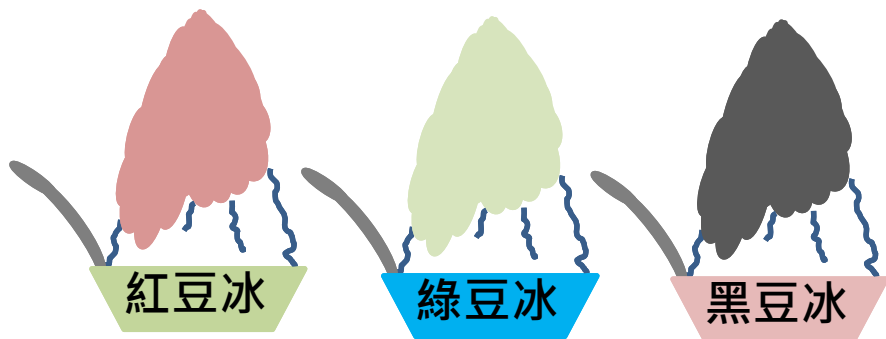


冰與火戰歌



**先聲明
絕對不是夏天
剉冰大賽...**

熱熱熱熱~



- 👉 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?

可燃冰是甲烷水合物

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 $\text{CH}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 。
- 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

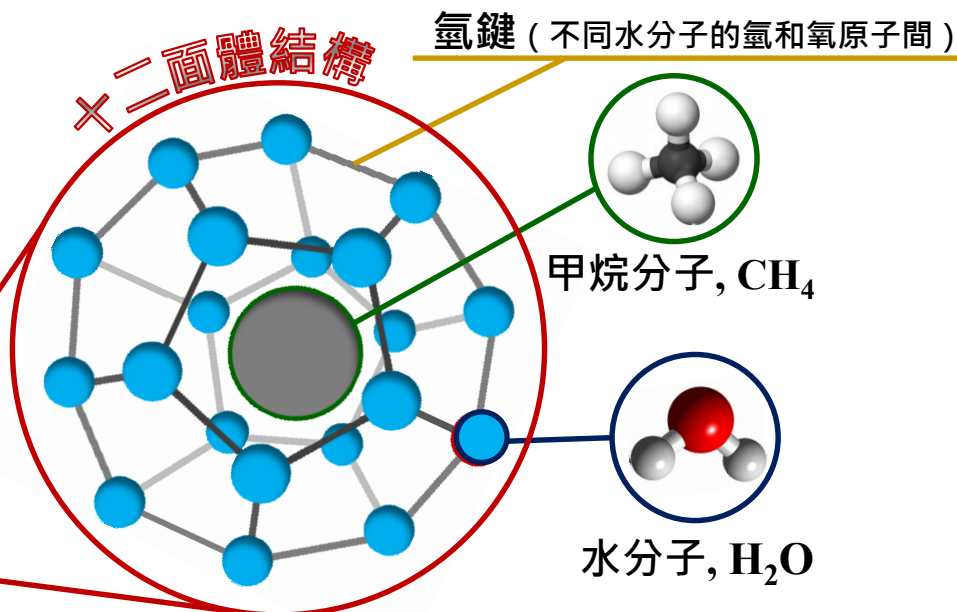
可燃冰科學家本認為存在於低溫，水以冰型式出現的星球，但直到1930年代俄羅斯人在凍土層的天然氣管線因堵塞才發現可燃冰的存在。

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



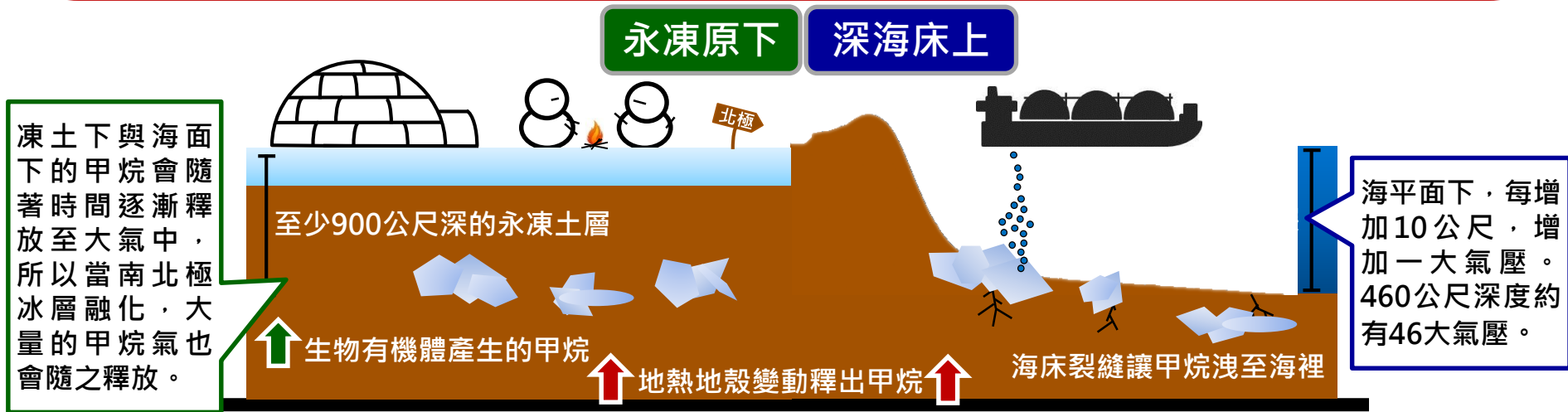
可燃冰怎麼形成？藏在？

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。



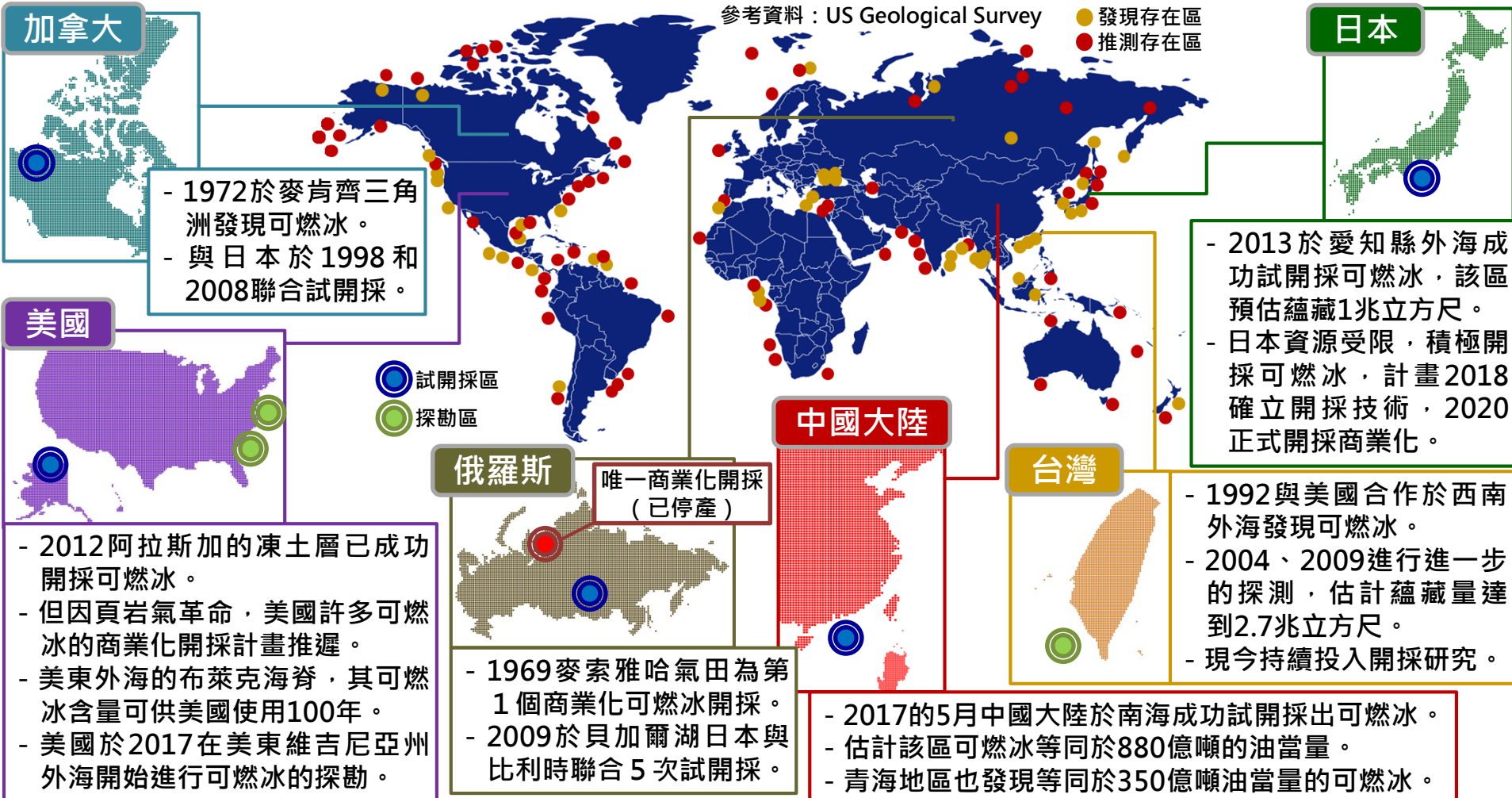
石化小百科

- 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。

各國都想要這塊冰!

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。
- 凍土層的可燃冰開採技術比海面下的更來的成熟，1969年開始，俄國開始進行開採。



科學家好擔心這塊冰？

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

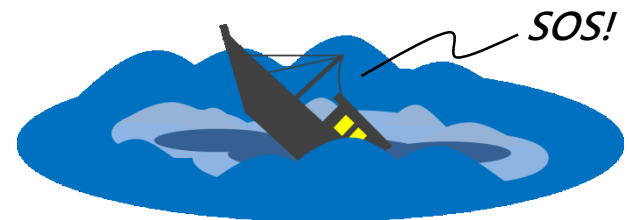


地動產生海嘯



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。



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：

解開可燃冰封閉，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

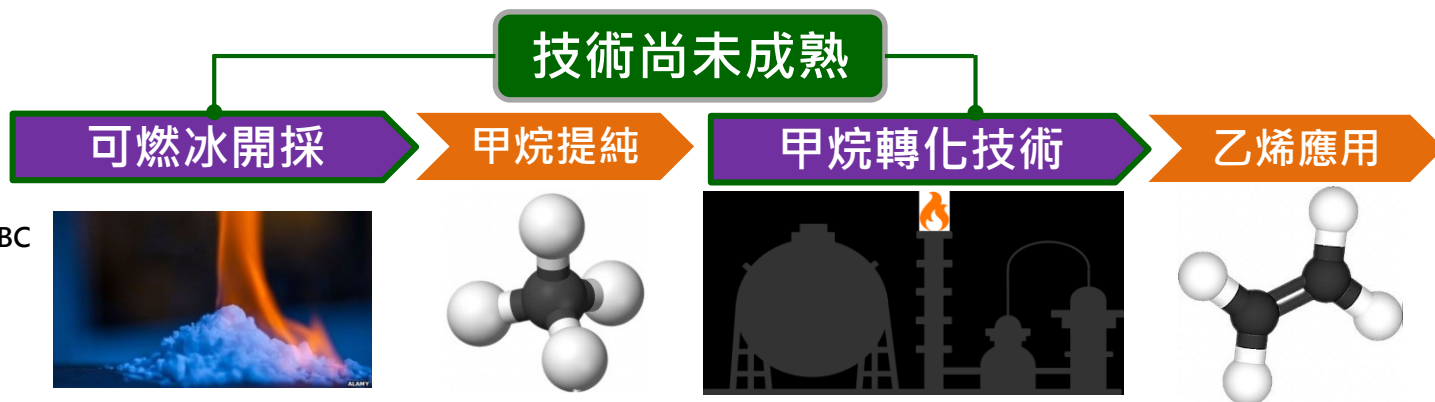
Oil workers describe methane 'explosion' on Gulf rig, BBC, 2010

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

可燃冰與石化產業

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。



圖片來源：BBC



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 Conversion of Methane to Ethylene, 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

石化高值化
潔淨好未來

PIPO

石化產業高值化推動辦公室：楊立群