

眼見為憑？ 探討天文學中的視覺問題

林皆安

2017 年 10 月 26 日
國立臺灣藝術大學 @ 板橋

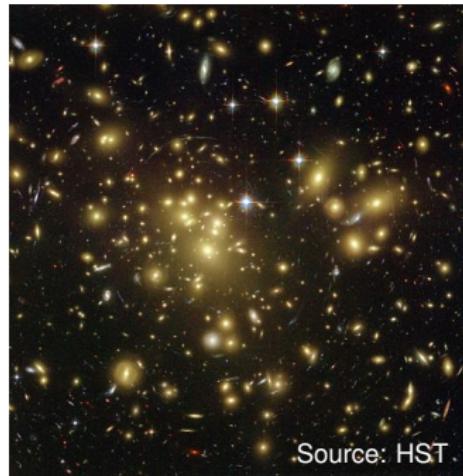
自我介紹

姓名 ◇ 林皆安

專業 ◇ 天文物理研究

現職 ◇ 台北榮總鳳林分院替代役

未來 ◇ 愛丁堡皇家天文台
博士後研究員



學歷

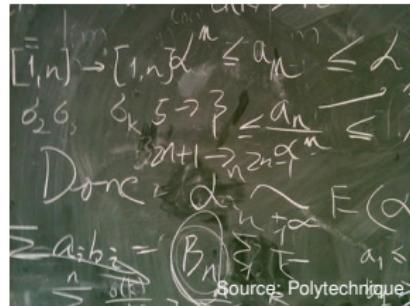
- 2007–2009 ◇ Lycée Louis le Grand
預備班 ◇ 巴黎路易大帝高中
- 2009–2013 ◇ École polytechnique
工程師學位 & 碩士 ◇ 巴黎高等綜合理工學院
- 2013–2016 ◇ CEA Saclay
博士/工作 ◇ 法國原子能研究總署天文所



其他經歷



中學課輔



大學和碩班助教



科博館解說



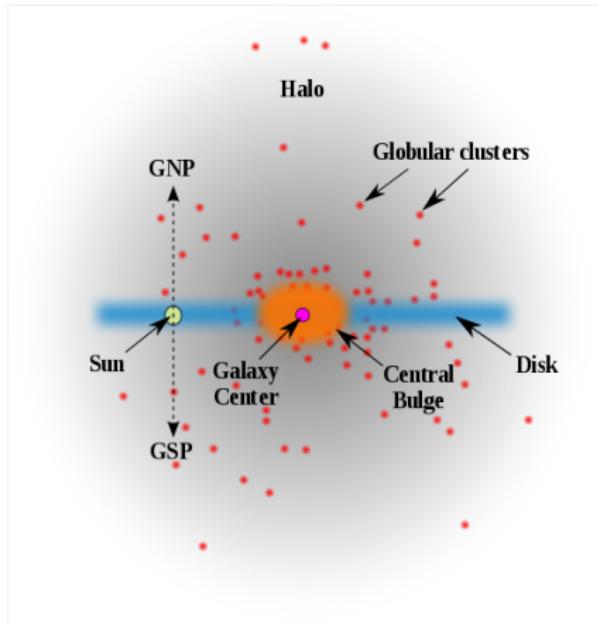
法語刊物

基礎認識

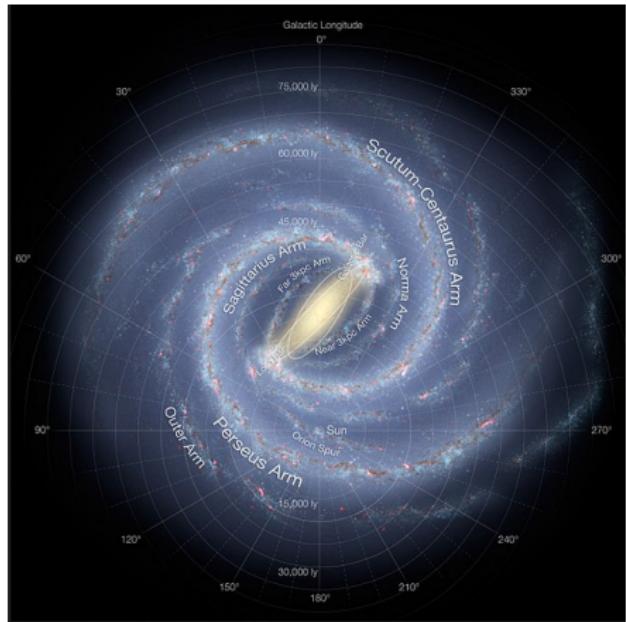


Source: ESO

銀河系



側面



俯視





stellarium

latest version is 0.16.1

Linux
(源代碼)Mac OS X
10.10+, 64 位元Windows
32 位元Windows
64 位元Ubuntu
最新穩定版本測試版
0.90.0User Guide
0.16.1-1

Stellarium 是一款開源的虛擬天文館軟體。她可以用 3D 方式模擬真實的天空，看起來就和使用肉眼、雙筒望遠鏡或天文望遠鏡看到的一樣。

她在多個天文館中被廣泛使用。您需要做的只有設定好您所在地的坐標。

[查看截圖 »](#)

功能特色

天空

- 預設星體資料庫包含超過 60 萬顆恆星
- extra catalogues with more than 177 million stars
- default catalogue of over 80,000 deep-sky objects
- extra catalogue with more than 1 million deep-sky objects
- 星座繪圖
- constellations for 20+ different cultures
- 星雲圖片 (全梅西耶天體)
- 星雲圖片 (包含所有梅西耶天體)
- 高真實度大氣層, 日落及日出模擬
- 行星和它們的衛星

消息

- Planetary features: Call to translators
- Stellarium 0.16.1
- Stellarium 0.16.0
- 0.16.0RC1: Call to translators
- Stellarium 0.12.9
- Stellarium 0.15.2 has been released
- Stellarium 0.12.8
- Stellarium 0.15.1
- Call to translators
- Stellarium 0.12.7 discussion

系統需求

用戶介面

合作

您可以通過以下連接更深入了解Stellarium, 支持以及協助我們開發:

[摘要](#)

[論壇](#)

[郵件列表](#)

[消息](#)

[wiki](#)

[常見問題](#)

[地景](#)

[劇本](#)

[插件](#)

大綱

戴上有色眼鏡 看看不可見光的世界

都算我的 一探電腦計算模擬的威力

以假亂真 實際觀測沒有想像中那麼簡單

看不見的力量 認識暗能量與暗物質

戴上有色眼鏡

光是什麼東西？

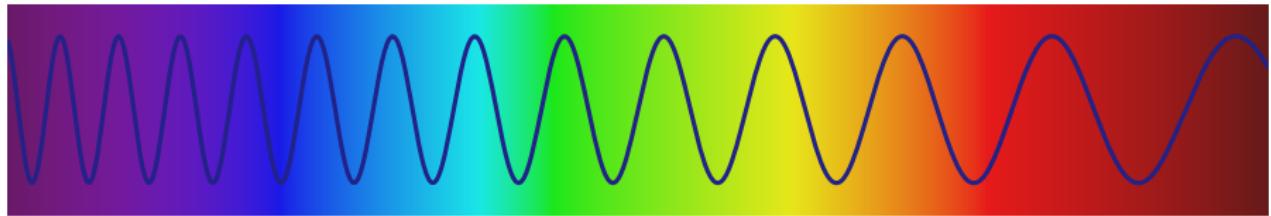
光是什麼東西？



電磁波

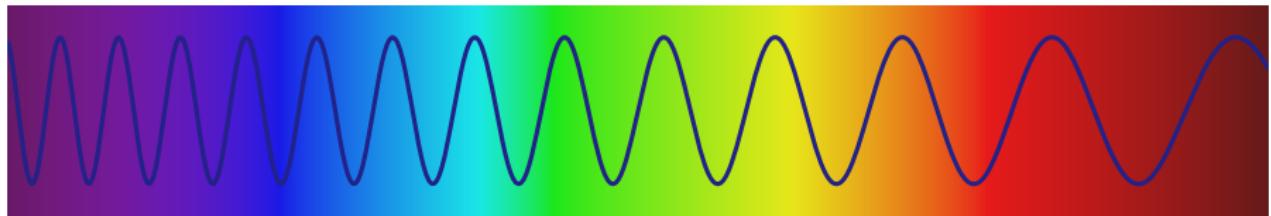
(你們科學家怎麼都喜歡搞得這麼複雜)

可見光譜



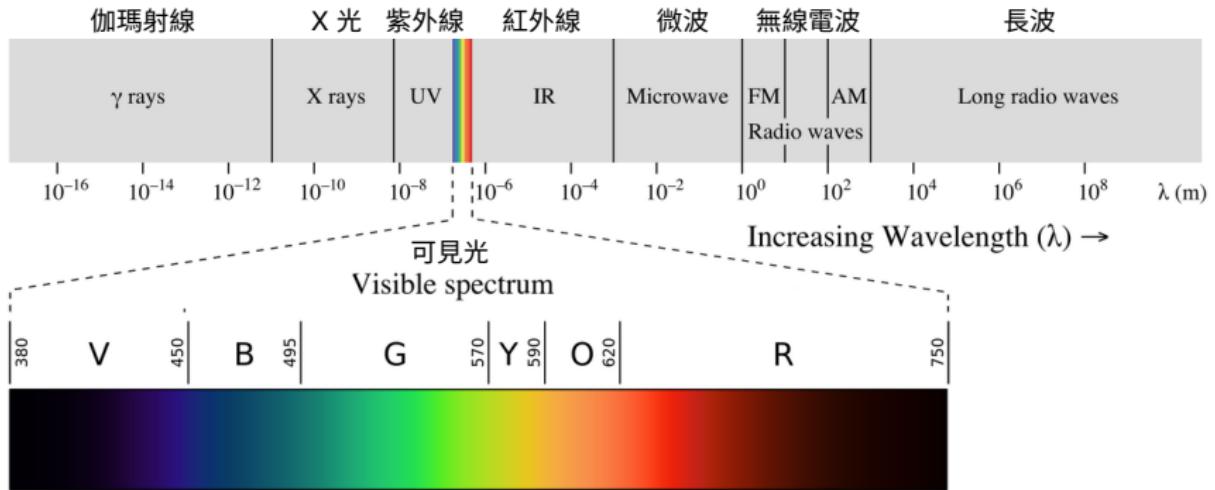
380–750 nm

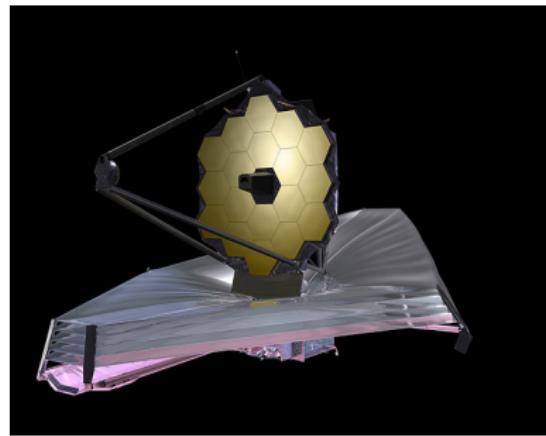
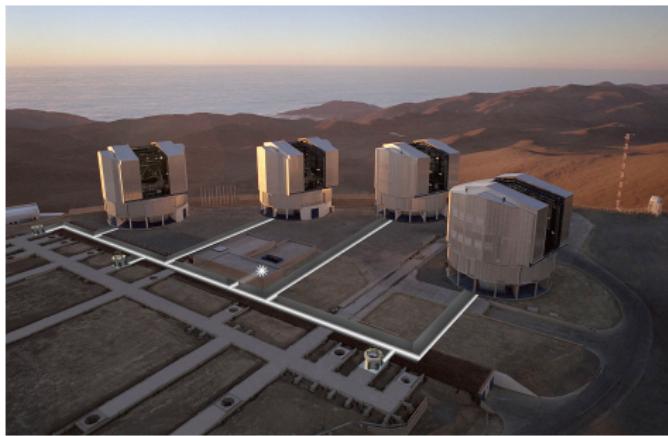
可見光譜



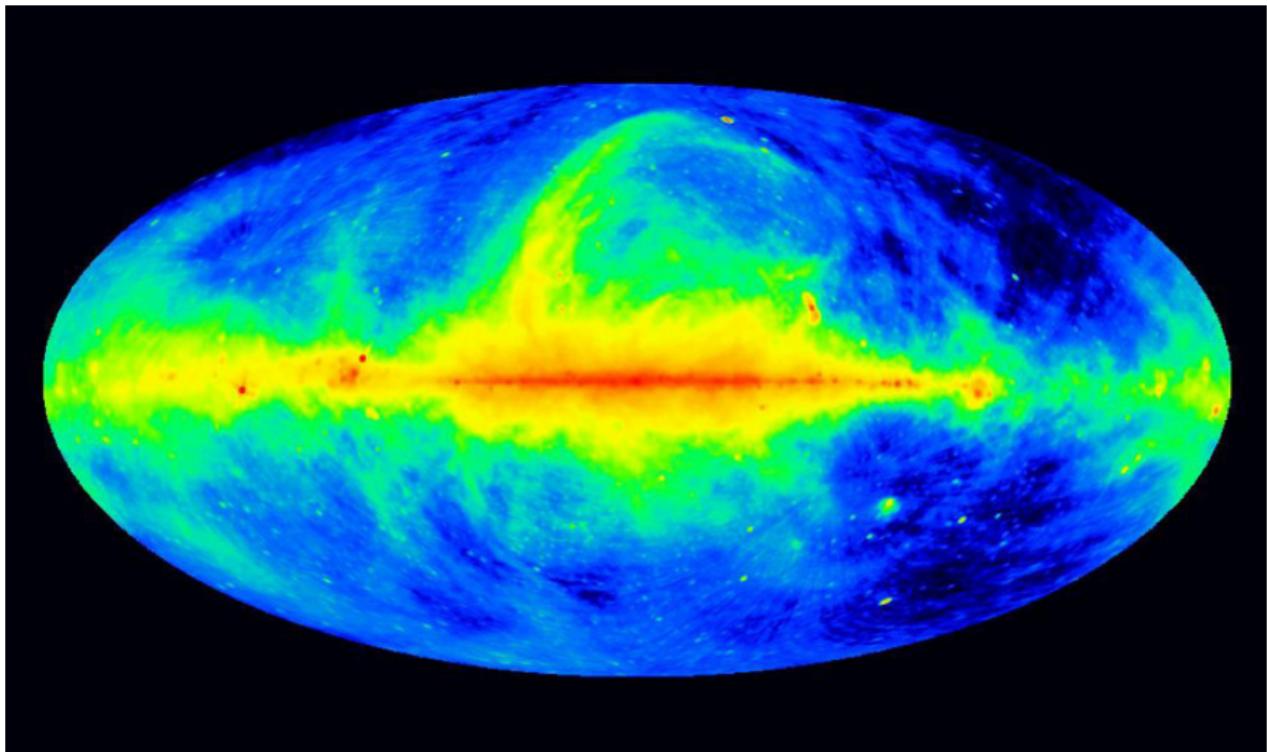
380–750 nm

那如果波長更長或更短勒？



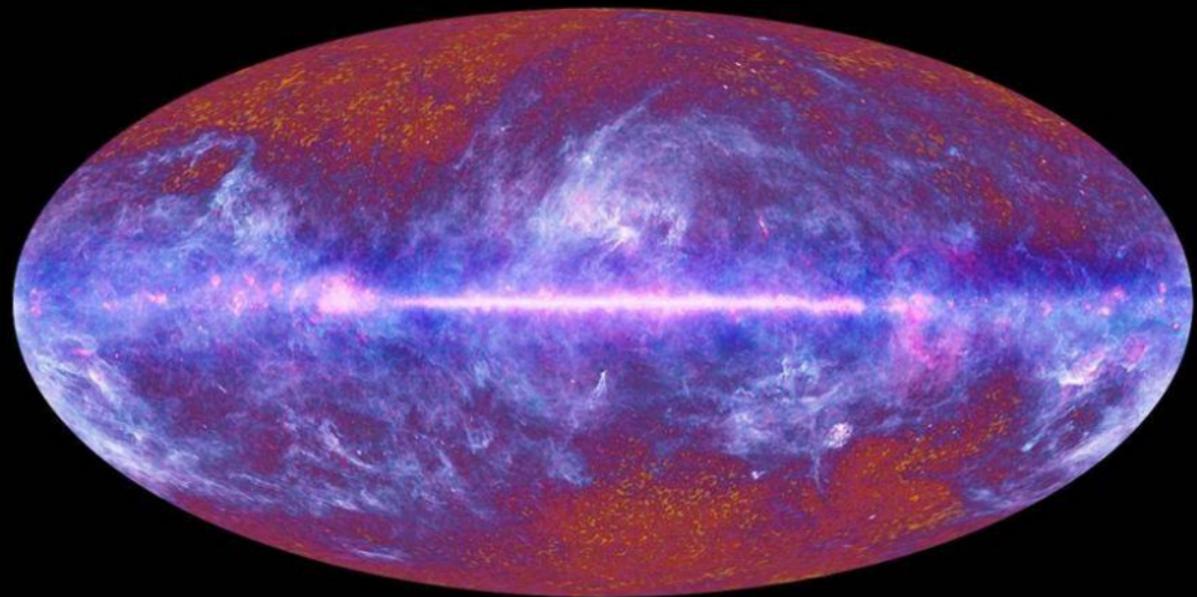


無線電波



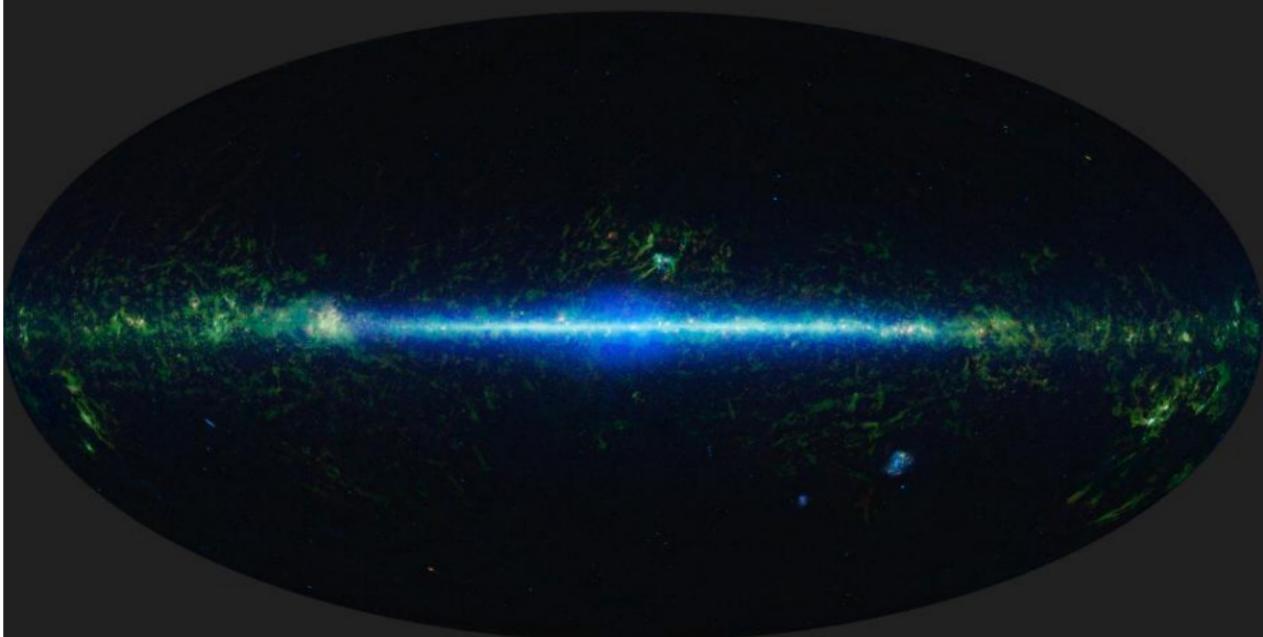
Source: Haslam et al. (1982)

微波



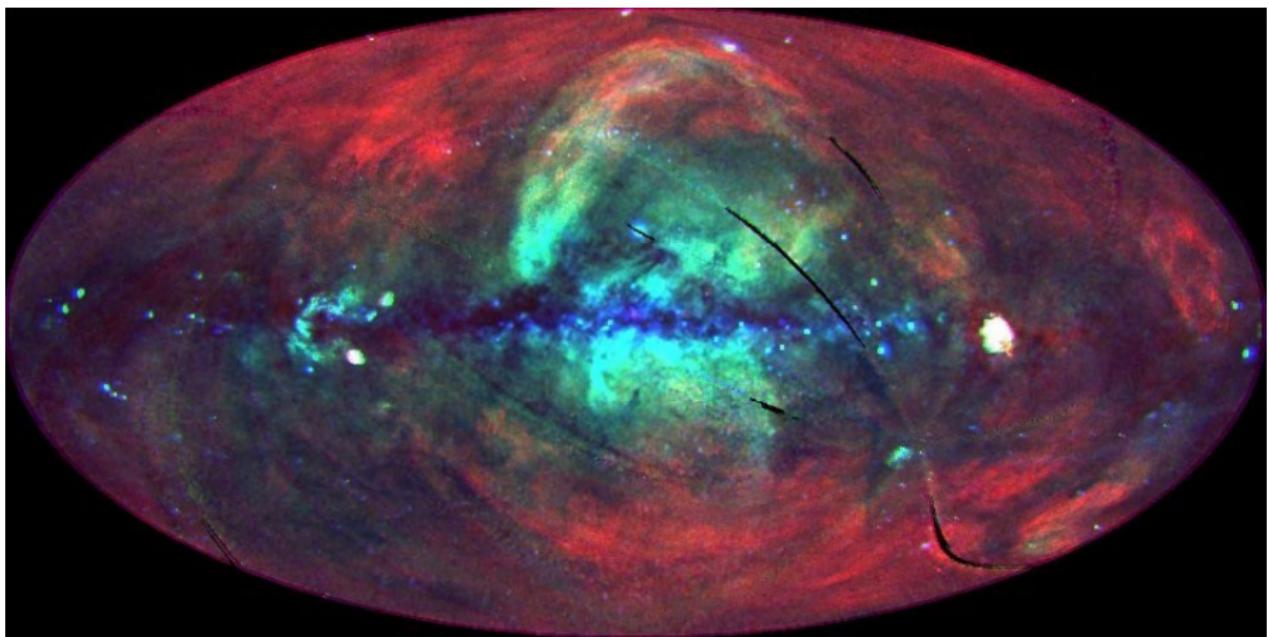
Source: Planck

紅外線



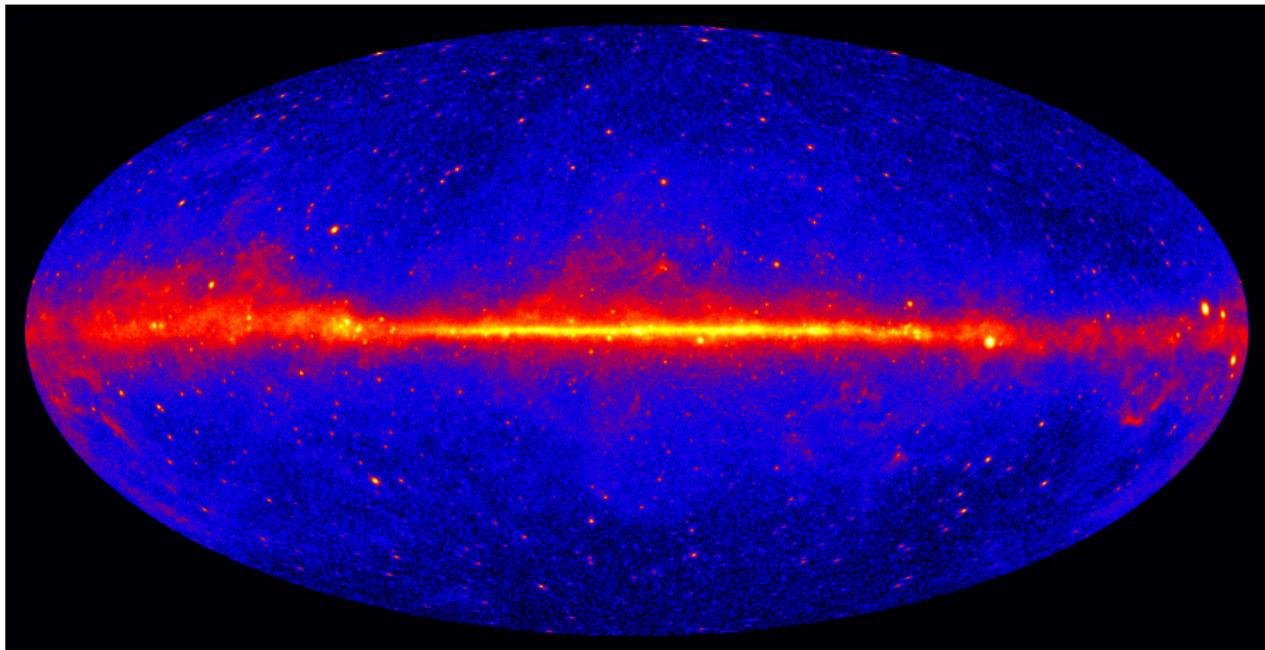
Source: WISE

X 光

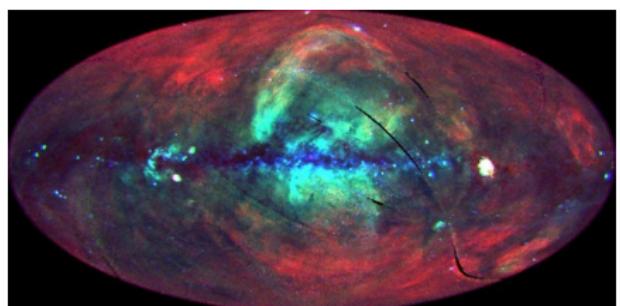
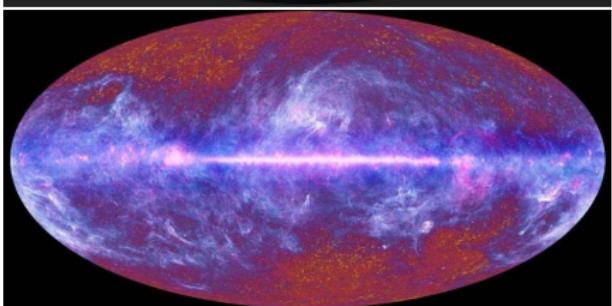
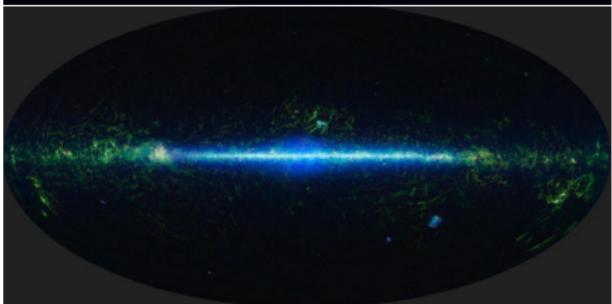
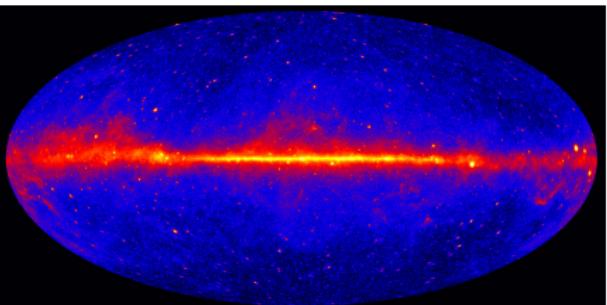
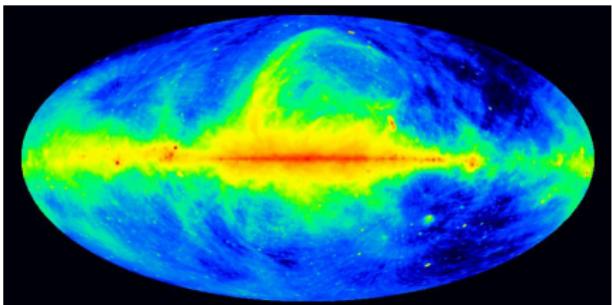


Source: ROSAT

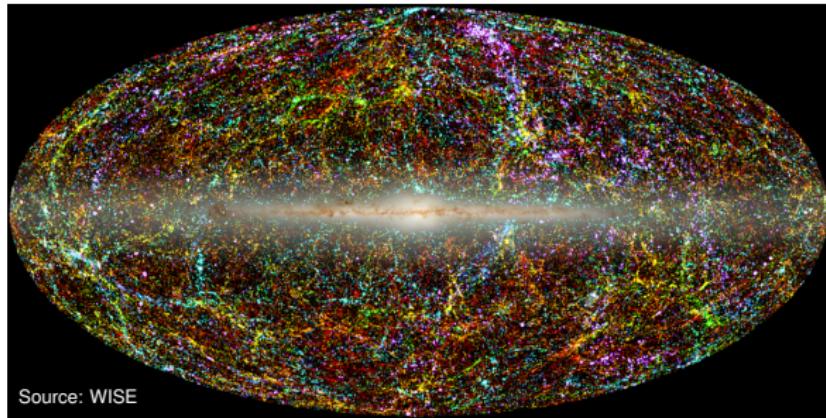
伽瑪射線



Source: Fermi



不同窗口 不同視界

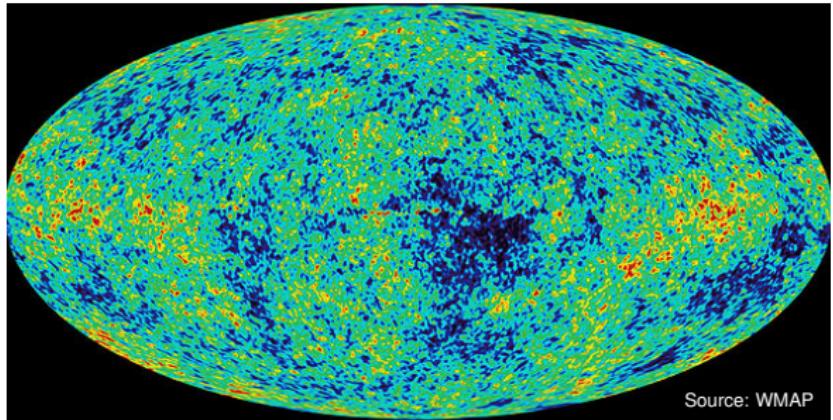


近悅

3.8×10^8 光年

遠來

4.6×10^{10} 光年



戴上有色眼鏡——小結

- 光的顏色與其波長有關
- 人眼只能偵測特定波長的光，其餘均不可見
- 世界在不同波段下未必有相同的樣貌

都算我的

什麼是電腦模擬？



$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

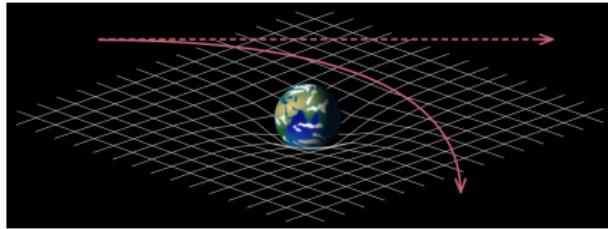
方程式

+



暴力計算

=



結果

多體模擬

01 Cosmological simulation of universe evolution.mp4

02 Horizon-AGN - A detailed cosmological simulation of the universe.mp4

多體模擬

01 Cosmological simulation of universe evolution.mp4

02 Horizon-AGN - A detailed cosmological simulation of the universe.mp4

至於你信不信？我反正是信了

多體模擬

01 Cosmological simulation of universe evolution.mp4

02 Horizon-AGN - A detailed cosmological simulation of the universe.mp4

至於你信不信？我反正是信了（大概吧）

The background features a vast, dark expanse of space filled with numerous small, glowing stars of varying colors. A large, intricate space station or satellite structure is positioned on the left side of the frame, appearing to drift through the void. The station has multiple cylindrical modules, rectangular solar panels, and various mechanical components.

A FILM BY CHRISTOPHER NOLAN

INTERSTELLAR

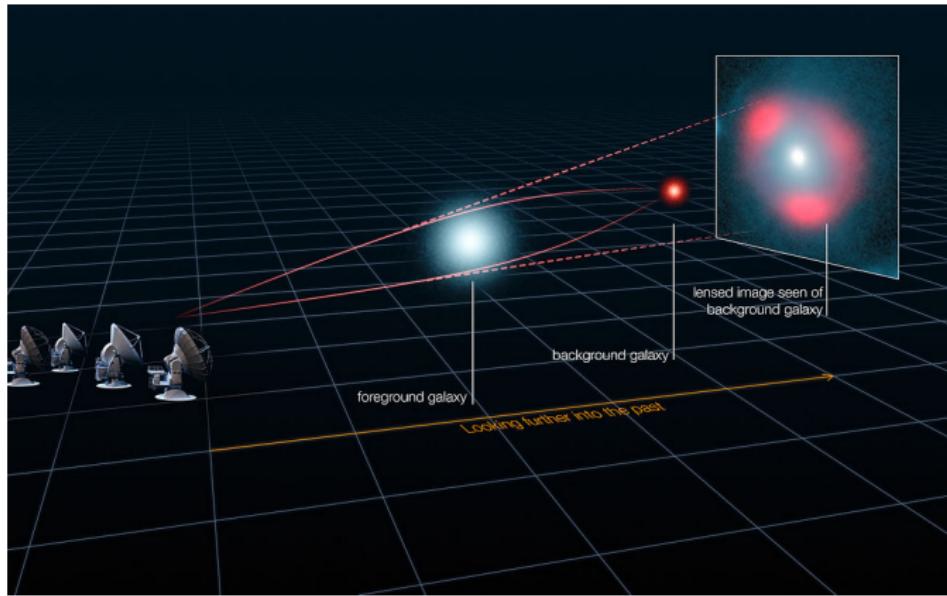


A FILM BY CHRISTOPHER NOLAN

INTERSTELLAR

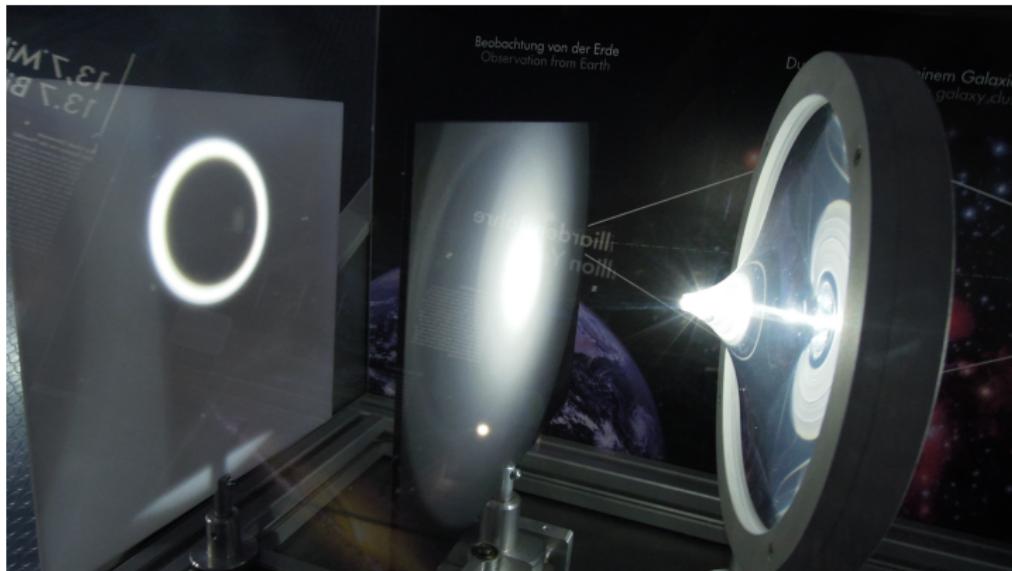
從太空船望出去，黑洞會是什麼樣子？

重力透鏡



一種重物導致影像扭曲的概念

實例！



影像扭曲模擬

03 Starfield under the influence of gravitational lensing.mp4



General Relativity and Quantum Cosmology

Gravitational Lensing by Spinning Black Holes in Astrophysics, and in the Movie Interstellar

Oliver James, Eugenie von Tunzelmann, Paul Franklin, Kip S. Thorne

(Submitted on 12 Feb 2015 ([v1](#)), last revised 16 Feb 2015 (this version, v2))

Interstellar is the first Hollywood movie to attempt depicting a black hole as it would actually be seen by somebody nearby. For this we developed a code called DNGR (Dc (light-beam) propagation through the curved spacetime of a spinning (Kerr) black hole, and to render IMAX-quality, rapidly changing images. Our ray-bundle techniques v This paper has four purposes: (i) To describe DNGR for physicists and CGI practitioners . (ii) To present the equations we use, when the camera is in arbitrary motion at a images via elliptical ray bundles. (iii) To describe new insights, from DNGR, into gravitational lensing when the camera is near the spinning black hole, rather than far away. Gargantua and its accretion disk, in the movie *Interstellar*, were generated with DNGR. There are no new astrophysical insights in this accretion-disk section of the find its discussions of *Interstellar* interesting.

Comments: 46 pages, 17 figures

Subjects: **General Relativity and Quantum Cosmology (gr-qc); High Energy Astrophysical Phenomena (astro-ph.HE)**

Journal reference: Classical and Quantum Gravity 32 (2015) 065001

DOI: [10.1088/0264-9381/32/6/065001](https://doi.org/10.1088/0264-9381/32/6/065001)

Cite as: [arXiv:1502.03808 \[gr-qc\]](https://arxiv.org/abs/1502.03808)

(or [arXiv:1502.03808v2 \[gr-qc\]](https://arxiv.org/abs/1502.03808v2) for this version)

Submission history

From: Kip S. Thorne [[View email](#)]

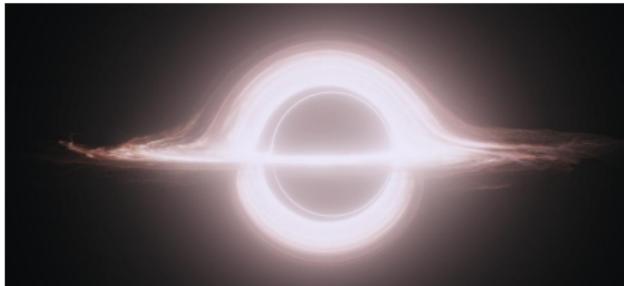
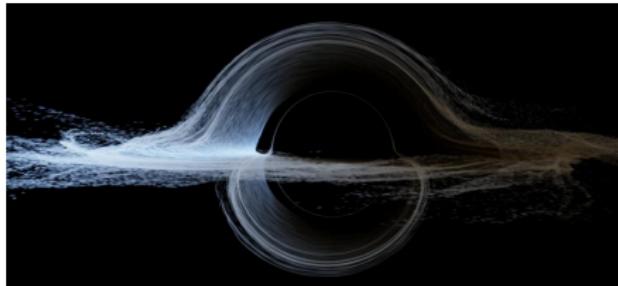
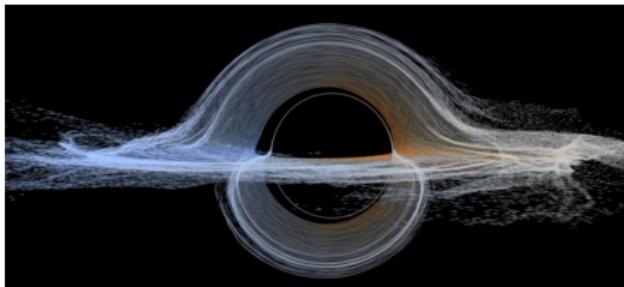
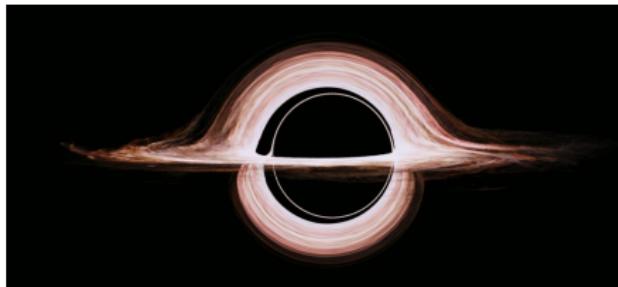
[[v1](#)] Thu, 12 Feb 2015 20:56:05 GMT (1503kb,D)

[[v2](#)] Mon, 16 Feb 2015 04:19:05 GMT (1470kb,D)

[Which authors of this paper are endorsers?](#) | [Disable MathJax](#) ([What is MathJax?](#))

Link back to: [arXiv](#), [form interface](#), [contact](#).

忽略或考慮不同物理現象



所造成之視覺差異

Source: James et al. (2015)
Double Negative & Warner Bros. Entertainment Inc.



嗨

04 Black Hole (Gargantua).mp4

都算我的——小結

- 電腦模擬在現代科學中佔有重要地位
- 紿電腦幾條方程式，就可以算出許多想像空間
- 只是方程式未必有理，計算也可能有誤差

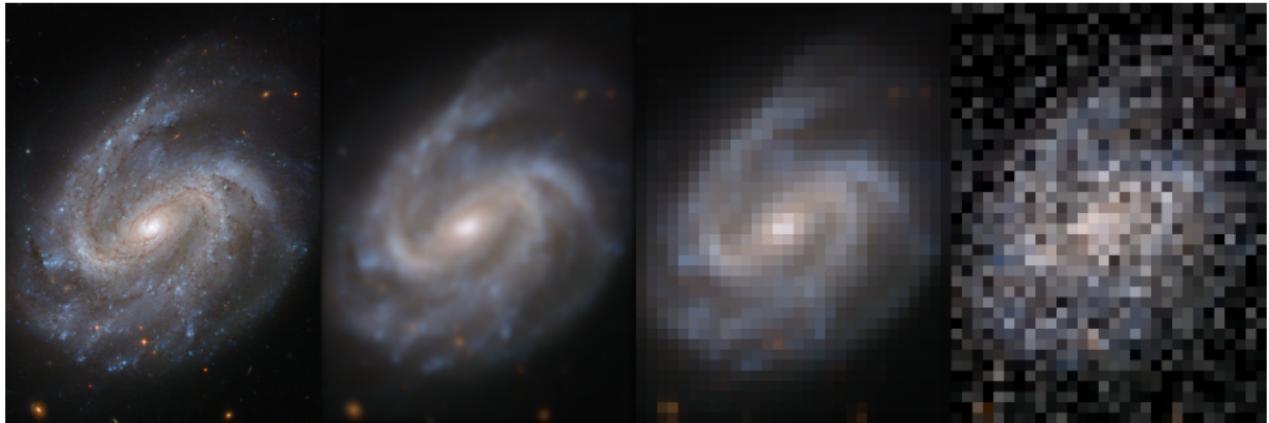
以假亂真

爸爸買給我一台超新超漂亮的望遠鏡
我可以看我想看的東西了



開心

殘酷的真相

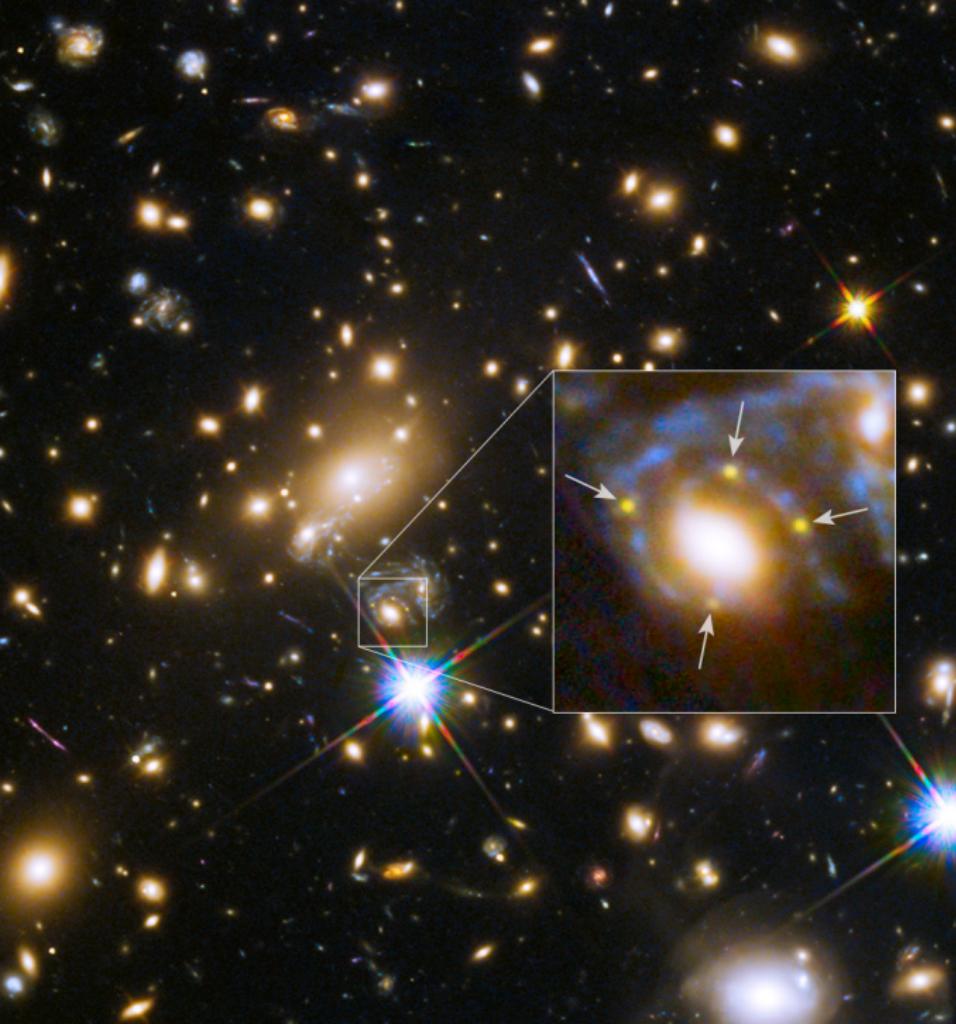


還沒完

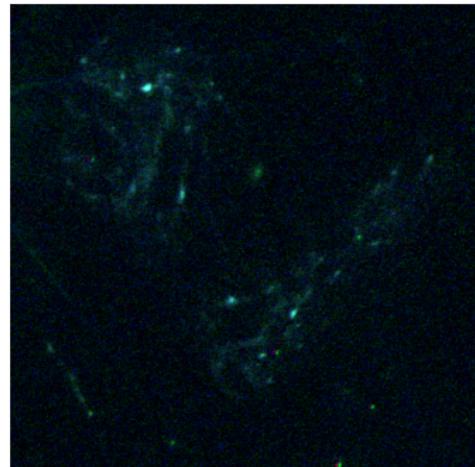
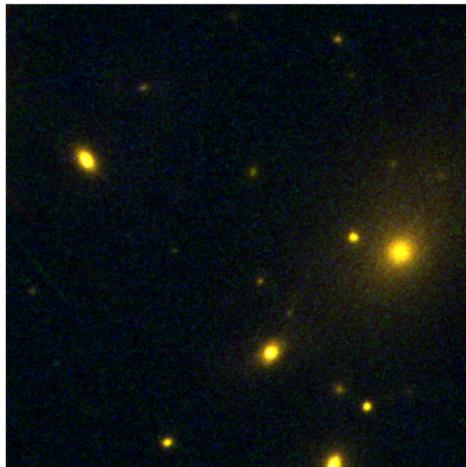
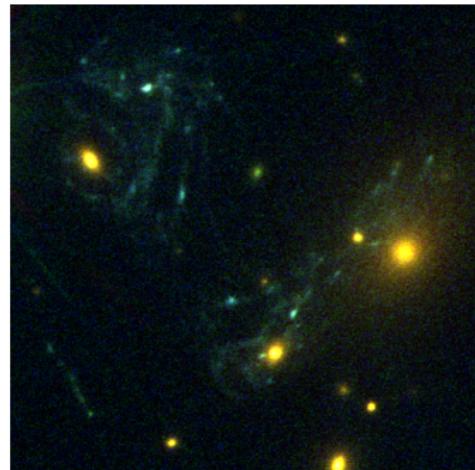


在天文學家眼裡這一點都不漂亮

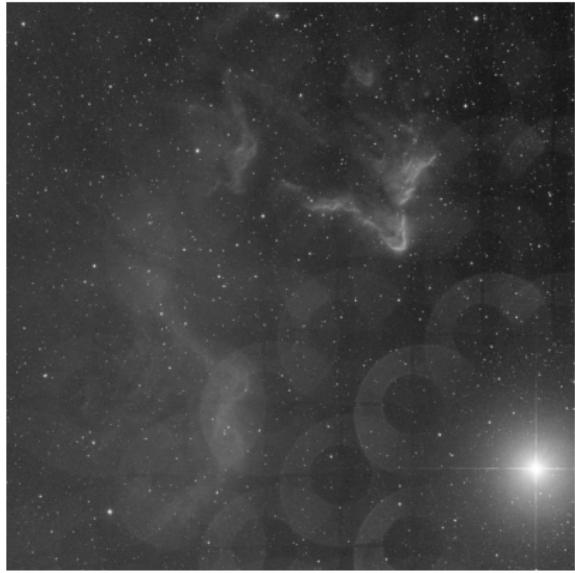
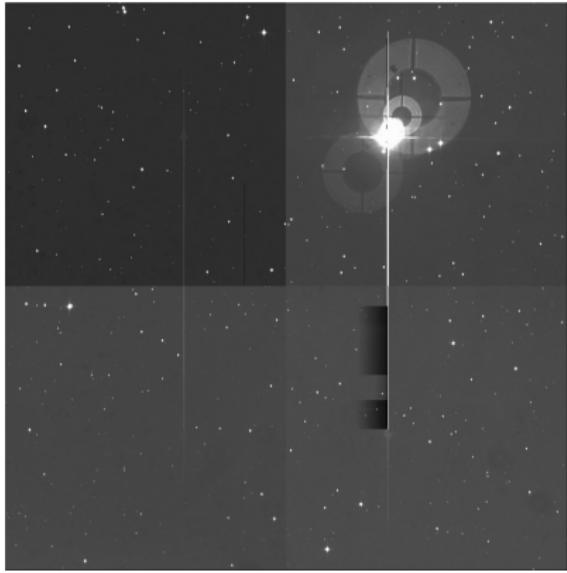
尤其是在
差點
就擋住
重要目標
的
時候

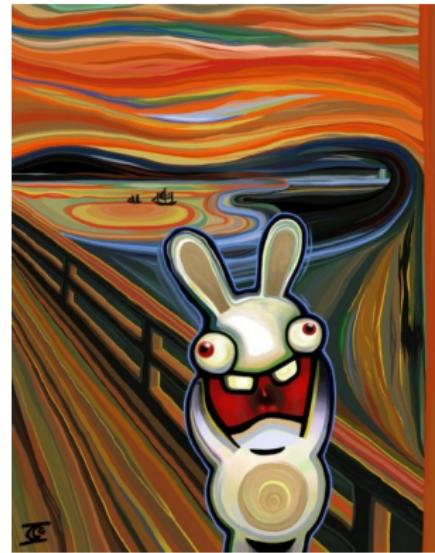
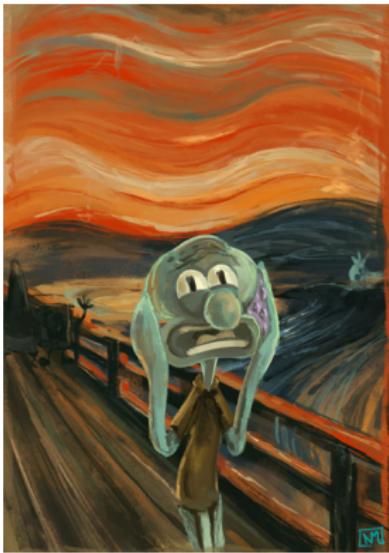


有時候事情更棘手



儀器更是不可靠







天文學家的研究結果還能信嗎？

生命會自己找到出路

- 改良儀器
- 改善觀測環境
- 後製修復
- 盡可能考量所有觀測誤差
- 向工程師和數學家求救

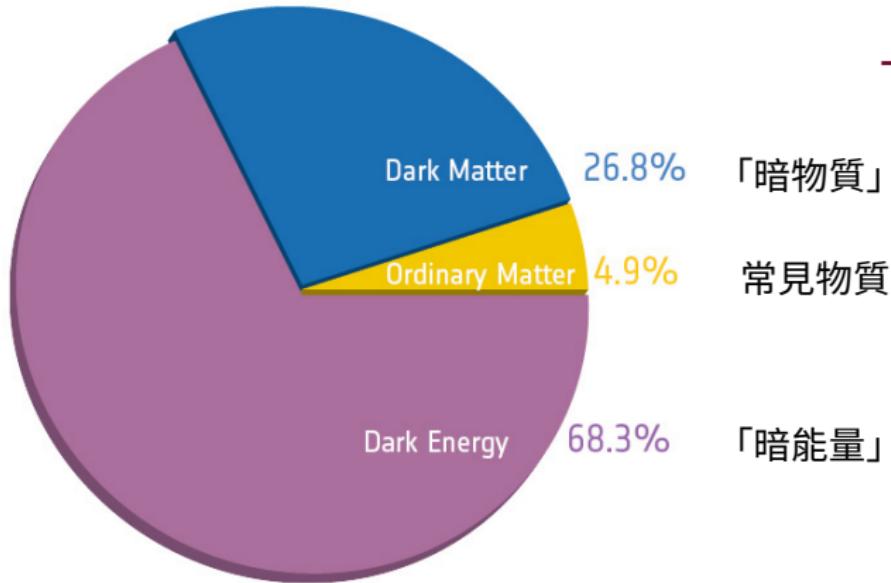


以假亂真——小結

- 理想和觀測現實有極大差距，眼見之景不可盡信
- 這些不確定因子可能導致研究結果錯誤
- 技術和設備革新一直以來都是重要課題

看不見的力量

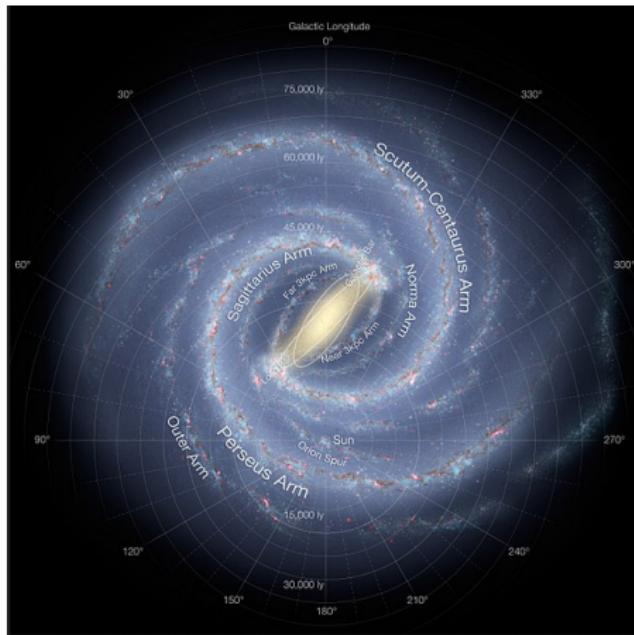
宇宙能量分佈



Source: Planck

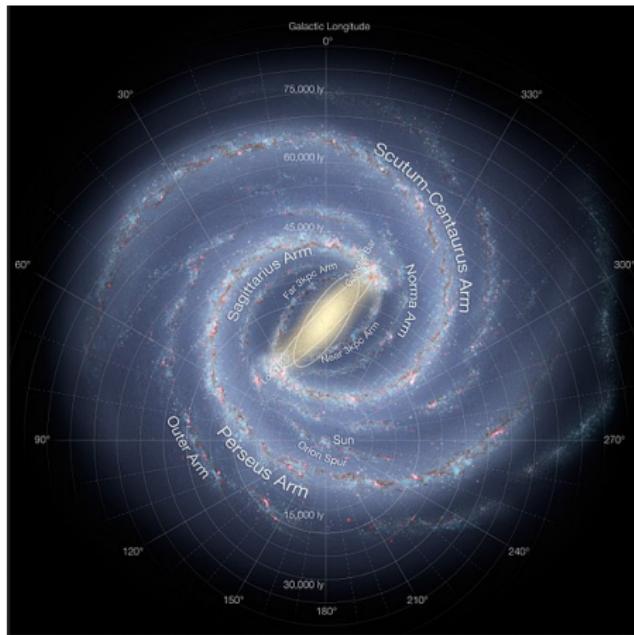
什麼是暗物質？

星體的質量和其亮度有關



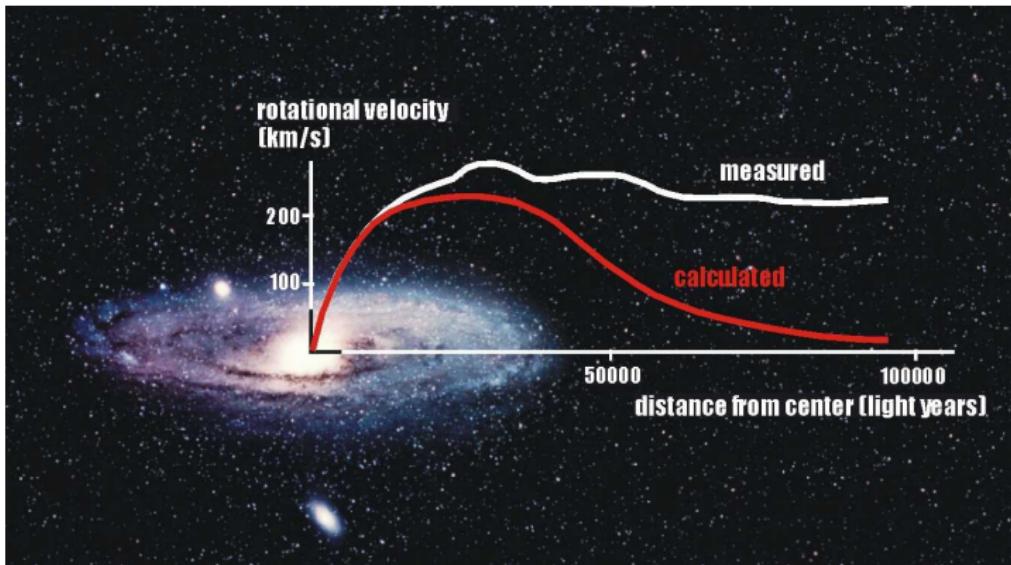
透過觀測星空亮度可以估計銀河系質量

銀河系繞著其中心旋轉



透過觀測旋轉速度也可估計銀河系質量

結果兩個估計值差很多



這好像不太科學呀！



看不到 看不到 看不到

從亮度估計的「發光質量」
比從轉速估計的「引力質量」
少了好幾倍



那些產生引力卻不發光的
就叫作暗物質吧！

- 許多觀測與計算均顯示
發光質量與引力質量有出入
- 暗物質存在似乎有其必要性
- 那暗物質到底由什麼組成？
- 是否有其存在之直接證據？



- 許多觀測與計算均顯示
發光質量與引力質量有出入
- 暗物質存在似乎有其必要性
- 那暗物質到底由什麼組成？
⇒ 不知道
- 是否有其存在之直接證據？



- 許多觀測與計算均顯示
發光質量與引力質量有出入
- 暗物質存在似乎有其必要性
- 那暗物質到底由什麼組成？
⇒ 不知道
- 是否有其存在之直接證據？
⇒ 沒有



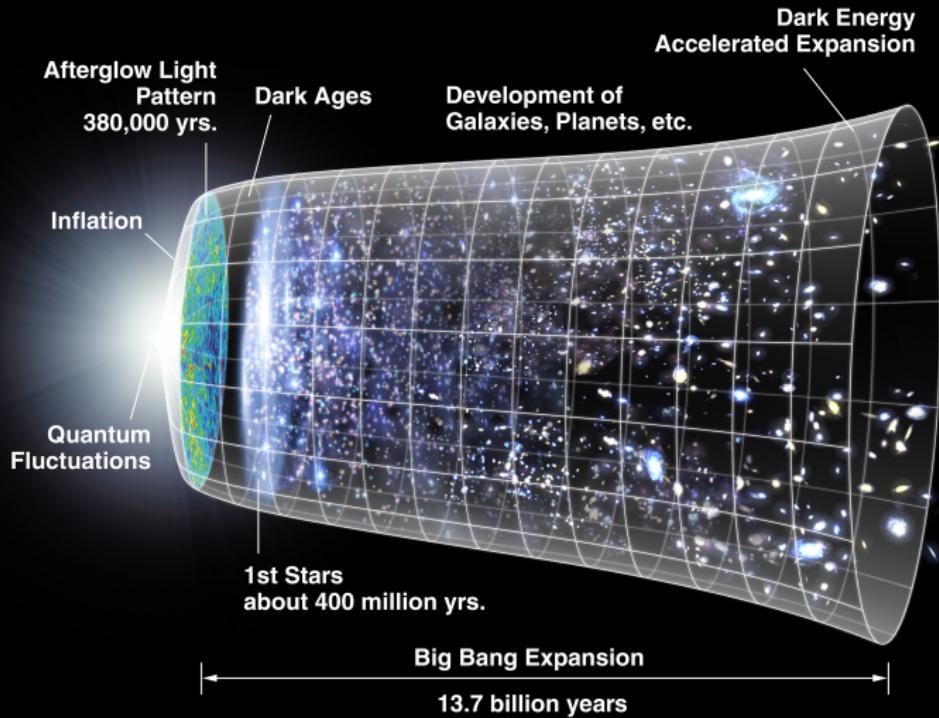




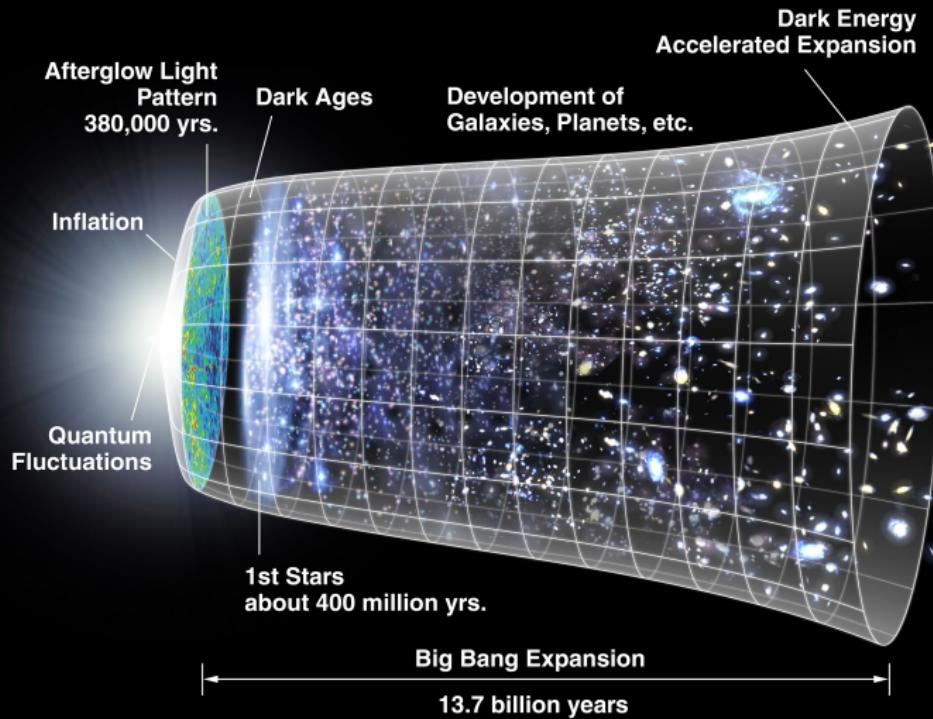
好，我有點搞懂什麼是暗物質了...

蛤？還有暗能量？那又是啥鬼？

宇宙正在 膨脹

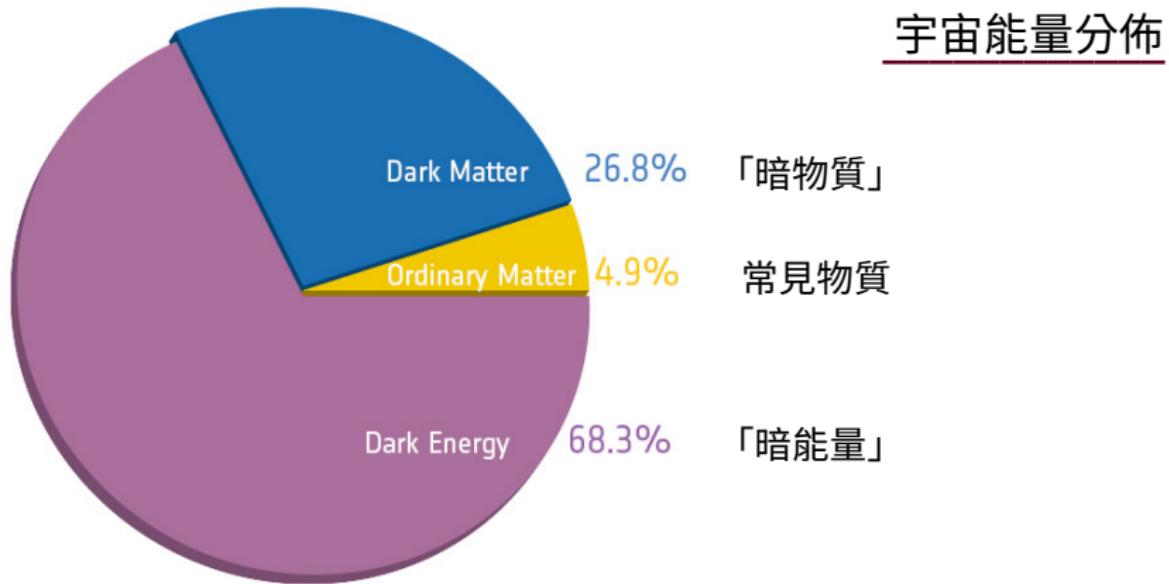


宇宙正在 加速 膨脹



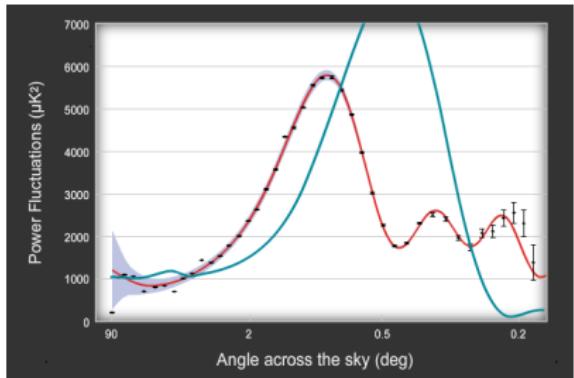


- 如果只有常見物質和暗物質，無法達成加速膨脹
- 需要一個壓力往外推，此壓力被稱為暗能量
- 真空的能量不是零！

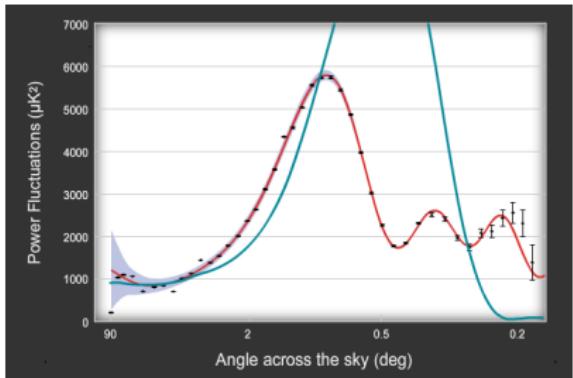


Source: Planck

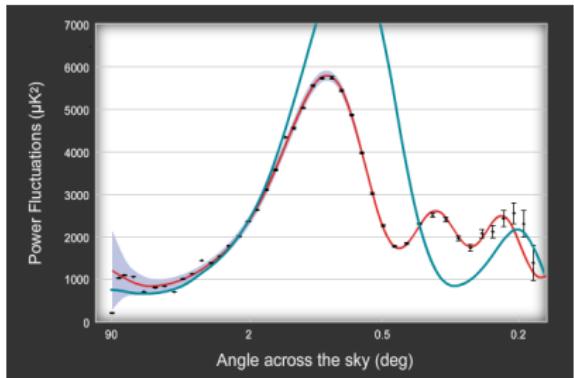
暗矇矇佔超過 95%，有影？



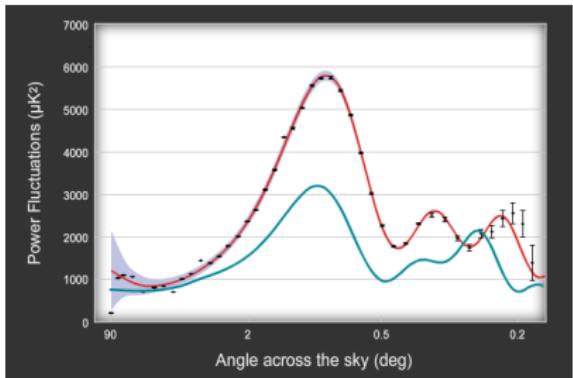
暗物質 0% 暗能量 0%



暗物質 22% 暗能量 0%

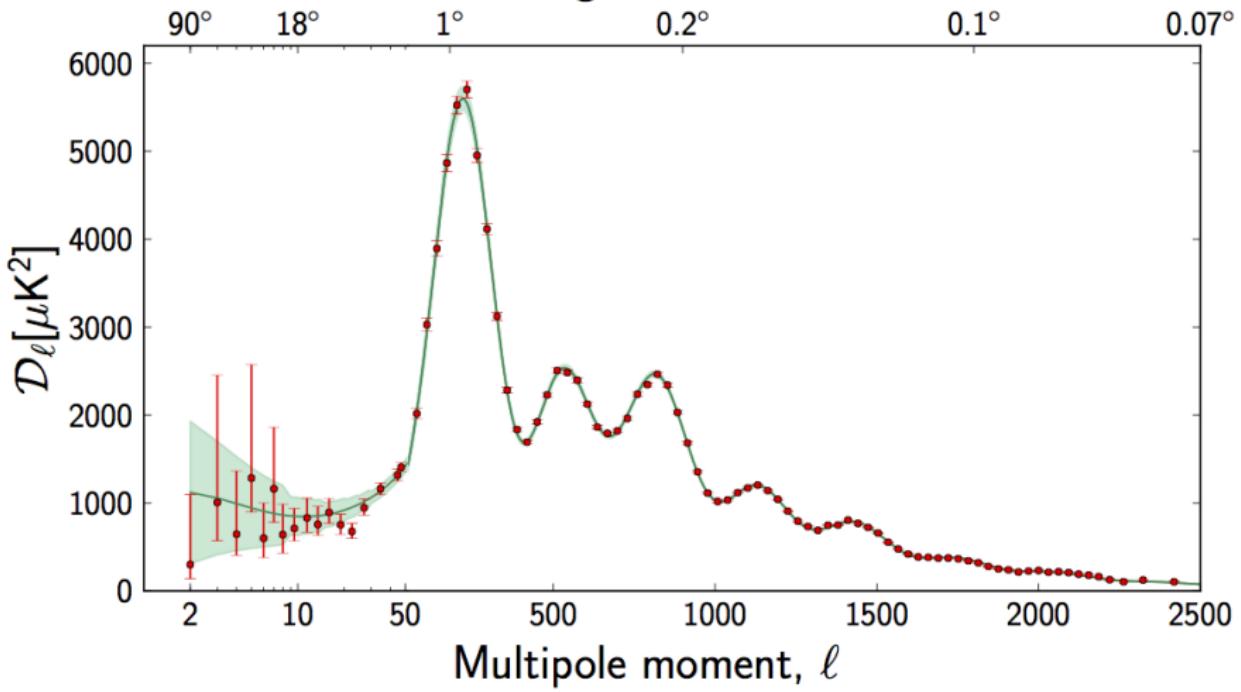


暗物質 74% 暗能量 0%



暗物質 74% 暗能量 22%

Angular scale



Source: Planck

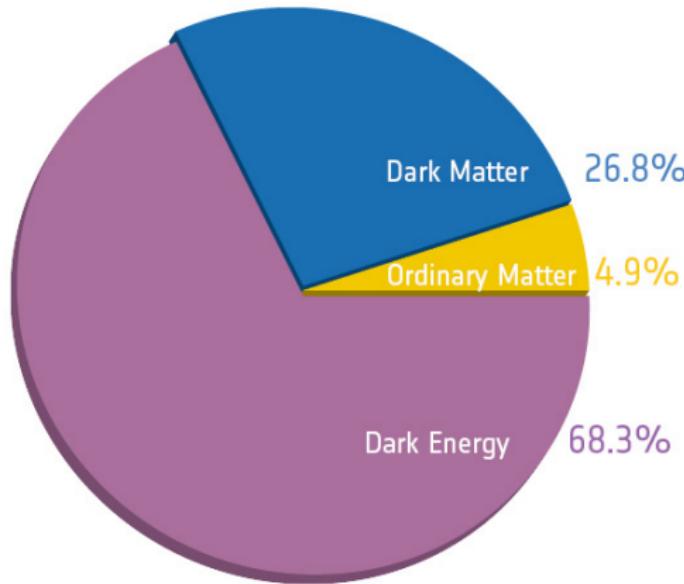
欸所以...
暗能量到底是由什麼組成的？



不知道

真的啦





儘管對宇宙裡
超過 95% 的事物
一無所知

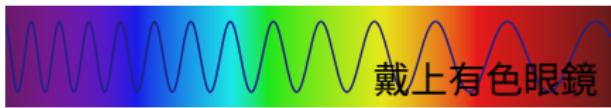
宇宙學家卻依然堅信
這些暗矇矇存在於世上

Source: Planck

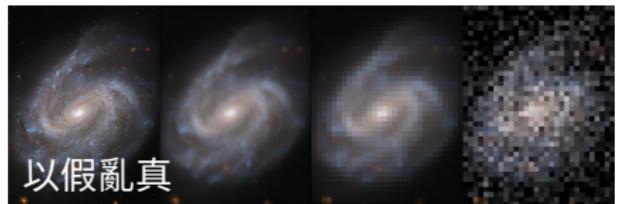
看不見的力量——小結

- 宇宙裡目前仍有超過 95% 的組成不明
- 分別被稱為暗物質和暗能量，兩者相去甚遠
- 沒有直接證據，卻不可或缺

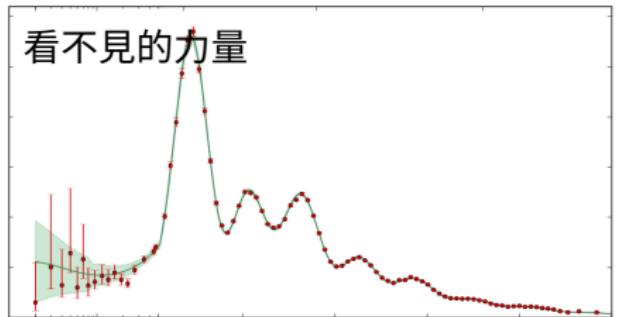
總結



總結



看不見的力量



備用簡報

Imagine how aliens look like given a planet living condition