

すばる望遠鏡について

# ～目次～

- すばる望遠鏡の立地環境
- 口径8. 2メートルの単一鏡をもつ望遠鏡
- 能動光学
- 補償光学
- 4つの焦点
  - 1・・・主焦点
  - 2・・・カセグレン焦点
  - 3・・・ナスミス焦点(可視光)
  - 4・・・ナスミス焦点(赤外線)

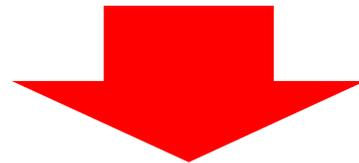
# すばる望遠鏡の立地環境

- ハワイ島のマウナ・ケア山の山頂に立地。  
⇒ 標高4,200mの高さにある。

+

貿易風がハワイ上空を滑らかに吹くため、  
雲が山頂まで上がってくることが稀。

⇒ 一年のうち快晴の日が300日以上もある。



天体観測にもってこいの環境！

# すばる望遠鏡の立地環境

- 天体観測においてマウナ・ケア山頂は最適。
  - ⇒ 日本だけでなく、(日本を含め)世界11ヶ国が望遠鏡を設置している。
  - ⇒ 現在マウナ・ケア山には、13基もの天体望遠鏡が存在している。
  - ⇒ ~~そのうち望遠鏡だらけに！？~~

ハワイ原住民との取り決めで、天文台は今ある13基までと決められている。

# すばる望遠鏡本体について

- 有効口径8.2メートルの一枚鏡を備えた大型の光学赤外反射望遠鏡。

単一鏡としては世界最大級！



よりたくさんの光を集めることができる！

暗い天体からの光でもキャッチできる！

# すばる望遠鏡本体について

- 集めた光から画像処理し、その天体のイメージ(画像)を映し出す。

綺麗(シャープ)な画像を映し出すには、高い解像度が必要である。

すばる望遠鏡は主鏡の高い鏡面精度と能動光学 & 補償光学によってそれを実現させた。

平均誤差  $0.014 \mu\text{m}$   
= 鏡の大きさの約6億分の1の誤差

# 高性能な望遠鏡とは

- 高性能な望遠鏡の条件

- 集光量

- 遠くの星まで見える

- 分解能

- 像が鮮明に見える
- 入射光量と観測装置に依存

- 天体追尾精度 etc.

\* 星を見る能力 = 集光量

$\propto$  主鏡の口径

# 大きな鏡の問題点

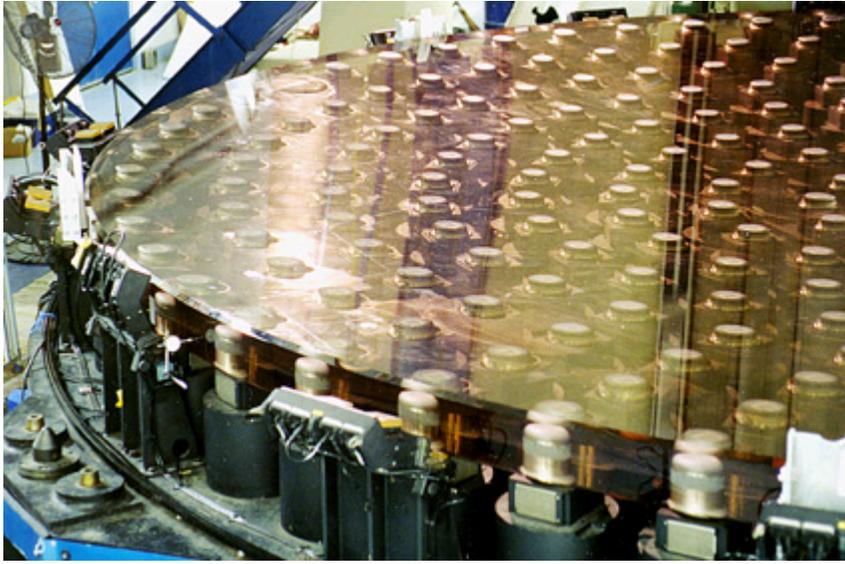
- 口径の大きさ = 集光量、分解能  
    ≒ 望遠鏡の性能
- しかし、主鏡の口径を大きくすると・・・
  - 重くなる → 自重でひずむ → 主鏡を厚くする
  - 重くなる → …… 以下悪循環
  - 望遠鏡が動かしにくい → 精密な測定ができない

# 能動光学とは

- 主鏡のひずみを検出してアクチュエーターで修正する技術
  - メニスカス鏡
- 秒間1回の修正で理想的な放物面を維持
  - 薄く、高精度な鏡を作る技術
  - アクチュエーターの高度な制御技術

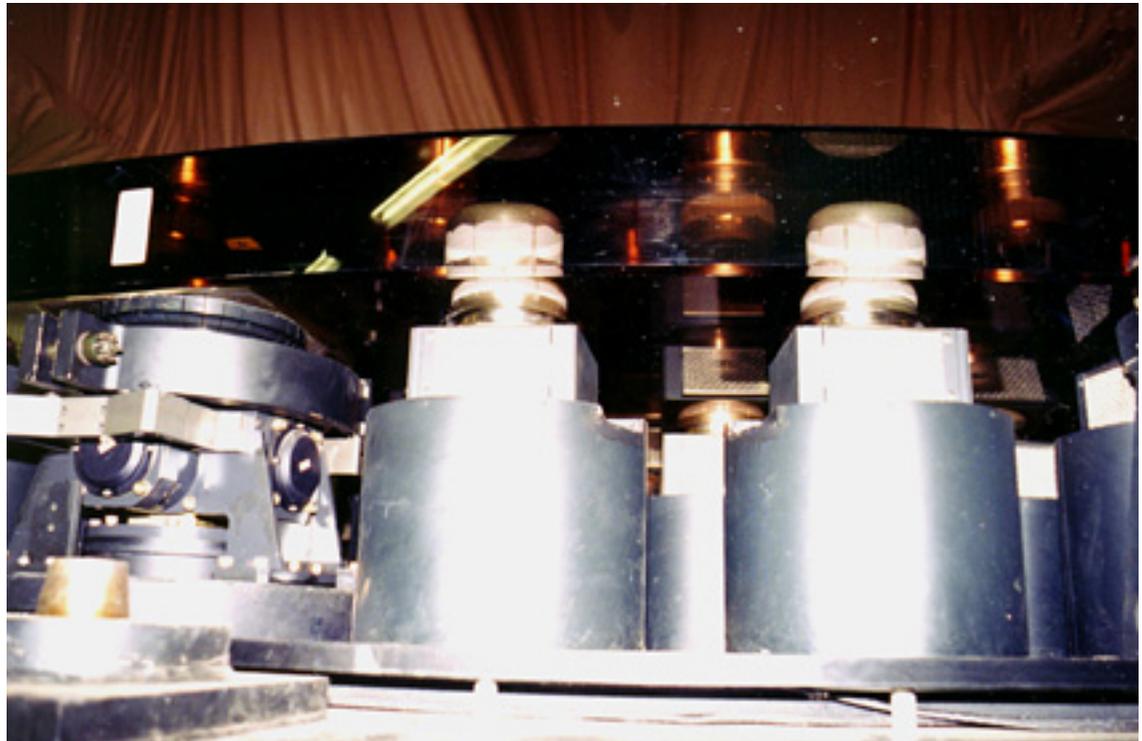
# 問題の解決

- 自重によるひずみ
  - 261本のアクチュエーターで支えることで解決
- 鏡の厚み
  - 普通の鏡で作ると1 m程度必要
  - メニスカス鏡にすることで厚さ20 cmを達成
- 総重量
  - 555t
  - Hale200インチ望遠鏡(1948年製)と同程度



←アルミニウムコーティング前の主鏡

アクチュエーターの一部→



# 地上という問題点

- 大気があること
  - 大気のゆらぎにより入射光の波面がゆがむ  
シーイング

⇒大気のせいで分解能が低下する！

# 補償光学とは

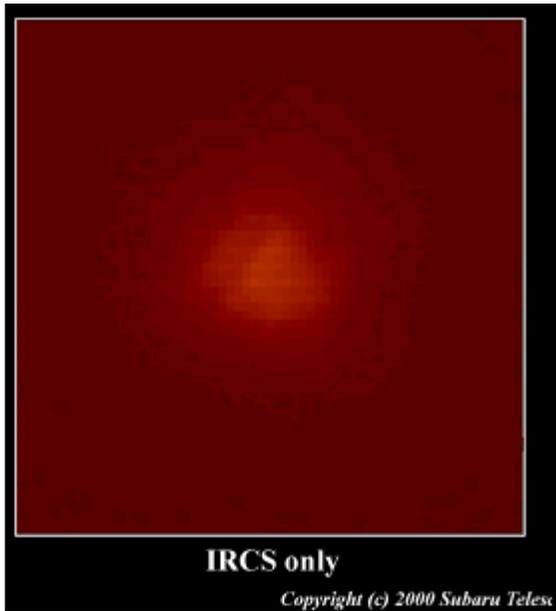
- 波面を可変形鏡によって修正する技術
- 秒間1000回の修正で分解能の向上に貢献
- *しかし、問題も存在する*
  - 可変形鏡の精度問題
  - ガイド星を必要とする問題
    - ガイド星が観測対象近傍に存在する確率は1%程度

# 補償光学装置の進化

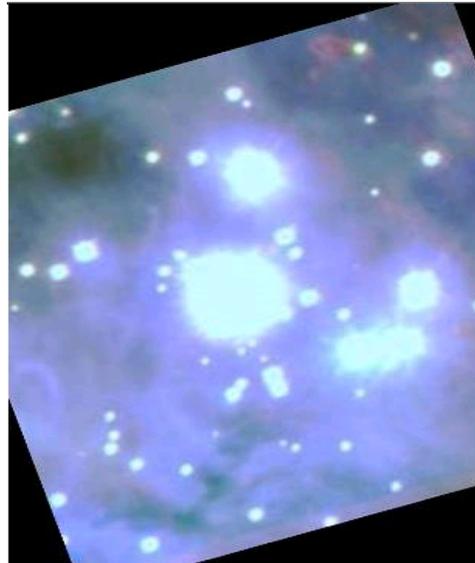
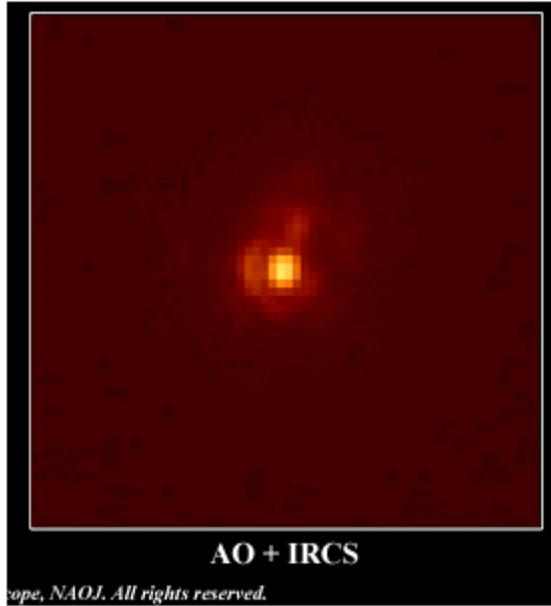
- 2006年に第二世代補償光学装置を導入
  - 素子数 36→188
  - レーザーガイド星生成装置を導入

⇒ 解像度が約10倍になった！

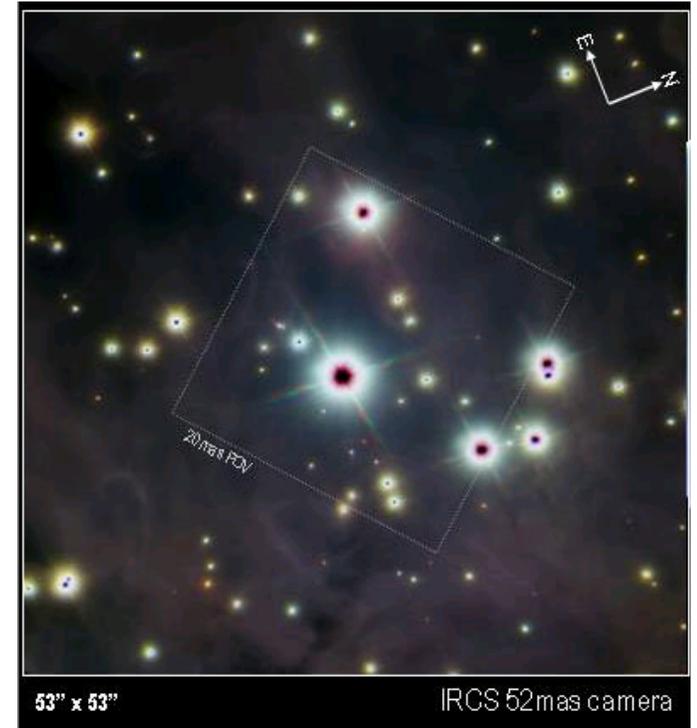
補償光学なし



第一世代型



第二世代型



# すばるがもつ4つの焦点

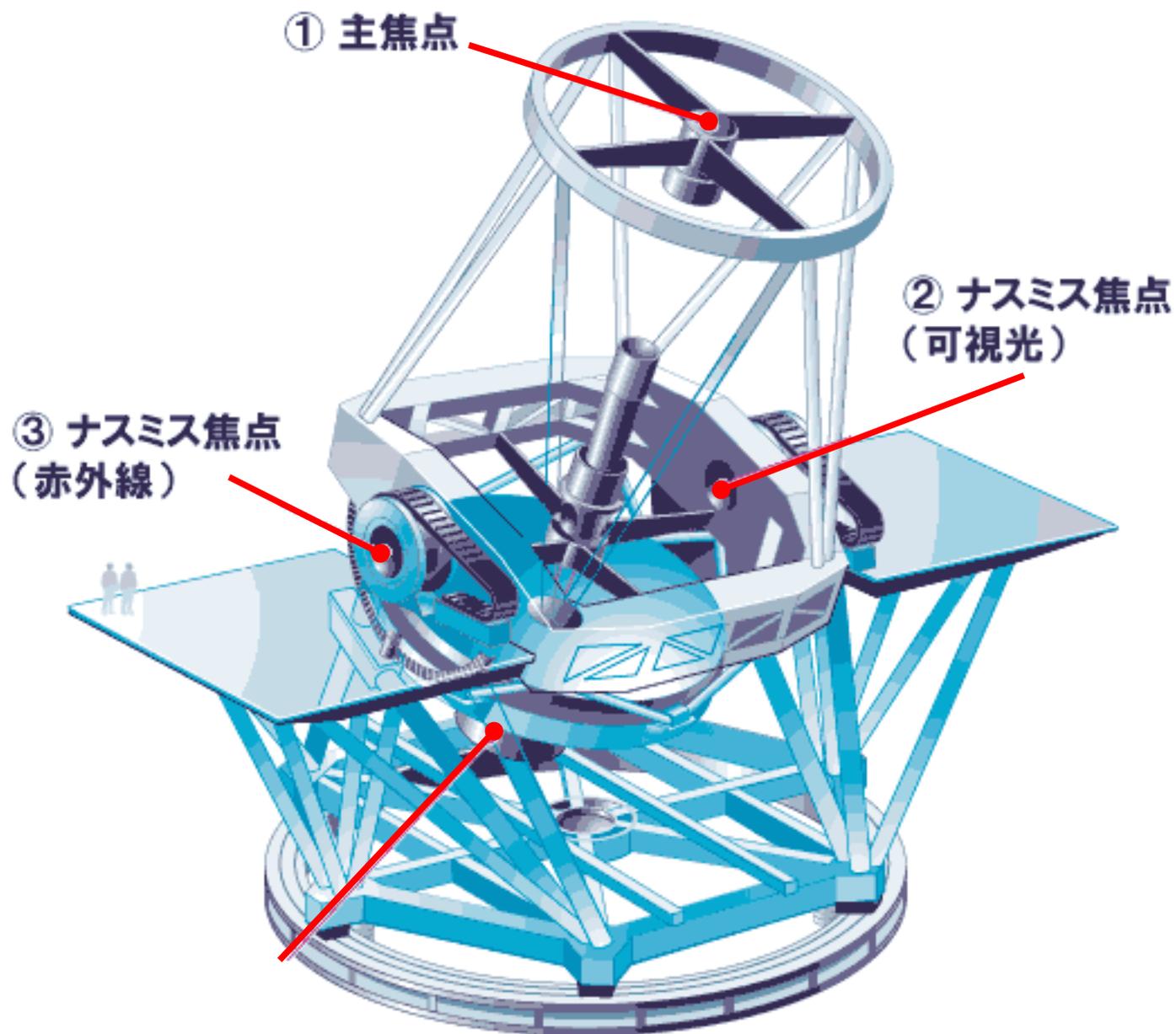
- 望遠鏡には、レンズや鏡で反射させた光を1点に集束させる点:「焦点」が必ずある。
- すばる望遠鏡には、観測の用途に応じて使い分ける4つの焦点がある。

1:主焦点

2:カセグレン焦点

3:ナスミス焦点(可視光)

4:ナスミス焦点(赤外線)



遠藤孝悦・画 日経サイエンス1996年2月号より



遠藤孝悦・画 日経サイエンス1996年2月号より

# 主焦点について

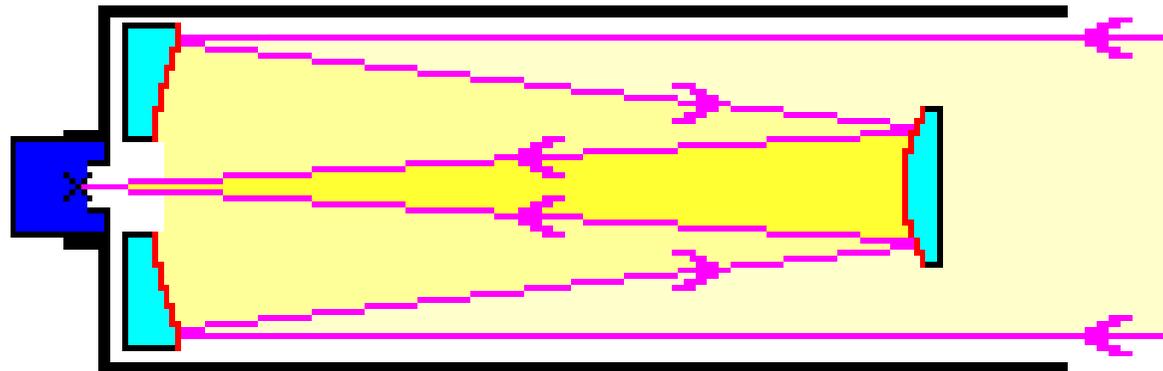
- 利点
  - ・・・広い視野の観測に適している。  
すばるは最大視野直径は30分角。
- 欠点
  - ・・・観測装置が邪魔で光束が乱される。

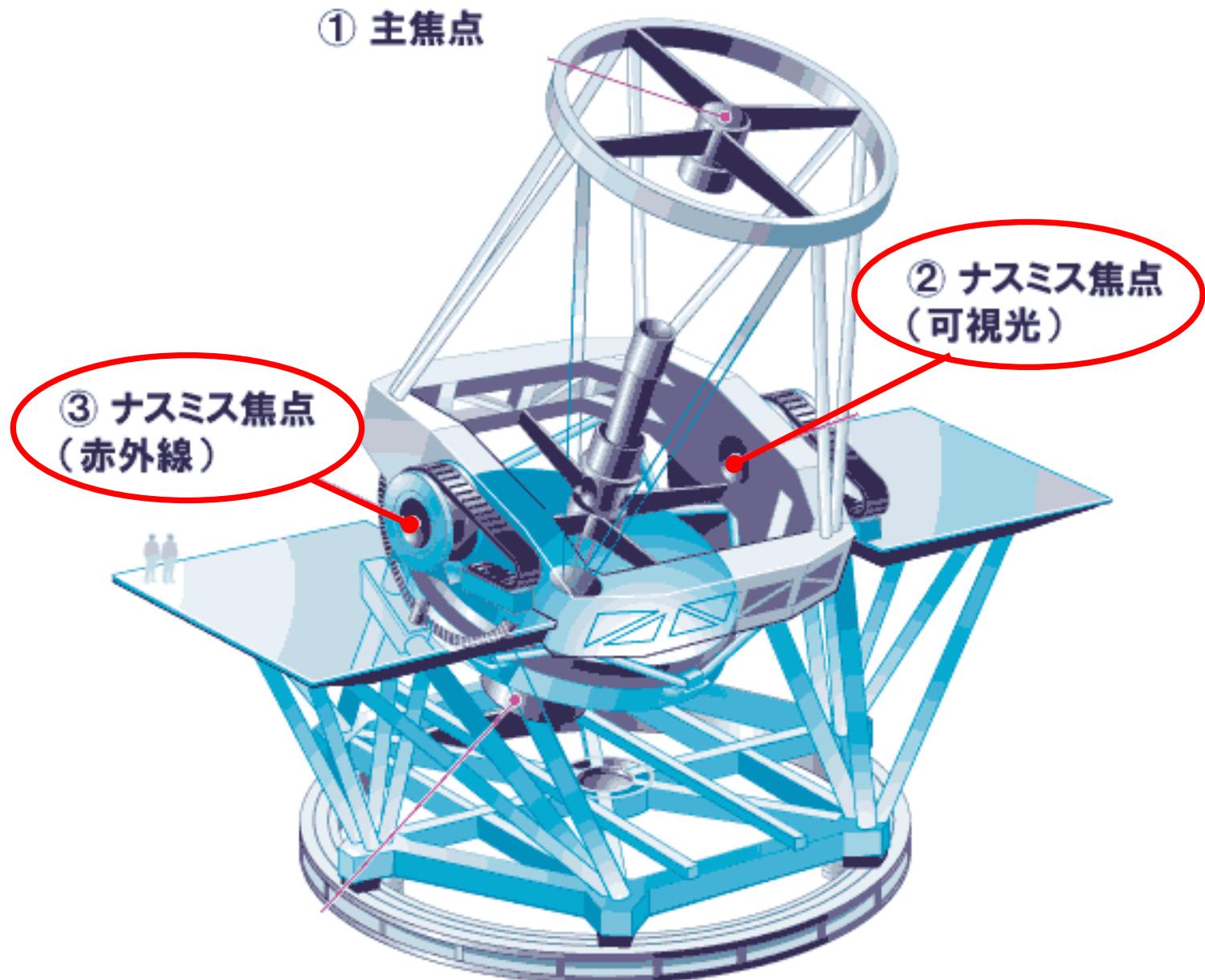




# カセグレン焦点について

- 利点
  - ・・・望遠鏡の全長が短くできるため、比較的大口径の望遠鏡に適している。
- 欠点
  - ・・・副鏡が邪魔で光束が乱される。





① 主焦点

② ナスミス焦点  
(可視光)

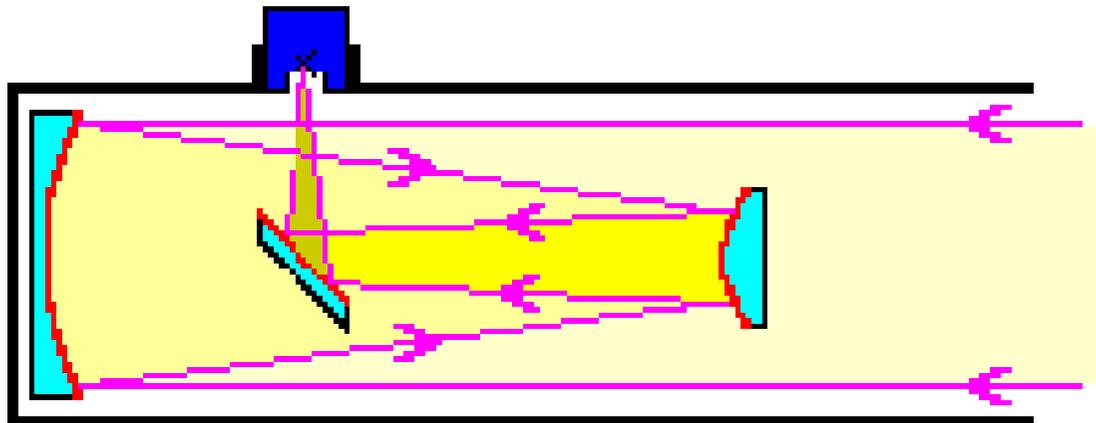
③ ナスミス焦点  
(赤外線)

④ カセグレン焦点

遠藤孝悦・画 日経サイエンス1996年2月号より

# ナスミス焦点について

- 利点
  - ・・・焦点部の高さが変わらないので、大型の観測装置を取り付けられる。
- 欠点
  - ・・・斜鏡を挿むため偏光が起こる。



以上、すばる望遠鏡についてでした。

$m(\_ \_)m$