

# 星際空間的有機物質：

以TMC-1為例





# 名詞定義



# 星際空間

- 行星際空間 Interplanetary

在太陽系八大行星之間的空間

- 恆星際空間 Interstellar

在各恆星的日球層頂 Heliopause 之外

恆星際空間分子密度較太陽風範圍內高，溫度也較低



# 有機物質

- 19<sup>th</sup> : 只能以生物合成的化合物(生機論)
- 普遍定義: 化合物中有碳氫鍵
- 化合物中含有碳氫鍵(C-H)/碳碳鍵 (C-C、C=C、C≡C)，且須為共價鍵





如何觀測



# 可見光觀測

- 觀測較簡易
- 能觀測的化學物質並不多

CH

CH<sup>+</sup>

CN



# 微波/紅外線電波觀測

- 微波觀測起因

德國天文學家Weinreb尋找OH分子

- 紅外線觀測起因

英國科學家Herschel發現太陽光譜有超過紅光之部分





太空有機物質



# 星際空間有機物質平均密度

- $\text{H}_2 \geq 10^3/\text{cm}^3$
- $\text{CO} \sim 10^{-2} \sim 10^{-1}/\text{cm}^3$
- $\text{NH}_3 \sim 10^{-3}/\text{cm}^3$
- $\text{HCN} \sim 10^{-4}/\text{cm}^3$
- $\text{H}_2\text{CO} \sim 10^{-5} \sim 10^{-4}/\text{cm}^3$
- $\text{HCCCN} \sim 10^{-5}/\text{cm}^3$

氫	10000
氧	8
碳	3
氮	1



# 分布

- 星體大氣層
- 星際空間

分布稀疏

形成速度緩慢

需依靠塵埃分子

維持時間短(約數百年)

因其他恆星散發出之紫外線輻射破壞



# 最有可能分布區域

- 一星體之大氣層噴發後，雲氣與塵埃尚未完全消散的地區
- 有新生恆星的暗分子雲

遮擋紫外線輻射

維持時間較長



# 暗分子雲

- 暗分子雲優勢

數量極多

利用微波、紅外線觀測

因大量星際塵埃影響波長較短之電磁波段

- 要離地球近、結構完整

金牛座分子雲(TMC-1)





有特色的有機分子



# HCCCN 氰基乙炔

- 有四個重元素，理論上不應大量出現，但實際觀測密度比許多簡單分子大
- 推測原因

可能是觀測方法較容易發現HCCCN之光譜線



# HC<sub>9</sub>N 氰基辛四炔

- 目前發現分子量最大的星際分子 (123 Da)
- 時間: 1978
- 發現區域: 金牛座分子雲 (TMC-1)
- 爭議: 有些科學家主張已發現氰基癸五炔 (HC<sub>11</sub>N)





代表意義



# 外星生命

- 大部分生物為有機物所組成，且生存環境需要有機物質
- 不一定需要原來就有？

米勒-尤瑞實驗用無機物合成胺基酸



# 第二個地球

- 地球生物在有有機物質的環境之下較有可能「正常」生存
- 盡量與地球環境類似

與恆星距離

衛星數量、大小

組成成分



# 資料來源

維基百科: 一切的起源

Broten, N.W., Oka, T., Avery, L.W., MacLeod, J.M.(1978). *The Detection of HC<sub>9</sub>N in Interstellar Space*. The Astronomical Journal, 223,105-107.

Townes, C.H.(1971).*Microwave Evidence for Interstellar Molecules*. U.S.A.: Dept. of Physics, University of California, Berkeley.



感謝聆聽。