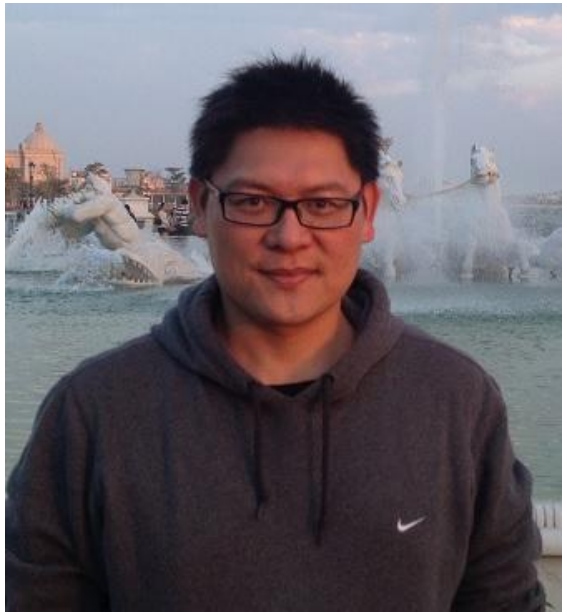
講者簡介：謝秉志 教授/主任

現職：

- 國立成功大學 資源工程學系 教授
- 成大 地熱碳封存及石油策略研究中心 主任
- 國家碳費審議委員



經歷：

- 美國堪薩斯大學 (KU) 三級採油研究中心 研究學者

專長：

- 地熱、碳封存、石油、天然氣、淨零科技

CO2RE Lab
Carbon Dioxide Sequestration & Reservoir Engineering Lab

bzhsieh@mail.ncku.edu.tw

臺灣深層地熱與碳封存試驗計畫

謝秉志 教授/主任

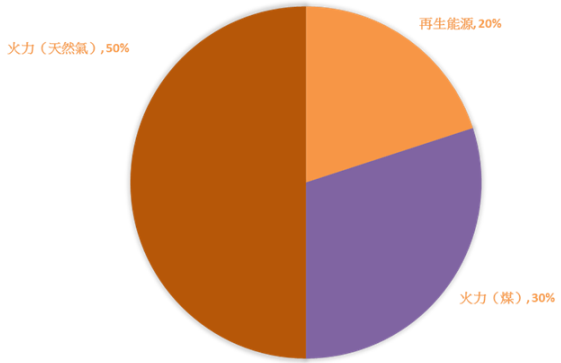
國立成功大學 資源工程學系/地熱碳封存及石油策略研究中心

2026/11

台灣淨零目標與關鍵戰略

台灣 2025 能源轉型的主要減碳工具

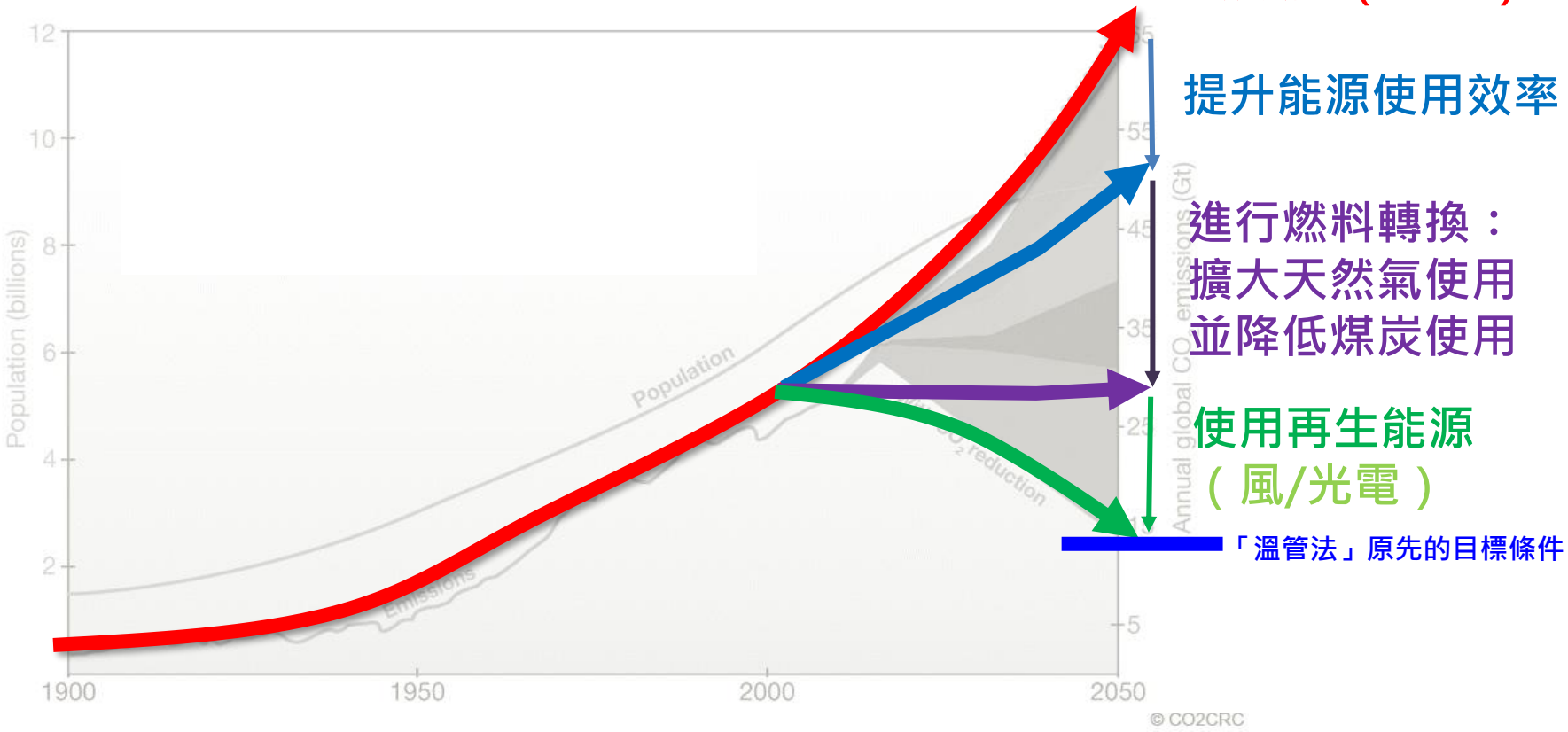
台灣 2025 能源轉型：20-30-50





台灣能源轉型使用的減碳方法

非核家園/再生能源/降煤增氣/減低碳排



背景資料來源：CO2CRC 網站

目前已修法要達到「2050淨零碳排」「氣候變遷因應法」（氣候法）

《氣候變遷因應法》三讀過關 碳費即將開徵 重點整理一次看

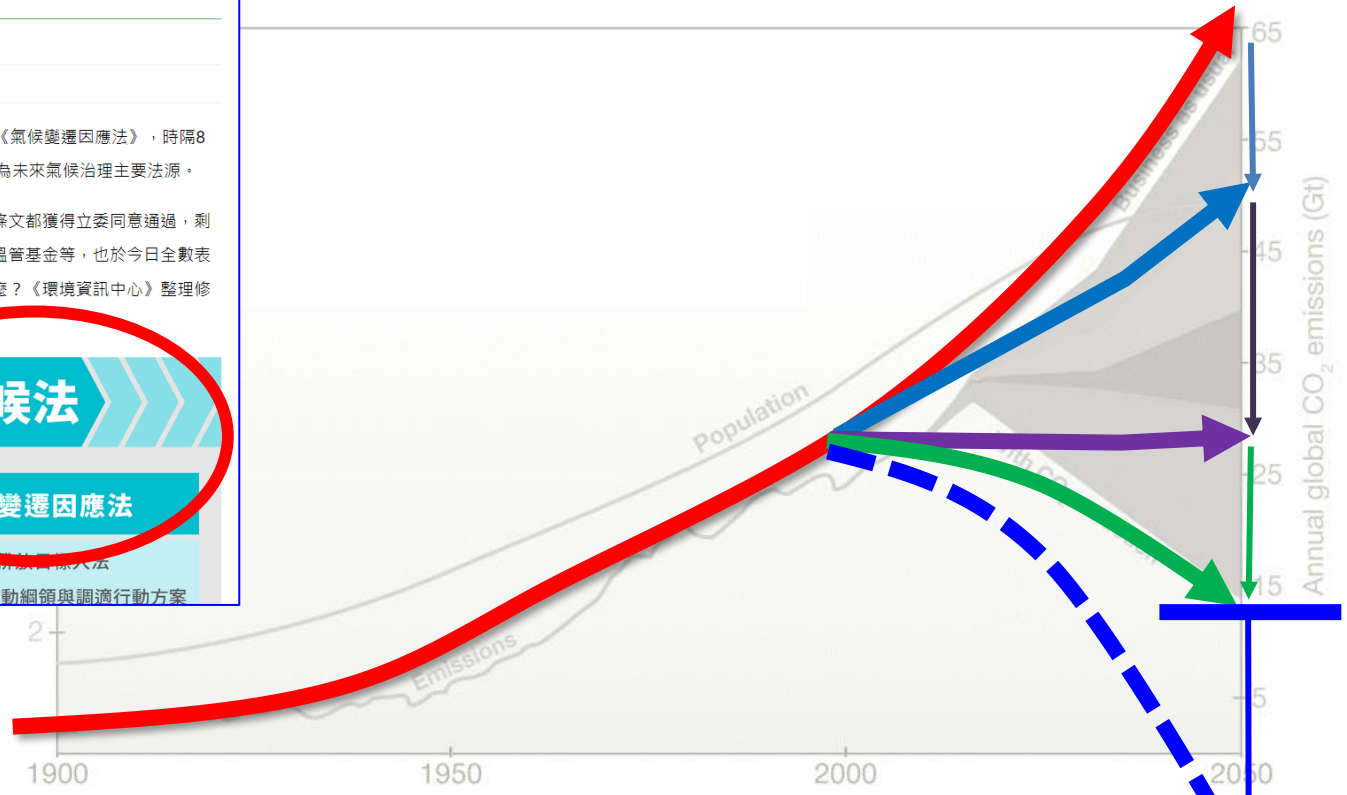
2023年01月10日

環境資訊中心記者 李蘇浚報導

立法院今（10日）三讀通過《溫室氣體減量及管理法》修正為《氣候變遷因應法》，時隔8年大幅修法，明定我國應在2050年達成溫室氣體淨零排放，成為未來氣候治理主要法源。

在此之前，草案經過委員會逐條審查以及四度黨團協商，大多條文都獲得立委同意通過，剩餘未取得共識的法條，如長期目標、主管機關權責、碳費以及溫管基金等，也於今日全數表決通過，順利完成三讀程序。《氣候變遷因應法》到底修了什麼？《環境資訊中心》整理修法重點提供各界參考。





不做改變（BAU）

提升能源使用效率

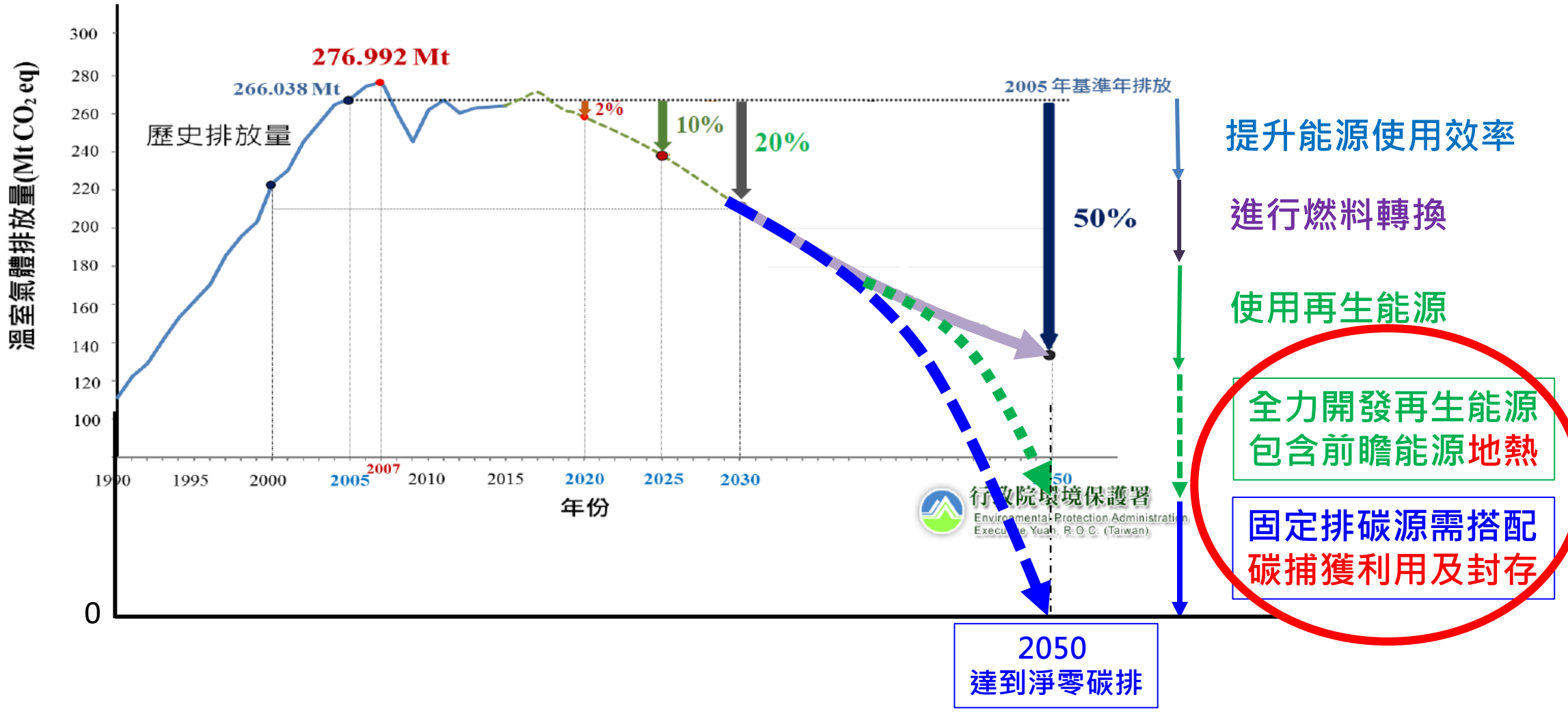
進行燃料轉換：
擴大天然氣使用
並降低煤炭使用

使用再生能源

「溫管法」原先的目標條件

新目標：2050 達到淨零碳排

為了達到「2050淨零碳排」，需要更多的減碳方法策略



台灣 2050淨零轉型：12項關鍵戰略

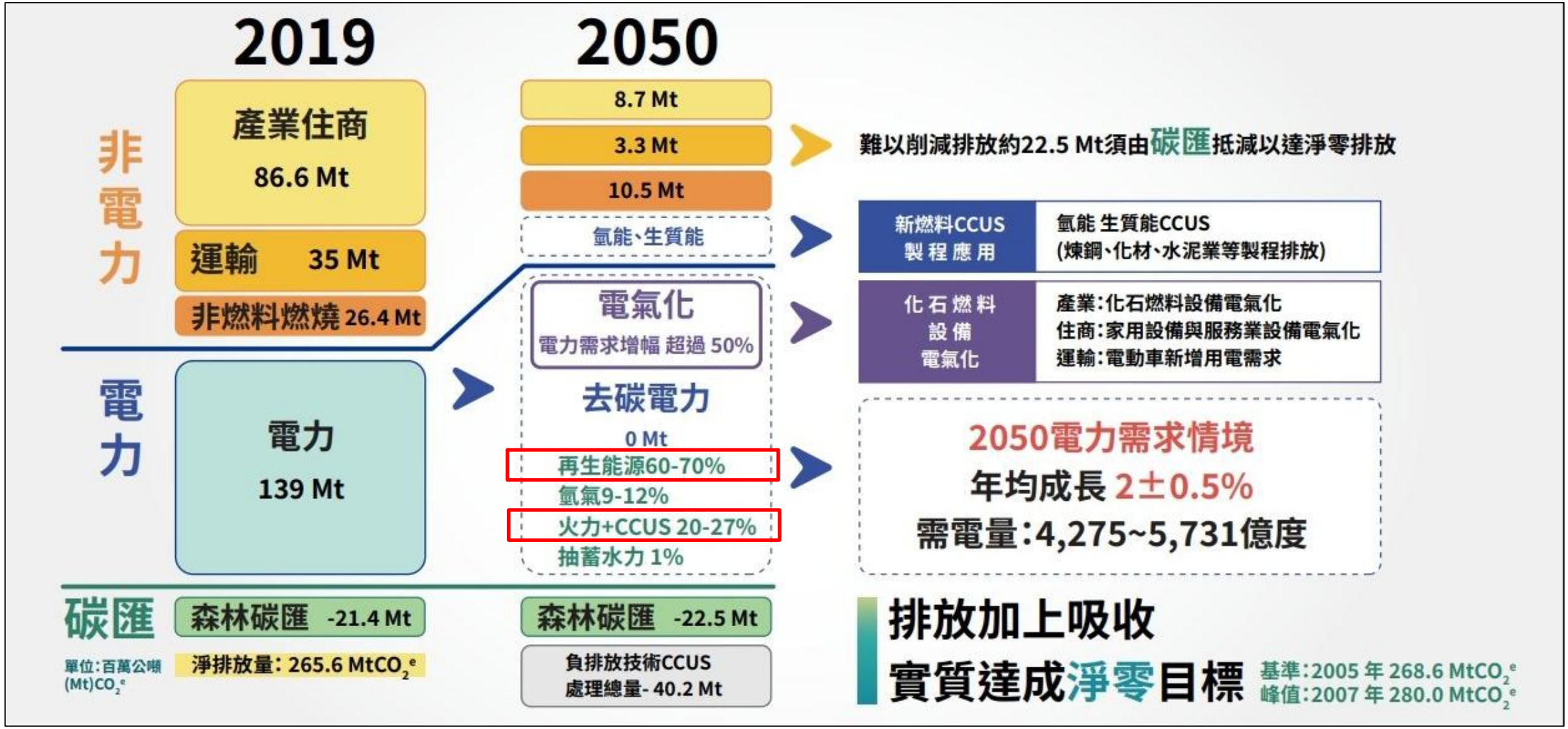


（地熱）創能

（CCUS）減緩

資料來源：國發會

台灣 2050 淨零排放規劃（國發會）



資料來源：國發會

前瞻綠能工程：深層沈積岩地熱

地熱是未來最值得大力開發的綠能

地熱相較於「火力發電」：

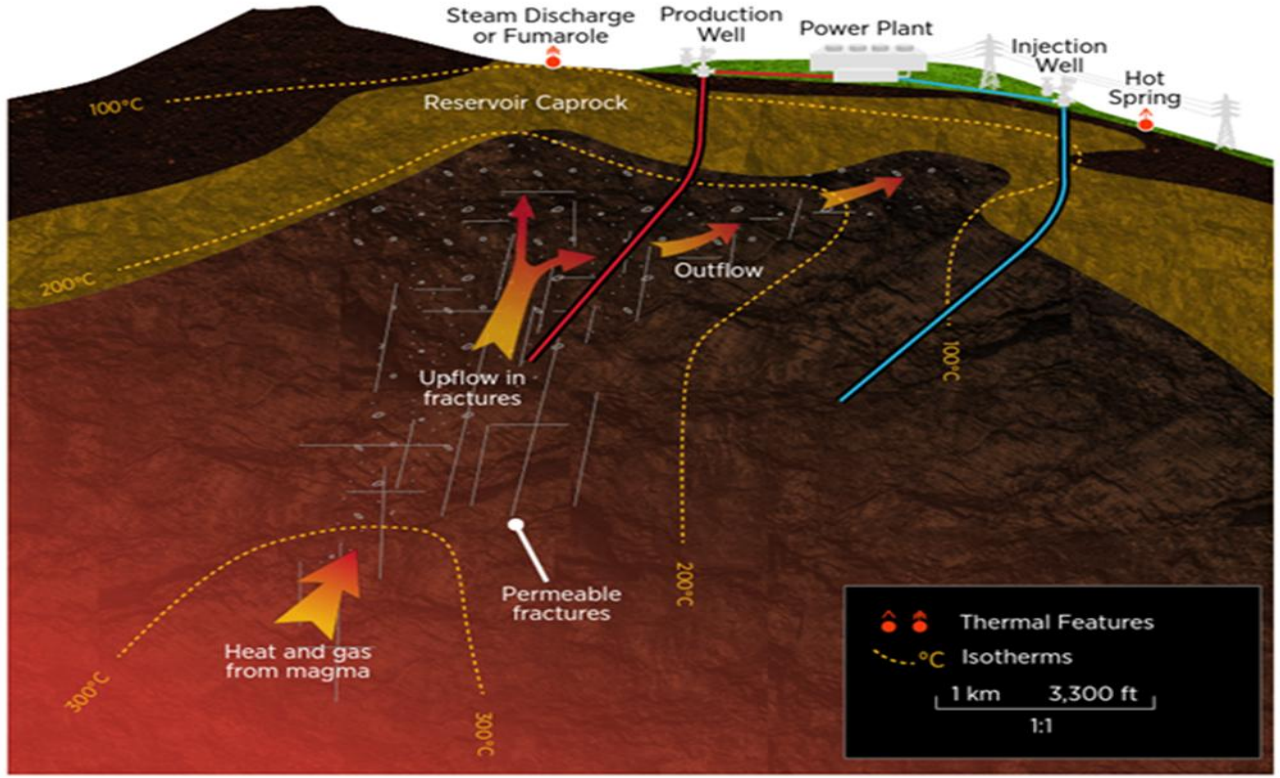
- 地熱是可再生能源，是RE綠能，發電過程幾乎不排碳。
- 沒有高額的燃料費。以生命週期的角度來看，總體成本相對低。
- 可提高國家自主能源，是一種戰略能源，不受國際事件影響，有助於國家安全。尤其適合於國防軍事單位。

地熱相較於「風電及光電」：

- 不是間歇性再生能源。不受天氣影響，可以 24/7穩定持續供應。
- 地熱地層是天然儲能裝置（自帶儲能），是基載電力。不用再建設高額的儲能設備。
- 具有可調控特性。可以靈活的開/關，來搭配風/光電做靈活運用。

地熱更是真正的具有國家防衛韌性的基載綠能

- 地熱深埋在地下，具有防衛韌性。
- 最好的國防綠能。



台灣將從「傳統水熱」進化到「深層地熱」（地熱開發的地表樣態有所改變）

- 傳統水熱：地表的熱源跡象指示出地下淺層可能有地熱可開發。
- 台灣東部已經有傳統水熱開發，但身處原民區，單井產能小於1MW，規模化及模組化不容易。





- 深層地熱：地表不一定有地熱徵兆。越深越熱，地熱可以在任何一個地方出現。
- 台灣東部有地熱，西部（例如台南平原）當然也可以有地熱。



深層地熱技術

- 深層地熱（台灣使用的名詞），是臺灣的未來

➢ 乾熱岩

  ➢ 增強型地熱系統：Enhanced geothermal systems (EGS)《只要有熱岩石就可以》

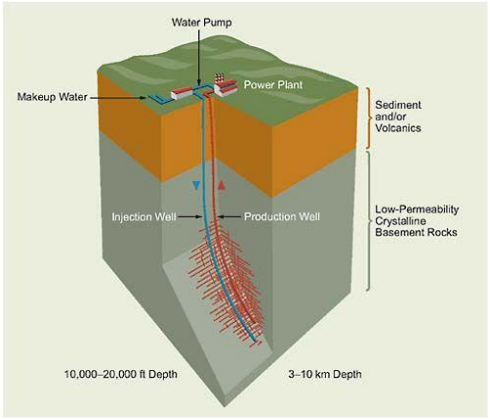
  ➢ 先進型地熱系統：Advanced geothermal systems (AGS)《真正的取熱不取水》

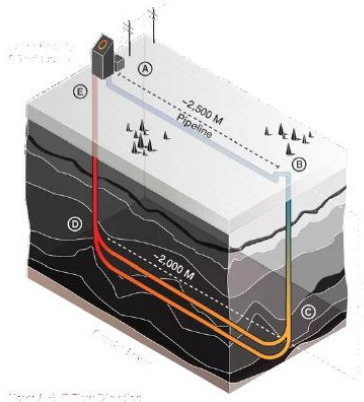
➢ 濕熱岩

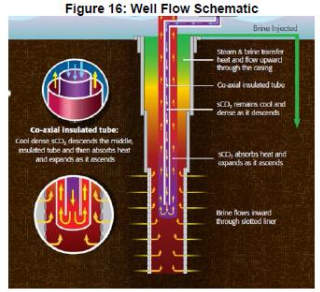
  ➢ 沈積岩地熱系統：Sedimentary Geothermal Resources (SGR) / Hot Saline Aquifer (HSA)《石油工程的直接應用》

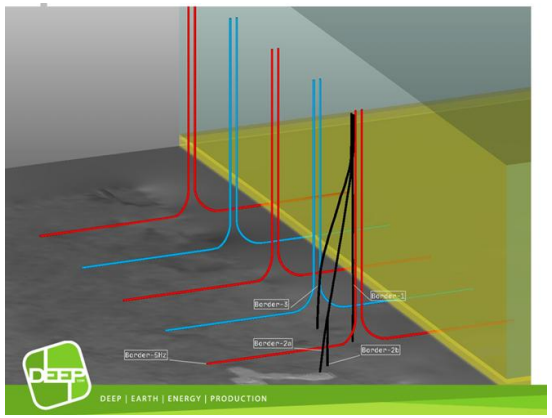
➢ 超熱岩

  ➢ 超臨界地熱系統：Supercritical geothermal system (SGS)《以一抵十》











從「第一原理 (First Principal)」角度來看地熱開發
-- 熱電轉換方程 (Heat to Power equation) --

可以得到的電

$$W = h \times \dot{m} \times \eta$$

從儲集層取出的熱

(Moon and Zarrouk, 2012)

運轉裝置容量 Running capacity = 儲集層平均熱焓 Reservoir enthalpy × 總質量流率 Total mass flow rate × 熱電轉換效率 Conversion efficiency of geothermal power

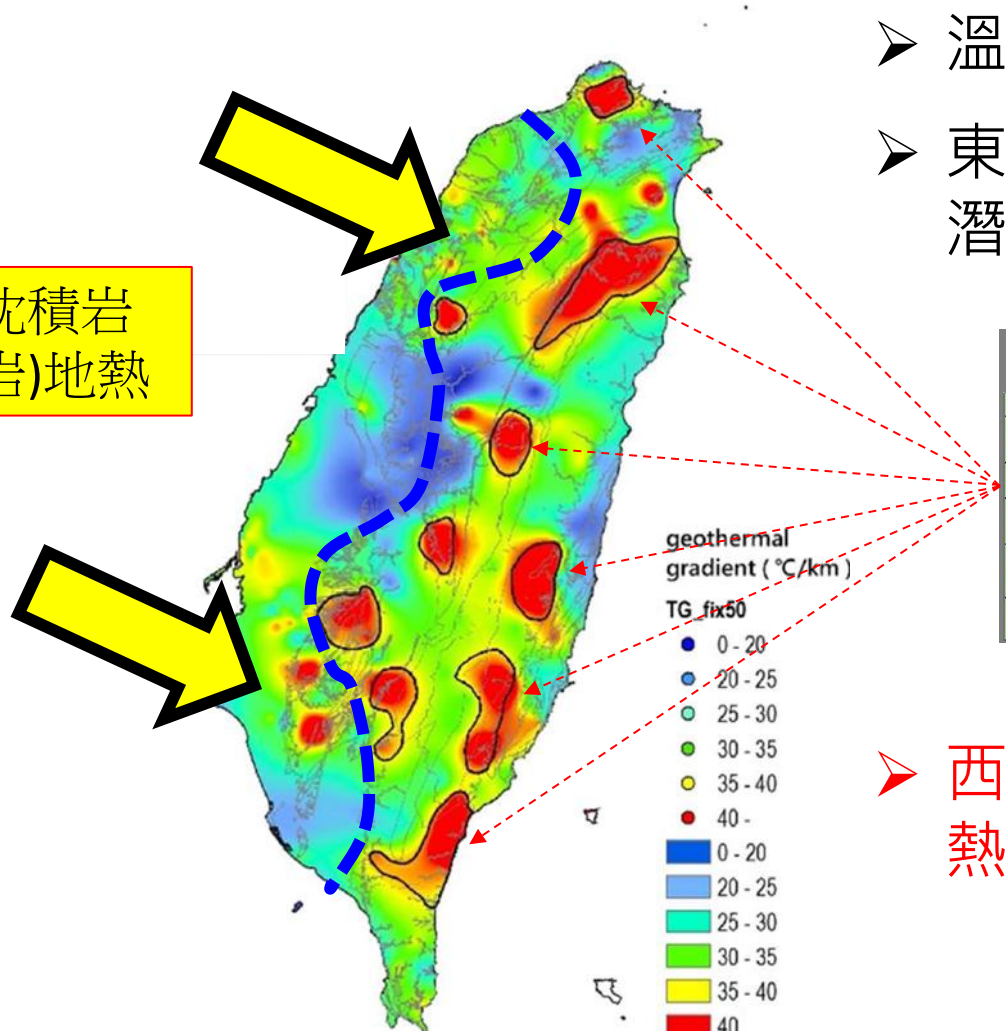
$$kWe = \frac{kJ}{kg} \times \frac{kg}{s} \times 無單位$$

$$\frac{kJ}{kg} \times \frac{kg}{s} = \frac{kJ}{s}$$

- 我們不是「只追求熱度」，我們追求「熱度與產量的加乘效應」。
- 雖然是中低熱焓（只是130度的地層），但產量充足時（250噸/小時），可產生的MW數還超過傳統水熱（溫泉地熱）的產能。

台灣有豐富的地熱，東/西發展路線可以同時展開

深層沈積岩
(濕熱岩)地熱



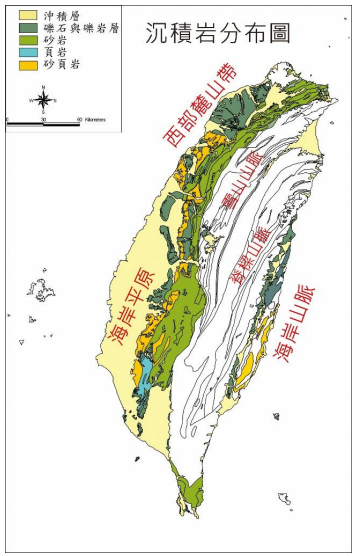
- 溫泉區（傳統水熱，有1GW潛能）
- 東部：中央山脈/花東區（乾熱岩，有40GW潛能）

Total : ~ 40 GWe in 10 potential areas

No.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Name		Tatun	Chinsuei-Tuchang	Lushan	Reisuei	Wulu-Yenping	Chiben-Jinlun	Baolai	Guanzilin	Miaoli	Dongpu
Volume	km^3	809	2774	1096	1237	1900	2011	1412	1254	431	780
Average T	°C	235	227	236	219	225	215	212	215	217	219
Heat content	$10^{18}J$	245.2	795.0	332.0	334.7	530.8	531.1	360.2	324.3	113.6	209.2
Power available	GWe	2.7	8.5	3.7	3.5	5.6	5.4	3.6	3.3	1.2	2.2

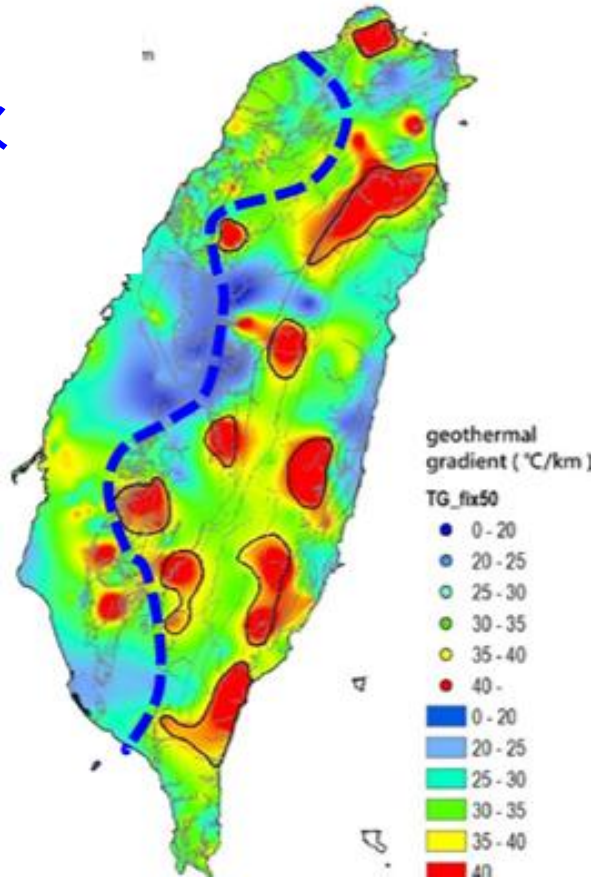
- 西部：傳統油氣產區，沈積岩（濕熱岩）地熱，提供西部科技業地熱直供的機會。

台灣西部有深層地熱水可開發出深層地熱
（地熱開發其實是要標定可帶出地下熱的「熱水」）



西部有深層的地熱水

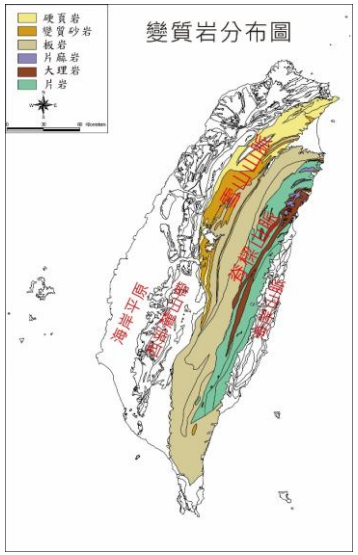
- 台灣西部 平原及麓山帶
- 沈積岩（孔隙熱水）
- 深層地熱（濕熱岩）
- 傳導型地熱層
- 地層水不會流動，可以使用抽水生產。



東部有淺層的地熱水

- 台灣東部 宜蘭花蓮台東
- 變質岩（裂隙熱水）
- 淺層水熱（傳統水熱）
- 對流型地熱層
- 地熱水會自噴，也可以使用抽水生產。

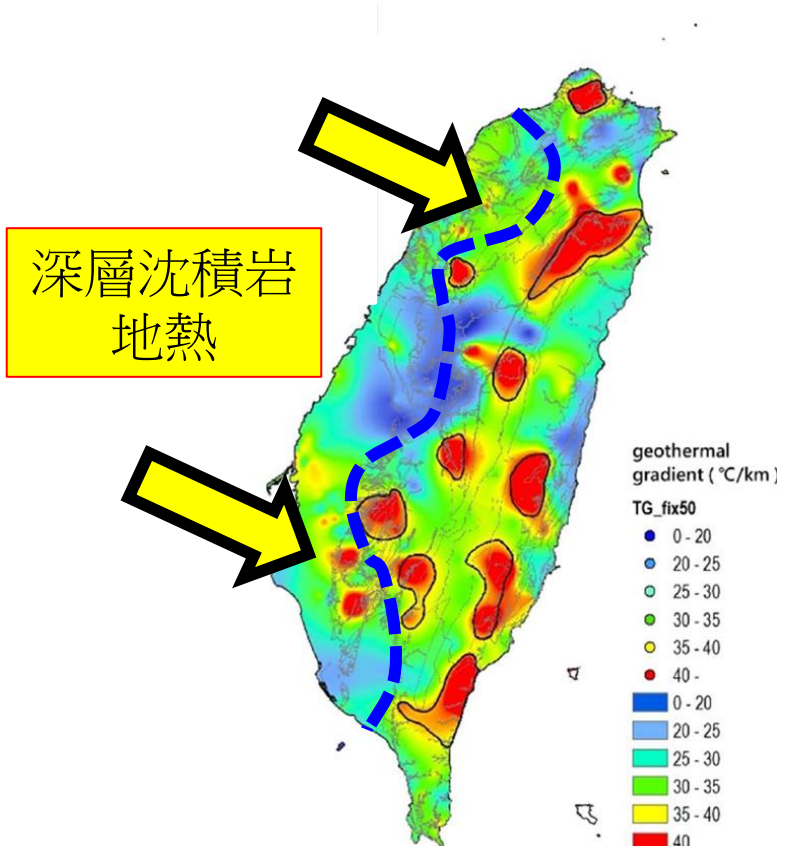
註：沒有水的地熱地層，我們稱之為乾熱岩



西部沈積岩（濕熱岩）深層地熱非常值得政府重視！

技術工法：臺灣西部沈積岩深層地熱

臺灣西部油氣生產區域就是沈積岩深層地熱的最佳機會



Renewables

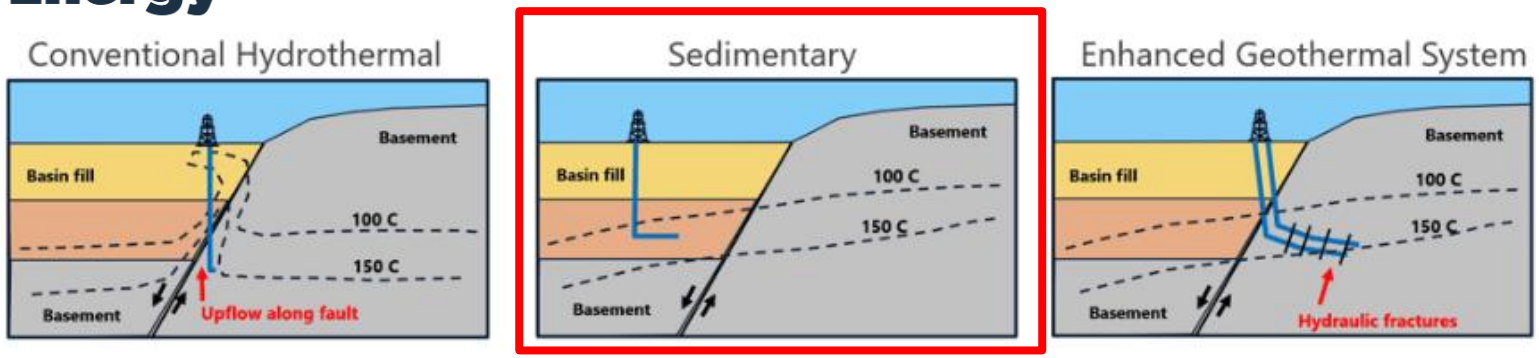
Sedimentary Geothermal Resources Offer a Bright Future for Geothermal Energy

POWER



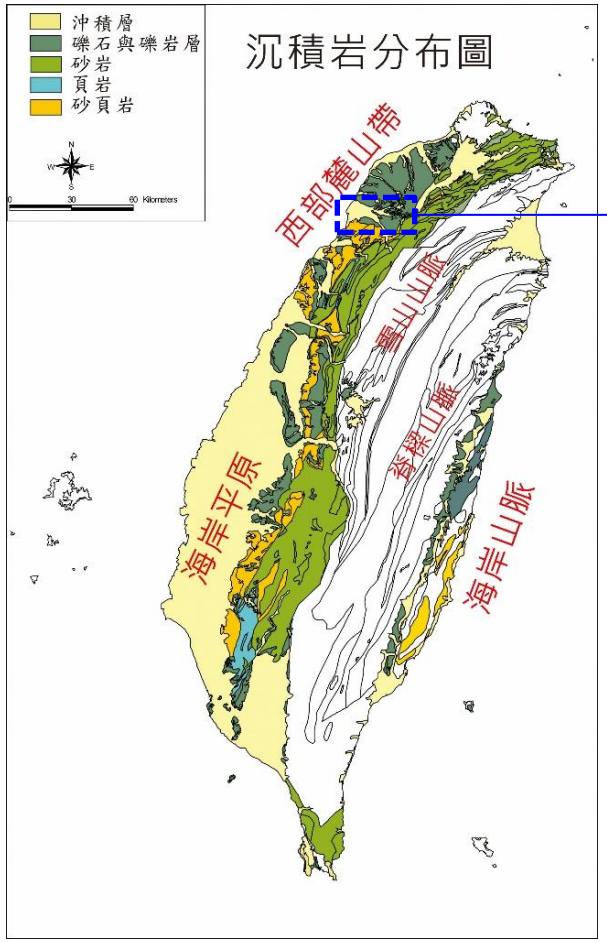
Jul 3, 2024

by Kellen Gunderson

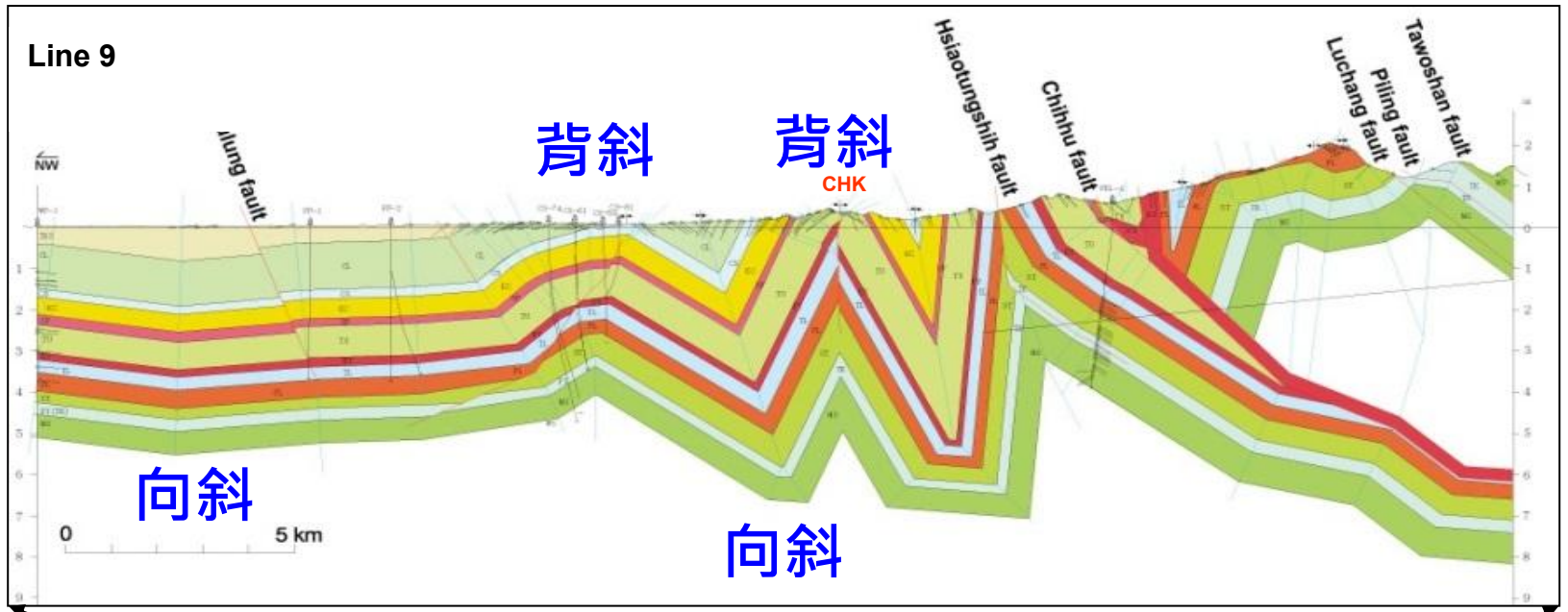


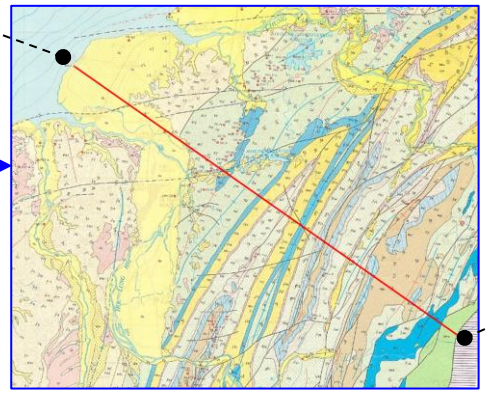
Sedimentary geothermal resources offer a middle course approach between conventional geothermal and EGS developments by targeting sedimentary rock reservoirs with high natural porosity and permeability in hot sedimentary basins (Figure 1). The use of horizontal wells completed within the reservoir can increase the flow rates of production wells and improve project economics. Many of the areas being considered for sedimentary geothermal development are data-rich traditional oil gas basins, which decreases exploration costs and project risk. A prominent example is the Gulf Coast of Texas, where multiple companies have been exploring for and developing geothermal power projects.

台灣西部沈積岩的地下樣貌：沈積岩的孔隙內有很豐富的地下能源（石油/天然氣、熱水）

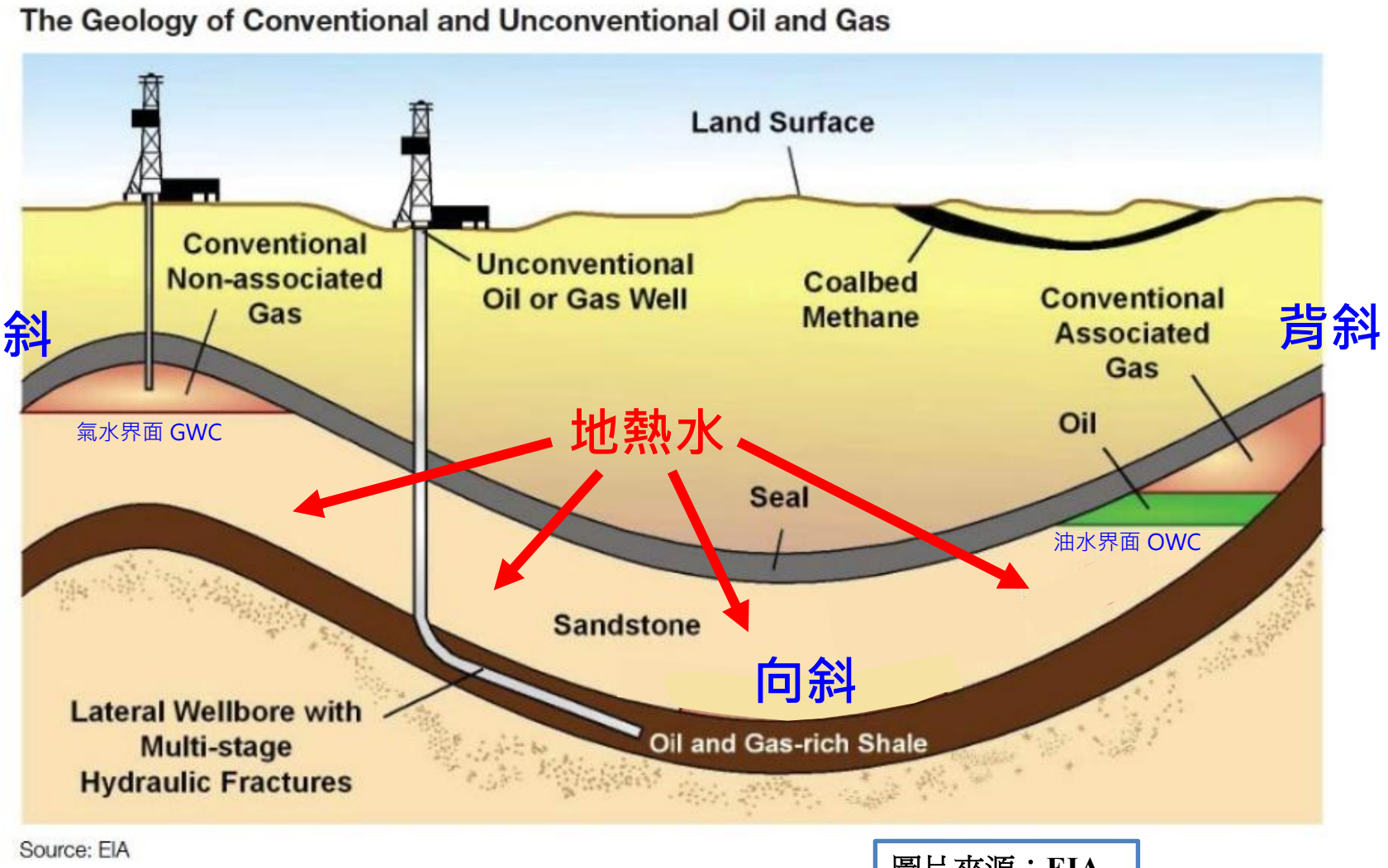


https://icloud.nmp.gov.tw/Library/EPaperContent?a=212&id=68&nid=220



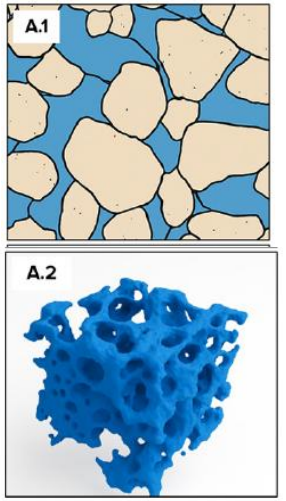


沈積岩的背斜有石油/天然氣；向斜內都是地熱水

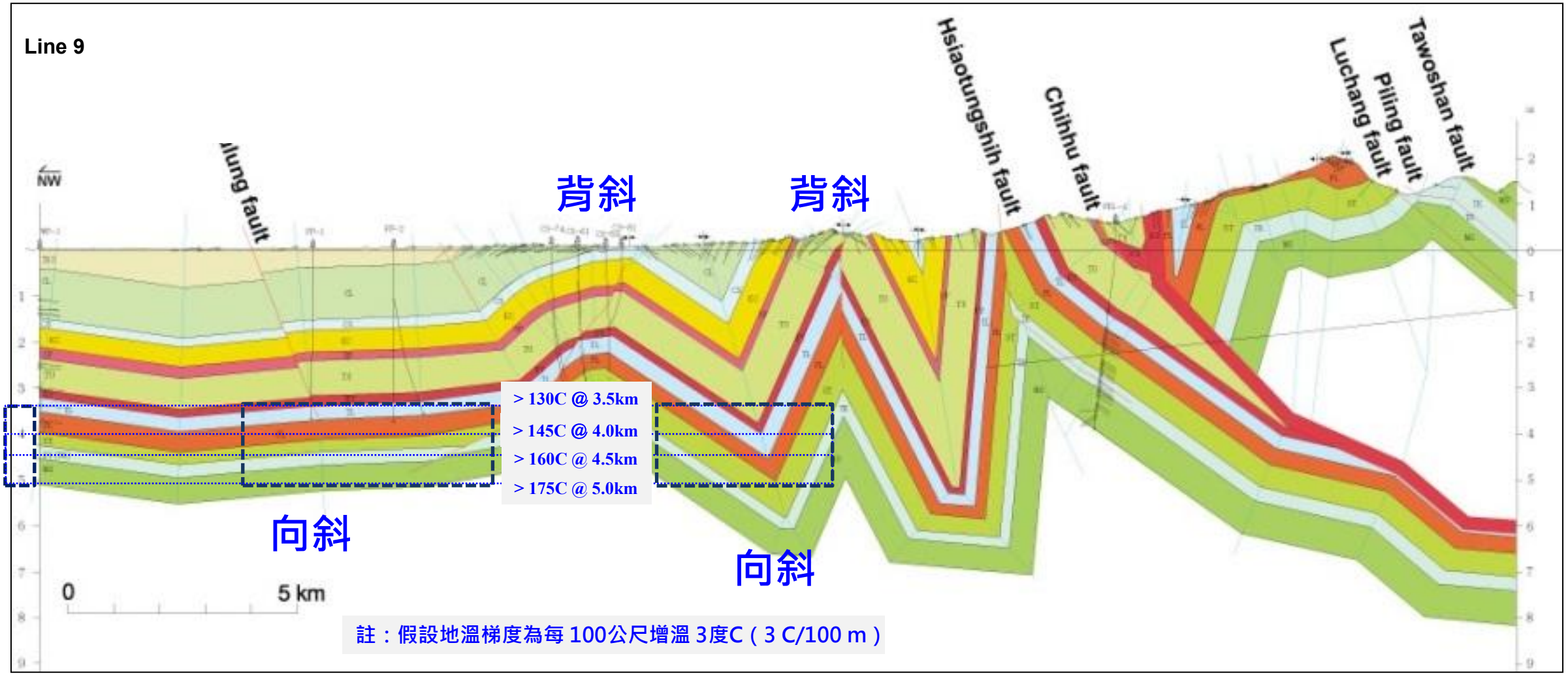


圖片來源：EIA

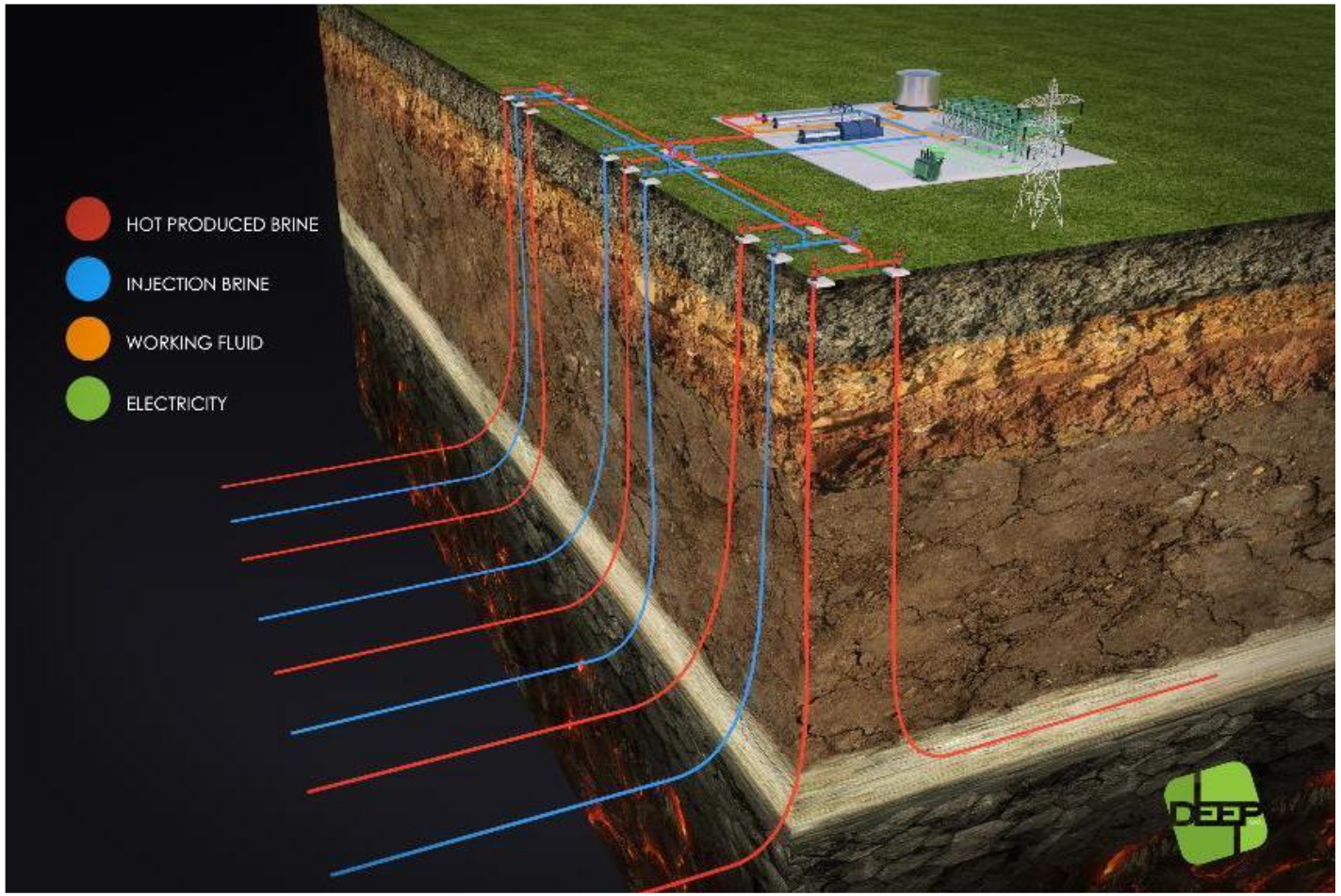
沈積岩具備有很好/很豐富的儲藏流體的空間：連通的孔隙蘊含了豐富的水量



沈積岩向斜區的地熱水。如果深度夠，地熱水就夠熱
（深層地熱的特色：越深越熱）



國外開發實證：沈積岩深層地熱 -- 加拿大 DEEP 計畫（單一厚砂岩層的開採計畫）



- 使用地下深度 3.5公里，地層溫度130度的沈積岩地層。
- 利用水平井（水平井段長度2公里以上）進行高流量生產。
- 配置多口水平生產井及水平注入井，採用石油工程開發技術。
- 地表用地只需 300*300 m（9公頃），可以採收地下 5*8 km 的區域，開發出 20MW的地熱。
- 可規模化的區塊式開發，工法「複製/貼上」發展到 200MW。

深層地熱需要法規面的協助

- 能源署預告修正「再生能源發展條例」
  - 明定地熱能是國家天然資源
  - 為減少地表使用及擴大地下空間利用，考量地下一定深度不影響土地所有權的行使，取得主管機關許可者，得在深度超過 300 公尺的地下設置井體、管路或其他附屬設備，地表土地所有權人不得排除。
- 建請政府進行更有彈性的法規管理，順暢地熱產業公司的專業工程設計。



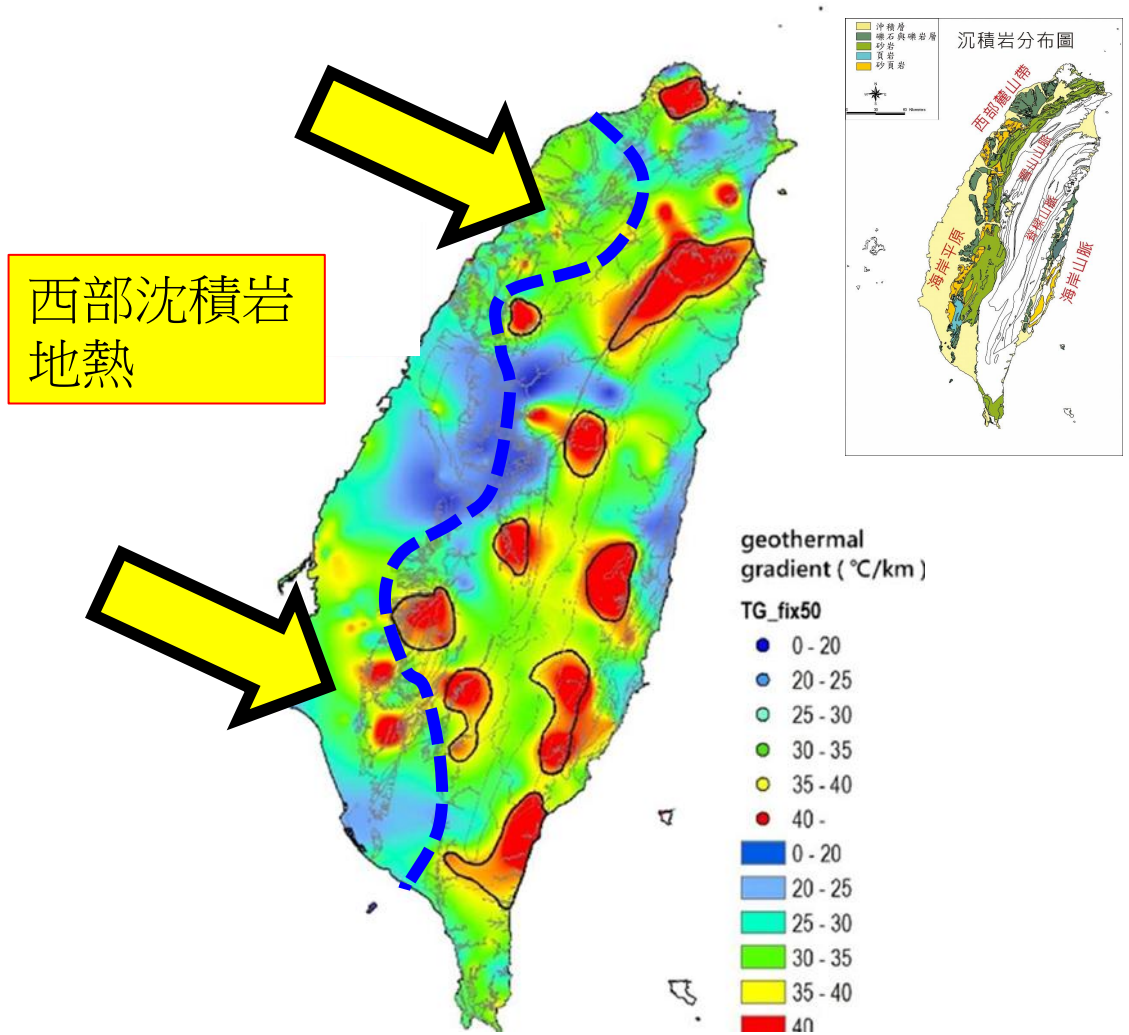
地熱能次世代躉購費率 (FIT) 助攻深層地熱

- 沈積岩地熱鑽井開發深度達到3.5公里以下（通常在3.5-5.5公里區間，達到政府深層地熱定義）。
- 爭取政府認同沈積岩深層地熱開發隸屬於「次世代躉購費率（FIT）」範疇，可以用8.5522元的費率來支持產業進行早期開發。

表 2　115 年度再生能源（太陽光電除外）發電設備電能躉購率

再生能源類別	分類	裝置容量級距	躉購費率(元/度)		
風力	陸域型	1 瓩以上不及 30 瓩	7.4110		
		30 瓩以上	有具備 LVRT 及 HVRT 功能者		2.1299
			無具備 LVRT 及 HVRT 功能者		2.0980
生質能	沼氣(有厭氧消化設備)	1 瓩以上	7.0192		
	固態生質燃料及國內農業剩餘資源	1 瓩以上	5.1580		
	其他	1 瓩以上	2.8066		
廢棄物	一般及一般事業廢棄物	1 瓩以上	3.7263		
小水力	無區分	1 瓩以上不及 100 瓩	4.9548		
		100 瓩以上不及 500 瓩	4.8936		
		500 瓩以上不及 20,000 瓩	4.2285		
地熱能	傳統型	1 瓩以上不及 5,000 瓩	階梯式躉購費率	前 10 年	7.2498
				後 10 年	3.5457
		5,000 瓩以上	階梯式躉購費率	前 10 年	5.7941
				後 10 年	3.4731
	次世代	1 瓩以上	8.5522		
海洋能	無區分	1 瓩以上	7.3200		

沈積岩深層地熱可以在西部高科技廊帶中有所貢獻

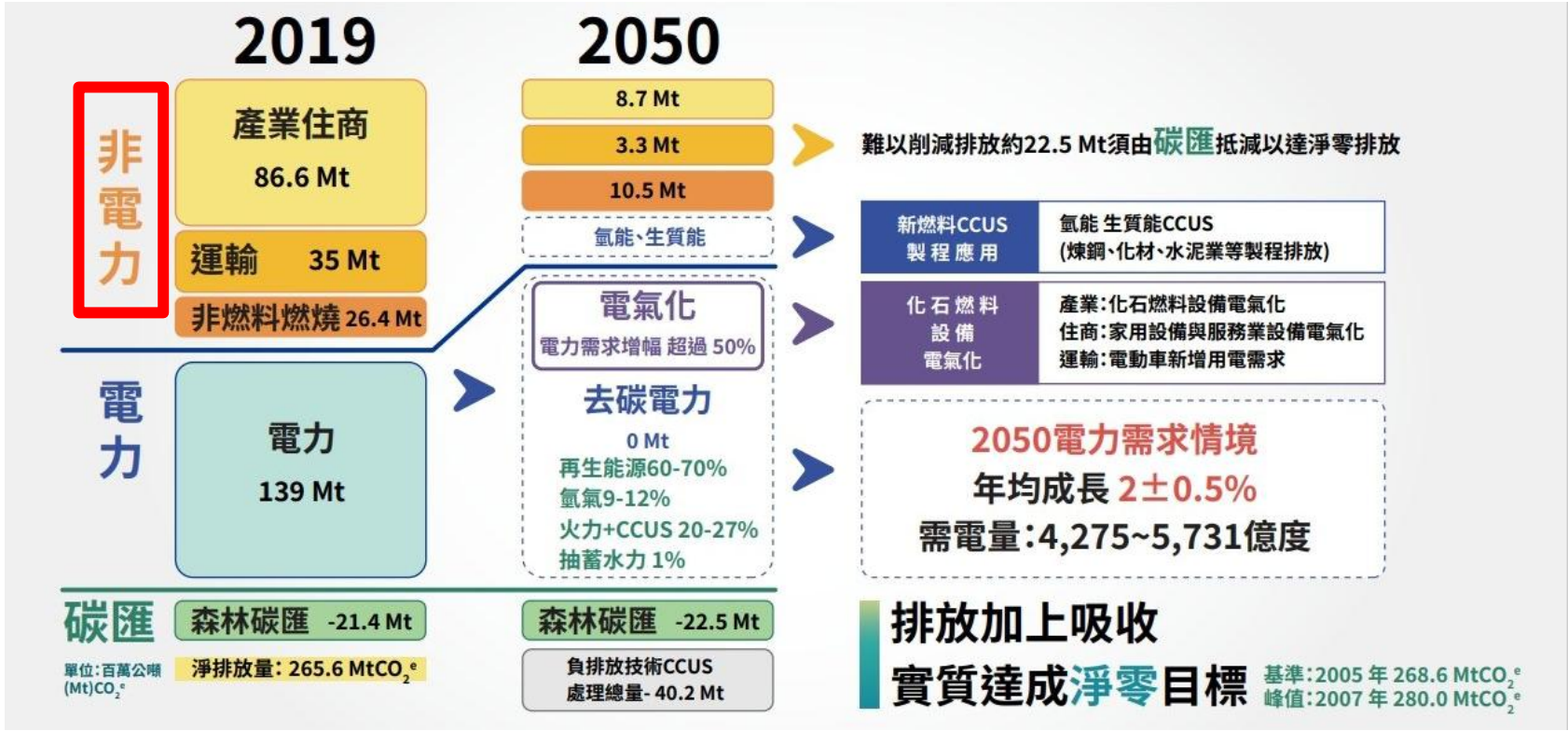


- 西部基礎建設豐富、且接近高科技產業用電端，較沒有饋線及電網輸送問題
- 不與溫泉業者爭利
- 沒有（很少）原民傳統領域問題
- 探勘風險可以靠過往的油氣調查資料而大幅度降低
- 可以模組化多層次開發，減少開發碳足跡
- 面積廣佈，有近萬平方公里的涵蓋面積，有利於規模化複製，可以擴充到GW等級
- 特別適合軍事基地進行應用，增加國防韌性

除了綠電之外，臺灣2050淨零還需要碳中和的幫助

碳中和對台灣 2050 淨零的幫助：非電力使用

- 2019年碳排148百萬噸(Mt)
- 2050非電力的碳排量可以減少到22.5 Mt（竭盡努力，但仍難以削減）
- 需要利用2050年22.5 Mt的森林碳匯（這是從大氣中進行的碳吸收量，以數學來說就是 -22.5 Mt），幫忙非電力使用的碳排達到碳中和。

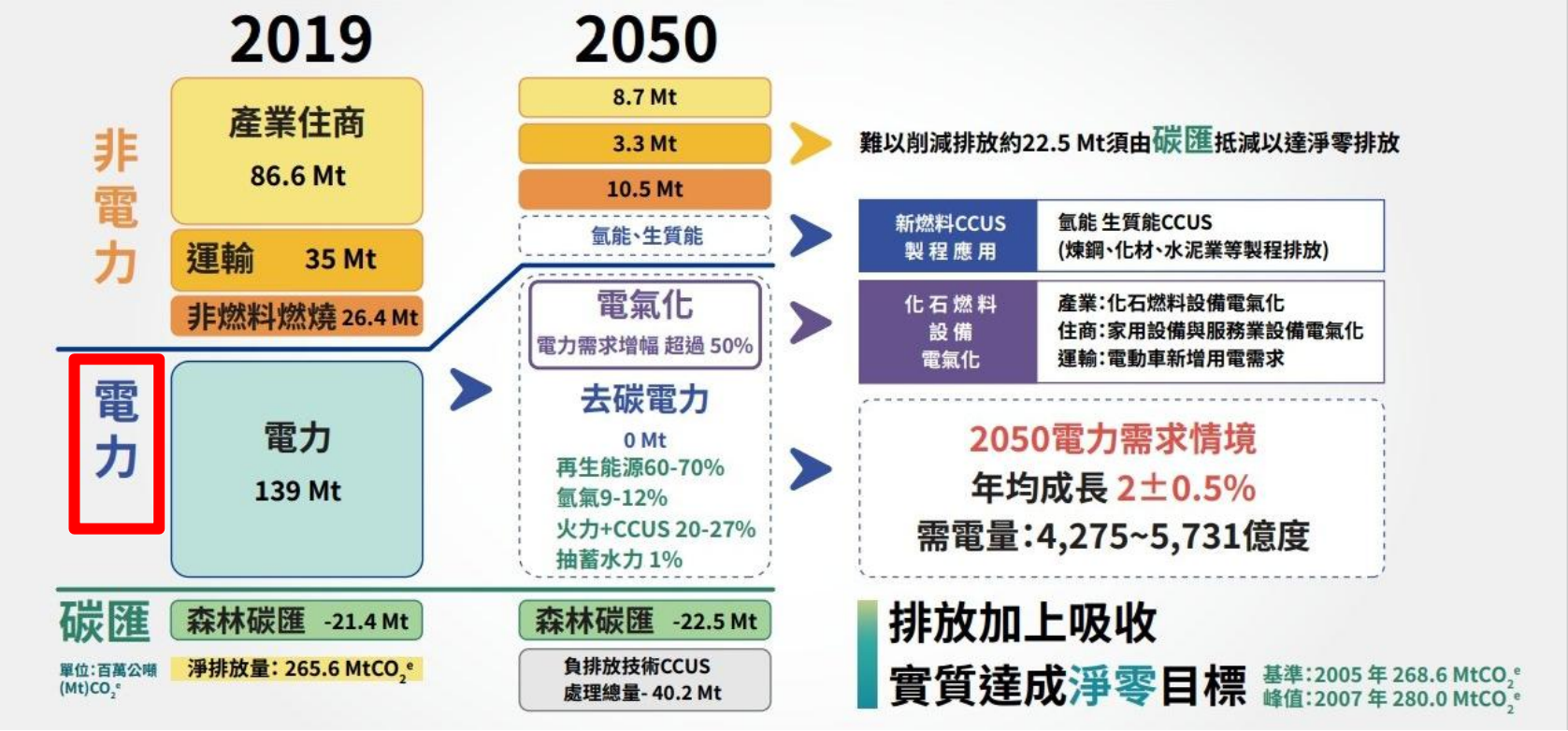


非電力排放的 (22.5 Mt)＋森林碳匯的 (-22.5 Mt) ＝ 0

碳中和對台灣 2050 淨零的幫助：電力使用

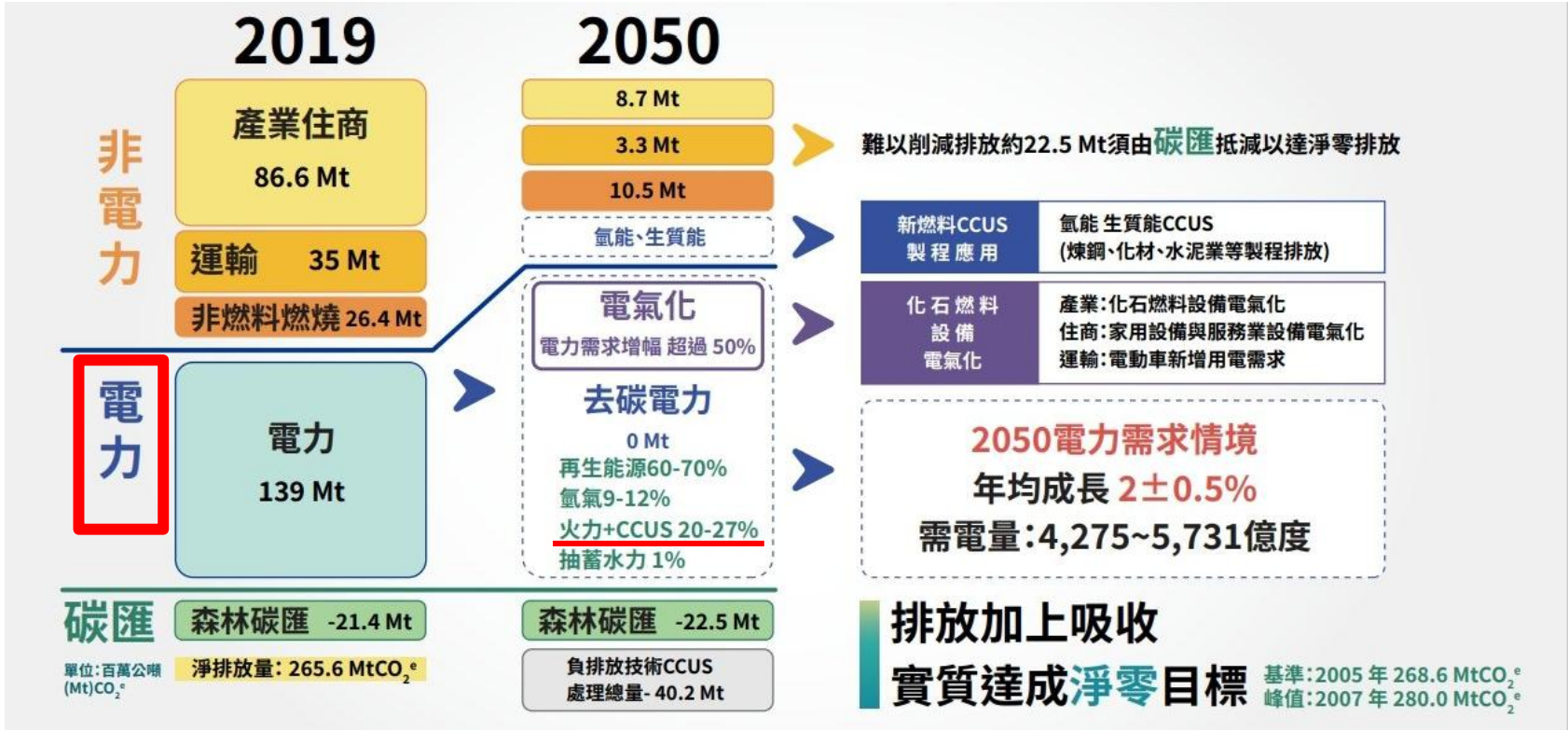
- 2050規劃的電力組合

- 再生能源（不排碳綠能）占電力使用的60～70%
- 氫能（氫氣燃燒後只有水分排放，氫能是無碳電力）占電力使用的9～12%
- 我們很可惜的仍然需要一些火力發電供給（使用低碳排的天然氣），這一部分需要自行達成零排放



碳中和對台灣 2050 淨零的幫助：電力使用

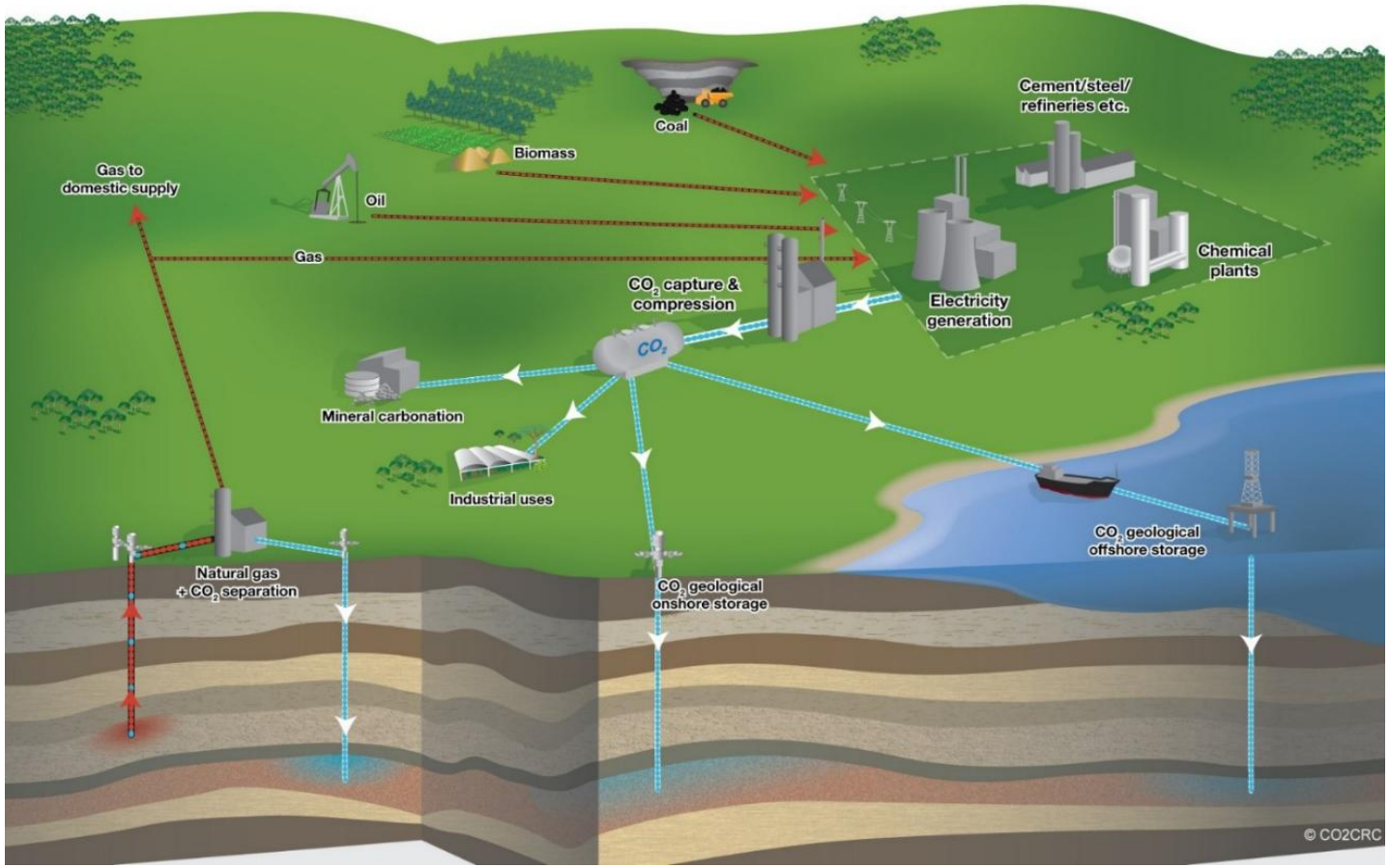
- 天然氣電廠本身是一種排碳設施，為了讓天然氣電廠變成一種碳中和設施，需要相對應的除碳技術：二氧化碳捕捉與封存（CO2 capture and storage, CCS）
- 這是一種工程技術型態的碳匯，將本來要排放的二氧化碳抓下來，讓二氧化碳不會直接排放到大氣中，進而使正碳排的效應減低到零。



地質減碳工程：碳捕存（CCS）技術

碳捕捉及封存（CCS）基本概念與原理

碳從地下來，讓碳回到地下

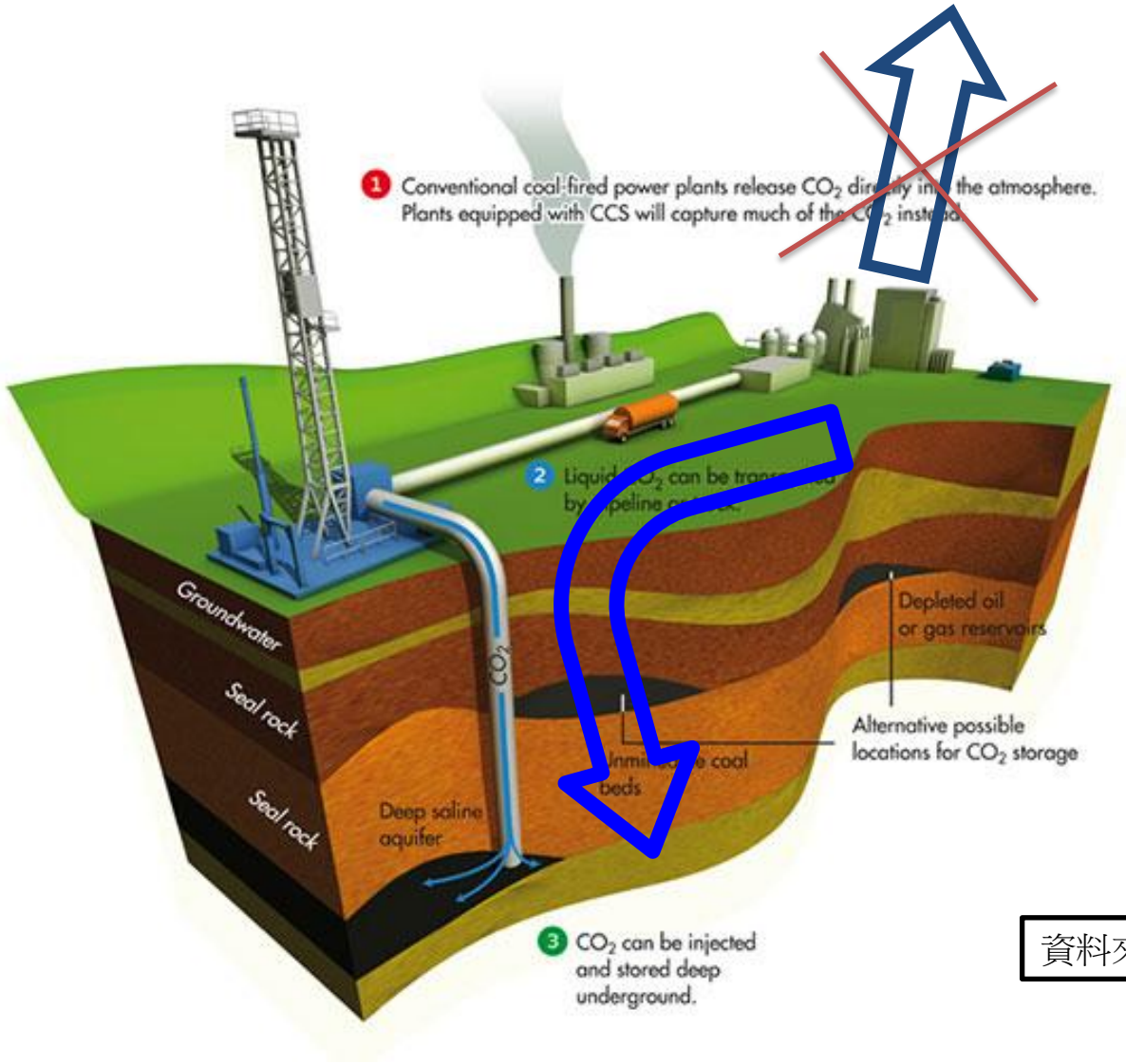


C-H

C-O

資料來源：CO2CRC 網站

二氧化碳捕獲及封存（CCS）的基本操作（三元素）



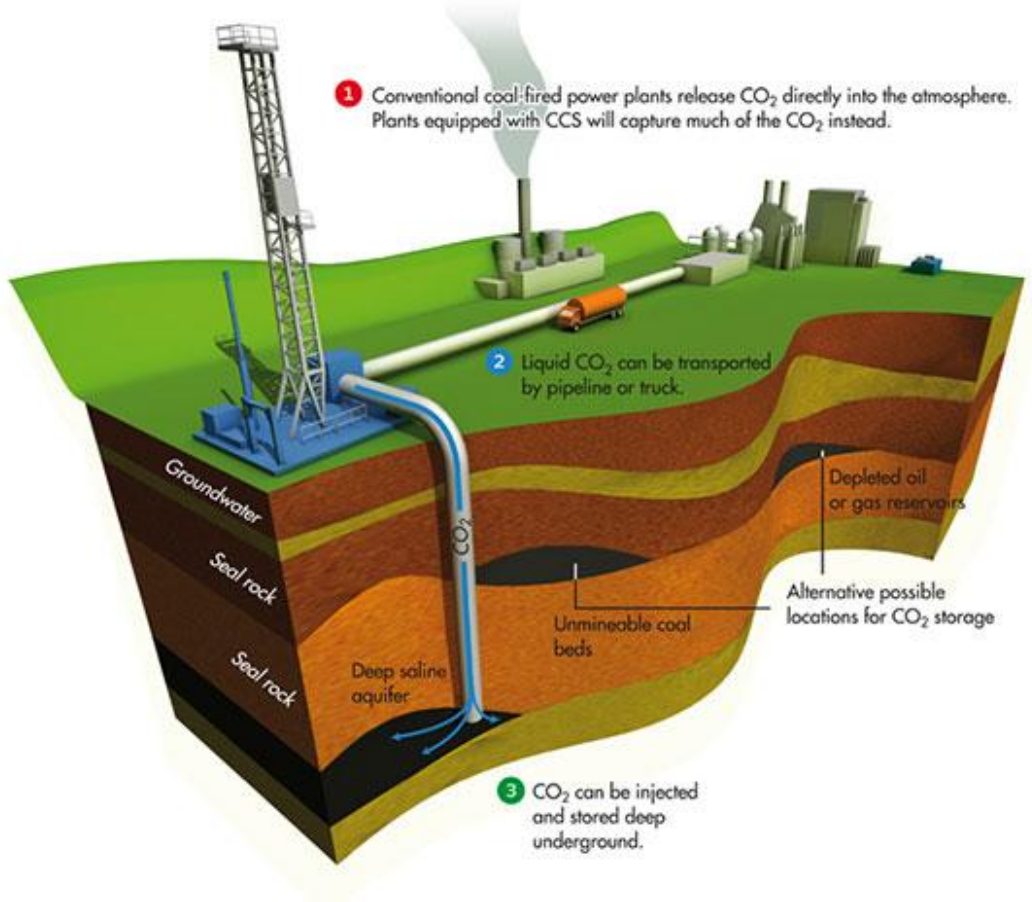
- 捕獲 (Capture)
- 運輸 (Transport)
- 封存 (Storage)

環境部公告《企業宣告碳中和指引》
碳中和三步：盤查、減量、抵換

資料來源：Power Engineering International (PEi) 網站

碳捕捉及封存（CCS）：捕捉

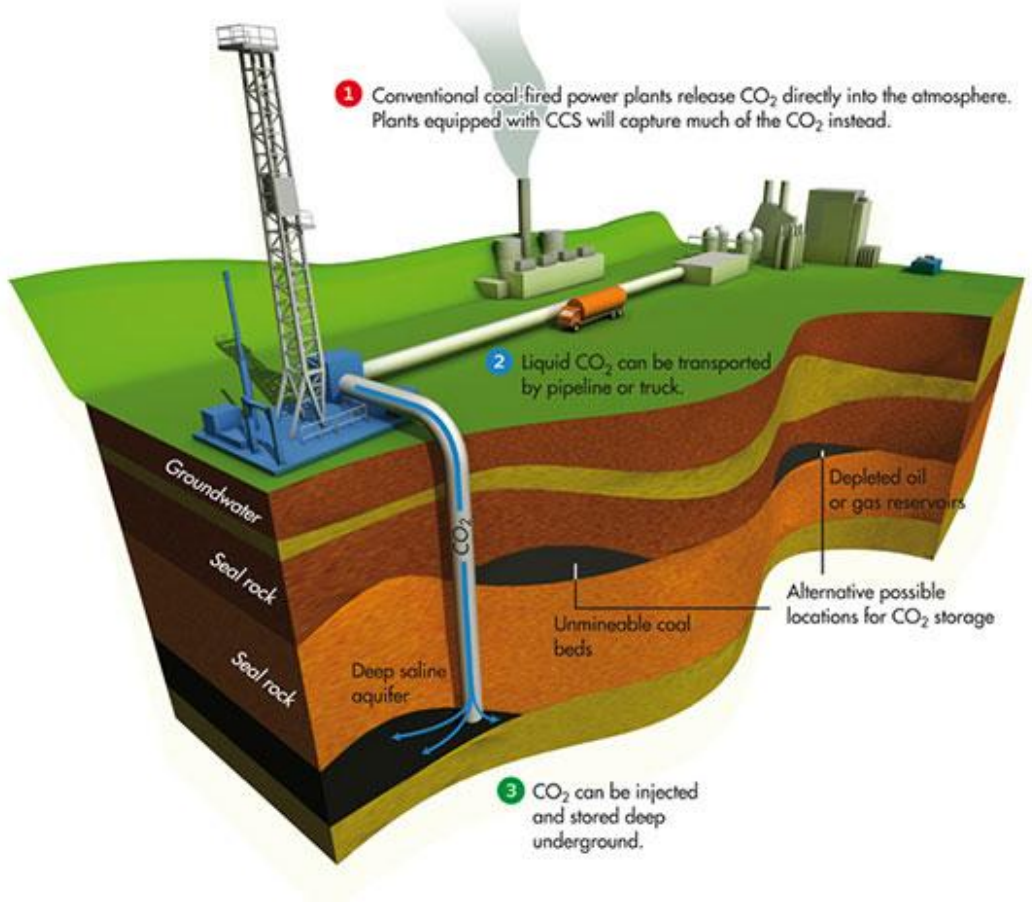
- 將二氧化碳從煙道氣中捕捉下來的技術相對成熟
- 可以利用吸收劑將二氧化碳吸收來進行捕捉也可以使用薄膜將二氧化碳進行分離
- 目前捕捉技術追求的是尺度增加與成本降低



資料來源：PEi網站

碳捕捉及封存（CCS）：運輸

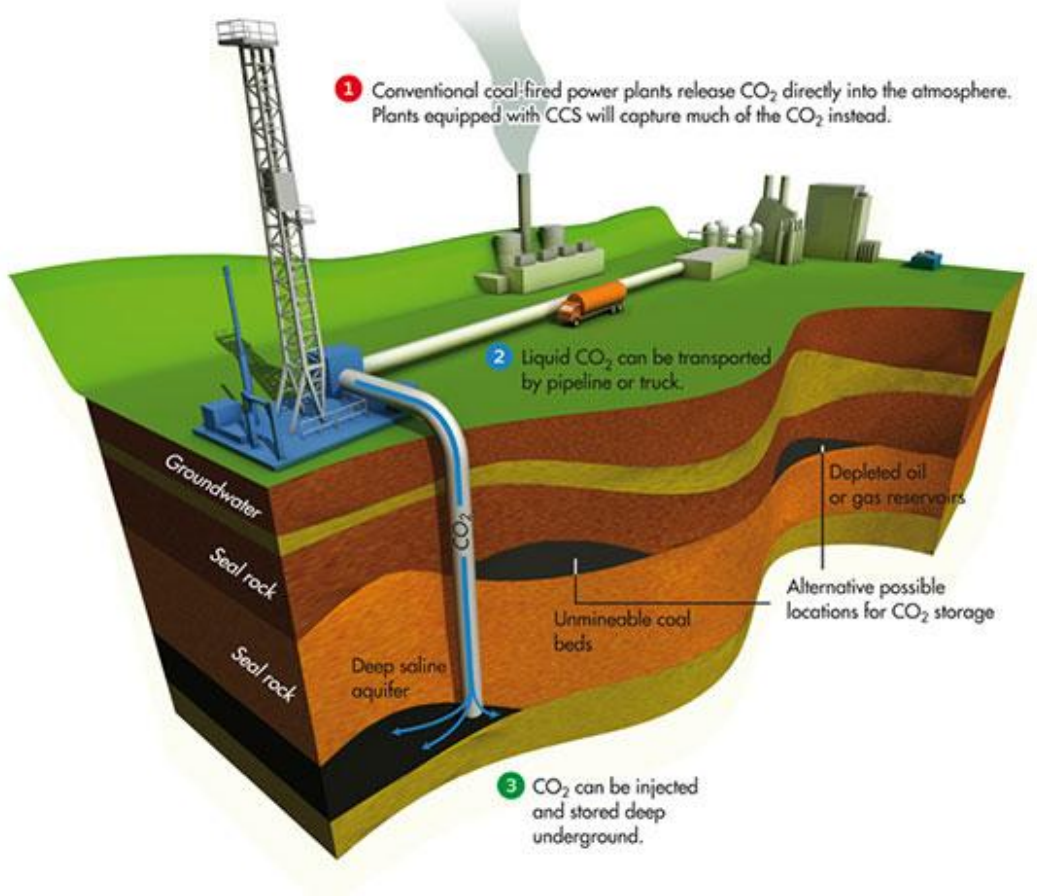
- 捕捉後的二氧化碳會進行純化及壓縮，這樣可以使用最小的體積來運送質量較多的二氧化碳
- 運輸的目的是將捕捉下來的二氧化碳運送到下一個場域進行再利用或封存
- 可以視情況採用槽車、管線或海運
- 如果捕捉的地點跟封存的地點很近（稱為：「源匯合一」），這樣運輸的路徑也會少很多



資料來源：PEi網站

碳捕捉及封存（CCS）：（再利用後）封存

- 捕捉的二氧化碳應先追求最大的「再利用」。
- 若透過「再利用」仍無法完全消耗完畢，則可以進行封存。尤其是地質封存。
- 這一種特別的封存環境是我們腳下的地層，主要使用沈積岩地層，是目前進行碳封存最好的選項。



資料來源：PEi網站

台灣本土化的碳封存工程

台灣一直都有自然的「類」二氧化碳地質封存場
～台灣可以做碳封存，是大自然告訴我們的～

- 苗栗出磺坑氣田
  - 氣層內天然氣比例約為 60%
  - 氣層內二氧化碳比例約佔 40%





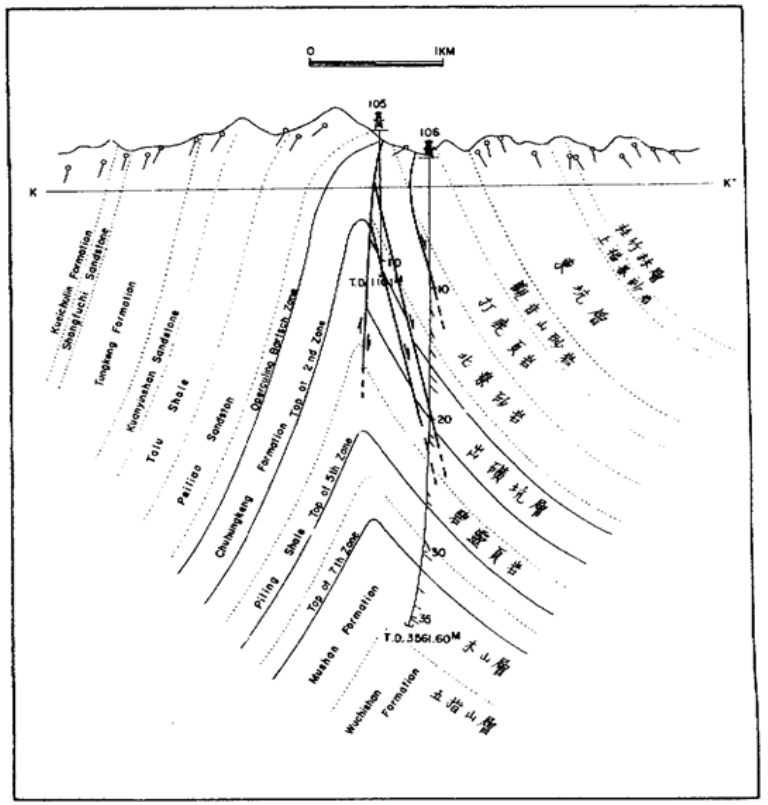


圖10－3　出礦坑油氣田第 106 號井地質構造剖面圖

資料來源：台灣中油公司

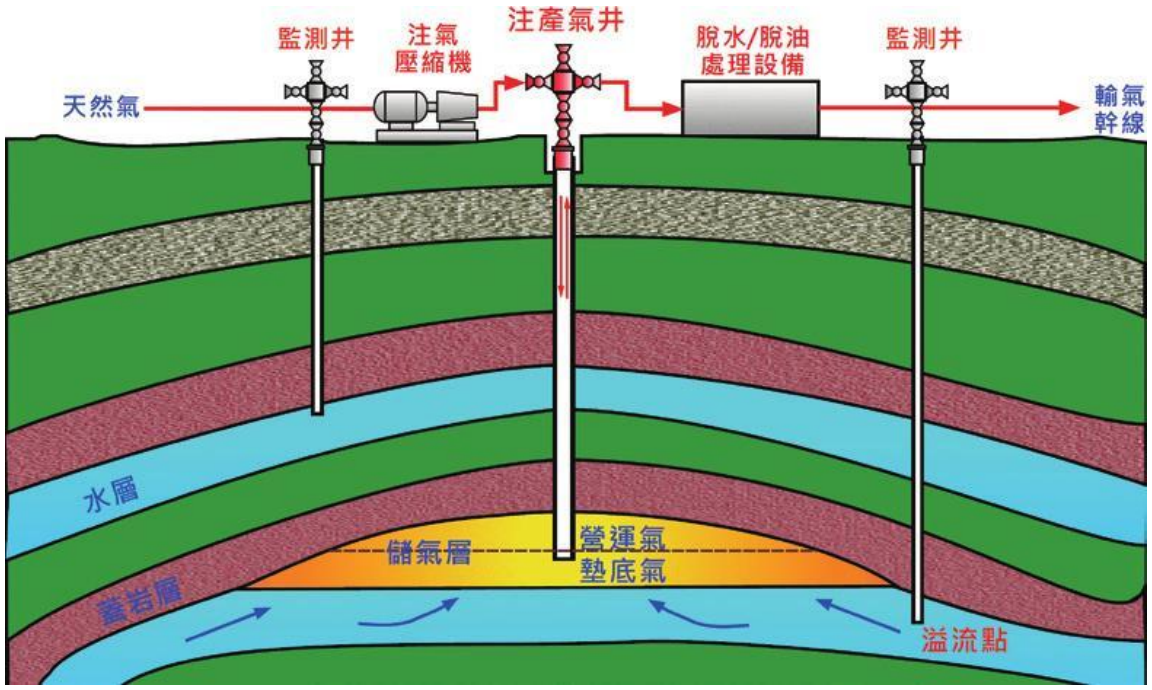
台灣在地層中注入二氧化碳的工程能力：
～台灣有能力將氣體（天然氣）注入地層～

- 鐵砧山天然氣儲氣窖



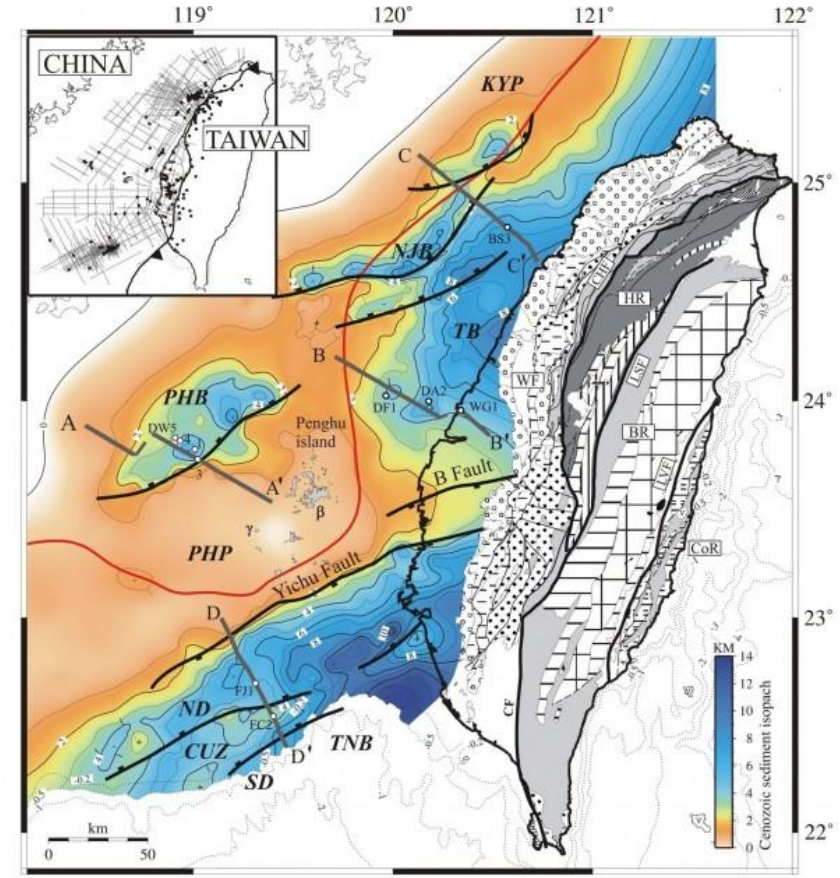
資料來源：公共電視





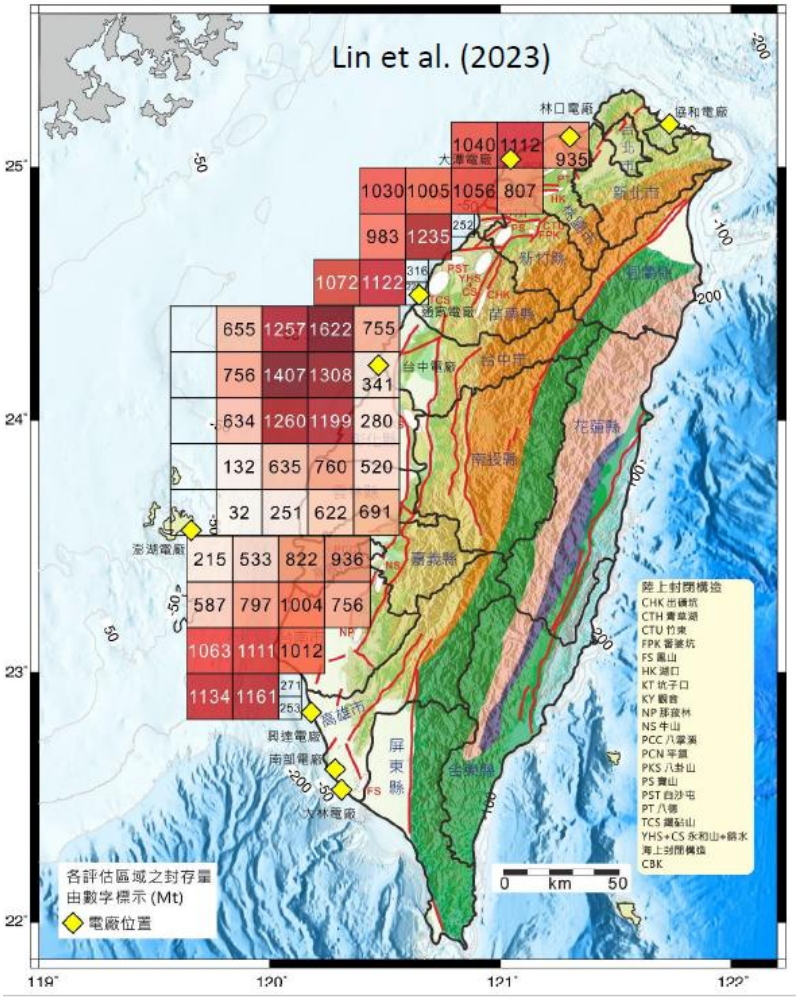
資料來源：台灣中油公司

台灣有很豐富的地層碳封存潛力



“我國具有優勢的 CO2 地質封存潛能。於陸上的枯竭油氣田及封閉構造，估計 CO2 封存量可達 28 億噸、於濱海區及台灣海峽之開放鹽水層封存，預估可封存 CO2 達 138~997 億噸”（林殿順，2010）。

台灣深部鹽水層封存量評估、地質區及活動斷層分布



資料來源：林殿順教授

Updated CO_2 capacity estimation for grids of 20 km x 20 km

Northern area (Taoyuan, Hsinchu, Miaoli): 12,188 Mt

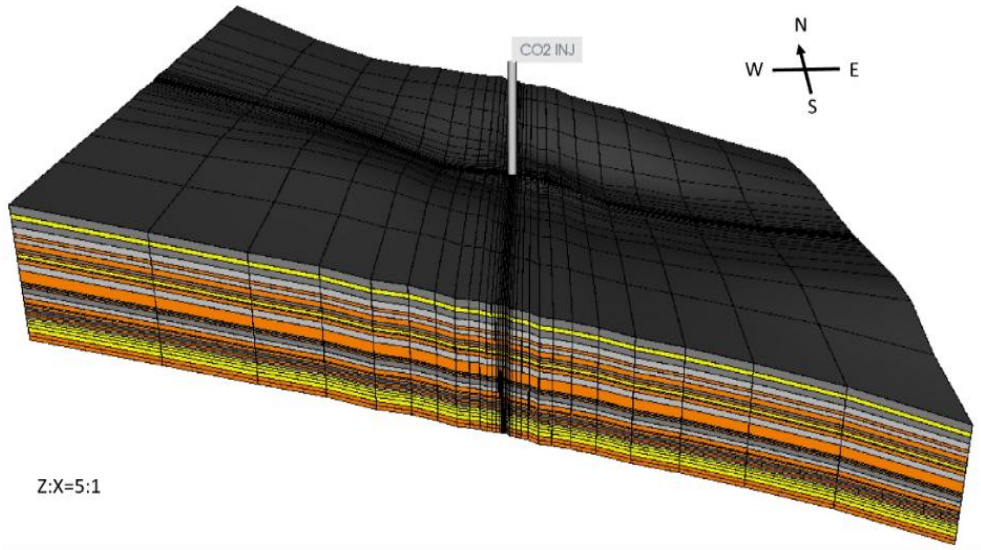
Central area (Taichung, Changhua, Yunlin): 15,135 Mt

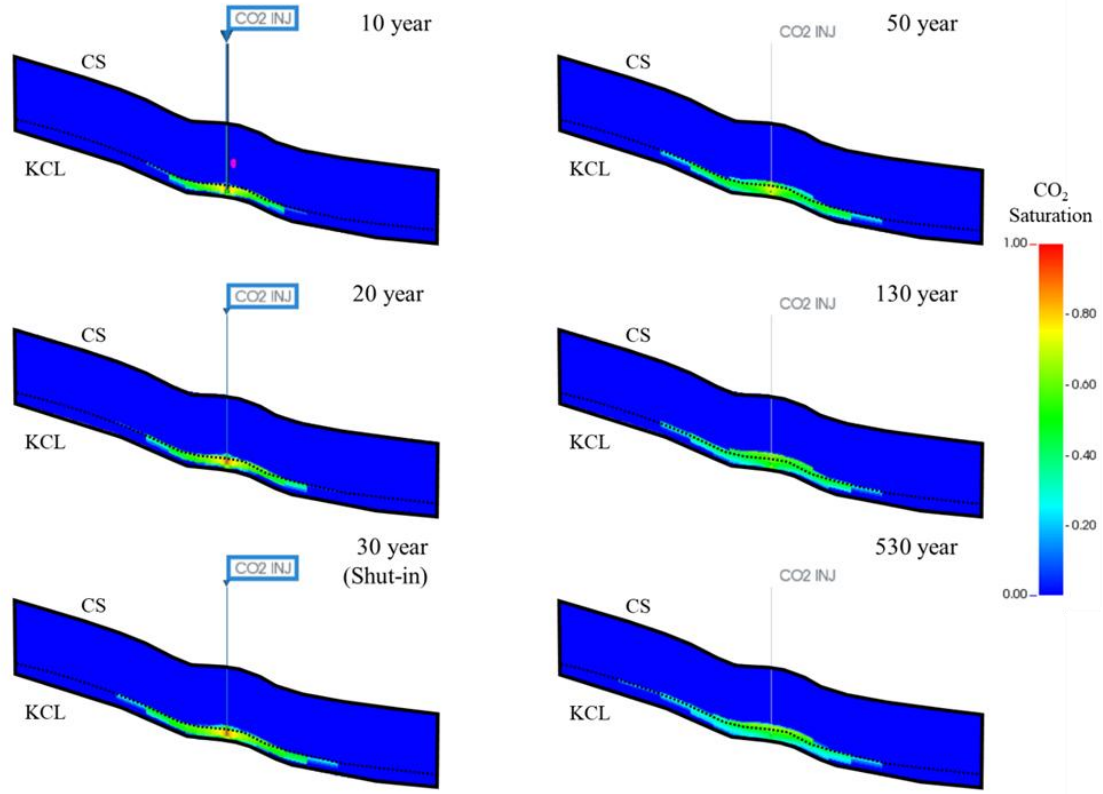
Southern area (Chiayi, Tainan, Kaohsiung): 11,655 Mt

Total: 38,978 Mt = 38.9 billion tons

當然，「潛力不等於真正的可封存量」

我們也有工程評估能力進行實務的注儲量評估：
單井注入能力及團塊移棲範圍＋評估洩漏與地震風險





成功大學謝秉志老師團隊具備完整工程評估能力，可以進行碳封存工程設計、洩漏風險及地震風險評估。

CCS的法制面已啟動：氣候法第39條

法規名稱：氣候變遷因應法 EN

法規類別：行政 ＞ 環境部 ＞ 氣候變遷目

※如已配合行政院組織改造，公告變更管轄或停止辦理業務之法規條文，請詳見沿革

第 39 條

1 事業捕捉二氧化碳後之利用，應依中央目的事業主管機關之規定辦理。

2 事業辦理二氧化碳捕捉後之封存，應向中央主管機關申請核准。

3 前項二氧化碳捕捉後封存核准之申請，應提出試驗計畫或執行計畫送中央主管機關審查，計畫內容至少應包含座落區位、封存方法、環境衝擊、可行性評估及環境監測。

4 經核准二氧化碳捕捉後封存之事業，應依核准內容執行，於二氧化碳封存期間持續執行環境監測，並定期向主管機關申報監測紀錄。

5 前三項二氧化碳捕捉後封存核准之審查程序、廢止、監測、記錄、申報、管理及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關會商中央目的事業主管機關定之。

碳封存子法的法制建立

在明確的法規管理下，可以啟動CCS負碳工具

- 環境部完成執行「碳封存政策環評」計畫
- 去（2025）年12月提出「二氧化碳捕捉後封存管理辦法」草案
- 今（2026）年8月正式公告「二氧化碳捕捉後封存管理辦法」
  - 此管理辦法將對所有碳封存的「試驗計畫」或「執行計畫（商轉計畫）」進行管制

二氧化碳捕捉後封存管理辦法

條文	說明
第一條 本辦法依氣候變遷因應法（以下簡稱本法）第三十九條第五項規定訂定之。	本辦法之法源依據。
第二條 本辦法用詞，定義如下： 一、二氧化碳捕捉後封存（以下簡稱封存）：指二氧化碳從大氣中隔絕或自排放源捕捉後灌注進入地下地層長期儲存之行為。 二、封存場址：指為進行封存而開發之灌注相關設施、地表設施與地下儲集層及蓋層範圍。 三、探勘場址：指進行地質探勘行為之特定範圍。 四、封井後監測：指封存場址關閉後，為確認場址長期穩定且無洩漏風險所進行之監測行為。 五、試驗計畫：指申請之封存場址以試驗、研究或教育為目的，或為投入大規模運轉前所進行之試驗性封存計畫。 六、執行計畫：指試驗計畫目的以外之封存計畫。 七、既有試驗計畫：指本辦法發布前，已納入前瞻基礎建設計畫之二氧化碳捕捉及封存試驗計畫，該試驗計畫所屬開發計畫之變更業經環境影響評估審查通過，應依審查通過之書件所載內容及審查結論(以下簡稱既有試驗計畫環境影響評估審查通過文件）執行。	一、第一款至第四款參酌歐盟「二氧化碳地質封存指令」(Directive 2009/31/EC)第三條規定訂定。 二、第五款及第六款參酌全球碳捕捉與封存協會(Global CCS Institute, GCCSI)就封存場址試驗與示範計畫(Pilot and Demonstration Facilities)及商轉計畫或商業設施(Commercial CCS Facilities)之名詞定義訂定。 三、第七款係經濟部於一百十一年於前瞻基礎建設計畫—綠能建設項下提出二氧化碳捕捉及封存試驗計畫並經行政院核定，包括台灣電力公司碳捕集與碳封存先導試驗計畫及台灣中油公司鐵砧山碳捕存跨部會試驗計畫，該二計畫位於已通過環境影響評估開發行為範圍內，已分別依環境影響評估法通過環評變更審查，爰定義其屬本辦法發布前之既有試驗計畫。

碳封存的挑戰：民眾接受度與社會溝通

蘋果日報（95/5/21） -- 封面報導
讓民眾產生「洩漏」風險疑慮

蘋果日報 總覽 熱門 要聞 娛樂 國際 財經 副刊 體育 地產 論壇與專欄

恐怖 中油將埋萬噸二氧化碳

若外洩3分鐘喪命 民眾：誓死反對

出版時間：2006/05/21



西非喀麥隆的Nyos湖，1986年時因長期累積大量天然二氧化碳，突然發生二氧化碳外洩，人畜均難逃此劫、集體死亡。法新社

【王玉樹、李政遠、蕭博仁／連線報導】中油公司為達二氧化碳減量目標，將開全國先例，引進「二氧化碳地下封存法」，把二氧化碳「埋」在1000公尺岩層中保存，且規劃明年編列2.5億元預算，先在雲林縣台西鄉建置1萬噸小型儲存量。但因集中存放的二氧化碳一旦外洩，就會變成殺人毒氣，中油這項計劃昨遭專家強烈質疑，雲林縣政府和民眾更對台西鄉近三萬鄉民生命將受威脅，嗆聲「誓死反

蘋果日報（102/6/25）-- 封面報導
讓民眾產生「誘發地震」風險疑慮



台灣碳封存示範計畫：經濟部/中油/台電示範試驗

透過示範計畫作為社會溝通的基礎

台電（台中電廠減碳園區碳捕存計畫）

年捕捉及封存量2000噸

碳封存試驗 台中電廠進行試點

工商時報 馮建棨 2023.03.03



台中電廠是台電碳捕捉試驗重要基地。圖／本報資料照片

為逐步達成2050淨零碳排目標，台電開始試驗火力電廠碳捕捉計畫，規劃利用台中電廠9號及10號機，設置二氧化碳碳封存試驗場址，環保署2日進行環評初審順利過關。

中油（台西盆地注儲試驗計畫）

年封存量10萬噸（總封存量30萬噸）

中油碳封存前導計畫起跑 扮演先行者搶減碳商機

2022/6/25 10:19（6/25 14:21 更新）



中油探勘經歷逾60年，累積豐富探勘資料，已啟動封存（CCS）計畫前導規劃，盼扮演台灣碳封存先行者角色，未來有望搶攻亞洲碳封存需求大餅。此為中油苗栗出礦坑礦場探勘實景。（中油提供）中央社記者曾智怡傳真 111年6月25日

台灣碳封存計畫進展（國科會碳封存監測計畫整理）

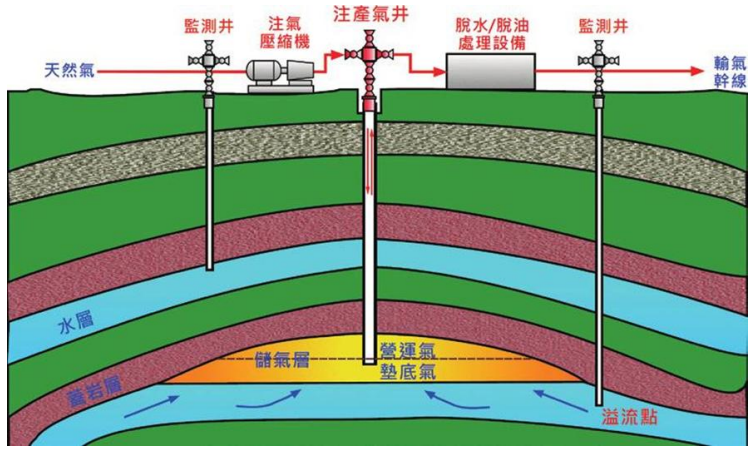
年份	2026（115年）	2027（116年）	2028（117年）	2029（118年）	2030（119年）
台中中火CCS計畫（台中場域）	完成鑽井申請	鑽井#1 注入井 鑽井#2 監測井	地面注儲設備建置及試運轉	CO2注入： 年注入2000噸	CO2持續注入： 年注入2000噸， 累積4000噸
中油鐵砧山封存計畫（苗栗場域）	完成封存場建置 完成240噸CO2注入（試車）	規劃捕捉後CO2的來源，完成捕捉廠建置	CO2注入： 年注入約2.5萬噸	CO2持續注入： 年注入2.5萬噸， 累積5萬噸	CO2持續注入： 年注入2.5萬噸， 累積7.5萬噸
能源署社會治理計畫（桃園場域）	完成用地契約（林口案場）	鑽井#1 探勘井	鑽井#2 注入井	完成地面注儲設備建置及測試	CO2注入： 年注入1萬噸示範
塑化公司麥寮CCS計畫（雲林場域）（民營計畫）	完成探勘權申請	鑽井#1 探勘井	鑽井#2 注入井	完成地面注儲設備建置及測試	CO2注入： 年注入1萬噸測試

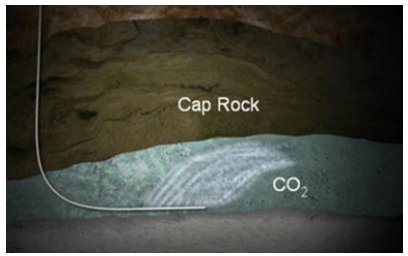
將二氧化碳當作資源、讓未來達到負碳機會

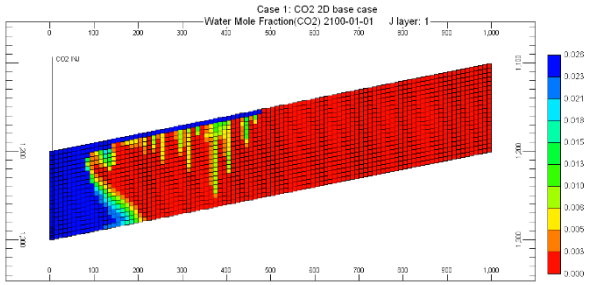
師法自然，把二氧化碳注儲到地下地層的走向規劃

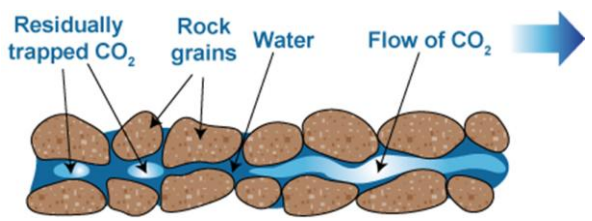
- **儲存（例如：儲氣窖/儲能窖）**
  - 當作可用資源，盡量不改變其原始特性，儲存在遠離生物圈的深部地層中，靜待未來應用。
  - 儲氣窖也可做成儲能窖
- **轉化（例如：碳固定）**
  - 當作資源處置，讓它改變特性，從氣體變成碳酸岩石，使其永遠無法回到地表大氣圈。

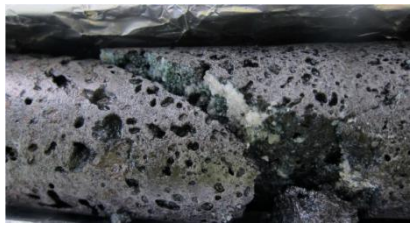
其中，「轉化」可以消耗（或封存）最多的二氧化碳。









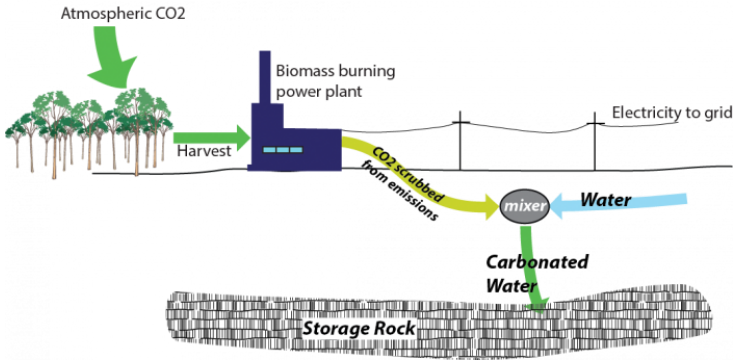


製造業/電力業需要 CCS完成低碳電力或去碳電力

負碳

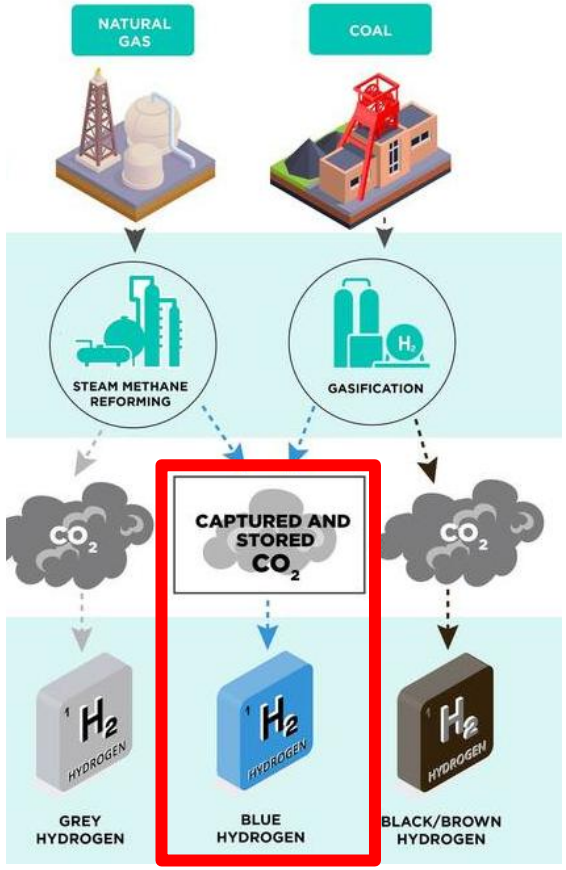


DACCS

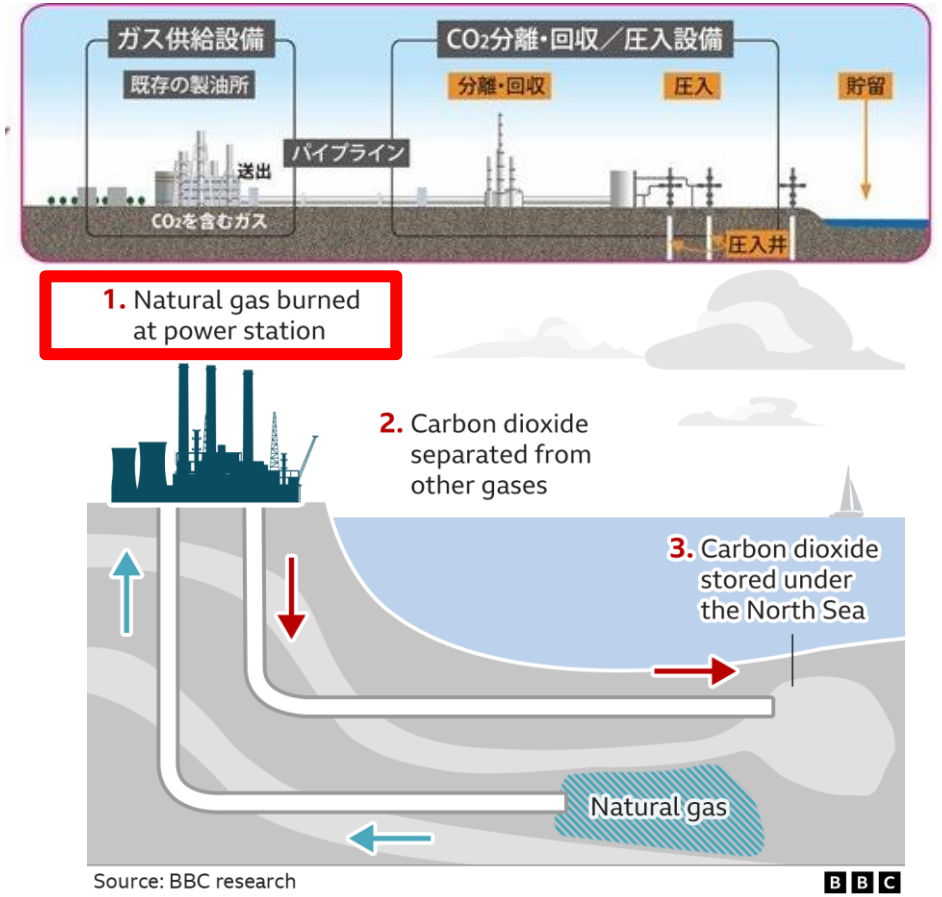


BECCS— Bio-Energy with Capture and Carbon Sequestion

藍氫



工業製程及電力去碳（製程排放改善）



目前科技業與CCS產業正在結合，共同努力

天下雜誌 CommonWealth Magazine

訂閱天下

重磅出刊 ▸ 北極航程減半卻更貴！融冰開出中歐捷徑，一條新航道如何讓美中俄角力升溫

環境 > 能源

獨家》台積聯手台塑化「碳捕捉」！每度電多1.5元，火力發電變低碳？

如果把全台灣的綠電通通給台積電，竟然還是不夠用！隨著氣候倡議組織標準大轉向，沉寂多年的碳捕捉與封存終於迎來落地可能。台積電與台塑石化兩大工業巨頭正式簽約合作，開啟天然氣電廠碳捕捉封存的研究。牽動台灣半導體的減碳大戰，已經開打。

結語

結語

- 台灣對於進口能源的依存度仍高達95%左右。
- 努力發展再生能源，就是增加國家能源安全。深層地熱是最好的國防基載綠能。
- 台灣西部的沈積岩深層地熱也具有潛力而值得投入經費進行探勘驗證。
- 在「先減碳再零碳」的過程中，燃氣電廠配備CCS設備可以在提供基載穩定電力的同時，提供低碳電力供產業界使用。





報告完畢 敬請指教

bzhsieh@mail.ncku.edu.tw