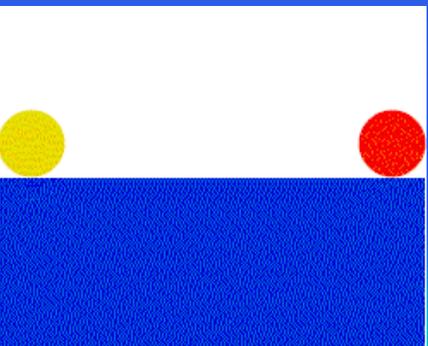


乒乒乓乓的宇宙 ... 如果彗星撞地球

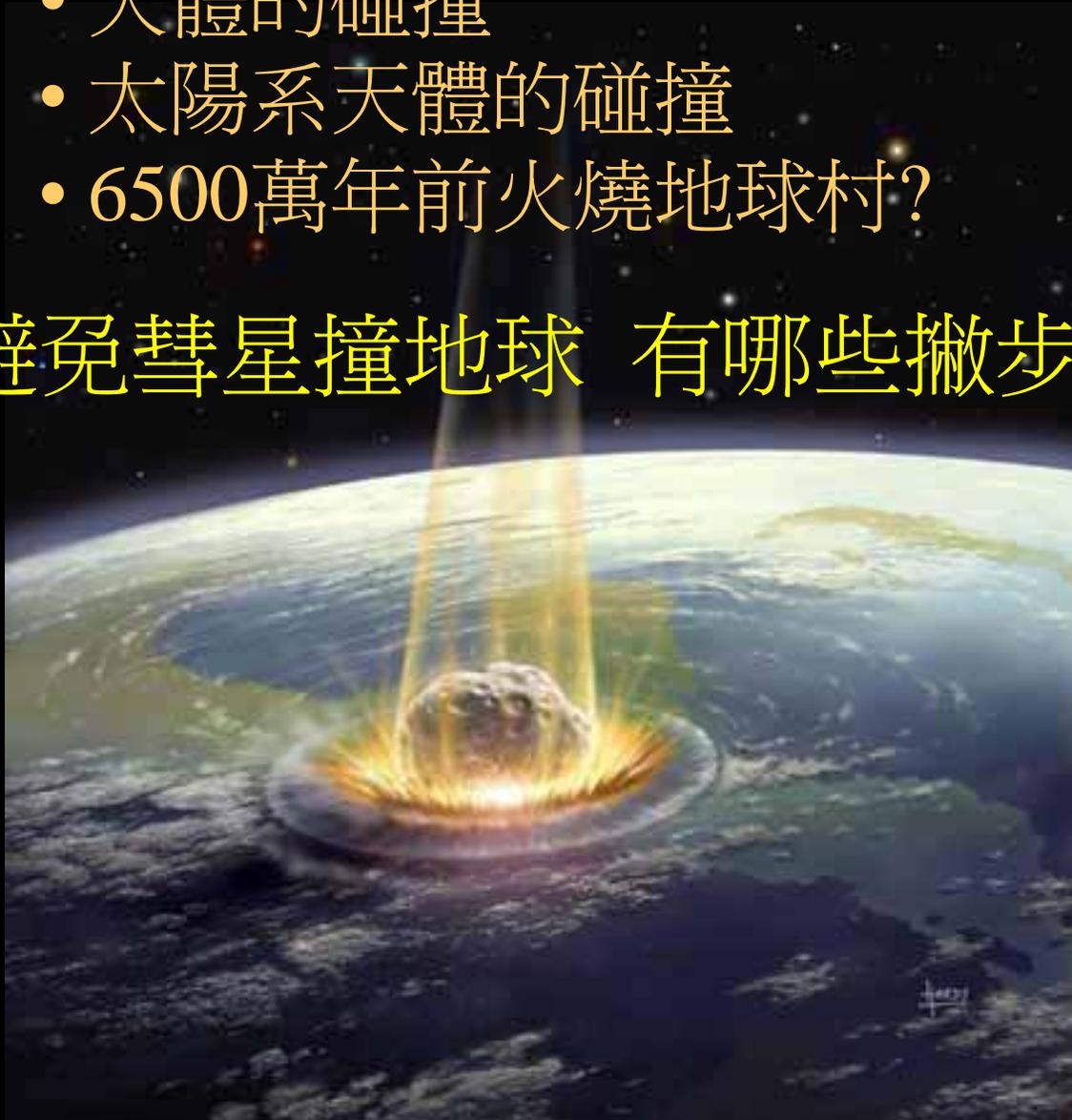
中央大學天文研究所及物理系
陳文屏



熱鬧的宇宙

- 天體的碰撞
- 太陽系天體的碰撞
- 6500萬年前火燒地球村？

避免彗星撞地球 有哪些撇步？



浩瀚的宇宙

天體	相對距離尺度
地球 	桌上的一粒鹽；0.3 mm
月球 	一指外的胡椒
太陽 	門口（4 公尺）的番茄
木星——太陽系最大的行星 	大樓口（20 公尺外）的木瓜子
冥王星——最遠的行星 	隔棟大樓（150 公尺外）的一粒細沙
半人馬座 α 星——最近的恆星 	馬尼拉的番茄！

什麼叫做「浩瀚」？

- ✓ 光速為300,000公里/秒
- ✓ 這樣的距離相當於繞地球七圈半
- ✓ 這樣的速度到月球只需一秒多（眨眼的時間）
- ✓ 到太陽需約五百秒（～下課的時間）
- ✓ 到半人馬座 α 星須 4.3 年（～讀大學的時間）
- ✓ 跨越銀河系約需 5~10 萬年（人類演化的時間）
- ✓ 到最近的星系費時數百萬年（大地演化的時間）
- ✓ 而目前已知的銀河系超過數億個

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）！

相吸如果沒相撞呢？

一些天文數據

- 銀河系當中的恆星

太陽半徑 $\sim 7 \times 10^{10}$ cm (70萬公里)

鄰近恆星距離 $\sim 4-5$ 光年 $\sim 10^{19}$ cm

→ 距離為物體大小的 10^8 倍

- 星系之間

星系大小 $\sim 5-10$ 萬光年

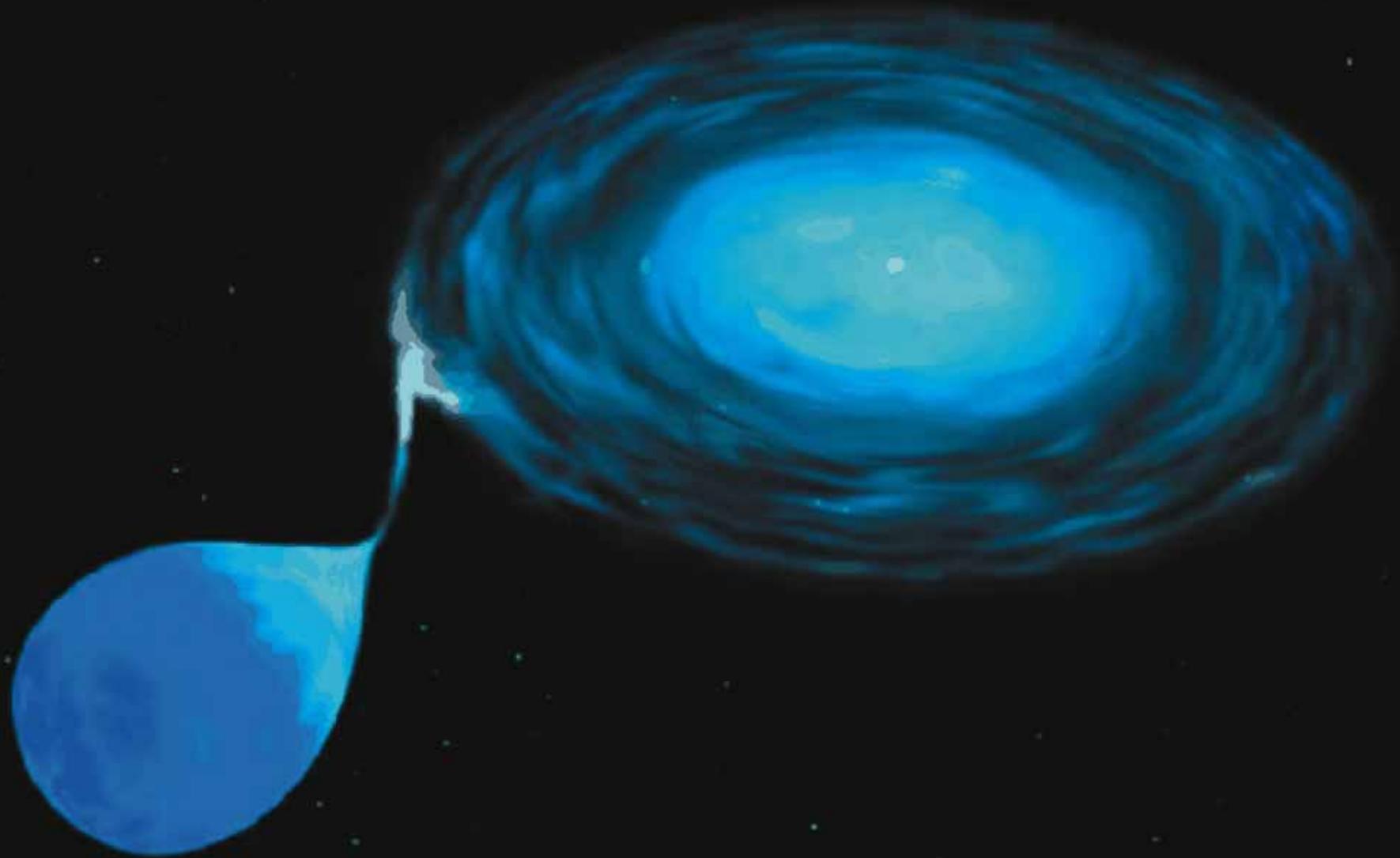
星系間距離 \sim 百萬光年

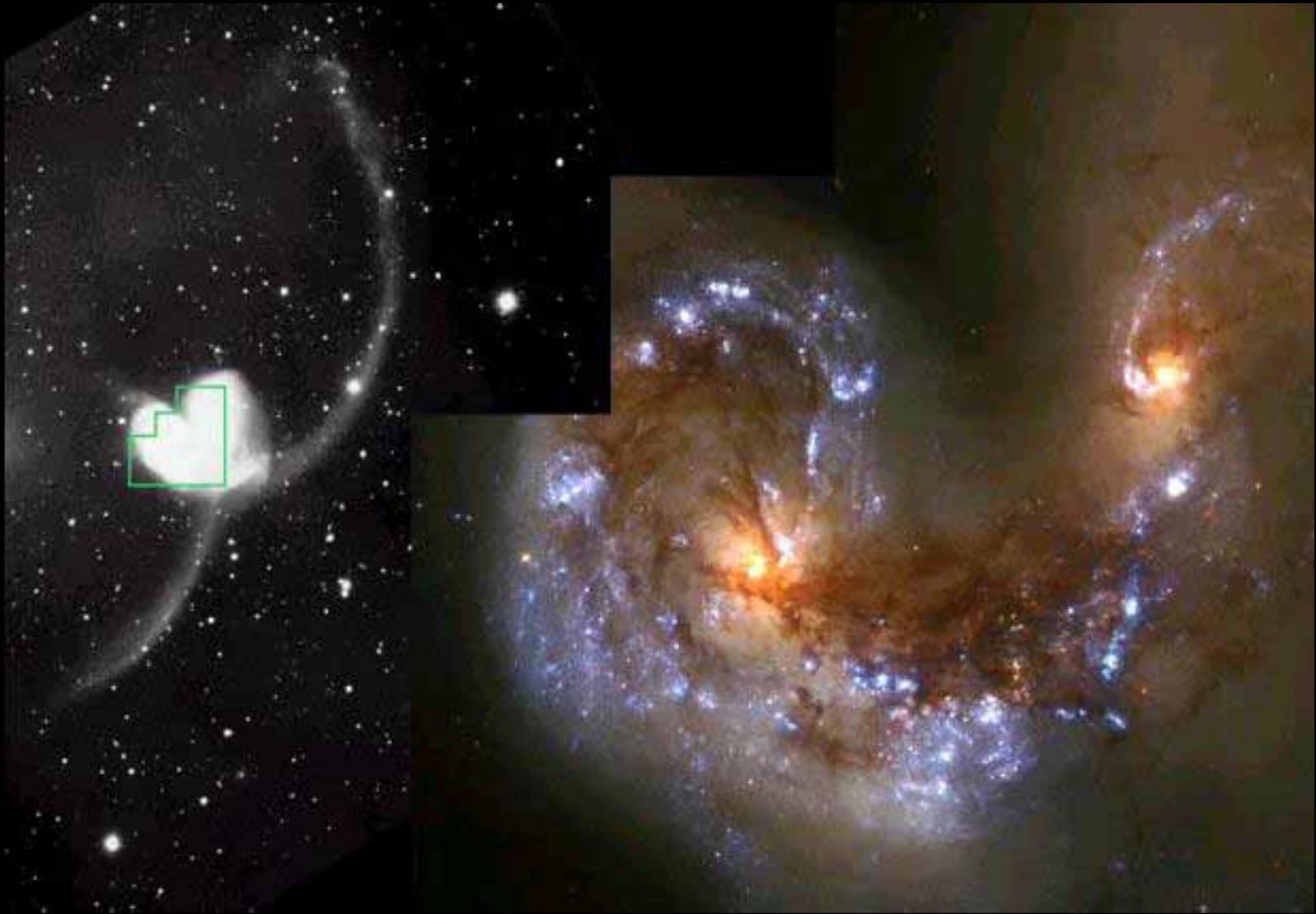
→ 距離為物體大小的 10 倍

如果撞了呢？

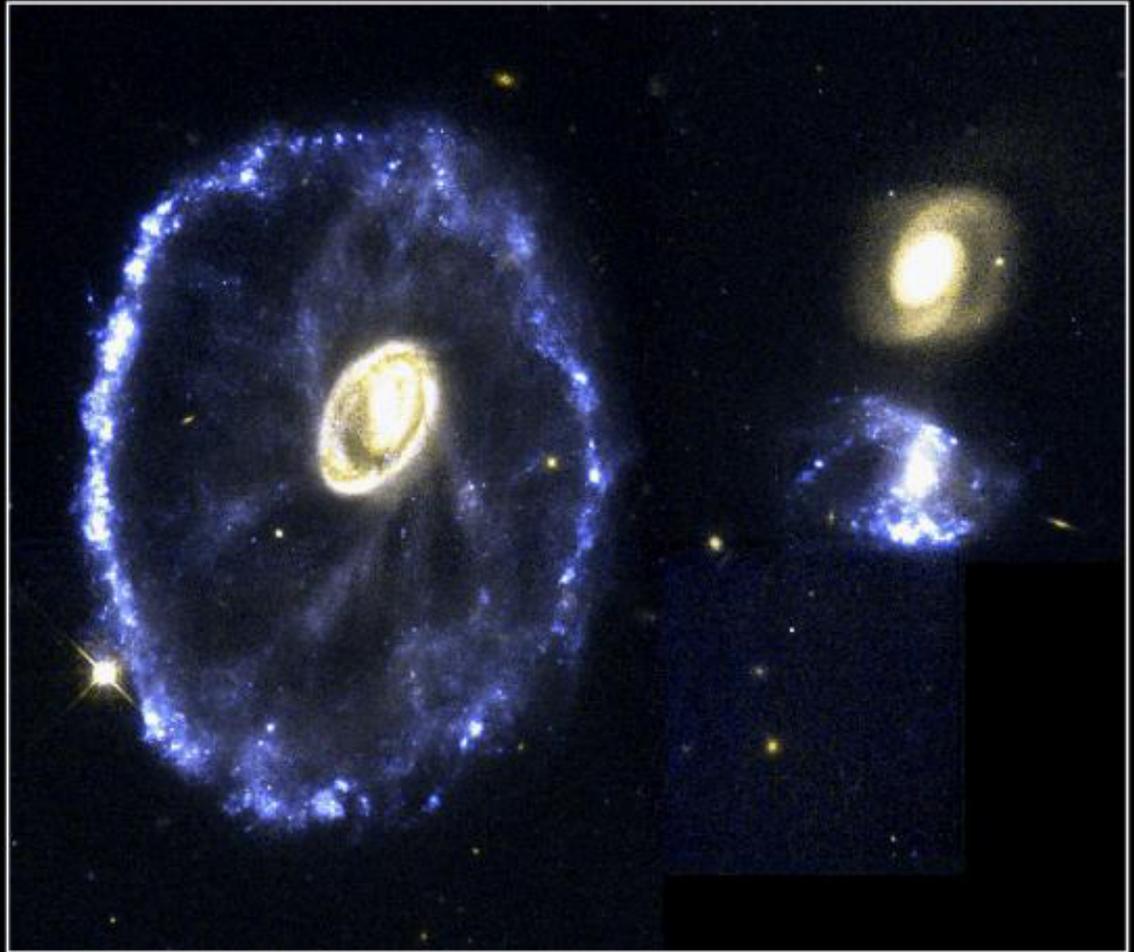
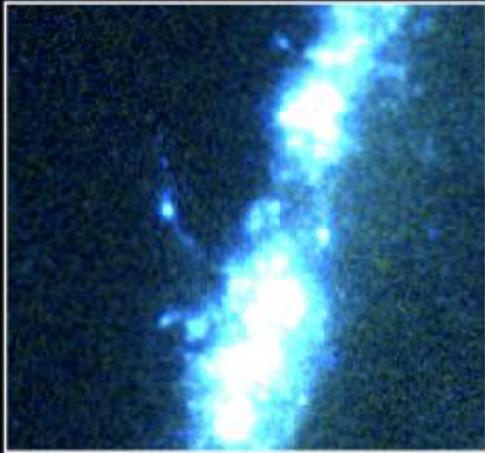
→ 恆星間非常 (非常) 空曠 → 不易相撞

相對而言，星系之間很擁擠！





NGC4038/4039 Antennae galaxies

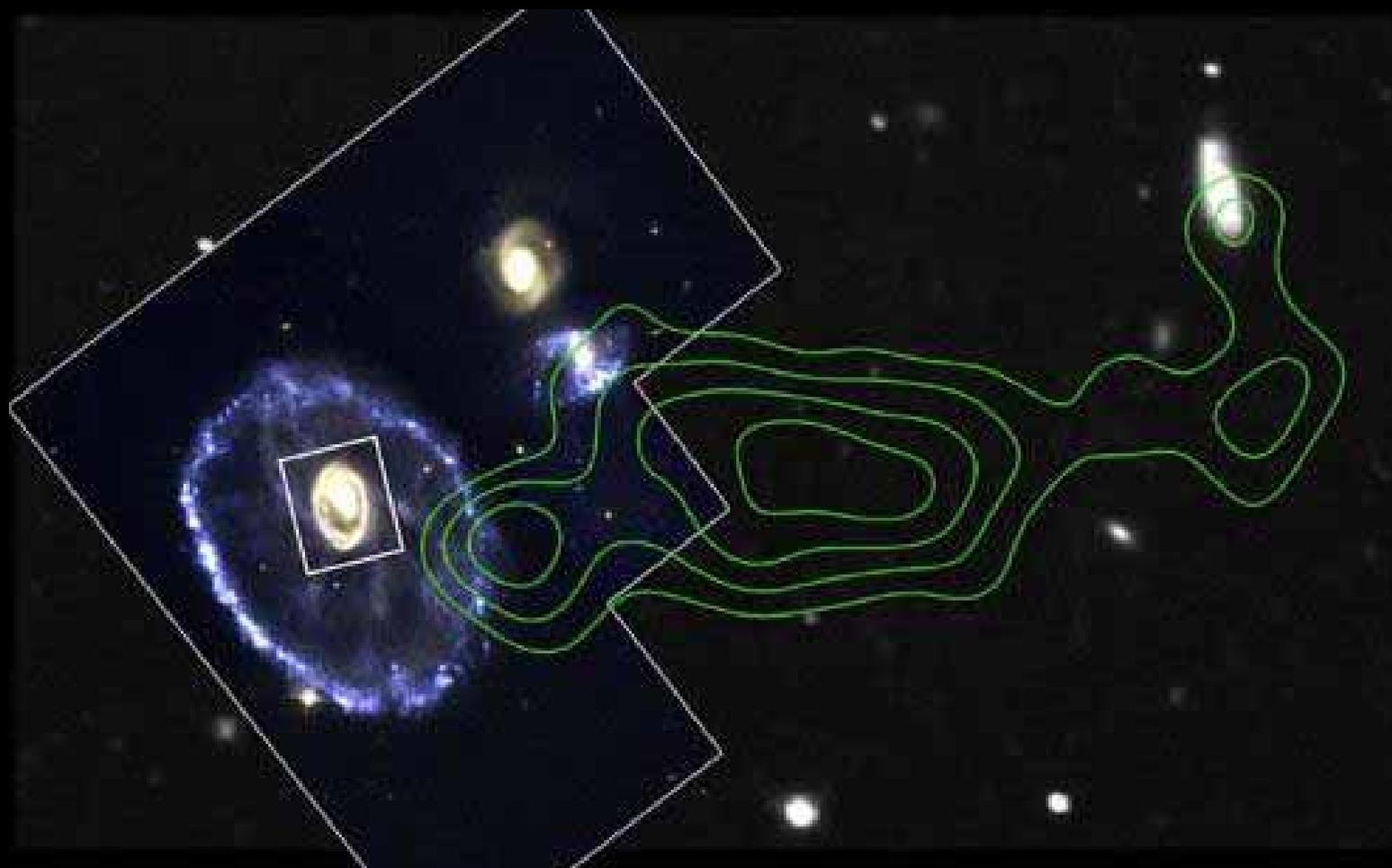


Cartwheel Galaxy

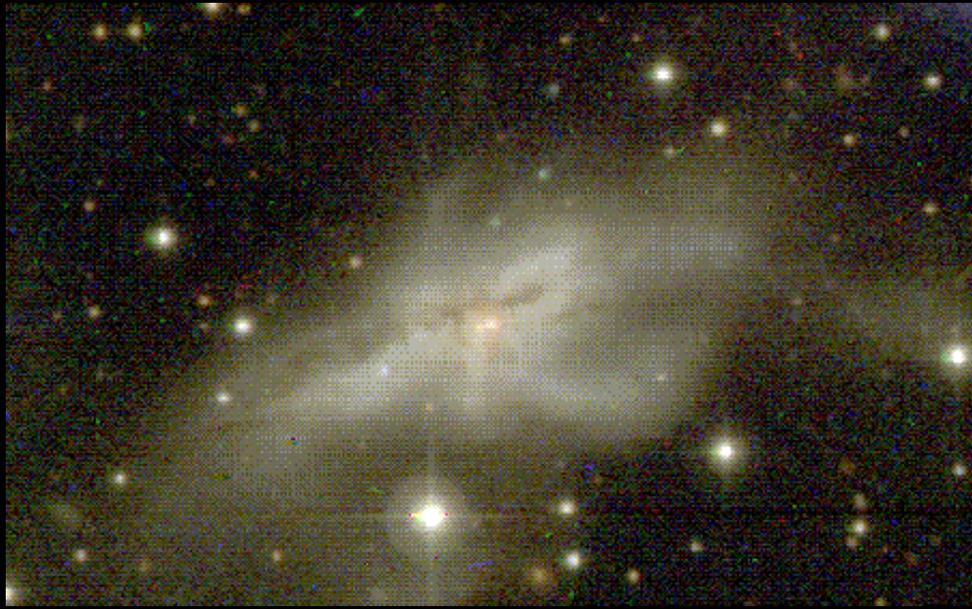
PR95-02 · ST ScI OPO · January 1995 · K. Borne (ST ScI), NASA

HST · WFPC2

12/23/94 zgl



穿越後擾得烏煙瘴氣、雲氣裊裊？



← NGC6240 星系的
核心恆星正以高
速運動

M64 (又稱「睡美人星系」)
的核心與星系其他部
分運動方向相反 →

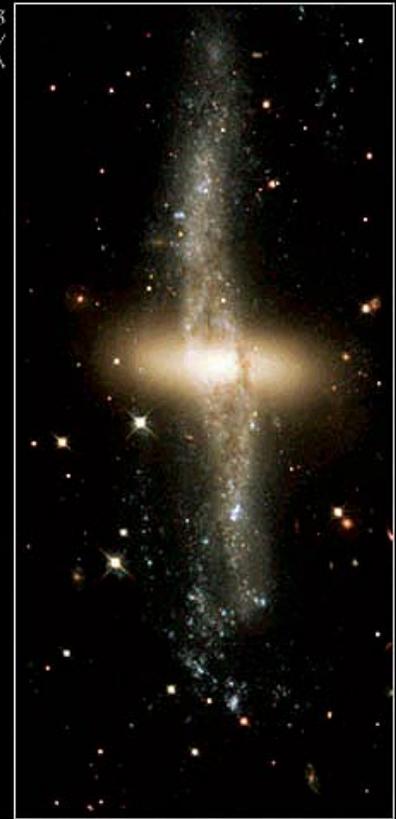


Spiral Galaxy Pair NGC 3314



Hubble
Heritage

Polar-Ring
Galaxy
NGC 4650A

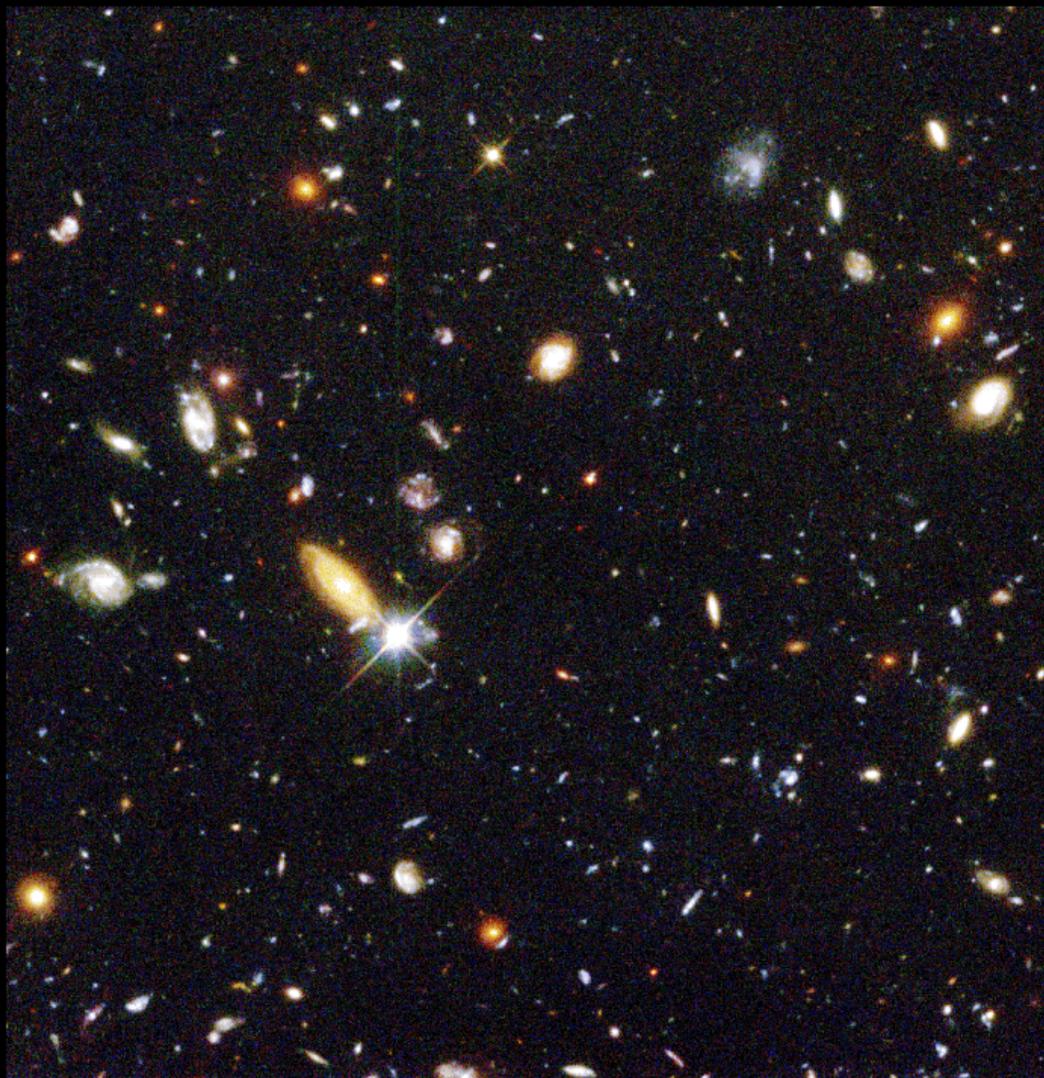


Hubble
Heritage

Galaxies NGC 2207 and IC 2163



Hubble
Heritage



Hubble Deep Field

PRC96-01a · ST ScI OPO · January 15, 1996 · R. Williams (ST ScI), NASA

HST · WFPC2

Hubble Deep Field
(哈柏深景影像)
看到的是古老宇宙

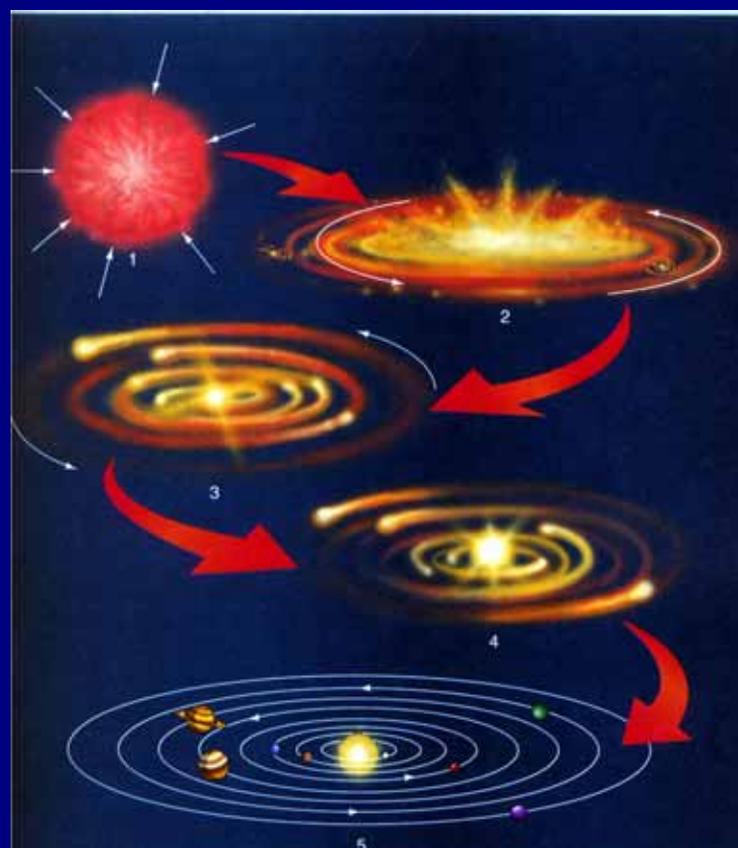
相當於10天的曝光時間，可以看到約30等的天體

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



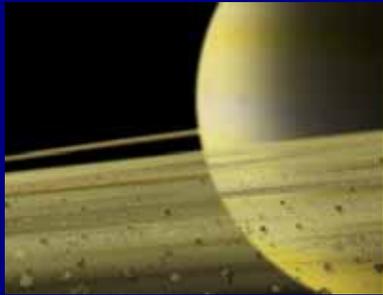
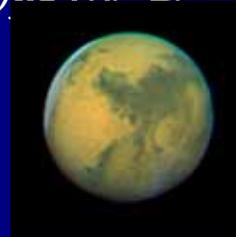
太陽系中各式天體



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
→ 太空處處「槍林彈雨」

到處遊走



月球表面有大量撞擊的痕跡



Gaspa 小行星表面也有很多撞擊證據



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



1927年所攝「通古斯加地方」
(Tunguska) 離爆炸點約20公里的森林



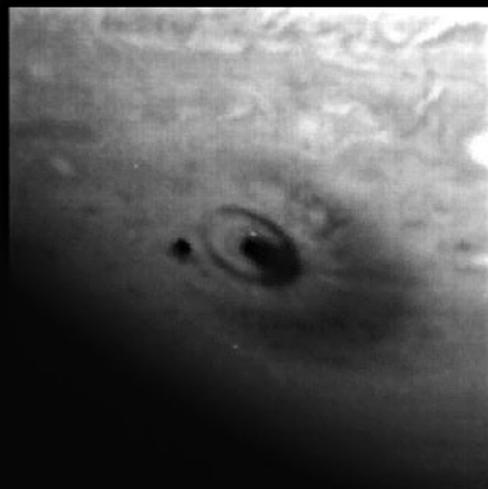


那一年夏天 (1994) 彗星撞木星

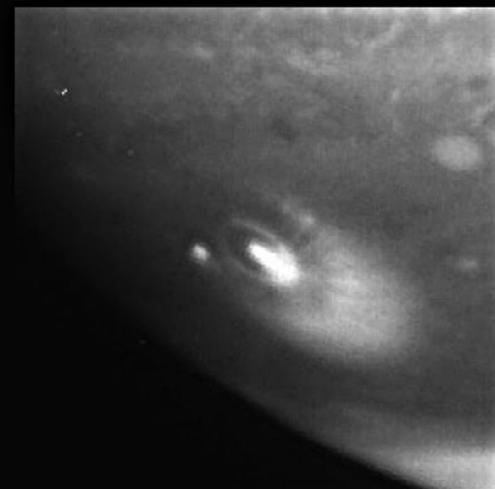


G Impact Site

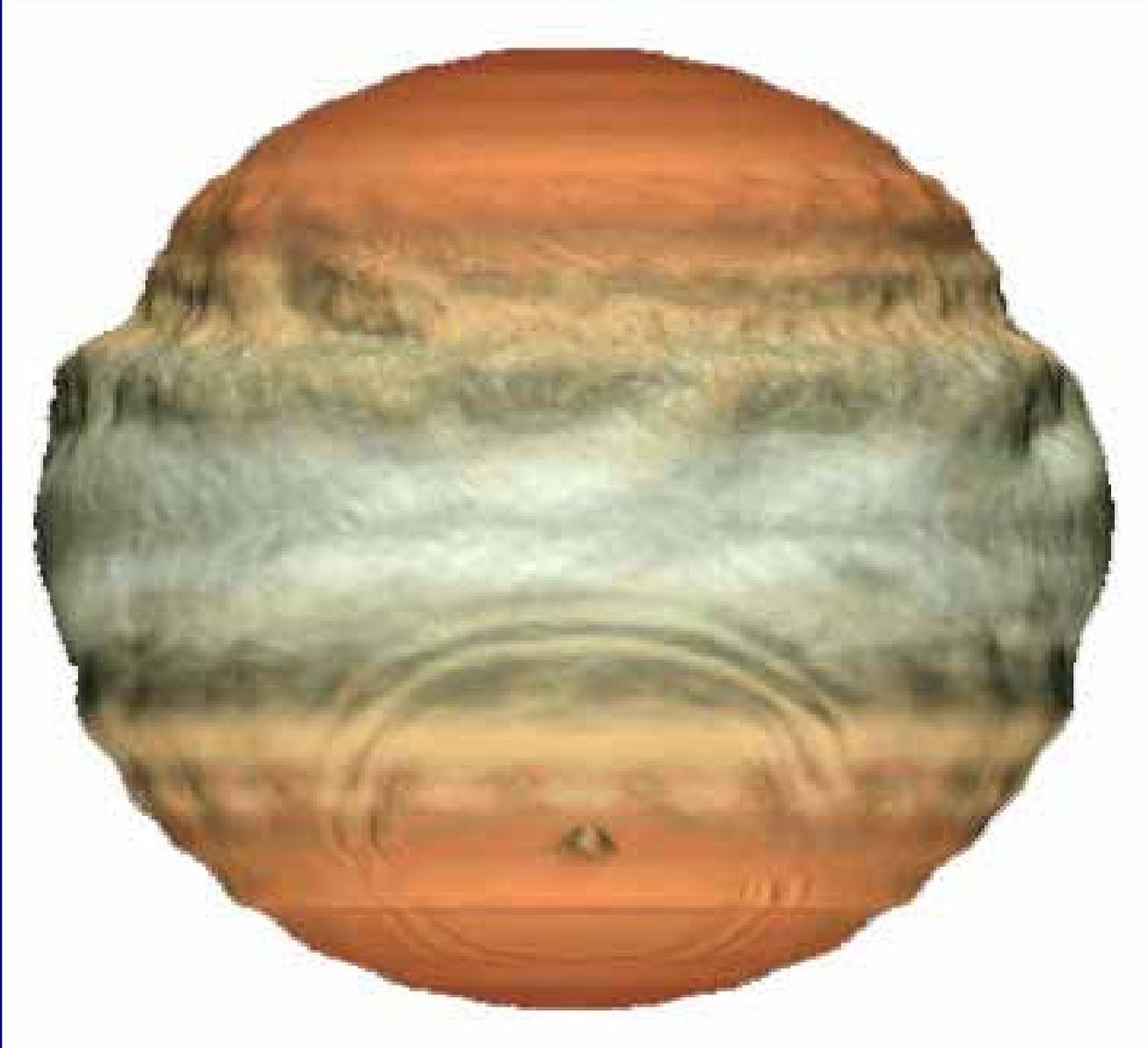
Green



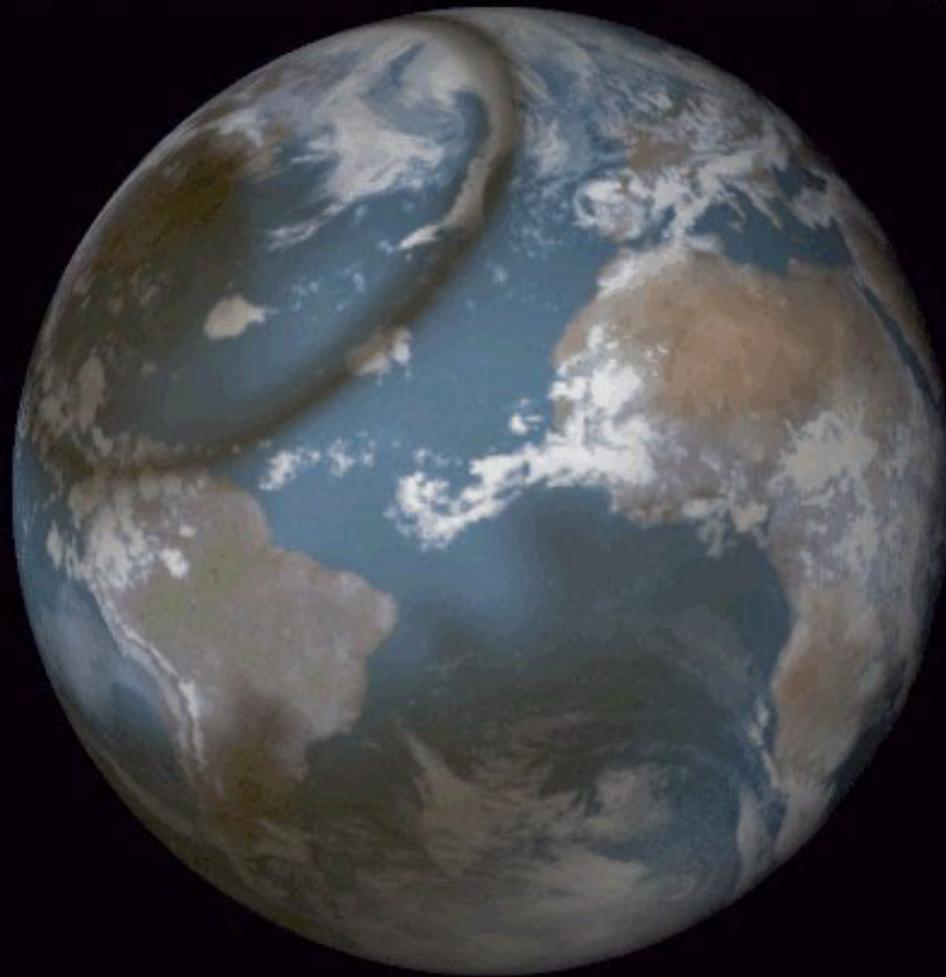
Methane



18 July 1994

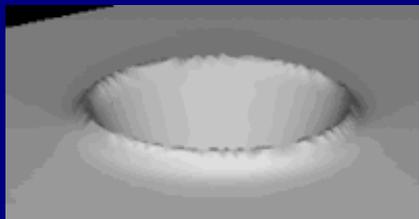


Earth 100 minutes after a G-Sized impact



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



ChixImpact@0:00



ChixImpact@7:15



ChixImpact@11:29



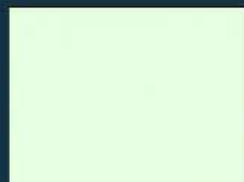
ChixImpact@19:25



ChixImpact@30:00



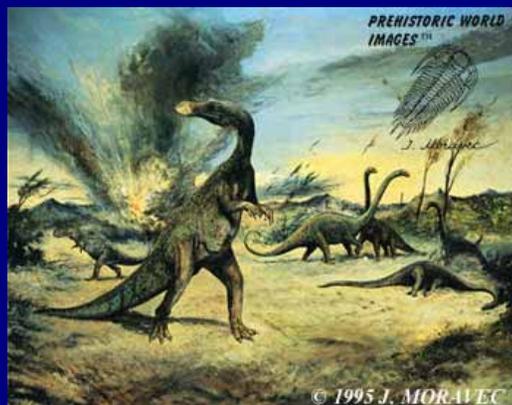
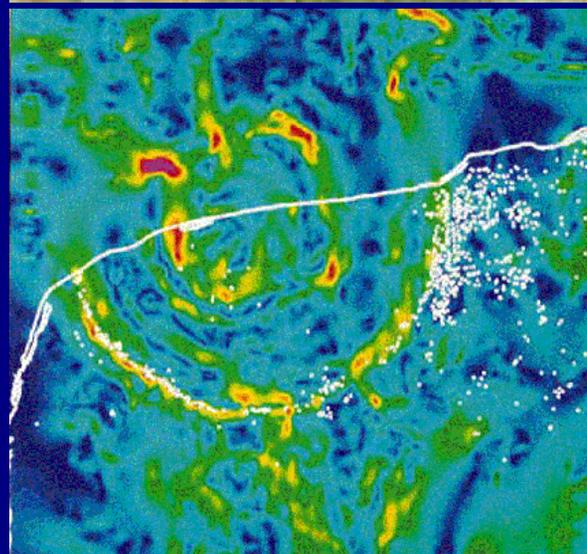
ChixImpact@33:25

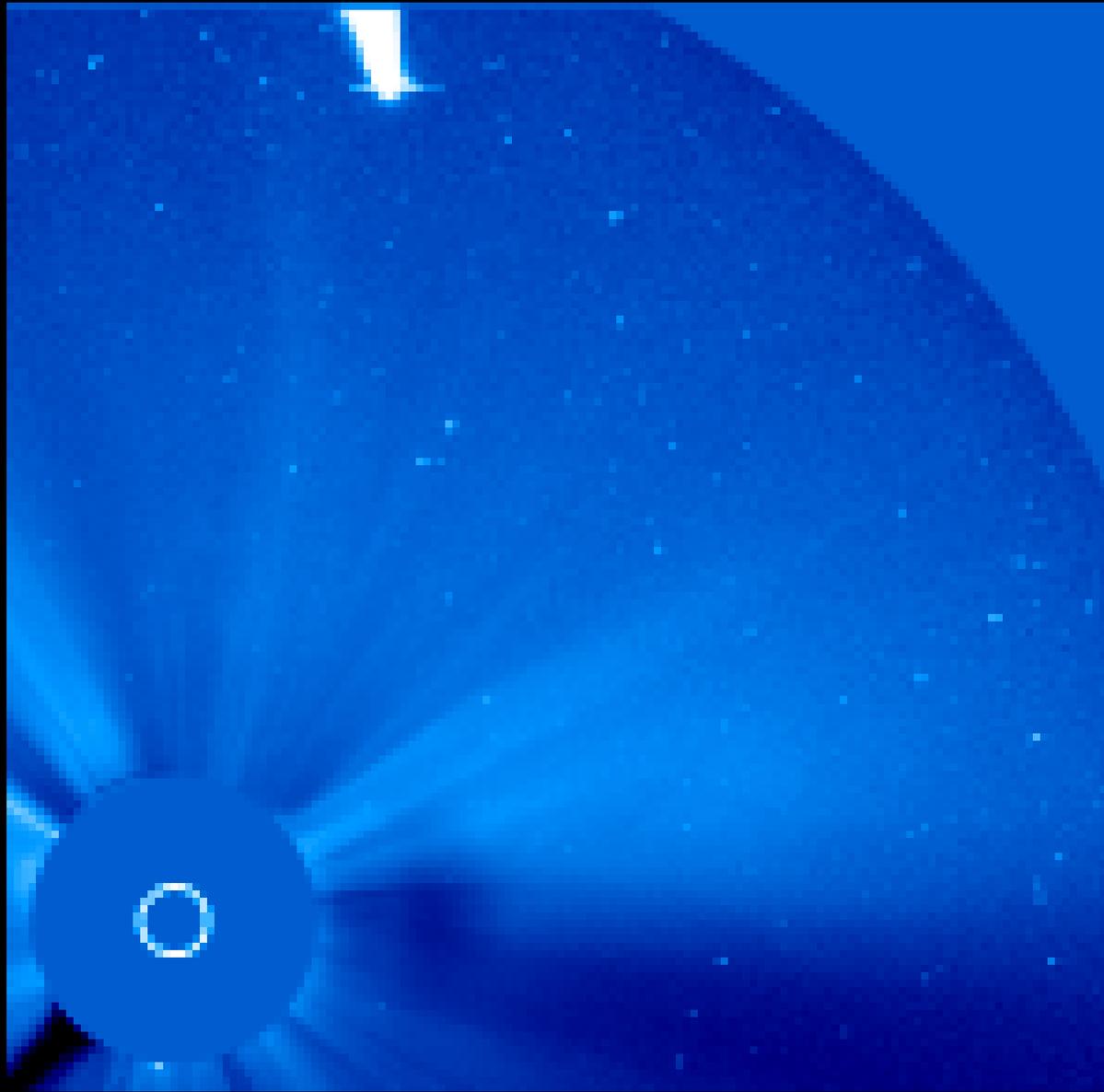


ChixImpact@37:02

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？

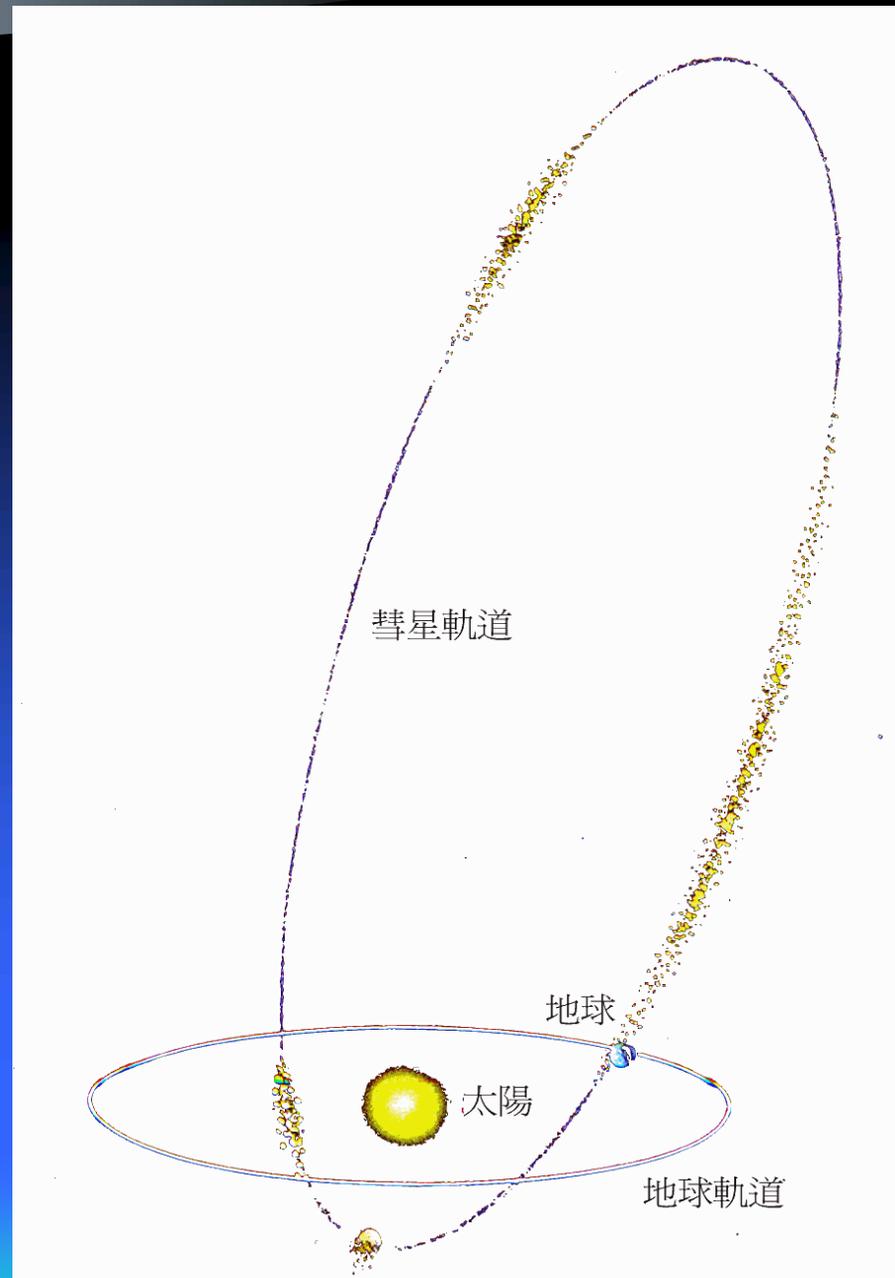
撞擊機率

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

- 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 任務

DEEP IMPACT FIRST LOOK INSIDE A COMET
IN TAIWAN MAY 28, 2004

INSTITUTE OF ASTRONOMY, NATIONAL CENTRAL UNIVERSITY



INVITED SPEAKERS:

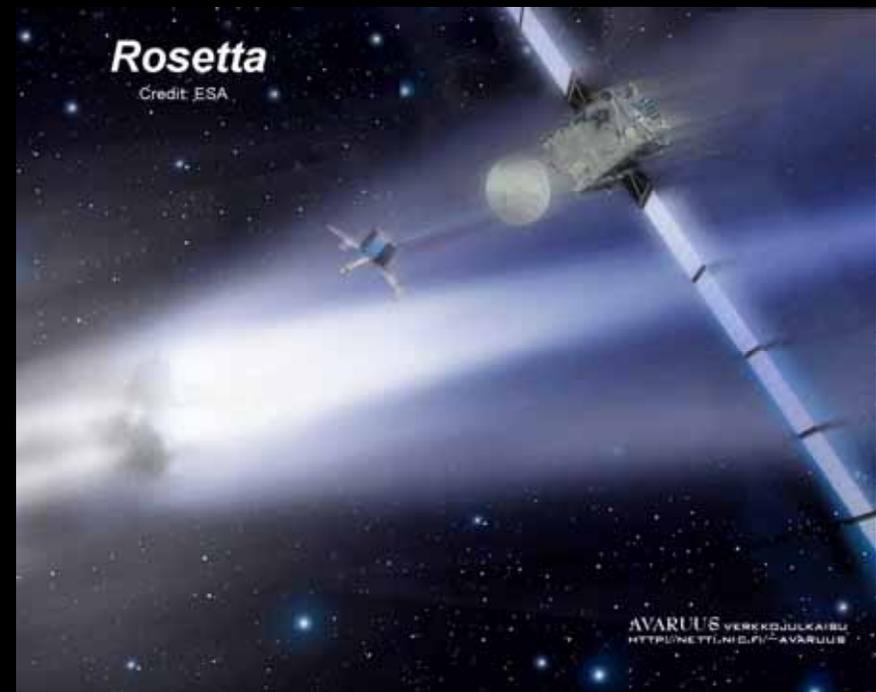
- K. MEECH (HAWAII)
- S. SUGITA (TOKYO)
- T. KADONO (JAMSTEC)
- X. ZHOU (BAO/NAGG)
- J. WATANABE (NAGJI)
- Z.Y. LIN/ W.H. IP (NDU)
- W.H. SUN (NDU)
- W.P. CHEN (NDU)
- AND MORE...

- THE DEEP IMPACT MISSION
- IMPACT FLASH IN THE LAB
- CRATERS & PROJECTILE PENETRATION
- BAO PROGRAM
- ISHIGAKI ASTRON. OBS. PROGRAM
- LULIN PROGRAM
- KENTING PROGRAM
- MAIDANAK PROGRAM

For more information, please contact: tracy@astro.ncu.edu.tw

Rosetta

Credit: ESA



AVARUS VERKKOJULKAISU
[HTTP://NETTI.NIC.FI/~AVARUS](http://netti.nic.fi/~AVARUS)

Rosina

Credit: ESA

Rosetta Lander



AVARUS VERKKOJULKAISU
[HTTP://NETTI.NIC.FI/~AVARUS](http://netti.nic.fi/~AVARUS)

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

Nec cum fiducia inventiendi



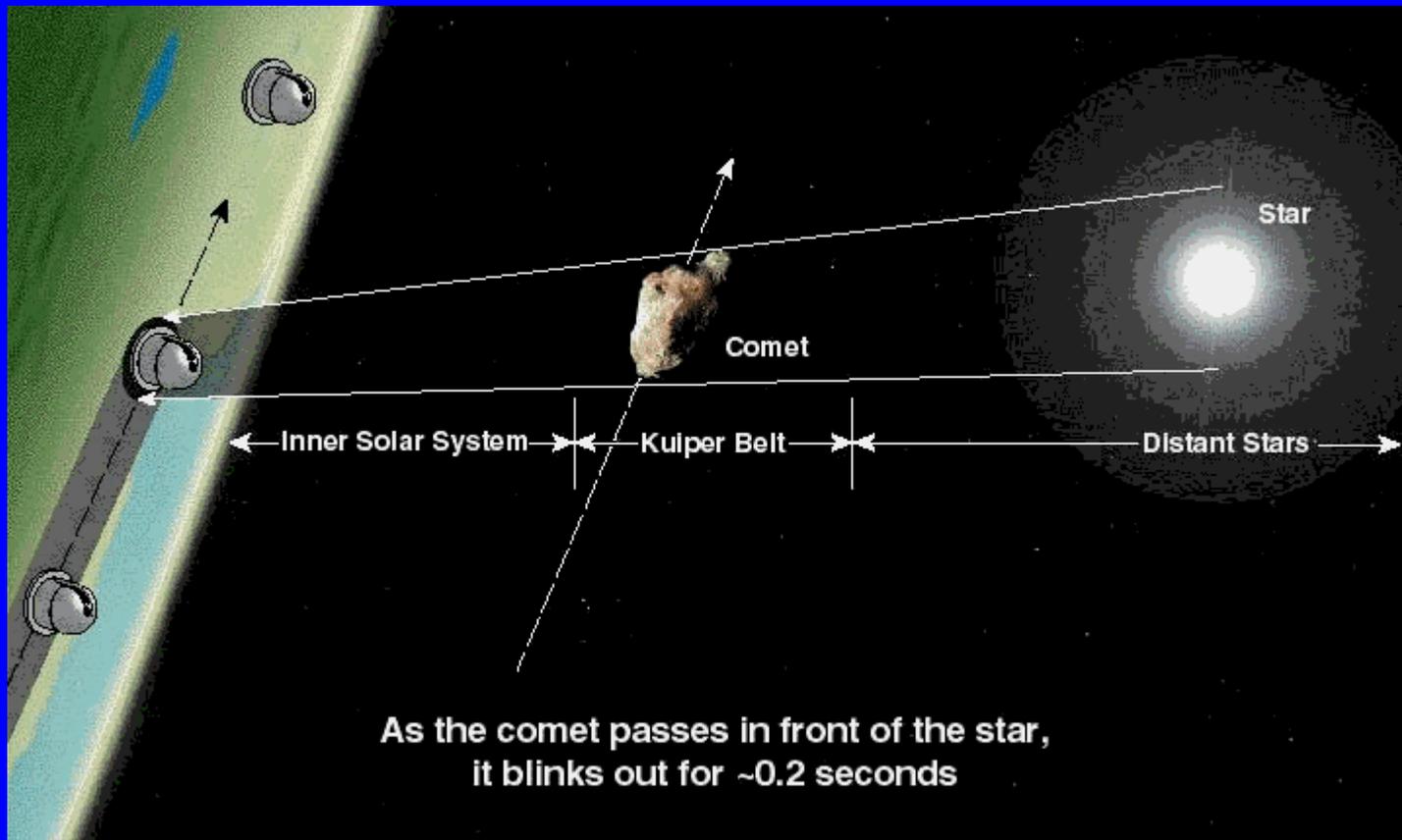
Nec sine spe



Space Watch (USA, Arizona)



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



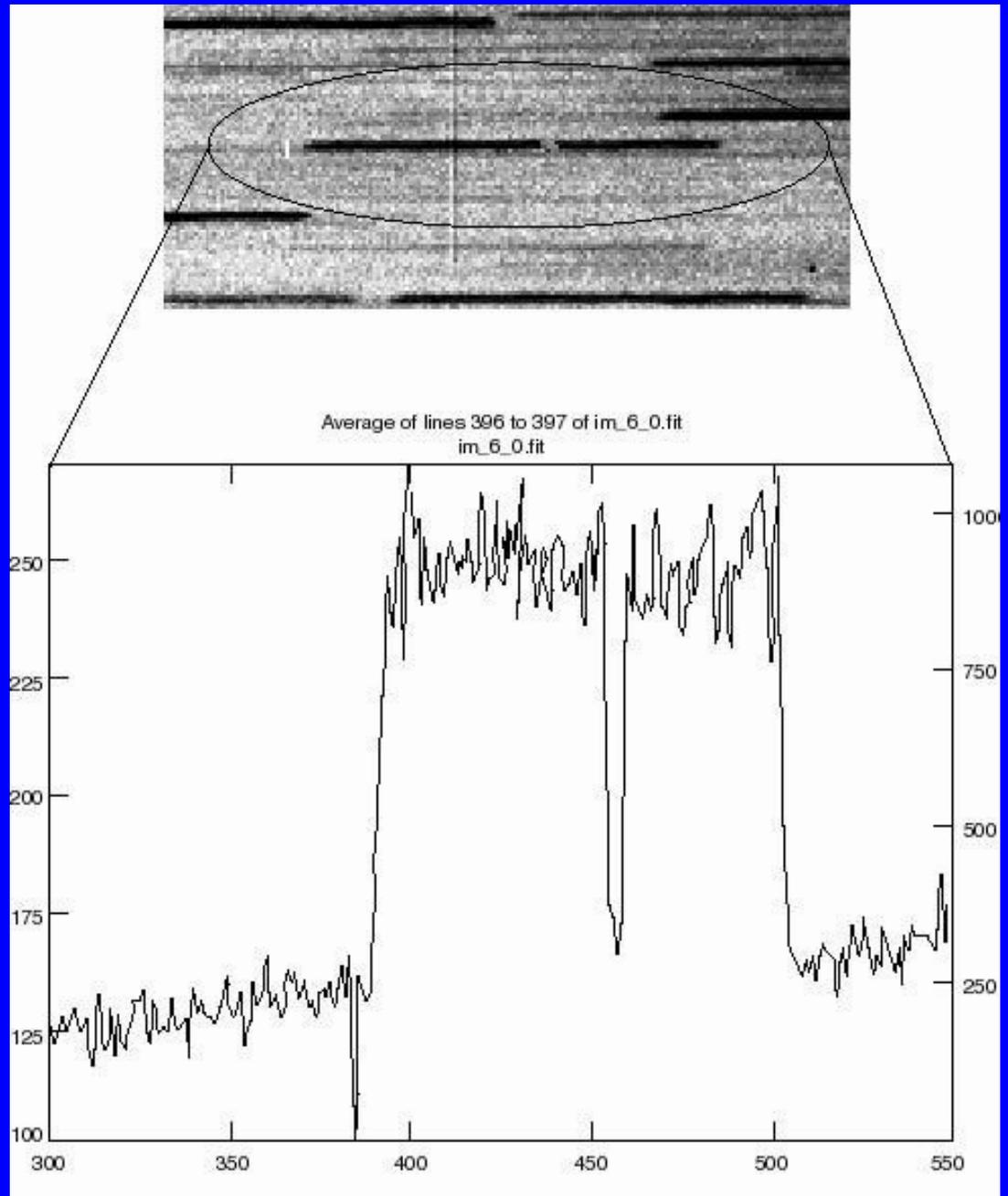






Lulin Observatory in 1980s





Lulin Observatory 2002.10





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

宇宙：一百三十多億年

太陽系：四十六億年

類似人類的生物：三百萬年前

如果把地球的四十六億年歷史製作成一年的電影，於元旦開演時地球剛剛形成，整個一、二月份地球仍遭受大量小行星轟擊而處於熔融狀態。終於海洋形成，最原始的生命大約在三、四月之際出現。之後生命展開漫長的演化，一直要到十一月廿八日左右才有陸地生命。如果電影繼續放映，像是恐龍這樣的生物直到十二月12日才出現，然後在聖誕夜滅絕，接著哺乳類動物以及鳥類大量出現。

人類呢？在這部電影中，直到除夕當天才出現類似人類的生物，而直到除夕傍晚他們才學到製作石器。秦始皇統一天下時，影片放映到最後14秒鐘，而 國父推翻滿清相當於元旦凌晨前0.6秒

上次立法院什麼時候打架？上次月考第幾名？
為什麼別人總有新手機？這些重要嗎？
有多重要？

人類做為時空過客，實在應該珍惜這部影片的劇情與道具，努力成為影片續集的主角，讓世代子孫永續經營，向宇宙拜年！