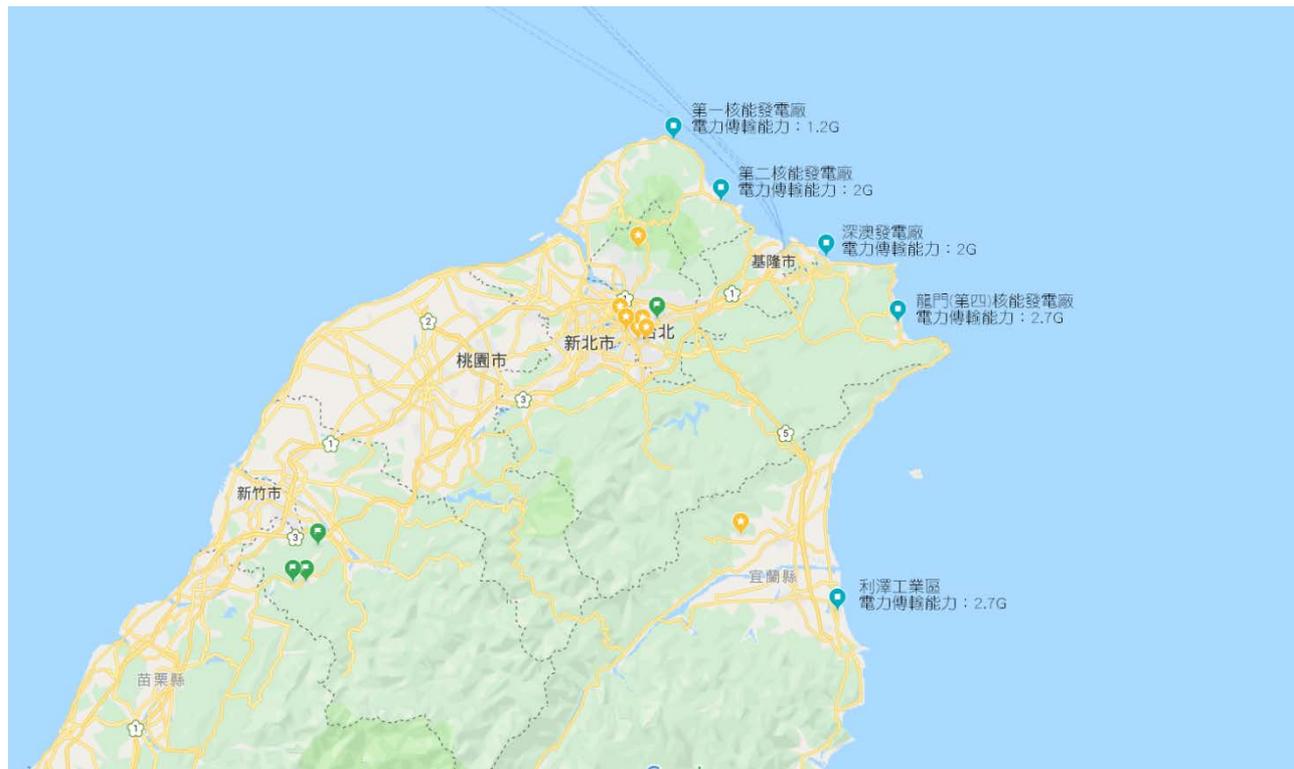


如何將核電廠轉變成地熱電廠

蘭陽地熱資源股份有限公司董事長 高成炎

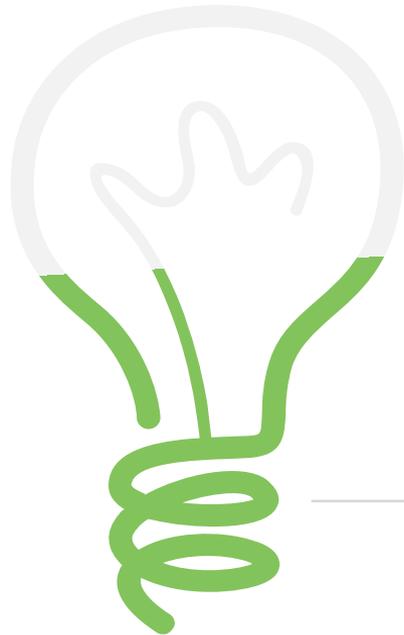
2019/3/11

核電廠和深澳電廠的電力傳輸能力 (註：地熱潛能亦相近)



不是突發奇想，是一直在想

核電廠轉地熱電廠概念始於2013年



過去-資訊和技術不足
現在-技術突破,有執行方案

編千億元綠能預算 變核二為地熱電廠

<http://www.peoplenews.tw/news/8ba7a6b7-6c11-4e31-b99e-ade25f195e82>

再論如何將核電廠轉變成地熱電廠

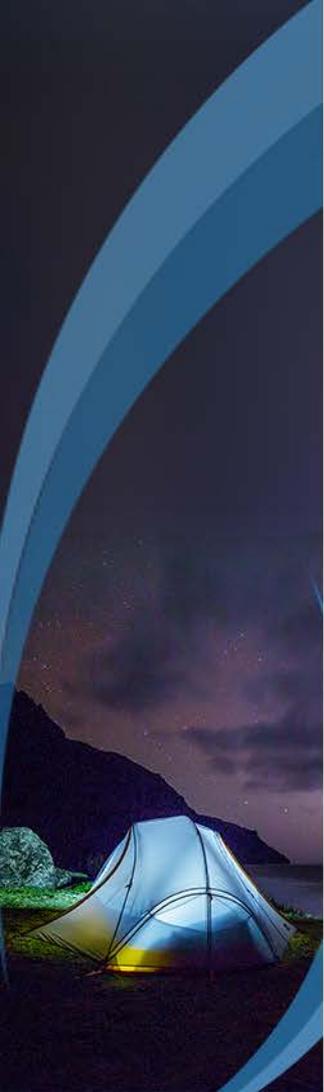
<http://www.peoplenews.tw/news/587250a3-38db-4a56-b2e6-2eb2859b3f3b>

油管地熱管、雙管齊下救缺電

<http://www.peoplenews.tw/news/4e39be6c-f804-4497-a200-91a062d91533>

四論核四怎麼辦

<https://tw.news.yahoo.com/-052908823.html>



如何以天然氣發電取代核四

高成炎教授
台灣大學資訊工程系
2013.7.4

選擇廢核四前，想想停建後的事

- 是不是有錢就買得到天然氣？
- 國際天然氣市場價格？
- 如何得到我們所需的大量天然氣
- 我國購氣的困難度如何？

Dear 高怪:

我問了專欄組同事，林主任說因為是針對社論回應，所以得送言論部主筆室；還未有結果。但他說投超過五日未用，您就可以自由處理了！歹勢。

如何以天然氣發電取代核四

- 聯合報於六月十六日發表「**選擇廢核四前，想想停建後的事**」的社論，指出馬江政府提出核四公投以來正反雙方對核四議題一直缺乏足夠的辯論或對話。反核方面輪番以街頭運動及立法院抗爭使力，政府方卻甚少對社會大眾疑點提出說明。此社論更要求反核方應提出具體計畫，而非只是**空泛地主張用天然氣及再生能源替代核電**。以及台灣有什麼辦法在國際天然氣市場搶到我們所需的大量天然氣及台電增加燃氣發電的可能性及價格差如何，乃至有無可能向中國福建電廠購電等。
- 事實上聯合報社論提出的問題，反核人士早就一再提出，例如說宜蘭人文基金會的陳錫南先生提出的「核四替代方案概說--解核之始」，不只在網路上公佈，更印製數千份在519終結核電大遊行時在街頭上散發。還在5月14日陪同國際知名電力專家陳謨星教授拜會馬英九總統時親手交給馬總統。在這份資料中陳錫南先生提出以**250億元興建大潭LNG接收站，使發電熱效率達53%，容量因素只有35%的大潭天然氣電廠當成基載全容量運轉。則其目前2.8 GW的閒置容量就比核四的2.7 GW 還大。這是天然氣發電取代核四的一個具體主張。**
- 至於天然氣發電一度電的**成本**如何呢？台電的說法一直在變，2010是4.3元、2011年是5元、2012年底是5.3元、2013年4月則是5.7元。其原因說是國際天然氣價格高漲。台電並用每度電5.7元來計算以天然氣取代核四的成本。然而，事實是美國頁岩氣大量開採，美國數年之內會變成能源輸出國，美國能源部已經批准頁岩氣輸出到日本。換句話說，國際天然氣價格會下跌。

如何以天然氣發電取代核四

- 即使以目前來說，今年3月，**馬來西亞的南海能源公司 (SSE)** 到台灣來與中油及台電接觸。希望在今年就以**中油目前進口天然氣價格的六成**，每個月四十萬噸 LNG 供應給台灣。具體而言，南海能源公司提議以每百萬熱單位 (MMBTU) 美金11元送到台灣的台中LNG接收站或大潭LNG接收站。換算成每立方米，則是新台幣11.5元。**以每立方米可以發5度電來計算，則燃氣之每度電燃料成本為2.3元，即使加上250億元大潭LNG接收站，以25年供氣合約攤提，則為2.6元。**
- 若再加上電廠之折舊及運轉費用，**天然氣發電每度也不會超過3.5元 (甚至不會超過3元)**。這些相關資料，我親自於5月16日向行政院請願時，交給國營會執行長劉明忠先生。並於5月30日拜訪台電總經理朱文成教授時交給朱總經理，行政院秘書處也以公文給環保聯盟，說已將相關資料轉到經濟部，經濟部長應該對本人提出的資料及本人的主張公開提出回答。若進口馬來西亞 SSE公司之天然氣，今年十月可不漲電價，也請聯合報相關人員為人民權益追蹤不漲電價之可能。
- 菲律賓地熱發電已有1950 MW，即台灣之核二廠或核三廠規模，而台灣地熱發電是零，這說明是政策排擠使台灣的地熱發電無法發展。若要向國際買電，為何不是買菲律賓的地熱而是中國的燃煤，更有甚者台灣大力發展深層地熱發電，數年後還可能對菲律賓及中國輸出呢？

使用天然氣，電價可不漲

自由廣場》限電危機談廢核延十年

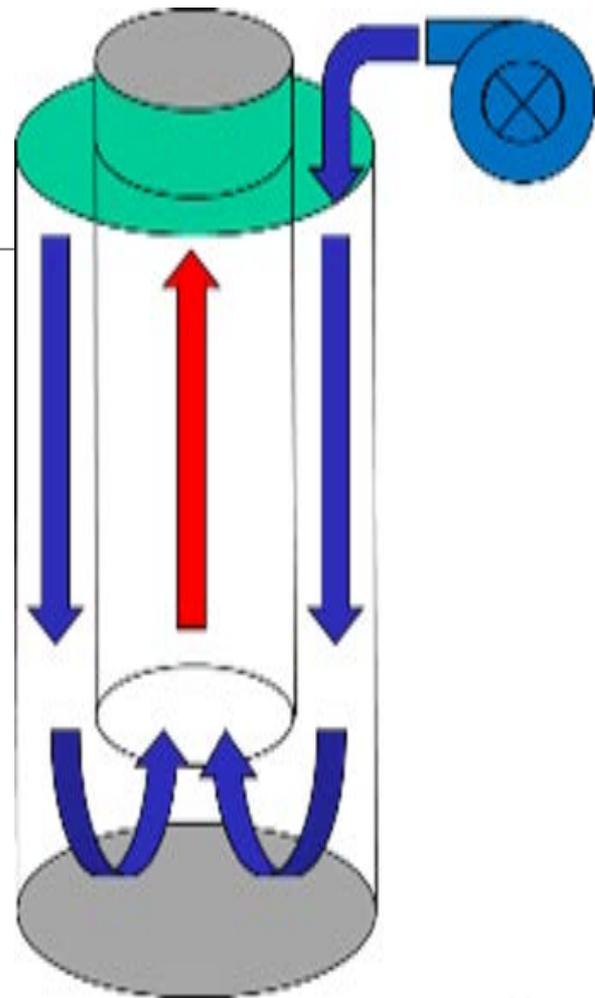
- 2017-07-25 ◎ 劉振乾
- 七月二十日工總提出白皮書，針對執政黨所造成的能源困境，要求核三可先延役備用，核四則由公投決定啟用與否。
- 第一，離岸風電的困境得以解決。沒有足夠時間籌設台灣自己的風電所需工程船。
- 第二，天然氣發電占比是否維持五十%，有足夠時間再從長計議。國內存量只有八天卸貨時，受到天氣與海洋波浪條件等嚴苛限制。
- 第三，電價得以控制。
- 工總白皮書之可行性，唯有靠二○三五廢核來解決。

2025非核家園不能等

解方

過渡期使用**液態燃料**

同時發展深層及淺層**地熱**



液態燃料

圖A5-13 ●各種液體燃料的關聯圖示



資料來源：世界能源趨勢-2011，國際能源署（World Energy Outlook-2011，OECD/IEA，December 2011）

液態燃料3年轉型期

- 基於急需基載電廠的時間考量，核四廠如果改成火力發電廠，唯一的可能是變成液態燃料電廠。
- 因為液態燃料如甲醇、乙醚、酒精、輕油或重油可以用油輪，經過重件碼頭向核四廠輸入。只要在核四廠區建一間足夠大的儲存槽，以及裝置够多個鍋爐燒水供給蒸汽，核四廠的一個汽輪機組就可運轉供電。
- 汙染量而言，燃油電廠介於燃煤電廠與燃氣電廠之間。例如二氧化碳產生量，燃氣電廠是每度電0.6公斤，燃油電廠是0.8公斤至1公斤，而燃煤電廠則是1.2公斤左右。
- 燃油電廠有其他的污染問題，再加上過去二十年國際油價高攀，所以**台灣的燃油電廠基本上都被燃氣電廠取代。**

核四轉成液態燃料電廠： 發電成本每度電介於3.24元與4.05元間

- 核四廠如果用燃油來供應熱源，儲油槽（由中油公司或台電公司）興建於核四廠內，並由中油公司用油輪運油，由既有的核四重件碼頭拉油管至油槽來供應，那麼核四廠的燃料成本，最多也就是4.05元。
- 油料大量供應，成本可能會更低。也就是說核四廠用燃油來暫時取代，整體的分擔油槽建置費加燃料成本（不算原核四廠的核反應爐、汽機及送電設施），其每度的發電成本應該不到4.05元。

核四轉深層地熱

發電成本為1.04元/度，與台電燃煤一樣便宜

- 以目前推算出來的燃油電廠的每度電4.5元作為估算，核四廠轉變成1,350MW的地熱電廠，挖掘135根地熱管，每根地熱管發10MW的電力，**那麼核四廠一個機組轉成地熱電廠，所需要的費用最多是1,350億元。**
- 若每井6億元的話是810億元，若是每井10億元的話是1350億元。
- 一個機組轉變成地熱電廠的費用，最多就是1350億元。以20年運轉期，且容量因素80%來計算，每年發的電力是94.1億度電。20年共發1880億度電。

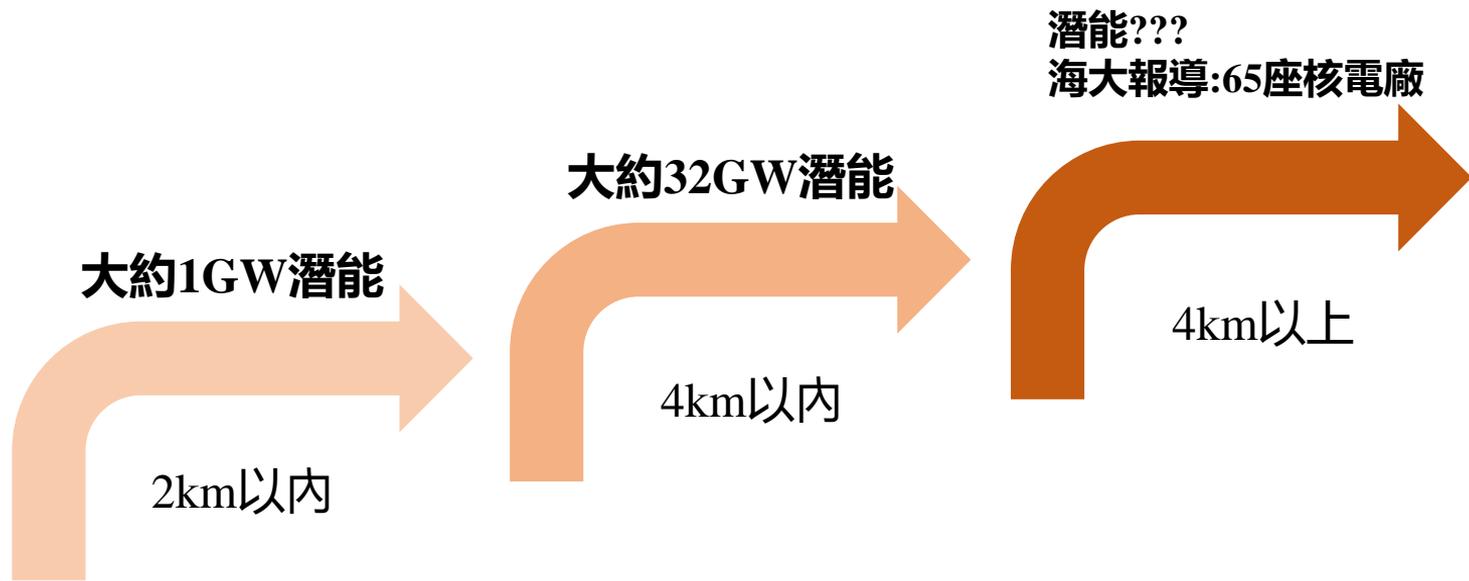
長遠考量-深層地熱才符合經濟效益

- 每度電分擔的「核四機組改成地熱電廠」的成本是： $1350/1880 = 0.714$ 元。
- 加上大約3年的燃油電廠每度電3.24元的過渡階段去平均，23年下來每度電的成本大約1.04元。
- 與台電燃煤一樣便宜，比其他任何種類的發電成本都更低，更只有海上風力發電的1/5以下（ $1.04/5.5 = 0.19$ ）。



同時發展深層及淺層地熱

- 先用淺層建立信心
- 再用深層加強力道



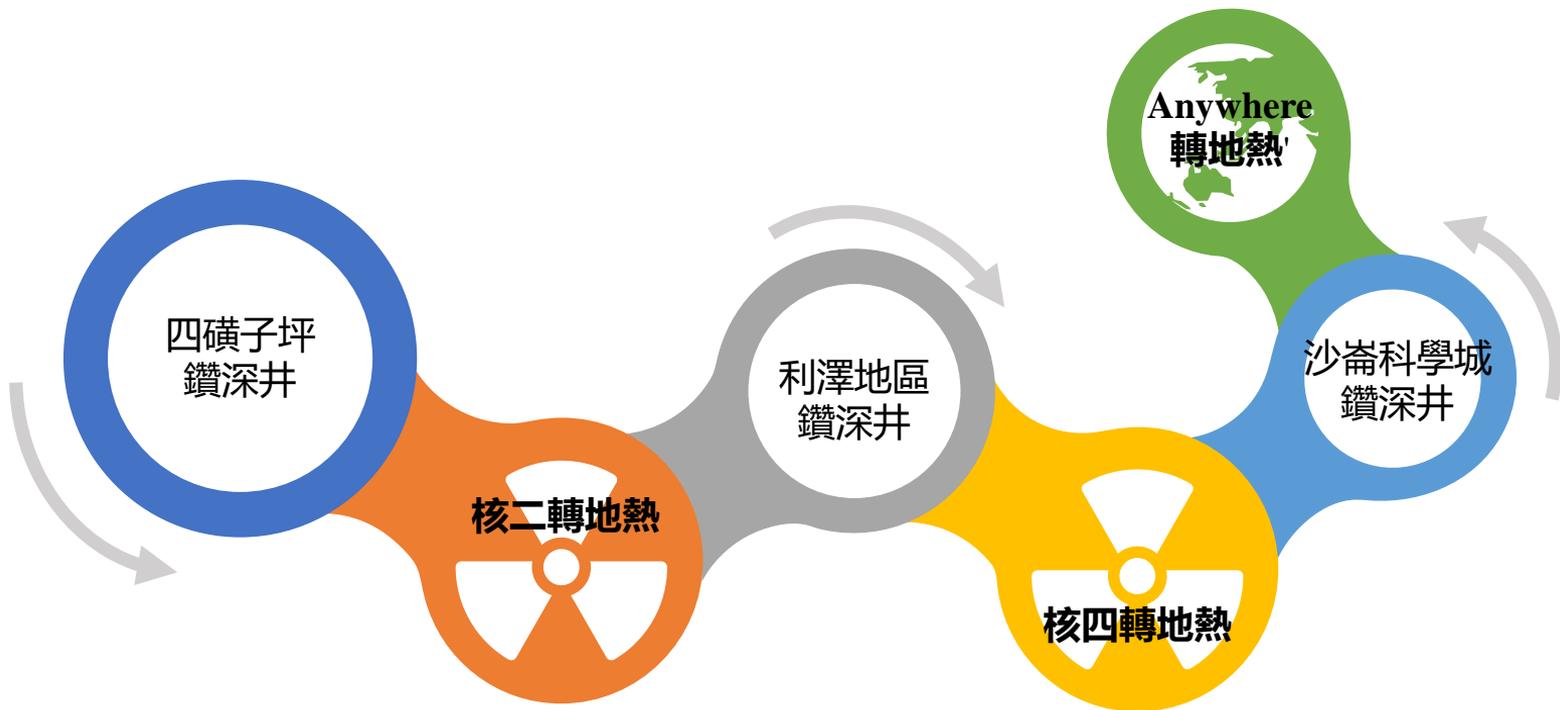
淺層地熱發展區域(鄭文哲，1984)

- 大屯山=514MW/五大地熱區=203MW
- 若5M以下不需環評，每區開發4MW，就有100MW。

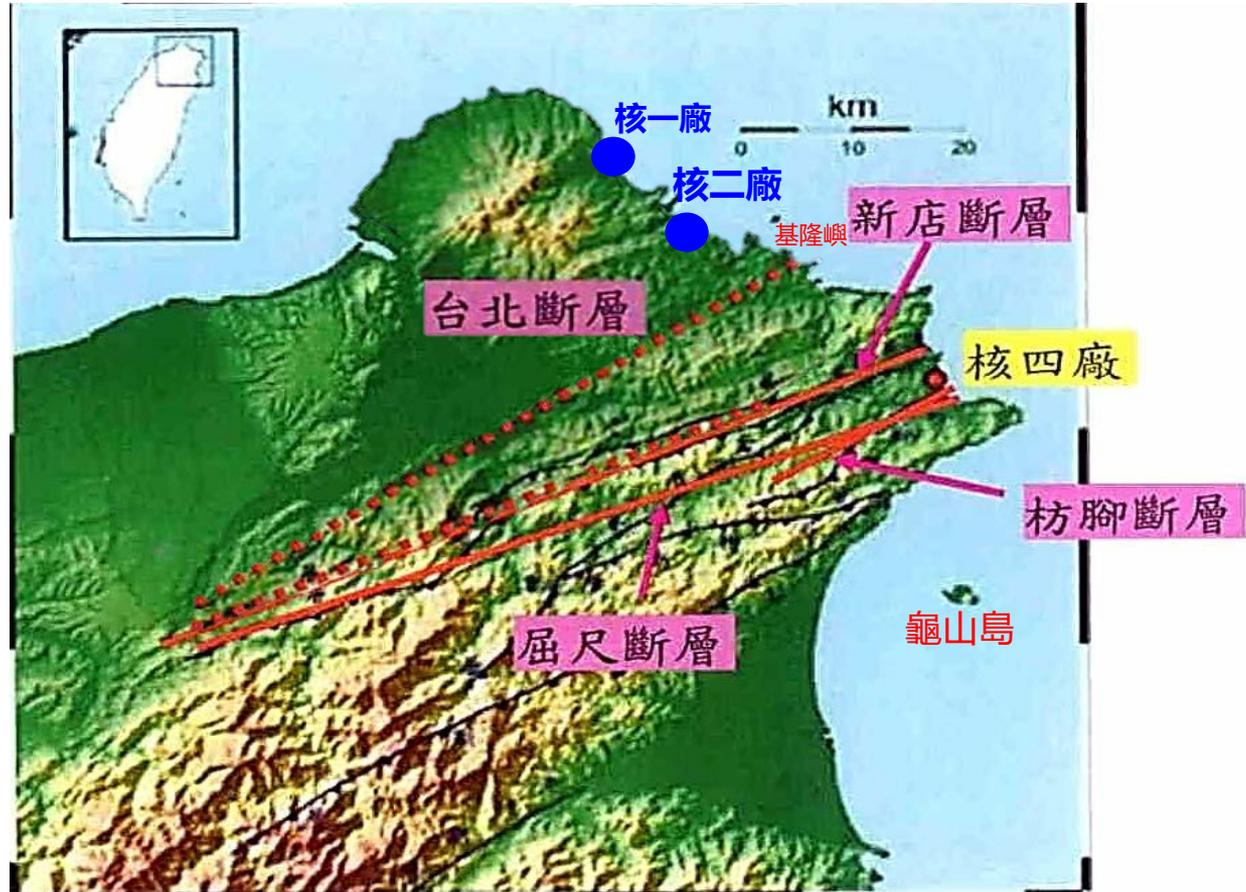
地區	大屯山區	清水	土場	廬山	知本	金崙	瑞穗	紅葉	寶來	富源	霧鹿	東埔	樂樂
平均溫度 T (°C)	245	200	170	180	170	160	160	160	140	120	180	160	130
發電潛能 (MWe)	514	62	26	41	26	48	16	12	14	9	18	16	9
地區	谷關	馬陵	紅香	四區	五區	奧乾	茂邊	烏來	關子嶺	中崙	礁溪	桃林	比魯
平均溫度 T (°C)	150	150	150	175	180	160	190	170	150	150	130	180	160
發電潛能 (MWe)	15	11	11	18	18	16	19	13	11	11	9	14	12

資料來源：工研院，1980~1995

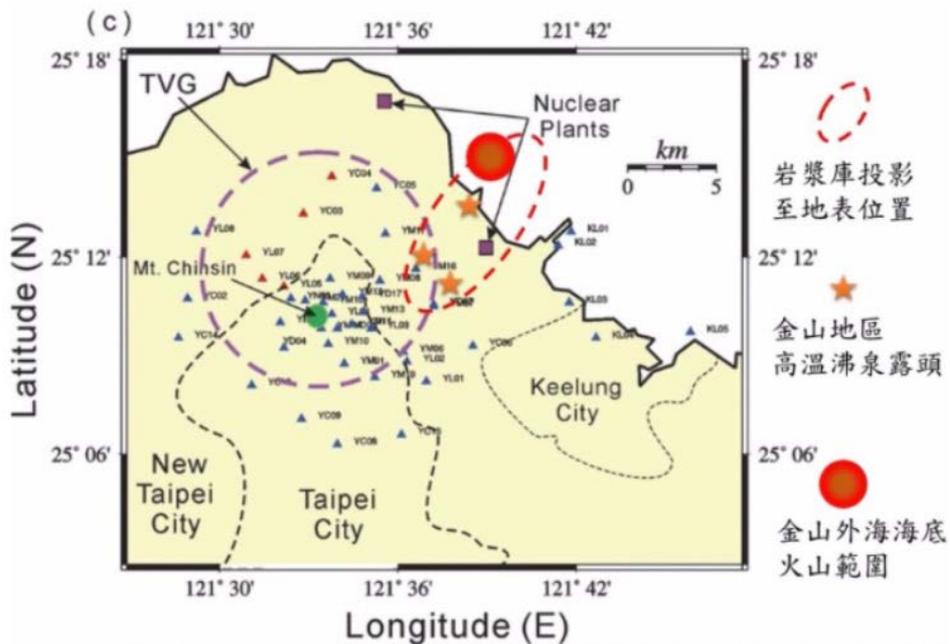
如何實踐核電廠轉地熱電廠



核一二四位於斷層及火山帶附近



大屯火山群地底岩漿庫



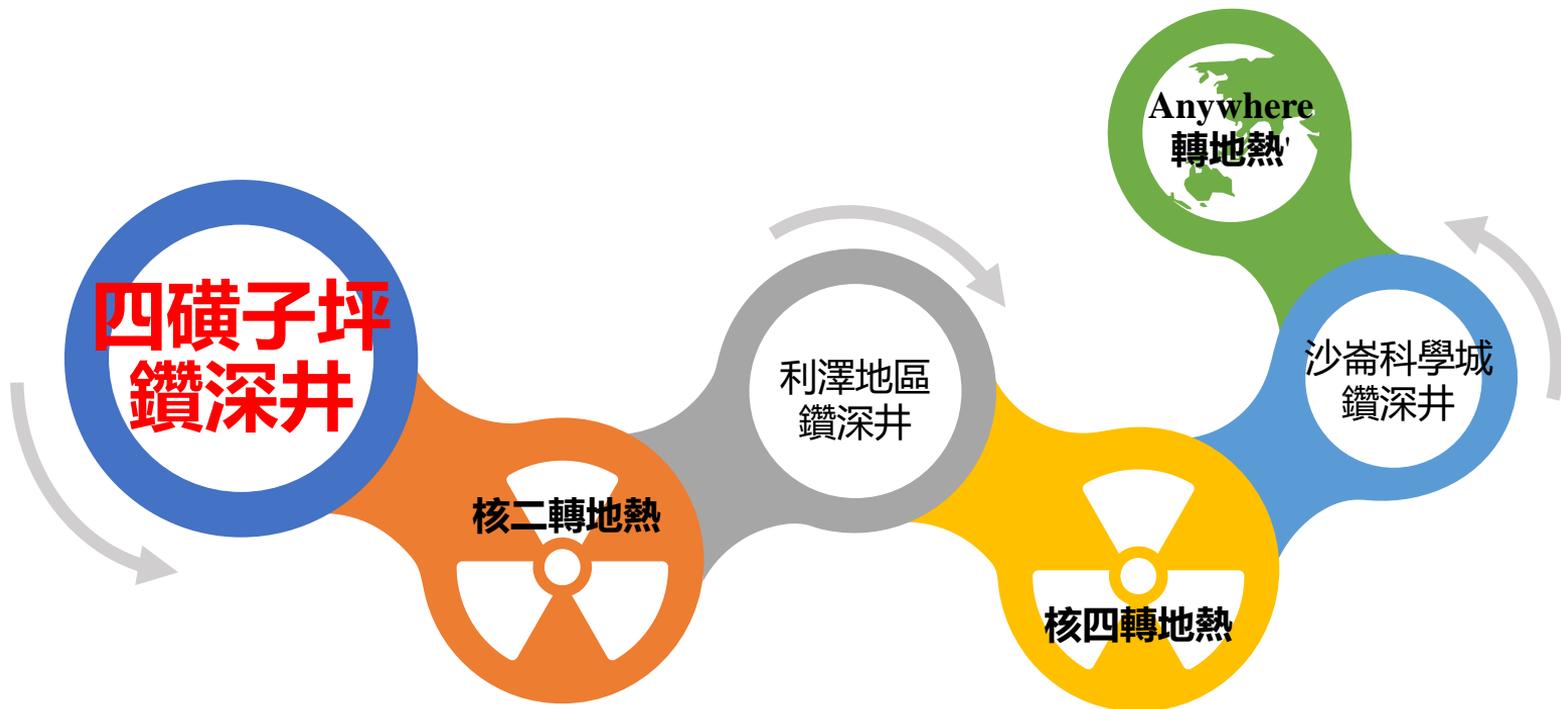
橢圓型紅色虛線為岩漿庫投影位置，紫色方塊為核能電廠位置，岩漿庫投影位置內的核能電廠為萬里核二廠。圖 / 修改自Lin, C.-H., 2015 (by Mr. Wang, S.C.)，本文作者提供

- 於核二廠鑿井，直接利用岩漿庫熱源，井底溫度達 350°C 即可用於地熱發電。
- 移除核反應爐，僅使用原核二廠發電機組。
- 用CEEG新概念於地熱井取熱，匯流推動發電機組(1000MW)。

編列千億元預算轉化核二為GW級地熱電廠

- 中央研究院地科所研究員、大屯山火山觀測站主任林正洪
 - 大屯火山群其實可能是5000年之內曾經噴發過的活火山。而最後一次噴發的地點是萬里附近的磺嘴山。而且在金山與萬里之間，也就是說山脚斷層的下面，有一個台北市四分之一大小的岩漿庫。
- 「將核二廠改裝成GW級的地熱電廠」需要的改建經費
 - 新建的核電廠，例如說核四廠、每MW發電容量大約新台幣1.3億元，如果能夠將核二廠2000MW改建成地熱電廠，即使要動用到2000億元也還是很值得的。我在這裡建議先編列1000億元，也就是說用一千億元先找出核二廠一個發電機組所需要的足够的熱源來。

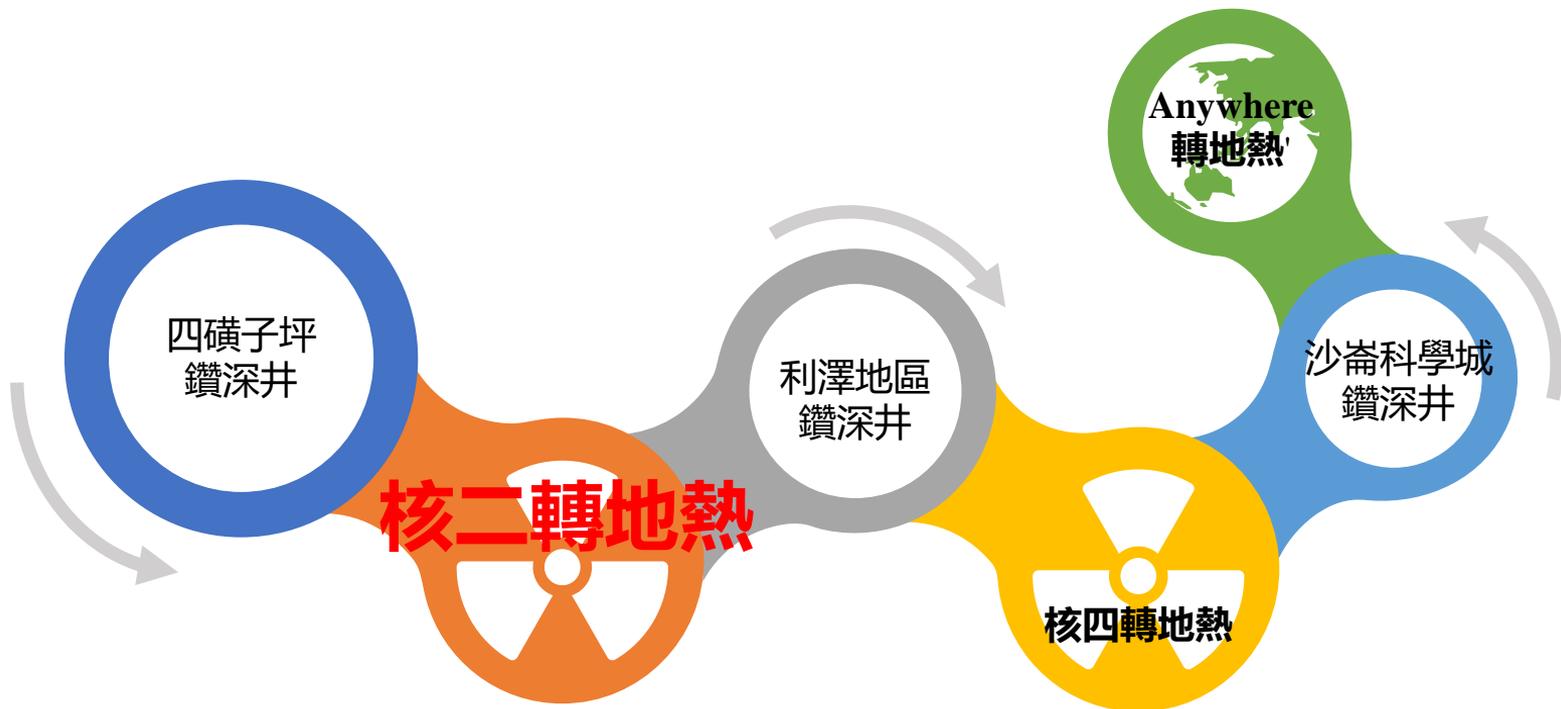
如何實踐核電廠轉地熱電廠



先在四磺子坪挖深井測試

- 先在核二廠附近的四磺子坪做一口CEEG井的同軸套管取熱試驗，以驗證這一口CEEG井可以有10MW發電能力的試驗。
- 清楚了解到取熱井需挖多深，每小時需要多少的取水量，這個井的取熱能力才可以達到10MW。
- 接著我們就可以用這些資料來計算出、目前核二廠一個蒸汽渦輪發電機組所需要的總水量（287度C，每小時5560噸水）、需要挖多少口這樣的CEEG取熱井。
- 在上述試驗成功的前題之下，就可進行在核二廠裡面挖很多口3000公尺甚至5000公尺深的CEEG井取熱。

如何實踐核電廠轉地熱電廠



核二廠先建立2GW

- 由於核二廠位在面積有台北市四分之一大小的岩漿庫上面，因此在核二廠內任何井位往下挖都有高溫熱源。
- 由於是挖在岩漿庫正在方、因此兩個豎井的間距即使只有30公尺、取熱過程也不至於互相干擾。
- 而核二廠佔地有220公頃、建物不到三分之一，以一公頃可放9口取熱井即可有90MW的水量計算，12公頃即可以有1000MW的發電容量的供水量。
- 核二廠150公頃以上的空地要提供2GW發電容量的供水量是綽綽有餘的。

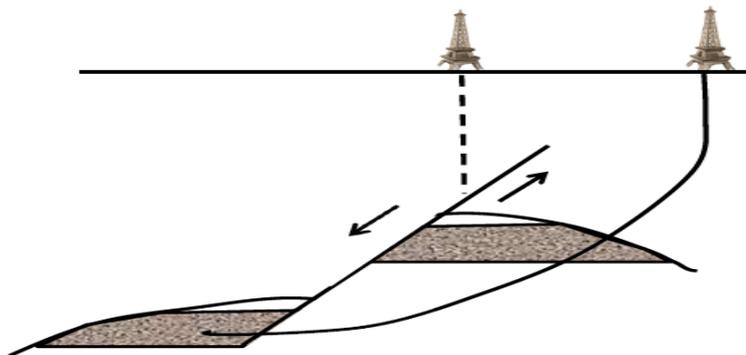
核電廠發電機組適用在地熱電廠

- 把核二廠一個機組（1000MW）所需要供水的井提供的熱水全部匯流集中。由於核電廠在設計時為了安全起見，採用高水量（每小時5560噸水）低壓力（70公斤、287度C飽和蒸汽壓）的設計，使用的蒸汽渦輪發電機組蒸氣溫度只有280度C。
- 從地底350度C的地方取得上來的高壓水，是能夠匯集並直接供應到核電廠的蒸汽渦輪發電機裡面去發電的。
- 這樣整個核二廠，除了核反應爐不能再使用，其他的汽機及對外的供電系統，經過簡單的修改工程就可以拿來使用。這樣我們就可以活化已經快要除役的核二廠。由於不需要使用核反應爐，而只使用汽機，核二廠的安全性就可以達到在其他火力發電廠的安全標準之上。

如法炮製

- 在核一、核三及核四做同樣的事情。所需要的只不過是挖井的成本會比核二增加
- 核一需要用定向井技術挖向3公里外的海底火山、核四廠是需要用定向井技術挖向龜山島去尋找高溫熱源。

採用定向鑽井技術精準命中熱源



如何實踐核電廠轉地熱電廠



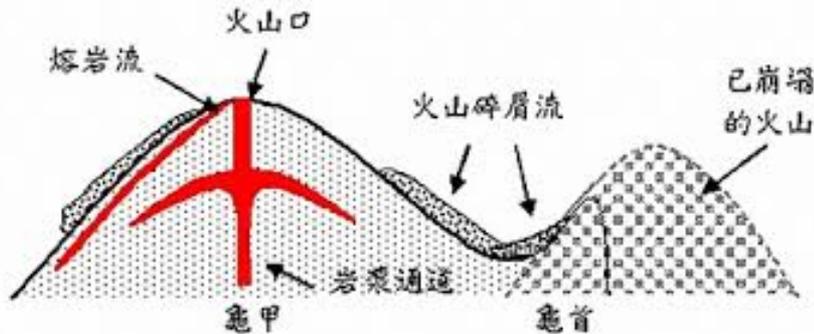
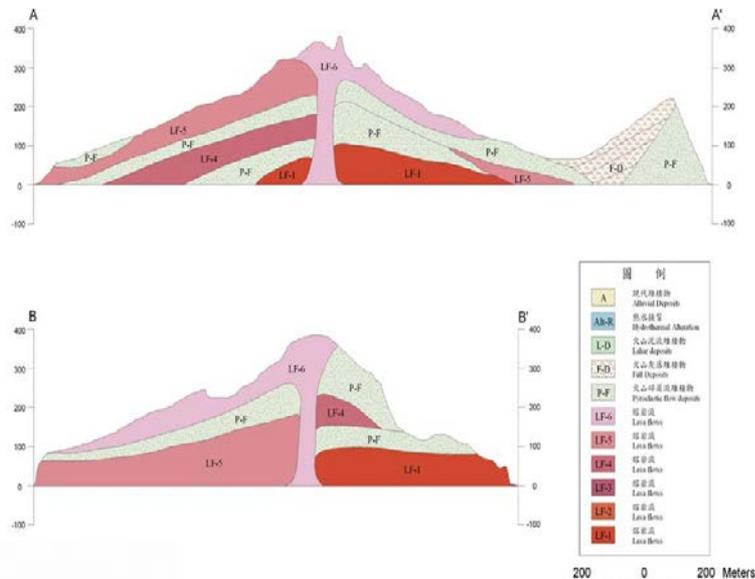
利澤深井先行試驗

- 在利澤開始挖大約7公里深井，在利澤工業區就可以有10 MW的發電量。
- 在核四廠因為地質、地層結構相像，以及跟龜山島都是20公里遠，基本上我推估也會是挖7公里深的向龜山島方向的定向井，就可以有10MW的發電產能。
- **多挖幾口井，就可以快速將核四廠轉型成地熱電廠。**
- 核四廠裡面不使用非成熟的技術。
- **由台汽電公司在金山地區買一塊地，挖五公里的地熱深井，與我們合作來開發地熱發電的技術。使其在一年之內，將目前被台電視為不成熟技術的地熱發電，變成可以使核二廠及核四廠快速轉變成地熱電廠的成熟技術。**

龜山島岩漿庫

- 以地熱取代核電，5年內達成1400MW之規劃
- 在龜山島直接下挖1000m，用CEEG取熱。
- 龜山島海底電纜14km，送電回台灣。

龜山島剖面圖



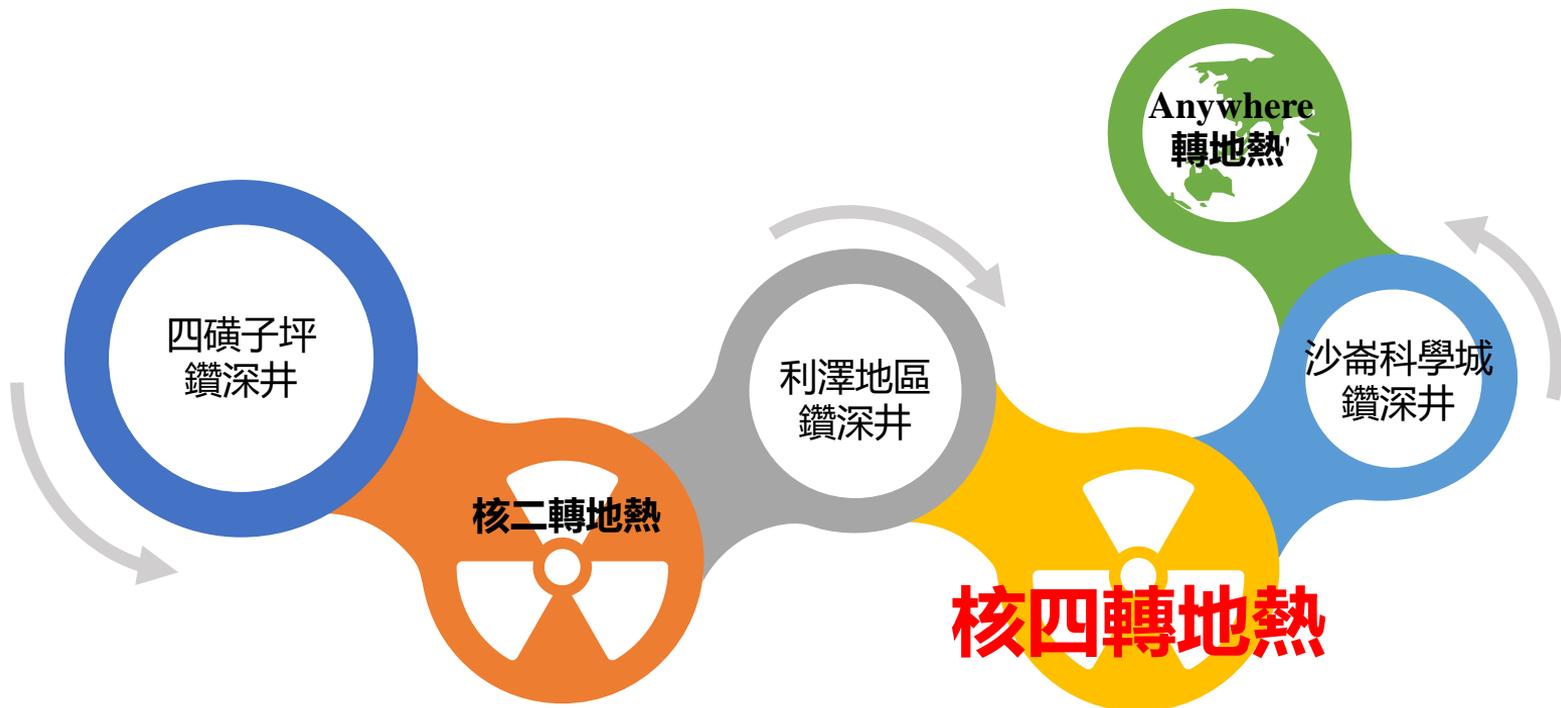
圖片來源:江協堂/宜蘭大學教授

於龜山島挖井克服地熱管抗腐蝕問題

- 其地熱井水是PH值達到1的強酸、腐蝕力超強。那麼我們可以在龜山島挖一口地熱井直接來測試，測試地熱管（外管）的抗腐蝕能力。
- CEEG式「取熱不取水」的方式，用中性的軟水在CEEG井系統內以每小時一百噸的水量循環取熱
- 近乎無限量的地熱資源來發電了。
- 台灣成東方冰島的主張，就可以在近年內實現。



如何實踐核電廠轉地熱電廠



如何既廢核四又使損失極小化

- 在1996年5月24日，立法院通過簡稱廢核案，如果台電公司依照當時的承諾，那麼損失最多80億元。
- 2000年行政院張俊雄院長在10月27日宣布廢核四政策，那個時候核四的花費，加GE公司合約的賠償，400億元左右。
- 2014年馬政府在311日本福島核災帶動的反核民意，宣布核四要封存時，核四用了2800多億元。
- **目前能夠做的就是，如何使核四廠已經投資下的資產「廢物利用」。**
- **例如說先賣掉核燃料棒、將核四廠的核反應爐低價退還給實際興建核四廠的日本日立公司。之後核四廠內的兩個汽輪機以及供電設施，其實是可以使用的。**

如何從核四廠向龜山島熱源取熱

- 可以先打豎井向下2公里、轉彎45度角，前進數公里至300度C區域、再轉彎45度角，定向水平井再前進數公里。使至少三公里的地熱井在300度C高溫區域內。
- 與核二豎井五公里比較，核四打豎井、斜井、定向井的技術較困難，但在核二挖CEEG井外管需要抗腐蝕，在核四可能不需要抗腐蝕。
- 每口CEEG井的挖井費用可能差不多，估計應在新台幣6億元以下。
- 台灣中油公司有這些挖井的技術，中油公司在1980年代在台灣西部挖了 80 口 5 公里深的油氣井。

核一二四轉換成地熱電廠(2015年6月提出)

- 核四 先300MW，三年後再加300MW。(龜山島及宜蘭平原取熱)
- 核一 300MW。(大屯山及基隆嶼外海群島取熱)
- 核二 先300MW再加200MW。(大屯山及基隆嶼外海群島取熱)





地熱技術可行性

地熱電廠安全性

深層鑽井技術

深層取熱技術(CEEG)

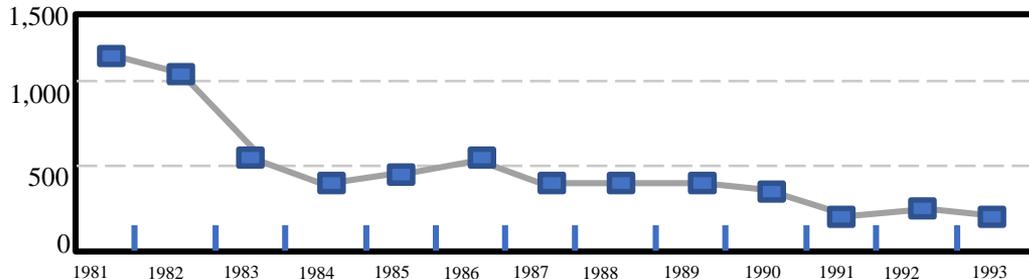
臺灣過去的地熱發電



清水地熱發電試驗場
1981-1993 (12.5 years)

清水地熱發電廠歷年發電力

平均輸出(kw)

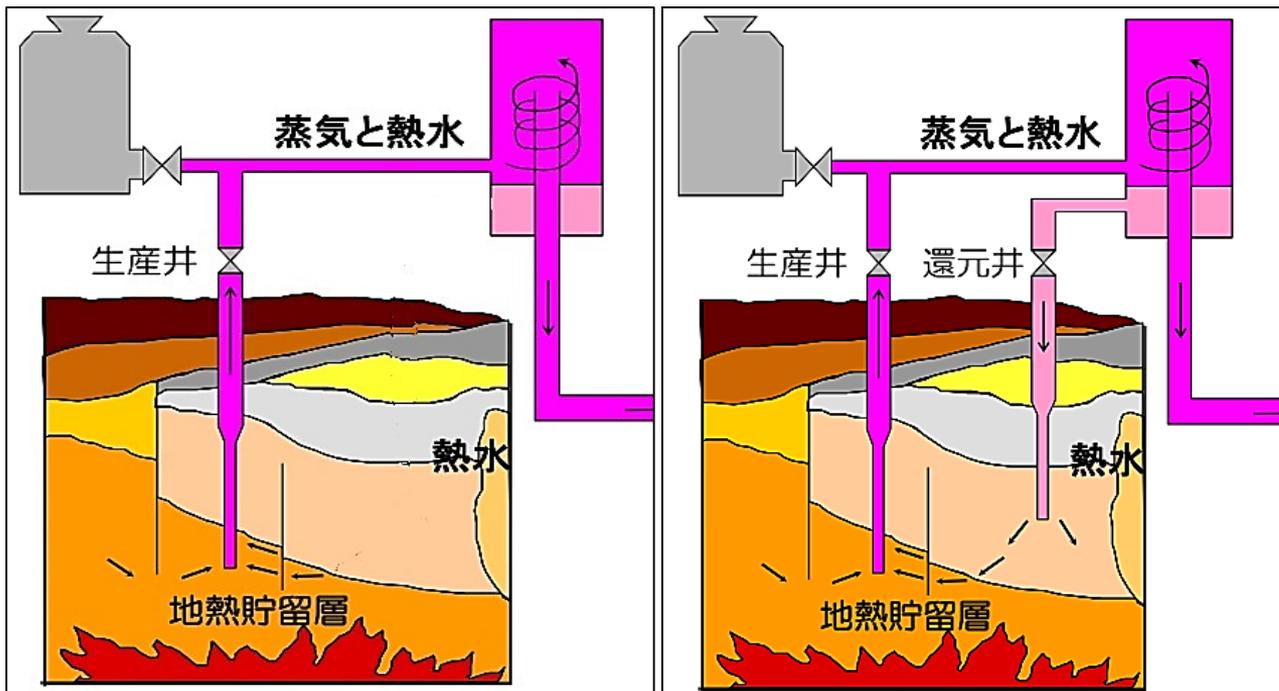


發電力: 1,500 kw → 177 kw

36

地熱日本能用，台灣為何不能用！

~ 3 km 內之淺層地熱



清水地熱電廠未使用灌注井
(未做尾水回注) 因而失敗!!

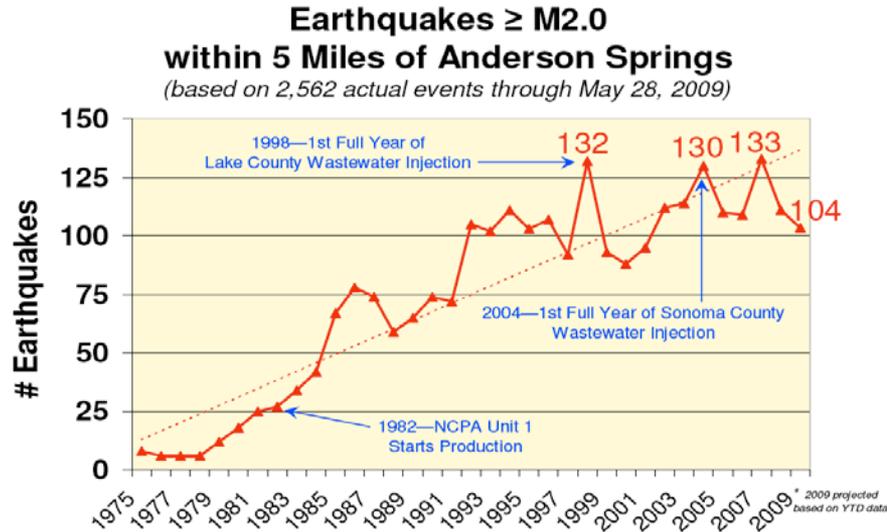
澄川地熱

福島災區內之地熱電廠



圖4 日本東北地熱發電廠在311地震後發電量絲毫不下降（資料來源：<http://egec.info/geothermal-plants-operate-as-normal-in-japan/>）

開發行為是否有可能引發地震之風險



<http://stevecotler.com/tales/2009/07/02/egs-earthquakes>

- 基於Reid(1911)提出的彈性回彈理論(Elastic rebound theory)，地震的發生是由於岩體與岩體間的相對移動，不斷累積形變能，直到超過岩體能負荷的程度，便在岩體脆弱處轉化為動能釋放而造成斷層面的破裂與移位。
- 根據輸入能量的能力，若僅鑽井而不進行水裂(灌入高壓水)，以利澤的地層(如右圖)尚無引起地震能力的鑽井技術。
- 目前在各國地熱電廠(如Geysers)研究也都顯示地震是由灌入高壓水引起的(如上圖)。

深層鑽井技術



1200公里！冰島地熱電力 擬供英國



- 英國評估，利用冰島地熱產生電力。
- 擬架設1200公里海底電纜線。
- 英國首相卡麥隆29日表示，如果一切順利，冰島火山產生的地熱能源很快即可經由一條全長1200公里的海底電纜輸送到英國，供民眾居家之用。
- 英國2012年開始與冰島商討使用冰島地熱的事宜。此次會商是最新的相關討論。

▼ 英國運用歐洲各資源，並建設電纜輸送至英國。（圖／取自國際在線）



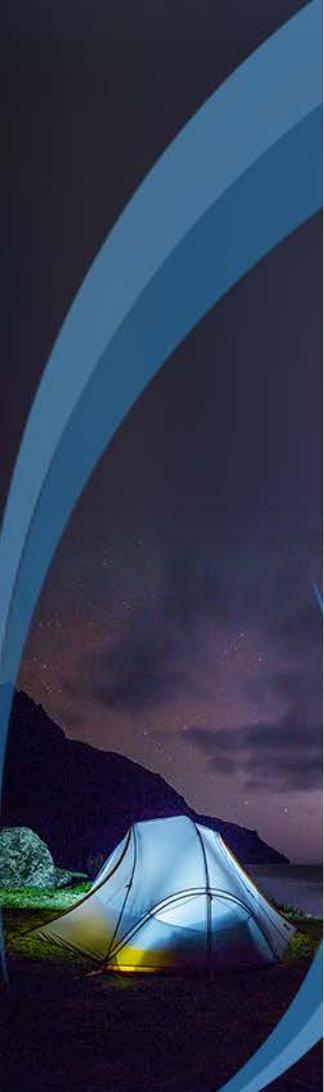
英國首相卡麥隆（左）29日會晤冰島能源部長格森。

冰島深井鑽探項目 (IDDP)

- 在冰島進行的IDDP計畫，深鑽井鑽進岩漿儲源，井底散熱驚人，，溫度超過 900C (1,652F)。
- IDDP-1預計深鑽2000公尺，IDDP-2預計深鑽5000公尺地熱井，鑽成將帶來超臨界流體，世界各地的鑽井都將它作為可再生能源應用。
- 英國杜倫大學喬恩·格魯亞思 (Jon Gluyas) 說，"地熱能是我們所能獲得的、最接近的、可持續的、可再生能源的良方"

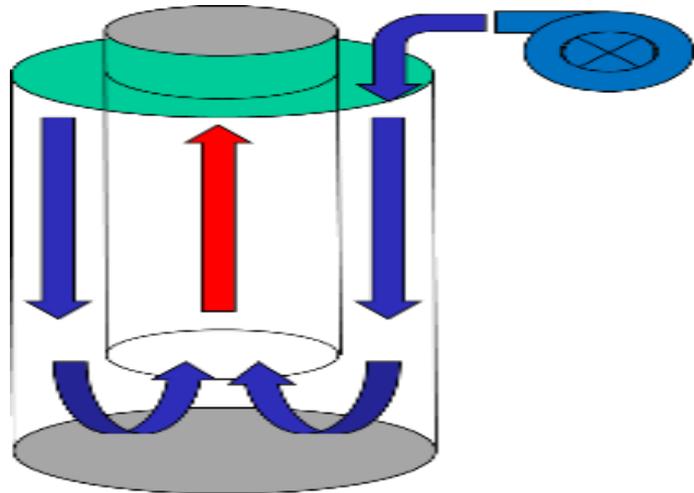


深層取熱技術CEEGB技術

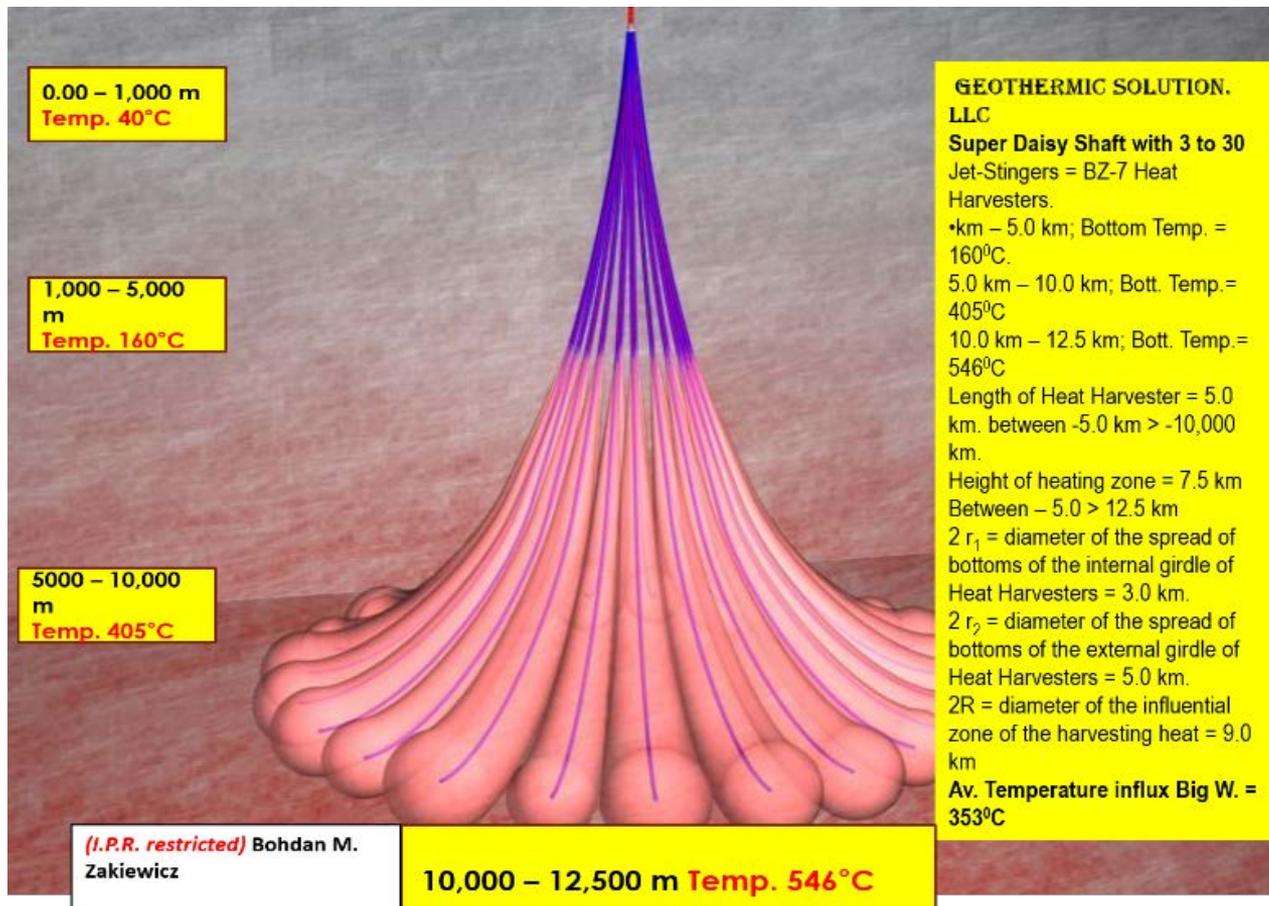


CEEG工法是什麼？

- CEEG技術將會在地層中插進一根底部封口的管子，外管直徑25公分，導熱性良好；內管直徑10公分，絕熱性良好。自地表外套管加壓注水，經外管壁獲得岩層熱量，再從內套管取出熱水，產生蒸氣發電。
- 在地底下為全程封閉，熱水不接觸外界，熱水經處理後回注，可循環利用，不排出。



CEEG取熱示意圖



CEEG同軸套管與傳統地熱井比較

項目	傳統地熱	CEEG(閉迴路井下取熱工程技術)
1.選址	需要具備可開採之足量地熱水條件	可適用於一般平地地點鑽井
2.鑽井技術	可用較小孔徑生產井，但需要大口徑回注井	要能置入雙套管孔徑之單井，不需回注井
3.井管耐久性	約每8~10年必須執行清管工程，費用近似於挖掘新井	由於循環工作流體無接觸地下水層，故無需清井
4.熱源的穩定和持久性	由於將重要熱載體地下水持續抽走，會有熱源間歇不穩或枯竭問題	閉迴路系統未抽取熱載體地下水，經模擬地底熱對流情況，取熱穩定
5.淺層地下水污染可能性	地下礦物、氣體和放射物質引出至淺表地層	循環工作流體無接觸地下水層，無此疑慮
6.酸性地熱泉發電可能性	由於酸性流體對於發電設備損害嚴重，傳統地熱方式無法使用	在地底取熱管外壁進行防蝕處理後，可確保防蝕失效前均可使用
7.壓力型意外問題	需許多緊急控制閥門做防禦，但仍無法降低井下壓力	僅需將外環管回注泵關掉，緊急控制閥門同時關閉，井下壓力自然下降
8.地表環境影響	由於地下礦物、氣體和放射物質被帶往地表如果管控不當或破管閥門損壞，則會洩漏	循環工作流體無接觸地下水層，無此疑慮

CEEG概念測試成功

- 京都大學於2016年10月21日進行
- 閉循環系統地熱發電示範成功

- 閉循環系統

- 使用地表水源注入系統中並循環使用，而非使用地下溫泉水，能夠解決結垢問題和免於設置回注井，上述兩個問題一直是過往地熱能源發展上的困擾。

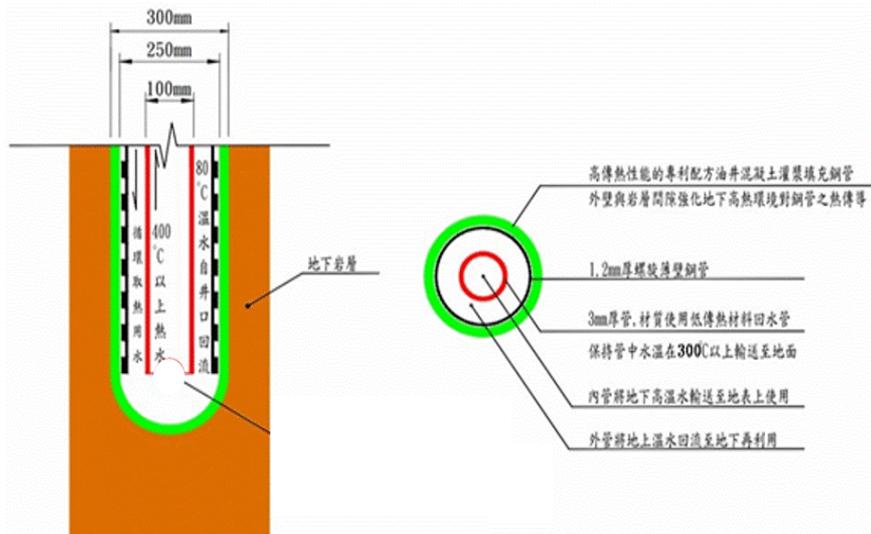
- 閉循環系統中心是一個**雙管式**熱交換器，埋入地下深度1450米，在管中水從地表注入後通過地熱加熱並達到高溫，再抽取高溫液態水。一旦液態水再次循環至地表將因解壓而轉變為蒸汽，即能推動蒸氣渦輪機並發電。

CEEG 同軸套管取熱技術

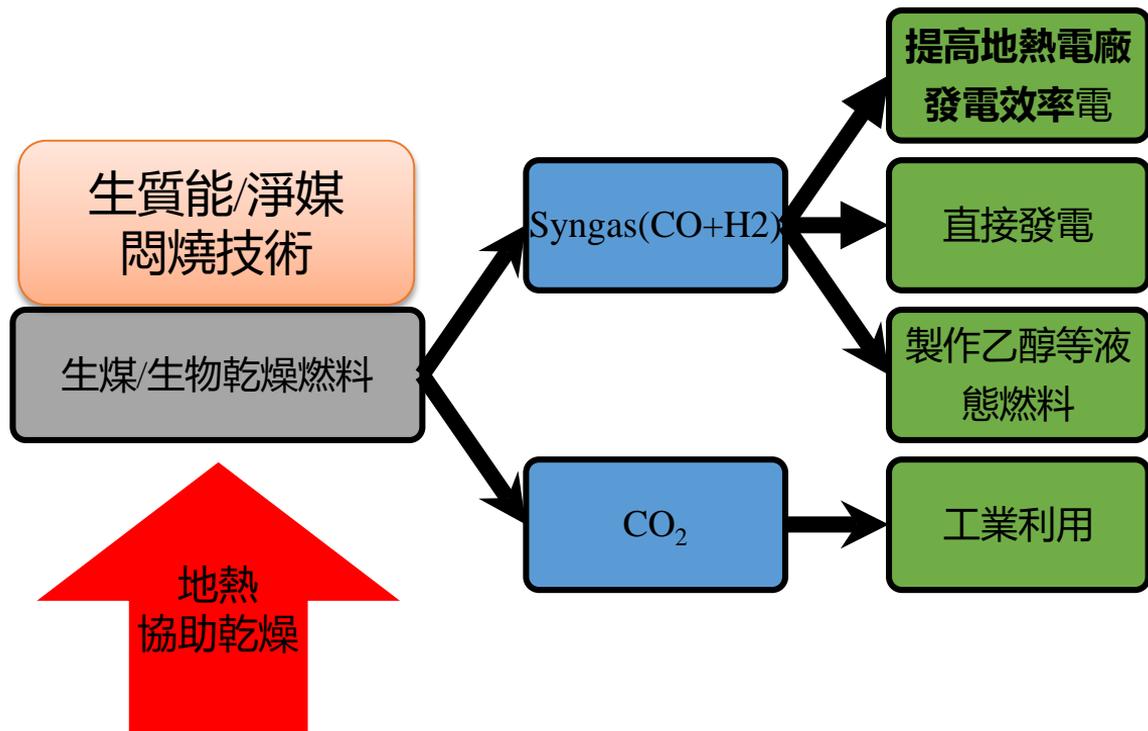
美國理論、台灣設計，台灣專利及製造。

- 取熱不取水、防止結垢
- 保護儲集層並增加地熱潛能利用。

專利複合式保溫管材-可降低井口與井底溫度差增加可用熱能。



PM2.5減量



目前政府最該做的事:確認地溫梯度

- 在深層地熱開發中，最主要的觀念就是靠地溫梯度，也就是說每挖100公尺井底的溫度會增加多少度。這個地溫梯度，應該不受到地底裂隙及地下水的影響才對。
- 江協堂博士的博士論文，指出由淺層地下水的溫度推估，在龍德工業區地溫梯度 $72\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ，在利澤工業區 $60\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 。
- 如果能夠挖5000公尺深井的話，那麼在利澤工業區就可能有 $320\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 核二廠在岩漿庫正上方，20公里深的岩漿庫的表面是 $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，那麼5公里的時候就是會有 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，再在加上地表的 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 就會有 $320\text{ }^{\circ}\text{C}$

直接挖深井驗證

- 我在3月29日，在新北市有關四磺仔坪的討論會上，我就建議能源局應該撥款、將現在已經挖到1300公尺深的四磺仔坪井加深、挖到5000公尺深，以了解井底溫度、環境酸鹼PH值、及是否有地下水存在等問題。
- 距龜山島與核四廠一樣大約20公里的利澤工業區，事實上 NEP2 原先的規劃也是說要在利澤工業區宜蘭縣政府環保局前的空地，挖第3口探測井。我建議這口井應該要挖到5000 公尺深。



挖井經費

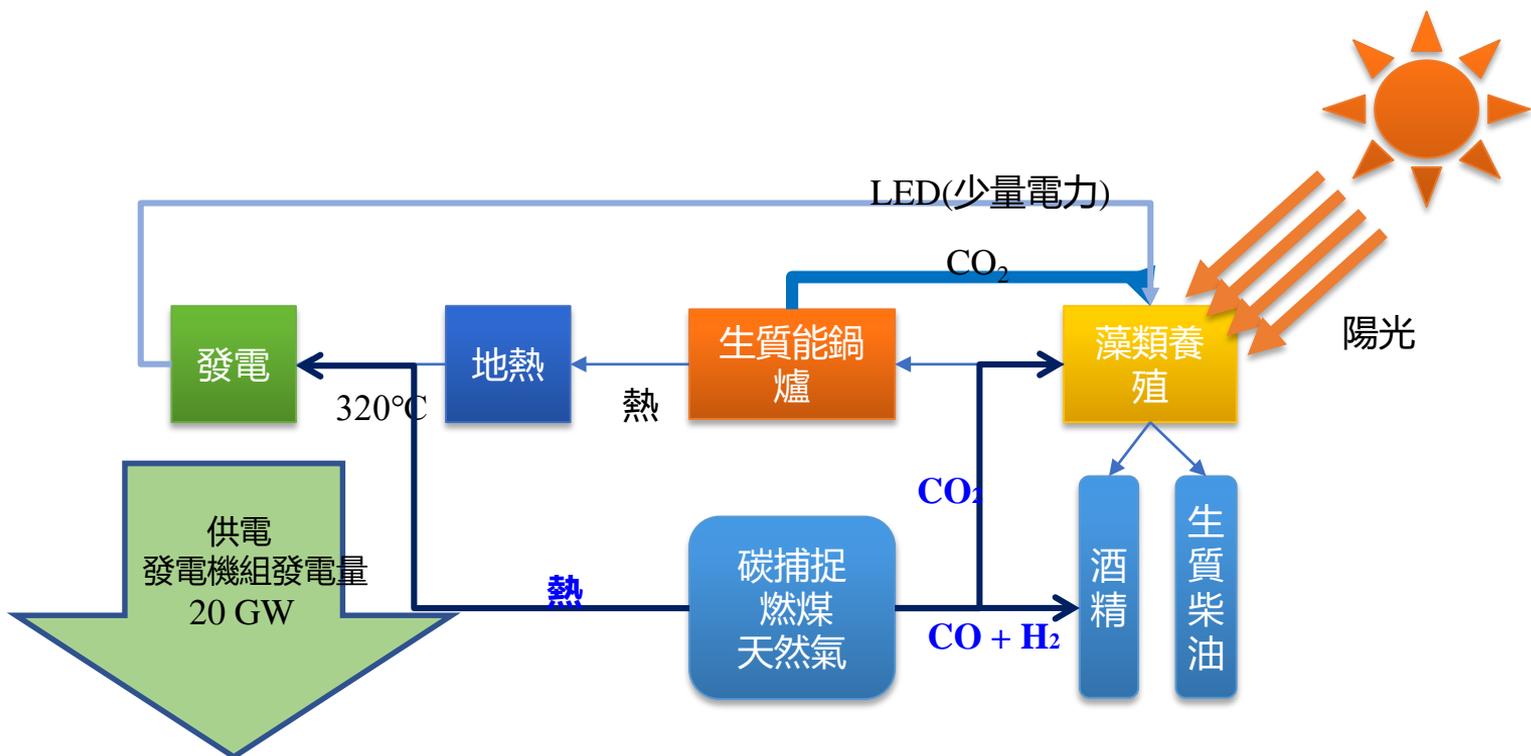
- 5000公尺估計大約2億至3億元。
- 因為中油公司原先在紅柴林挖的地熱井，就是說兩口井共五千公尺，要兩億元，當時中油公司是假設要能夠不虧損有賺錢的狀況之下。
- 目前政府可以要求中油公司吸收一點成本，以建立以後能夠挖上百口5000公尺地熱井的能力。也可以編多一點挖井費，但是由台電公司來負擔。



目前政府最該做的事:環評

- 核四採用的工法是 CEEG同軸套管單井取熱的工法，所以只要能夠挖到320度C的地底就可以。在挖井的過程中不會有任何危險，且在核四的地方也不是火山的地方、也沒有硫化氫等毒氣噴出的危險。
- 在利澤工業區的「利澤深層地熱電廠開發案」在經歷過四次專案小組會議、兩次環評大會、兩次專家小組會議後，已經再次送件，就等第三次的環評大會通過這個全台灣第一個地熱電廠的案子。這個案子有101 MW、正好可以作為核四廠往地熱電廠轉型的一個實際模式來使用。

20GW 之規劃(深層地熱+生質能)



(2015年6月提出)

