

國際地熱發展與我國法制借鏡

林瑞珠¹ 黃裕勛^{2*} 沈政雄³

摘要

臺灣擁有豐沛的地熱資源，如何開發利用以配合國家當前再生能源政策發展之所需，以實現2050年的淨零碳排政策，至關重要。本文之撰寫，係以問題導向為核心，配合國際逐步成形去碳趨勢，考量順利展開的再生能源推動願景、期程、技術路徑與相關配套政策等規劃，參考當前地熱發電主要國家之成功經驗，進行比較法分析，並提出我國後續法制建構之建議，具體而言，有如下建議：(1)關於地熱資源之納管部分：建議導入區塊開發之空間治理概念，透過特許權之賦予，以管理地熱開發案場；(2)關於地熱潛藏資源調查部分：建議區分「可開發區域」與「應受環境保護區域」，提出策略性發展計畫及開發進程；(3)關於地熱潛藏資源區域釋出部分：建議將地熱開發利用與國有土地利用、招商程序相結合，以利地熱開發推動；(4)關於地熱發電之開發程序部分：建議區分探勘、利用、電廠建置等不同階段，明確界定其所應遵循之許可程序；(5)關於與利害關係人之利益關係調整方面：建議應設置協商機制，以作為是否核發許可之參考。另，就原住民族土地開發，應規劃互利共享之機制。

關鍵詞：淨零碳排政策，地熱發電政策，國際地熱法制發展趨勢

1. 前言

近年來全球因氣候變遷及化石燃料(Fossil Fuel)大量消耗，對於人類生存環境產生衝擊，能源系統、維生設施之不足，造成人類生存與社經環境之危害。自2015年巴黎協定(Paris Agreement)提出控溫2°C目標後，國際間正積極推動2050淨零(net zero)碳排之倡議，各國皆透過推動疫後綠能新政，期待能夠化危機為轉機。

地熱因具備得為基載之特質，視為淨零碳排技術之一。地熱資源相較於太陽能、風力與水力等再生能源，具有穩定性高且利用效率高之優點；於電廠建置完成後，亦可長期運轉

供電，各國亦認可其具有節能與減排之潛力(Zhu *et al.*, 2015), (Xia & Zhang, 2019), (Li *et al.*, 2015)。

我國地熱資源豐富，除政府部門已投入傳統型地熱探勘與鑽井驗證，以提升開發成功率外，傳統型地熱亦處於MW級小型商業電廠建置階段，朝向分散式電廠建置努力。就我國已知之探勘資料(工研院，1994)顯示，全臺傳統地熱發展潛力較高者，共有7處，估計發電潛能約150 MW(已排除坡度大於30%、高程大於1,000 m、都市計畫區、國家公園等限制開發區)；另，增強型深層地熱之發電潛能更高達31.8 GWe(李清瑞等，2013)。再者，依第二期能源國家型科技計畫之研究指出，淺層地熱

¹ 國立臺灣科技大學人文社會學科 特聘教授

² 國立臺灣科技大學應用科技研究所 博士生

³ 沈政雄律師事務所 律師

*通訊作者，電話：02-27757635, E-mail: yhuang4@moea.gov.tw

收到日期: 2021年07月05日

修正日期: 2021年08月30日

接受日期: 2021年10月08日

估計有0.986 GW的蘊藏量，深層地熱則有33.6 GW的蘊藏量(科技部，2019)。然而，以目前我國地熱發電案場預估至112年底之裝置容量而言，未如預期(如圖1)；有論者以為，可能肇因於地熱資源蘊藏地點、初期探勘風險、地熱發電相關法制，或政策等因素¹。

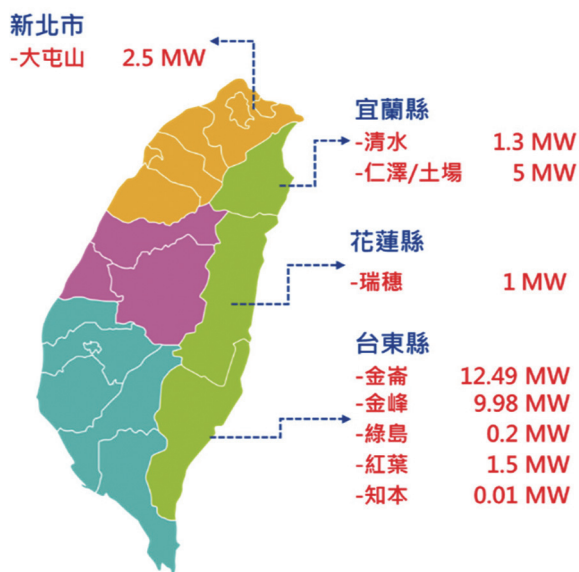


圖1 我國地熱發電案場預估至112年底之裝置容量(累計33.98 MW)，裝置容量為該案場發電設備滿載之最大發電量。(2020再生能源週展場資料，本研究整理繪製)

本文之撰寫²，回顧地熱發電設備容量占世界前十大之國家³，本文依地熱發展情況而篩選六國分析法制：美國、印尼、菲律賓為容量前三而納入；紐西蘭、冰島於2020年持續發展地熱產業，故納入；日本之地理、法律、國情與我國相近，故納入。希能拋磚引玉，供法制研議參考。

2. 各國地熱發電法制綜覽

綜觀各國地熱開發相關法制，對於地熱之定義、資源之歸屬、是否由國家政策主導規劃潛能區域、開發利用程序等，容有不同；考其立法意旨，可能與該國地理環境、能源政策導向、地熱所涉利害關係人意見相關。對此，針對美國、印尼、菲律賓、冰島、紐西蘭與日本之立法為例，本文將以比較法之角度，就其(1)主要法律依據、(2)地熱資源之歸屬、(3)開發區域之劃設以及(4)開發利用之程序等四面向為綜整，以作為我國地熱發電相關法制建置之參考。

本文依地熱發展情況而篩選六國。申言之，美國，印尼，菲律賓為設備容量前三而納入討論；紐西蘭、冰島，在2020年皆持續發展地熱產業，故納入；而選擇日本除地理與我國相近，屬海島國家，且日本法律、國情與我國相似，故亦納入討論；其餘四國家近年較無改變，故暫屏除。本研究選擇之研究項目係功能上互相可比，意即選擇各國法制實質內容涉及地熱應用者，予以比較。功能比較不是以法律、規範或體系為中心，而是以核心目標或議題為中心，即前開六國對上述所選四面向之不同解決辦法進行比較。各國法制分類可能不同於本國法制分類，即使存在同樣的分類，在不同國家亦以不同方式分類，相應之法律規範在不同法律體系中可分屬不同法律部門，並由不同政府部門執行。本研究進行功能的比較，擺脫規範比較容易受到本國法律概念與本國政府部門的限制，對執行相同功能之不同法律規範

¹ 在蘇治芬立委辦公室指導、中央地質調查所主辦「加速推動地熱探勘進程暨地熱發電專法座談會」中，有論者指出此四大瓶頸；臺灣地熱資源發展協會以及社團法人野薑花公民協會，指出應推動專法與地熱專區設置管理條例，以全面性解決地熱發電所涉法制問題；與會人員，對於簡化申請應備文件、完善審查作業程序以及納管地熱資源調查資料等透過行政管理之措施，表達肯定並支持。(2021.06.16)

² 有關，地熱發電法制之建構，可大別為「地熱資源開發」與「電力供需體制」兩部分。後者與《電業法》、《再生能源發展條例》等電業法制相關，我國之政策制度已相當明確；以發電為目的之地熱開發法制未臻明確，故本文論述重點聚焦此，併予說明。

³ 依據ThinkGeoEnergy網站之統計，2020年底世界地熱設備容量前十大國家為：美國(3,714 MW)、印尼(2,133 MW)、菲律賓(1,918 MW)、土耳其(1,526 MW)、紐西蘭(1,005 MW)、墨西哥(962.7 MW)、義大利(944 MW)、肯亞(861 MW)、冰島(755 MW)以及日本(603 MW)，最後參訪日期：2021.06.16，<https://www.thinkgeoenergy.com/thinkgeoenergys-top-10-geothermal-countries-2020-installed-power-generation-capacity-mwe/>.

採取靈活的態度予以比較，是以我國政治體制與他國之差異，尚待其他先進論述，本文冀望藉研析各國法制之四面向，取其可借鑒之處，供國內先進參考。

2.1 美國(聯邦)

2.1.1 主要法律依據

美國開發地熱資源始於1960年代，加州於Geyser地區設置首座商業級地熱發電廠並積極導入地熱發電，其地熱發電所集中於位在環太平洋火山帶之加州一帶。在中央由能源部之地熱技術辦公室(Geothermal Technologies Office, GTO)管轄，能源部權責為能源相關政策法規的制定與執行，地熱技術辦公室權責為地熱能源之探勘、研究、開發與利用(蔡岳勳與蔡玉薰，2016)。由於美國採取聯邦制度，規範發展地熱之法制概況，或可自聯邦與各州法規分別觀之。美國聯邦法規部分，主要以1970年《地熱蒸氣法》(Geothermal Steam Act of 1970)、2005年《能源政策法》(Energy Policy Act of 2005)為基礎，各州則就所轄土地範圍，自訂其地熱資源相關法規。

2.1.2 地熱資源之歸屬

由於聯邦法規與加州法規中，針對地熱究竟是否為「礦物」，並無明確定義，致使其資源所有權歸屬發生爭議而成為訴訟案，於聯邦1977年Ottibonie vs. the United States of America案例，以及加州1981年Pariani vs California案例中，法院判決認為地熱資源應屬於礦物之性質(Pariani v. State of California, 1980)。聯邦及州所有之土地，其所屬資源分別歸為聯邦政府⁴及州政府所有，如欲利用其資源者，應向聯邦或州政府取得土地使用權(Geothermal Steam Act, 1970)。至於其他私有之土地，則歸屬於土地所有權人所有，例如內華達州規定，地熱所

屬土地之所有權人對於該地熱資源享有所有權(NRS 534, n.d.)。地熱井開鑿之地點決定適用之法規層級，其法律性質可能定義為礦權、水權亦或「特別權(sui generis)」，而不同法律性質會影響土地租賃、行政許可要求和其他認證之適用(Levine & Young, 2018)。

2.1.3 開發區域之劃設

《地熱蒸氣法》因以聯邦政府所有之土地為規範對象，故其土地下地熱資源之利用，與聯邦政府土地如何利用息息相關。聯邦政府針對地熱開發並未規劃特別之土地使用分區或主要計畫，但依1920年《礦產租賃法》(Mineral Leasing Act of 1920)，規定課予內政部(Department of Interior, DOI)應針對聯邦政府土地資源管理作成資源管理計畫(Resource Management Plans, RMPs)之義務，以此作為轄下土地管理局(Bureau of Land Management, BLM)管理聯邦土地資源(主要含石油、天然氣、煤與礦物)之上位政策(30 U.S. Code § 226-3)。聯邦政府可將定位為礦物之地熱資源賦(租)予私人利用，但土地利用仍受聯邦議會之限制(30 U.S. Code § 1003)。另美國農業部林務局(US Forest Service)管理國有林與草原，該局與土地管理局合作管理國有林土地之地熱資源。林務局主要負責管理地表資源的使用，並確保開墾土地符合規劃之土地使用。土地管理局將國有林與草原土地之地熱資源對外授與租約前，必須獲得林務局的同意。

原本於《礦產租賃法》中，針對地熱開發並未特別規定，而係於RMPs中對於何種資源應優先提供土地租界做政策決定。美國地熱資源近90%位於聯邦所有之土地中，傳統上取得公有土地之租賃權相當困難，有必要予以鬆綁使開發者易於取得利用，故於2005年《能源政策法》修正聯邦政府所有土地從事地熱資源利用之許可流程(Energy Policy Act, 2005)，以利

⁴地熱蒸氣法規定內政部擁有下列地熱資源探勘與發展之決定權，包括中央政府公有地、聯邦政府所有地、農業部管轄之土地或是地熱能源保護區。

內政部公告提供地熱開發釋出租賃之計畫。此外，自2002年開始，DOE亦針對原住民族所有之土地中，蘊藏再生能源資源之部分，於DOE Tribal Energy Program中，依據各州各個原住民族部落土地製作地圖，並上網公告，使地熱開發業者得以同時瀏覽存在地熱資源之土地所有權及相關資源之資訊(U.S. Department of Energy, 2013)。

整體而言，由於美國地熱資源有90%存在於聯邦政府所有之土地上，故其地熱資源開發實際上與公有土地管理利用結合，經由一連串聯邦政府具有戰略性且經評估後之國有土地釋出利用計畫，以取代劃設土地使用分區或主要計畫等方式。透過此程序，使資源開發可能之土地加以特定，並將詳細資訊或地圖公開，以降低開發者於取得相關許可過程中有不確定性之風險⁵。

2.1.4 開發利用之程序

美國有關地熱開發程序規定，聯邦及州層級均有相當多而複雜之法規及政策指引，其中以《地熱蒸氣法》及其施行細則《Geothermal Resources Operational Orders》(GROs)最為重要(Geothermal Projects, 1976)。此外，尚有其他環境管制、瀕危物種之保存、原住民權利保障與有關文化資源之法律等(National Environmental Protection Act、Clean Water Act、Clean Air Act、Endangered Species Act)。因地熱資源開發架構在取得聯邦所有土地租賃權之前提下，故開發業者如基於地熱發電之目的，必須先向BLM位於各州之地方事務所申請土地租賃許可，其後再申請挖掘、開採之許可。依《43 CFR Group-3203.10-15》之規定，由業者先指

定其擬開發之區域提出土地租賃申請，BLM至少2年1次舉辦有關租賃土地之價格競標程序，由出價最高價格者得標，獲得租賃權。

於取得租賃權之後，得標人並非立即取得探勘、挖掘、利用及建設之權利，仍須另外向BLM申請許可或相關執照。對此，有關BLM核發各該許可或執照之程序，除取得租賃權之外，於《43 CFR 3273》規定，針對擬開發區域之具體範圍，應申請場址利用許可，期限為30年；進行探勘井挖掘及相關道路等建設，則依《43 CFR 3250》，取得探勘許可；進行井坑挖掘、流量測試，地熱流量之試驗及生產、回注等，則須依《43 CFR 3260》申請開採許可；設置及興建發電廠、地熱產出設施及其他相關連設施之建設營運，則須依《43 CFR 3270》取得利用許可；最後設施提供商業利用，則依《43 CFR 3274.11》申請商轉許可，其中必須向BLM報告購售電協議。

2.2 印尼

2.2.1 主要法律依據

印尼制定有規範地熱資源開發之專法，原舊法為《地熱能源法》(The Geothermal Energy Law 2003 No. 27)，規定地熱定義、資源所有權歸屬、開發區域之設定及開發程序、相關執照及許可程序等，嗣於2014年修正為新法《Law No. 21 of 2014 on Geothermal》(下稱《地熱法》)。其前言規定立法目的，明定地熱為基於實現國民福祉、永續開發之重要再生能源，為地熱資源之管理及利用所需而制定本法。第3條更揭示地熱開發，係為確保永續發展下能源之獨立性，並滿足國家能源之需要，增加友善環

⁵ 整體而言，針對所有權與地熱資源之取得，鑑於美國高達90%的地熱資源位於聯邦政府管理的土地上，極少數的私人亦可能擁有地熱資源。土地管理局管理著約5800萬英畝的分割土地。而土地所有權可能包括地表和地底(包括地下地熱資源)的權利。前述地熱蒸氣法將聯邦土地的礦權保留給國家；而私人土地是否能同時擁有地熱資源，則會依據州政府對於自然資源的分類而有所差別。亦即，將地熱資源分類為礦物的州，承前述，會認為地表所有權人亦為該資源的所有者，進而也得以進行其自身地熱權之開發。因此，在開採主體上，聯邦法律明確承認礦產所有人在開發與和營運其權利之必要下，得使用地表所有權及其他地表資源(可能包括地熱資源)。土地管理局要求營運商應盡最大努力與地表所有權人主達成協議，以達成：地表使用協議、地表所有權人放棄取用權，或者達成補償協議。

境再生能源為目的。此外，The Governmental Regulation Regarding Geothermal Business Activity 2007 No. 59，則規範地熱開發業者之權利以及申請地熱許可之規定。主管機關為「能源和礦產資源部」(ESDM)，負責地熱開發程序，包括(1)初期調查，(2)地熱開發區之規定及競標，(3)探勘，(4)可行性研究，(5)開發，及(6)利用(The Government Regulation, 2007)。

2.2.2 地熱資源之歸屬

《地熱法》第4條規定，地熱歸屬於國家所有，由國家管理並本於國民福祉所利用。

2.2.3 開發區域之劃設

印尼政府透過調查及評估程序決定開發區域(Geothermal Work Area, GWA)之劃設，於《地熱法》第1條規定，GWA為指定座標範圍內，用於間接採收地熱能之區域(間接性利用，指藉由地熱之熱能發電)。其劃設方法，係依據取得之資訊及數據預估潛能，分為「推測的」、「假設的」、「可能的」、「很有可能的」與「證實的」等五類，其劃設是由政府及國營事業共同執行評估程序，評估該地是否有「高焓資源」(high enthalpy resources)及進行容積估算(Fauzi, 2015)。預估後進行初期調查，包括收集、分析及呈現地質、地球物理與地球化學資料，並於必要時調查地溫梯度曲線之數據，以估算地熱是否存在及其位置。初步調查主要目的為取得參考數據評估，是否進行探勘，以及數據收集之方式係由州長及市長編制該省或市區之初期調查結果，彙報予部長(The Governmental Regulation, 2007)。經過初期調查階段後，則進行探勘，包括地質、地球物理與地球化學，試鑽和鑽探井獲取地下地質條件之資訊，以定位及估算地熱儲量。GWA之劃設，除初步調查及探勘數據外，並應考量

國家利益、經濟、環境、社會文化等因素(The Governmental Regulation, 2007)。

《地熱法》第16條亦規定，地熱開發區可位於國有土地、公有土地、林地或水域。雖然，大部分地熱潛能位於不允許採礦活動之森林區域(Satwika, 2020)；但於2014年新地熱法立法後，地熱不再歸屬於礦物，而得以於保護區之土地上進行開發。但限制開發區之探勘範圍，至多為200,000公頃，其開發範圍不得逾10,000公頃(The Governmental Regulation, 2007)。

2.2.4 開發利用之程序

地熱利用之概念分為發電利用(間接利用)與熱能利用(直接利用)，發電利用由中央主管，熱能利用如蘊藏於地方(縣、市)內之地熱由縣、市政府主管；若跨縣市之地熱則由省政府主管，若跨省界之地熱則由中央政府主管(《地熱法》第5條至第8條)。

政府執行前置評估及劃設地熱開發區作業後，設定可投標之地熱開發區，並執行招標過程，由中央政府「能源和礦產資源部」依競標方式⁶決定發給得標者地熱許可(Geothermal permit/license, IPB，但舊法稱 Geothermal mining business permit; IUP，下以 IPB稱之)(Assegaf & Satwika, n.d.)。政府需組成5位以上奇數之地熱開發區投標委員會，審查競標企業並決定得標企業(The Governmental Regulation, 2007)。以下列兩種方式釋出：(1)透過招標程序決定符合行政、技術及財務條件之企業，(2)指定得標者，由其直接取得於IPB (2018年之後，能源和礦產資源部可直接指定公共服務機構或國營事業在地熱開發區進行地熱相關活動)(Soerono, 2017)。私人企業可以在自行承擔風險和成本情況下執行初期調查，並在公開招標程序時獲得優先投標權(Wahjosoebidjo & Hasan,

⁶ 印尼能源和礦產資源部(ESDM)以及地下資源中心(CGR)負責確認地熱資源蘊藏量與潛力，包括初期的地熱資源調查、挖鑿調查井、試驗計畫等，接著將資源確認完的地熱井開發權公開招標，讓私部門的投資者參與，以進行後續的電廠建設與營運。此外，能源和礦產資源部(ESDM)以及地下資源中心(CGR)提供高精度的地熱資源資料給民間使用。

2018)。決標原則上根據技術、財務資格與電價為考量，以電價最低報價者得標(Wahjosoebidjo & Hasan, 2018)。

自2017年起，未開發地區之得標者，將取得「初期調查與探勘」許可(PSPE)，開發者需在該地鑽探至少一個達到預定蒸汽產量之井(World Bank, 2019)。成功完成鑽探井後，能源和礦產資源部(ESDM)則劃設該地區為地熱開發區，並啟動招標程序，提供PSPE之持有人優先權，而得標者可取得完整之開發許可，並與國家電力公司(PLN)協商購電協議，分為兩階段許可，希有助於提升地熱開發效率(World Bank, 2019)。

《地熱法》第41條規定，開發權利並不包括地表權。取得IPB之權利為：(1)需執行並完成探勘、開發與利用該地熱開發區；(2)可在IPB效期內使用該開發區之數據及相關資料；(3)根據法規獲得稅收優惠。於探勘、可行性評估與開發階段時，IPB之持有人得直接利用地熱資源，例如販售地熱蒸汽。透過公開競標地熱開發區時，每個企業至多只能得標一個地熱開發區。得標企業可取得IPB，並需於6個月內開始探勘，期間最長為3年，但可申請2次展延，每次最多1年；可行性評估最多為2年，並需將可行性評估、開發短期與長期計畫、環評分析等報告提交予主管機關，始可進行開發。開發期限最多為30年；但可申請延期，最多20年。開發完成後，企業可自行決定直接或間接利用地熱能，但IPB期限屆期後，應將地熱開發區歸還國家(The Governmental Regulation, 2007)。而有關地熱發電之營收，地熱開發事業許可之持有人應按照地熱開發區開始商業營運起繳交一定百分比之收入予地方政府。此外，IPB持有人應繳納稅捐及營運之固定費用予國家及地方政府(Law No. 21 on Geothermal, 2014)。其中，所有透過IPB取得之數據及資訊均歸屬於政府，包括初期調查、探勘及開採之數據(The Governmental Regulation, 2007)。相關數據，採分級納管：(1)一般數據，為關於地

熱潛能、儲備與開發之地理位置；(2)基本數據，為地理、地球物理、地球化學、溫度曲線、探勘與開發相關活動數據；(3)已處理數據，為分析及評估基本數據結果產生之數據；(4)已分析數據，為分析處理過結果之數據(The Governmental Regulation, 2007)。此等數據資料，均以機密資料管理，(1)一般數據為4年；(2)基本數據為6年；(3)已分析處理數據為8年(The Governmental Regulation, 2007)。

2.3 菲律賓

2.3.1 主要法律依據

菲律賓地熱相關法制有：1987年《憲法》、1967年《地熱能源與天然氣法》(Geothermal Energy, Natural Gas and Methane Gas Law, Republic Act 5092)、1978年《地熱服務契約法》(Geothermal Service Contract Law, Presidential Decree 1442)、2008年《再生能源法》(Renewable Energy Act of 2008, Republic Act, 9513)。其中，《憲法》規定因土地而生之礦業資源所有權歸屬於國家，《地熱能源與天然氣法》與《地熱服務契約法》則規定開發者之權利義務及開發程序，《再生能源法》則明定地熱能源之定性為礦產資源。主管機關為「能源部」，權責為整合、協調、控制能源勘探、開發、利用、分配等計畫與活動。

2.3.2 地熱資源之歸屬

菲律賓之地熱資源，歸屬於國家所有。依1987年《憲法》第12條第3項規定，礦產、煤礦、石油與其他礦物、油及潛在之能源…其所有權皆歸屬國家所有。1967年《地熱能源與天然氣法》，則重申地熱資源歸屬於國有；第3條更規定，所有地熱資源與其附屬產生之地熱能源、天然氣，不論位於境內之公有土地或是私有土地，亦無論在地上或是地下，均為國家所有而不可分割，且其探勘、開採、利用均應依本法規定；第4條規定，亦限制土地所有權人

與使用權人對於地熱資源取用之權利。其中，土地所有權人與使用權人得將土地作為農業、工業、商業、住宅、開礦、石油探勘等用途，但其權利並不包含探勘、開採、利用其具所有權或使用權土地之地上或地下地熱資源與天然氣。

2.3.3 開發區域之劃設

菲律賓並無計畫性地劃設地熱開發區域，但得由政府主導地熱開發，而開發區域之範圍，則取決於主管機關核准之「地熱服務合約」(Geothermal Service Contracts)訂定之區域。依《地熱服務契約法》第2條，主管機關所核准之地熱服務契約，其涵括之開發區域，可以包括依1967年《地熱能源與天然氣法》所核發之探勘許可，其所包含之公有土地、政府地熱保留區以及其他私有土地。如在私有土地進行開發時，於其上設定地熱特別地役權，應對於土地所有權人提供合理補償(Geothermal Service Contract Law, 1978)。

2.3.4 開發利用之程序

依《地熱能源與天然氣法》第5條第1項規定，對於地熱能源、天然氣之探勘、取用、利用應由政府核發許可；同條第2項規定，政府保留對於地熱能源、天然氣之探勘、開採、利用之權利，可由政府自行開發，或是以招標程序由私部門及相關有資力執行者進行開發。因此，地熱資源除歸屬於國有外，其開發亦由國家所主導，只有國家作為開發之主體或授權開發之主體(Angelas, 2012)。

依《地熱能源與天然氣法》之規定，地熱資源之開發，應申請探勘許可與租賃公有地。同法第6條規定，地熱能源開發許可之申請人得為成年之菲律賓籍自然人，或是依照菲律賓法律註冊且由菲律賓公民持有60%股權之法人。申請人應有適足之資力、組織、資源、技術、經驗，以執行地熱能源之開發(Geothermal Energy, 1967)。申請許可核准之單位為礦產

局，探勘範圍之區塊應以長方形為主，長邊不應超過短邊之5倍，總面積不得超過5,000公頃(Geothermal Energy, 1967)。

不同於公有土地由礦產局核准土地使用許可，於私人土地之地熱資源開發，《地熱能源與天然氣法》第10條規定，於私人土地上開發得設定地熱特別地役權(easement)。同法第10條規定，地熱特別地役權賦予取得探採及利用許可之開發者，能夠暫時或永久性地取得在私人土地上就地熱鑽探、開發、利用之地役權。而此項地役權應由開發者與土地所有權人藉由協議方式而設定，如協議不成，得由法院進行訴訟以判決效力設定此等地役權(Geothermal Energy, 1967)。

依《地熱能源與天然氣法》第14條，核發探勘許可所賦予申請人之權利，包括於申請之土地上排他性地進行地質調查、鑽井、以及進行其他為探勘地熱能源相關作業之權利；第16條規定，探勘許可自核准日起有3年之有效期限，最長得展延4年；第17條規定，當探勘後如認為有商業用途時，許可持有人即可於許可仍有效期間內(at any time during the life of his permit)申請土地租賃；第19條規定，申請人得就其探勘所取得之地熱能源、天然氣、蒸氣、水源等發掘物，於符合政府對於避免水源及空氣污染，維持安全與健康以及符合其他相關法令下，進行取用與利用。第23條規定，租賃期限最長不超過25年。

能源部於2021年1月已設定國家重要能源項目(Energy Project of National Significance, EPNS)之地熱開發規模須達13 MW (Ritcher, 2021)。本舉係為簡化特許申請流程，但同時亦需符合規模經濟效益。菲律賓與印尼近年一直在競爭亞洲地熱發電第一，但近年來由於易開發之地熱區已開發完畢，年成長不如印尼快速。為促進再生能源大型發電廠設立，菲律賓設定了各領域之「國家重要能源項目」需達到的基本門檻，並同時規範其權利與義務。面對地熱開發大小型發電廠同時齊頭並進，但其所

需面臨之風險與獲得之效益根據開發規模有很大差異，菲律賓已訂立不同等級之獎勵補助以吸引大型案場的開發。

2.4 冰島

2.4.1 主要法律依據

冰島地熱相關之法律，主要為1998年制定之《地下資源勘查及利用法》(Act on Survey and Utilization of Ground Resources, No. 57/1998，下稱《地下資源法》)。該法所規範者不限於地熱，亦包括所有礦物資源，廣泛及於地下、河川、湖泊下(水深115 m以下)、海洋下(同)所產出之資源，發電用水亦包括在內。其規定開發商應於開始進一步研究及鑽探探勘井前，先申請探勘許可；發電廠建設前，應申請利用許可；而其藉由取得地熱區之探勘許可後，始優先取得利用許可。

此外，2003年制定《電力法》(Electricity Act No.65/2003)，同法在於計劃開發地熱資源生產超過1MW電力之開發商，應依該法申請電力開發許可。2000年《環境影響評估法》(Environmental Impact Assessment Act No. 106/2000)，規定可能對環境產生重大影響之項目應接受環境影響評估，由開發商負責環評並承擔費用。規劃署(The Planning Agency)對環評做出裁決，並決定是否接受該項目。1999年《自然保護法》(Nature Conservation Act No.44/1999)，規定某些類型之景觀及棲息地，應加以特殊保護。其中，包括溫泉及其他熱源、地表地熱礦床、火山口和熔岩場，此等均為高溫地熱區之常見特徵，於該地區從事地熱開發時，或有該法之適用。

2.4.2 地熱資源之歸屬

依《地下資源法》第3條與第10條規定，除可證明其資源有其他歸屬者外，如地熱資源位於私有土地，歸屬於該土地所有權人，如位於公有地，則歸屬於國家。再者，第12條規定

非經主管機關允許，地熱資源所有權不得與土地所有權分離而為處分行為。

2.4.3 開發區域之劃設

由負責電力發展與推動地熱開發之工業部與負責自然環境保護之環境部共同擬定「地熱與水力開發主導計畫」(Master Plan)，明確區分「可開發區域」與「應受環境保護區域」。主導計畫之擬定，係基於科學知識之觀點，藉由公開討論，從事定量性之評估後而做成。主要會參考各方面專家意見，評估方法採取「對於自然或文化遺產有不良影響」與「對於觀光或其他用途利用有不良影響」兩項指標來定量化(Steingrímsson, 2006)。對於兩方面影響程度，區分：「影響大」、「影響小」、「中間程度」三分類。據此，標示符合可開發區域標準之地熱據點(Tomatsu 有限責任監查法人，2014)。

2.4.4 開發利用之程序

依《地下資源法》第6條及第17條規定，探勘及利用許可由冰島國家能源總署、工業部、環境部共同審查，先確定探勘範圍、數量、以及其他工業部認為探勘者應遵守之要件與限制，以確保環境與工程技術上之安全。審查標準包含：所申請地區附近是否已存在進行中之探勘計畫、環境保護之考量、對總體經濟之影響等因素。除地熱探勘及開發，利用地熱發電，依2003年《電力法》第4條規定，亦應取得電力開發許可(Power Development License)。開發地熱資源應取得3項許可，包括：(1)探勘許可(Prospecting License)、(2)利用許可(Utilization License)及(3)電力開發許可(Power Development License) (Orkustofnun, n.d.)。

有關探勘方面，工業部得在全國任何地點啟動探勘，亦可授權私人進行探勘。土地所有權人亦可自行探勘，並自行開發地熱能供家庭生活自用，惟就探勘相關活動中，如：鑽井、爆破挖掘管道等行為，應向冰島國家能源

總署(Orkustofnun, the Icelandic National Energy Authority)提交探勘計畫審查以取得探勘許可。值得注意者，土地承租人於取得土地所有權人同意，且經主管機關同意，得自行出資探勘。其次，有關地熱資源利用方面，不論私有地或公有地，均應向工業部申請利用許可(Utilization License)，許可之內容包含許可證持有人得於許可之期間、地點、數量及其他許可條件下開採及使用地熱能源(Act on Survey, 1998)。

在電力開發許可方面，許可證持有人在開發前，必須與土地與能源所有者就補償問題達成協議，或依《電力法》第23條規定取得徵收決定；若無，則許可證取消。同一地熱區之開發商間達成互聯運營協議，工業部始核發電力開發許可，若無法達成協議，則工業部應解決爭議，而其決定為行政單位之最後決定。工業部亦可加入保留條款，大意是另一方可以授予使用同一地熱區發電廠之電力開發許可，或是添加必要的規定，以確保地熱區使用的整體效率(Electricity Act No.65/2003)。

另，依環境影響評估法(Environmental Impact Assessment Act, No.106/2000)，地熱資源開發屬於應進行環境影響評估(Environmental Impact Assessment, EIA)之開發事項。依《自然保護法》(The Nature Conservation Act No.44/1999)，於環境部公告之自然保護區，對環境影響重大之開發將受到禁止。冰島對於境內自然保護區域之制度，區分為「依據特別法所劃設之保護區域」與「依據《自然保護法》所劃設之保護區域」(Tomatsu有限責任監查法人，2014)。雖屬國家公園(national parks)，但可能是依據《自然保護法》所劃設之保護區域，亦可能是依據特別法所劃設之保護區域。至於，依特別法所劃設之保護區域，則必須衡量開發之影響及效果後訂定方針。然而，因地熱資源大部分蘊藏在保護區域以外，對於地熱開發並未構成太大障礙。在政策上，會優先從國家公園外所分布之地熱資源區域開始開發，國家公

園保護區域內若具備良好景觀條件者，則以發展觀光為優先。同時，若有針對保護區域內資源開發之必要，則藉由前述工業部與環境部共同擬定之主導計畫，擬定就電力利用與保護區域生態能共存之開發策略(Tomatsu 有限責任監查法人，2014)。

2.5 紐西蘭

2.5.1 主要法律依據

紐西蘭1991年制定《資源管理法》(Resource Management Act, RMA 1991)為規範自然資源和物理資源永續管理之法律，屬於地熱開發之基礎。於資源管理法之前，曾於1953年制定《地熱能法》(Geothermal Energy Act 1953)、1957年修正《地熱能法》(Geothermal Energy Amendment Act 1957)和1967年制定《水土保持法》(Water and Soil Conservation Act 1967)，均因資源管理法之制定而被廢止。資源管理法為全新環境管理方案，全面整併簡化先前關於空氣、水和土壤資源之法律。嗣後，於2009年修正《資源管理法》(Resource Management (Simplifying and Streamlining) Amendment Act 2009, RMAA 2009)，成為規範地熱資源之主要法律。

2.5.2 地熱能之歸屬

《資源管理法》明定地熱等自然和物理資源不歸屬任何人所有，包括政府(Resources Management Act, 1991)。1991年《皇家礦產法》(Crown Minerals Act 1991)於同年制定，為規範管轄石油、天然氣和其他礦產資源之法律。該法管理之礦產資源歸屬政府所有，土地則由國家以提供租賃方式開發。《資源管理法》明定自然資源及地熱資源等實物資源屬「無所有權」。就資源之所有權，依普通法而言，流動之資源如地熱流體(Geothermal)並非所有權之標的，但開採而出之流體(Discharged fluid)則可為所有權之標的。

2.5.3 開發區域之劃設

《資源管理法》賦予中央及地方政府於資源管理方面不同角色，中央會同區域委員會制定與國家重要資源相關之國家政策聲明(National Policy Statements, NPSs)及國家環境標準(National Environmental Standards)。地方政府，則透過制定區域政策聲明及區域計畫以實施土壤、空氣、水、污染和海岸之管理及與此相關之議題(Resources Management Act, 1991)。地方政府有管理、規劃與執行其轄區內自然資源管理之職權，地熱資源之運用，亦納於其中(Resource Management Act, 1991)。

此外，尚有「廣域自治體」，有確定關鍵性之資源管理問題、確定政策目標、如何實施和預期結果，並監督資源之永續管理。其中，負責管理乾熱岩地熱資源之地區廣域自治體包括：北地地區廣域自治體(Northland Regional Council)、懷卡托地區廣域自治體(Waikato Regional Council)與豐盛灣地區廣域自治體(Bay of Plenty Regional Council)三者。其中，懷卡托地區自治市管理全國約80%之乾熱岩地熱資源。豐盛灣市與懷卡托市則管理陶波火山區之地熱資源。為全面管理該地區之地熱資源，兩者將數據和各自政策簽署為備忘錄共同分享。北地地區廣域自治體管理之地熱系統，為陶波火山區以外唯一之乾熱岩地熱資源。而負責管理大量地熱資源之懷卡托市政府與豐盛灣市政府則將地熱資源分類，各類均有不同管理方法，旨在平衡每個地熱系統之「高價值資源地表特徵保護」及「開發」，並於地方政策及計畫中制定各自政策目標及實施方法(Luketina, 2000)。

2.5.4 開發利用之程序

依《資源管理法》第14條第2項規定，未經許可任何人均不得就天然資源進行開發，其中包含地熱水源與地熱能源。地熱資源除合理自用以及開發目的係為增進毛利原住民族團體

之福祉，且不造成環境影響外，其他開發均受到政府以全國性計畫、區域計畫之管制，且應申請許可(Resource Management Act, 1991)。

依《資源管理法》之規定，經營者應就開發項目或使用自然資源等，向當地政府取得開採許可(Resource Consent)。(Luketina, 2000)。此外，環境政策及計畫相對控制在地方政府層級。開採許可並未賦予資源所有權，僅賦予於許可條件下使用資源之權利，期限最長為35年。權利人應於獲得開採許可後之5年內行使該權利。此外，廣域自治體每5年審查一次許可，得結合監測及年度報告之反饋之機制(Resource Management Act, 1991)。另，依1991年《資源管理法》第32、第32AA條與第32A條，業者於提出開發計畫時有提報環境影響評估報告之義務。而審查機關得作成是否核發開採許可。至於，有關國家公園內之開採，依1980年《國家公園法》第71D條，國家公園內非經允許，不得有挖掘、破壞、干擾生態、建築與開採等開發相關行為。

整體地熱發電開發之程序，涉及地熱流體和淡水之提取、蒸氣與其他氣體釋放至大氣中、地熱流體返回地下及地表、水域，亦涉及開挖井、道路建設和管理等活動，一共需要申請取得約15項開採許可。針對地熱資源開發場址之決定及許可，由中央政府與地方政府分別擬定之全國性計畫及區域計畫下，進行審查及核發開採許可(Mizuno, 2013)。除原本向當地政府申請並經由自治機構設立之調查委員會舉行聽證會取得開採許可外，2009年9月《資源管理法》修正(Resource Management (Simplifying and Streamlining) Amendment Act 2009, RMAA 2009)，自同年10月1日起增加兩項方式：

(1)直接向國家環境法院(Environment Court)提出申請，此適用於當地政府核准使用之資源，但當地居民(如毛利人)可能向環境法院提訴之情況。環境法院為處理當地居民對於廣域自治體之決定聲明不服之法院。當開發者確信當地居民將對廣域自治體決定將聲明不服

時，得直接向環境法院申請裁決將許可核發予開發業者，而非發回廣域自治體，此可減少重為處分之時間，環境法院對於申請開發案所生爭議亦有裁決之權力，惟此應由該案廣域自治體事先承認開發者得直接向環境法院申請。自第87C條以下明定環境法院解決爭議之程序及應考量判斷之事項(Resource Management Act, 1991)。值得注意者，紐西蘭地熱資源有近80%位處於Waikato毛利原住民保留區土地內(Luketina, 2000)，故毛利原住民族之程序參與就地熱資源之開發甚為重要。

(2)對於大型國家級重要計畫，得直接向環境部所轄「環境保護局」(Environmental Protection Authority, EPA)提出申請，由環境保護局舉行聽證會後核准之(Resource Management Amendment Act, 2009)。適用於大型國家級重要案件，由開發者向環境部陳情，請求將其定位為「國家級重要案件」。然於1991年《資源管理法》中，並未就「國家級重要案件」提供明確定義，但其原則為若符合以下任何一項，則認為具有「國家重要性」：(1)廣泛的公共利益；(2)自然或大量使用物質資源；(3)紐西蘭之國際義務；(4)國家有公共衛生、公共福利、公共安全和安全義務而必須協助執行；(5)可能顯著改變環境；(6)與一地區或地區建立之高度網絡化公共工程相關。

如前所述，毛利族之程序參加相當重要，故1991年《資源管理法》第6條至第8條之立法宗旨，即明示對毛利文化與價值之認同，尤其重視毛利文化與自然資源之關係與保存，同時認同《懷唐伊條約》(Treaty of Waitangi)中之主要精神(Brockelsby, n.d.)。《資源管理法》第6條e項規定，肯認毛利人及其文化和傳統對祖先之土地、水源地、舉行祭儀之場所及聖地(Waahi Tapu)、珍貴之文化資產與自然資源(Taonga)之關係及連結。同法第7條a項亦強調開發利用發展各等天然資源時，要留意監護、管理之職責。由於場址多位於毛利原住民之集體或個體所擁有土地，毛利原住民族以土地所

有權人及1991年《資源管理法》之資源管理及受託人，使其於紐西蘭地熱開發法制中有其重要地位(McLoughlin *et al.*, 2010)。

早於將地熱資源為發電利用以前，毛利人已將地熱作為沐浴、烹飪、保存、醫療與祭儀等用途，故地熱資源對毛利人而言，視其為珍貴之天然資源(Mizuno, 2013)。雖歷經歐洲殖民，毛利人依舊持有大量蘊藏地熱資源之土地，而此等集體所有之土地所有權人分別組成所謂「毛利信託」，以現代信託基金之方式謀求全體土地信託人之利益。各種毛利信託之產生，加以申請地熱開發許可程序中，應經土地所有權人之同意，促使土地信託作為所有權人與業者共享之機制(Kingi, 2008)。例如：2000年所核准設立之Mokai地熱電廠，即是Tuaropaki Trust與業者分別持有75%與25%之權利(Mizuno, 2013)；Rotokawa電廠則由毛利信託與業者各取得50%之權利(McLoughlin *et al.*, 2010)。

除應經土地所有權人之同意外，地熱探勘與開發亦應與當地毛利原住民社群進行諮商。依《資源管理法》第32條，地熱開發案件應取得同意函，亦即地方政府於核發開發許可時，應考量鄰近社區居民與利害關係人之意見。是以，當毛利信託成為開發主體或電廠共有人時，藉由毛利原住民族社群內部集體力量，以減少開發所產生爭議，並使得社群全體藉由成為開發案件之投資人而獲益，從而減少開發案件於取得同意函之阻力(McLoughlin *et al.*, 2010)。再者，應制定毛利管理計畫(Iwi management plan) (Moorfield, n.d.)，主要為部落社群提出社群所在地區之意見，包括對文化價值之影響、歷史傳統之影響、社群範圍之變化、進行諮商與溝通之方式等，供地方政府是否核發開發許可之參考(Waikato Regional Council, n.d.)。此外，審查過程中，地方政府亦應邀請毛利原住民族之代表參與，並提出減緩開發所帶來負面影響之措施，如以資金支援毛利教育、保護毛利神聖遺跡場域等措施(Waikato Regional Council, n.d.)，透過參與審查

過程，以達到毛利社群實質參與之目標。

2.6 日本

2.6.1 主要法律依據

日本與我國相近，雖有制定礦業法，但認為地熱資源與溫泉相似，皆是自地表下取用蒸氣與熱水，故有關溫泉之挖掘及利用等行政管制，係以《溫泉法》為主要之規範。但與我國不同之處，在於日本並無類似我國針對地下水資源之利用，另訂有如我國《水利法》之規定，故就溫泉水源之利用，並未另設有水權登記制度⁷。

2.6.2 地熱資源之歸屬

日本《溫泉法》並未直接明文挖掘取得之溫泉所有權歸屬，但於第3條規定申請挖掘許可之行為人，應具有於其所申請土地進行必要挖掘之使用權利。

2.6.3 開發區域之劃設

《溫泉法》中，並無有關劃設開發區域之特別規定。

2.6.4 開發利用之程序

(1)依《溫泉法》第3條規定，凡欲從事以使溫泉水湧出為目的之土地挖掘行為者，應依環境省令之規定，向地方政府(都道府縣)首長申請挖掘(探勘)許可，且該行為人應具有於其所申請土地進行必要挖掘之使用權利。而依同法第14條之2規定，以取引溫泉為業者，亦應依每個取引場所，就其構造、設備與取用方法向地方政府(都道府縣)首長申請溫泉取引(開採)許可。挖掘取引溫泉後，原則上為如何用途之利用，並非《溫泉法》所管制，但如欲供公共沐浴或飲水用，因溫泉所含成分中涉及人體健康及其利用攸關公共衛生，則有規範管制之必

要，故同法第15條規定，基於前開目的之利用應向地方政府(都道府縣)首長申請溫泉利用許可，從而，如為基於發電目的之利用，則另依與發電相關法規管制，無需申請溫泉利用許可(環境省自然環保局，2017)。

(2)有關何種挖掘行為應申請挖掘許可，原本行政實務見解認為，縱使非以使溫泉水湧出為目的之挖掘行為，只要挖掘附近地區客觀上有可預見溫泉之存在即應申請許可。環境省於平成24年(2012年)公布《溫泉資源保護指引》(地熱發電相關)(原文為溫泉資源の保護に関するガイドライン(地熱発電関係))，提供地方政府於審查地熱發電開發案件之技術性指引，明定地方政府於審查是否給予挖掘許可時參考之判斷基準，但仍維持除地熱生產井應有適用外，勘查熱水儲藏狀況及蘊藏量之試驗井，亦有適用之見解。惟此見解遭質疑未必能適當導正不正當之挖掘行為，且為發展再生能源及促進地熱發電開發，經檢討後，於平成29年版(2017年)修訂版，則變更見解，將非以使溫泉水湧出為目的之挖掘行為，認為無須依《溫泉法》第3條規定取得挖掘許可，並將其行為類型化，包括：①為調查地質或地熱構造而挖掘之試驗井、②為開鑿回注井(將溫水回注地中，而非取用熱水)而挖掘之回注井以及③為觀測水位等狀況而挖掘之監測井等行為(環境省自然環保局，2017)。然而，此等目的外之挖掘行為，如有影響正常溫泉成分或出水等妨害公益之情形，仍受《溫泉法》第14條規定得對挖掘者命令其採取防止影響之必要措施規定之適用。

(3)針對申請挖掘許可之個案審查，依《溫泉法》第4條規定，除認為其挖掘有影響溫泉出水量、溫度或成分，挖掘所具備之設施、構造及設備與其挖掘方法不符合環境省所公告可燃性天然氣災害防止技術基準，或足認有妨害公益之虞者外，應予以許可。依第5條規定，許可有效期限為2年，得展延1次，1次2年。而個

⁷日本地下水之法制，除《溫泉法》外，為《工業用水法》及《建物用地下水採取管制法》(建築物用地下水の採取の規制に関する法律)，而涉及水質管理目的或功能之法律，則為《水質汚濁防止法》或《土地污染對策法》。

案是否符合上述許可基準，依前揭《溫泉保護指引》(地熱發電相關)，應綜合考量地熱儲集層之動態、溫泉湧出量、溫度、地下水位、河川水位、降水量等各種監控資料，加以判斷。對此，於做成相關行政處分前，依《溫泉法》第32條規定，應聽取依《自然環境保全法》第51條規定所設由學者專家組成審議會或其他合議制機關之意見。此外，有關溫泉資源監測結果、調查資料之共同收集、共享及公開，於地熱發電業者、溫泉業者、在地(市町村)利害關係人、環保團體間，針對如何兼顧地熱發電與溫泉資源保護謀求因應對策，亦應建立協商機制，邀集專家學者、中立客觀之第三者機關等外部人士，共同成立具有對話功能之協議會，藉此機制，對於開發行為若有影響溫泉資源之虞應採取如何策略，亦可事前達成解決方法之合意(環境省自然環保局，2017)。對於，地方政府規定申請挖掘許可應檢附之文件，除事業計畫、檢附溫泉產生機制及對周邊源頭影響調查結果報告、溫泉資源及周邊環境保護監測方案等一般性文件外，尚應陳明是否設立與地熱發電企業、溫泉企業、市政府等協議會機制及其辦理情形，以確認與利害關係人之協商共識結果，另亦應提出依監測計畫進行監測，如發現對附近源頭有影響者，同意主動停止收集溫泉，並努力查明原因之書面切結書(長崎縣自然環保課公告，2018)。

(4)日本約有80%地熱資源儲藏於自然公園中，於昭和32年(1957年)制定公布《自然公園法》，分類為國立公園(由中央指定)、國定公園(由地方報請中央指定)、都道府縣立自然公園(由地方指定)，其中，再各自區分「特別地區」(其中「特別保護地區」僅國立及國定公園有，第1種特別地區、第2種特別地區、第3種特別地區)與普通地區，各該地區均有對於工作物之新設、改建及增建、木竹採伐及變更土地形狀等行為之管制，於特別地區興建地熱發電所則須申請環境大臣及都道府縣知事之許可，但於普通地區建設則採取申報制。雖《自然公園

法》並未絕對禁止申請開發許可，惟於1972年因環境省自然保護局與國際貿易產業省公益事業局間備忘錄，載明地熱發電之開發地點僅有六處(大沼、松川、鬼首、八丁原、大岳、葛根田)，杜絕於自然公園內其他地點開發之途(國立國會圖書館，2015)。至2012年東日本大地震後，因對於地熱發電設施之設置，採取較寬鬆之政策導向，有關國家公園地區範圍內之地熱開發管制鬆綁，進一步實質化，於平成24年(2012年)由環境省發布《國立、國定公園內地熱開發之處理原則》，其展現之政策思考為：原則上特別保護地區及第1種特別地區禁止地熱開發，但如對於地熱資源調查則可能個別容許，第2種及第3種特別地區則個案容許於一定條件下，採取傾斜挖掘之地熱開發，若屬一般之垂直挖掘，在判斷其屬環境保全與地熱開發得以完全調和之優良案例，可個別檢討容許之(國立國會圖書館，2015)，至於普通地區，若無妨礙風景保護，則個別判斷容許之。至2015年修訂版，則規定(1)特別保護地區禁止任何開發；(2)第1種特別地區則容許自公園區域外或普通地區之挖掘，或自第2種、第3種地區之傾斜挖掘而其擬定之開發計畫符合足認自然環境保全與地熱開發得以完全調和之優良案例標準，未妨礙自然環境保全或公園利用，亦未影響該地區之地表(噴氣帶及地獄現象等)者，則可個案判斷容許之；(3)第2種及第3種特別地區，原則禁止開發，除非屬小規模開發而為對地方風景影響小，或利用既有溫泉水之Binary發電等，或採取自公園區域外或普通地區之傾斜挖掘，如未妨礙自然環境保全或公園利用，未影響特別地區之地表，且有助於公園利用及公園事業執行，則可個案容許。(4)普通地區，若無妨礙風景保護，則個別判斷容許之。前揭(2)於第1種特別地區開發而自第2種、第3種特別地區之傾斜挖掘中，有關優良案例之形成，除由環境省制定判斷標準外，亦自地熱開發事業和地方自治團體、地方居民、自然保護團體、溫泉業者形成合意、發電所之建築採用對風景及公

園利用影響最小技術方法、對地區之貢獻、長期從事自然環境或溫泉等之觀測及其等資料可公開予地區共享等各方面加以判斷(國立公園局長, 2015)。

(5)日本於1997年制定公布《環境影響評估法》，分類開發行為而針對其規模對於環境有重大影響之虞者，歸為第1種事業，必須踐行環評程序，而若規模與第1種事業相近，但須個別判斷是否踐行環評程序者，則歸為第2種事業。其中，地熱發電廠屬於環境影響評估法施行令附表中所訂之事業對象，其針對輸出功率超過10,000 KW之地熱電廠應進行環評，而輸出功率為7,500至10,000 KW者，則應個別判斷是否進行環評。針對環評程序，近年來，有提出檢討縮短風力及地熱發電開發環評審查流程時間之意見，希望能將原本一般需耗費3年之程序進行時間縮短一半為目標，並針對地熱發電所設置，提出實務操作上如何調整迅速化環評程序之作法供參考(國立研究開發新能源和產業技術綜合開發機構, 2018)。

3. 各國地熱發電法制之評析

綜上各國法制考察，除日本未明確區分地熱與其他溫泉利用差異而有不同管制，均一體適用《溫泉法》外，其餘各國大致針對地熱資源之特性，設計其獨特制度規範。但係單獨以地熱為對象立法，或將地熱併同其他型態資源立法則不一，此與該國對於地熱定義或定位，地熱發展歷史以及立法目的係偏於環境保護或產業發展有關。於茲提出比較評析如下(金子正彥, 2012; 2016)：

(1)法律規範對象方面，美國(聯邦)與印尼以地熱為規範對象單獨立法，惟印尼區分發電利用與熱利用；美國則因地熱所有權歸屬爭議案例中由法院所採之見解，傾向將地熱定位為礦產資源。至於菲律賓與冰島則將其與其他礦物併同定位為礦產資源之一，紐西蘭則廣泛及於所有天然資源。

(2)地熱資源所有權歸屬方面，有傾向尊重土地所有權而認為歸屬土地所有權人所有，亦有傾向歸屬於國有。美國即區分聯邦政府所有土地、州政府所有土地及私有土地，而歸屬於土地所有權人所有；冰島亦是以土地所有權人為歸屬對象。但印尼與菲律賓則認為屬於國家資產或歸屬政府所有。而紐西蘭則明文地熱資源非所有權之對象，日本則並未明確提及所有權歸屬。

(3)開發區域設定方面，與地熱資源所有權歸屬定位有關，若屬國家所有者，則立法政策主導性較強。如美國(聯邦)因地熱資源多分布於聯邦政府所有之土地，故其開發策略與國有土地利用相結合，區域劃設則考慮土地利用效益需求；印尼與菲律賓因定性為國家資產或國有，故由政府主導評估劃設開發區域後，採取競標程序徵求開發者；反之，冰島與紐西蘭雖亦重視地熱資源調查，並從事區域性規劃，但傾向資源合理分配，政策主導性較不強；日本則無明確劃設開發區域之情形。另涉及中央與地方權限分配，美國聯邦政府與州政府就其所有之土地各有權限；印尼則將發電利用歸屬中央，其他熱水等熱能利用，則依地熱資源分布情形由地方政府管理；菲律賓與冰島則完全中央執掌；紐西蘭為中央與地方各劃分其權責，但實際執行地方政府或其中之廣域自治體具有重要地位；日本則由地方政府主管。大致上，開發區域設定或相關許可權核給，由中央政府主管，有利於與國家之能源政策調整，得基於全國一致性基準處理，亦有助於開發者擬定投資計畫。反之，若委由地方政府主管，雖於兼顧地方民情、利害關係人之權益調整及當地資源發展特色而有其優點，但因各地方政府可能作法不一，開發者即必須逐一釐清，增加不確定之風險，且因委諸地方政府之發展，恐與國家能源政策之連結性較弱。

(4)開發程序方面，制度設計通常考慮開發區域之設定，因探勘涉及廣泛區域地熱潛在調查，自重視促進資源有效利用觀點，可能採取

「探勘」與「利用」2階段許可，但若考慮土地開發利用整體性或有其他程序考量，則可能將「探勘」與「利用」合併為1階段許可。美國(聯邦)將開發權與聯邦政府土地租賃程序結合，除取得租賃權外，仍須依一般地熱開發程序取得相關許可及執照，而其地熱開發許可程序採取4階段(探勘、開採、利用與商轉)。印尼公告開發地區後，採取競標方式決定得標之開發者後，核發IPB，許可內容包括地熱開發各階段工程之權利，採取1階段許可；菲律賓與印尼類似，於簽訂地熱服務契約後，相關開發權利即包括在內。冰島採取3階段許可(探勘、利用、發電廠建設)；紐西蘭則為1階段許可(資源開發同意)；日本則隨各個挖掘鑽井行為之1階段許可(挖掘許可)。是否區分探勘與利用2階段許可，亦與能否有效保障探勘先期開發者權益有關，通常若開發區域已預先設定，無論藉由土地租賃程序、競標程序而簽訂契約，或區域性主導計畫，所核發許可之效力範圍即得以明確，並據為排除其他競爭者介入之權利基礎。對此，例如日本將地熱視為溫泉加以管制，因《溫泉法》主要規範小規模溫泉沐浴利用目的，未必能適合於大規模及深層地熱發電開發，且以挖掘許可採取1階段許可，基本上開發者之權利範圍僅止於從事挖掘行為之「點」，如有其他開發者於鄰近地點挖掘，僅能以同法第4條「有影響」溫泉出水量等條件，駁回其挖掘許可申請，但終究非自「面」擔保其效力，難以周全保障開發者權益(金子正彥，2012)。但另一方面，階段化開發許可流程，亦可能使程序過於繁瑣造成各階段異其審查標準，導致廢時而增加行政成本等問題。

4. 我國地熱發電法制之建議

為配合我國刻正推動2050 淨零碳排放政策，

在展開的再生能源推動願景、期程、技術路徑與相關配套政策規劃下，本文參考各國推動地熱發電之法規政策與措施(如表1)，並針對我國推動以發電利用為導向之地熱開發法制建構，提出以下建議：

(1)關於地熱資源之納管部分：建議參考印尼將地熱資源利用，區分為發電用與其他熱能利用，其中深層發電用歸由中央主管，其他熱能利用如溫泉，則由地方政府主管。在法制上，針對一定深度以上之深層地熱發電案，導入區塊開發空間治理概念，透過特許權之賦予，管理開發案場。

(2)關於地熱潛藏資源調查部分：建議參考冰島以區分「可開發區域」與「應受環境保護區域」，個別檢討其可開發性，提出策略性發展計畫及開發進程，並予以公告。

(3)關於地熱潛藏資源區域釋出部分，建議參考美國聯邦土地租賃釋出、或印尼與菲律賓相關競標程序之作法，將地熱開發利用與國有土地利用、招商程序相結合，以利地熱開發推動。

(4)關於地熱發電之開發程序部分，建議參考冰島立法體例，可區分探勘、利用與發電廠建設等不同階段，明確界定所應遵循之許可程序，配合開發區域之劃設，以保障先期開發者權益。

(5)關於利害關係人之利益調整方面，建議參考日本要求業者與各方利害關係人應設置協商會議之機制，並向主管機關提出說明以為是否核發許可之參考。另，就原住民族土地開發，亦可參考紐西蘭所發展出信託模式，透過原住民部落參與開發許可之協商程序，共創原住民部落與業者互利共享之經營模式。

表1 各國地熱法制考察

	主要法律依據	地熱能之歸屬	開發區域之劃設	開發利用之重點
美國	1970年《地熱蒸氣法》(Geothermal Steam Act of 1970), 2005年《能源政策法》(Energy Policy Act of 2005)	聯邦與加州：地熱資源歸屬於聯邦政府及州政府所有。加州以及內華達州：私有土地則歸屬於土地所有權人。	與公有土地管理利用結合，透過國有土地釋出利用計畫，以取代劃設土地使用分區方式。	聯邦所有之土地，向政府取得探勘及開發之許可。其他土地則依各州，而有不同程序。
印尼	《地熱法》(Law No. 21 of 2014 on Geothermal), The Governmental Regulation regarding Geothermal Business Activity 2007 No. 59	地熱資源歸屬於國家所有	透過調查及評估程序，設立地熱開發區(Geothermal Work Area, GWA)	政府劃設地熱開發區(GWA)後，開放競標決定開發權人。
菲律賓	1987年憲法, 1967年《地熱能源與天然氣法》，Geothermal Energy, Natural Gas and Methane Gas Law, Republic Act 5092, 1978年《地熱服務契約法》(Geothermal Service Contract Law, Presidential Decree 1443), 2008年再生能源法(Renewable Energy Act of 2008, Republic Act, 9513)	地熱資源歸屬於國家所有	得由政府主導地熱開發；開發區域之範圍，取決於主管機關核准之區域。	政府得自行開發，亦可與開發者簽訂(GRESC)，由業者進行開發。
冰島	1998年《地下資源勘查及利用法》(Act on Survey and Utilization of Ground Resources, No. 57/1998), 2003年《電力法》(Electricity Act No. 65, 2003)	地熱資源位於私人土地歸屬於該土地所有權人；位於國有地者，則歸屬於國家	由政府部門擬定總體計畫，明確區分「可開發區域」與「應受環境保護區域」。	開發地熱除需取得探勘、利用及電力開發許可外，並需進行環評。
紐西蘭	1991年《資源管理法》(Resource Management Act, RMA 1991), 2009年《修正資源管理法》(Resource Management (Simplifying and Streamlining) Amendment Act 2009, RMAA 2009)	地熱資源不歸屬任何人所有	資源管理法賦予中央及地方政府不同角色；地方政府得管理規劃地熱資源之運用。	開發地熱，除須取得相關許可外；若位於原住民族傳統部落，尚需進行部落諮商以取得相關同意函。
日本	《溫泉法》	《溫泉法》未明定地熱資源歸屬	《溫泉法》並無劃設開發區域之規定。	開發地熱需申請挖掘許可；位於國家公園之地熱開發，雖有條件開放，需視個案是否進行環評。

誌 謝

感謝科技部「綠能政策規劃與推動策略」(110-2221-E-011-092-)與「完善利害關係方之溝通，以促進我國再生能源之布建」(110-2627-M-007-001-)計畫支援本研究，特此表達謝忱。

參考文獻

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。

李清瑞、韓吟龍與江道義，2013。臺灣深層地溫及增強型地熱資源發電潛能初步評估。Western Pacific Earth Sciences, Western Pacific Earth Sciences, 頁135-152。

金子正彥，2012。世界的地熱法，日本地熱學會誌34卷3號：123-137頁。

金子正彥，2016。世界的地熱法(2)，日本地熱學會誌第38卷第3號：85-100頁。

長崎縣自然環境課公告，2018。關於地熱發電為目的的溫泉開挖或擴建許可申請相關附件，最後參訪日期：2021/06/28。
https://www.pref.nagasaki.jp/bunrui/kurashikankyo/shizenkankyo-doshokubutsu/hotspring/_/334082.html。

科技部，2019。第二期能源國家型科技計畫，全程結案總計畫果效益報告，科技部：頁59-66。

國立研究開發法人新能源和產業技術綜合開發機構，2018。加快環境調查指南-以環境提前調查方法淪為重點-地熱電廠總評。

國立國會圖書館，2015。地熱發電現狀與問題調查信息 ISSUE BRIEF NUMBER 837：第7頁。

蔡岳勳與蔡玉薰，2016。美國地熱能源法規與政策發展，臺灣能源期刊，3卷1期，頁41-54。

環境省自然環境局，2017。溫泉資源保護指南

(地熱發電關係)：37頁，最後參訪日期：2021/06/28，http://www.env.go.jp/nature/onsen/docs/chinetu_guideline.pdf。

環境省自然環境局国立公園局長，2015。國家公園地熱開發處理，環境省自然環保局国立公園課。

Tomatsu有限責任監査法人，2014。平成25年度促進地熱發電發展的國外推廣系統調查工作，70-104頁。

1987 Constitution of the Republic of the Philippines, Article 12, Sec. 3.

30 U.S. Code §1003.

30 U.S. Code §226-3.

43 CFR Subpart 3203-3274. Competitive leasing, Legal Information Institute, accessed on 2021/06/28, available at: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/43/>.

Act on Survey and Utilization of Ground Resources, No. 57/1998 Article 4-11.

Angeles, D., 2012. “The State of Philippines Law on Geothermal Power: Policies, Projects, Implications”. Phil. LJ 87: p. 428.

Assegaf, F. & Satwika, K., n.d. New Legislation Gives Geothermal Power Sector Much Needed Boost, Assegaf Hamzah & Partners, accessed on: 2021/06/28, available at: <https://www.ahp.id/clientalert/AHPClientAlert03September2014.pdf>.

Brockelsby, M., n.d. Geothermal development in New Zealand managing environmental and social effects and effects on Maori, International Renewable Energy Agency.

Clean Water Act, 33 U.S. Code §1251 et seq, 1972.

Clean Water Act, 42 U.S. Code §7401 et seq, 1970.

Endangered Species Act, 16 U.S. Code §1531 et seq, 1973.

Electricity Act No.65/2003.

Energy Policy Act, H.R.6, 109th Cong., 2005, accessed on: 2021/06/28, available at: <https://>

- www.congress.gov/bill/109th-congress/house-bill/6.
- Environmental Impact Assessment Act No. 106/2000.
- Fauzi, A, 2015. Geothermal resources and reserves in Indonesia: an updated revision, *Geothermal Energy Science*, 3: pp 1-6.
- Geothermal Energy, Natural Gas and Methane Gas Law of 1967, Republic Act 5092, Article 5-19.
- Geothermal Project, 1976. Geothermal Plan Justification, Office of Biological Services.
- Geothermal Service Contract Law, 1978. Presidential Decree 1442, Section 2.
- Geothermal Steam Act of 1970, accessed on: 2021/06/28, available at: https://www.fs.usda.gov/sites/default/files/media_wysiwyg/geothermal-steam-act-of-1970.pdf.
- Geothermal Steam Act, H.R. 133, 116th Cong., 1970, accessed on: 2021/06/28, available at: <https://www.congress.gov/bill/109th-congress/house-bill/6>.
- Geothermal Technologies Office, n.d. A History of Geothermal Energy in America, accessed on: 2021/06/28, available at: <https://www.energy.gov/eere/geothermal/history-geothermal-energy-america#1951>.
- Kingi, T., 2008. Maori land ownership and land management in New Zealand, *Making Land Work Volume 2*: pp. 139-140.
- Law No. 21 of 2014 on Geothermal Article 53-54.
- Levine, Aaron & Katherine R. Young, 2018. Efforts to Streamline Permitting of Geothermal Projects In The United States, *Rocky Mountain Mineral Law Foundation Journal*, 1-21.
- Li, K., H. Bian, C. Liu, D. Zhang and Y. Yang, 2015. Comparison of geothermal with solar and wind power generation systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42: p. 1464-1474.
- Luketina, K., 2000. New Zealand Geothermal Resource Management- a regulatory perspective, *Proceedings World Geothermal Conference*, accessed on: 2021/06/28, available at: <https://www.geothermal-energy.org/pdf/IGStandard/WGC/2000/R0190.PDF>.
- McLoughlin, K., A. Campbell and G. Ussher, 2010. The NgaAwa Purua geothermal project, Rotokawa, New Zealand, *World Geothermal Congress*: p. 1-4.
- Mizuno, E., 2013. Geothermal Power Development in New Zealand- Lessons for Japan, *Japan Renewable Energy Foundation*: p. 15-35, accessed on: 2021/06/28, available at: https://www.renewable-ei.org/en/images/pdf/20130220/20120912_lessonfromNewZealand.pdf.
- Moorfield, n.d. Te Aka Online Maori Dictionary.
- Nature Conservation Act No. 44/ 1999.
- Orkustofnun, n.d. Legal framework, Orkustofnun (National Energy Authority), accessed on: 2021/06/28, available at: <https://nea.is/geothermal/legal-and-regulatory-framework/>.
- Pariania v. State of California, 105 Cal.App.3D 923, 164 Cal. Rptr. 683 (Cal. Ct. App. 1980).
- Renewable Energy Act of 2008. Republic Act, 9513, Section 3.
- Resource Management Act 1991 Article 2-123.
- Resource Management Amendment Act, 2009.
- Ritcher, A., 2021. ThinkGeoEnergy's Top 10 Geothermal Countries 2020- installed power generation capacity (MWe), Think GeoEnergy, Accessed on: 2021/06/16, available at <https://www.thinkgeoenergy.com/thinkgeoenergys-top-10-geothermal-countries-2020-installed-power-generation-capacity-mwe/>.
- Ritcher, A., 2021. ThinkGeoEnergy's The

- Philippines' DOE has set the minimum size for geothermal projects to gain a status of national significance at 13 MW power generation capacity, Think GeoEnergy, Accessed on: 2021/06/17, available at <https://www.thinkgeoenergy.com/size-requirement-set-for-geothermal-projects-of-national-significance-in-the-philippines/>.
- Satwika, K. *et al.*, 2020. The Renewable Energy Law Review: Indonesia, The Renewable Energy Law Review, accessed on: 2021/06/28, available at: <https://thelawreviews.co.uk/title/the-renewable-energy-law-review/indonesia>.
- Soerono, D., 2017. Indonesian Government promoting country's geothermal business opportunity, Think GeoEnergy.
- Steingrímsson, Benedikt, 2006. Master Plan for Geothermal and Hydropower Development in Iceland, Workshop for Decision Makers on Geothermal Projects in Central America, accessed on: 2021/06/28, available at: <https://orkustofnun.is/gogn/unu-gtp-sc/UNU-GTP-SC-02-15.pdf>.
- The Government Regulation regarding Geothermal Business Activity 2007. No. 59 Article 2-75.
- The Nature Conservation Act No. 44/ 1999.
- Treaty of Waitangi Article 2
- U.S. Department of Energy, 2013. Tribal Energy Program, Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, accessed on: 2021/06/28, available at: <https://www.nrel.gov/docs/fy13osti/54396.pdf>.
- Wahjosoebidjo, A. & Hasan, M., 2018. Indonesia's Geothermal Development: Where is it Going? 43rd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, pp 1-12, available at: <https://pangea.stanford.edu/ERE/pdf/IGAstandard/SGW/2018/Hasan.pdf>.
- Waikato Regional Council, n.d. Iwi management plans, Waikato Regional Council, accessed on: 2021/06/28, available at: <https://www.waikatoregion.govt.nz/environment/geothermal/geothermal-systems-map/>.
- World Bank, 2019. Indonesia Geothermal Resource Risk Mitigation Project, The World Bank, Report No. PAD2932, accessed on: 2021/06/28, available at: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/972941569608786496/pdf/Indonesia-Geothermal-Resource-Risk-Mitigation-Project.pdf>.
- Xia, L. and Y. Zhang, 2019. An overview of world geothermal power generation and a case study on China—The resource and market perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 112: p. 411-423.
- Zhu, J., K. Hu, X. Lu, X. Huang and K. Liu, 2015. A review of geothermal energy resources, development, and applications in China: Current status and prospects. *Energy*, 93: p. 466-483.

The International Geothermal Development Trend and the Reference of Our Country's Legal System

Jui-Chu Lin¹ Yu-Hsun Huang^{2*} Chen-Hsiung Shen³

ABSTRACT

There are abundant geothermal resources in Taiwan. It is important that we develop and utilize geothermal energy to meet the needs of the country's current renewable energy policy development, and to fulfill a net zero carbon emission policy by 2050. Investigating the smooth development of renewable energy promotion vision, schedule, technology path and related supporting policies and other plans while referring to the major countries with successful experience of geothermal power generation nowadays, we conducted comparative analysis and put forward suggestions for the construction of our country's follow-up legal system. Specifically, we offer following suggestions: (1) Regarding the management of geothermal resources: It is recommended to introduce the concept of space management for block development, and to manage the geothermal sites through the grant of concessions. (2) Regarding the investigation of potential geothermal resources: It is recommended to distinguish between "development areas" and "environmental protection areas", and propose a strategic development plan and development process. (3) Regarding the release of potential geothermal resources: It is recommended to combine the development and utilization of geothermal energy with state-owned land utilization and investment promotion procedures to facilitate the promotion of geothermal development. (4) Regarding the development procedure of geothermal power generation: It is recommended to distinguish the different stages of exploration, utilization, and power plant construction, and clearly define the licensing procedures to be followed. (5) Regarding the adjustment of interest relations with stakeholders: It is recommended that a negotiation mechanism should be set up as a reference for whether licenses should be issued. In addition, with regard to the development of indigenous peoples' land, a mechanism for mutual benefit and sharing should be planned.

Keywords: Net zero carbon emission policy, geothermal power generation policy, development trend of international geothermal legal system.

¹Distinguished Professor, Department of Humanities and Social Sciences, National Taiwan University of Science and Technology.

²PhD. Student, Graduate Institute of Applied Science and Technology, National Taiwan University of Science and Technology.

³Attorney at Law, CC&W Attorneys-At-Law.

* Corresponding Author, Phone: +886-2-27757635, E-mail: yhhuang4@moea.gov.tw

Received Date: July 5, 2021

Revised Date: August 30, 2021

Accepted Date: October 8, 2021