

回覆高成炎教授的文章『電廠環評不可能通過，挖井的兩億元還要花?』

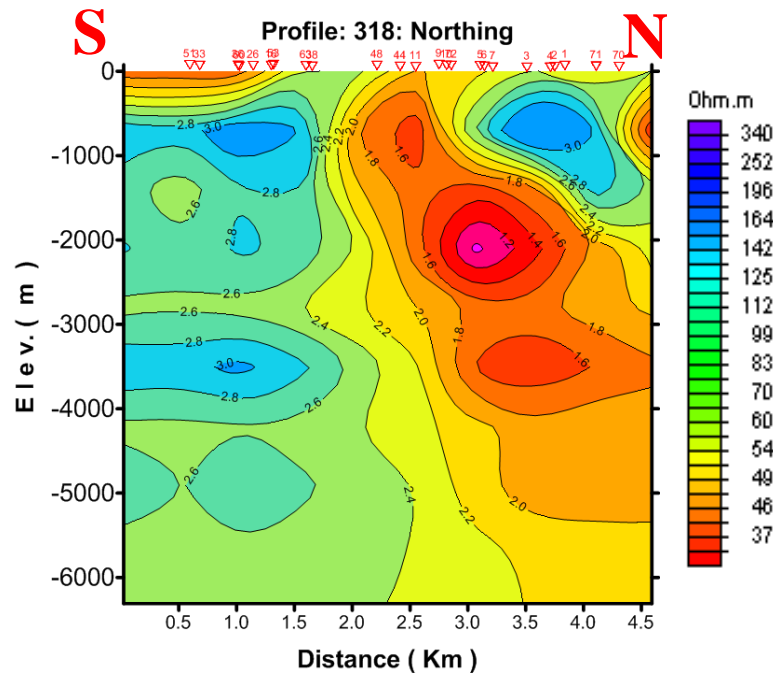
之質疑

宋聖榮
台大地質科學系

傾讀到高成炎教授在『台灣環境保護聯盟』的網站(<http://www.tepu.org.tw/?p=13970>)，發表有關地熱再生能源議題的文章，提出地熱探勘和環評相關的問題就教於台灣的地熱學界及 NEP-II 推動地熱主軸計畫的主事者，身為 NEP-II 主要的地熱計畫執行者，有義務、也有責任來回答高教授的質疑，以釋其疑，並感謝高教授對於在十月一日及二日舉辦之「2015 地熱國際研討會(ICG2015)」的肯定。以下是對於高教授的疑問一一來答覆：

1. 高教授文章的標題『電廠環評不可能通過，挖井的兩億元還要花?』，其論點是三星地區已被經濟部中央地質調查所於 2014 年 12 月 26 日公告為「地下水補注地質敏感區」，區域內的電廠環評已經不可能通過，那麼，挖井的兩億元，還要花下去嗎？所謂的「地下水補注地質敏感區」是依據『地質法』所公告，翻閱地質法中第八條--土地開發行為基地有全部或一部位於地質敏感區內者，應於申請土地開發前，進行基地地質調查及地質安全評估。故位於「地下水補注地質敏感區」並不表示其一定不可能通過環評、不可以開發，而是要從事詳細的地質調查評估，重點為是否會污染補注區的地下水層。在三星地區的地下水一般是存在於未固結、較鬆散的礫石層中，過去在此區域的地質和地球物理調查、以及探勘井鑽探結果，顯示礫石層的深度位在 300~500 公尺(越往蘭陽溪上游越淺)，而三星地區地熱發電所取用的熱水深度都比基盤岩要深許多(1,500 公尺深以下)，且淺於 1,500 公尺以上都會裝套管以隔絕與地下水的連通，並不會取地下水或排熱水進入地下水層，無污染地下水層之虞。
2. 針對台北科技大學何恭睿博士的文章『The Conceptual Models of the Geothermal Exploration on the Southern Part of the Lan-Yag Plain, Taiwan』，分析在三星紅柴林地底下地層是雪山山脈的四稜砂岩、或是中央山脈廬山層的板岩，並得到會挖到中央山脈地層的結論。確實此一議題目前還是學界爭論的焦點，但僅是學術的討論。因三星地區地底下的地熱儲集層是斷層破碎帶構造所控制，其有無熱水及多少量是控制在構造破碎帶的規模大小、深度和連通性，與地下岩層岩性無關。例如，NEP-II 在三星地區的淺層探勘井所鑽獲的四稜砂岩(深度約從 100 到 450 公尺)並無熱也無水；而在宜蘭清水地熱

區所鑽獲之廬山層板岩，不僅鑽獲熱也鑽獲大量的水，並不如高教授所引用的板岩層內並無熱水，只能採用 EGS 水裂法來人工製造地底岩層的裂隙(在一個井強壓灌水(注入井)、一個井抽水(生產井))。另外，依據大地電磁(MT)的資料(圖一)，在預計鑽井地區地底下有很低的電阻，顯示該區地底下應該有大量含熱水的岩層存在。



圖一：三星地區 MT 南北剖面圖。

3. 高教授文章提到『根據本人報告該井附近耕莘井 1,200 公尺深井底溫度 85°C 及結元主井 1,500 公尺深井底溫度 91°C 來計算，紅柴林地區的地溫梯度是每百公尺 4.4°C 至 5°C，則 2,500 公尺的井，井底溫度會是 130°C 左右』，但並未引用另一口在距耕莘井約 200 公尺左右養鴨場內所鑽 550 公尺深的溫度已達 81°C，顯示其所估 2,500 公尺之井下溫度約 130°C 左右有點低估，依目前整合井溫的量測數據推測，2,500 公尺之井下溫度應該在 150~160°C。

4. 高教授文章提到『依 NEP-II 紅柴林相關的報告，即使紅柴林是雪山山脈地層，挖到高含水的四稜砂岩，會是自噴泉的機會也是非常低。由於地熱井 N80 管材導熱佳，上升到地表應該會減少 30°C 以上。根據工研院綠能所的柳博士解釋，若井口是水溫 100°C 的水，要用 ORC 發 1MW 的電，每小時需要 120 公噸以上的熱水。而紅柴林現有的結元井，出水量是每小時 30 公噸。即使是挖兩口井且都當成生產井使用，每小時也只有 60 公噸，最多也只能發 0.5MW 的電力』。基本上岩石是熱的不良導體，雖地熱井 N80 管材導熱佳，但其周

圍的岩石導熱差、熱不容易流失，故熱水在井管中從深部上升至地表其溫度降低有限，不若高教授所言減少 30°C 以上。所以 2,500 公尺的熱水井底溫度 150~160°C，上升至地表應該還有 150°C 左右，用 ORC 發 1MW 的電量所需的熱水量也不若高教授所宣稱每小時需要 120 公噸以上的熱水。至於三星地區目前鑽探井所能獲得的熱水量，則有賴後續的鑽探結果才能知曉。

5. 高教授文章的另外論點『用水裂法開採頁岩氣時需要用強酸強鹼類的化學物質去溶解岩石，也會造成水污染。因此，在美國開採頁岩氣的地方有嚴重的環境污染。美國紐約州已立法禁止使用水裂法開採頁岩氣』。開採頁岩氣時需用強酸強鹼類的化學物質去溶解岩石，讓天然氣或石油溶出或溢出，然後開採之。但在『加強型地熱系統(EGS)』所使用的水裂法則無需使用強酸強鹼類的化學物質去溶解岩石，只是使用高壓水去碎裂岩石、以增加岩體的滲透性(permeability)。

以上五點是筆者針對高成炎教授的疑點所提出個人的看法，若有不周詳之處，還請高成炎教授多加指教，謝謝。