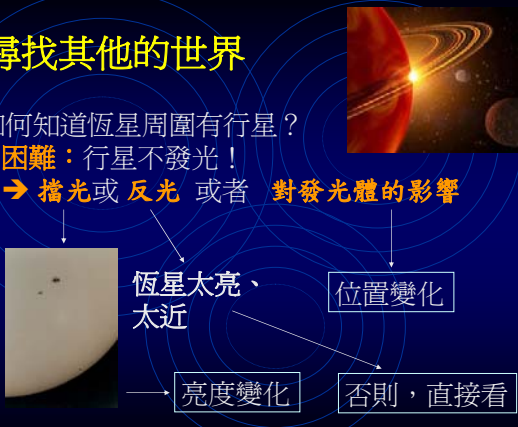


## 尋找其他的世界

如何知道恆星周圍有行星？

**困難：行星不發光！**

→ 擋光或 反光 或者 對發光體的影響



恆星太亮、太近

位置變化

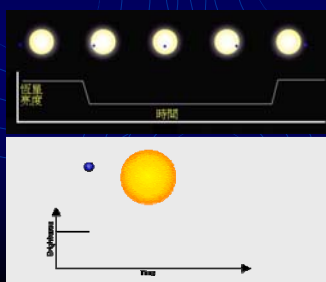
亮度變化

否則，直接看


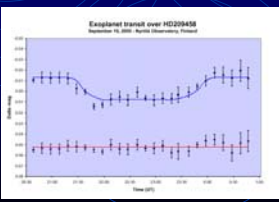
## 偵測行星存在的方法

### 1—凡走過的必留下痕跡

若行星繞恆星時，恰巧擋住恆星的光（像日食般），那麼恆星的**亮度**會以特別的方式變化



行星凌日示意圖

Exoplanet transit over HD209458  
Reproduced by NASA/ESA/Hubble Heritage Project

## 偵測行星存在的方法

### 2—若要人不知，除非己莫為

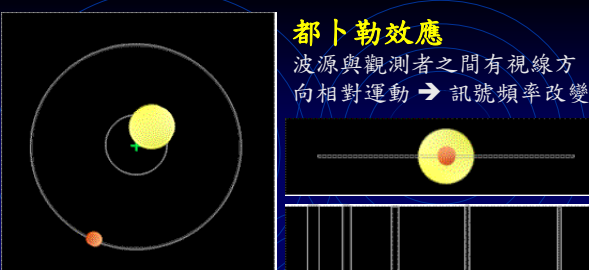
如果恆星周圍有行星，那麼恆星的**位置**與**運動**就會受到行星（萬有引力）的影響



Hammer throw

## 都卜勒效應

波源與觀測者之間有視線方向相對運動 → 訊號頻率改變

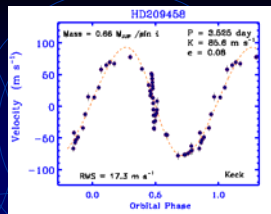


原本在太空中應該走直線的恆星，因為與行星互繞，因此看起來「走螺線」



恆星因為與行星互繞，而在沿「視線」方向有「前後擺動」的運動。

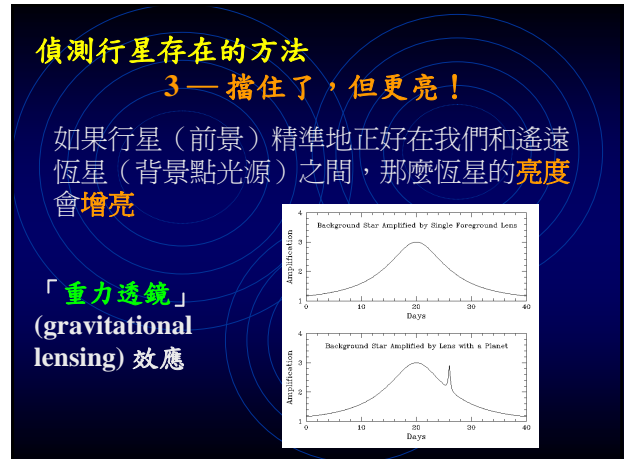
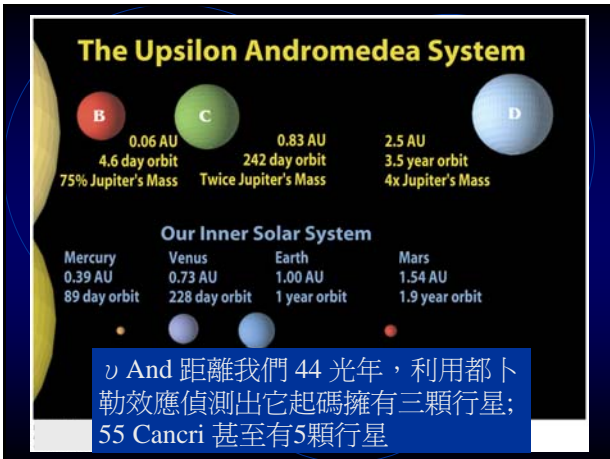
<http://www.astronautica.com/detect.htm>

目前 (2008.03) 已經在太陽系之外發現共228個恆星周圍有行星（**系外行星** extrasolar planets; exoplanets），絕大多數是利用「前後擺動」的原理所發現（為什麼？）



HD209458  
Mass = 0.95  $M_{Jup}$  /  $M_{Earth}$     P = 3.95 days  
K = 85.6  $m s^{-1}$     e = 0.05  
RVG = 17.3  $m s^{-1}$     Keck



### 偵測行星存在的方法

#### 4 — 一張影像勝過千言萬語！

- 看甚麼呢？自己發的光與熱？反射的光與熱？
- 在恆星的強光旁，想要辨認出微弱的（行星）光點是極為困難的事情

下次試試看，晚上錯車時，在強烈車燈之前，判斷駕駛是否為雙眼皮！

可能的技術：把恆星的光消除！

### 鱗光片羽勝過千言萬語

#### —— 要是能直接看到就更棒啦

越來越大的望遠鏡

越來越看得清楚的觀測技術

越來越靈敏的偵測儀器

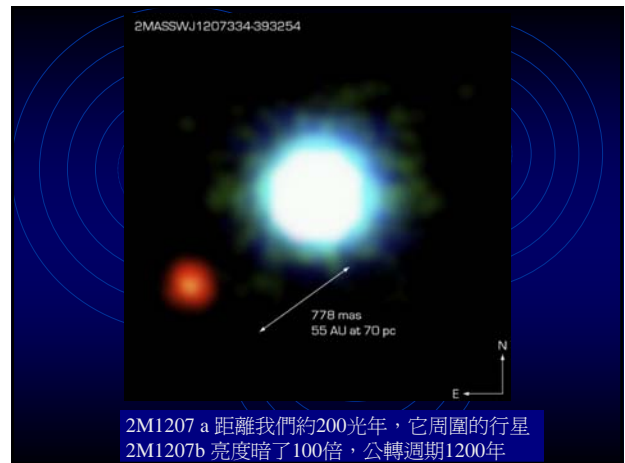
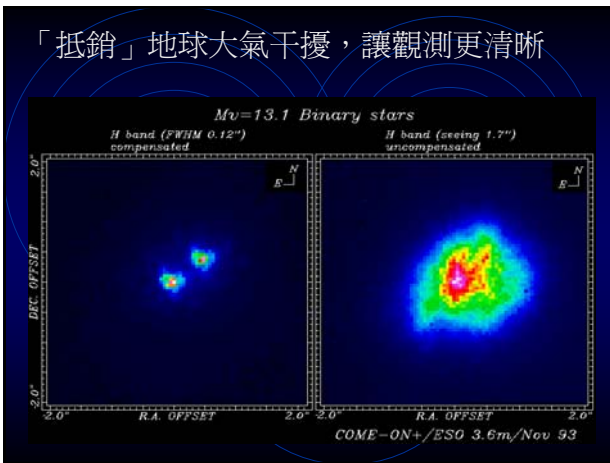
### LBT in Arizona, USA

### Keck in Hawaii, USA

Keck Telescopes as part of an interferometer

利用干涉技術 (interferometry) 把恆星的光減弱，增加看到行星的機會

「抵銷」地球大氣干擾，讓觀測更清晰



2M1207 a 距離我們約200光年，它周圍的行星  
2M1207b 亮度暗了100倍，公轉週期1200年

到太空去！  
前面說的都能做，  
而且做得更好

