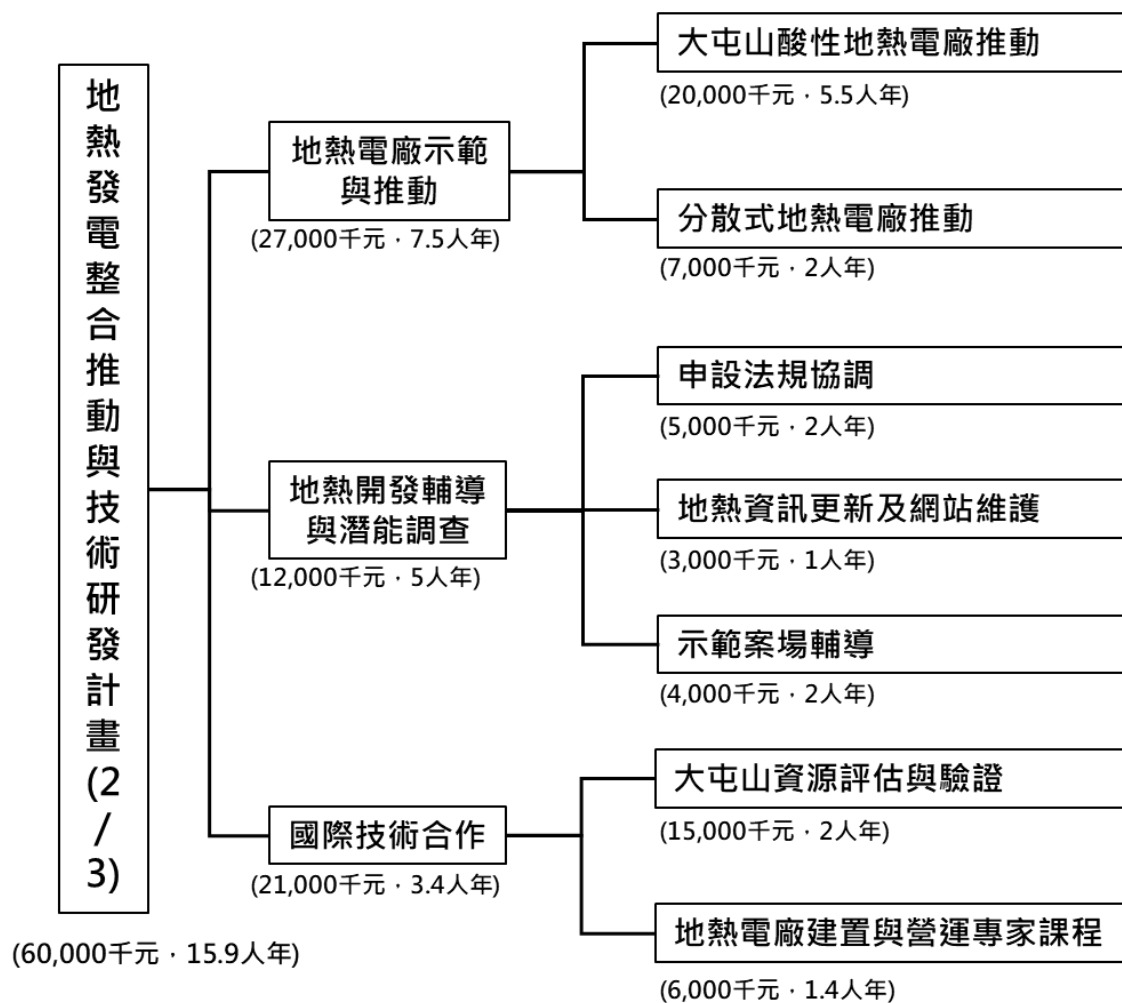
1. 工業技術研究院 (1994) 台灣地熱探勘資料彙編。經濟部能源委員會委託計畫，共 118 頁。
2. Fridleifsson, I. B. (2001). Geothermal energy for the benefit of the people. *Renewable and sustainable energy reviews*, 5(3), 299-312.
3. Lund, J. W., Freeston, D. H., & Boyd, T. L. (2005). Direct application of geothermal energy: 2005 worldwide review. *Geothermics*, 34(6), 691-727.
4. Liu, C. M., Song, S. R., Chen, Y. L., & Tsao, S. (2011). Characteristics and Origins of Hot Springs in the Tatun Volcano Group in Northern Taiwan. *Terrestrial, Atmospheric & Oceanic Sciences*, 22(5).
5. Reyes, A. G., Grapes, R., & Clemente, V. C. (2003). Fluid-rock interaction at the magmatic-hydrothermal interface of the Mount Cagua geothermal system, Philippines. *SPECIAL PUBLICATION-SOCIETY OF ECONOMIC GEOLOGISTS*, 10, 197-222.
6. Sanada, N., Kurata, Y., Nanjo, H., Kim, H. S., Ikeuchi, J., & Lichti, K. A. (2000). IEA Deep Geothermal Resources Subtask C: Materials, Progress with a Database for Materials Performance in Deep and Acidic Geothermal Wells. In *Proc World Geothermal Congress, Kyushu, Tohoku, Japan* (pp. 2411-2416).
7. Truesdell, A. H., Haizlip, J. R., Armannsson, H., & d'Amore, F. (1989). Origin and transport of chloride in superheated geothermal steam. *Geothermics*, 18(1-2), 295-304.

柒、附件

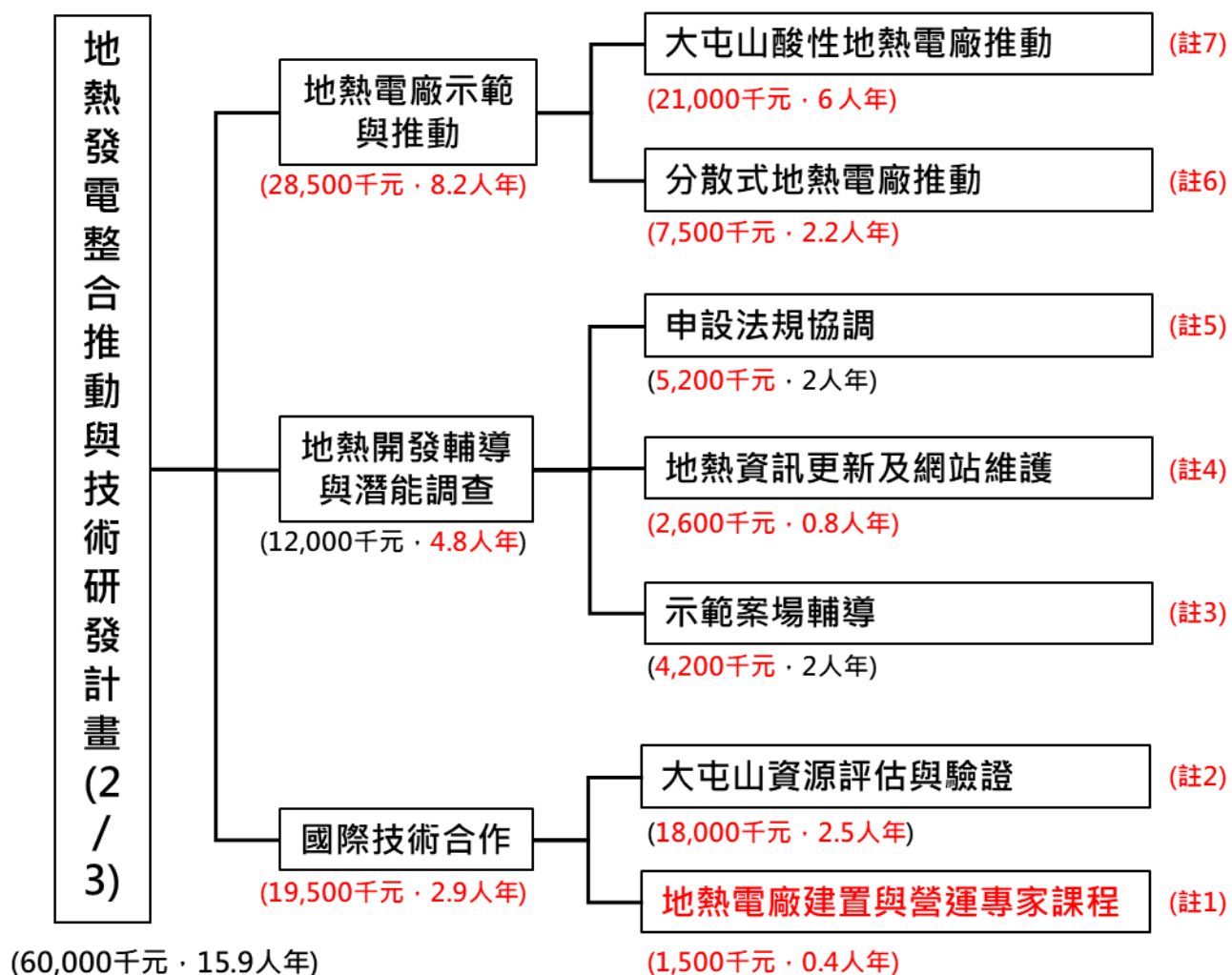
附件一、計畫變更前後對照表

一、計畫架構變更

1-1 原計畫架構



1-2 修訂版計畫架構（紅字為變更處）



1-3 計畫架構修訂內容說明

註 1：因應新冠肺炎疫情影響，不論本國人及外籍人士欲出入邊境皆有執行疑慮，故暫不執行與奧克蘭大學合作原訂規畫之工作子項【地熱電廠建置與營運專家課程】，經費調整為 1,500 千元，人力減為 0.4 人年。

註 2：因應經費與註 1 之工作項目異動，調整與紐西蘭 GNS 國際合作工作子項【大屯山資源評估與驗證】之經費及人力，增加為 18,000 千元及 2.5 人年。

註 3：因應註 1 項目異動，調整工作子項【示範案場輔導】中工作內容並增加查核點，經費增加為 4,200 千元，人力不變。

註 4：因工作需求調整及查核點減少，調整工作子項【地熱資訊更新及網站維護】經費人力，減為 2,600 千元及 0.8 人年。

註 5：因應註 4 查核點異動，調整工作子項【申設法規協調】中工作內容並增加查核點經費增為 5,200 千元，人力不變。

註 6：因應註 1 項目異動，調整工作子項【分散式地熱電廠推動】中工作內容並增加查核點，經費增加為 7,500 千元，人力增為 2.2 人年。

註 7：因應新冠肺炎疫情影響，原定由紐西蘭 GNS 執行之現地補充調查項目，須改為由計畫內工作項目執行，將調整工作子項【大屯山酸性地熱電廠推動】經費人力，增加為 21,000 千元及 6 人年。

二、計畫人力需求表

2-1 原分項計畫人力表

分項計畫	職級	需求人力	學歷	需求人力
地熱電廠示範 與推動	研究員級（含）以上	5.2	博士	2.0
	副研究員級	1.0	碩士	3.6
	助理研究員級	0.3	學士	0.4
	研究助理級（含）以下	0.6	其他	1.1
小 計	7.1		7.1	
地熱開發輔導 與潛能調查	研究員級（含）以上	2.3	博士	0.9
	副研究員級	0.4	碩士	1.6
	助理研究員級	0.2	學士	0.2
	研究助理級（含）以下	0.3	其他	0.5
小 計	3.2		3.2	
國際技術合作	研究員級（含）以上	4.0	博士	1.6
	副研究員級	0.8	碩士	2.9
	助理研究員級	0.3	學士	0.3
	研究助理級（含）以下	0.5	其他	0.8
小 計	5.6		5.6	
合 計	研究員級（含）以上	11.5	博士	4.5
	副研究員級	2.2	碩士	8.1
	助理研究員級	0.8	學士	0.9
	研究助理級（含）以下	1.4	其他	2.4
	15.9		15.9	

2-2 變更後分項計畫人力表（紅字為變更處）

分項計畫	職級	需求人力	學歷	需求人力
地熱電廠示範 與推動	研究員級（含）以上	6.2	博士	2.3
	副研究員級	1.0	碩士	4.5
	助理研究員級	0.4	學士	0.4
	研究助理級（含）以下	0.6	其他	1.0
小 計	8.2		8.2	
地熱開發輔導 與潛能調查	研究員級（含）以上	3.2	博士	1.1
	副研究員級	0.8	碩士	2.7
	助理研究員級	0.3	學士	0.3
	研究助理級（含）以下	0.5	其他	0.7
小 計	4.8		4.8	
國際技術合作	研究員級（含）以上	2.3	博士	1.0
	副研究員級	0.4	碩士	1.3
	助理研究員級	0.1	學士	0.2
	研究助理級（含）以下	0.1	其他	0.4
小 計	2.9		2.9	
合 計	研究員級（含）以上	11.7	博士	4.5
	副研究員級	2.2	碩士	8.4
	助理研究員級	0.8	學士	0.9
	研究助理級（含）以下	1.2	其他	2.1
	15.9		15.9	

三、經費需求表

3-1 原分項計畫經費表

單位：仟元

科目 \ 分項計畫	分項一	分項二	分項三	合計	占總計比例%	說明
一、經常支出						
1.人事費	10,040	4,462	7,809	22,311	37.19	人事費明細詳附件2(一)
2.旅運費	1,530	680	1,190	3,400	5.67	旅運費明細詳附件2(二)
3.材料費	4,300	1,000	0	5,300	8.83	材料費明細詳附件2(四)
4.維護費	320	142	248	710	1.18	維護費明細詳附件2(五)
5.業務費 (含分包費用)	5,696	3,829	11,042	20,567	34.28	業務費明細詳附件2(六)
6.設備使用費	770	342	600	1,712	2.85	設備使用費明細詳附件2(七)
7.管理費	2,700	1,200	2,100	6,000	10.00	管理費計算表詳附件2(十)
8.其他	0	0	0	0	0	
經常支出小計	25,356	11,655	22,989	60,000	100	
經常支出佔總計比例 (%)	43	19	38	100	100	
二、資本支出						
1.土地及改良物	0	0	0	0	0	資本支出明細詳附件2(八)(一)
2.房屋及建築	0	0	0	0	0	
3.機器儀器設備	0	0	0	0	0	資本支出明細詳附件2(八)(二)
4.資訊設備	0	0	0	0	0	
5.交通及運輸設備	0	0	0	0	0	
6.雜項設備	0	0	0	0	0	
7.其他權利	0	0	0	0	0	
資本支出小計	0	0	0	0	0	
資本支出佔總計比例 (%)	0	0	0	0	0	
總計	25,356	11,655	22,989	60,000	100	
各分項佔總經費比例 (%)	43	19	38	100	100	

3-2 變更後分項計畫經費表（紅字為變更處）

單位：仟元

科目 \ 分項計畫	分項一	分項二	分項三	合計	占總計比例%	說明
一、經常支出						
1.人事費	10,040	4,462	7,809	22,311	37.19	人事費明細詳附件2(一)
2.旅運費	1,688	703.3	1,125.3	3,516.6	5.86	旅運費明細詳附件2(二)
3.材料費	4,700	1,300	0	6,000	10.00	材料費明細詳附件2(四)
4.維護費	320	142	248	710	1.18	維護費明細詳附件2(五)
5.業務費 (含分包費用)	8,605	4,008	7,924	20,537	34.23	業務費明細詳附件2(六)
6.設備使用費	447	185	293.4	925.4	1.54	設備使用費明細詳附件2(七)
7.管理費	2,700	1,200	2,100	6,000	10.00	管理費計算表詳附件2(十)
8.其他	0	0	0	0	0	
經常支出小計	28,500	12,000	19,500	60,000	100	
經常支出佔總計比例(%)	48	20	32	100	100	
二、資本支出						
1.土地及改良物	0	0	0	0	0	資本支出明細詳附件2(八)(一)
2.房屋及建築	0	0	0	0	0	
3.機器儀器設備	0	0	0	0	0	資本支出明細詳附件2(八)(二)
4.資訊設備	0	0	0	0	0	
5.交通及運輸設備	0	0	0	0	0	
6.雜項設備	0	0	0	0	0	
7.其他權利	0	0	0	0	0	
資本支出小計	0	0	0	0	0	
資本支出佔總計比例(%)	0	0	0	0	0	
總計	28,500	12,000	19,500	60,000	100	
各分項佔總經費比例(%)	48	20	32	100	100	

3-3 原經費需求表-單位經費

單位：仟元

科 目 \ 單位別	工研院	合計	占總計 比例%	說 明
一、經常支出				
1.人事費	22,311	22,311	37.19	人事費明細詳附件 2(一)
2.旅運費	3,400	3,400	5.67	旅運費明細詳附件 2(二)
3.材料費	5,300	5,300	8.83	材料費明細詳附件 2(四)
4.維護費	710	710	1.18	維護費明細詳附件 2(五)
5.業務費(含分包費用)	20,567	20,567	34.28	業務費明細詳附件 2(六)
6.設備使用費	1,712	1,712	2.85	設備使用費明細詳附件 2(七)
7.管理費	6,000	6,000	10.00	管理費計算表詳附件 2(十)
8.其他	0	0	0	
經常支出小計	60,000	60,000	100	
經常支出佔總計比例(%)	100	100	100	
二、資本支出				
1.土地及改良物	0	0	0	資本支出明細詳附件 2(八)(一)
2.房屋及建築	0	0	0	
3.機器儀器設備	0	0	0	資本支出明細詳附件 2(八)(二)
4.資訊設備	0	0	0	
5.交通及運輸設備	0	0	0	
6.雜項設備	0	0	0	
7.其他權利	0	0	0	
資本支出小計	0	0	0	
資本支出佔總計比例	0	0	0	
總計	60,000	60,000	100	
各分項佔總經費比例(%)	100	100	100	

3-4 變更後經費需求表-單位經費（紅字為變更處）

單位：仟元

科 目 \ 單位別	工研院	合計	占總計 比例%	說 明
一、經常支出				
1.人事費	22,311	22,311	37.19	人事費明細詳附件 2(一)
2.旅運費	3,516.6	3,516.6	5.86	旅運費明細詳附件 2(二)
3.材料費	6,000	6,000	10.00	材料費明細詳附件 2(四)
4.維護費	710	710	1.18	維護費明細詳附件 2(五)
5.業務費(含分包費用)	20,537	20,537	34.23	業務費明細詳附件 2(六)
6.設備使用費	925.4	925.4	1.54	設備使用費明細詳附件 2(七)
7.管理費	6,000	6,000	10.00	管理費計算表詳附件 2(十)
8.其他	0	0	0	
經常支出小計	60,000	60,000	100	
經常支出佔總計比例(%)	100	100	100	
二、資本支出				
1.土地及改良物	0	0	0	資本支出明細詳附件 2(八)(一)
2.房屋及建築	0	0	0	
3.機器儀器設備	0	0	0	資本支出明細詳附件 2(八)(二)
4.資訊設備	0	0	0	
5.交通及運輸設備	0	0	0	
6.雜項設備	0	0	0	
7.其他權利	0	0	0	
資本支出小計	0	0	0	
資本支出佔總計比例	0	0	0	
總計	60,000	60,000	100	
各分項佔總經費比例(%)	100	100	100	

四、經費變更前後對照總表（紅字為變更處）

單位：仟元

變更前後 科 目	變更前 經費	占總計 比例%	變更後 經費	占總計 比例%
一、經常支出				
1.人事費	22,311	37.19	22,311	37.19
2.旅運費	3,400	5.67	3,516.6	5.86
3.材料費	5,300	8.83	6,000	10.00
4.維護費	710	1.18	710	1.18
5.業務費(含分包費用)	20,567	34.28	20,537	34.23
6.設備使用費	1,712	2.85	925.4	1.54
7.管理費	6,000	10.00	6,000	10.00
8.其他	0	0	0	0
經常支出小計	60,000	100	60,000	100
經常支出佔總計比例(%)	100	100	100	100
二、資本支出				
1.土地及改良物	0	0	0	0
2.房屋及建築	0	0	0	0
3.機器儀器設備	0	0	0	0
4.資訊設備	0	0	0	0
5.交通及運輸設備	0	0	0	0
6.雜項設備	0	0	0	0
7.其他權利	0	0	0	0
資本支出小計	0	0	0	0
資本支出佔總計比例	0	0	0	0
總計	60,000	100	60,000	100
各分項佔總經費比例(%)	100	100	100	100

五、細項經費變更列表

單位：仟元

類別	修訂項目	原規劃經費	變更後經費	經費變更數目	備註
旅運費	臺澎金馬地區旅費	2,700	2,816.6	+116.6	因應 1-3 註 7 調整經費
	國外旅費	300	0	-300	因應新冠肺炎疫情刪除經費
	運費	400	700	+300	因應 1-3 註 7 調整經費
材料費	地球物理探勘耗材	700	800	+100	因應 1-3 註 7 調整經費
	地熱流體採樣與分析材料	900	1,000	+100	因應 1-3 註 7 調整經費
	地熱氣體分析用抽氣材料(新增)	0	500	+500	因應 1-3 註 7 新增經費
業務費	沙崙實驗室建置勞務委託(刪除)	500	0	-500	因應工作內容調整刪除經費
	勞務委託(地物補充調查野外工作勞務)	500	800	+300	因應 1-3 註 7 調整經費
	委託分析(水樣基本水質、溶解氣體樣本分析、礦物、結垢物、材料腐蝕分析等)	400	700	+300	因應 1-3 註 7 調整經費
	網站改善與安全資訊服務	800	550	-250	因應 1-3 註 4 減少刪減經費
	微震網維護業務外包+陽明山國家公園地震資料彙整勞務	1,280	1,300	+20	因應工作需求調整增加經費
	地熱資源評估勞務委託	6,500	7,500	+1,000	因應 1-3 註 2 增加經費
	國際地熱專家課程訓練勞務委託(刪除)	2,700	0	-2,700	因應 1-3 註 1 刪除經費
	地熱流體分析實驗平台設計與組裝勞務(新增)	0	1,200	+1,200	因應 1-3 註 7 及工作需求調整增加經費
	抽氣式樣本儲存空間設計與組裝勞務(新增)	0	600	+600	因應 1-3 註 7 及工作需求調整增加經費
設備使用費	井下熱液抽取泵浦(刪除)	786.6	0	-786.6	因應工作內容調整刪除經費

5-1 旅運費

5.1.1 原旅運費明細表

單位：仟元

項次	需求項目	經費	用途說明
1	臺澎金馬地區旅費	2,700	參加會議與研討會 80仟元×15.9人年=1,272仟元 現地試驗與調查工作 89.8仟元×15.9人年=1,428仟元
2	大陸地區旅費		
3	國外旅費	300	詳5.2.3
4	運費	400	試驗及展示器材搬運 100仟元×4次=400仟元
合 計		3,400	

5.1.2 變更後旅運費明細表（紅字為變更處）

單位：仟元

項次	需求項目	經費	用途說明
1	臺澎金馬地區旅費	2816.6	參加會議與研討會 80仟元×15.9人年=1,272仟元 現地試驗與調查工作 97.15仟元×15.9人年=1,544.6仟元
2	大陸地區旅費		
3	國外旅費	0	詳5.2.3
4	運費	700	試驗及展示器材搬運 100仟元×7次=700仟元
合 計		3,516.6	

5.1.3 國外及大陸地區出差計畫表（紅字為變更處）

單位：仟元

項次	主要任務摘要	擬前往國家或地區	人次	天數	經費	變更說明
1	參加 2020 國際地熱研討會(刪除)	冰島	0	0	0	因應新冠肺炎疫情，除國內出入境管制外，該研討會亦延期至明年舉行，故刪除該項國外出差計畫。
合 計					0	

5-2 材料費

5.2.1 原材料費明細表

單位：仟元

項次	需求項目	數量	經費	用途說明
1	地球物理探勘耗材	1式	700	地球物理現地探勘用耗材
2	地熱流體採樣與分析材料	1式	900	地熱、溫泉井水質與氣體化學採樣與分析用
3	水質純化耗材	1式	500	水質分析使用
4	無人化自動運轉監控系統裝置	1式	2,200	監控裝置及硬體周邊
5	鑽井作業與鑽機設備材料	1式	1,000	鑽探作業使用材料與鑽探機具周邊耗材
合 計			5,300	

5.2.2 變更後材料費明細表（紅字為變更處）

單位：仟元

項次	需求項目	數量	經費	用途說明
1	地球物理探勘耗材	1式	800	地球物理現地探勘用耗材
2	地熱流體採樣與分析材料	1式	1,000	地熱、溫泉井水質與氣體化學採樣與分析用
3	水質純化耗材	1式	500	水質分析使用
4	無人化自動運轉監控系統裝置	1式	2,200	監控裝置及硬體周邊
5	鑽井作業與鑽機設備材料	1式	1,000	鑽探作業使用材料與鑽探機具周邊耗材
6	地熱氣體分析用抽氣材料	1式	500	地球化學地熱氣體採樣用耗材
合 計			6,000	

5-3 業務費

5.3.1 原業務費明細表

單位：仟元

項次	項目	經費	計算公式及說明
1	訓練費	127	研究人員參加國內外研討會及相關訓練費用8仟元×15.9人年=127仟元
2	文具紙張	159	雷射碳粉匣、文具用品及紙張等10仟元×15.9人年=159仟元
3	印刷影印	159	計畫庶務性費用、計畫各類報告之印刷費；研討會、業界合作審查會、策略規劃會議之論文集或審查資料或規劃報告及文件印製10仟元×15.9人年=159仟元
4	租金	1,100	1.三維模型建構系統軟體租賃使用費400仟元 2.三維電阻電位模型演算軟體租賃使用費600仟元 3.會議租金等=100仟元
5	郵電	95	郵電費6仟元×15.9人年=95仟元
6	消耗品	64	油油脂消耗性物品4仟元×15.9人年=64仟元
7	非消耗品	200	成果展費用分攤200仟元
8	委託學界研究	-	-
9	委託業界研究	-	-
10	國際合作費	-	
11	水電費	900	實驗室水電電話等公共費用分攤75仟元×12月=900仟元
13	圖書	381	資料影印、影像圖資及專業報告購買24仟元×15.9人年=381仟元
14	智慧權費用	100	國內外專利申請費=100仟元
15	其他人員酬金	90	演講費40仟元、出席審查費50仟元

項次	項目	經費	計算公式及說明
16	勞務	17,156	1.沙崙實驗室建置勞務委託=500仟元 2.觀測站維護勞務委託=150仟元 3.勞務委託(地物補充調查野外工作勞務)=500仟元 4.委託分析(水樣基本水質、溶解氣體樣本分析、礦物、結垢物、材料腐蝕分析等)=400仟元 5.資源探勘設備改善勞務委託=500仟元 6.雲端空間租用資訊服務=300仟元 7.網站改善與安全資訊服務=800仟元 8.事務支援人力外包11人月x 60仟元=660仟元 9.勞務外包人力12人月x 68仟元=816仟元 10.地熱發電推廣法律服務委託=600仟元 11.地熱發電土地變更程序與開發審議規範研擬委託專業服務=800仟元 12.微震網維護業務外包780仟元+陽明山國家公園地震資料彙整勞務500仟元=1,280仟元 13.研討會規劃辦理委託=390仟元 14.地熱資源評估勞務委託=6,500仟元 15.國際地熱專家課程訓練勞務委託=2,700仟元 16.資安稽核勞務委託費用=120仟元 17.土城倉庫保全分攤=140仟元
17	研發替代役繳納基金費	0	
18	其他	36	雜項支出
合 計		20,567	

5.3.2 變更後業務費明細表（紅字為變更處）

單位：仟元

項次	項目	經費	計算公式及說明
1	訓練費	127	研究人員參加國內外研討會及相關訓練費用8仟元×15.9人年=127仟元
2	文具紙張	159	雷射碳粉匣、文具用品及紙張等10仟元×15.9人年=159仟元
3	印刷影印	159	計畫庶務性費用、計畫各類報告之印刷費；研討會、業界合作審查會、策略規劃會議之論文集或審查資料或規劃報告及文件印製10仟元×15.9人年=159仟元
4	租金	1,100	1.三維模型建構系統軟體租賃使用費400仟元 2.三維電阻電位模型演算軟體租賃使用費600仟元 3.會議租金等=100仟元
5	郵電	95	郵電費6仟元×15.9人年=95仟元
6	消耗品	64	油油脂消耗性物品4仟元×15.9人年=64仟元
7	非消耗品	200	成果展費用分攤200仟元
8	委託學界研究	-	-
9	委託業界研究	-	-
10	國際合作費	-	
11	水電費	900	實驗室水電電話等公共費用分攤75仟元×12月=900仟元
13	圖書	381	資料影印、影像圖資及專業報告購買24仟元×15.9人年=381仟元
14	智慧權費用	100	國內外專利申請費=100仟元
15	其他人員酬金	90	演講費40仟元、出席審查費50仟元

項次	項目	經費	計算公式及說明
16	勞務	17,126	1.觀測站維護勞務委託=150仟元 2.勞務委託(地物補充調查野外工作勞務)=800仟元 3.委託分析(水樣基本水質、溶解氣體樣本分析、礦物、結垢物、材料腐蝕分析等)=700仟元 4.資源探勘設備改善勞務委託=500仟元 5.雲端空間租用資訊服務=300仟元 6.網站改善與安全資訊服務=550仟元 7.事務支援人力外包11人月x 60仟元=660仟元 8.勞務外包人力12人月x 68仟元=816仟元 9.地熱發電推廣法律服務委託=600仟元 10.地熱發電土地變更程序與開發審議規範研擬委託專業服務=800仟元 11.微震網維護業務外包800仟元+陽明山國家公園地震資料彙整勞務500仟元=1,300仟元 12.研討會規劃辦理委託=390仟元 13.地熱資源評估勞務委託=7,500仟元 14.資安稽核勞務委託費用=120仟元 15.土城倉庫保全分攤=140仟元 16.地熱流體分析實驗平台設計與組裝勞務=1,200仟元 17.抽氣式樣本儲存空間設計與組裝勞務=600仟元
17	研發替代役繳納基金費	0	
18	其他	36	雜項支出
合 計		20,537	

5-4 設備使用費

5.4.1 原設備使用費明細表

單位：仟元

項次	設備名稱	使用 年限	折舊 年數	折舊起始年 月	購置 經費	計算公式	使用費
1	日立分離式冷氣機 5KW(日立)	5	5	2015/10/1	58.5	UR=75%,N=5	9.0
2	個人電腦(捷元)	5	5	2016/12/1	21.3	UR=100%,N=5	4.6
3	筆記型電腦(微星)	5	5	2019/6/1	36.9	UR=100%,N=5	8.8
4	個人電腦(組裝)	5	5	2015/4/1	28.3	UR=25%,N=5	1.4
5	個人電腦(捷元)	5	5	2016/12/1	21.3	UR=100%,N=5	4.5
6	筆記型電腦(ASUS)	5	5	2019/5/1	38.1	UR=100%,N=5	9.0
7	RD8100 數位式地下管 線 探 測 器 (Radio detection)	10	5	2017/7/1	280.0	UR=100%,N=5	61.4
8	個人電腦(組裝)	5	5	2018/9/1	39.9	UR=100%,N=5	9.2
9	個人電腦(組裝)	5	5	2017/5/1	27.9	UR=100%,N=5	6.1
10	個人電腦(組裝)	5	5	2017/4/1	28.6	UR=100%,N=5	6.2
11	筆記型電腦(Lenove)	5	5	2016/12/1	45.7	UR=100%,N=5	9.8
12	個人電腦(組裝)	5	5	2016/4/1	28.4	UR=100%,N=5	5.9
13	筆記型電腦(ASUS)	5	5	2018/4/1	33.3	UR=100%,N=5	7.6
14	個人電腦(組裝)	5	5	2018/4/1	28.5	UR=100%,N=5	6.4
15	筆記型電腦(ASUS)	5	5	2019/5/1	36.9	UR=100%,N=5	8.7
16	空間資訊共通平台伺服 器(DELL)	5	5	2017/1/1	423.8	UR=100%,N=5	91.0
17	發電機(YAMAHA)	5	5	2015/4/1	6.7	UR=25%,N=5	2.4
18	寬頻大地電磁探測儀 (Phoenix Geophysics)	5	5	2018/7/1	1,421.4	UR=100%,N=5	325.4

項次	設備名稱	使用 年限	折舊 年數	折舊起始年 月	購置 經費	計算公式	使用費
19	寬頻大地電磁探測儀 (Phoenix Geophysics)	5	5	2018/7/1	1,421.4	UR=100%,N=5	325.4
20	井下熱液抽取泵浦	5	5	2020/7/1	5,500.0	UR=50%,N=5	786.6
21	個人電腦(ASUS)	5	5	2018/11/1	25.5	UR=100%,N=5	5.9
22	液晶投影機(EPSON)	5	5	2017/4/1	52.5	UR=25%,N=5	2.9
23	投影機(BenQ)	5	5	2016/4/1	29.7	UR=25%,N=5	1.5
24	投影機(BenQ)	5	5	2016/4/1	31.1	UR=25%,N=5	1.6
25	彩色雷射印表機(HP)	5	5	2015/9/1	23.6	UR=25%,N=5	0.8
26	個人電腦(ASUS)	5	5	2018/4/1	28.6	UR=25%,N=5	1.7
27	筆記型電腦(ASUS)	5	5	2019/4/1	38.0	UR=16%,N=5	1.6
28	筆記型電腦(ASUS)	5	5	2017/5/1	37.4	UR=25%,N=5	2.1
29	筆記型電腦(ASUS)	5	5	2018/4/1	33.7	UR=25%,N=5	1.9
30	平板電腦(APPLE)	5	5	2016/4/1	24.0	UR=16%,N=5	0.9
31	筆記型電腦(ACER)	5	5	2015/6/1	38.0	UR=50%,N=5	1.7
合 計							1,712

5.4.2 變更後設備使用費明細表（紅字為變更處）

◆ 變更說明：

因應工作內容調整刪除原項次20【井下熱液抽取泵浦】經費並修正總計經費。

單位：仟元

項次	設備名稱	使用年限	折舊年數	折舊起始年月	購置經費	計算公式	使用費
1	日立分離式冷氣機5KW(日立)	5	5	2015/10/1	58.5	UR=75%,N=5	9.0
2	個人電腦(捷元)	5	5	2016/12/1	21.3	UR=100%,N=5	4.6
3	筆記型電腦(微星)	5	5	2019/6/1	36.9	UR=100%,N=5	8.8
4	個人電腦(組裝)	5	5	2015/4/1	28.3	UR=25%,N=5	1.4
5	個人電腦(捷元)	5	5	2016/12/1	21.3	UR=100%,N=5	4.5
6	筆記型電腦(ASUS)	5	5	2019/5/1	38.1	UR=100%,N=5	9.0
7	RD8100 數位式地下管線探測器(Radio detection)	10	5	2017/7/1	280.0	UR=100%,N=5	61.4
8	個人電腦(組裝)	5	5	2018/9/1	39.9	UR=100%,N=5	9.2
9	個人電腦(組裝)	5	5	2017/5/1	27.9	UR=100%,N=5	6.1
10	個人電腦(組裝)	5	5	2017/4/1	28.6	UR=100%,N=5	6.2
11	筆記型電腦(Lenove)	5	5	2016/12/1	45.7	UR=100%,N=5	9.8
12	個人電腦(組裝)	5	5	2016/4/1	28.4	UR=100%,N=5	5.9
13	筆記型電腦(ASUS)	5	5	2018/4/1	33.3	UR=100%,N=5	7.6
14	個人電腦(組裝)	5	5	2018/4/1	28.5	UR=100%,N=5	6.4
15	筆記型電腦(ASUS)	5	5	2019/5/1	36.9	UR=100%,N=5	8.7
16	空間資訊共通平台伺服器(DELL)	5	5	2017/1/1	423.8	UR=100%,N=5	91.0
17	發電機(YAMAHA)	5	5	2015/4/1	6.7	UR=25%,N=5	2.4

項次	設備名稱	使用 年限	折舊 年數	折舊起始年月	購置 經費	計算公式	使用費
18	寬頻大地電磁探測儀 (Phoenix Geophysics)	5	5	2018/7/1	1,421.4	UR=100%,N=5	325.4
19	寬頻大地電磁探測儀 (Phoenix Geophysics)	5	5	2018/7/1	1,421.4	UR=100%,N=5	325.4
20	個人電腦(ASUS)	5	5	2018/11/1	25.5	UR=100%,N=5	5.9
21	液晶投影機(EPSON)	5	5	2017/4/1	52.5	UR=25%,N=5	2.9
22	投影機(BenQ)	5	5	2016/4/1	29.7	UR=25%,N=5	1.5
23	投影機(BenQ)	5	5	2016/4/1	31.1	UR=25%,N=5	1.6
24	彩色雷射印表機(HP)	5	5	2015/9/1	23.6	UR=25%,N=5	0.8
25	個人電腦(ASUS)	5	5	2018/4/1	28.6	UR=25%,N=5	1.7
26	筆記型電腦(ASUS)	5	5	2019/4/1	38.0	UR=16%,N=5	1.6
27	筆記型電腦(ASUS)	5	5	2017/5/1	37.4	UR=25%,N=5	2.1
28	筆記型電腦(ASUS)	5	5	2018/4/1	33.7	UR=25%,N=5	1.9
29	平板電腦(APPLE)	5	5	2016/4/1	24.0	UR=16%,N=5	0.9
30	筆記型電腦(ACER)	5	5	2015/6/1	38.0	UR=50%,N=5	1.7
合 計							925.4

6-1 原預定工作進度表與查核點

工 作 項 目	工作 比重 (%)	年 月 工作 進度	109年											
			1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
一、地熱電廠示範與推動（42%）														
大屯山酸性地熱電 廠推動	30	預定進度												
		查核點			A1			A2 A3			A4	A5		A6 A7
分散式地熱電廠推 動	12	預定進度												
		查核點						B 1						B 2
二、地熱開發輔導與潛能調查（22%）														
申設法規協調	8	預定進度												
		查核點							C1					C2
地熱資訊更新及網 站維護	6	預定進度												
		查核點			D1			D2			D3			D4
示範案場輔導	8	預定進度												
		查核點			E1			E2			E3			E4
三、國際技術合作（28%）														
大屯山資源評估與 驗證	18	預定進度												
		查核點						F1			F2			F3
地熱電廠建置與營 運專家課程	10	預定進度												
		查核點			G1			G2						G3
四、報告撰寫（8%）														
季 報	4	預定進度												
		查核點				H1			H2			H3		
期中報告及執行報 告	4	預定進度												
		查核點							I1					I2
合 計	100	預定累計	25			50			75			100		

◆ 查核點說明

編號	內容說明	預定完成日期
A1	完成大屯山潛能區地形坡度分析	109年03月
A2	完成硫磺子坪地熱示範電廠鑽探井進度追蹤	109年06月
A3	完成大屯山潛能區地籍坵塊套疊與公有土地篩選	109年06月
A4	完成大屯山可開發區塊分區	109年09月
A5	完成硫磺子坪地熱示範電廠產能測試追蹤與管考	109年10月
A6	完成大屯微震網背景地震目錄時序分析	109年12月
A7	完成大屯山資源評估成果說明會	109年12月
B1	完成東部一處地熱案場遠端監視系統規劃與設計	109年06月
B2	完成東部一處地熱電廠無人化自動運轉監視系統建置	109年12月
C1	完成地熱開發之非都市土地變更編定審議作業流程草案	109年07月
C2	完成地熱開發之非都市土地開發審議作業規範草案	109年12月
D1	完成地熱資訊網年度改善工作規劃	109年03月
D2	完成地熱發電資訊網英文版網頁初版	109年06月
D3	完成地熱發電資訊網年度資安掃描	109年09月
D4	完成地熱發電資訊網無障礙規範改善工作	109年12月
E1	完成變質岩區地熱輔導案場篩選與接洽成功至少一件	109年03月
E2	完成變質岩區地熱案場技術諮詢至少一案	109年06月
E3	完成火成岩區地熱輔導案場篩選與接洽成功至少一件	109年09月
E4	完成火成岩區地熱案場技術諮詢至少一案	109年12月
F1	完成大屯山補充調查規劃	109年06月
F2	完成現地補充調查工作	109年09月
F3	完成補充調查分析及成果更新	109年12月
G1	完成國際合作訓練課程規劃	109年03月

G2	完成國際參訪與出國報告	109年06月
G3	完成國際合作訓練課程	109年12月
H1	提交第一期季報	109年04月
H2	提交第二期季報	109年07月
H3	提交第三期季報	109年10月
I1	提交期中報告	109年07月
I2	提交年度執行報告	109年12月

◆ 6-2 變更後預定工作進度表與查核點（紅字為變更處）

工 作 項 目	工作 比重 (%)	工作 進度 年 月	109年											
			1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
一、地熱電廠示範與推動（48%）														
大屯山酸性地熱電廠推動	35	預定進度												
		查核點			A1			A2 A3			A4	A5 A6		A7
分散式地熱電廠推動	13	預定進度												
		查核點						B1			B2			B3
二、地熱開發輔導與潛能調查（24%）														
申設法規協調	10	預定進度												
		查核點							C1					C2 C3
地熱資訊更新及網站維護	4	預定進度												
		查核點			D1			D2			D3			
示範案場輔導	10	預定進度												
		查核點			E1			E2			E3			E4 E5
三、國際技術合作（20%）														
大屯山資源評估與驗證	17	預定進度												
		查核點						F1						F2
地熱電廠建置與營運專家課程	3	預定進度												
		查核點			G1									
四、報告撰寫（8%）														
季報	4	預定進度												
		查核點				H1			H2			H3		
期中報告及執行報告	4	預定進度												
		查核點							I1					I2
合 計	100	預定累計	25			50			75			100		

◆ 查核點說明

編號	內容說明	預定完成日期
A1	完成大屯山潛能區地形坡度分析	109年03月
A2	完成硫磺子坪地熱示範電廠鑽探井進度追蹤	109年06月
A3	完成大屯山潛能區地籍區塊套疊與公有土地篩選	109年06月
A4	完成大屯山可開發區塊分區	109年09月
A5	完成硫磺子坪地熱示範電廠產能測試追蹤與管考	109年10月
A6	完成現地補充調查工作	109年10月
A7	完成大屯微震網背景地震目錄時序分析	109年12月
B1	完成東部一處地熱案場遠端監視系統規劃與設計	109年06月
B2	完成國內外地熱發電機組盤點與分析	109年09月
B3	完成東部一處地熱電廠無人化自動運轉監視系統建置	109年12月
C1	完成全國地熱潛能區土地區位盤點	109年07月
C2	完成地熱開發之非都市土地開發審議作業規範草案	109年12月
C3	完成地熱能發電系統示範獎勵辦法滾動式檢討	109年12月
D1	完成地熱資訊網年度改善工作規劃	109年03月
D2	完成地熱發電資訊網英文版網頁初版	109年06月
D3	完成地熱發電資訊網年度資安掃描	109年09月
E1	完成變質岩區地熱輔導案場篩選與接洽成功至少一件	109年03月
E2	完成變質岩區地熱案場技術諮詢至少一案	109年06月
E3	完成火成岩區地熱輔導案場篩選與接洽成功至少一件	109年09月
E4	完成火成岩區地熱案場技術諮詢至少一案	109年12月
E5	完成年度追蹤地熱案場執行進度彙整	109年12月
F1	完成大屯山補充調查規劃	109年06月

F2	完成補充調查分析及成果更新	109年12月
G1	完成國際合作訓練課程規劃	109年03月
H1	提交第一期季報	109年04月
H2	提交第二期季報	109年07月
H3	提交第三期季報	109年10月
I1	提交期中報告	109年07月
I2	提交年度執行報告	109年12月

七、年度預期效益變更前後對照表

項次	原年度預期效益	變更後年度預期效益
8	透過地熱示範獎勵辦法之展延，讓有意投入地熱開發之業者有更多時間進行充足準備，並藉此提高 2025 年之政策目標達成率。	為提昇業者投資信心以利地熱能政策持續推動，擬透過地熱示範獎勵辦法之修訂，明確「地熱能發電系統示範獎勵契約」履約管理相關規定，並藉此加速達成 2025 年之政策目標。
9	透過國際技術合作與交流，除共同完成大屯山地熱資源評估外，另培訓國內地熱電廠建置與營運管理專家，汲取國際地熱電廠實務營運經驗，加速電廠建置期程並降低潛在風險。	透過國際技術合作與交流，與紐西蘭 GNS 共同完成大屯山地熱資源評估，釐清大屯山地熱區之確實可開發潛能與可行性，並參考國際開發經驗，提供下一階段之開發建議。
10	成果運用獲得之總收入（含授權金、權利金、技術服務費、合作研究配合款及其他衍生收入等）400 萬元；並辦理地熱潛能區資源評估成果說明會一場。	成果運用獲得之總收入（含授權金、權利金、技術服務費、合作研究配合款及其他衍生收入等）400 萬元。

附註：僅表列配合計畫內容變更而須修訂之原年度預期目標項目。

八、年度預期產出成果變更前後對照表

◆ 變更說明：

- 由於國外出差計畫【參加2020國際地熱研討會】因應新冠肺炎疫情，除國內出入境管制外，該研討會亦延期至明年舉行，故刪除該項國外出差計畫並刪減項下出國報告產出數量。
- 因應新冠肺炎疫情，紐西蘭GNS無法來台合作辦理【地熱資源評估成果說明會】，故刪減推廣活動場次。

單位：仟元

成 果 項 目				本年度預定	變更後預定	成 果 項 目				本年度預定	變更後預定
A.專利權 (項數)	申 請	國 內	0		I.一般技術授權	件 數		0			
		國 外	0			項 數		0			
	獲 得	國 內	0			廠 家 數		0			
		國 外	0			技術授權金		0			
	運 用	國 內	0			技術權利金		0			
		國 外	0			專利授權金		0			
B.論文 (篇數)	期 刊	國 內	1	J . 技 術 服 務	件 數		2				
		國 外	0		廠 家 數		2				
	研 討 會	國 內	2		項 數		2				
		國 外	0		金 額		4,000				
C.研究報告 (篇數)	年度執行報告		1	K . 分 包 研 究	學 界	件數	0				
	技 術		1			金額	0				
	調 查	訓 練	0		業 界	件數	0				
			0			金額	0				
	出 國		1		法 人	件數	0				
	分 包		0			金額	0				
				L.研討會、座談會、示範觀摩會、說明會	場 次		3				
					人 數		50				
D.業界合作 (一) 合作研究	件 數		0	M . 推 廣 活 動	金 額	收 入	0				
	項 數		0			支 出	400				
	廠 家 數		0		金 額	場 次		3	2		
	配 合 款		0			收 入	0				
	先期技術授權金		0				支 出	200			
E.業界合作 (二)	權 利 金		0	N . 人 才 培 訓	人 數		10				
	件 數		0		場 次		1				
	項 數		0		金 額		0				
	廠 家 數		0		O . 人 才 培 育		博 士	0			

先期參與	技術服務費	0			碩 士	0	
	先期技術授權金	0		P. 環 保 效 益	減少 CO ₂ 排放量 (公 噸)	256	
	權 利 金	0			增加能源供應	100	
F. 促進投資生產	件 數	2		Q. 能 源 效 益	或 節 能 量 (公秉油當量)		
	項 數	2			項 數	0	
	金 額	150,000		R. 宣 導 手 冊	印 製 金 額	0	
G. 促進就業	人 數	20					
	件 數	2					
H. 技術引進	件 數	0		S. 媒 體 露 出	次 數	3	
	項 數	0		T. 性 別 主 流 化			
	金 額	0		推動成效及投入經費統計表	件 數	1/1,200	

附件二、研究成果照片及說明



圖 61、「地熱發電本土化設備測試平台」討論會議 (109.2.5)



圖 62、臺東縣政府成立綠能推動辦公室 (109.5.18)



圖 63、重合里頂中股段硫磺子坪小段里民說明會 (109.9.8)



圖 64、延平鄉紅葉溫泉部落會議 (109.9.15)



圖 65、台灣創新技術博覽會地熱展品解說 (109.9.26)



圖 66、元智大學綠色能源講座 (109.9.29)



圖 67、新北市萬里地熱能探勘第三次說明會 (109.10.25)



DT01



DT02



DT03



DT06



DT07



DT08



DT09

圖 68、大屯火山微震觀測網站址現況 (109.11.6)



圖 69、大潭廟口社區講座-綠能科技與人文系列 (109.11.11)



圖 70、台電仁澤開發案部落會議 (109.11.21)

附錄、節能與環保成效自評說明

政策／規定名稱	109 年度期末成效
壹、節約能源相關措施	
電力負載管控降低電費。	1、中興院區 109.01-109.11 月份電度較去年減少 540 萬度電，預估 FY109 累計至 109.12 月份可減少 550 萬度電，約節省 1500 萬元；超約電費較去年節省 87 萬元。 2、光復院區 1-11 月用電較 FY108 同期增加 299,600 度(kWh)。 增加原因： a 光復院區 1 館啟用與實驗單位進駐研發設備用電增加約 241,584 度(kwh) b 光復院區 16 館用電設備加入運轉用電增加約 166,650 度(kwh) c 光復院區 3 館及二期新建工地用電設備運轉測試，使用率增加及空調設備因夏季環境氣溫較往年氣溫高運轉用電增加約 66,630 度(kwh) d FY109 一至十月份年均溫較 FY108 氣溫高約 0.2 度造成用電增加
執行 PDCS 節電。	中興院區各館空調主機陸續改善為高效變頻機型，不再納入 PDCS 管控，目前僅執行 51、52、53 館空調電力負載管控。截至 109/10/31 節省用電度數約 75,000kWh
中興院區電力系統： 1、69kV 開關場 (100kVA) 變壓器汰換為省能源高效率變壓器。108/9/28 更換	截至 109/10/31 節省用電度數約 14,800 kWh。
光復院區部分建物(1、6、7、9、10、13、17、19、20~23、26 及 27 館)建置空調溫度控制器聯網(設定溫度下限)管控，總計共 986 台送風機。	截至 FY109/10 月節省用電度數約 95,000 度(kWh)。

政策／規定名稱	109 年度期末成效
空調系統： 中興院區 1、51.52.53 綜研館原 700 噸定頻離心空調主機汰換為 600 噸變頻磁浮離心空調主機提昇能源效率。108/10/05 更換 2、6/3 起夏季用電尖峰時段 11~15 時 52、53 館走道小型送風機 90 台全天停機。 3、67 館 300 噸空調主機提昇低載卸載效率 4、22 館無塵室增設 240RT 變頻螺旋冰水主機。 5、89 館 300RT 螺旋冰水主機汰換磁浮式冰水主機。109/07	1、截至 109/10/31 節省用電度數約 270,000kWh 2、截至 109/10/31 節省用電度數約 80,000kWh 3、截至 109/10/31 節省用電度數約 260,000 kWh 4、截至 109/10/31 節省用電度數約 71,885 kWh(冬月停機) 5、截至 109/10/31 可節電約 40,500kWh
光復院區 22 館老舊 260RT(10HP)圓形冷卻水塔更換原 3、4 館拆除閒置之 150RT(5HP)+100RT(2HP)方形冷卻水塔，達到節能效果節能改善。	截至 FY109/10 月節省用電度數約 8,950 kWh。
分散獨立空調系統互相備援整合，提昇能源使用效率。(光復院區) 1. 27、30 館：30 館 90RT 磁浮主機(24 小時)及 27 館 90RT 磁浮主機(8 小時)→利用 30 館 24 小時運轉主機供應 27 及 30 館之空調，非夏季時段管路系統整併供應。	截至 FY109/10 月節省用電度數約 189,000 kWh
照明設備節能改善 中興院區： 1、51 館 T5 燈具 42W*37 盞改為 30W LED*37 燈具，共減少 629W。(108/02/23)執行 2、52.53 館 BF 餐廳廚房照明燈更換 LED 平板燈 56W*74 盞改為 30W LED*64 燈具，共減少 2,224W。(108/04/14)執行 3、67 館高真空泵浦變頻汰換。(108/05/30)執行 4、51.52.53 館中央電梯乘場空間 28W 燈具 16 盞改 LED-11W 燈具 16 盞共減少 463W。(108/07/30)執行 5、51.52.53 館走道公共區域照明 700 盞更換為 6"LED11W 崁燈共可節省 1970W(108/07/30)	1、截至 109/10/31 節省用電度數約 976.8kWh。 2、截至 109/10/31 節省用電度數約 4,892.8 kWh 3、截至 109/10/31 節省用電度數約 4,040.9 kWh。(109/01/01~109/10/31) 4、截至 109/10/31 節省用電度數約 598 kWh 5、截至 109/10/31 節省用電度數約 7,854 kWh

政策／規定名稱	109 年度期末成效
執行 6、51 館 T5 燈具 42W*37 盞改為 30W LED*37 燈具，共減少 700W。(108/02/26)執行 7、67 館 T5 燈具 42W*20 盞改為 6"LED11W 崁 燈，共減少 602W (108/02/26 完成)； T5-42W 燈具 66 組更換 LED-29W 平板照明燈具 50 組(109/10/25 完成)。 8、10 館 1-3 樓 T5 14W&28W 燈具共 431 盞更改為 30W LED 平板燈具 350 盞。 9、58 館 112.113.114.123 室 T5 14W*4 燈具共 75 盞更改為 30W LED 平板燈具 66 盞。 10、11 館大廳與樓梯間 T5 14W*4 燈具 50 盞更換為 42 盞 28.9W LED 平板燈具。 11、58 館 135.141.152 室 T5 14W*4 燈具共 35 盞更改為 30W LED 平板燈具 30 盞。 12、24 館大廳 T5 14W*3 燈具共 14 盞更改為 30W LED 平板燈具 8 盞。 13、1-7 單宿舍公共區域 T5 燈具 14W*3 29 盞，改為 9W LED 燈具,共減少 957W。(109/04/20 完成) 14、77 館 335 室 T5 燈具 14W*3，9 盞改為 30W LED 燈具，共減少 108W。(109/02 完成) 15、77 館大廳 T5 燈具 14W*4，22 盞改為 30W LED 燈具，共減少 572W。(109/02 完成) 16、77 館 362-365 室 T5 燈具 14W*3，62 盞改為 30W LED*50 盞燈具，共減少 1228W。(109/04/19 完成) 17、77 館 162 室 T5 燈具 14W*4，19 盞改為 30W LED 燈具 15 盞，共減少 690W。(109/04/20 完成) 18、78 館 201 室 T5 燈具 28W*2 24 盞、14W*2 9 盞、14*3 6 盞，39 盞改為 30W LED 燈具 29 盞，共減少 1070W。(109/04/13 完成)	6、截至 109/10/31 節省用電度數約 781.4 kWh。 7、LED-11W 截至 10/31 節省用電度數約 1,885 kWh。(109/01/01~109/10/31) LED-29W 截至 10/31 節省用電度數約 79kWh(109/10/25~109/10/31) 8、截至 109/10/31 節省用電度數約 68,488 kWh 9、截至 109/10/31 節省用電度數約 20,370 kWh 10、截至 109/10/31 節省用電度數約 12,187 kWh 11、截至 109/10/31 節省用電度數約 8,182kWh 12、截至 109/10/31 節省用電度數 4,150 kWh 13、截至 109/10/31 可節電約 1,103 kWh 14、截至 109/10/31 可節電約 921kWh 15、截至 109/10/31 可節電約 2,333kWh 16、截至 109/10/31 可節電約 4,766 kWh 17、截至 109/10/31 可節省用電度數約 2,601kWh。 18、截至 109/10/31 節省用電度數約 1,150kWh。 19、截至 109/10/31 節省用電度數約 5,253kWh。 20、截至 109/10/31 節省用電度數約 2,380kWh。

政策／規定名稱	109 年度期末成效
19、89 館 B1F 辦公室 T5 燈具 14W*3 131 盞，改為 30W LED 燈具 73 盞，並減少 3312W。(109/1/21 完成)	21、截至 109/10/31 節省用電度數約 18,859 kWh。
20、89 館 B104 及 B105 辦公室 T5 燈具 14W *3 24 盞，改為 30W LED 燈具 17 盞，並減少 498W。(109/3/28 完成)	22、截至 109/10/31 節省用電度數約 3,396 kWh。
21、89 館宿舍區公共區域 T5 燈具 373 盞汰換為 LED 燈具 352 盞(減少 21 盞)。(109/05/30 完成)	23、截至 109/10/31 可節電約 1,399 kWh
22、90 館公共區域 T5 燈具汰換為 LED 燈具共 267 盞。(109/05/30 完成)	24、截至 109/10/31 可節電約 541kWh
光復院區	25、截至 109/10/31 可節電約 890kWh
23、光復院區 13 館走廊照明燈具改善汰換 LED31 盞 10.9W 崁燈燈具。	
24、光復院區 9-1 館 1.3.4F 走廊照明燈具改善汰換 LED12 盞 10.9W 崁燈燈具。	
25、光復院區 22 館 1 F 廁所及走道照明燈具改善汰換 LED 15 盞 10.9W 崁燈燈具。	