

# VENU

---

吳鎮宇、孫忠佑、張鈞凱、陳政憲、陳怡紋

2017/10/31

# outline

- Exploration mission
- Characteristics
- Retrograde Rotation
- Atmosphere and climate
- Greenhouse effect
- Super rotation
- conclusion
- References

# 金星探勘任務

- 開始於1961年2月12日發射的金星1號探測器。
- 從1961年起，蘇聯和美國陸續向金星發射了30多個探測器，從近距離觀測，到著陸探測。

# 金星特快車（英語：*Venus Express*，VEX）

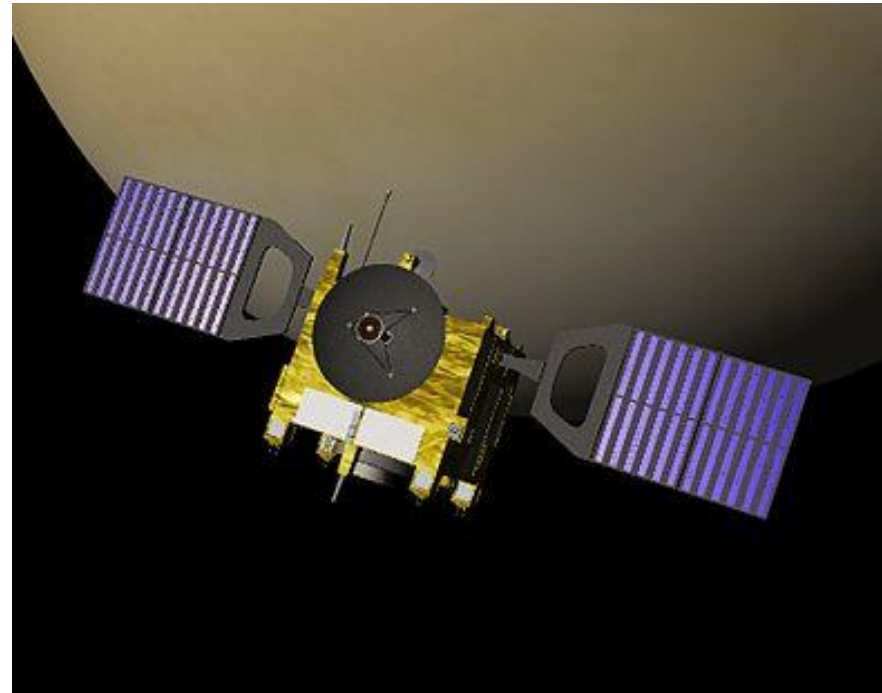
- 歐洲太空總署（European Space Agency，ESA）的第一個金星探測任務。
- 在2005年11月發射，在2006年4月就抵達金星，主要目的是長期觀察金星的大氣層。
- ESA在2014年12月結束了任務。

任務目的與成果：

2008/5/20在金星大氣層中發現羥基  
（OH）

2011/8/25報導金星的大氣層上層存在一層臭氧<sup>[</sup>

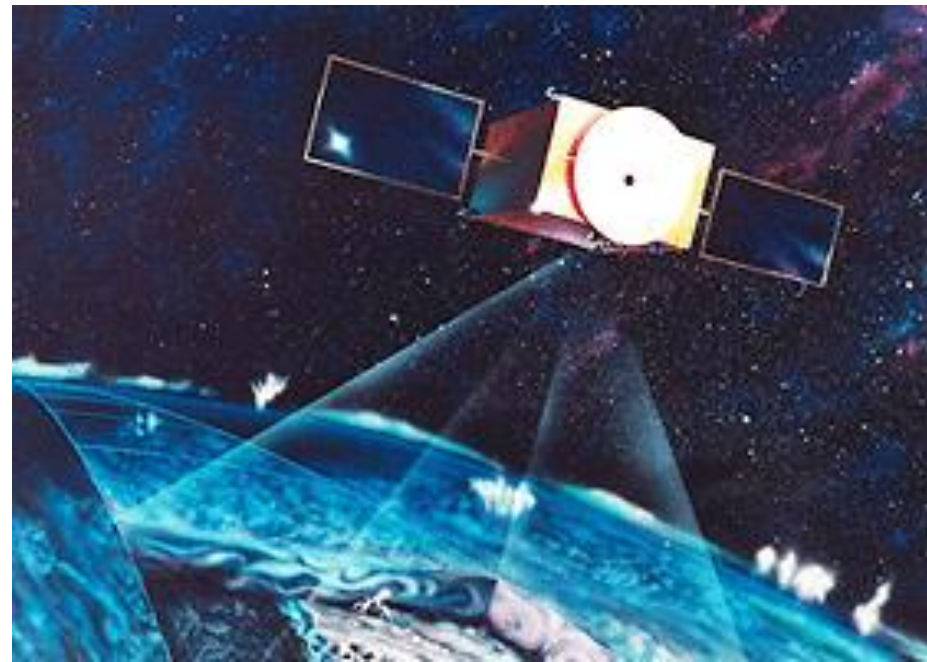
2012/10/1報導在金星的大氣層中可能存在一層突然沉澱的低溫乾冰



# 破曉號(又稱為Venus Climate Orbiter，金星氣候衛星，或譯為黎明號)

- 是日本第一個金星探測器，同時還是世界第一個非地球的行星氣象衛星。
- 在日本當地時間2010年5月21日6時58分22秒由H-II運載火箭發射升空。
- 計畫的主要目的在於探測金星大氣的「超自轉」現象。

任務目的與成果:用來自環繞金星的軌道與紅外攝像機觀察雲和表面成像並確認閃電的存在，並確定是否目前正在發生的金星火山。



# The comparison between Venus and earth

物理特徵	金星	地球	物理特徵	金星	地球
質量(kg)	4.869e+24	5.976e+24	自轉週期(天)	-243.0187	0.99727
質量(以地球為1)	0.81476	1.0000e+00	自轉週期(小時)	---	23.9345
赤道半徑(km)	6,051.8	6,378.14	公轉週期(天)	224.701	365.256
赤道半徑(以地球為1)	0.94886	1.0000e+00	軌道傾角(度)	3.394	0.000
到太陽平均距離(km)	108,200,000	149,600,000	軌道離心率	0.0068	0.0167
到太陽平均距離(以地球為1)	0.7233	1.0000	平均軌道速度(km/sec)	35.02	29.79
平均密度(gm/cm <sup>3</sup> )	5.25	5.515	自轉軸傾角(度)	177.36	23.45
赤道表面重力(m/sec <sup>2</sup> )	8.87	9.78	視星等(Vo)	-4.4	---
赤道逃逸速度(km/sec)	10.36	11.18	反照率	0.65	0.37
平均表面溫度	482°C	15°C	表面大氣壓	92	1.013
大氣組成 二氧化碳 氮 氧	96% 3+% ---	< 1% 77% 21%			

# 物理特徵

- 軌道傾角: 行星的軌道平面和黃道之夾角。
- 反照率: 指反射輻射與入射總輻射的比值。
- 絕對星等: 指把天體放在指定的距離時 (10秒差距) 天體所呈現出的視星等。此方法可把天體的光度在不受距離的影響下，作出客觀的比較。
- 視星等: 由古希臘天文學家喜帕恰斯制定的，他把自己編制的星表中的1022顆恆星按照亮度劃分為6個等級，即1等星到6等星。1850年英國天文學家普森發現1等星要比6等星亮100倍。根據這個關係，星等被量化。重新定義後的星等，每級之間亮度則相差2.512倍，1勒克司 (亮度單位) 的視星等為-13.98。
- 光度 (luminosity) : 在天文學中，光度是物體每單位時間內輻射出的總能量，即輻射通量，在國際單位制是瓦特 (Watt)，在公分克秒制中是「爾格/秒」，天文學常以太陽光度來表示。也就是以太陽的輻射通量為一個單位來表示。太陽的光度是 $3.846 \times 10^{26}$ 瓦特。
- 離心率: 可由克普勒第一定律(行星繞太陽運行，以太陽為兩焦點之一的橢圓軌道上運行。)計算得知。

# why is the pressure on Venus so high?

- 由理想氣體定律計算  $P = \frac{\rho k_B T}{\mu}$
- $\rho$  : 密度 ( $kg/m^3$ ) 每立方公尺的空氣質量
- $k_B$  : 波茲曼常數
- $T$  : 溫度 (K)
- $\mu$  : 平均原子質量 ( $g/mol$ ) 金星氣體組成: 96%CO<sub>2</sub>, 3.5%N<sub>2</sub>  
地球氣體組成: 77%N<sub>2</sub>, 21%O<sub>2</sub>, 1%H<sub>2</sub>O

地球平均原子質量約29，金星約44，地球溫度約300K，金星約750K，故 $\frac{T}{\mu}$ 的比值約1.76。地球上每立方公尺的空氣質量為1.2，金星約67，那麼 $P_v = P_E * 1.76 * 55.8 = 98$ 。那因為是由理想氣體定律計算，而金星上部分氣體處於液態與氣態的臨界狀態，所以會與實際值有所不同。



# why is the pressure on Venus so high?

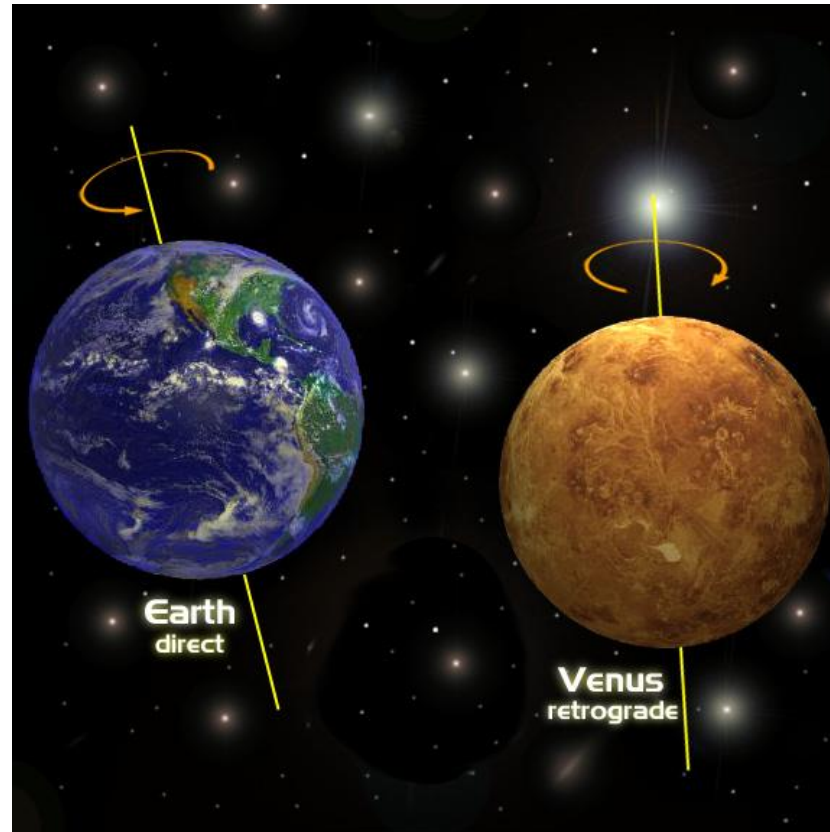
- 金星質量與地球相似，為什麼大氣壓力可以這麼不同？

推估金星上過去有劇烈的火山活動，將水氣蒸發，水與一氧化碳或碳反應且產生大量的二氧化碳，而二氧化碳是以知的溫室效應氣體，造成金星溫室效應。地球過去的火山活動雖也造成大氣中充滿二氧化碳，但地球上的海洋能吸收這些氣體，產生碳酸鈣沉澱至海底，借由板塊運動封存至地表以下，有良好的碳循環。而金星無此機制，於是大氣中不斷累積二氧化碳，至金星表面溫度非常熱，氣體又不斷累積，兩者不斷互相影響，造成高壓高溫的環境。

# Sound speed on Venus

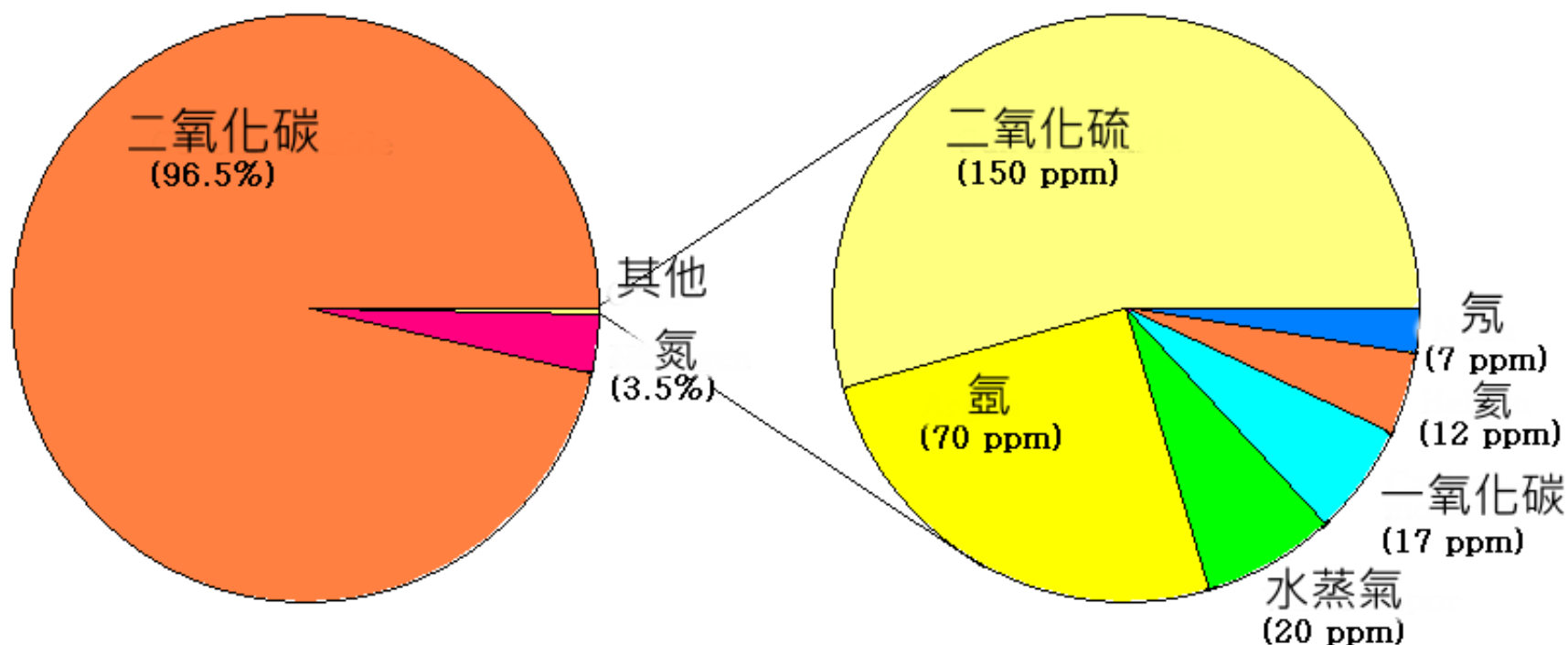
•  $c = \sqrt{\gamma \cdot \frac{p}{\rho}} = \sqrt{\gamma \cdot \frac{R \cdot T}{M}} = \sqrt{\gamma \cdot \frac{k \cdot T}{m}}$  , 若知道大氣壓力與大氣密度, 可以算出金星聲速約為  $\sqrt{1.66 \cdot \frac{8.314 \cdot 750}{0.067}} = 393.05(\text{m/s})$

# Retrograde Rotation

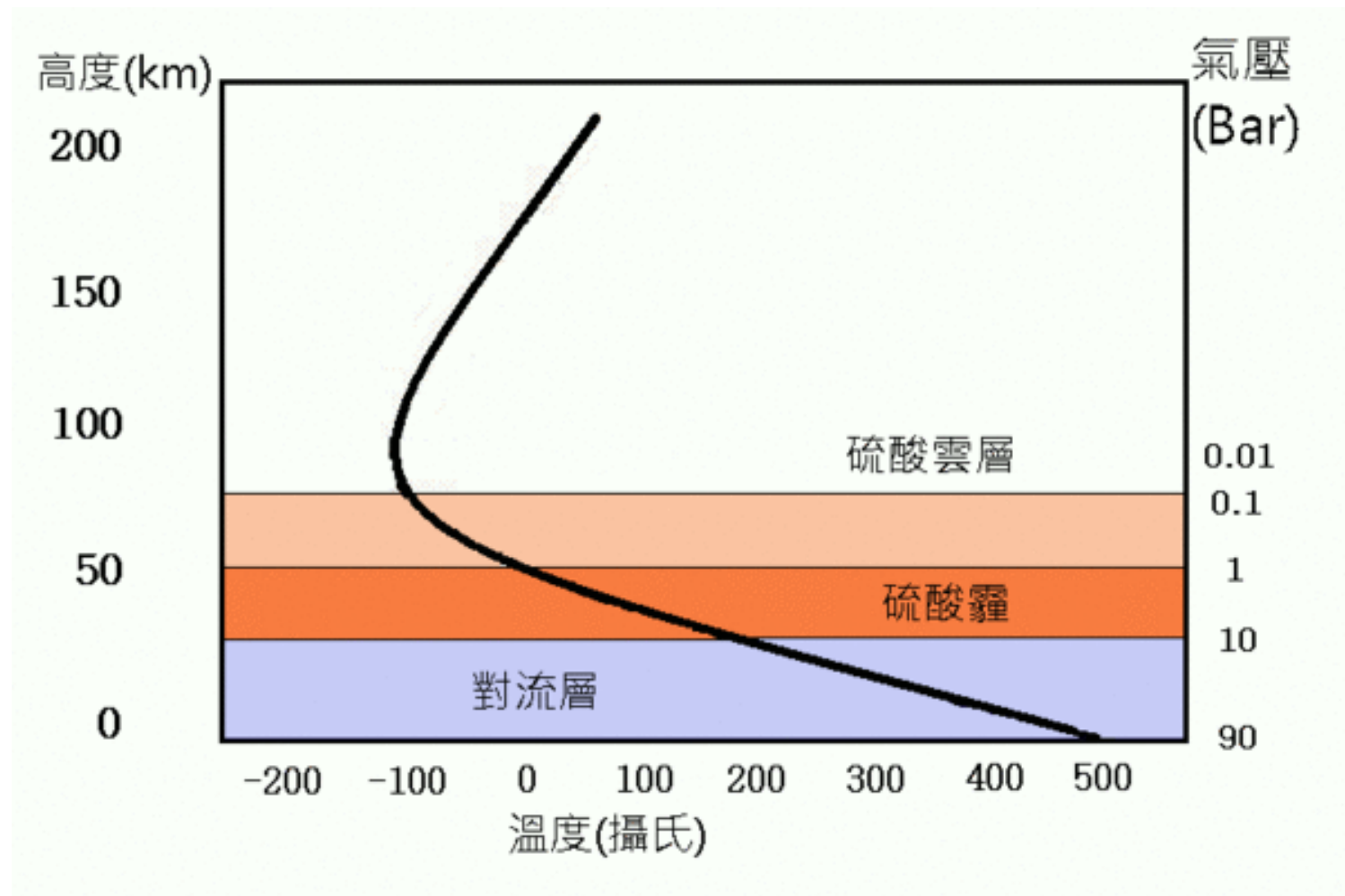


Spin period = 243 days > orbital period = 224 days

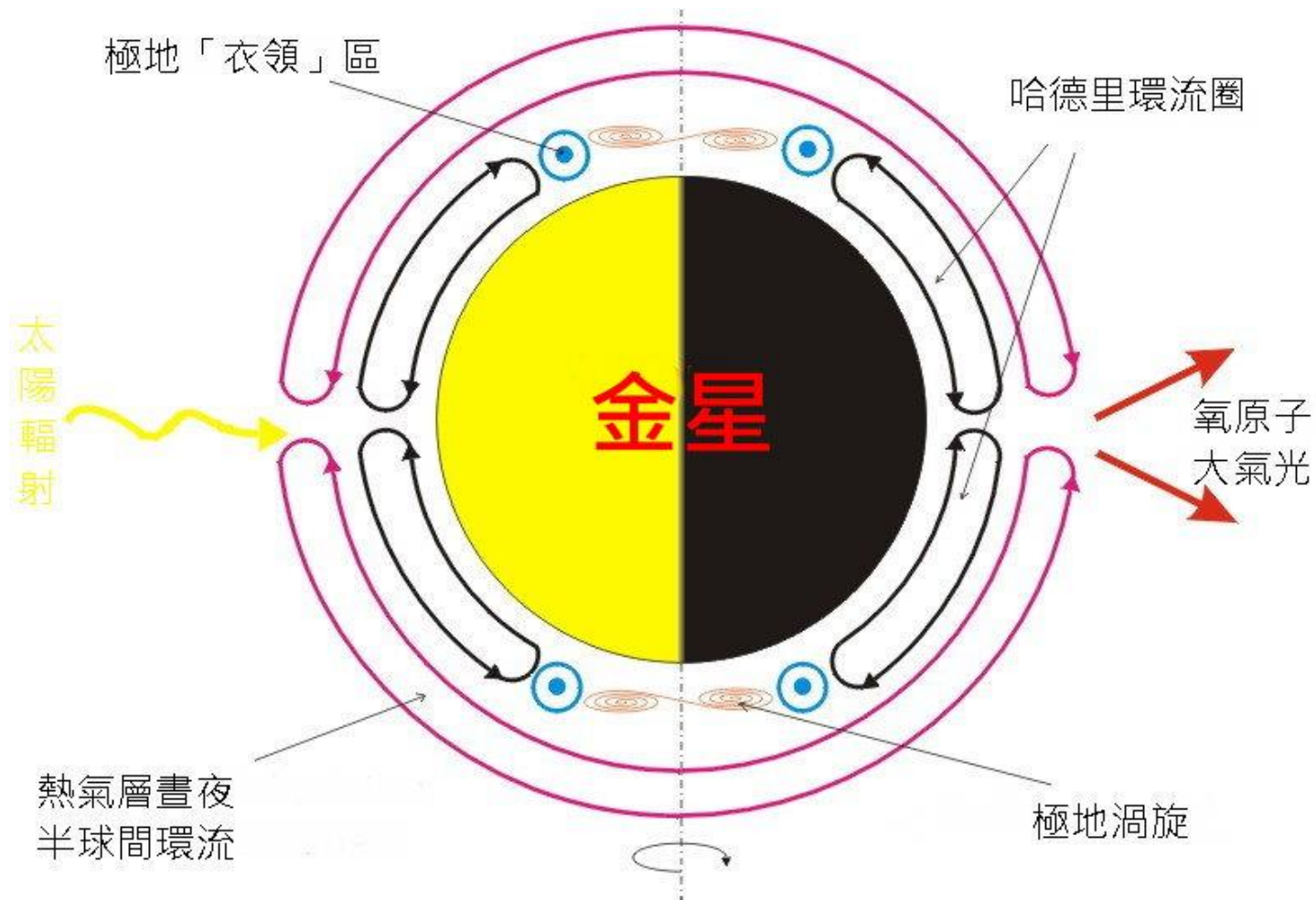
# Atmosphere Composition



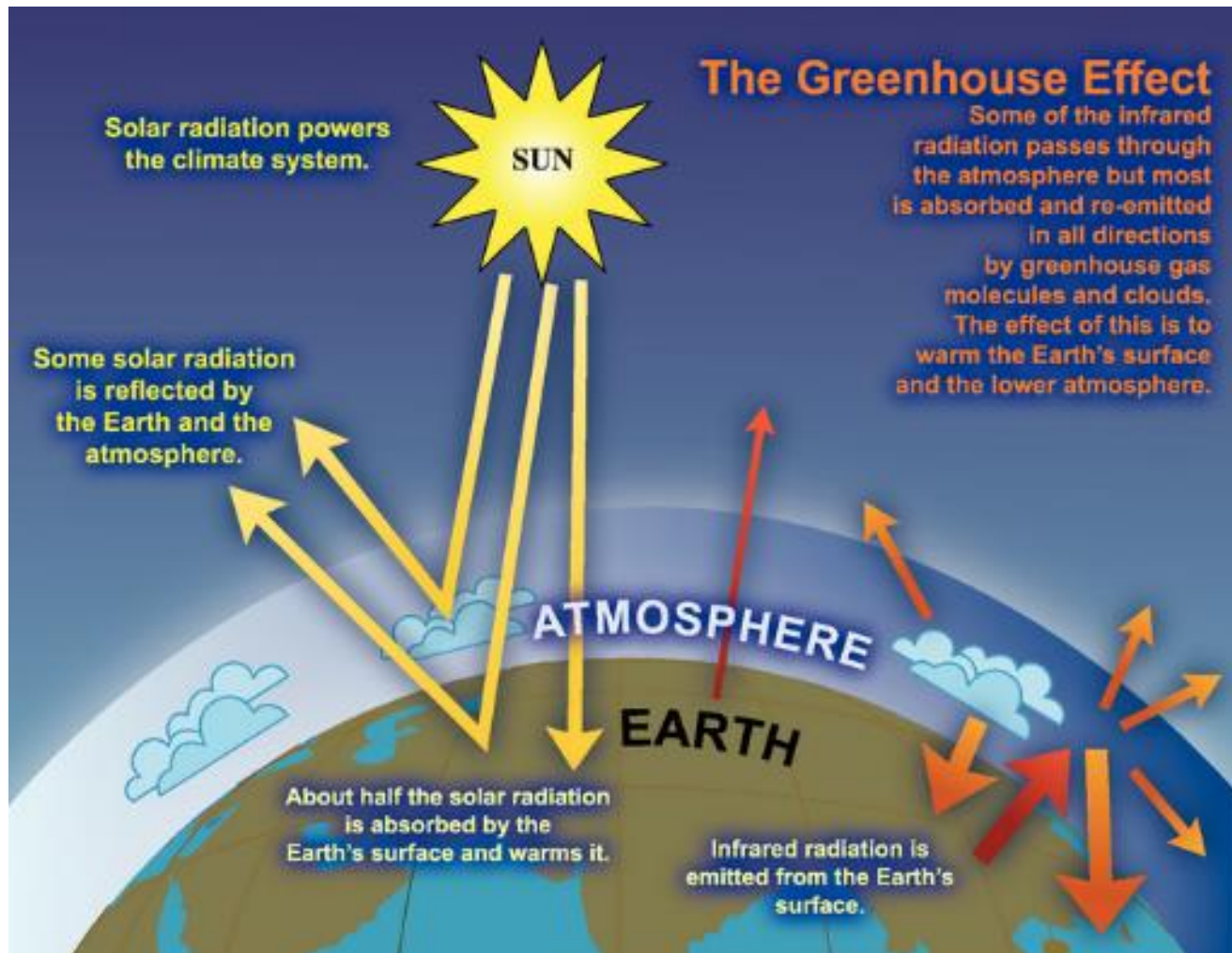
# Vertical structure



# Circulation

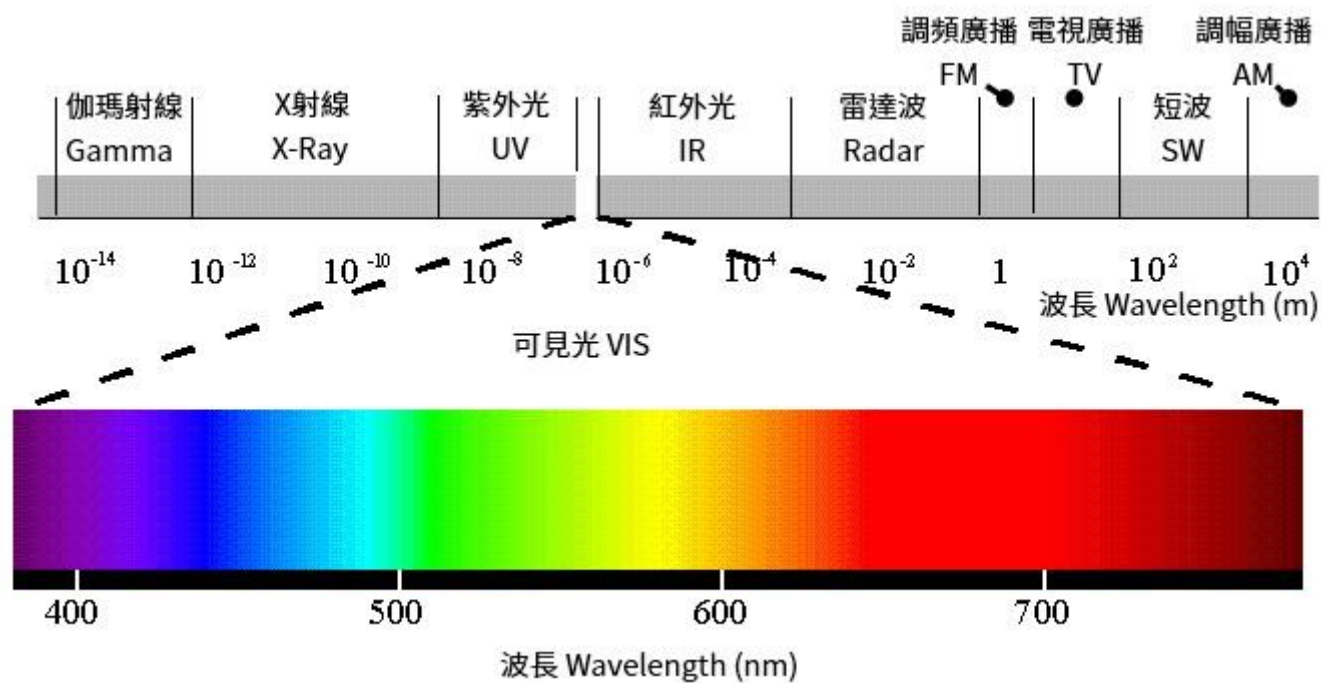


# Greenhouse Effect





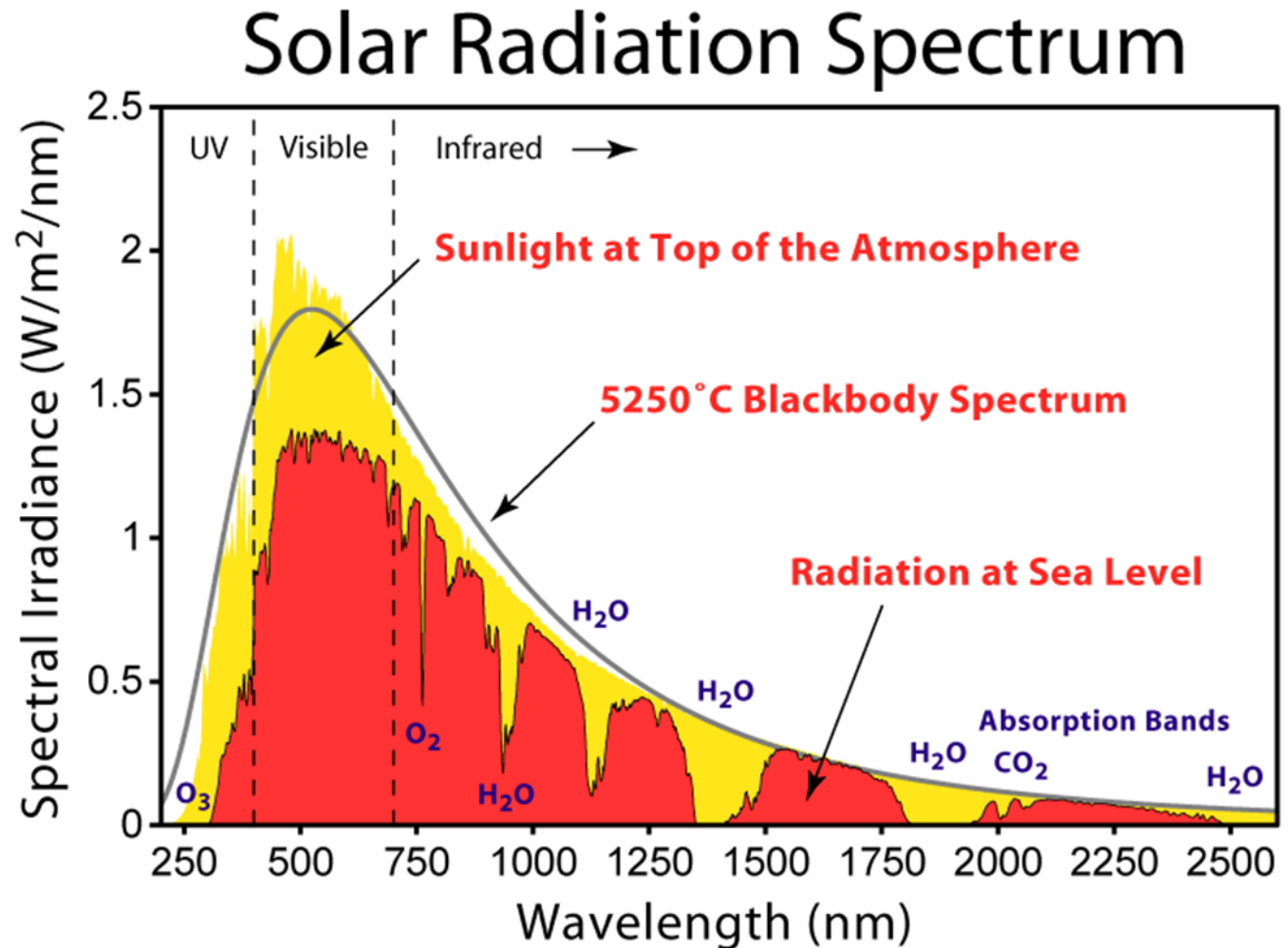
# Spectrum





# Greenhouse Gases

- 水氣
- 二氧化碳
- 甲烷

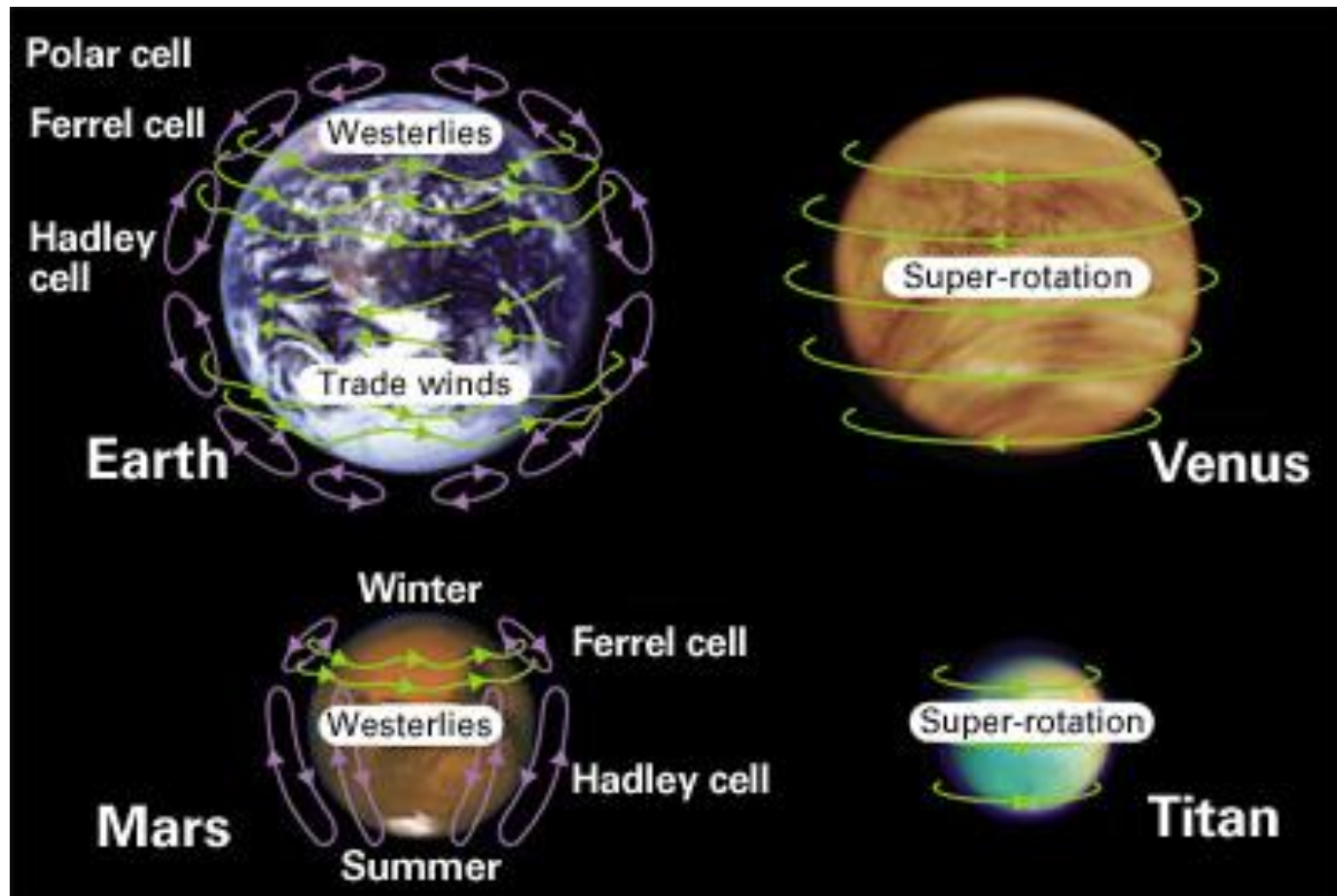


# 金星大氣組成

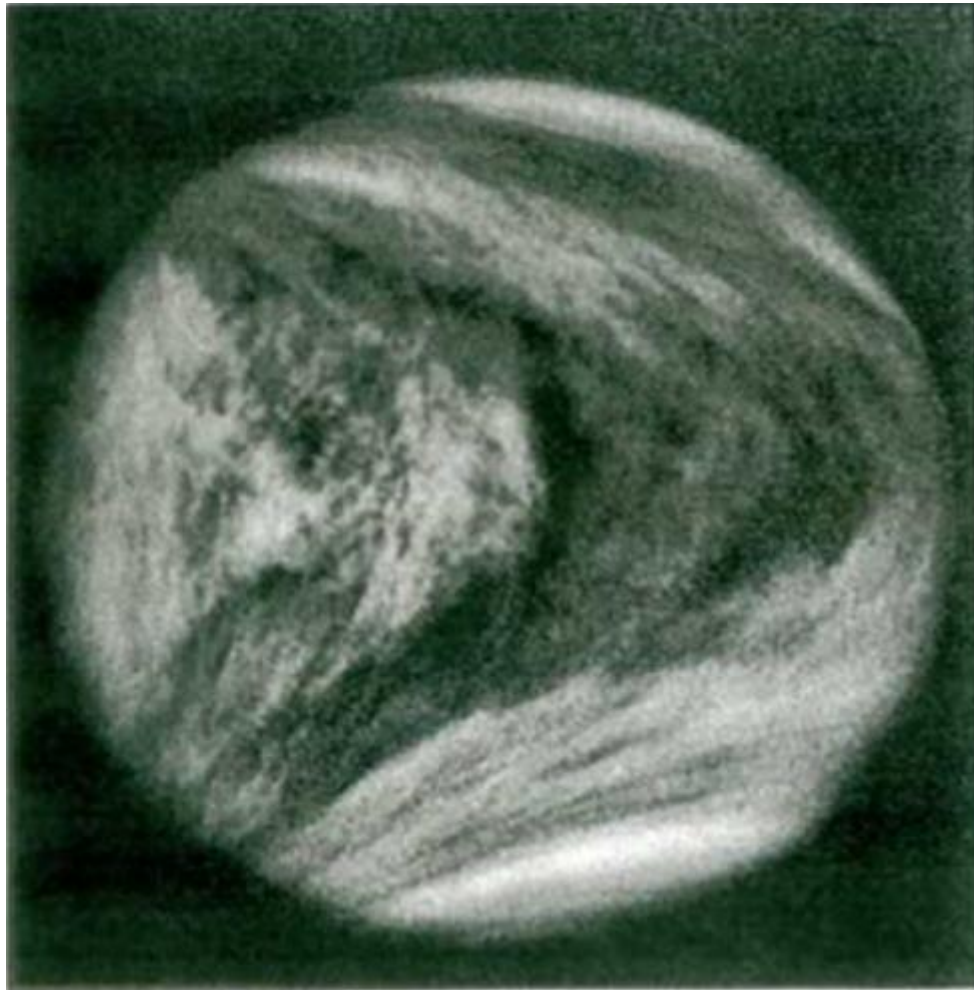
- 表面氣壓：92bar ( 9.2MPa )
- 成分
- ~96.5% 二氧化碳
- ~3.5% 氮
- 0.015% 二氧化硫

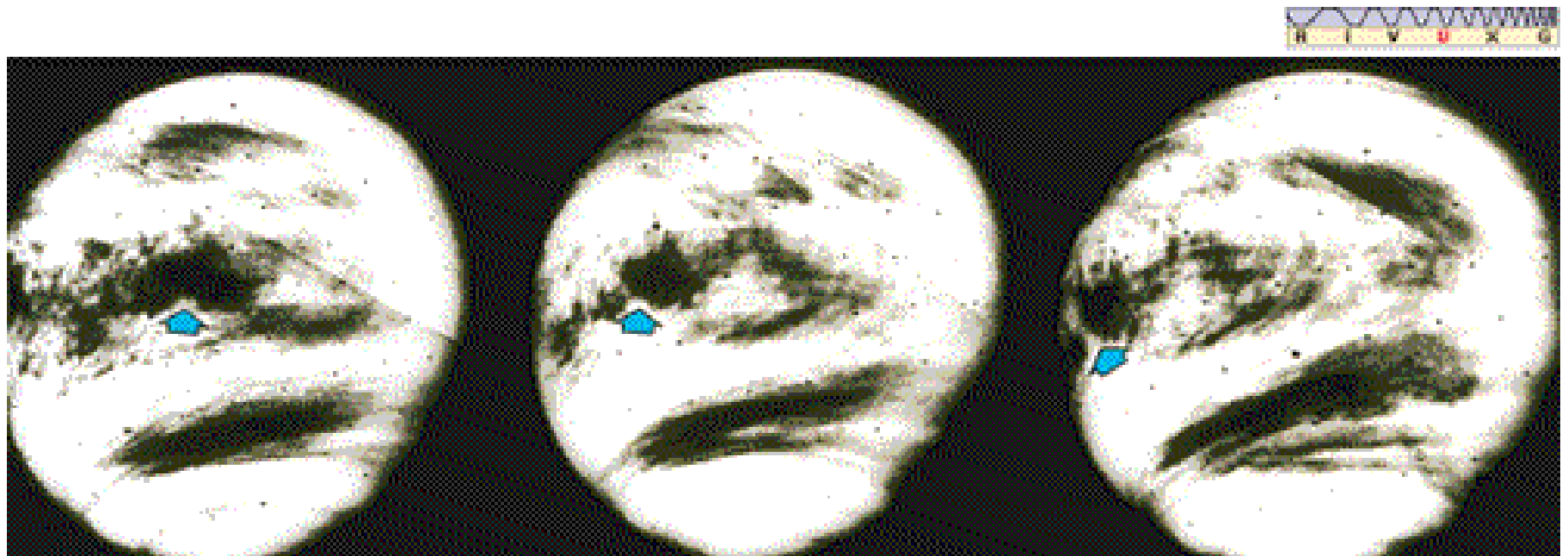
金星表面擁有極高密度的大氣層且二氧化碳是主要成分，故造就太陽系最強的溫室效應。其表面溫度至少為462 °C。

# Super-rotation



# Super-rotation

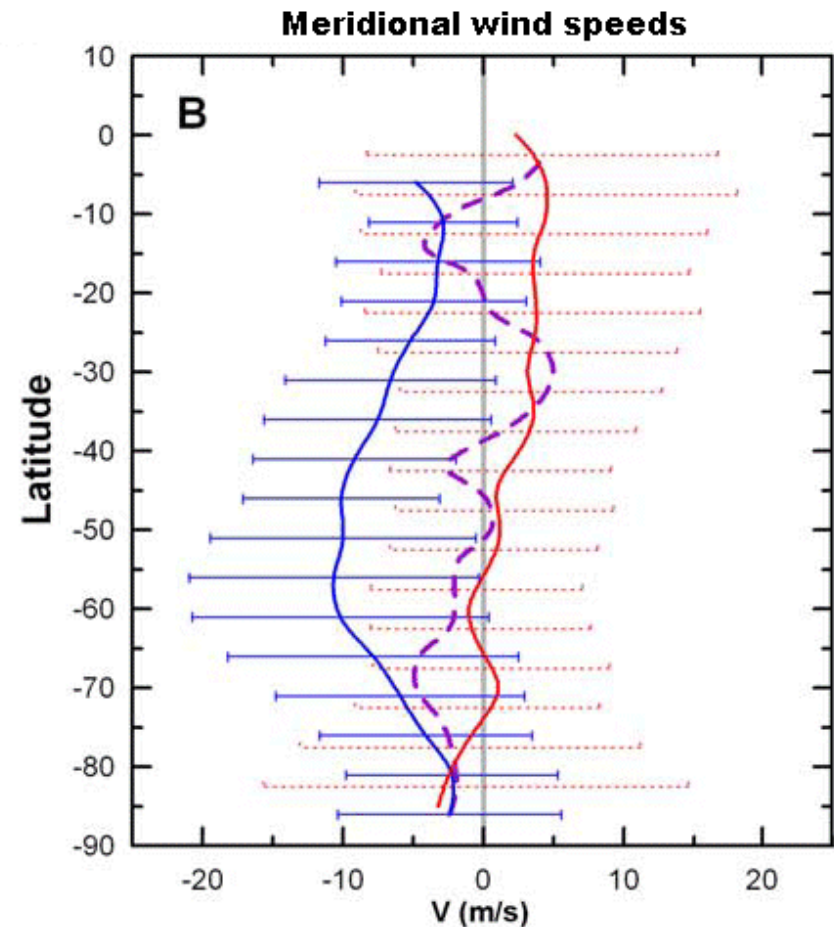
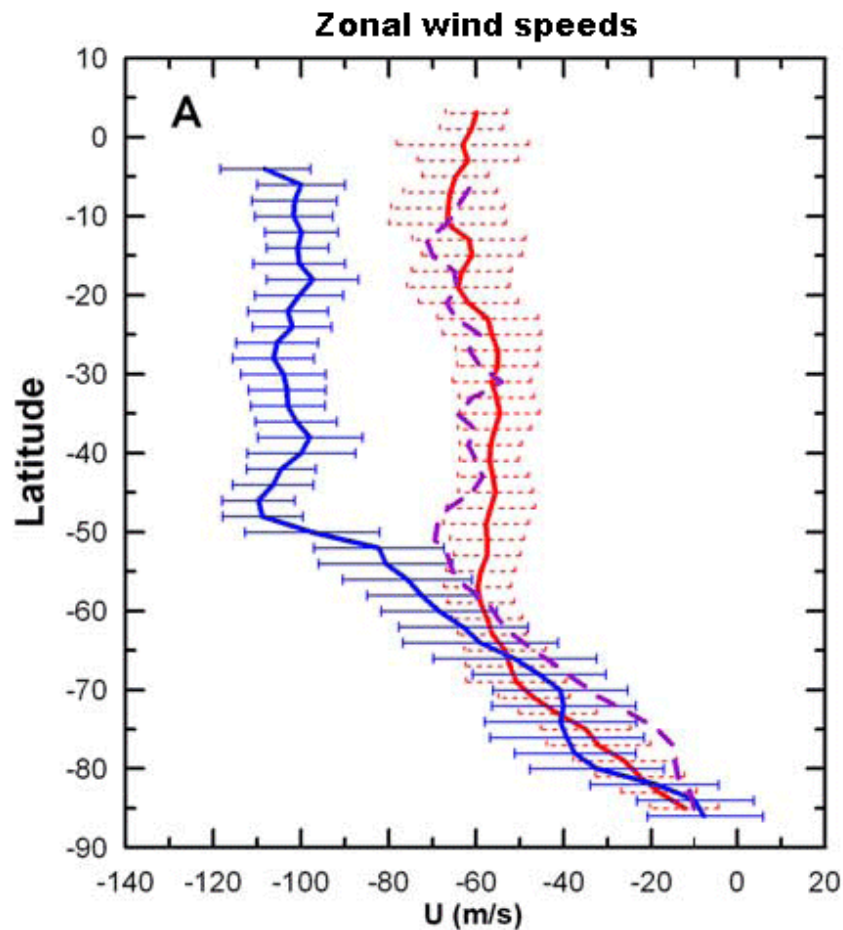




參考網址：

<http://lifeng.lamost.org/courses/astrotoday/CHAISSON/AT309/HTML/AT30905.HTM>

# Super-rotation

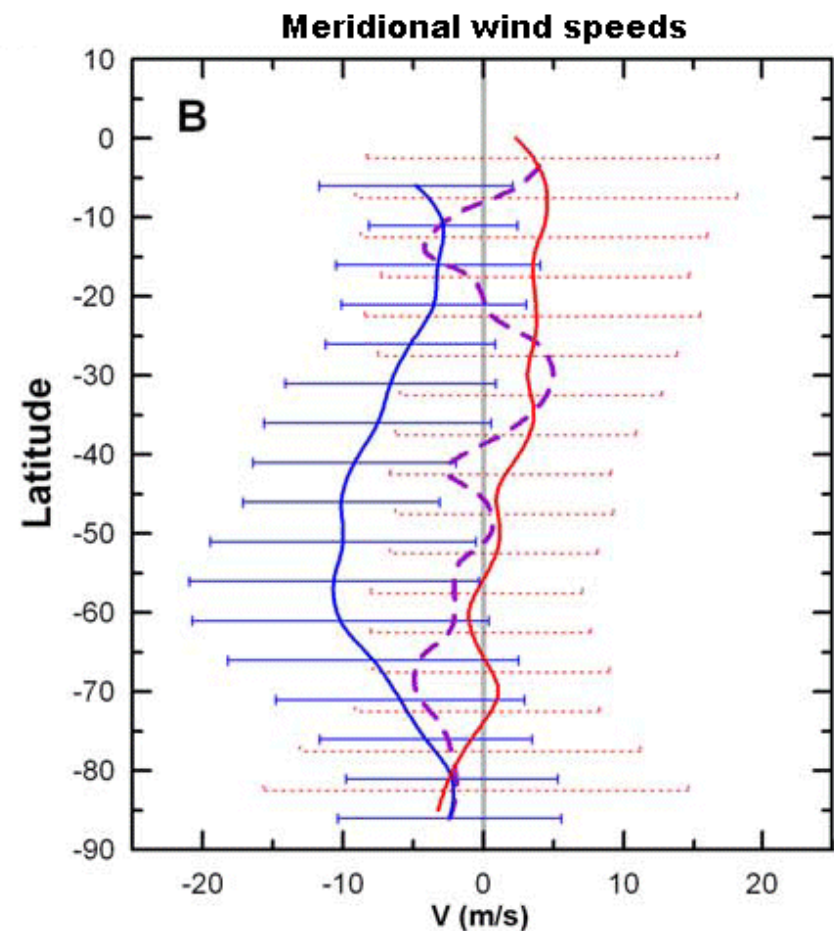
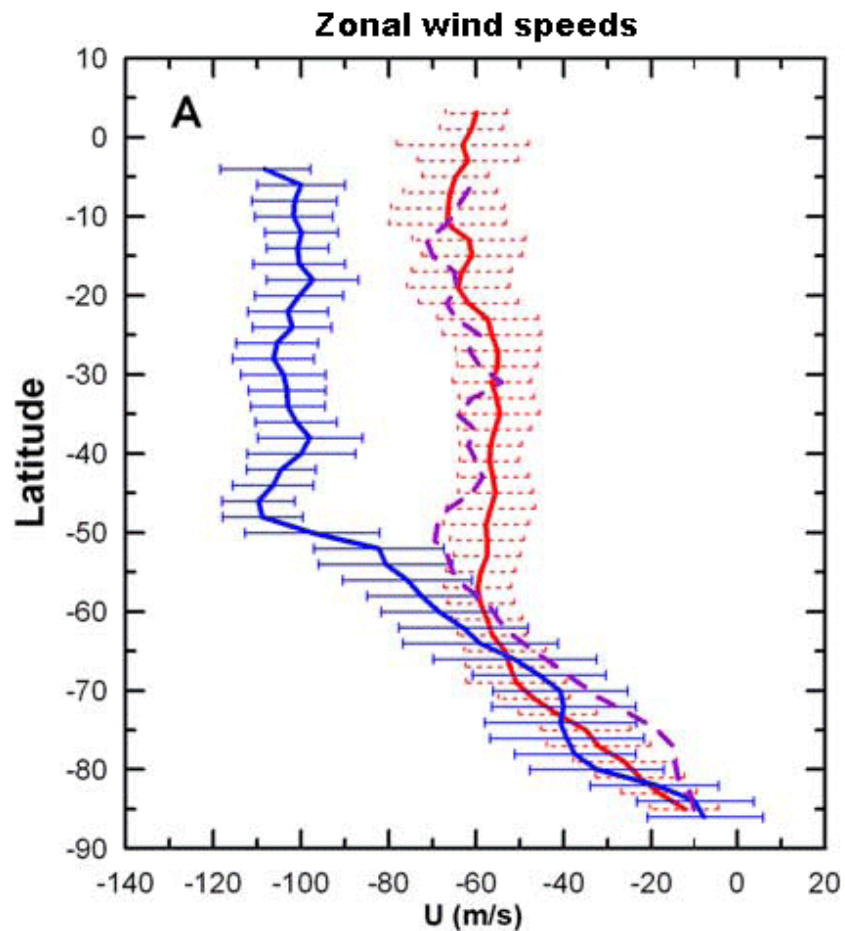


# Super-rotation

Colour	Lambda ( $\mu\text{m}$ )	Altitudes (km)	Atmospheric Region
Blue	0.38	62-70	Top of upper cloud layer
Purple	0.98	58-64	Base of upper cloud layer
Red	1.74	44-48	Lower cloud layer

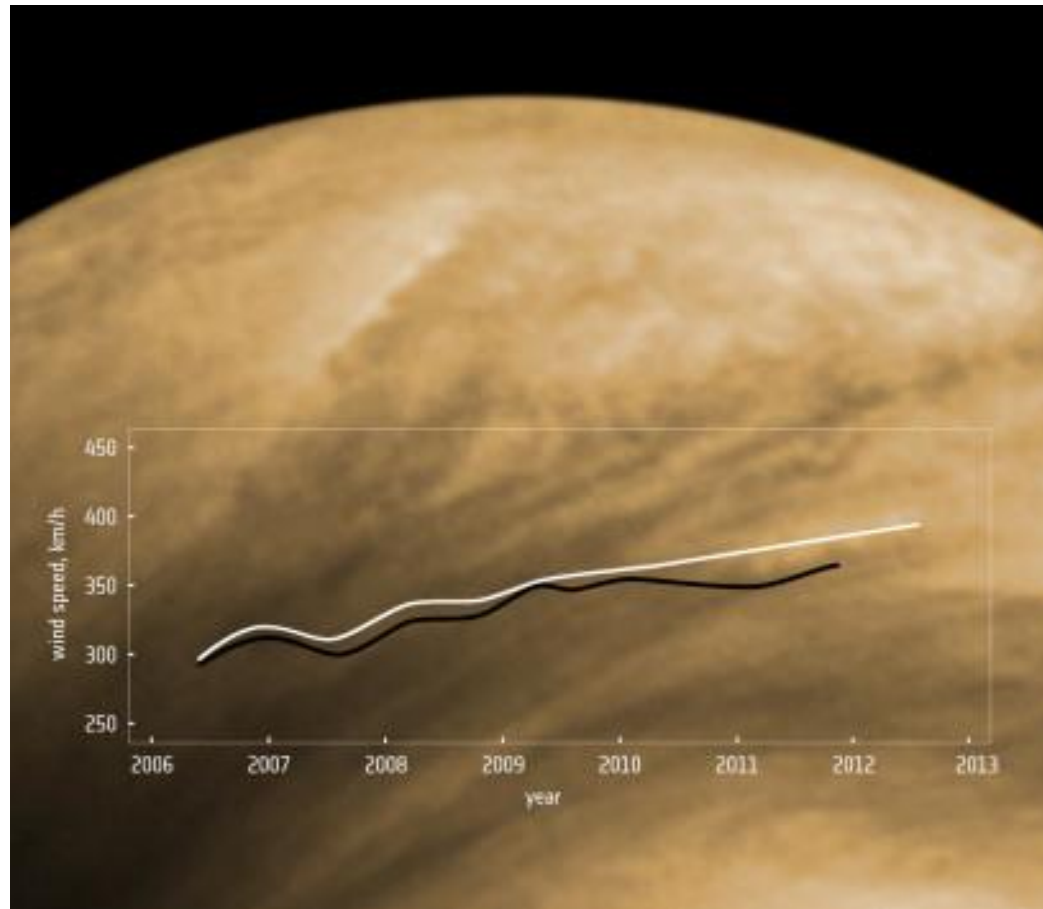


# Super-rotation



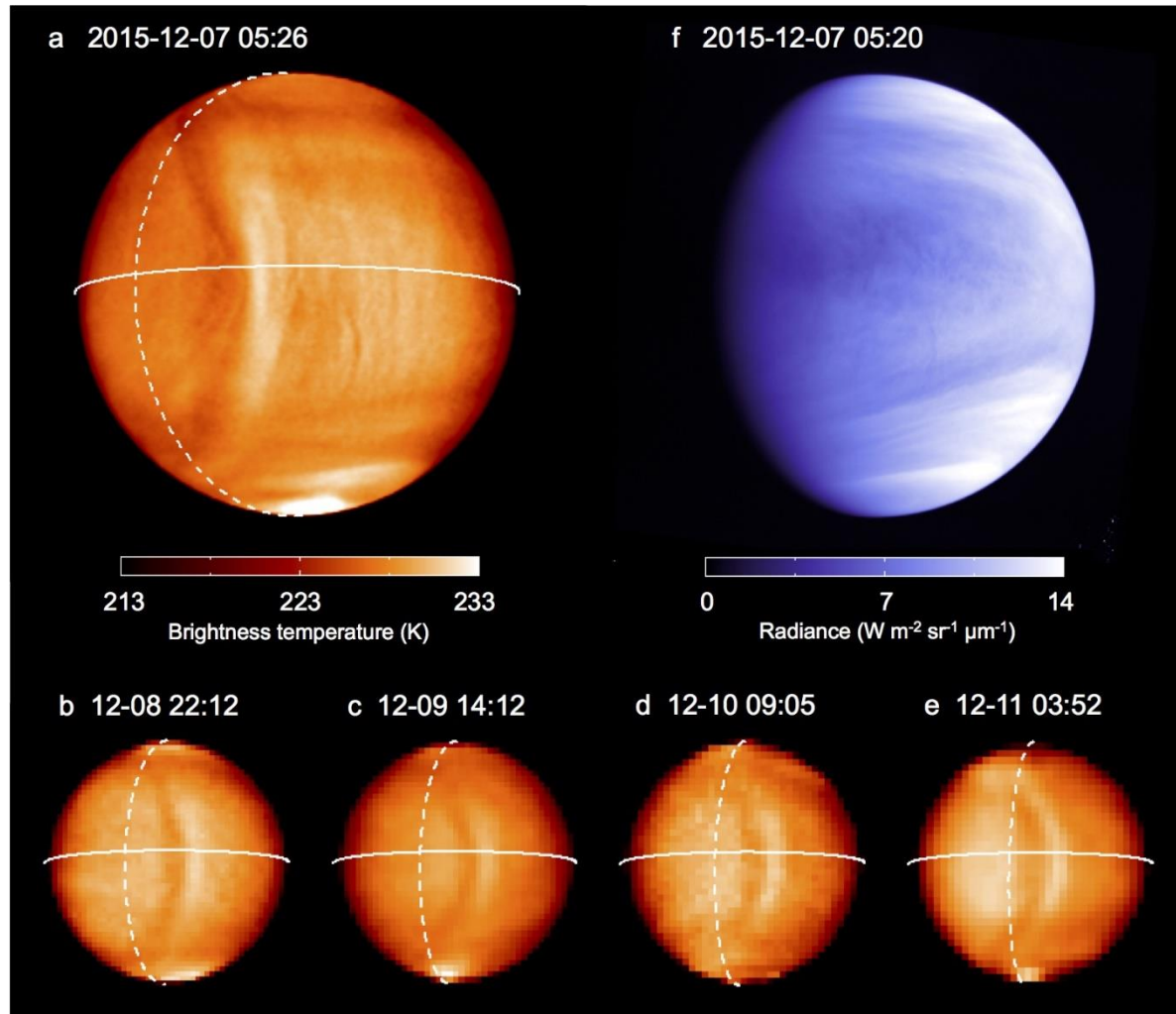


# Super-rotation



參考網址：<http://sci.esa.int/venus-express/54065-4-super-rotation-is-speeding-up/>

# 金星巨大弓形凸塊



參考網址：<https://spaceflightnow.com/2017/01/22/japanese-spacecraft-spots-planet-spanning-wave-on-venus/>

# Conclusion

- 可由物理特徵得知一顆星球的許多特性。

# References

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere\\_of\\_Venus](https://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere_of_Venus)
- 行星科學, 胡中為, 徐偉彪, 2008
- <https://solarsystem.nasa.gov/planets/venus/facts>