

乒乒乓乓的宇宙

... 獠眈琍疾 瞷

中央大學天文研究所及物理系
陳文屏

熱鬧的宇宙

- 天體的碰撞
- 太陽系天體的碰撞
- 後果 – 6500萬年前火燒地球村

避免彗星撞地球 有哪些撇步?



宇宙中的基本力

- 強作用力 天體的光與熱
- 弱作用力 多樣的元素
- 電磁力 我們看到宇宙的一面
- 萬有引力 實際主宰宇宙結構的力量
目前知道只有吸引力

→ 碰撞 (乒乒乓乓) !

相吸如果沒相遇呢?

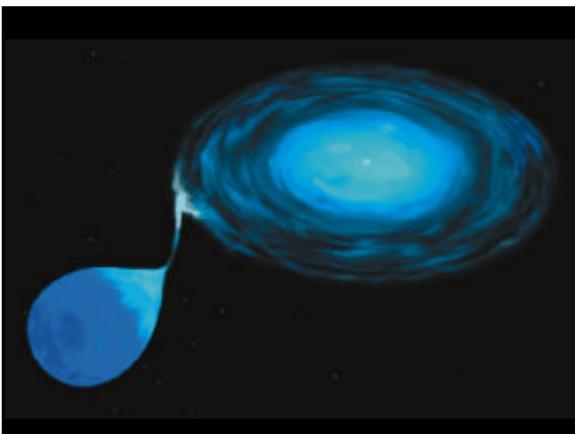
一些天文數據

- 銀河系當中的恆星
太陽半徑 7×10^{10} cm (70萬公里)
鄰近恆星距離 4-5光年 10^{19} cm
距離為物體大小的 10^8 倍
- 星系之間
星系大小 5-10萬光年
星系間距離 百萬光年
距離為物體大小的 10 倍

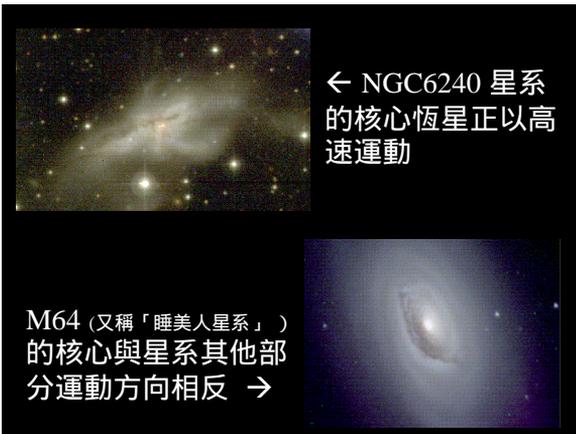
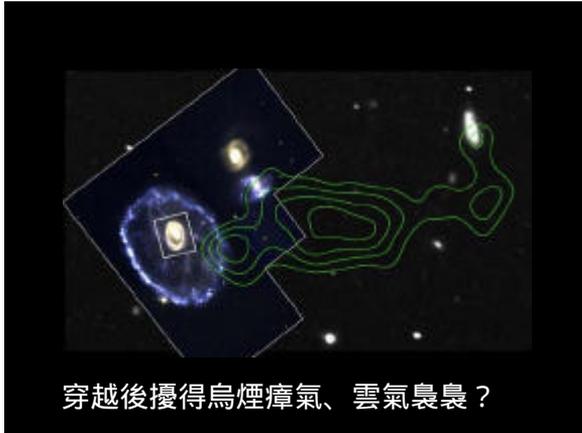
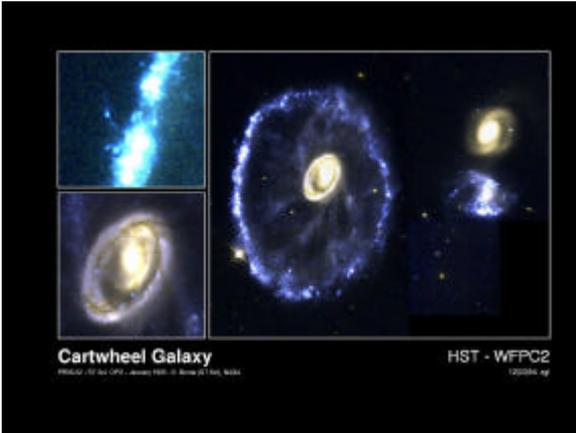
如果撞了呢?

→ 恆星間非常 (非常) 空曠 → 不易相撞

相對而言, 星系之間很擁擠!



NGC4038/4039 Antennae galaxies



太陽系

太陽、行星、衛星、
灰塵、雲氣
是怎麼來的？

有人說是這麼來的

當然，不要太相信，
姑且聽之

太陽系中的各式天體

雲氣收縮、中央溫度升高、點燃核子反應 **太陽**

雲氣縮成扁盤狀、盤中灰塵凝集 **小行星**

✓ 繼續凝集 **行星**

❖ 旁邊扁盤中的灰塵繼續凝集 **衛星**

❖ 不成形的 **外行星的環**

✓ 不成形的 **留在原地，例如小行星帶**

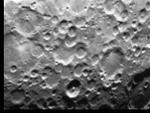
被拋到遠方 **歐特雲中的彗星核**

不小心進入太陽系內圍 **彗星**

那，剩下的東西呢？

太空中充滿了大小碎渣
到處遊走

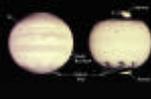
太空處處「槍林彈雨」



月球表面有大量
撞擊的痕跡



Gaspa 小行星的表面也有
很多撞擊的證據



木星也曾被撞得鼻
青臉腫

地球也無法避免「中彈」

萬一撞到了

如沙粒般的碎渣掉入地球大氣 **流星**

• 地球撞向彗星留在軌道上的殘渣 **流星雨**

• 大一點的如小石，燃燒剩餘部分落到地面 **隕石**

• 再大一點的呢？

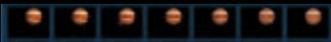


Barringer Meteor Crater, Arizona, USA



Forest in 1927, 13 mi from epicenter of Tunguska

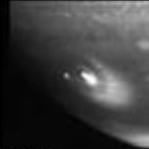
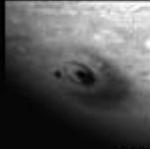
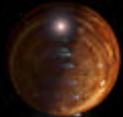
那一年夏天 (1994)
彗星撞木星



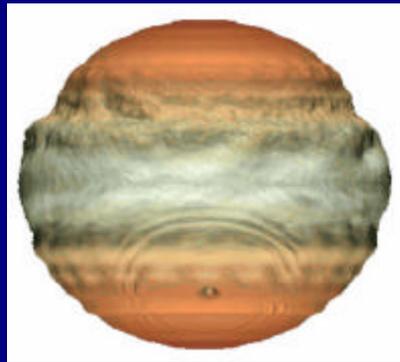
G Impact Site

Green

Methane



18 July 1994

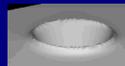


Earth 100 minutes after a G-Sized impact

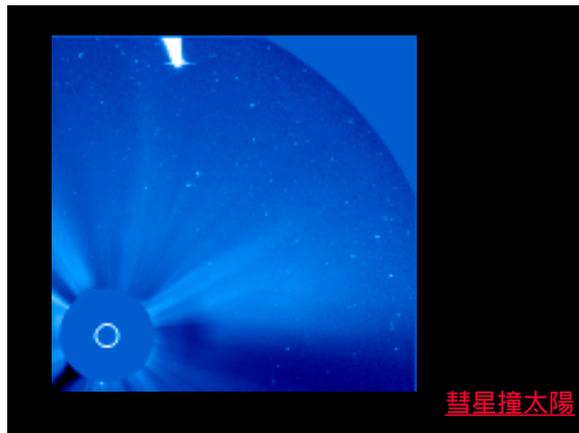
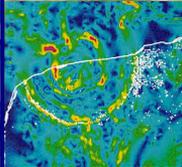


G impact scar reprojected onto Earth, to scale

會發生在月球與木星，也會發生在地球
事實上已經發生過，而且也隨時隨地正在發生



恐龍怎麼滅種的？
6500萬年前的撞擊！



彗星撞太陽

子彈 200公克、每秒超過
1000 公尺

汽車 2000 公斤、每秒
10 公分

$$E = (1/2) m v^2 = (3/2) k T$$

汽車 $m \rightarrow 1$ 萬倍

子彈 $v \rightarrow 1$ 萬倍； $v^2 \rightarrow 1$ 億倍

➡ 子彈 $E \rightarrow 1$ 萬倍

快的東西殺傷力很可怕！



水能載舟，也能覆舟

- 彗星遊走在黑冷的太空中，得以孕長複雜的分子，有些可能是生命的前身
- 地球上大量的液態水 是彗星帶來的嗎？
- 地球上的生命來自彗星播下的種嗎？
- 六千五百萬年前，包括恐龍在內的生物大滅絕，是彗星造成的嗎？
- 本世紀初「通古斯加」地方的大爆炸
- 下一次甚麼時候？

恐怖名單

- 每個晚上平均有上億個天體掉進地球大氣
- 約有 2,000 個超過一公里直徑的天體與地球軌道「交錯」→ Near-Earth Objects/Asteroids (NEOs) 萬一與地球相撞，將毀掉 1/4 的人口
- 超過 500 公尺者約 10,000 個
- 超過 100 公尺者約 300,000 個
- 超過 10 公尺者約 1 億 5000 萬個
- 有可能與地球相撞的天體當中，約 70% 屬於小行星，其他為彗星

有沒有解厄之道？

- 炸掉？
- 融化掉？
- 改變軌道？ [B612 Mission](#)

反應時間？
(假如有辦法...) 執行時間？
還有，發生機率到底有多大？



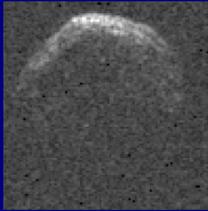
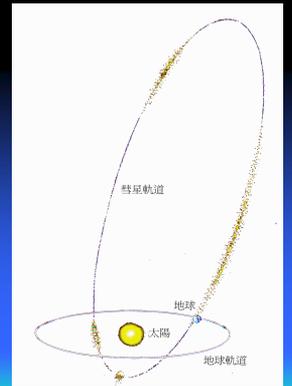
撞擊機率

如_____般的隕石：每_____

- 花生、1 小時、10 次
- 蒜頭、1 小時、1 次
- 柚子、10 小時、1 次
- 籃球、月、1 次
- 50-m 小行星、100年、1 次（足夠把台灣毀掉）
- 1-km 小行星、10萬年、1 次
- 2-km 小行星、50萬年、1 次

神龍首尾都不見的彗星，這樣的致命碰撞只有 6 個月的預警！

六個月能做什麼？



A radar image of 1950DA taken by the Arecibo radio telescope from 22 lunar distances on March 4, 2001. Credit: NAIC

<http://www.planetary.org/html/news/articlearchive/headlines/2002/1950DA.htm>

[BBS news July 26, 2002](#)

Scientific American November 2003, pp. 54-61

The Asteroid Tugboat

Russell L. Schweickart, Edward T. Lu, Piet Hut and Clark R. Chapman

Mercury, November-December 2003, pg 15

ARE ASTRONOMERS CRYING WOLF?

By generating scary headlines, NEO searches have become a victim of their own success.

David Morrison

<http://nai.arc.nasa.gov/impact/>

- 我們對太陽系內的大天體（行星、衛星）已經有了不少瞭解
- 但是對於小型天體（彗星、小行星）知道不多（因為它們又遠、又暗，又...無趣？）
下個月會否出現個超級大彗星？不知道！
- 建構太陽系天體的基本「磚塊」，包含了最原始的物質，保留了太陽系形成與早期演化歷史
- 未來最具挑戰的太空任務就是探訪這些小傢伙 Deep Impact, Rosetta



首先...清點太陽系家族的成員

Target Earth: Search for Earth-intercepting asteroids and comets



Near-Earth Asteroid Tracking (NEAT)



- 兩座1.2公尺口徑望遠鏡搜尋「近地小行星」

Lincoln Near Earth Asteroid Research (LINEAR)



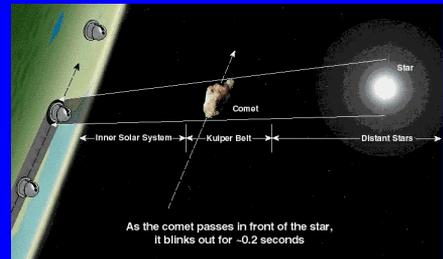
Space Guard in Japan

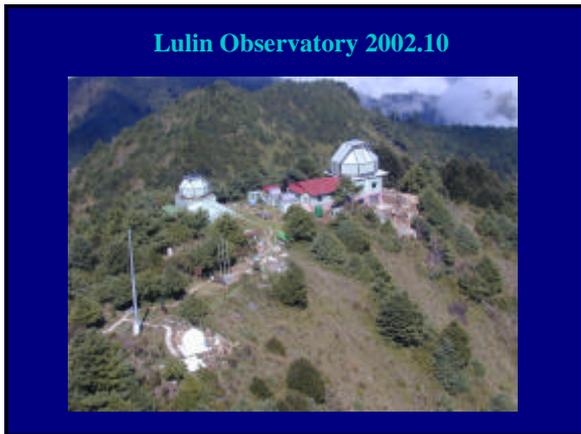
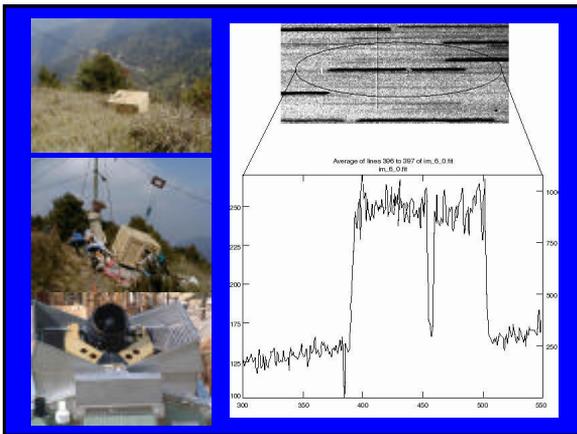


Space Watch (USA, Arizona)



中美掩星計畫 (Taiwan-America Occultation Survey)





結論

- ❖ 宇宙是動態的，哪有所謂「天地不老」？
- ❖ 大、小尺度的天體皆隨時在改變，彼此交互作用，彼此「乒乒乓乓」
- ❖ 有了「外侮」才知何謂「生命共同體」？
- ❖ 到底誰該擔心呢？是杞人憂天嗎？

我們有「玩真」的本事嗎？科學家與媒體都不能只靠翻譯外電