



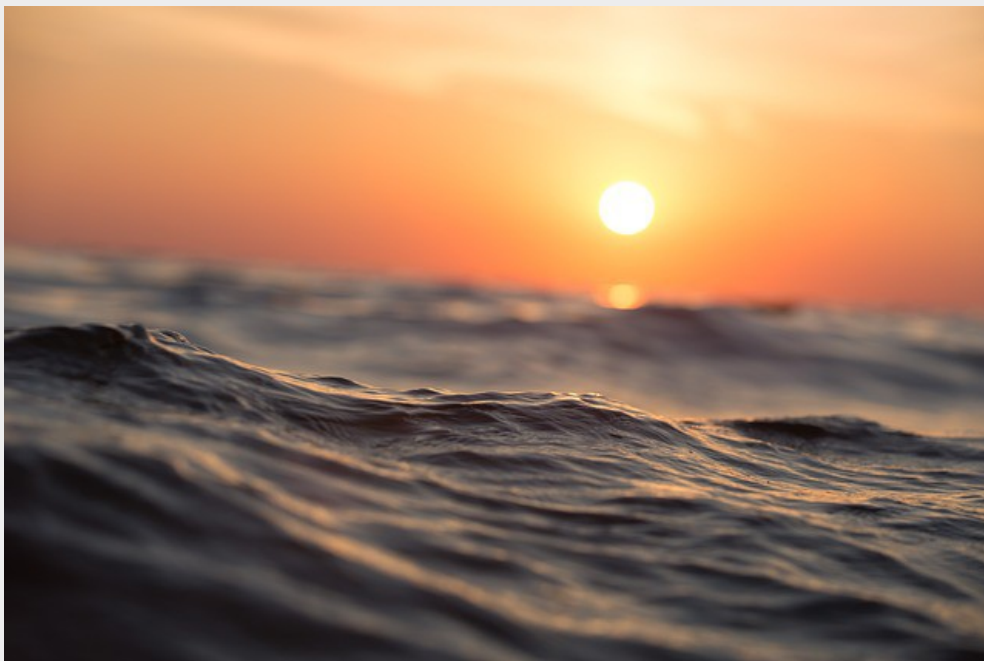
海水取鈾小幫手 金屬多酚細胞膜

林侑萱 報導

2018/11/11

近年來面對全球暖化、嚴重空污等危機，相對於傳統發電乾淨許多的核能發電越來越受到台灣人的重視，並因此引起熱議，包括是否重啟核四、擁核或廢核、到最近的以核養綠公投提案，都顯示核能發電是在未來能源中一個相當重要的選項。但為甚麼核能如此受到大家的關注呢？

根據美國傳統基金會核能政策資深研究員Jack Spencer在《The Daily Caller》所發表的文章，核能發電中核裂變能夠產生動能推動電機，相較於火力發電，過程中無須燃燒，因此不會排放過多的溫室氣體，可以減緩全球暖化的速度，根據綠色和平、台灣大學公共衛生學院及中興大學工學院合作的報告指出，減少火力發電也能降低廢氣排放產生的PM2.5空氣汙染，及其所造成的罹患肺癌、慢性阻塞性肺病...等等的死亡人數。今年10月美國、澳洲、中國的9位學者在《Energy & Environmental Science》中發表了一篇能在海水中直接抽取鈾的材料技術，讓核能發電在取得原料時，比起傳統取得鈾礦的方式對環境更友善。



研究團隊發現可以直接從海水中取鈾的材料。(圖片來源 / [pixabay](#))

從開採鈾礦到直接取鈾

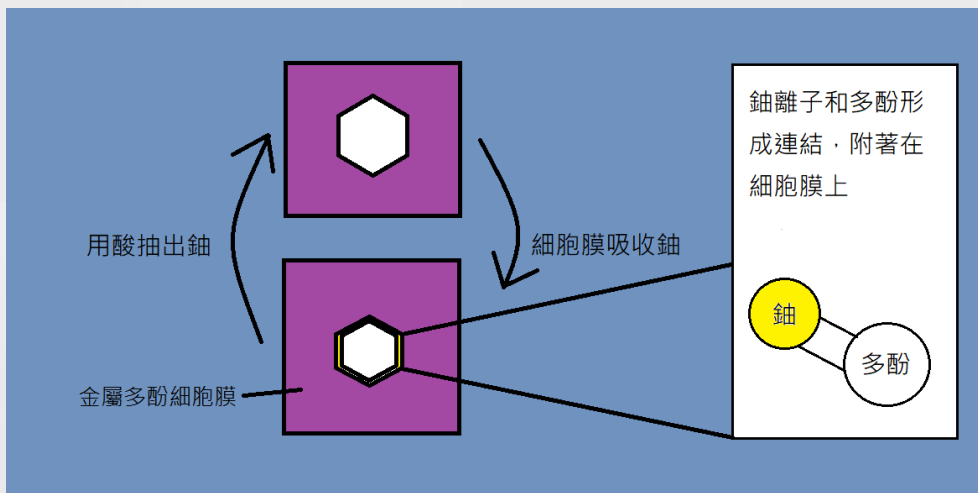
根據《科學月刊》的報導所述，核能發電的原料：鈾分為鈾-235和鈾-238，分別在自然界中佔了0.3%和99.7%的比例，其中鈾-235才能在核能發電中產生反應，而核能發電所需要的鈾-235濃度比例約為3~5%，但原料鈾礦中含有鈾-235的濃度只有0.7%，遠遠不及所需濃度，為此需要去除鈾礦的雜質並加工、提煉來提高濃度，以變成核能發電的原料：氧化鈾。但根據世界能源資訊組織的報告，在採鈾礦時工人和居民會受到鈾礦本身的外部輻射造成健康上的風險外，萃取的過程中需要消耗大量的淡水且會產生大量廢棄物，因此萃取發電原料時也不環保。

鈾礦除了可以在地表取得之外，在海水當中其實含有將近40億噸的鈾離子，但從海水中抽取鈾會因為鈾本身在海水中的密度不高、海水的高鹽度、海水中與鈾相斥的離子.....等等問題，讓這件事變得很困難。而發表於《[Energy & Environmental Science](#)》的酚細胞膜網絡研究，發現使用一種可以自行建構的超酚子材料：金屬酚醛網路（以下簡稱為MPN），再加上多酚將MPN轉換成高密度的堅固多孔材料：金屬多酚細胞膜，使用金屬多酚細胞膜便可直接從海水中萃取鈾離子，並加工成核能發電的原料。

因為多酚良好的膨脹度、化學穩定性，多酚微孔已經在工業細胞膜技術上廣泛地被使用，而該研究也對多酚在實驗室環境內、模擬海水中、真實的海水中，其耐久性、吸收能力進行了各種測試。研究團隊發現如果有四層細胞膜，吸取鈾的機率將會高達90%，同時增加它本身的穩定性。他們先在實驗室內將細胞膜進行三次、共六小時的吸附測試，而其原本的高彈性回覆率為97%，兩小時後彈性耗損率僅小於10%，顯示它有好的耐久度。在吸收能力方面，他們發現海水中其他和鈾相斥的離子，例如：鈣（Ca）、鈉（Na）、鎂（Mg）等等，對於金屬多酚細胞膜吸收鈾離子的能力沒有太大的影響。研究人員接著在添加了許多金屬離子的模擬海水中，對金屬多酚細胞膜進行測試，發現它和鈾離子有最好的結合。

最後，研究團隊實際於中國東海進行海水測試後，發現細胞膜仍維持很高的鈾接收量，於是把這項技術跟其他傳統技術以及用半波長電流代替電化學技術（half-wave rectified alternating current electrochemical method）做比較，結果發現MPN這項技術擁有最好的吸收率。另外，儘管長時間在海水中抽取，MPN仍維持一定的吸收率，總計9小時的實驗中，鈾吸收率只有輕微地下降，顯示金屬多酚細胞膜的抽取鈾離子的效率在實際應用上依舊良好。實驗後來又持續測試了一個星期，並發現細胞膜本身沒有明顯的劣化或被生物污染，證實在高鹽度、且含有豐富離子的海洋環境中，金屬多酚細胞膜仍保有很好的耐久度。

那要如何把細胞膜上面吸收到的鈾取出呢？該技術利用稀釋的酸讓多酚部分質子化，干擾鈾和多酚的複合作用，就是用酸把鈾離子和多酚分開之後，把所需要的鈾離子抽出來，這讓被吸收的鈾離子有97%可以被釋出同時不會傷害到細胞膜本身。從這個結果可以得知，細胞膜上的微孔在進行了較長的實驗後依舊能被保留，並重複使用。



從金屬多酚細胞膜抽取出鈾的示意圖。(圖片來源 / 林侑萱重製) 資料來源：《[Energy & Environmental Science](#)》

金屬多酚細胞膜可利用於現有的系統和海水淡化系統中，且這項技術不會影響到海水過濾程序，也不會造成任何汙染或是干擾到現有海水過濾程序的狀況，並能有效吸收海水中的鈾。雖然這項技術在未來需要更多的海洋測試及成本分析，但研究團隊推論如果未來這項技術被實際應用，將可擴大抽取鈾的規模並降低取得鈾的成本，減少核能發電所需的花費。

更乾淨便宜的核能 未來能源正解？

但，這項技術未來被應用到核能發電後，即使能讓核能變得更便宜與環保，我們依舊需要考量核能發電可能造成的危險。例如著名的車諾比核災和2011年發生的日本福島核災，這些核災提醒了世人核能發電並不是絕對安全的選項。另外核災也會因為天氣的不同，影響到不同的地區、土壤和水源，在中興大學環工系教授莊秉潔的核災模擬研究中便顯示，如果核四發生核災，因為位置和東北季風吹拂的關係，對全台的影響比起其他核電廠更大。而若核四發生像福島等級的核災，全台將會有11%的地區需要永久隔離，不再適合人類居住。另外，核廢料的存放問題也需要大家謹慎考慮。

每種發電方式有好有壞，我們必須好好比較每種發電方式的優缺點，並在滿足日常用電需求的同時，盡可能地減少對環境衝擊和汙染。但除了探討能源相關議題外，或許我們也可以反省自己，想想該怎麼在日常生活中節省能源，不隨意浪費並減少用電量，讓我們不用再新建發電廠，並在節能的同時減緩全球暖化的速度，讓整個環境可以喘口氣。

縮圖來源：[pixabay](#)





記者 林侑萱



編輯 黃胤綸