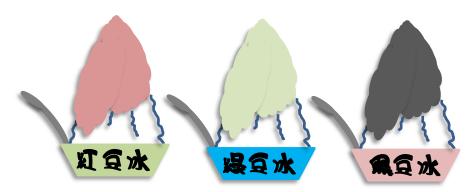








- ☞ 可燃冰是?在哪裡?
- ☞ 大家都想要?
- ☞ 目前科學家擔心甚麼?
- ☞ 可以用在甚麼產業?





甲烷水合物 (Methane Hydrate)

- 甲烷水合物又稱甲烷冰、可燃冰、甲烷氣水包合物,是一種由水與甲烷兩種元素所組成的物質,這種外表像是冰塊的物質可直接點火燃燒,所以有可燃冰的稱號。
- •可燃冰在微觀的世界裡,數個水分子形成一結晶型態,將一個甲烷分子包覆在內,就像一個甲烷分子被鎖在牢籠中,分子式為 $\mathbf{CH_4\cdot 8H_2O}$ 。
- 可燃冰結構一型水合物,在每單位晶胞內有:
 - 六個十二面體(有20個水分子)與兩個十四面體(24個水分子)的牢籠結構。
 - 每個多面體的結構內,含有1個甲烷分子。

石化小故事

可燃冰科學家本認為存在於低溫,水以冰型式出現的星球,但直到1930年代俄羅斯人在凍土層的天然氣管線因堵塞才發現可燃冰的存在。

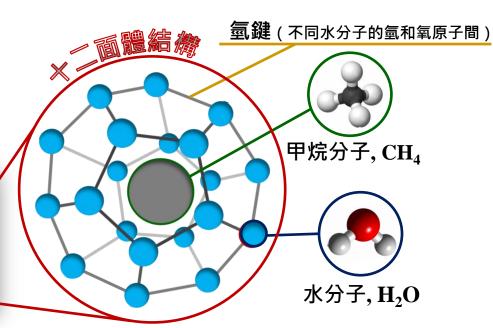
直到1980年代的全球地質調查才確定全球可燃冰廣 泛分布於海底。



圖片來源: BBC



圖片來源: U.S. DOE





可燃水温速形成?藏框?

可燃冰成形的成形

形成可燃冰最重要三要素:溫度、壓力、原材料(甲烷與水)。環境中不只是低溫、高壓、和甲烷與水的存在,還需要合適的氣體飽和度以及環境PH值。

• 地球上有兩種地形出現可燃冰:永凍原下、深海床上。

永凍原:深層凍土下,含有水分與地下水源,以及其中因生物有機體所產生富有甲烷的

沼氣,加上地熱釋放的甲烷,形成可燃冰,但僅占全球可燃冰的1%。

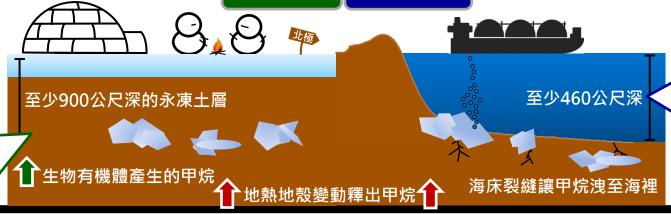
深海床:海床因地殼運動有不少裂縫,而從地熱釋出的甲烷會由此裂縫溶入海洋中,海

水也藉此進入海床下。冰冷的海水在高壓的環境開始包覆甲烷,沿著海床或海

床下形成數量龐大可燃冰。



深海床上



海平面下,每增加10公尺,增加一大氣壓。 460公尺深度約有46大氣壓。

石化小百科

•在可燃冰中,甲烷被大量壓縮在冰晶牢籠中,1單位的可燃冰分解,最多可產出164單位的甲烷。 舉例來說,汽車加1公升的天然氣可跑3公里,那加1公升的可燃冰,可跑500公里。

可燃冰的探測與開採

- 全世界可燃冰除俄羅斯已商業化開採,美國、中國、加拿大、日本都是實驗性開採。
- 科學家估計地球可燃冰的甲烷含量約為2萬兆立方尺,是地質資源中天然氣的50倍。
- 凍土層的可燃冰開此技術比海面下的更來的成熟,1969年開始,俄國開始進行開採。



- 2012阿拉斯加的凍土層已成功 開採可燃冰。
- 但因頁岩氣革命,美國許多可燃 冰的商業化開採計畫推遲。
- 美東外海的布萊克海脊,其可燃 冰含量可供美國使用100年。
- 美國於2017在美東維吉尼亞州 外海開始進行可燃冰的探勘。
- 1969麥索雅哈氣田為第 1個商業化可燃冰開採。
- 2009於貝加爾湖日本與 比利時聯合5次試開採。

- - 2004、2009進行進一步 的探測,估計蘊藏量達 到2.7兆立方尺。
 - 現今持續投入開採研究。
- 2017的5月中國大陸於南海成功試開採出可燃冰。
- 估計該區可燃冰等同於880億噸的油當量。
- 青海地區也發現等同於350億噸油當量的可燃冰。

科學家野疆的遺塊狀?

甲烷外洩

- 由於大多數的可燃冰皆開放蘊藏於深海床,在深海的環境下形成平衡。許多科學家擔心若是開採過程中改變海底的平衡而導致冰層融化,大量甲烷外洩,將會造成不可挽回的後果-全球暖化、地質災害。
 - 全球加速暖化:甲烷是一種溫室氣體,雖然在大氣中的生命週期約為20年。但其吸熱能力為二氧化碳的25倍,所造成的溫室效應遠比同等量的二氧化碳來的高。
 - 產生大海嘯:1立方公尺的可燃冰分解會產生164立方公尺的甲烷,當海床上大量可燃冰溶解,甲烷氣體瞬間膨脹,快速推動海水流動,形成大海嘯,造成損害。
- 另有科學家推測海底地震亦會破會海底平衡,使可燃冰溶解。但因許多研究尚未完成與驗證,目前可燃冰的開採風險與仍有所爭議與保留。

溫室效應俱增



地動產生海嘯



百慕達效應

海中大量甲烷氣體會改變海水密度與浮力 使海上船隻沉沒。逸散至空氣中的甲烷也 會造成飛機喪失機能而失事。但此學說仍 為假設,尚未完全驗證。

SOS!

石化小故事

2010美國墨西哥灣鑽油平台發生嚴重的爆炸漏油事件,起因是海底甲烷氣泡導致鑽油設施爆炸,而可燃冰也阻塞救援設施。

參考資料:

解開可燃冰封印,科學人雜誌,2015/06

可燃冰強國夢 專家:或釀生態大災難!恐波及香港,蘋果日報,2017/06

Oil workers describe methane 'explosion' on Gulf rig, BBC, 2010

http://news.bbc.co.uk/2/hi/8669535.stm

可燃水與石化產黨

甲烷轉化乙烯之研究

- 可燃冰中的甲烷用於能源產業。但從1980年代起,科學家開始研究甲烷生產乙烯的 技術,但甲烷穩定的特性,導致甲烷活化的製程難以開發,不過近年仍有重大突破
 - 2015年,美國廠商 Siluria在德州的甲烷生產乙烯的試驗場正式運轉。該廠利用獨家開發的催化劑,在約200 300度操作溫度、5 10個大氣壓力下,成功的將甲烷轉化成乙烯、乙烷,再將產生的乙烷至造成乙烯。
 - 中國大連化學物理研究所於2014在科學期刊(Science)發表無氧高溫製程下, 以特殊催化劑,成功的將甲烷活化,生產乙烯、芳香烴以及氫氣。
- 目前甲烷製備乙烯的研究仍為成本降低與技術開發的過程,而可燃冰的開採也處於 、試驗階段,因此石化產業利用可燃冰的商業化生產仍有很長的路要走。

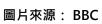
技術尚未成熟

可燃冰開採

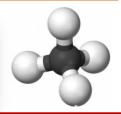
甲烷提純

甲烷轉化技術

乙烯應用







石化小百科

甲烷多應用在能源產業,用在燃燒後所產生的熱來達到所需要得功能,天然氣就是最佳的例子。但燃燒後的甲烷會形成二氧化碳和水,造成碳排放。所以可燃冰的開採雖可增加能源的可用量,但是若無後續的二氧化碳減少的計畫與作為,地球仍是面臨一個暖化的機會。



參考資料・

- 1. Direct, Nonoxidative Coversion of Methane to Ethlyene, Aromatics, and Hydrogen, Science, 2016
- 2. Siluria developing methane-ethylene plant in Louisiana, ICIS, 2015/10 https://www.icis.com/resources/news/2015/10/21/9935197/siluria-developing-methane-ethylene-plant-in-louisiana/



敬請指教,分享意見



石化產業高値化推動辦公室:楊立群