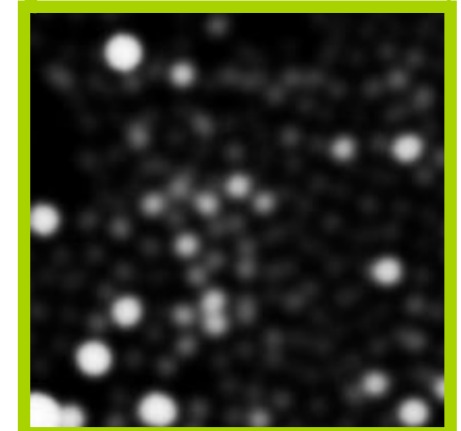
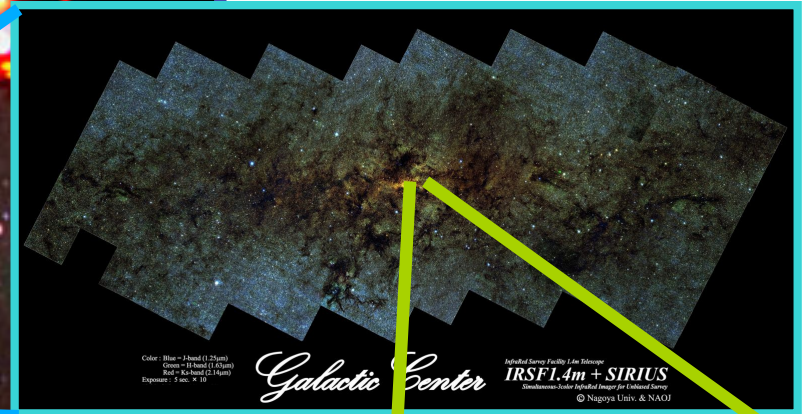
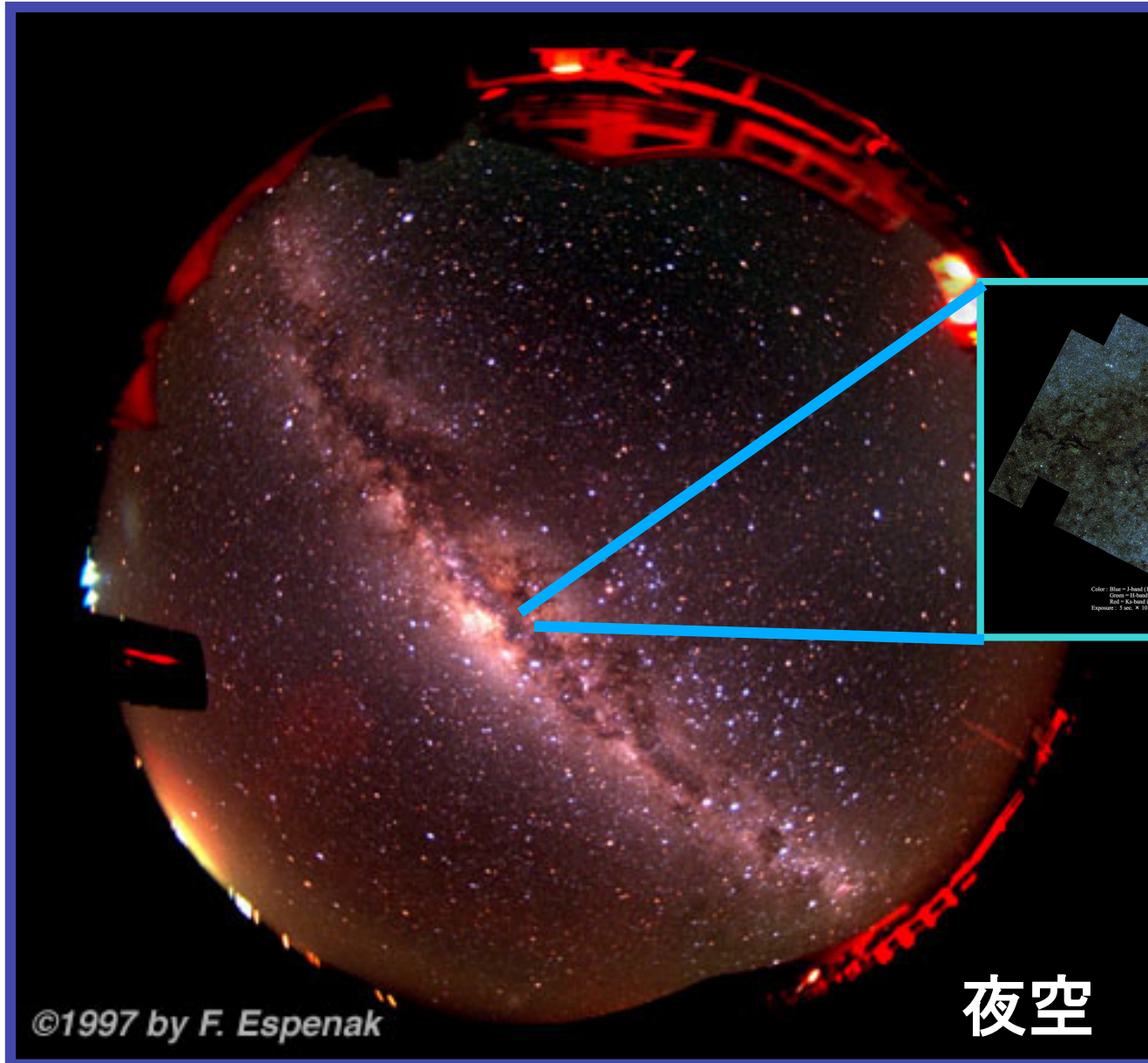


赤外線で見通す銀河系

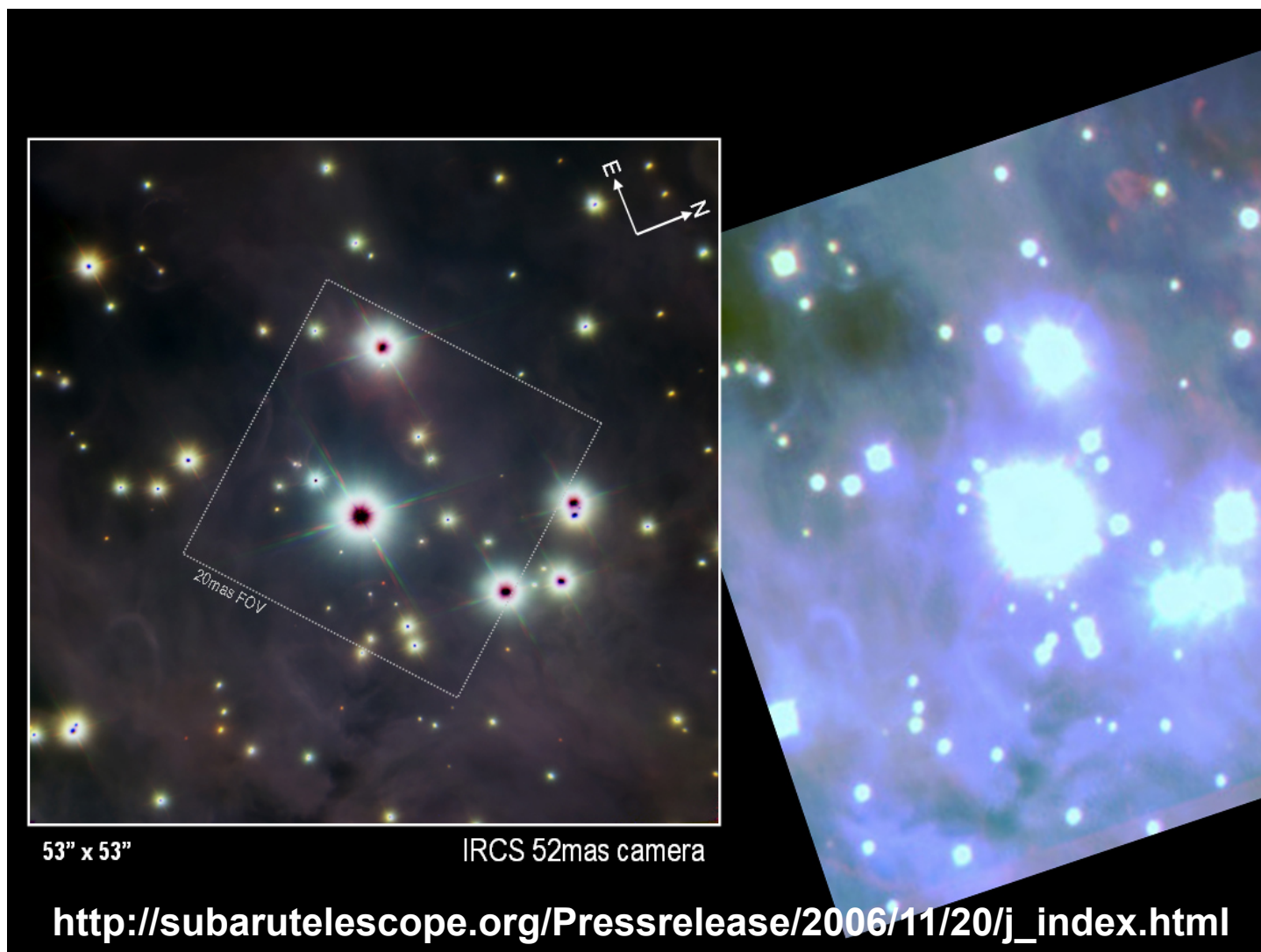
—木も森も見たい—

長田哲也
(宇宙物理学教室)



すばる望遠鏡の視力を10倍にする補償光学

(昨年11月20日記者発表)



視野は53秒角—太陽や月の直径の1/35、木星がすっぽり入る程度

「木を見て森を見ず」にならないか

是直用管闚天、用錐指地也

管を用いて天をうかがい、錐を用いて地を指す
(莊子 外篇 秋水 第十七)

竹の管をのぞいても天の広大さを知ることはできない、キリを使って大地を測ることはできない

もう一つ、
トピックだけじゃなく、宇宙物理学の全貌を知りたい。

木も森も見たい！

今日の市民講座の「その時」



1838年10月

ロゴは <http://www.nhk.or.jp/sonotoki/> から

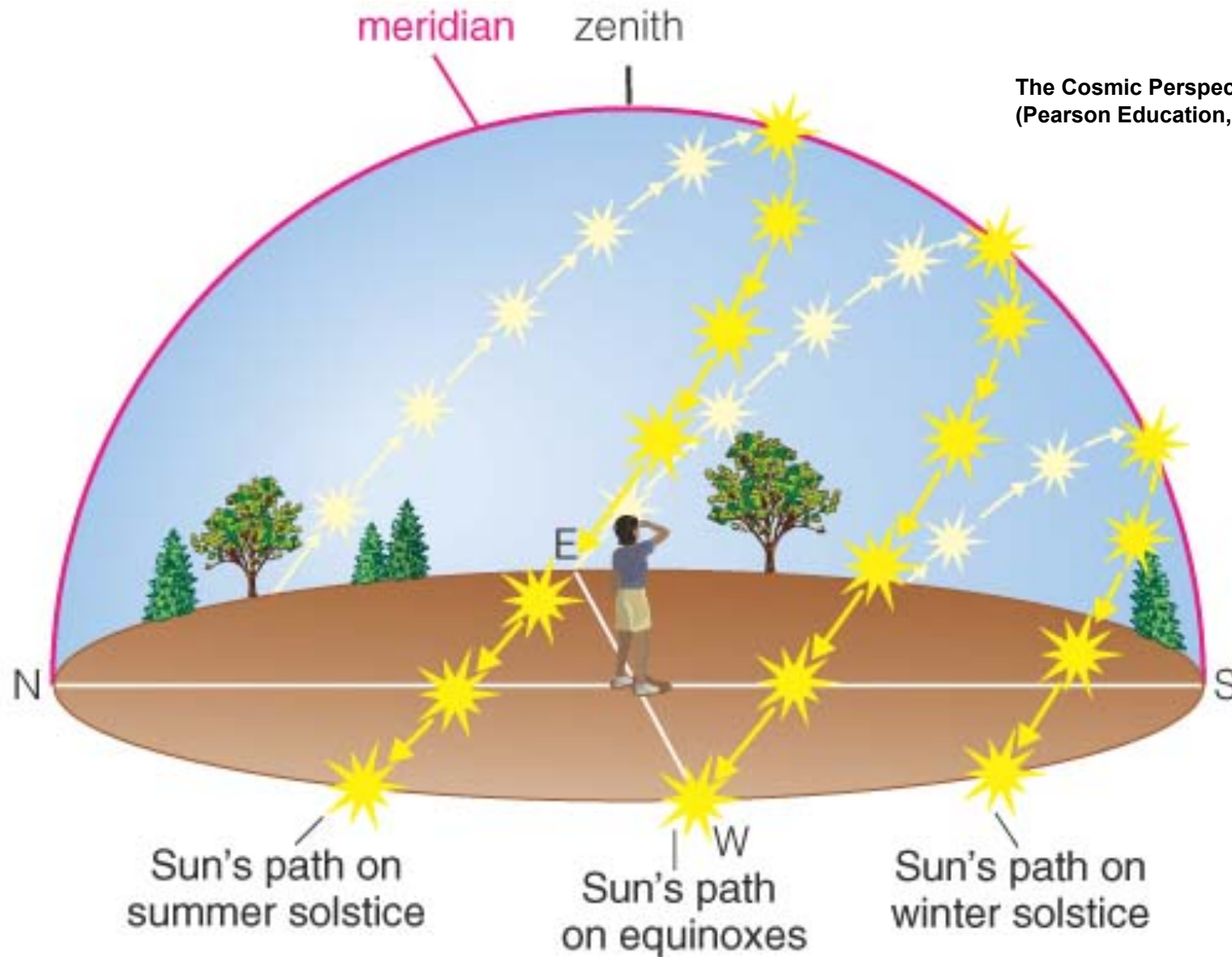
私達の住むこの宇宙はどうなっているのか

天体の

位置、速度、組成、温度、密度、・・・

を知りたい

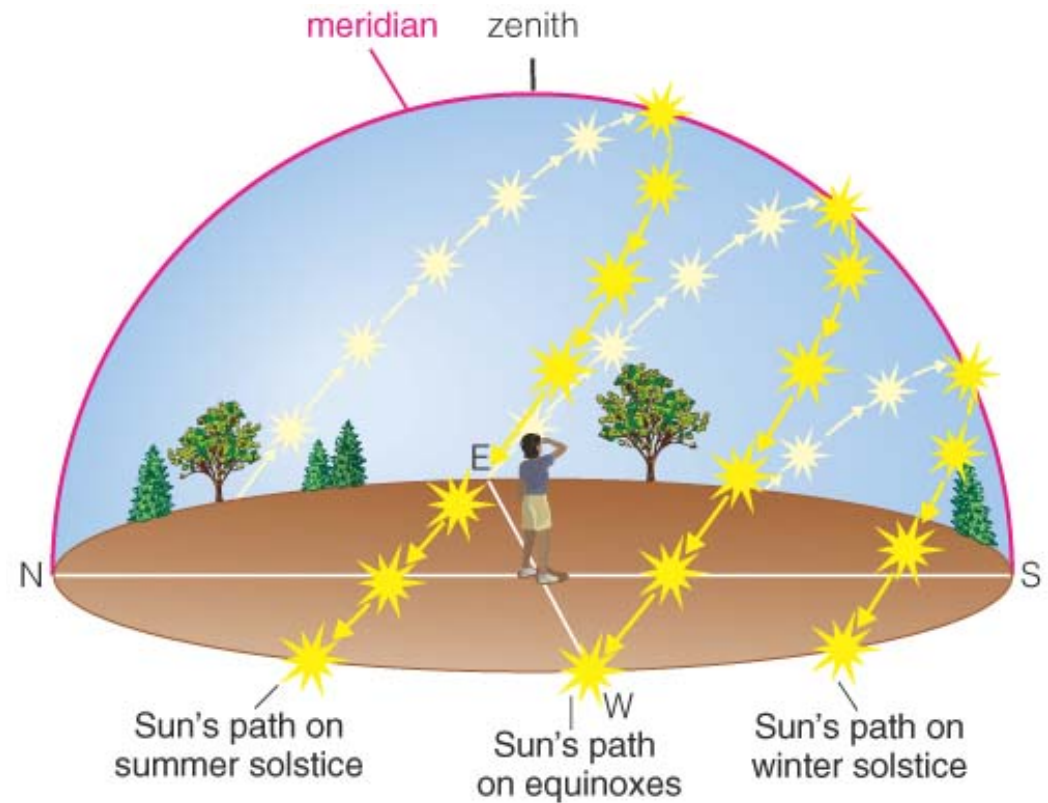
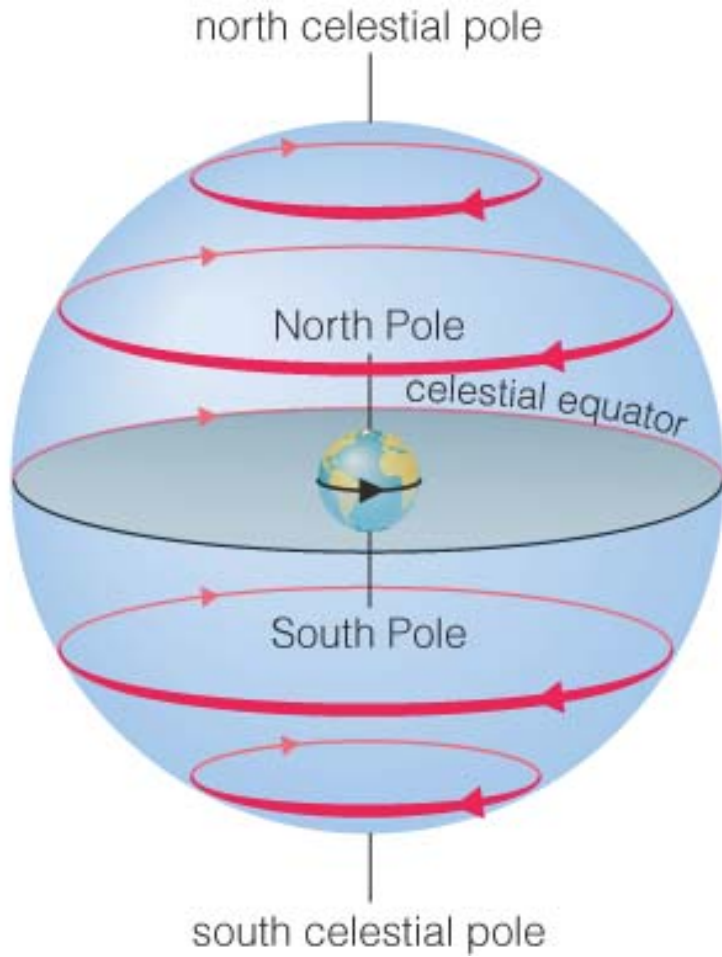
天体は東から西へ



The Cosmic Perspective 4th Ed.
(Pearson Education, Inc)より

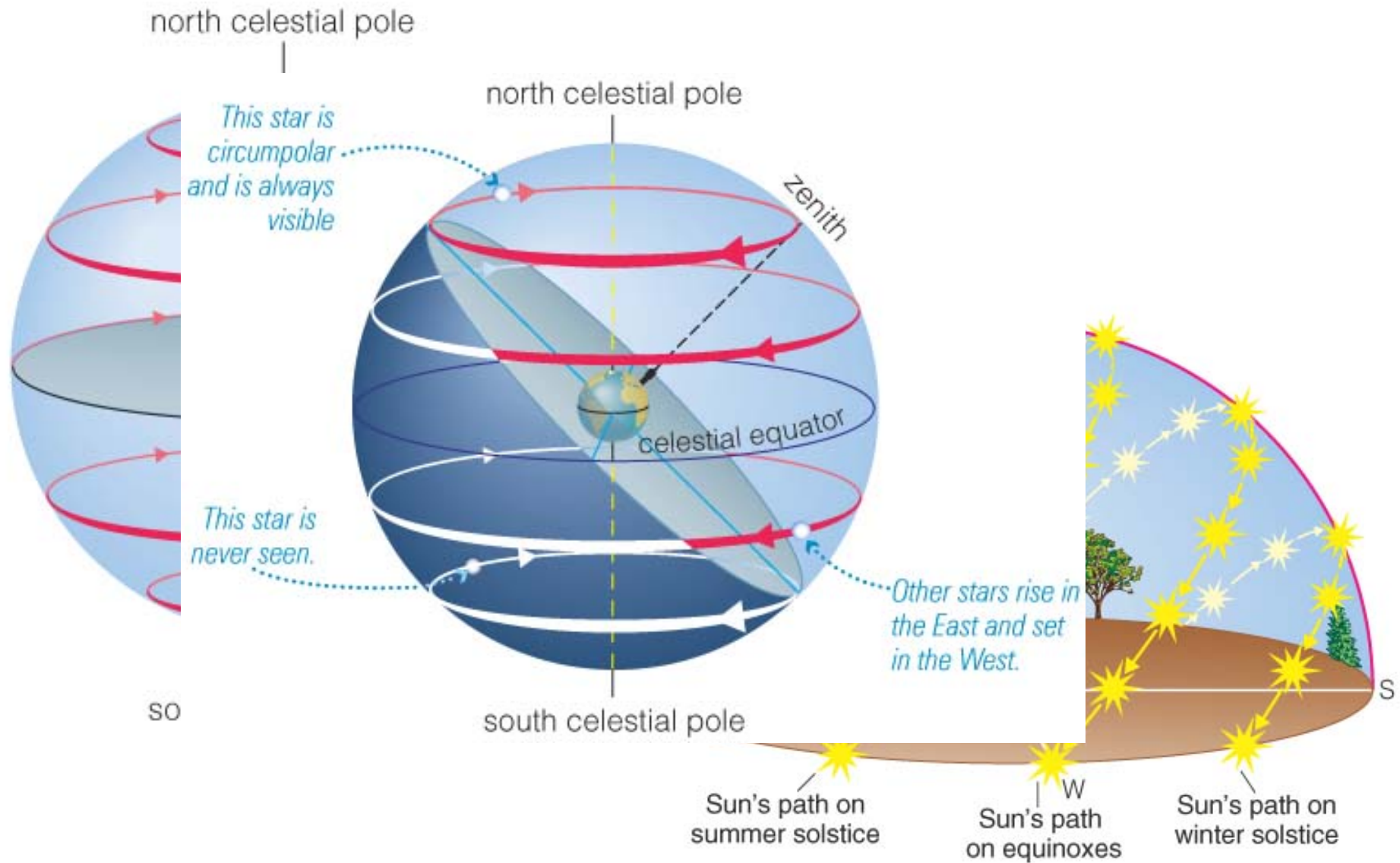
ここでは夏と春秋と冬の太陽。他の天体も同様

天体は東から西へ



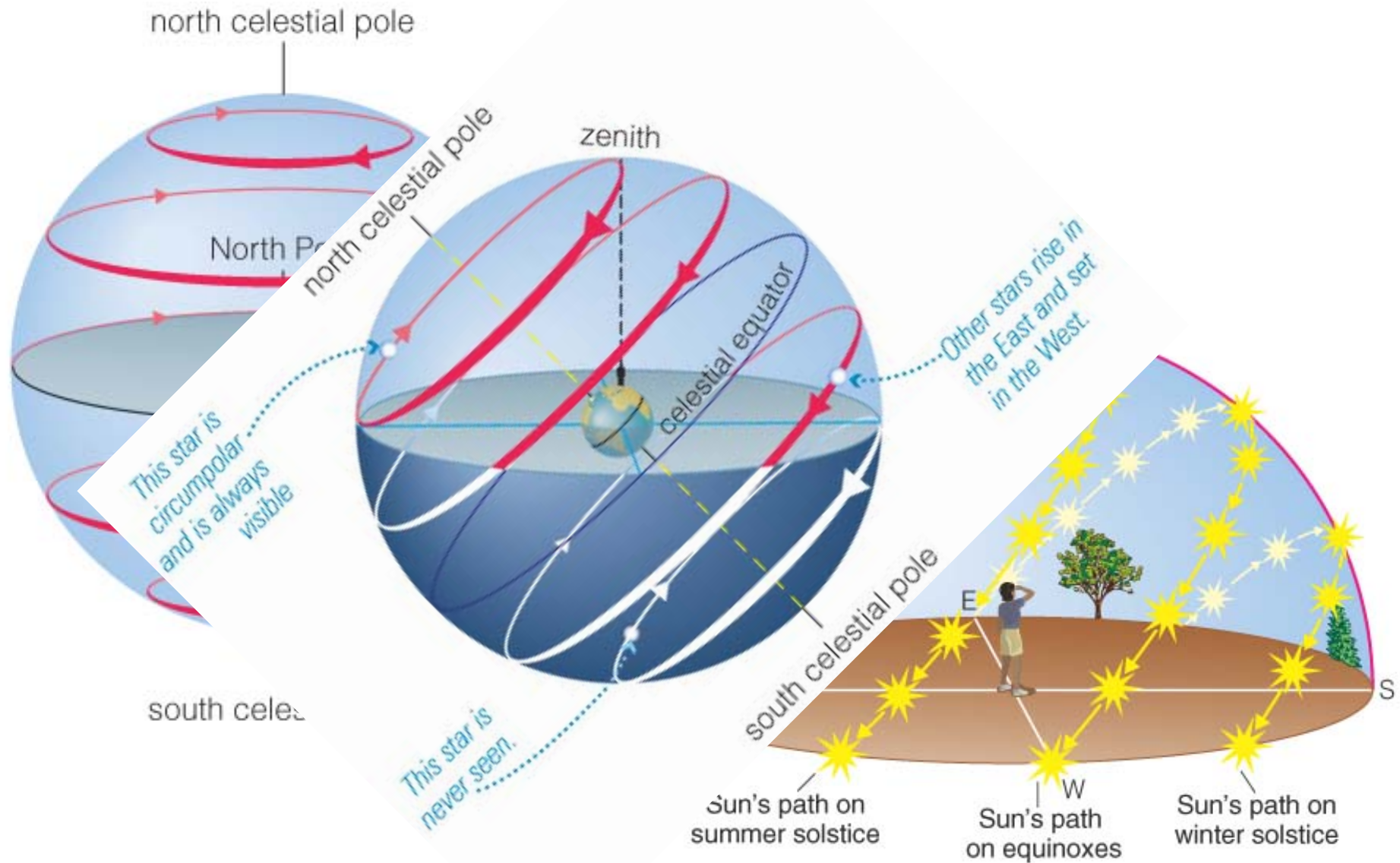
地球の自転による

天体は東から西へ



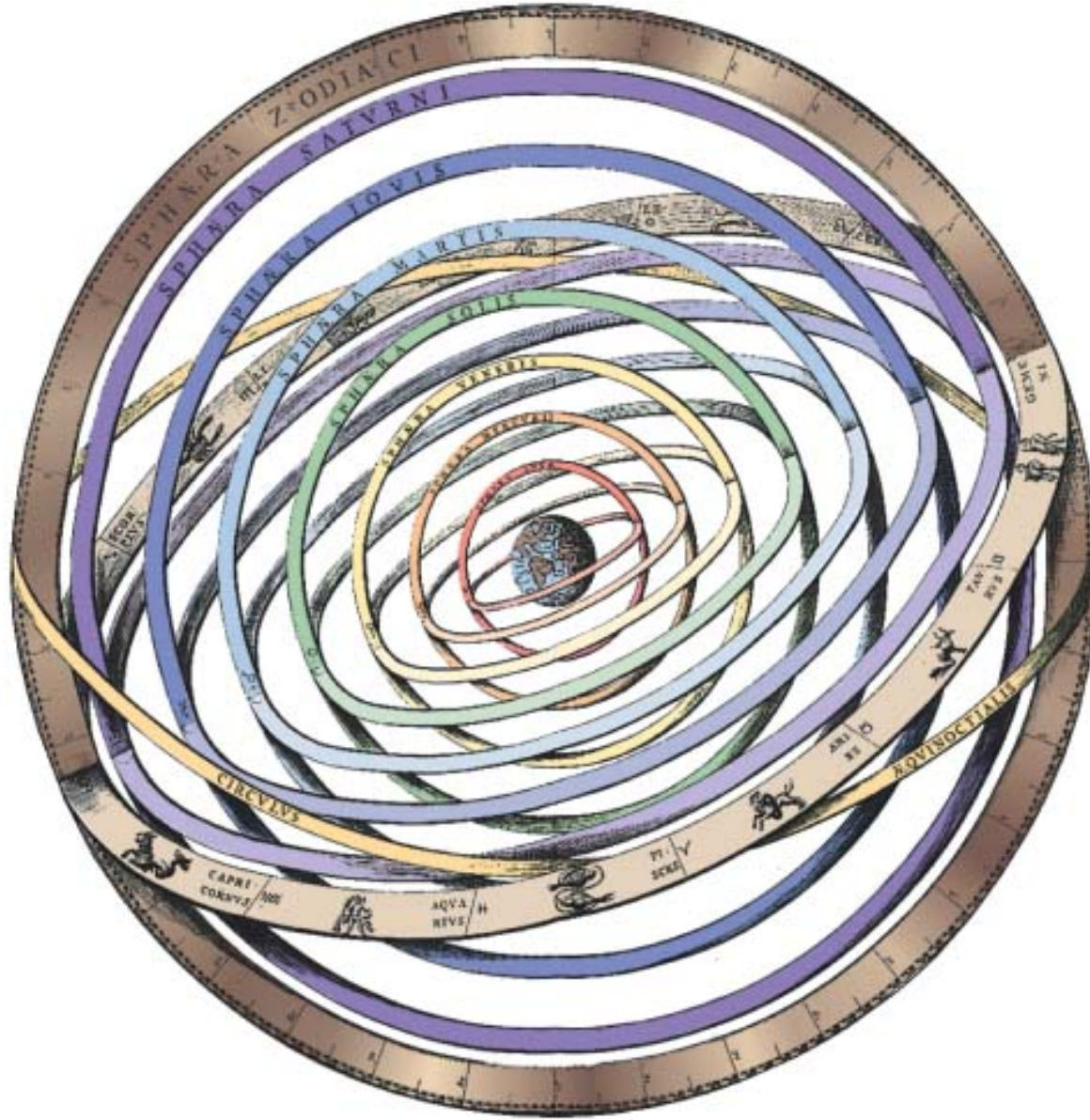
すべての天体が、北極星あたりを中心に東から西へ

天体は東から西へ



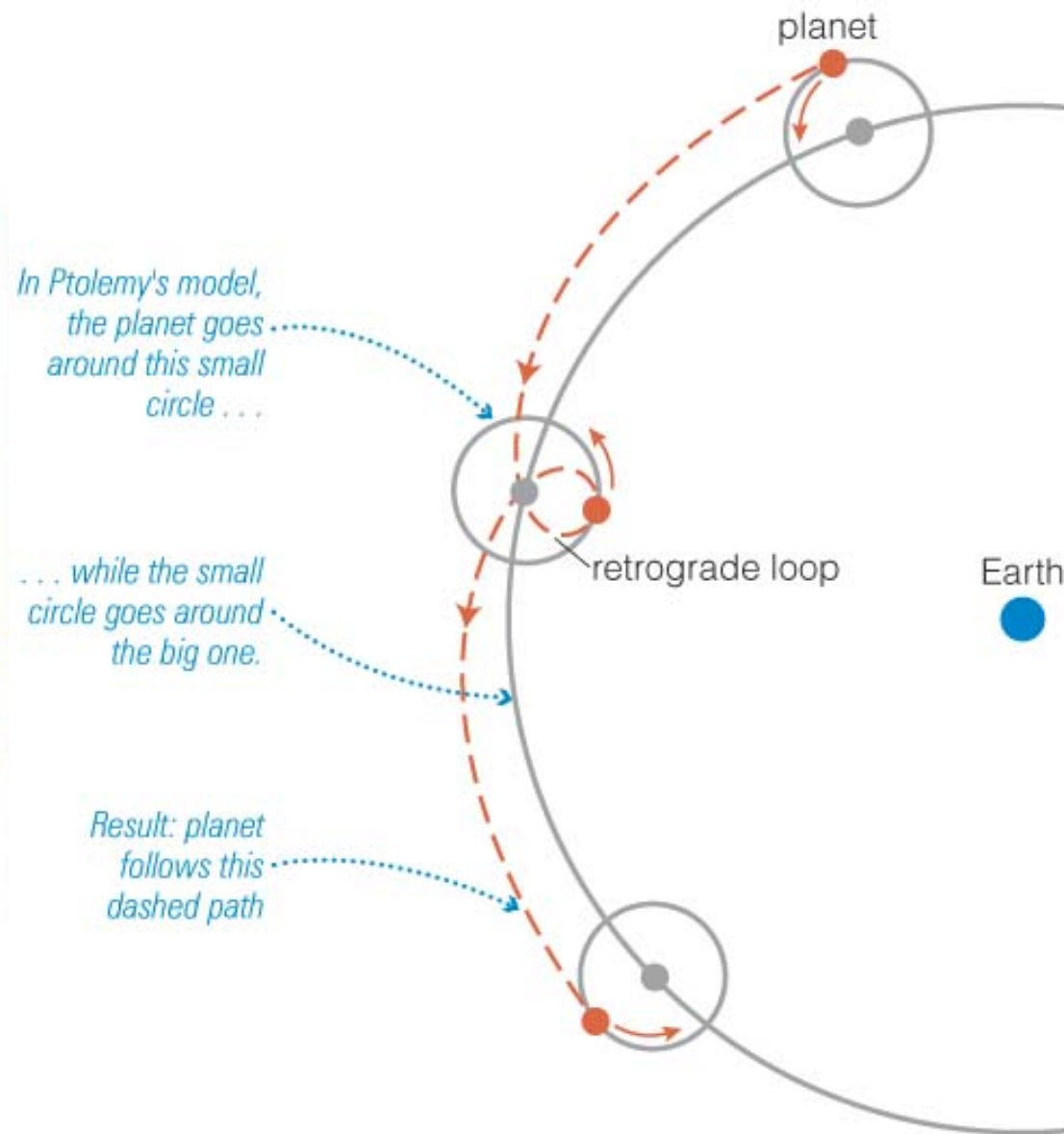
すべての天体が、北極星あたりを中心に東から西へ

太陽、月、恒星…そして惑星。



恒星の間を動いていく惑星

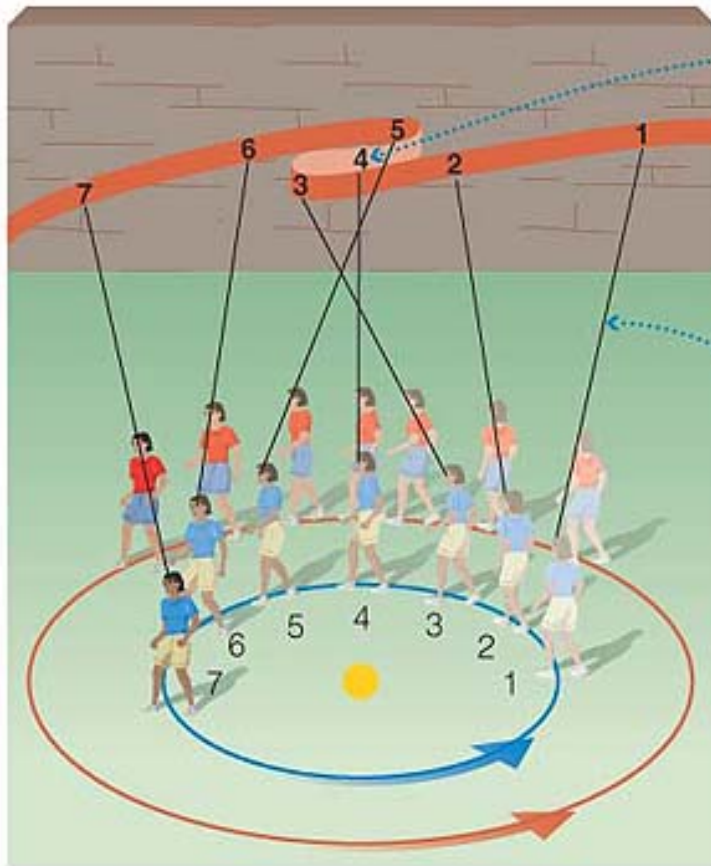
何か月もの間の惑星の動き



Composite photograph shows Mars between early June and November 2003. The progression goes from right to left, with retrograde motion in the middle. Notice that Mars is brightest in the middle of the retrograde loop, because there it is closest to Earth in its orbit. The 29 individual images were taken at 5- to 8-day intervals. (The white dot in the center of the loop is the planet Uranus, which by coincidence is in the same part of the sky.)

天動説による説明（周天円）

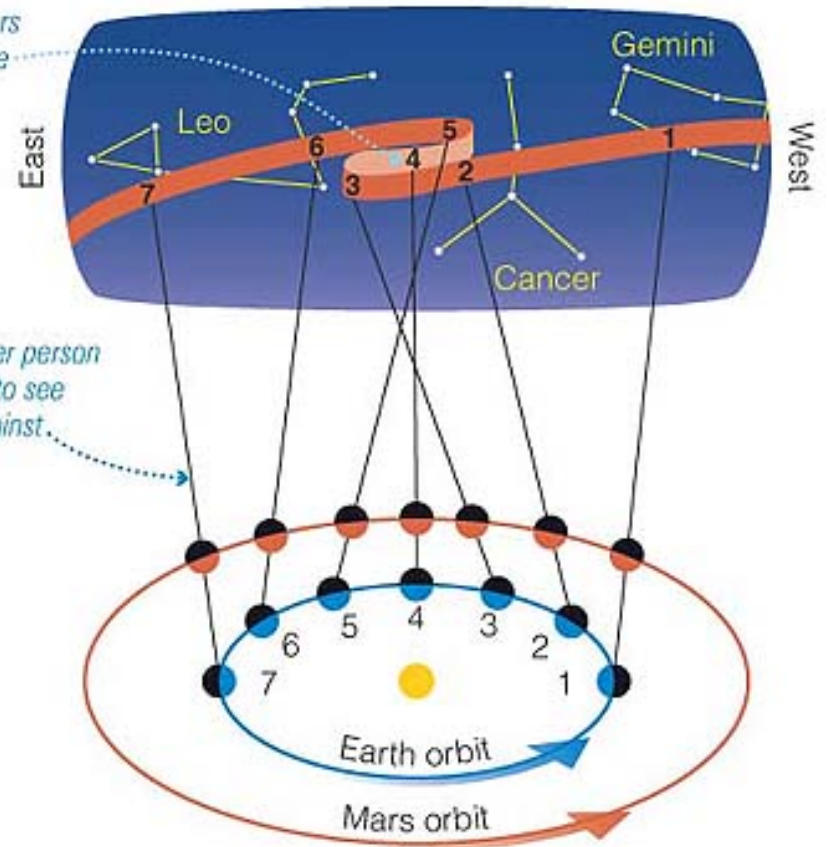
何か月もの間の惑星の動き



a The retrograde motion demonstration: Watch how your friend (in red) usually appears to you (in blue) to move forward against the background of the building in the distance but appears to move backward as you catch up to and pass him or her in your "orbit."

Apparent retrograde motion occurs between positions 3 and 5, as the inner person (planet) passes the outer person (planet).

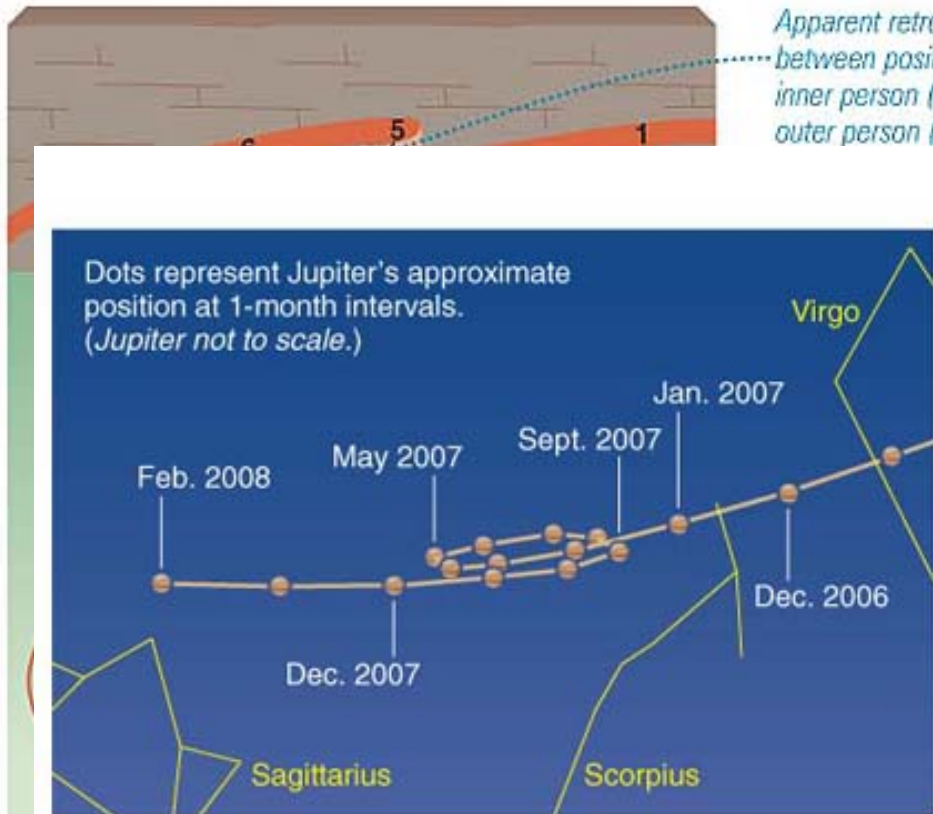
Follow the lines of sight from inner person (planet) to outer person (planet) to see where the outer one appears against the background.



b This diagram shows how the idea from the demonstration applies to a planet. Follow the lines of sight from Earth to Mars in numerical order. Notice that Mars appears to move westward relative to the distant stars as Earth passes it by in its orbit (roughly from points 3 to 5 in the diagram).

順行と逆行

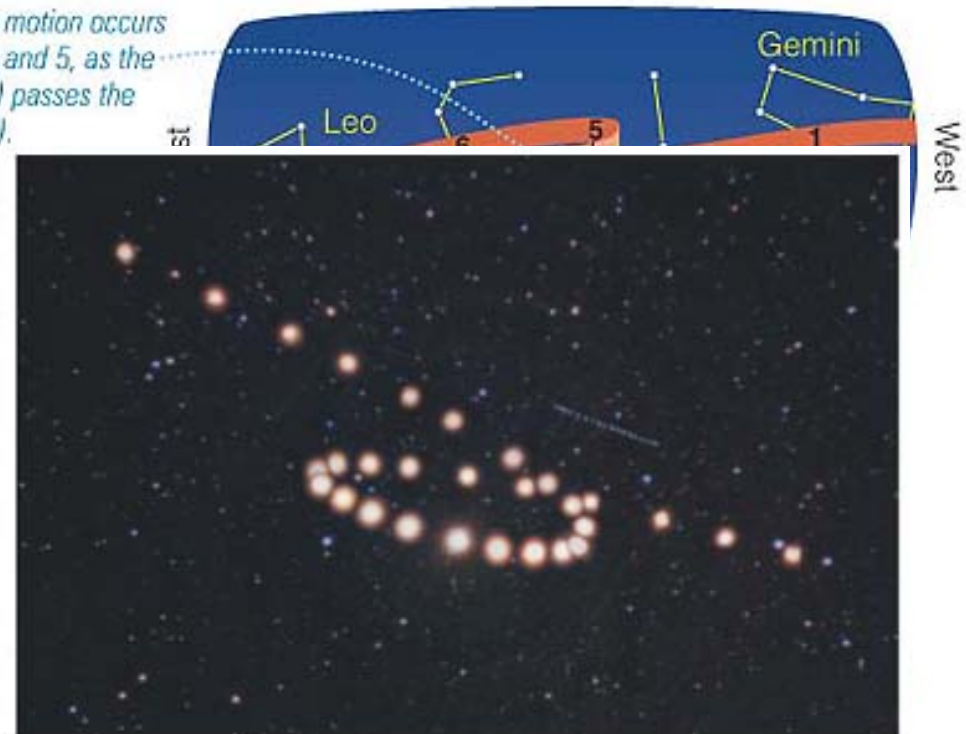
何か月もの間の惑星の動き



a This diagram shows Jupiter's approximate position among the stars in our sky from late 2006 to early 2008. Notice the backward path between May and September 2007.

appears to move backward as you catch up to and pass him or her in your "orbit."

Apparent retrograde motion occurs between positions 3 and 5, as the inner person (planet) passes the outer person (planet).

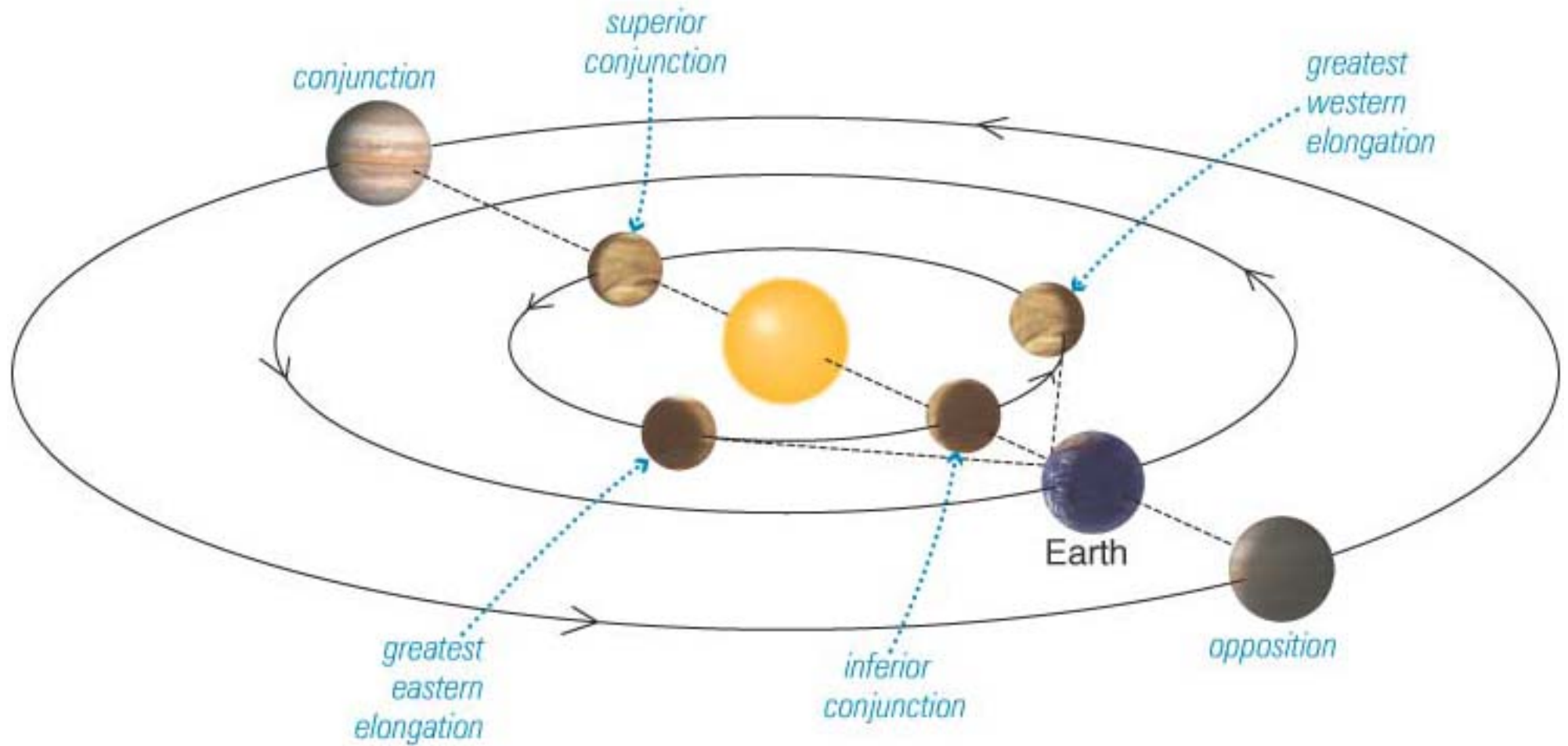


b This composite photograph shows Mars between early June and late November 2003. The progression goes from right to left, with apparent retrograde motion in the middle. Notice that Mars is biggest and brightest in the middle of the retrograde loop, because that is where it is closest to Earth in its orbit. The 29 individual photos were taken at 5- to 8-day intervals. (The white dots in a line just right of center are the planet Uranus, which by coincidence was in the same part of the sky.)

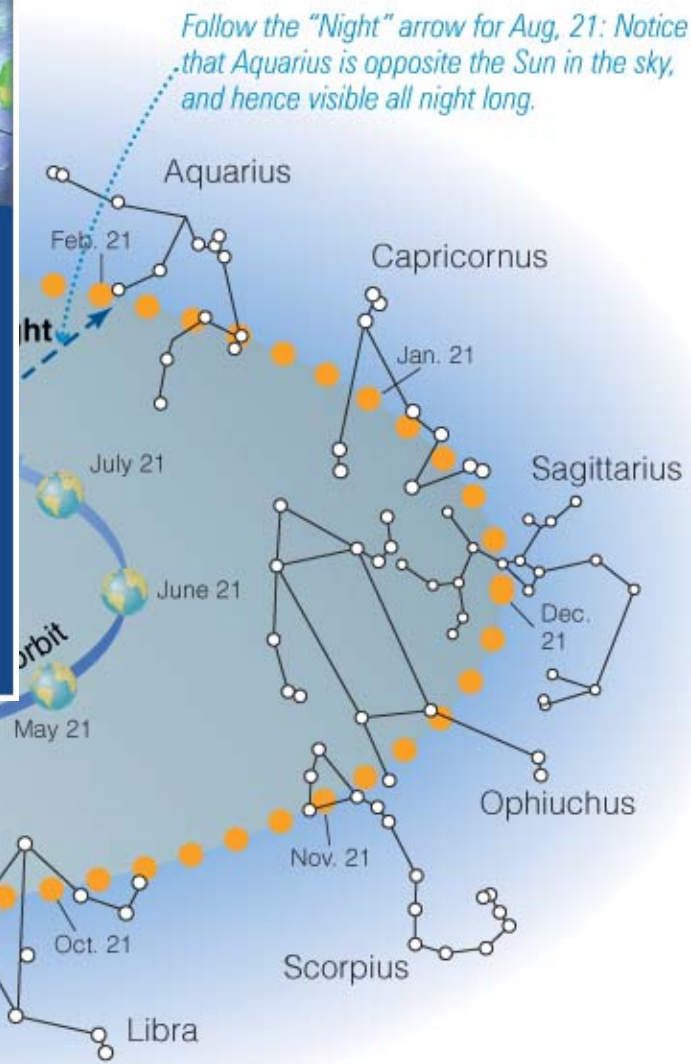
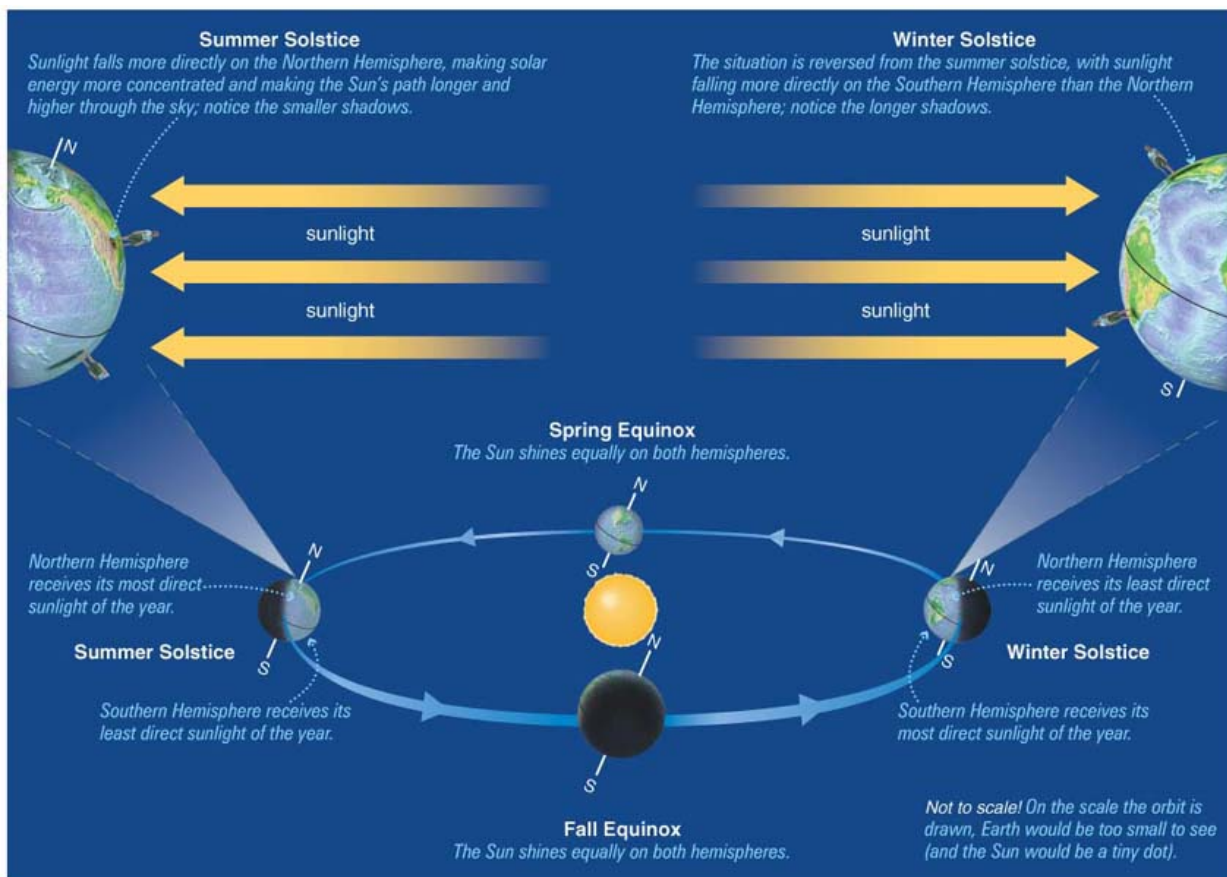
distant stars as Earth passes it by in its orbit (roughly from points 3 to 5 in the diagram).

順行と逆行

何か月もの間の惑星の動き

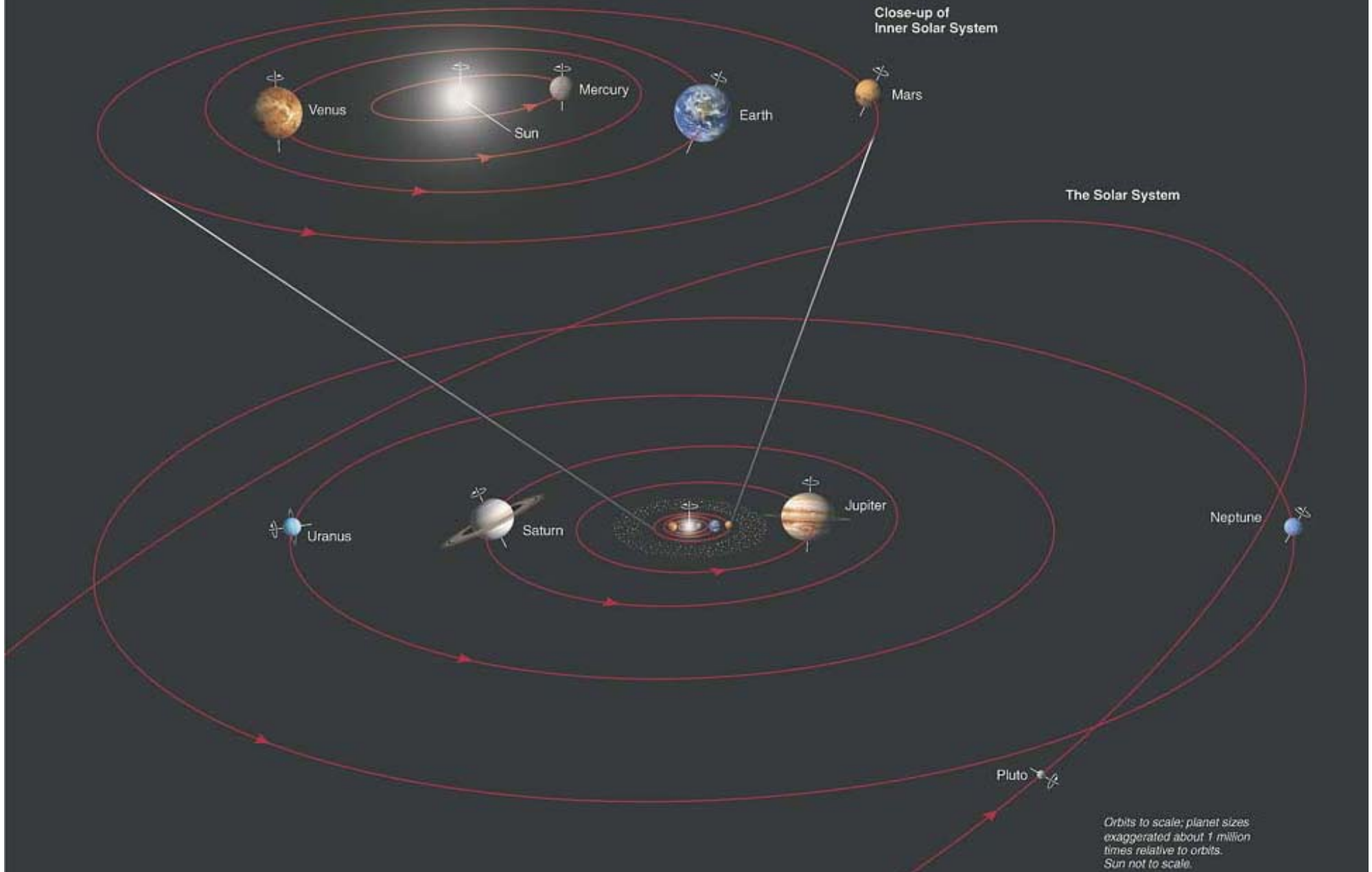


内惑星と外惑星



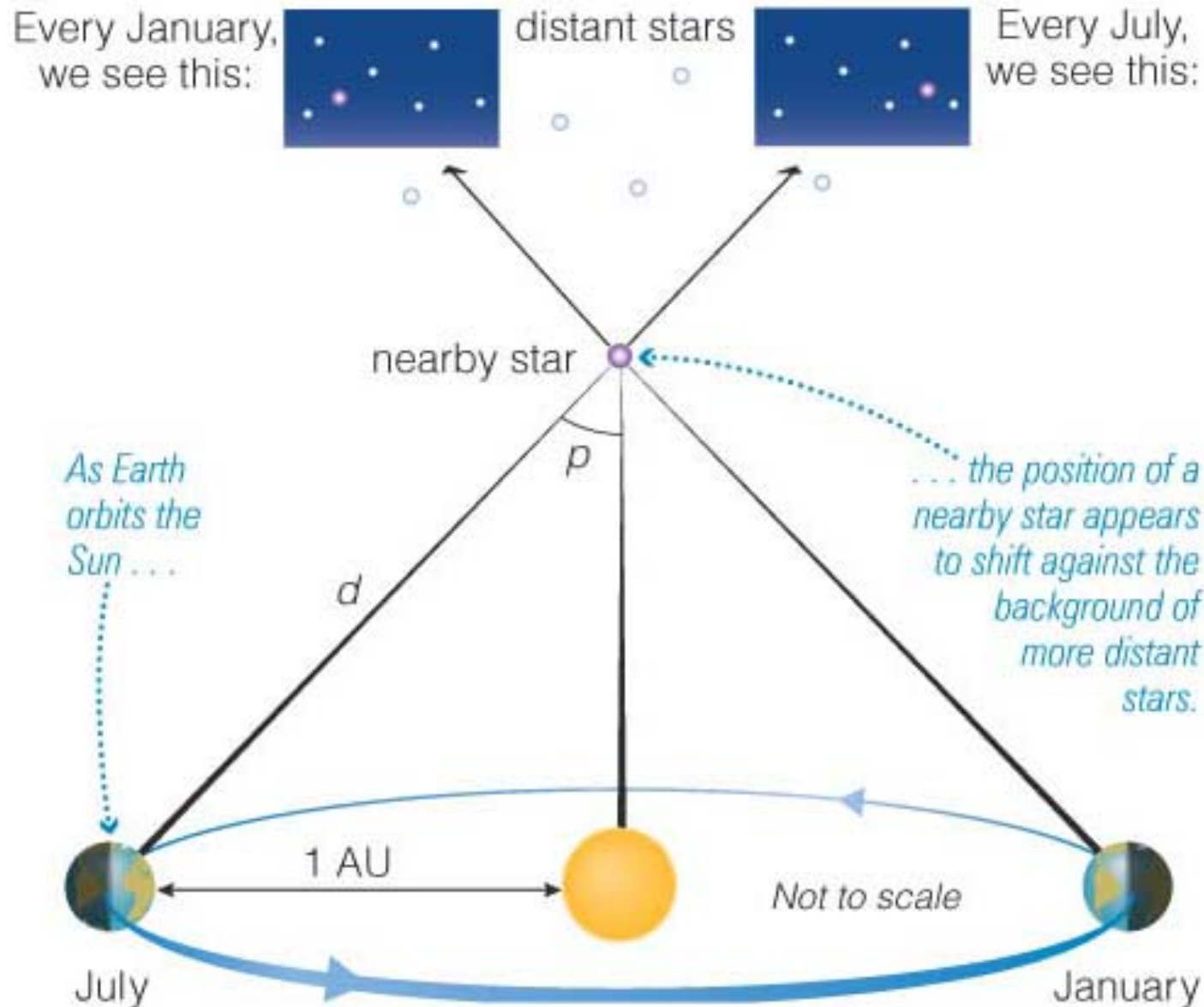
23.4度傾いて自転しつつ、公転する (黄道面)

宇宙観の確立



宇宙観の確立

しかし年周視差は？



宇宙観の確立

年周視差 発見できず



1分角の精度

ティコ・ブラーエ(デンマーク)

1546-1601

出所 http://en.wikipedia.org/wiki/Tycho_Brahe

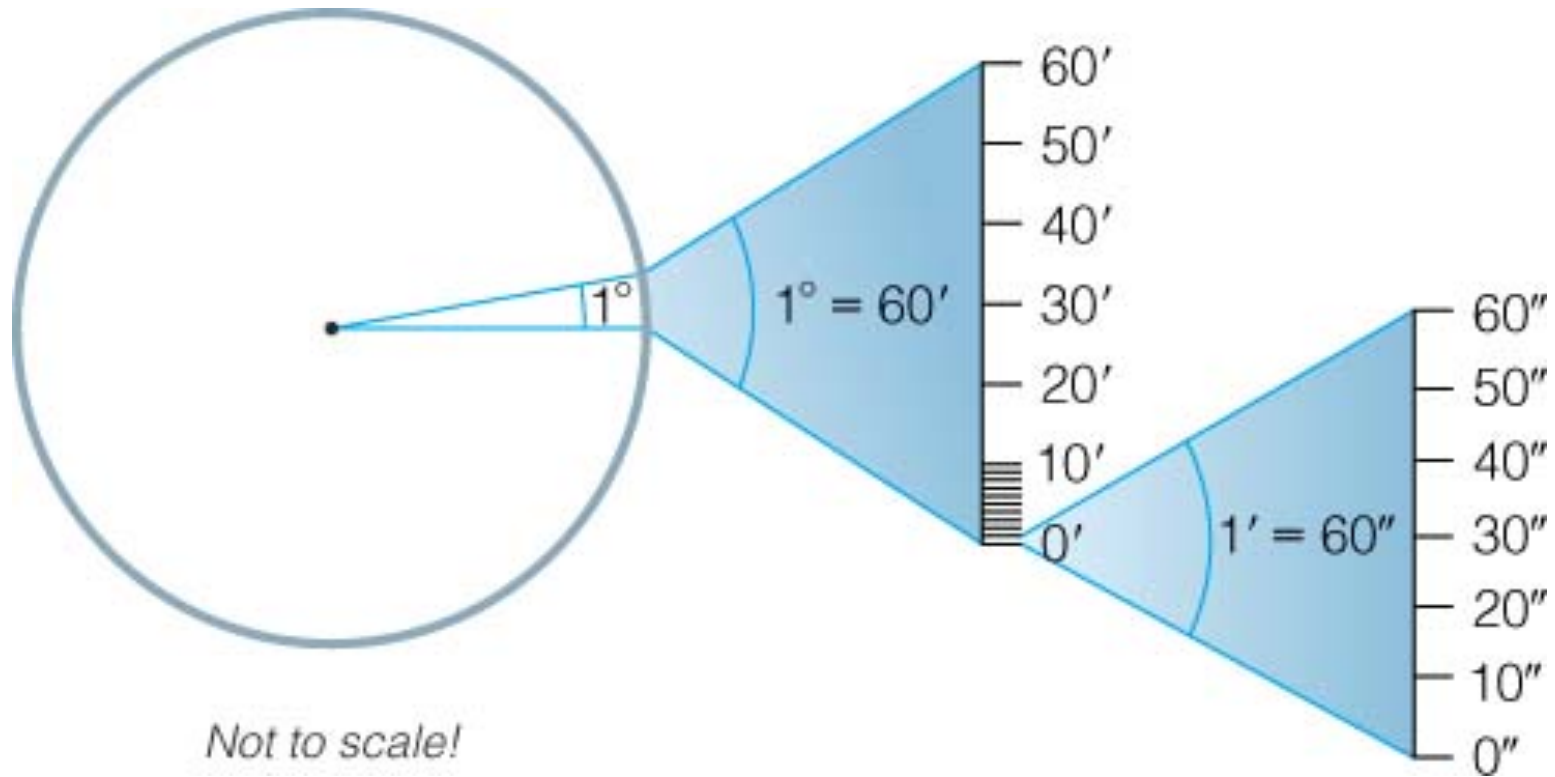


ケプラー(独)

1571-1630

出所 <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/Kepler.png>

角度の表わし方(度、分、秒)



太陽や月の視直径は0.5度 = 30分角

900mm 腕先の
1/4mm爪

1度は1ラジアンの1/60、
1分角は1/3600、これを60で割って
1秒角は1/20万

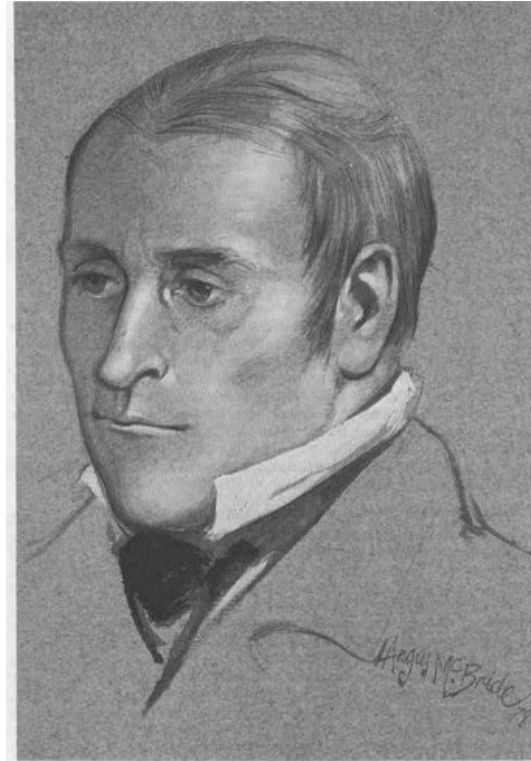
20万m先(浜松)の1mの人影

年周視差の測定レース 1838-1839



ベッセル(独)

出所http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_James_Henderson



ヘンダーソン(英)

出所http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_James_Henderson



ストルーベ(露)

出所http://en.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Georg_Wilhelm_von_Struve

年周視差の測定レース 1838-1839



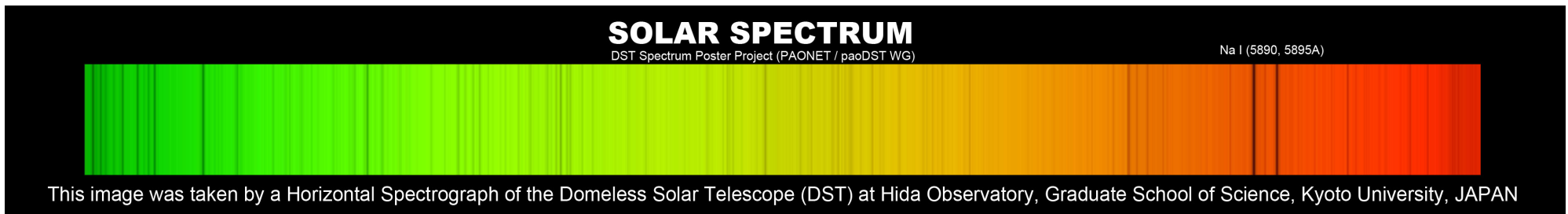
ベッセル(独)

ブラウンホーファー(独) 1787-1826

ストルーベ(露)

出所 http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_von_Fraunhofer

余談：太陽のスペクトルに「吸収線」 1814



(このスペクトル像は京大理・飛騨天文台撮影)



フラウンホーファー(独)1787-1826

年周視差

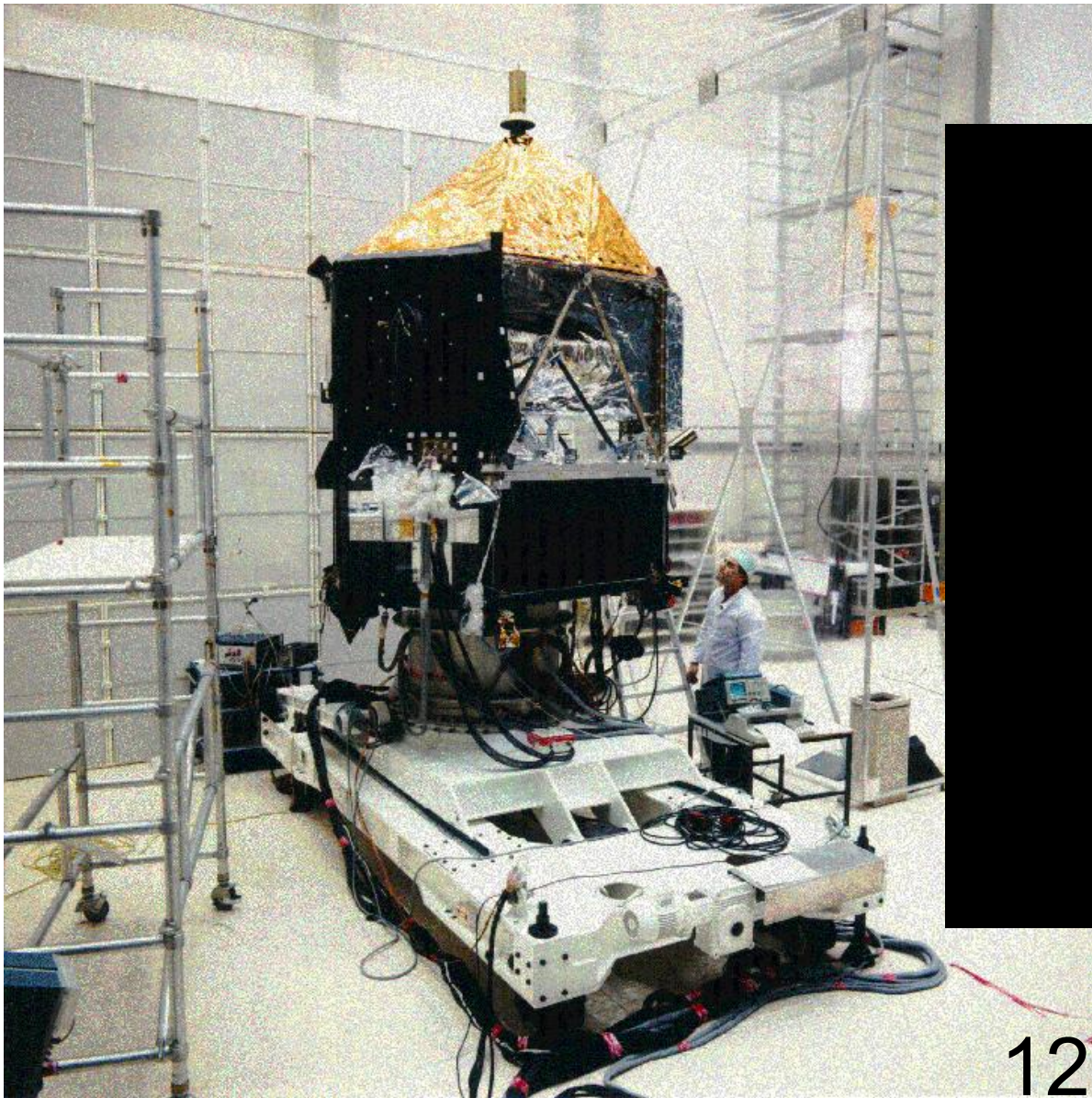
地球の公転半径(1天文単位とよぶ)は

$$1.5 \times 10^8 \text{ km} = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$$

1秒角は1/20万ラジアンだから、 2×10^5 を掛けて、
 $3 \times 10^{16} \text{ m}$ が 1pc(パーセク)と呼ばれる距離

最近接の恒星 α ケンタウリは0.74秒角で、距離1.3pc

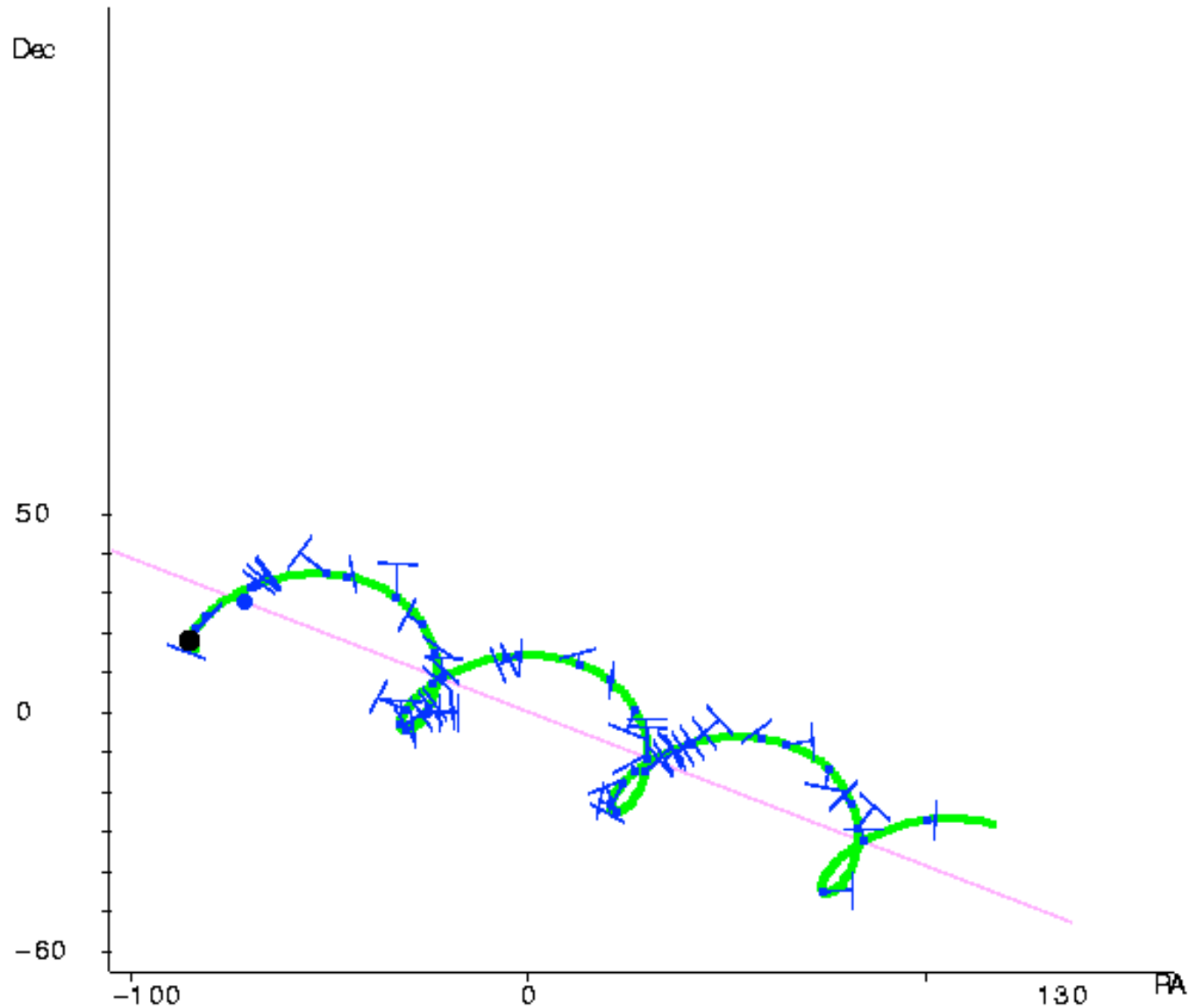
ヒッパルコス衛星 ESA 1989-1993



12万個を1ミリ秒精度で

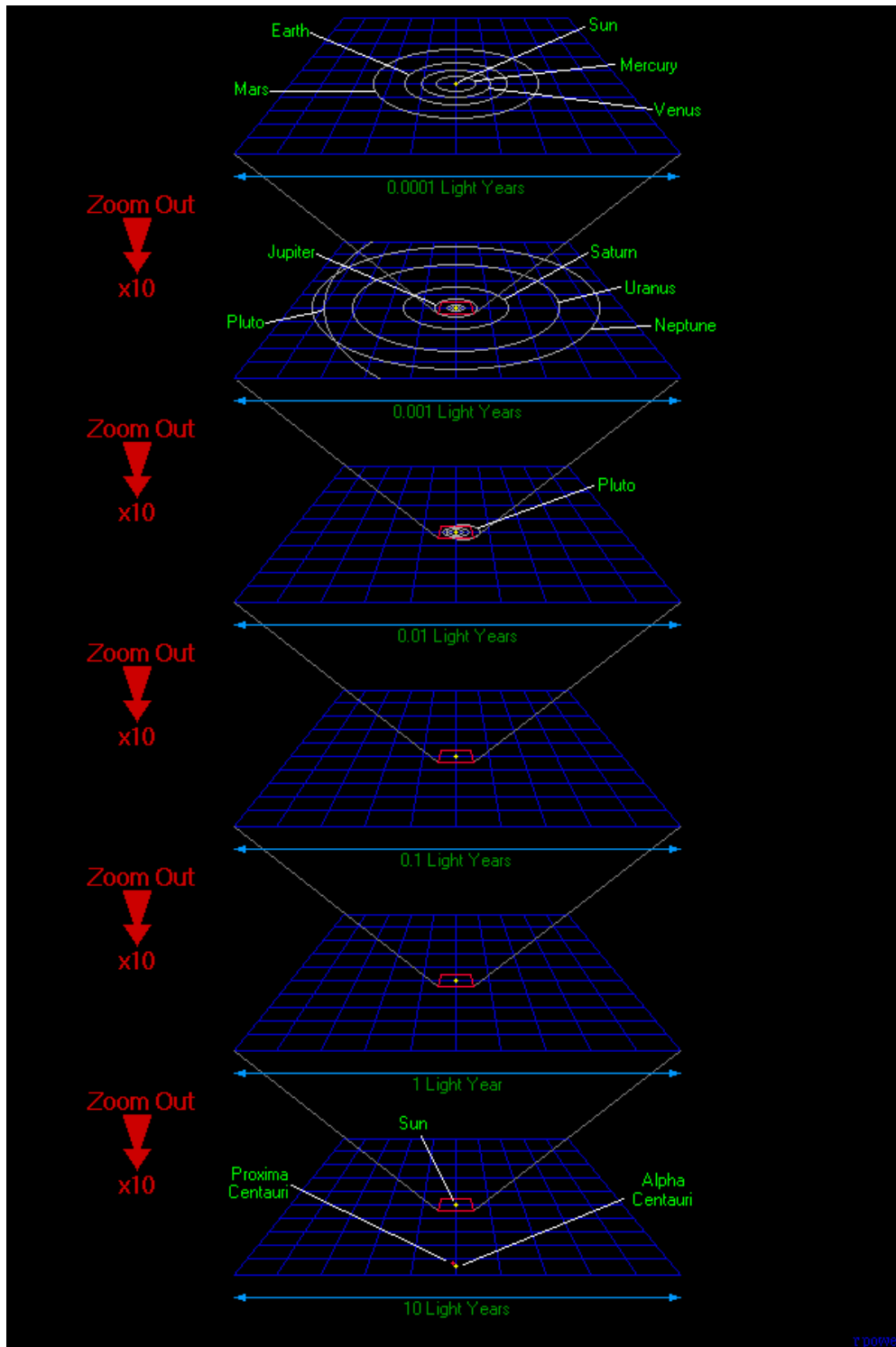
ヒッパルコス衛星の観測結果例

Tick Scale: 10(mas) Dec 100(mas) RA



固有運動と年周視差

太陽系から αケンタウリ星へ



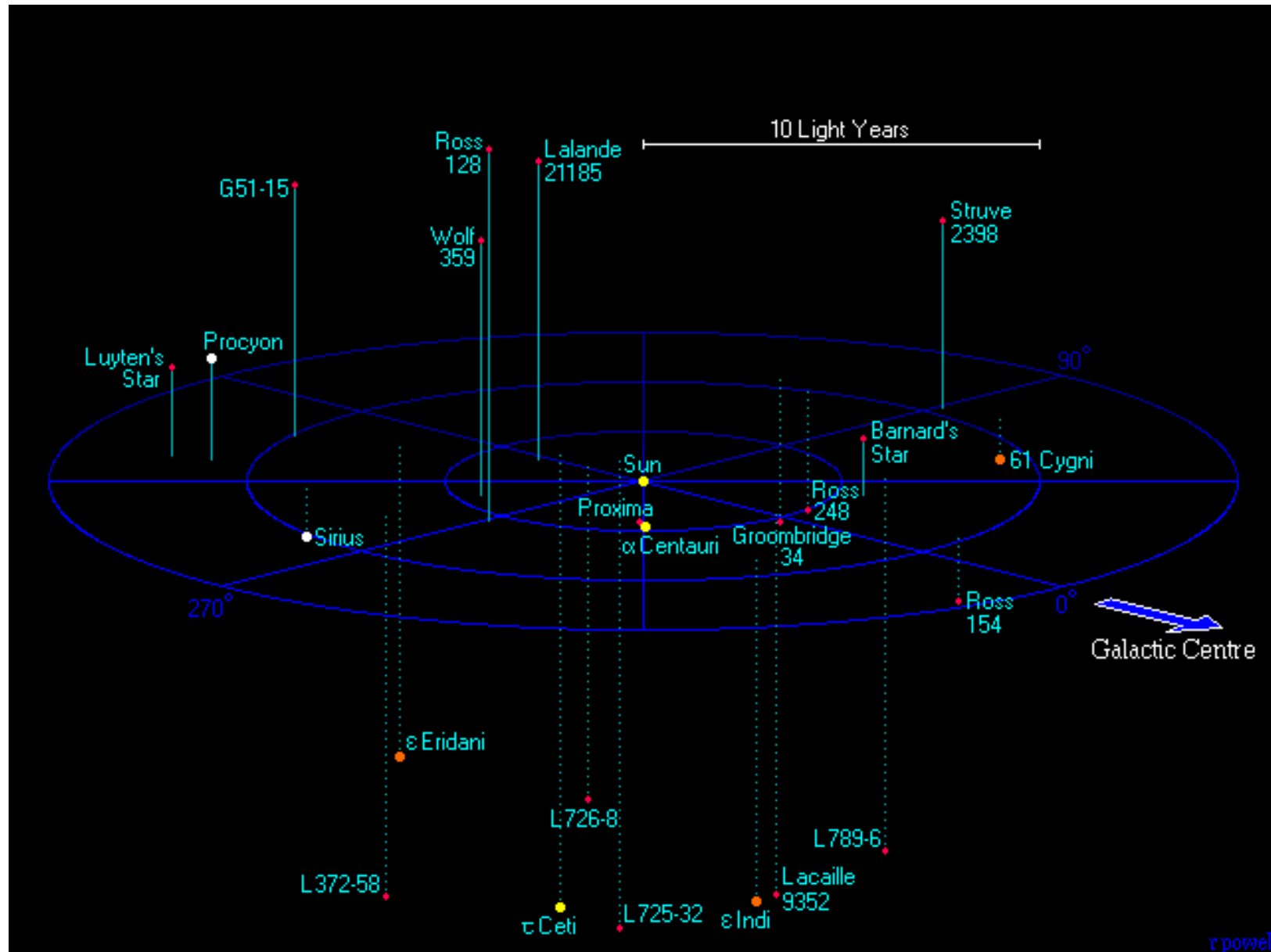
さしわたし 1光時から

10⁵倍して、

さしわたし 10光年 = 3パーセクへ

<http://www.atlasoftheuniverse.com/>

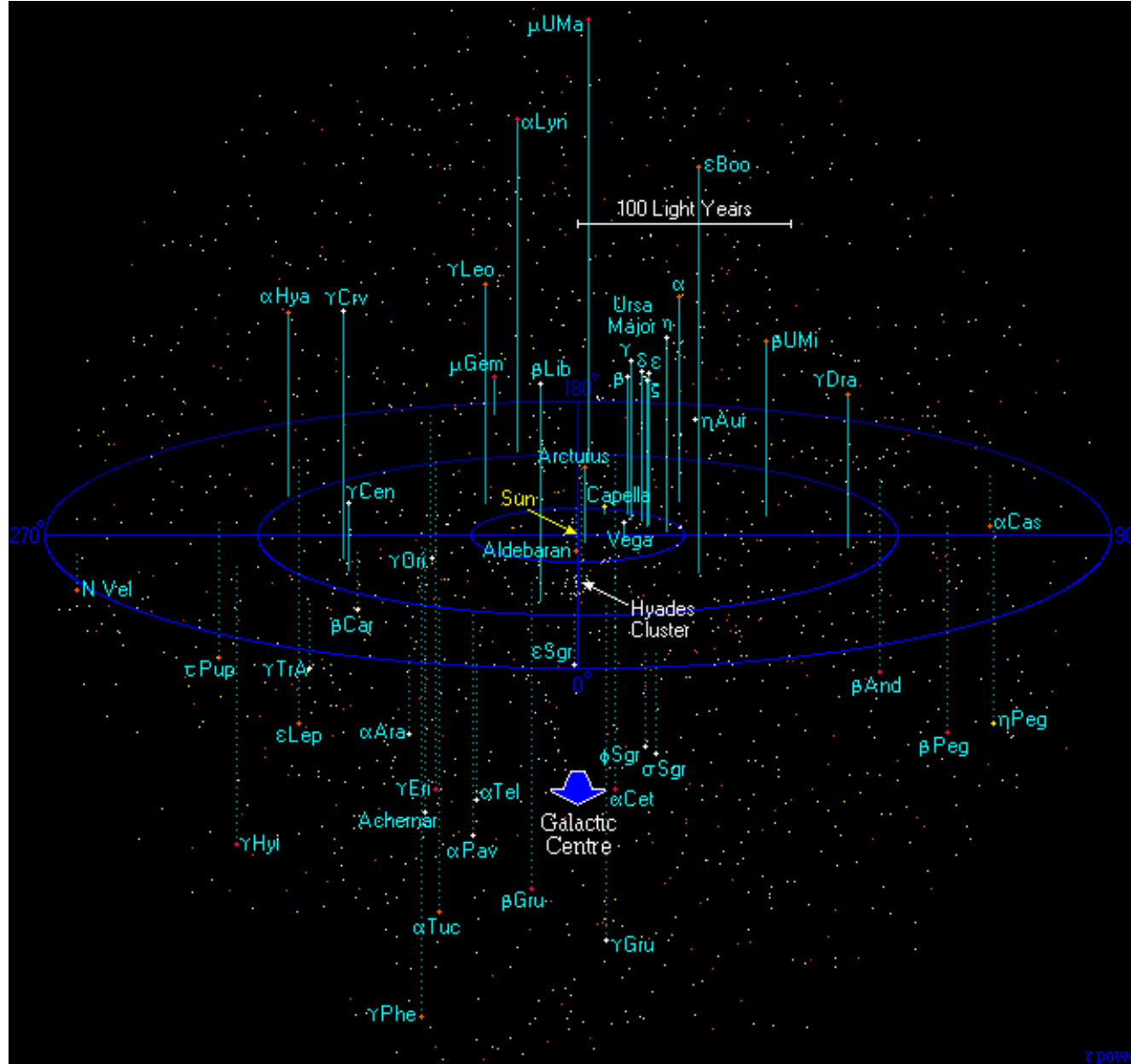
太陽系周辺の星々 (33個)



さしわたし 25光年 = 8パーセク

<http://www.atlasoftheuniverse.com/>

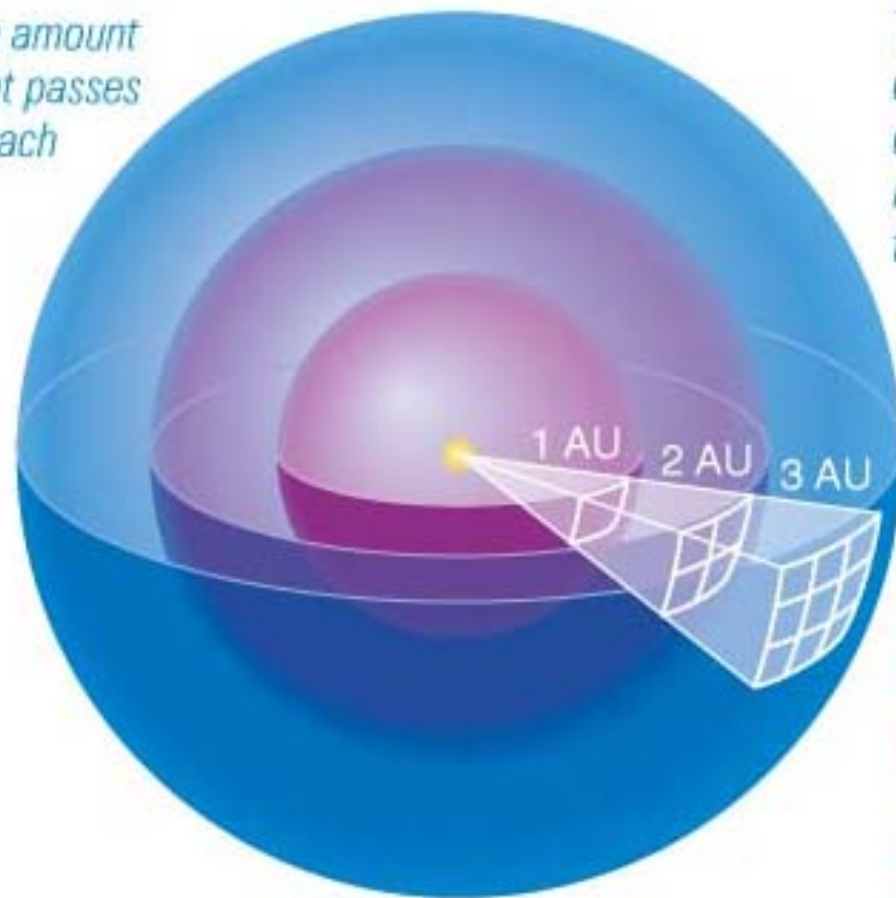
太陽系から少し離れた星々 (20万個)



さしわたし 500光年 = 150パーセク <http://www.atlasoftheuniverse.com/>

距離がわかると真の光度がわかる

The same amount of starlight passes through each sphere.



The surface area of a sphere depends on the square of its radius (distance from the star) ...

... so the amount of light passing through each unit of area depends on the inverse square of distance from the star.

$$\frac{1}{r^2}$$

で光が減っていくはず

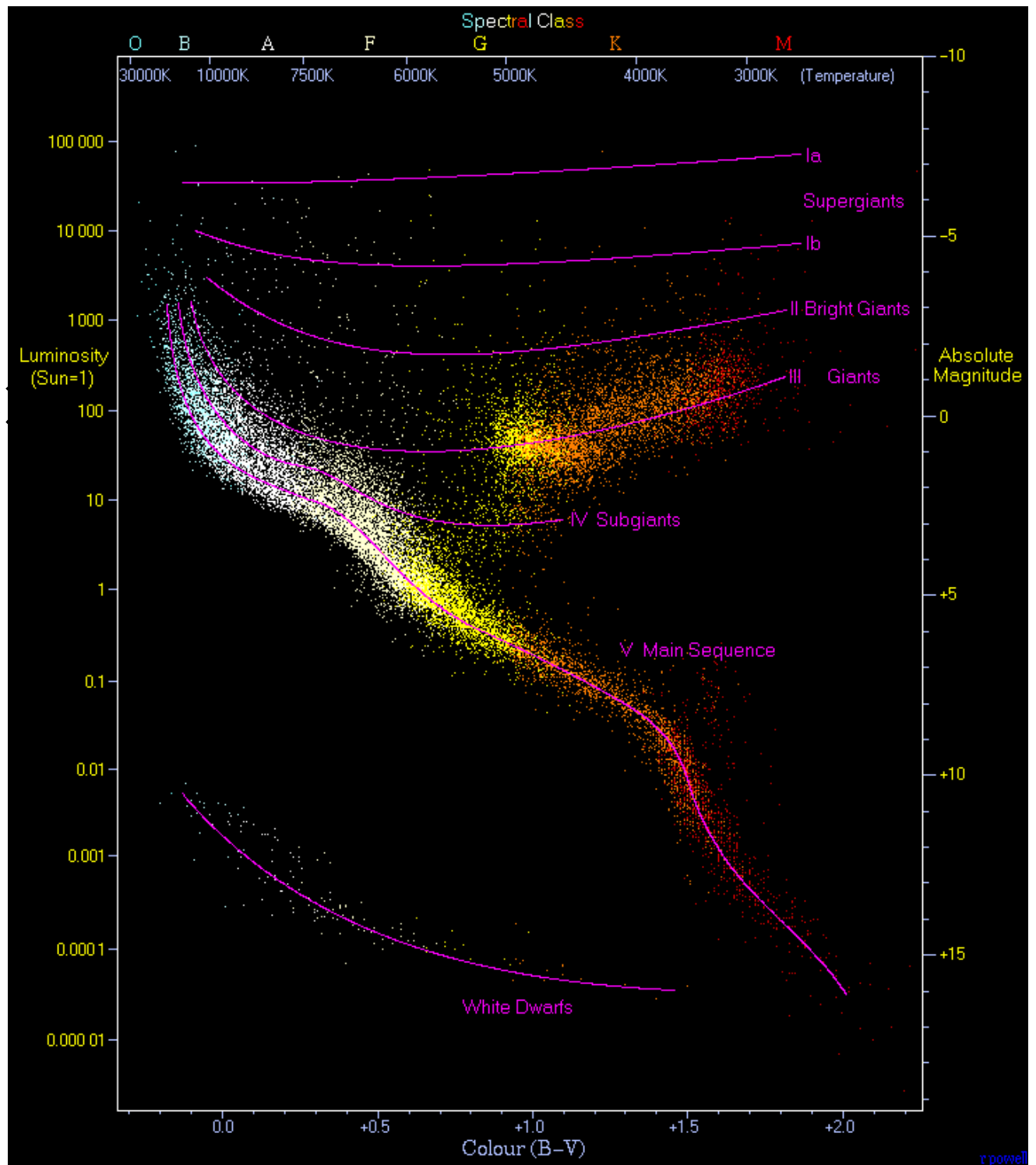
HR図

(ヒッパルコス カタログ等から)

縦軸: 真の明るさ
横軸: 青い星から赤い星へ

一面には分布しない

<http://www.anzwers.org/free/universe/hr.html>



今日の市民講座の「その時」2

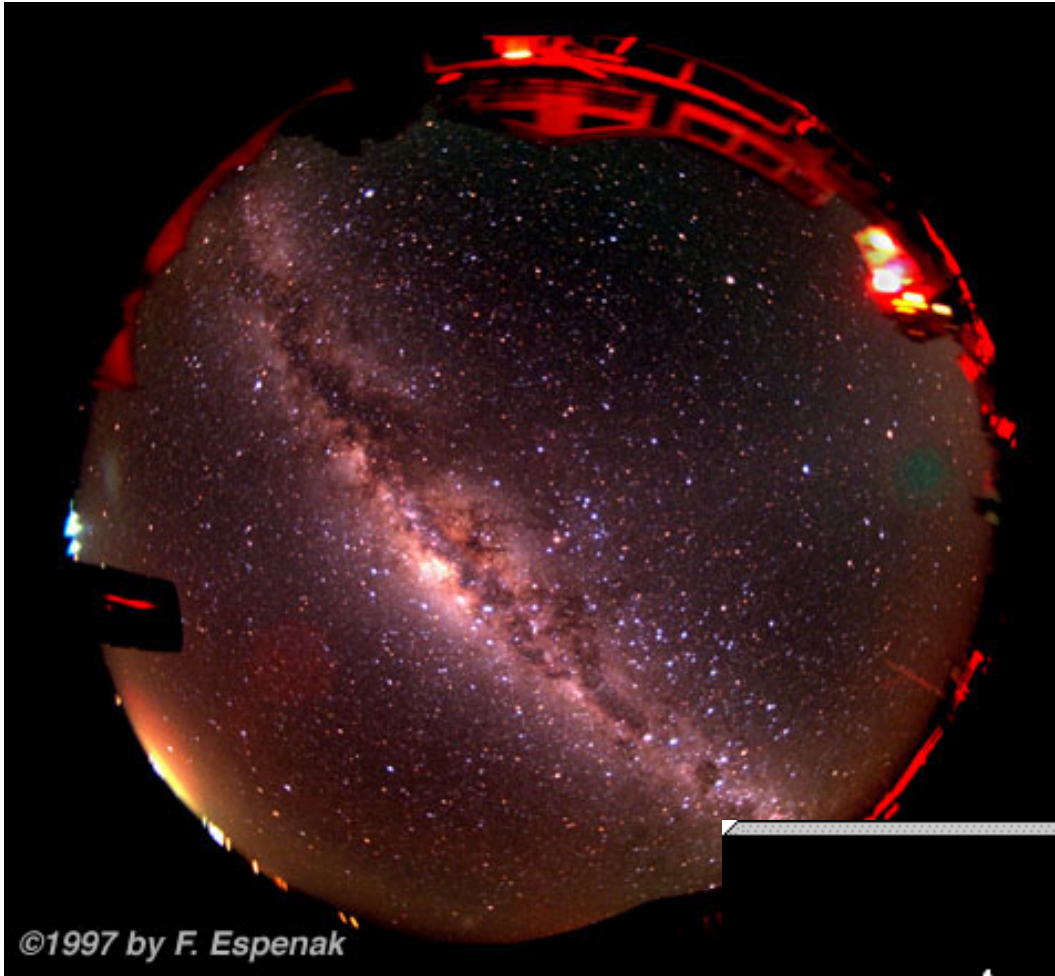


2005年3月



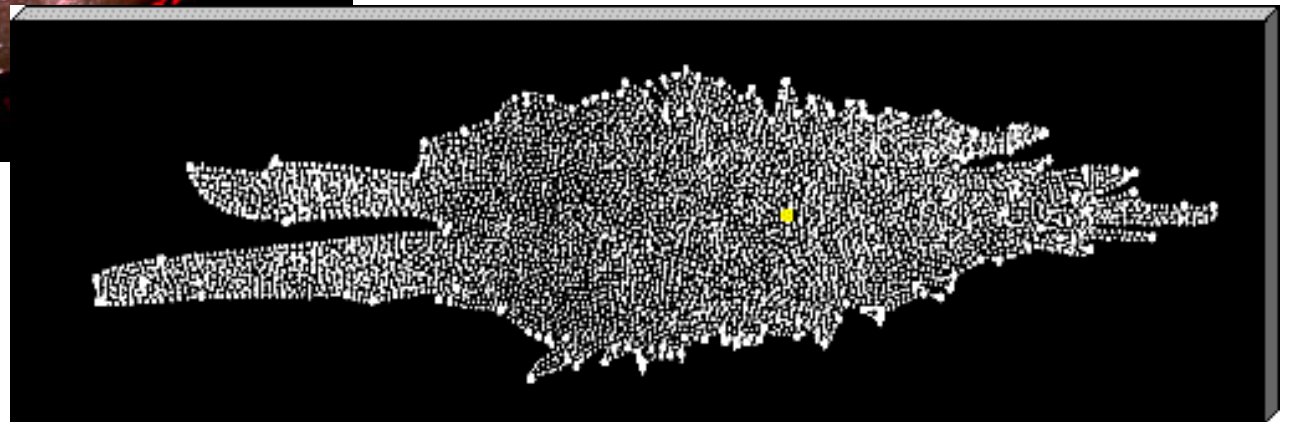
ロゴは <http://www.nhk.or.jp/sonotoki/> から

天の川銀河の星を数えて宇宙を探る

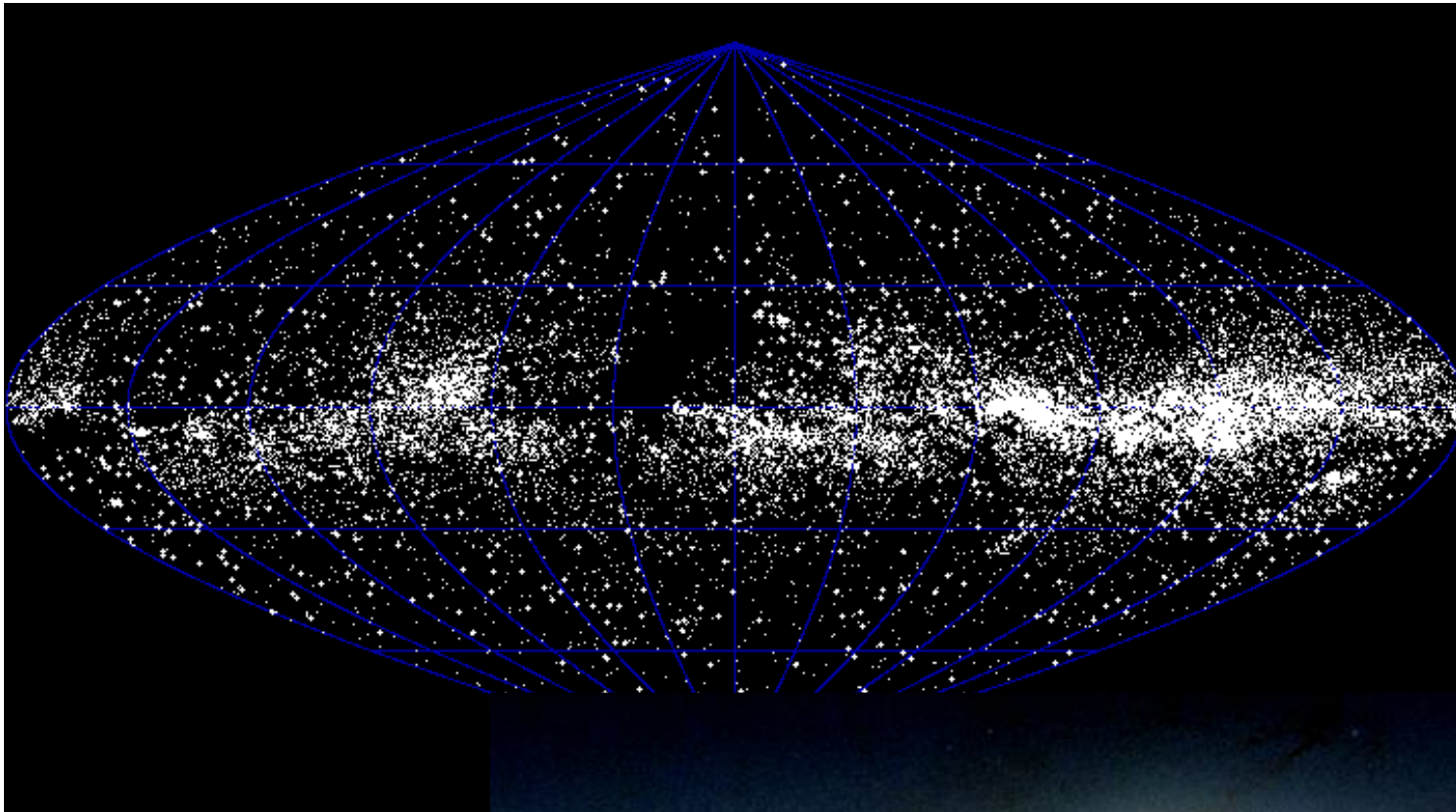


魚眼レンズでとらえた
天の川

Herschelの銀河系モデル



天の川銀河の星を数えて宇宙を探る



可視光像



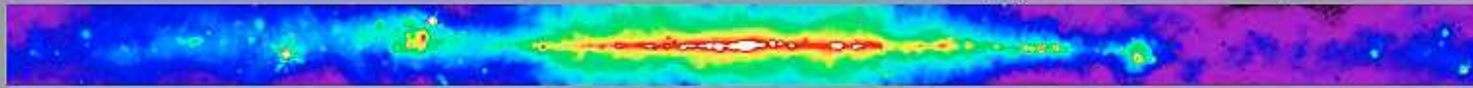
近赤外線像

さまざまな波長で見た天の川

Multiwavelength Milky Way

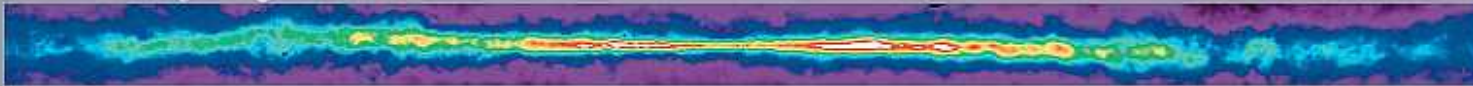
Radio Continuum

408 MHz Bonn, Jodrell Banks, & Parkes



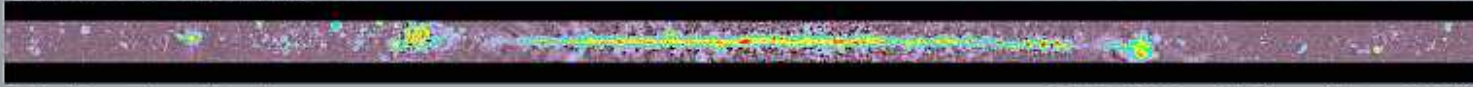
Atomic Hydrogen

21 cm Leiden-Dwingeloo, Maryland-Parkes



Radio Continuum

2.4-2.7 GHz Bonn & Parkes



Molecular Hydrogen

115 GHz Columbia-GISS



Infrared

12, 60, 100 μm IRAS



Near Infrared

1.25, 2.2, 3.5 μm COBE/DIRBE



Optical

Laustsen et al. Photomosaic



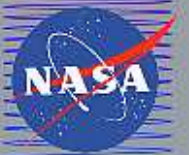
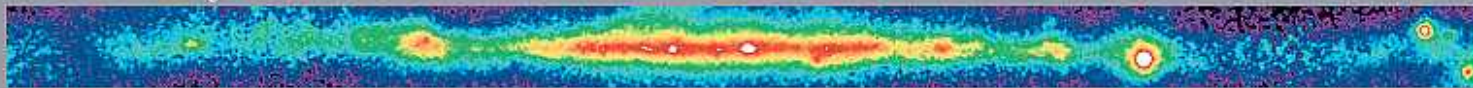
X-Ray

0.25, 0.75, 1.5 keV ROSAT/PSPC



Gamma Ray

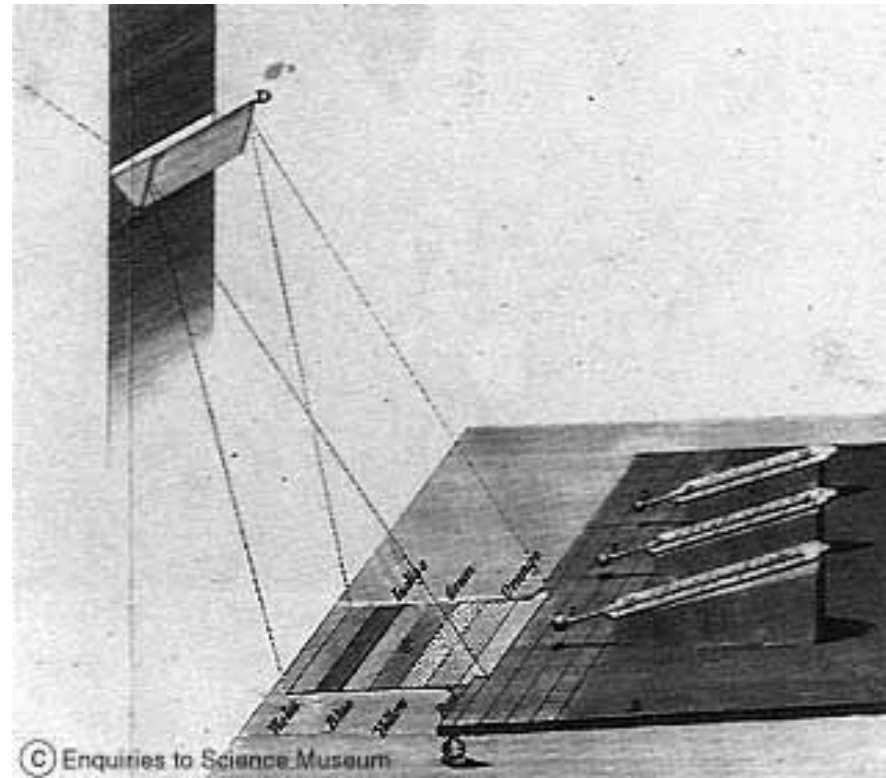
>100 MeV CGRO/EGRET



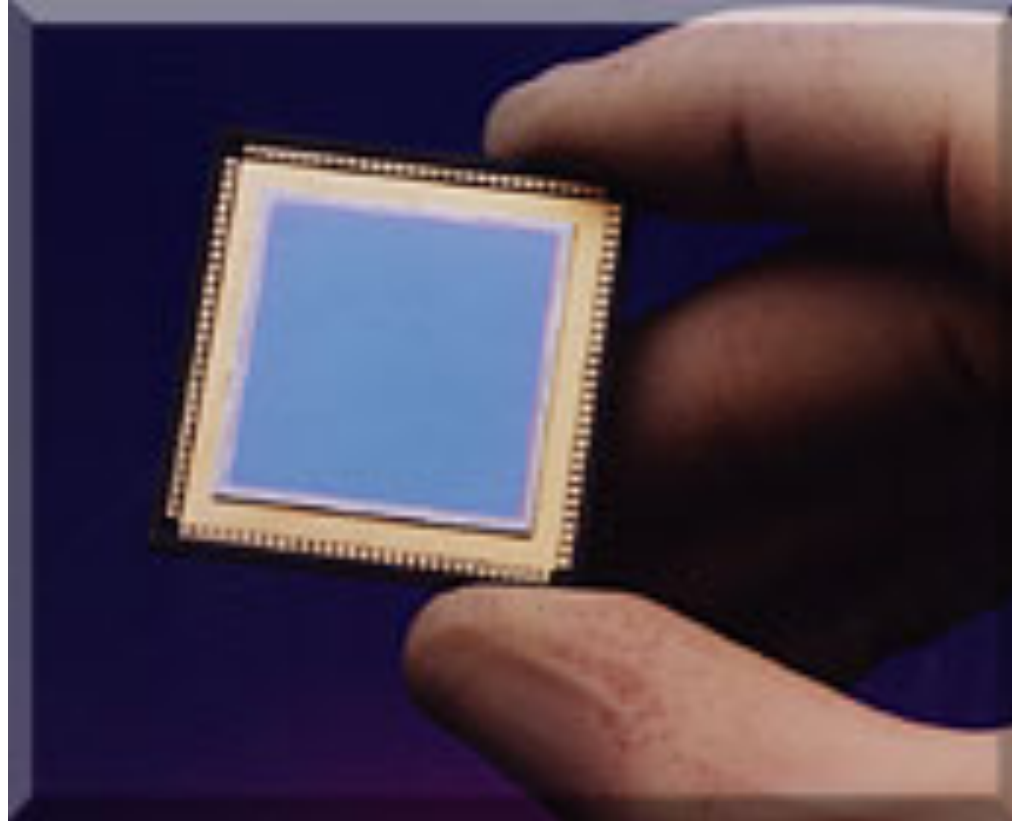


出所<http://www.williamherschel.org.uk/>

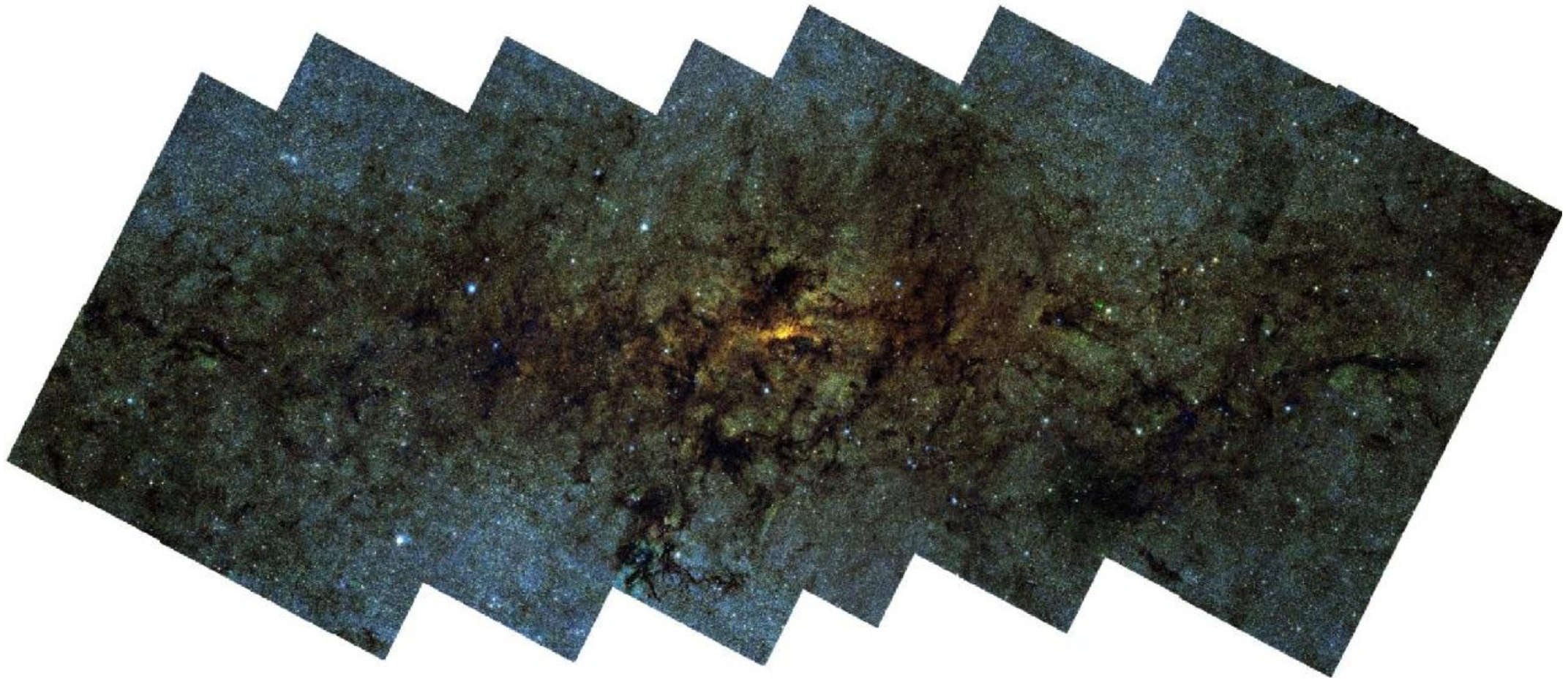
Herschelによる 赤外線の見つけ(1800)



赤外線センサー(100万素子)



赤外線で見た銀河系中心部



横5度、縦2度の範囲の
近赤外3バンドカラー像



新聞

発行所：名古屋市中区正木2-3-1
毎日新聞中部本社

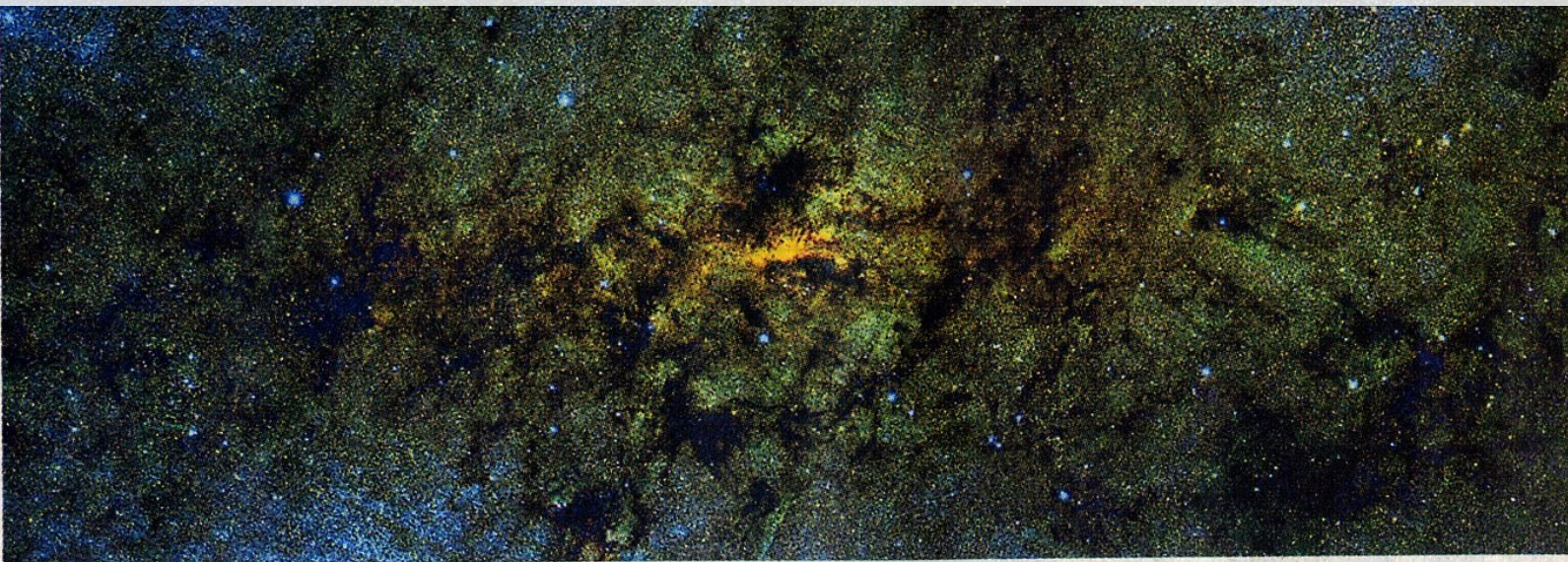
BEGIN

バルカーは、はし



NEWSLINE

スペイン



近赤外線で見えた銀河系の中心（写真中央）。
左上方が北―名古屋大提供

台湾総統選

【台北・成沢健一】台湾総統選で民進党の陳水扁総統(53)に約3万票差で敗れた連戦・国民党主席(67)の陣営は21日未明、選挙結果の無効などを求める訴訟を台湾高等裁判所に起こした。連氏の支持者らによる抗議行

抗議デモ

動は台湾各地に広がり、中部の台中市や南部の高雄市では警官隊との小競り合いが起きた。民進党陣営は事態の鎮静化に懸命だが、政治的混乱は長期化する様相を見せてきた。(7面に関連記事)

た宋楚瑜(62)を擁立は、過去2無効票が1つたのに対して33万7000票の2.5%とを挙げ、題があっ

銀河系の中心見えた

名古屋大の佐藤修二教授らの研究グループが、銀河系(天の川)の中心部を、広範囲で解像度も高い写真に収めることに成功した。縦10000光年(1光年は約9兆4600億キロ)、横2500光年の空間に、16等星以上の恒星約1000万个が写し込まれた世界初

の写真という。名大で22日開かれる日本天文学会で報告される。

銀河系の中心は、地球から約2万8000光年離れ、手前に漂う大量の暗黒星雲(宇宙のちり)に隠されて可視光では真暗に見える。

名大大学院生の西山正吾さん(26)らが、南ア

リカの天文径1.4メートル、波長の近赤外線で見えた銀河系の中心部を、広範囲で解像度も高い写真に収めることに成功した。縦10000光年(1光年は約9兆4600億キロ)、横2500光年の空間に、16等星以上の恒星約1000万个が写し込まれた世界初

造や誕生に分布が分かる。銀河系

魅力いっぱい

春の新紙面

南アフリカ天文台
に設置した
赤外線望遠鏡
IRSF

2005 Vol.98 No.3

昭和24年5月18日 第3種郵便物認可 ISSN 0374-2466

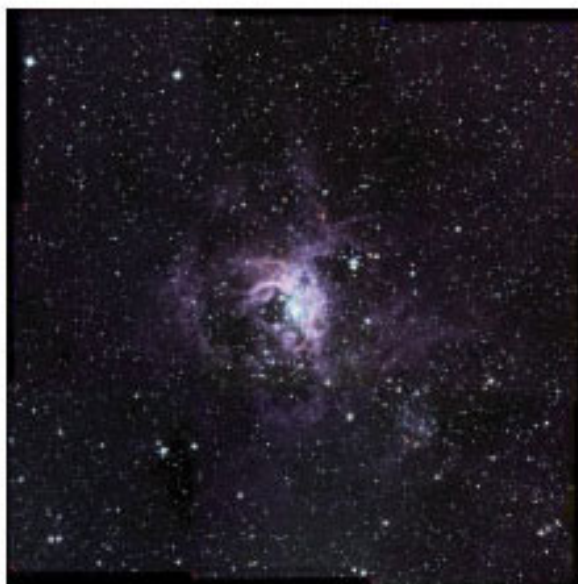


IRSF/SIRIUS 特集 (その1)

名古屋大学・国立天文台・京都大学

筑波大学物理学専攻宇宙理論研究室・宇宙観測研究室

2005年天文月報
(日本天文学会誌)



タランチュラ星雲



IRSFとSIRIUS

2005

IRSFと南天の星空

銀河面



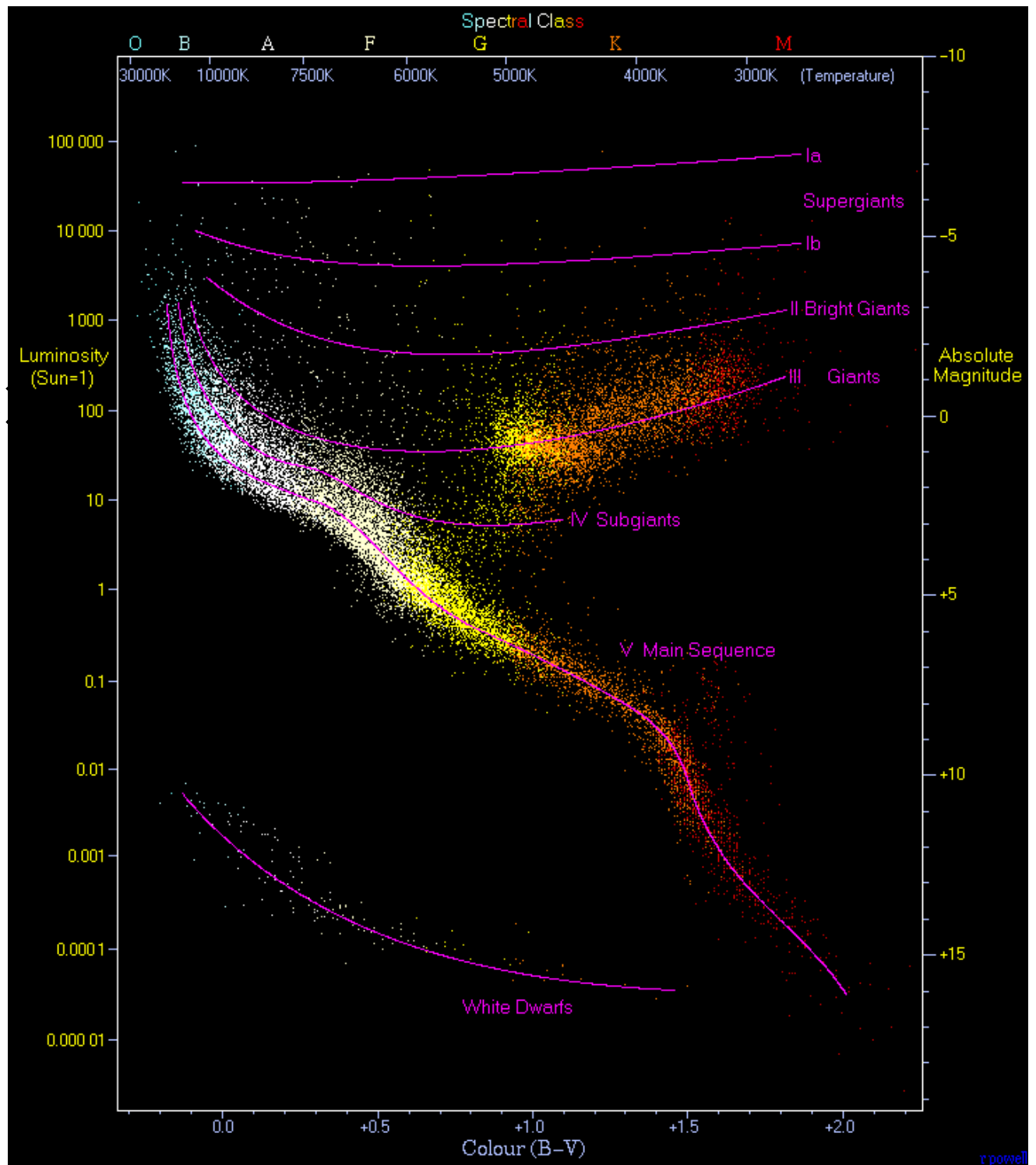
HR図

(ヒッパルコス カタログ等から)

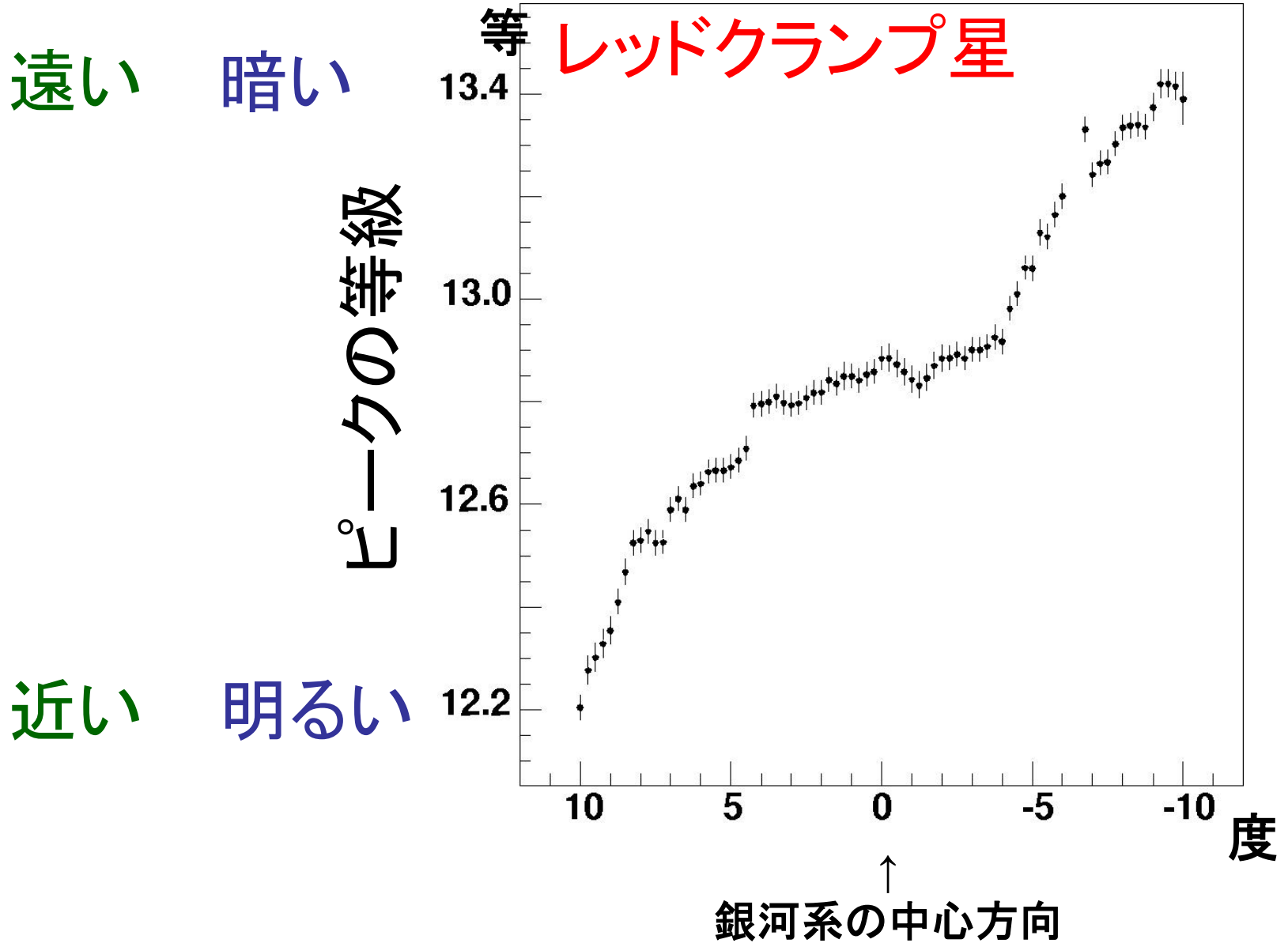
縦軸: 真の明るさ
横軸: 青い星から赤い星へ

一面には分布しない

<http://www.anzwers.org/free/universe/hr.html>

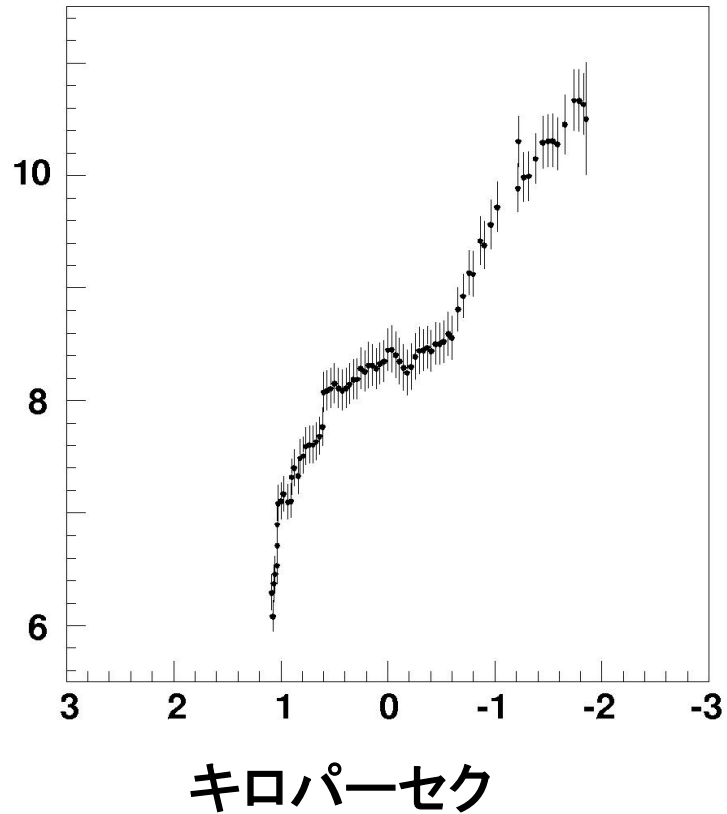


HR図での「星のかたまり」の光度

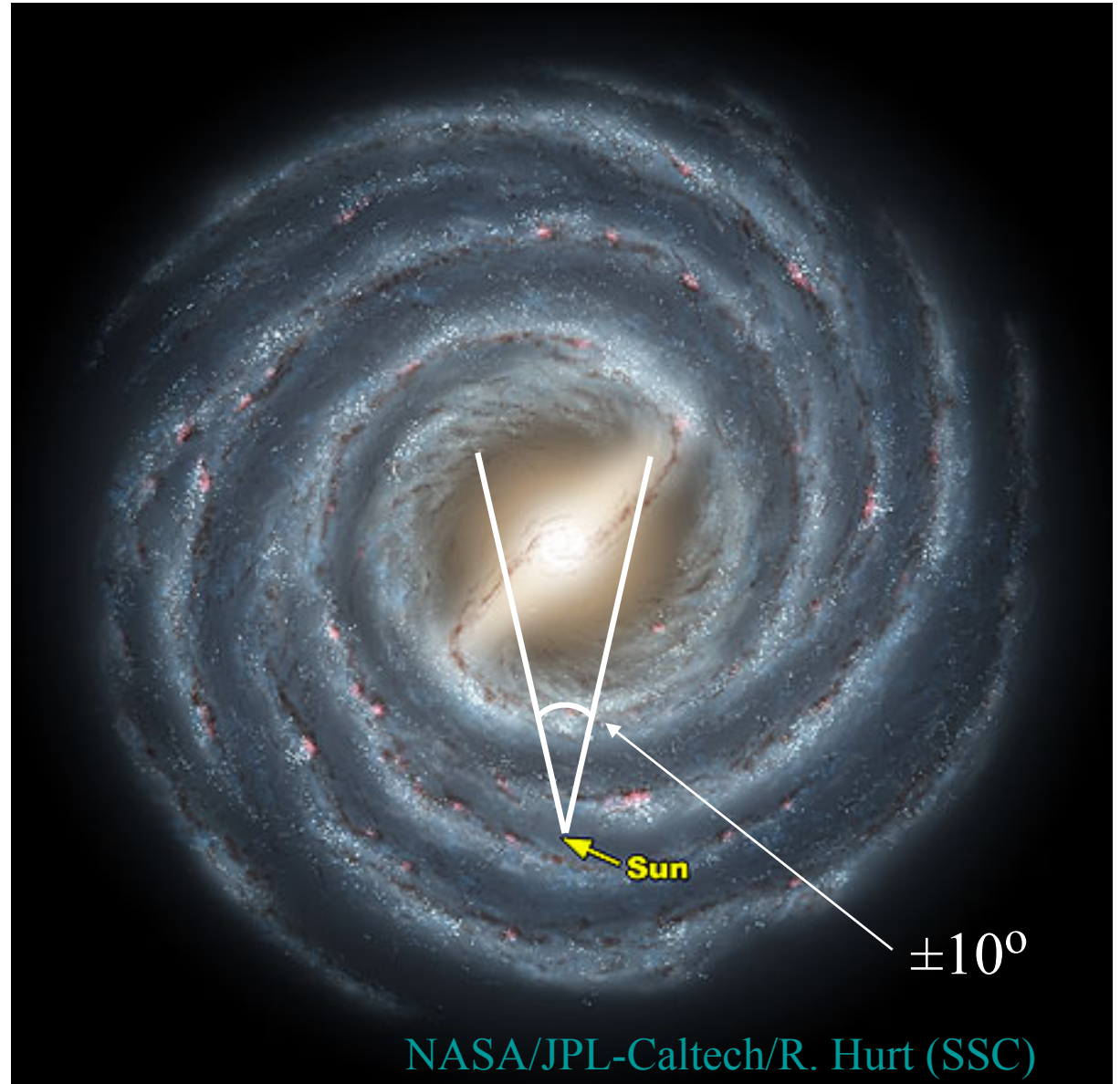


IRSF/SIRIUS 銀河系中心部サーベイ

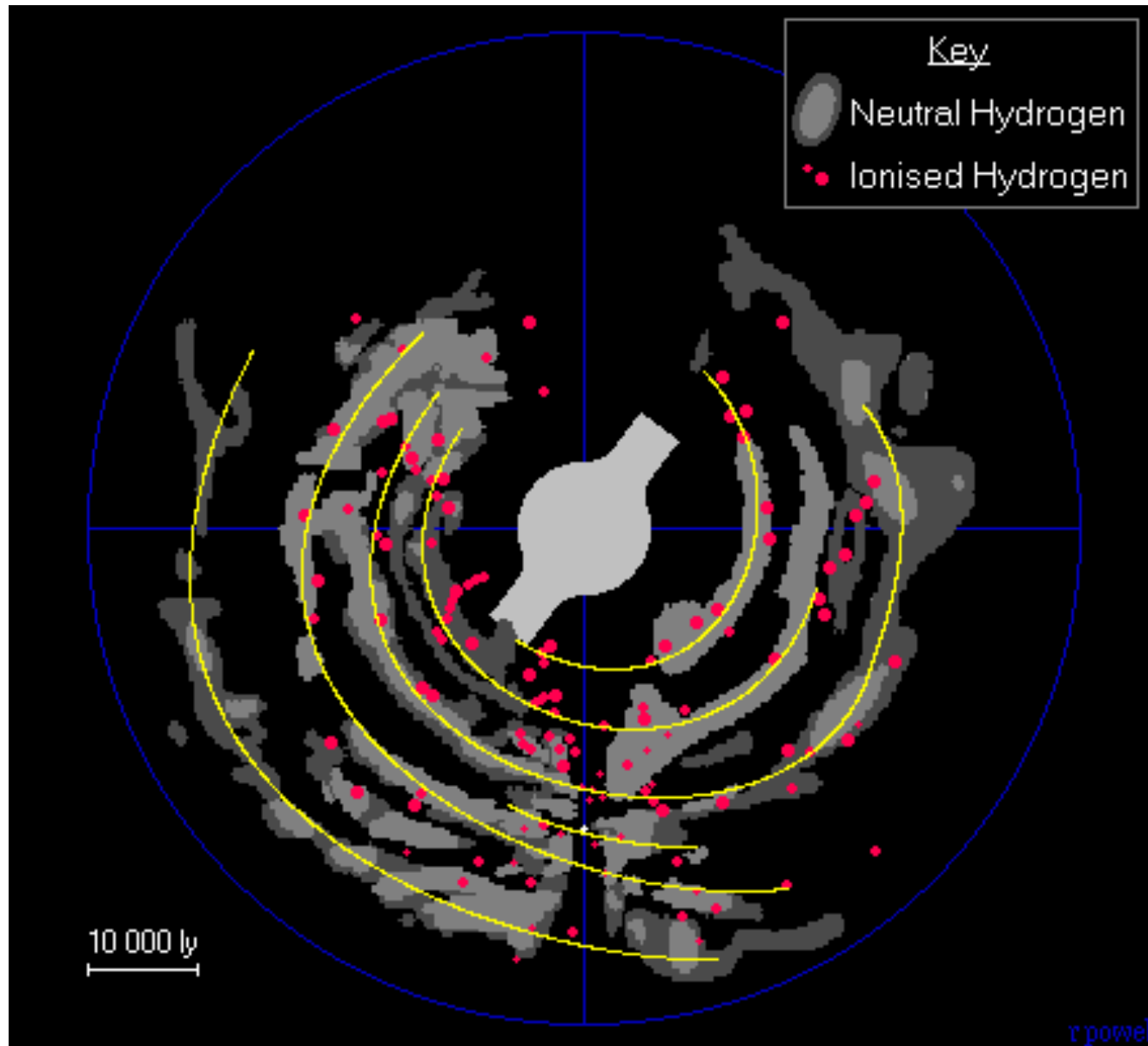
銀河系を上から見た想像図



(8キロパーセクは2万6千光年)

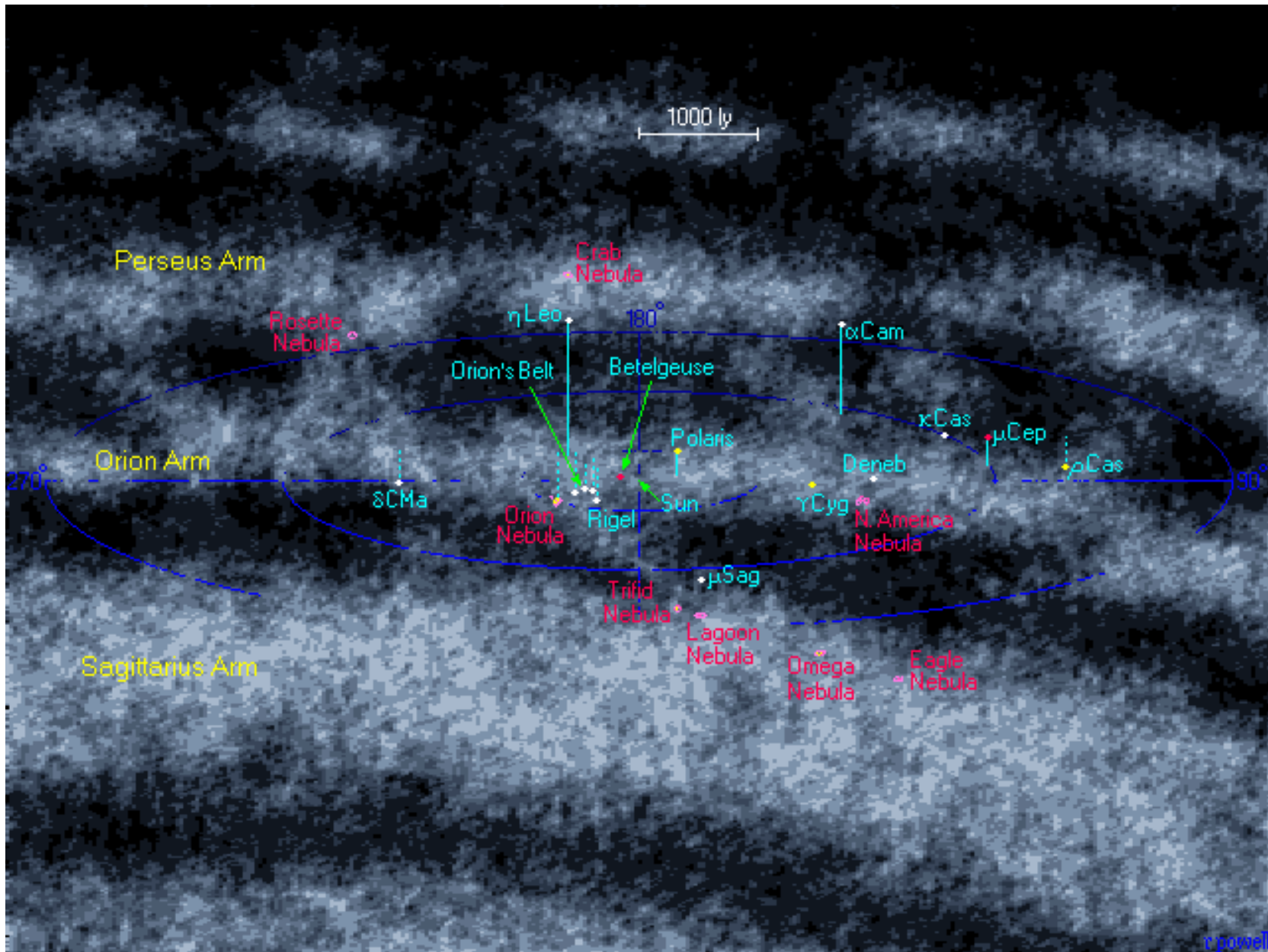


電波で見た 銀河系の渦巻き構造



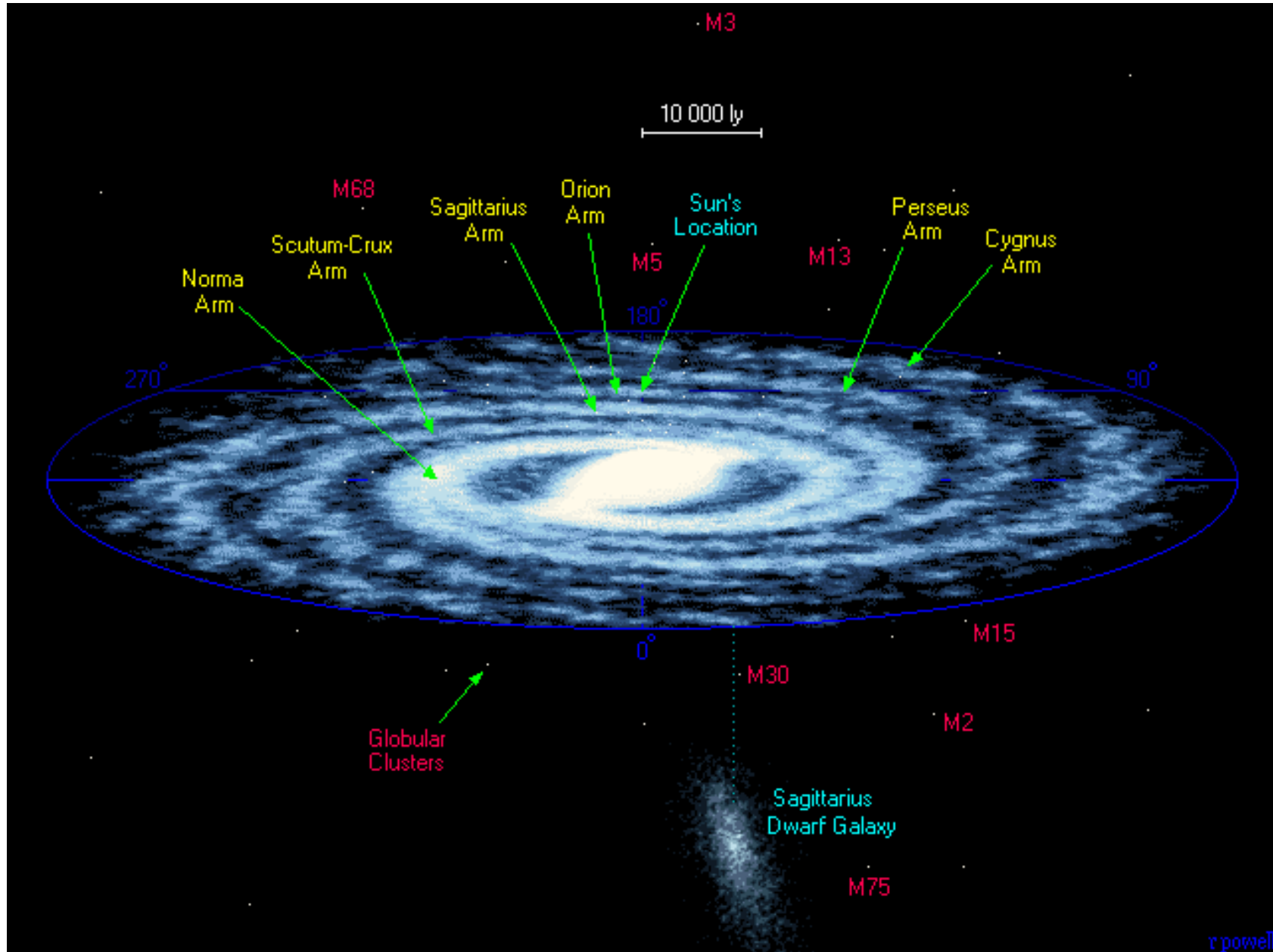
さしわたし 10万光年 = 30キロパーセク <http://www.atlasoftheuniverse.com/>

太陽系の属する、銀河の腕構造



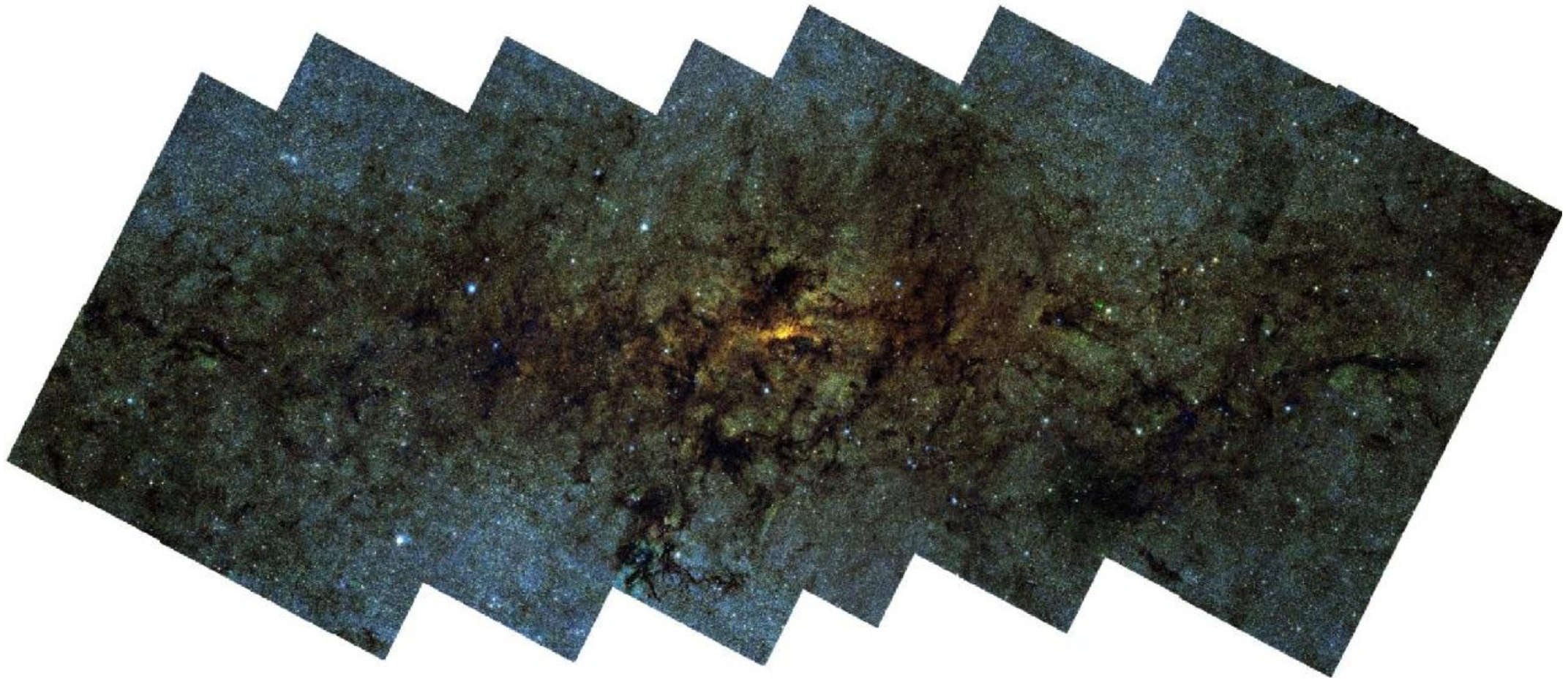
さしわたし 1万光年 = 3キロパーセク <http://www.atlasoftheuniverse.com/>

私たちの銀河系



さしわたし 10万光年 = 30キロパーセク <http://www.atlasoftheuniverse.com/>

赤外線で見た銀河系中心部



横5度、縦2度の範囲の
近赤外3バンドカラー像

今日の市民講座の「その時」3



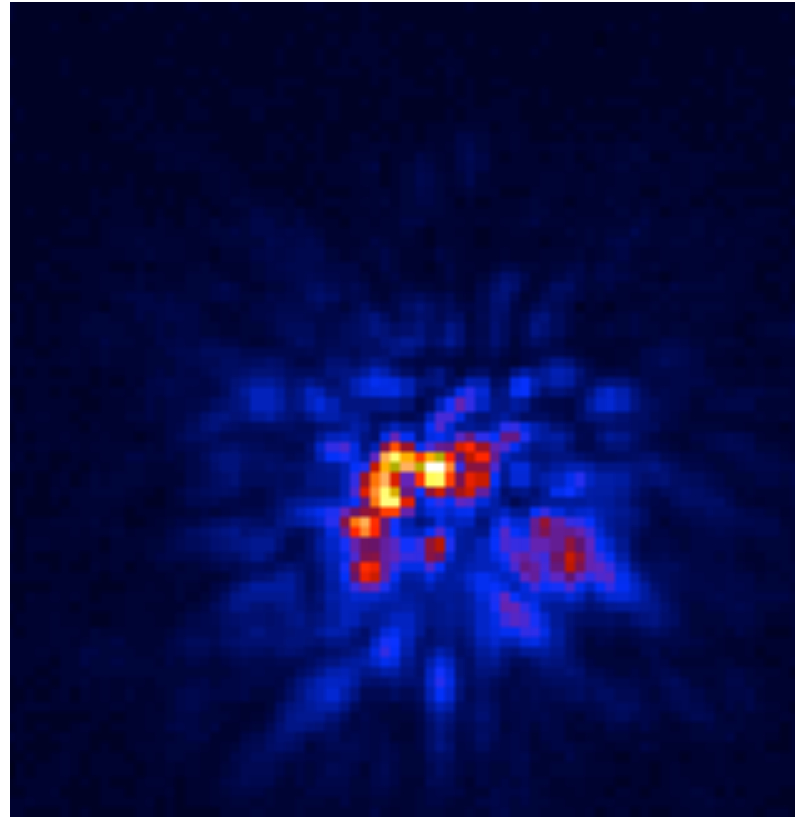
2002年10月



ロゴは <http://www.nhk.or.jp/sonotoki/> から

大気による「ゆらぎ」

3秒角
視野



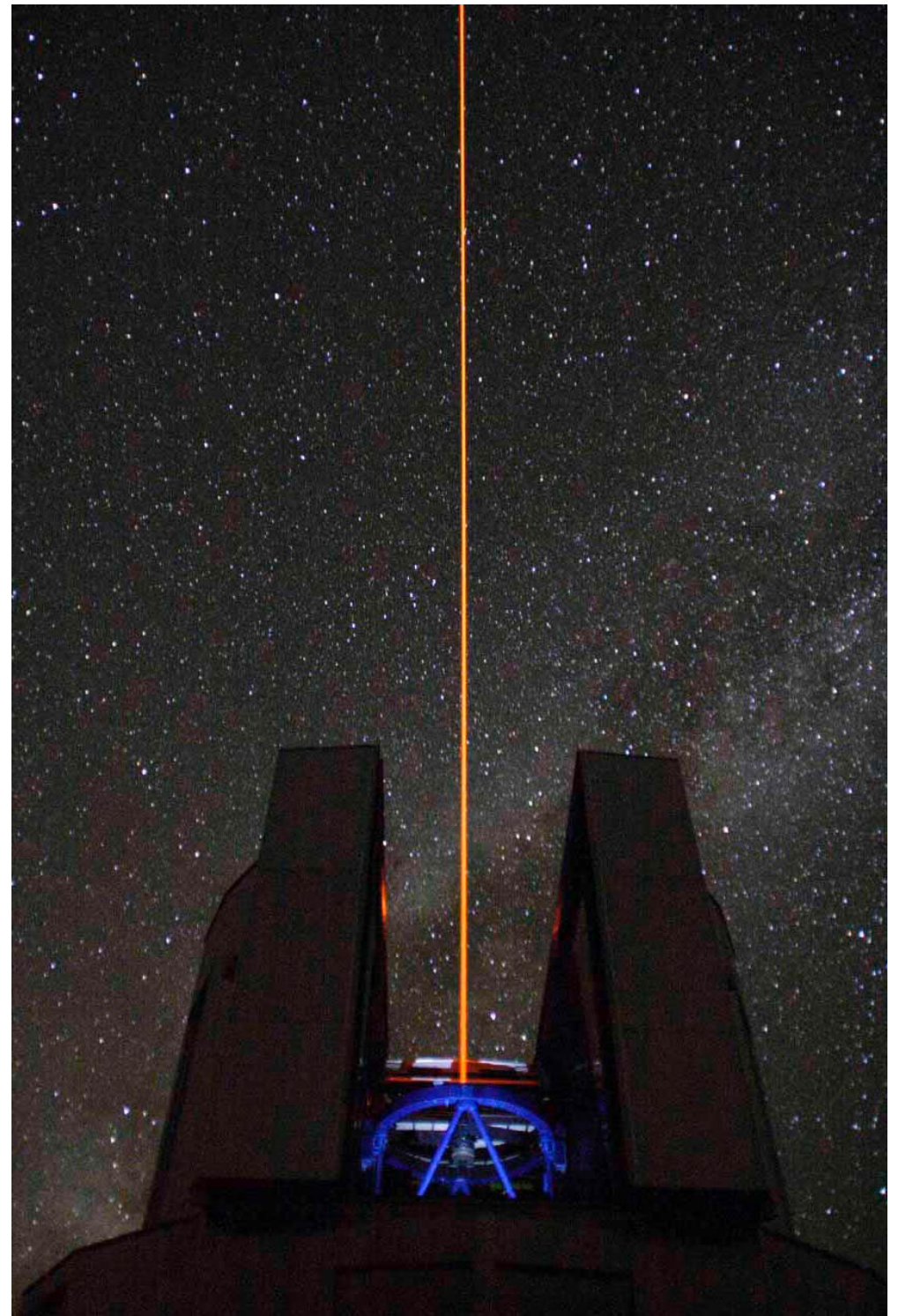
銀河系の中心付近の赤色超巨星IRS7

(本当は点像のはず)

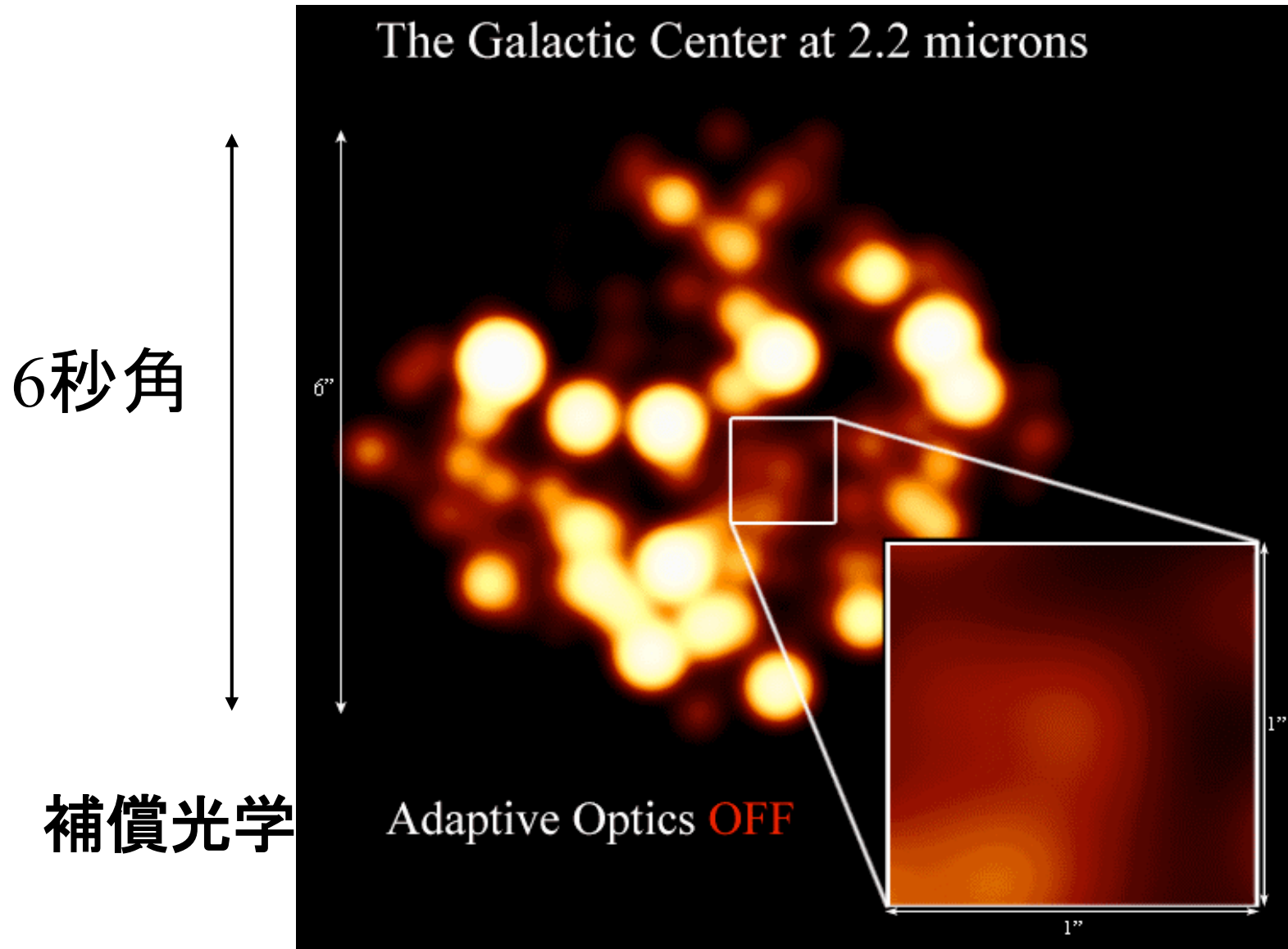
すばる望遠鏡と レーザーガイド星

補償光学

[http://subarutelescope.org/Pressrelease/
2006/11/20/j_index.html](http://subarutelescope.org/Pressrelease/2006/11/20/j_index.html)

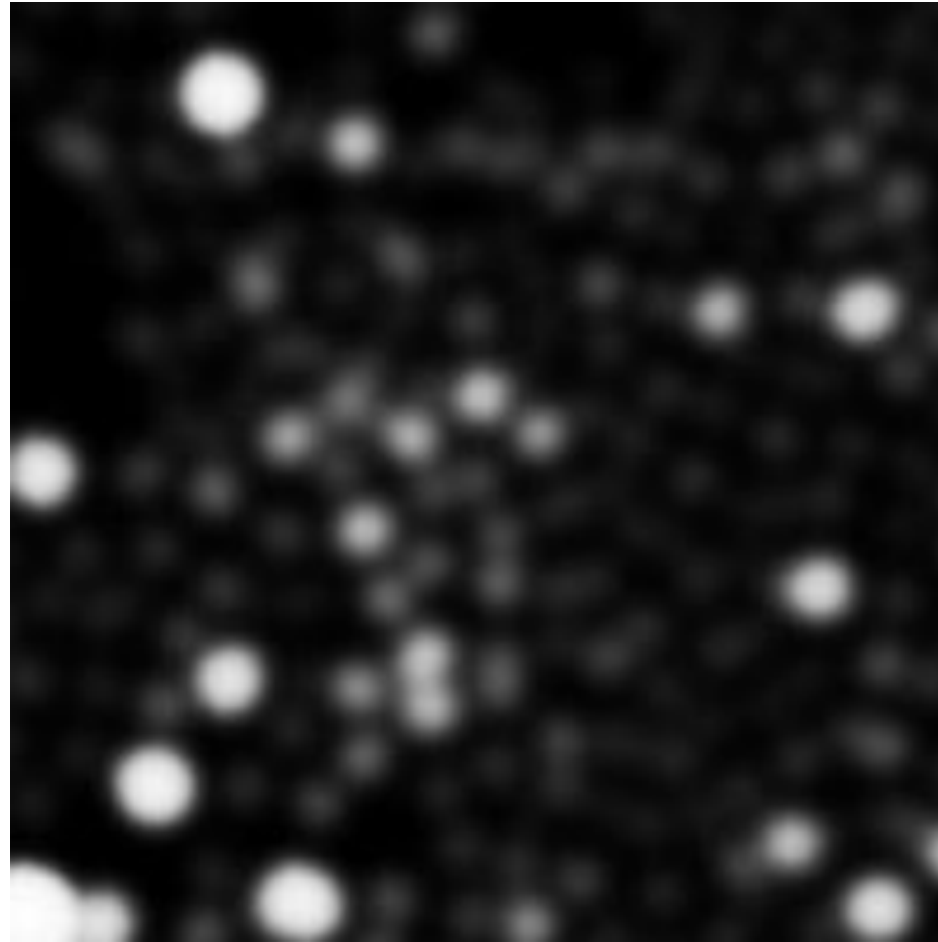


銀河系の中心の赤外線像



銀河系の中心の赤外線像

3秒角
視野

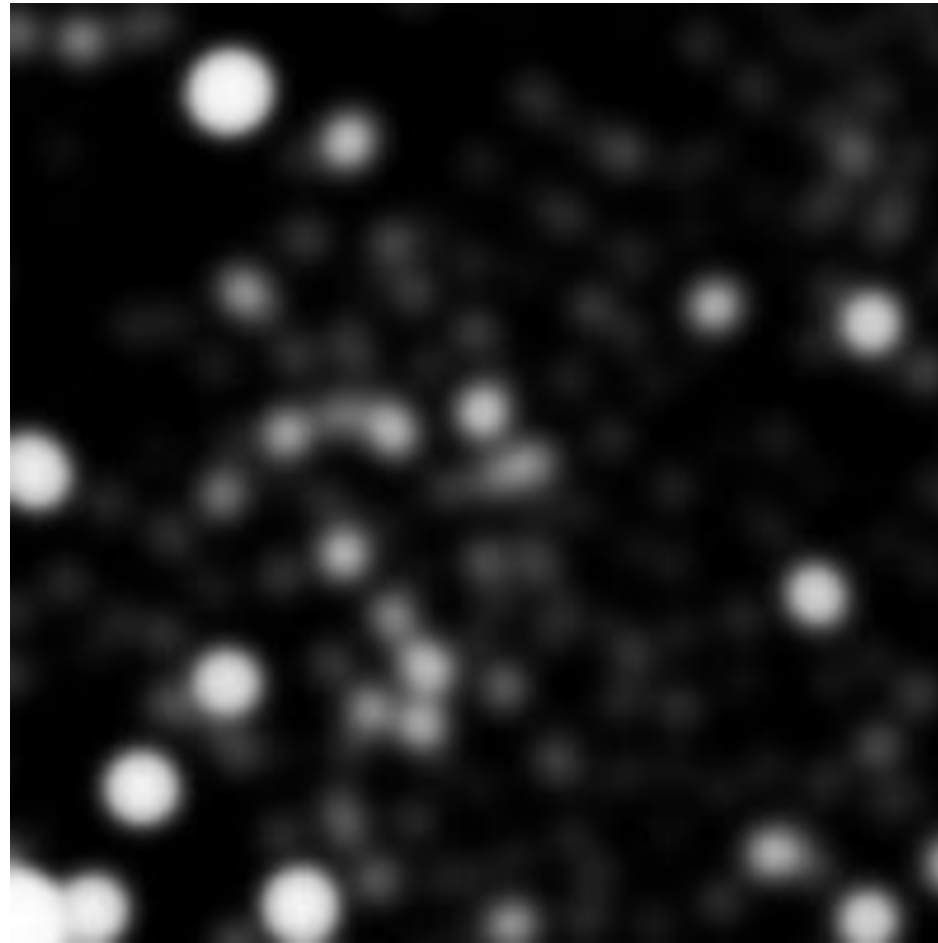


1994

http://www.mpe.mpg.de/ir/GC/res_mass.php?lang=en

銀河系の中心の赤外線像

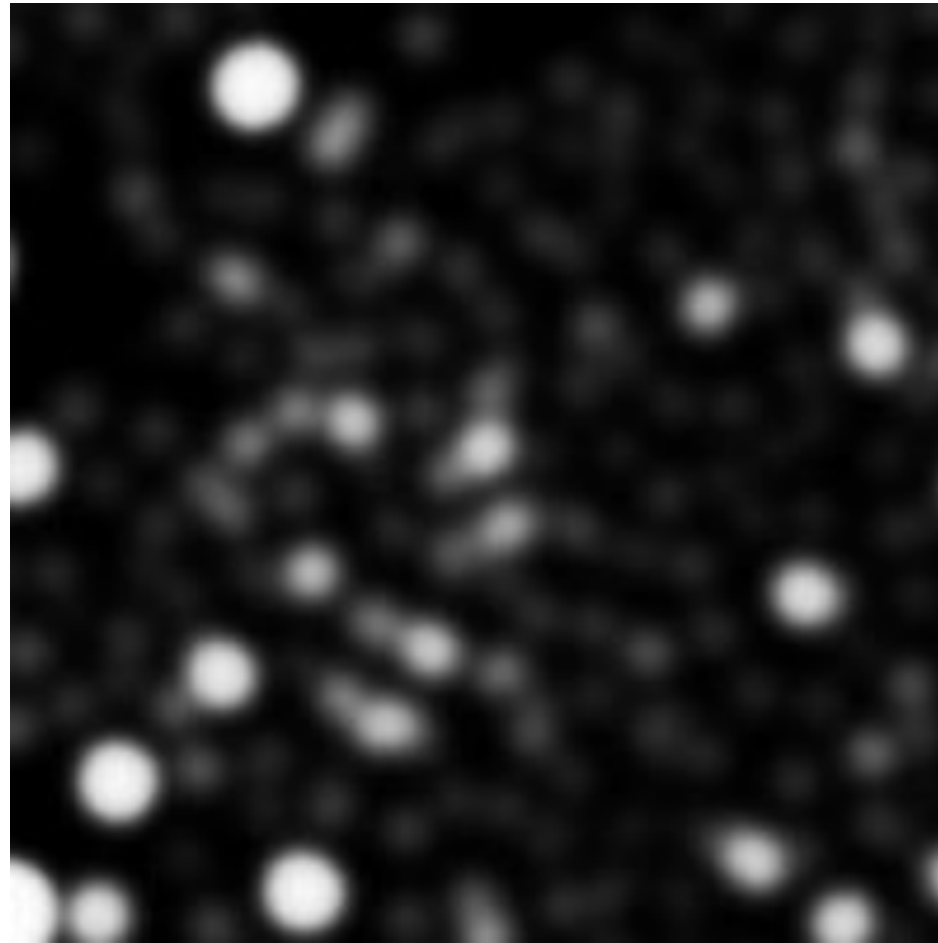
3秒角
視野



1996

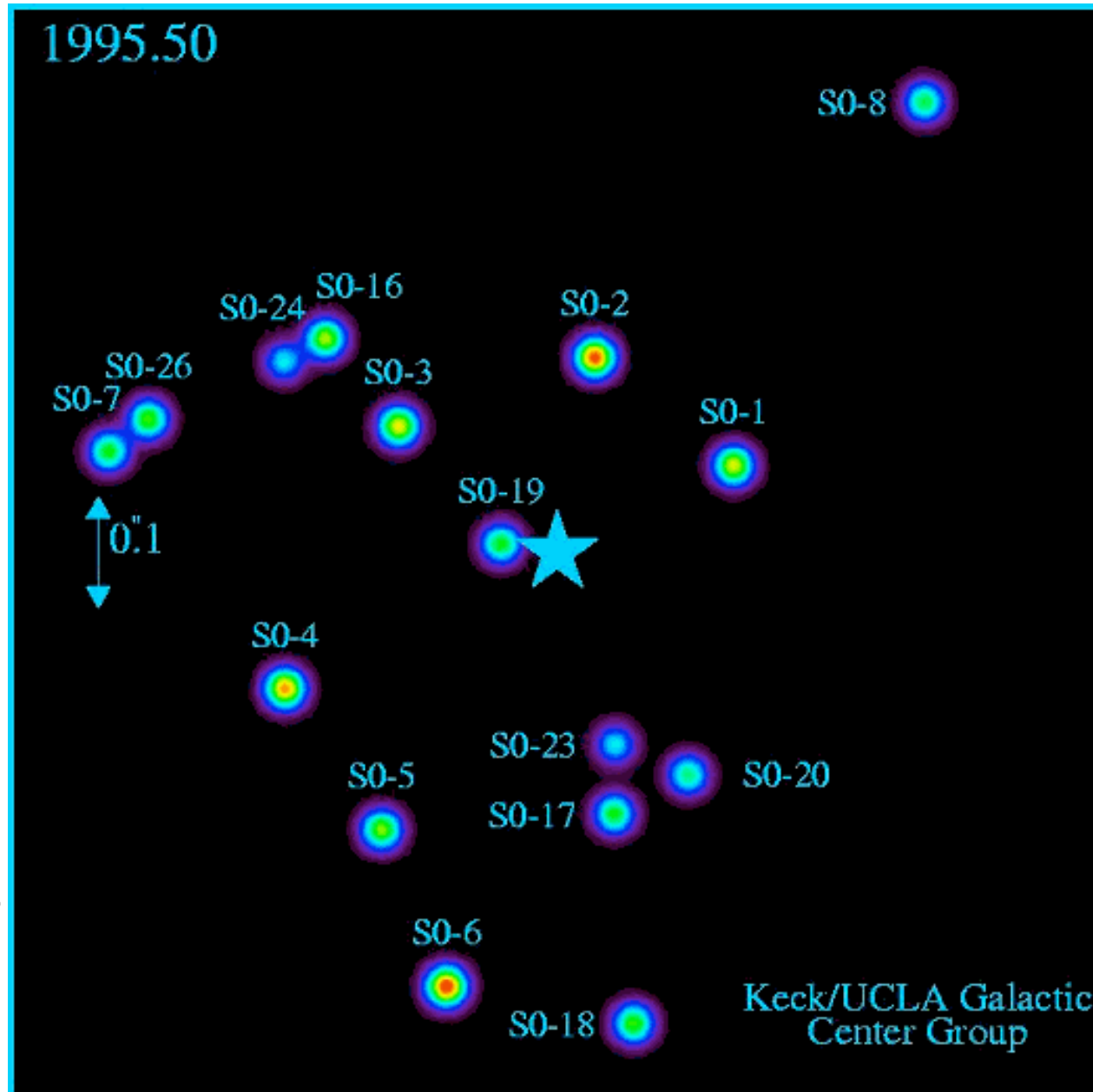
銀河系の中心の赤外線像

3秒角
視野



2000

銀河系の中心の赤外線像



0.1秒角

1995-2006
データ

力のつりあいから

$$GMm \frac{1}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

万有引力

遠心力

$$M = \frac{r v^2}{G}$$

銀河系の中心にある質量は

太陽の3百万倍

巨大ブラックホールと考えられる

1838年10月と2002年10月の「その時」

位置の精密測定

2005年3月の「その時」

広い範囲

銀河系の全貌と

電磁波のエネルギー

$$dE = I_\nu dA dt d\Omega d\nu$$

明るさ 面積 時間 方向 波長 + 偏光

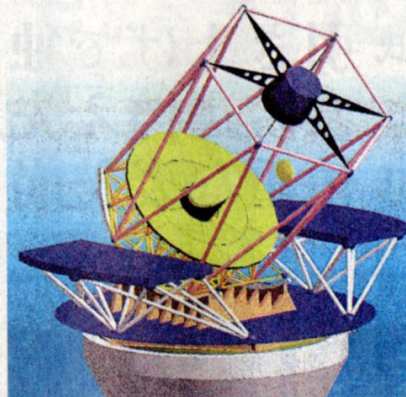
.....物理科学のこれから

京大新望遠鏡計画

京 都 新 聞 2006年(平成18年)8月2日 水曜日

口径3.8メートル アジア最大の望遠鏡

岡山に11年完成



京大などが建設するアジア地域で最大の天体望遠鏡のイメージ図(京大提供)

京都新聞

京都大、国立天文台などは、タリネット総合研究所長が、一日、岡山県にアジア地域で最大となる口径三・八メートルの天体望遠鏡を建設すると発表した。日本初の分割鏡式の望遠鏡で、二〇一一年に完成予定。民間から十億円規模の資金援助を受ける。

扇型の鏡十八枚を組み合わせて、おわん型の主鏡にする構造。理想的な球面からわずかに数ナノメートル(ナノは十億分の一)の誤差しかない超高精ブラックホールや星の形成

宇宙の謎解明期待

度の鏡を短期間で製作する技術や、鏡の制御システムなどは、名古屋大などが中心になり、開発を進めている。米ハワイにある「すばる望遠鏡」(八・二メートル)などの次世代となる、口径三〇メートル以上の超大型望遠鏡を実現するための世界初の技術という。

計画の中心メンバーの長田哲也(京大理学研究所教授(赤外線天文学))は、「次世代の超大型望遠鏡では数百枚の鏡を組み合わせることが必要になるが、今回の建設で基礎技術の開発につながる」と話している。

京大、国立天文台など

突発天体に対しすばやい観測、偏光の観測
ご支援をどうぞよろしくお願いいたします。