

「淺談零碳排背後的能源轉型-核融合的可行性」

一、閱讀動機

零碳排是為了應對降低溫室效益和減少人類對自然環境的破壞而在2050年所制定的目標，所謂的零碳排（Net Zero），並非是完全不排放碳，而是人為產生和減少的碳中和起來為零，台灣也為了實行永續發展自2022年開始積極推動著減碳目標，從去年2022年12月國發會發布的「淨零轉型十二項關鍵戰略行動計畫」、上修「2030年減碳目標」，到逐步實現2050淨零排放之永續社會都可顯示台灣在積極減碳的作為，而減碳的首要目標就是「能源轉型」，如何降低目前台灣佔比最高的火力發電(82.42%)便是能源轉型首要課題，然而在台灣目前所使用到的乾淨能源中，若是使用核能，核分裂發電所造成得輻射熱汙染是許多人心中的擔憂，而且核能在台灣更因為摻雜了諸多政治因素在裡頭而使得核能在台灣推行得並不順利，而太陽能發電和水力發電和風力發電的缺點除了不夠穩定外，更重要的是所需要使用較大土地面積進而不適合地狹人稠的台灣，而其他的再生能源(例如:地熱發電)，台灣地熱分布並沒有廣泛到像冰島、紐西蘭等國家有蘊含許多地熱的國家，適合將地熱用於工業上發電能耐，以上種種的問題皆會導致發電成本過高，到最後不得不使用火力發電才降低成本，於是，尋求低汙染、低成本、高穩定且佔地面積小的發電方式也就成了能源轉型的首要目標，就在這時，當我看到這篇極具啟發性文章時，不禁莞爾而笑，若是能成功將這項技術研發，也許，接下來我們所面對的將是截然不同的世界

二、文章啟發的章節內容

美國勞倫斯利佛摩國家實驗室 (LLNL)，首次在核融合反應中實現淨能量增益 (net energy gain)，也就是產生的能源大於消耗的能源。

研究員使用 2.05 百萬焦耳 (MJ) 的原料，成功釋放出 3.15 百萬焦耳的能量，淨能量增益達到 150%。在此之前最高的淨能量增益，是 2021 年美國國家點火設施 (NIF) 創下的約 70%，該裝置也是本次進行核融合反應採用的設備。LLNL 此次採取「慣性局限融合」(Inertial confinement fusion) 技術，透過 192 束超高能量雷射光束，加熱裝了氘及氚的燃料球，創造有如太陽中心高溫、高壓的環境，以誘發核融合反應。

三、反思觀點

我覺得能解決人類能源問題的其中一項方法，便是核融合，核融合除了能穩定的產生巨大的能量外，更重要的是進行核融合所需要的反應物質，氫的同位素(氘、氚)在地球更是取之不盡用之不竭的(氘可以從海水中分離，而氚則可以利用由鋰元素經中子照射而取得)，而核融合產生能源的原理，其實就是大家熟悉的愛因斯坦的質能轉換公式($E=mc^2$)，利用 $D-T \rightarrow He + n$ 在反應的過程中所減少的質量來產生能量，而這次 LLNL 慣性局限融合(ICF: Inertial Confinement Fusion)，就是利用高能量的雷射撞擊氘和氚燃料球導致內爆能量和物質快速對稱而向內聚合，達到極高的溫度和壓力而引發核融合，以往實驗所產生的能量都是產生的能源小於消耗的能源($Q < 1$)，這次卻是產生的能量大於消耗的能量($Q > 1$)，可謂實質意義上的成功，而發電完後的所產生的放射性物質遠比核分裂造成的要的低，所以在處理時也不必像傳統的核電廠一樣需要花大量的心思去處理高階核廢料和低階核廢料的問題，而且在全球氣候公約中也

將核能視為不排放溫室氣體的乾淨能源，順應目前零碳排的趨勢，未來也將有越來越多的公司要求其供應商所生產的產品必須是使用乾淨能源來製作的，也就是在生產產品的時候必須達到碳中和，屆時使用較為穩定且被視為是乾淨能源的核融合發電想必是勢在必行的，希望在不久後的未來這家 LLNL 公司能將這樣的技術大量授權給其他國家，令其他國家有辦法製作像這樣的核融合反應爐，使得該項技術普及且讓規模能達到商業化後，那我相信在未來，2050 年的零碳排的終極目標將不再是遙不可及的理想。

四、參考文獻

1. 「人造太陽」核融合發電重大突破 一文看懂零碳排的終極能源

<https://news.pts.org.tw/article/613814>

2. 台灣到底該用「哪種電」？——其實完美的發電方式並不存在，「電力組合」可能更重要

<https://crossing.cw.com.tw/article/9647>

3. 核融合發電備受期待

<https://view.ctee.com.tw/esg/48412.html>

4. 淨零碳排是甚麼？中小企業如何開始著手？

<https://www.dnb.com.tw/Thoughts/SMB-net-zero-emissions/>