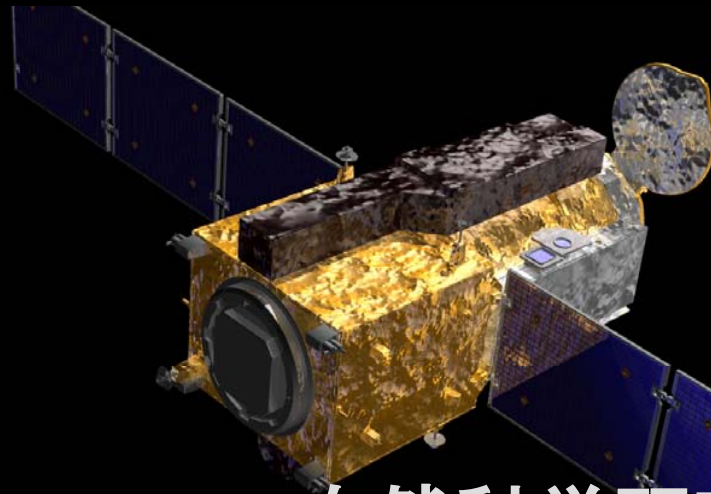


ひので 可視光・磁場望遠鏡

(第2版 11月27日)

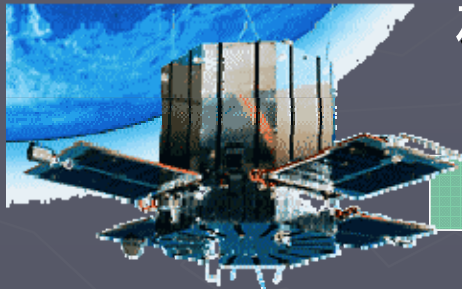


自然科学研究機構・国立天文台
SOLAR-B推進室
常田 佐久



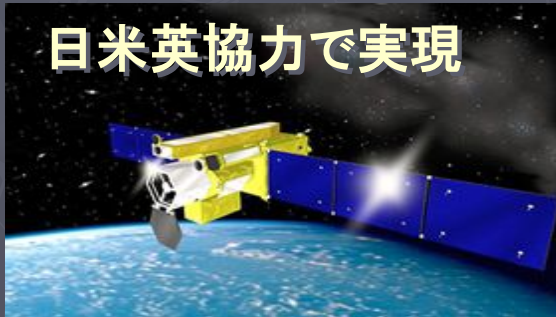
科学衛星による太陽観測 は日本のお家芸

硬X線撮像



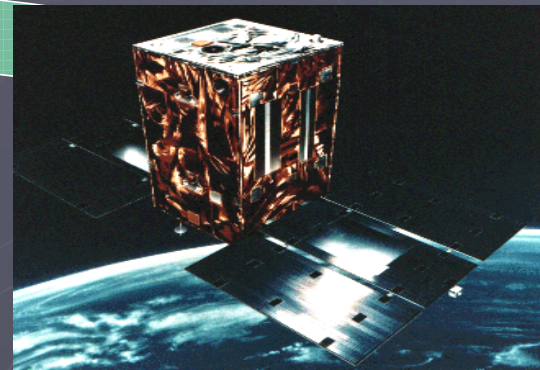
ひのとり (1981-1982)

日米英協力で実現



SOLAR-B(2006)

2006/11/26

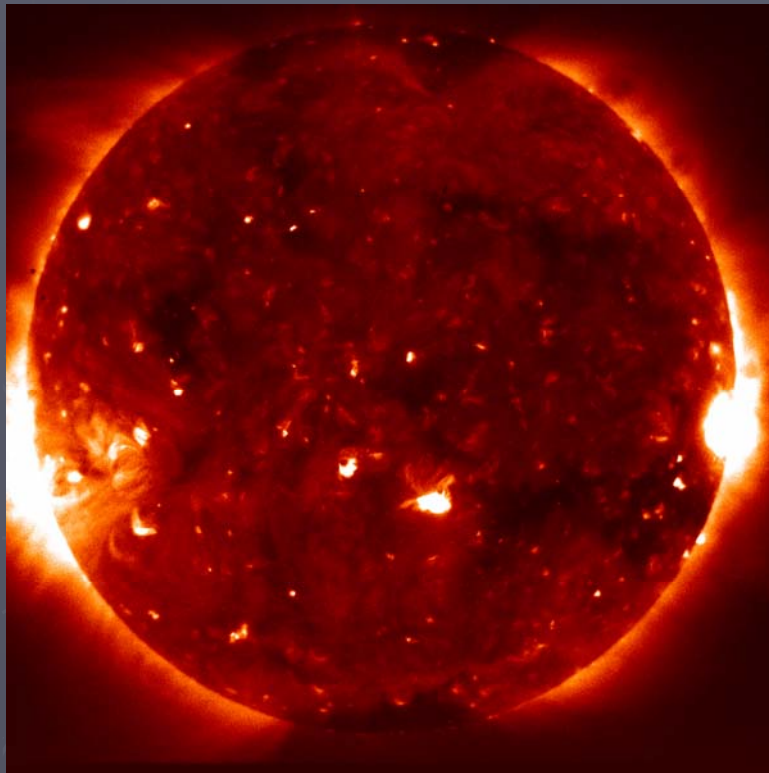


ようこう(1991-2001)

硬X線望遠鏡(日本)
軟X線望遠鏡(日米協力で実現)

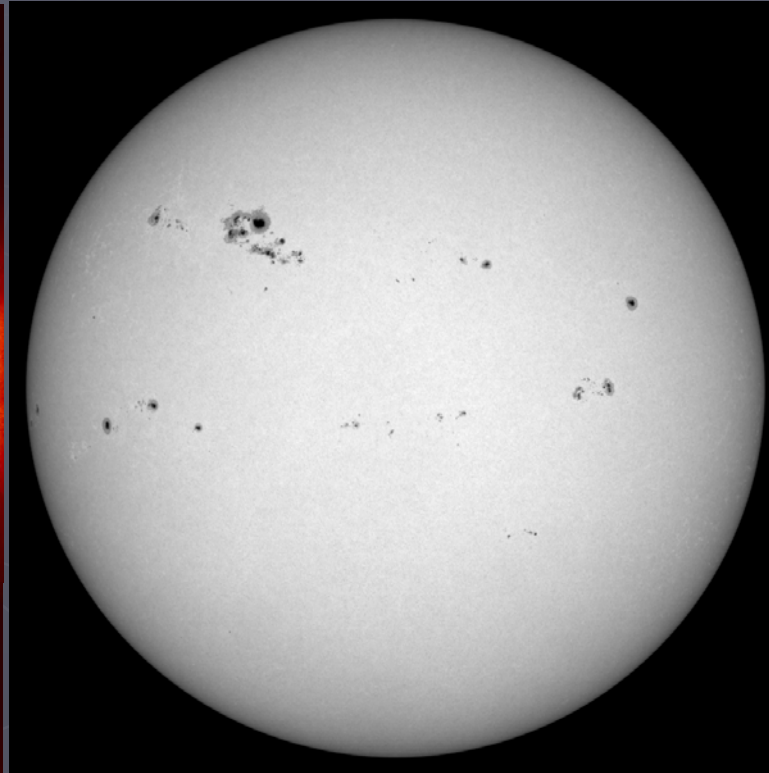
2

回転するガス球が強い磁場を持つ 磁場が太陽活動の源泉



2006/11/26

温度百万～2億度



温度6,000度

天体物理学の基本問題

- ▶ コロナはなぜ高温なのか？
- ▶ 太陽の強い磁場はどうしてできるのか？
- ▶ 太陽周期やマウンダー極小期はなぜ生じるのか？
- ▶ 人類の宇宙活動や地上の無線通信などにも影響を与える太陽フレアの発生をトリガーしているものは何か？
- ▶ 地球環境にも影響の大きい太陽定数(太陽から放射される総エネルギー)の変動の原因は何か？

2006/11/26

4

私たちの毎日の生活への影響

宇宙天気

- 1) 地球磁場への擾乱
- 2) 高エネルギー粒子

オーロラ

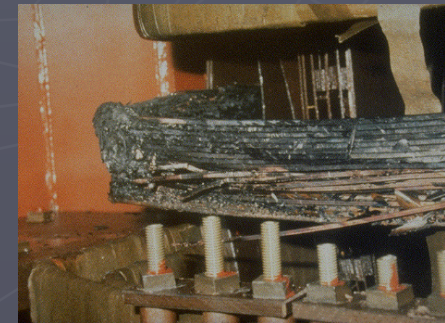


人工衛星への影響

2006/11/26



GPS精度



発電・送電施設の損傷

5

宇宙天気予報と「ひので」の役割

- ▶ 太陽フレアなどにより、地球上の通信障害や電力異常などを引き起こすことがあります。また、低緯度でオーロラが見えたりします。最近では、宇宙飛行士の船外活動を制限することでも注目されています。
 - 現在は太陽活動極小期、これから2010年頃の太陽活動極大期に向かい、宇宙天気予報の必要性も高まっています。
 - 一部の研究者は、次の太陽活動極大期は、前回の極大期(2001年頃)に比べて、太陽の活動が活発になると予想しています。
- ▶ **基礎的素過程の解明:「ひので」による基礎研究を通して、太陽フレアの発生の予報が目標。**
- ▶ **地球環境への影響:太陽定数の変動(0.1%)とマウンダー極小期を含む太陽周期の解明**
- ▶ **リアルタイム性:「ひので」の高品質の準リアルタイム太陽画像による磁気嵐などの予報**

2006/11/26

6

太陽観測衛星「ひので」 The Only One

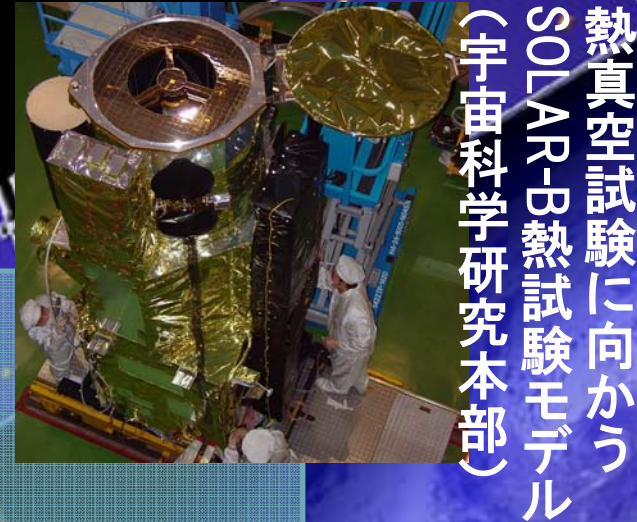
初めてX線と可視光で高分解能(空間・波長・時間)の撮像と分光観測を同時に行う衛星

- ・撮像観測: ほぼすべての大気構造の撮像観測
- ・分光観測: 高温プラズマの速度場・乱流場・光球の精密磁場計測

可視光望遠鏡、X線望遠鏡及び極端紫外線撮像分光装置を組み合わせ、磁気エネルギーの生成・輸送の現場と、磁気エネルギーの散逸の現場を同時に観測し、太陽の電磁流体现象の総合的解明を行う。

太陽観測衛星「ひので」諸元

打上げ : 2006年9月
ロケット : JAXA M-V7号機
軌道 : 高度約680km
 太陽同期極軌道(全日照)
重量 : 約870kg
サイズ : 本体約1.6m × 1.6m × 4m
 太陽電池パドル間約10m
データ受信 : ESA北極局により全周回でデータ
 受信 : 24時間連続観測が可能



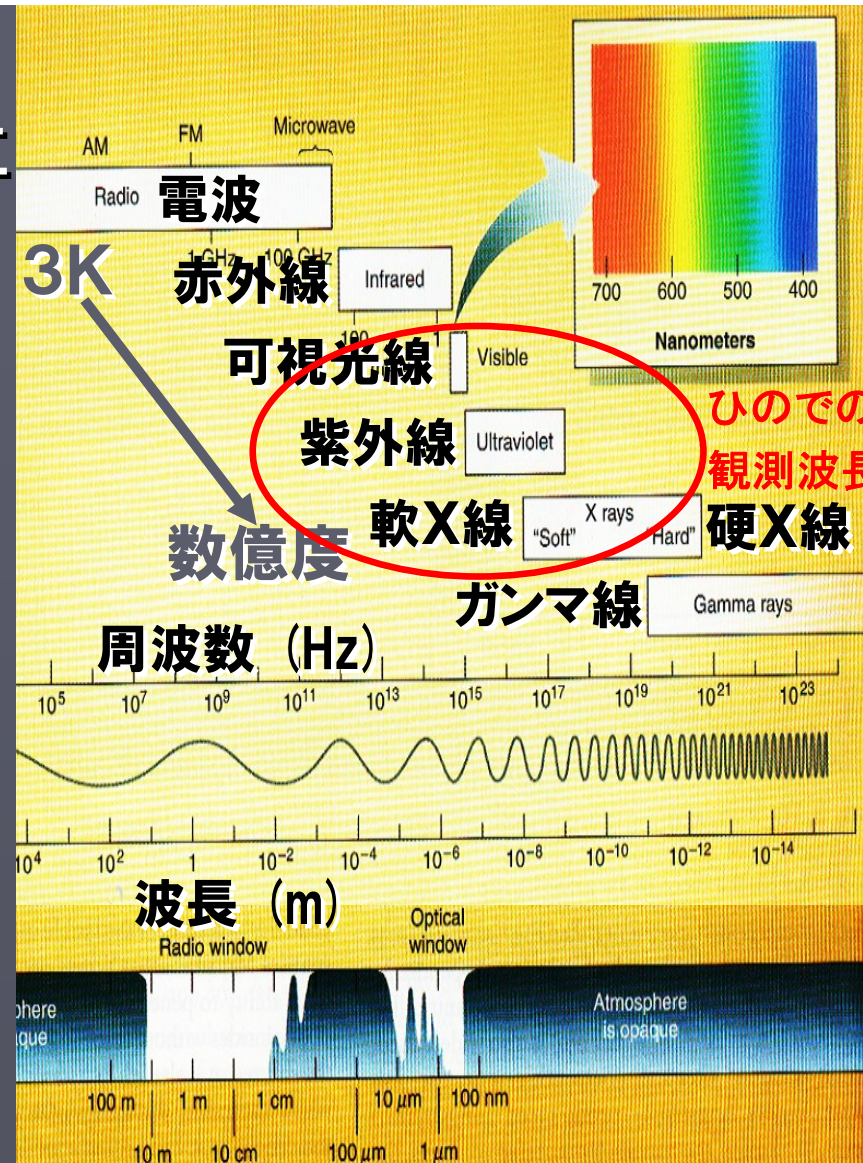
熱真空試験に向かう
SOLAR-B熱試験モデル
(宇宙科学研究本部)

なぜ大気圏外に
いくのか？

▶ 地上まで届か
ない天体からの
メッセージ

▶ 大気の揺らぎ
(シーイング)の
ない鮮明な像を
得るため

黒い部分は
地球大気が不透明



これまでで最も高い空間分解能 での高温X線コロナの画像観測

焦点距離2.7mの斜入射X線
望遠鏡でコロナ(温度100万度
から数千万度)の高空間分解
撮像観測(2秒角)を行い、

- ・ムービー化による加熱現象・
- ・リコネクションによる構造変化、
- ・不安定性・波動現象・衝撃波

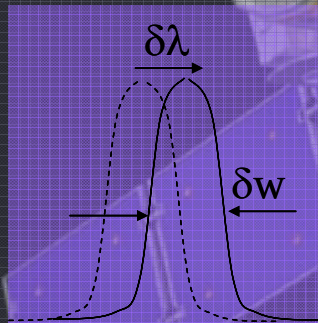
の検出

- ・プラズマの温度・密度マップ

によるコロナ加熱機構の解明
などを行う。

X線望遠鏡(XRT)

プラズマの速度を検出する SOHO衛星の10倍の感度 極端紫外線撮像分光装置(EIS)



輝線のドップラーシフトからプラズマの速度を求め、ジェットや波の検出を行う。

コロナ底部からコロナのプラズマが出す極端紫外線を分光・撮像する。プラズマの速度、温度(10万度から2000万度)、密度の詳細診断を行う。

初めての宇宙からのベクトル磁場観測 太陽版ハッブル望遠鏡

口径50cmのグレゴリー反射望遠鏡と焦点面
観測装置で太陽表面(光球)から彩層の磁
場・大気構造を回
折限界性能(空間
分解能0.2-0.3秒
角)で精密観測す
る。

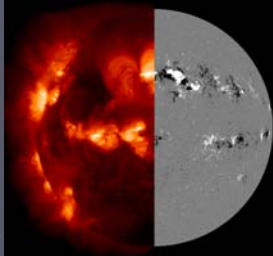
可視光・磁場望遠鏡(SOT)



試験中の可視光望遠鏡
〔国立天文台〕

これまでの観測と「ひので」の観測能力 比較のまとめ

磁場の散逸



磁場の生成

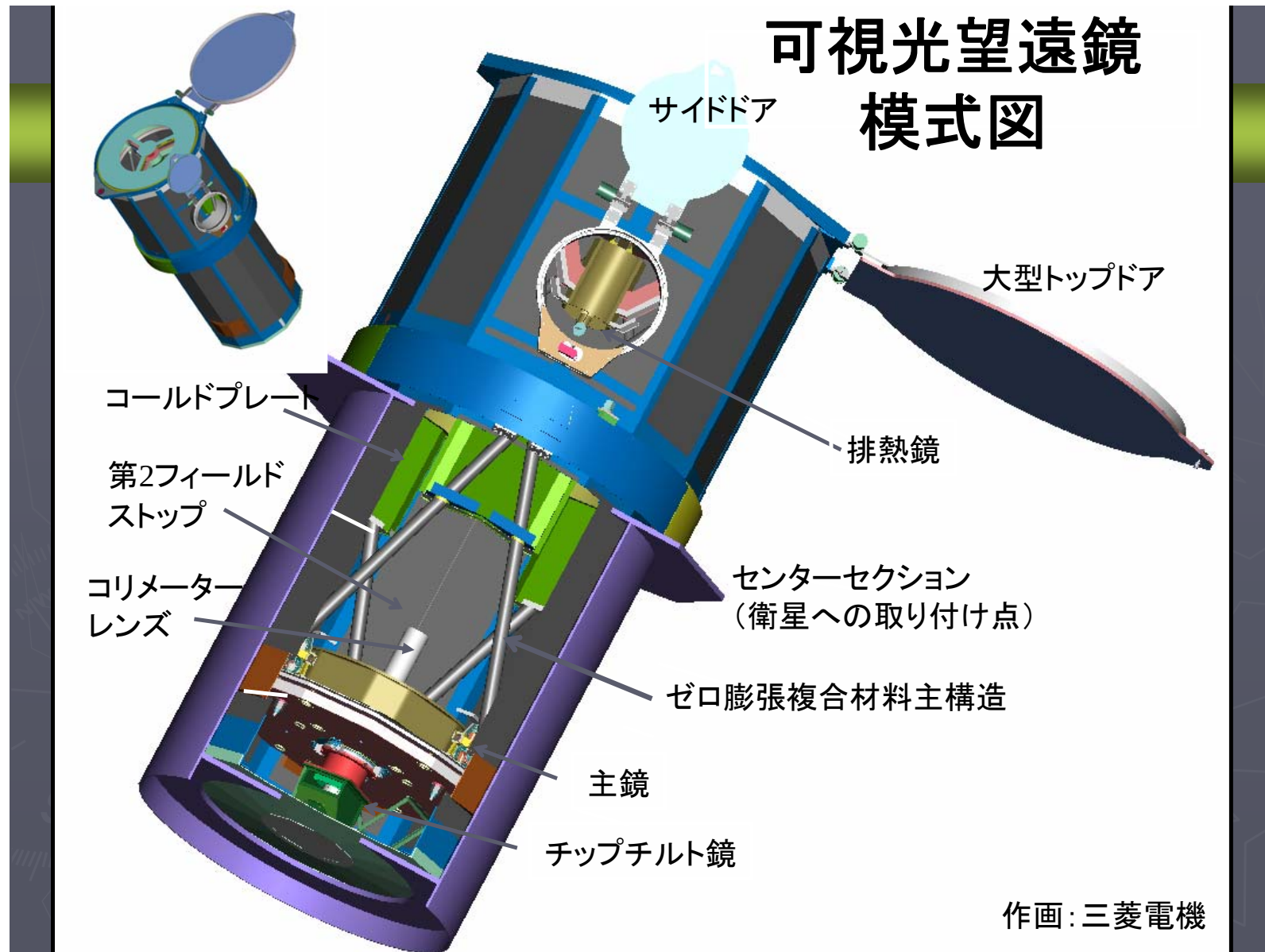
「ようこう」の3倍の解像度のX線望遠鏡によるコロナ構造観測

SOHOの10倍の感度紫外線撮像分光撮像装置による速度場・乱流観測

地上の10倍の0.2秒角の分解能の可視光望遠鏡による世界初の3次元磁場計測、日震学により太陽内部の磁場構造や流れを見る

- ・コロナ加熱機構の解明
- ・光球下の磁場のダイナミックス
- ・微細磁力管と黒点の生成・崩壊
- ・磁場の起源とダイナモ
- ・太陽風の起源

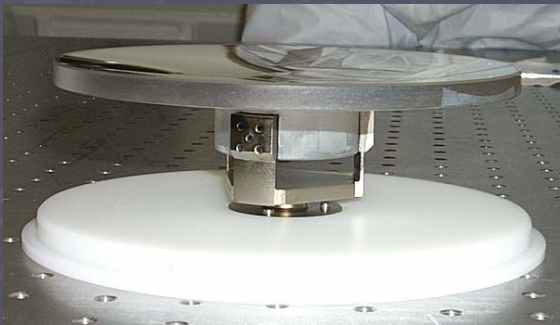
2006/11/26



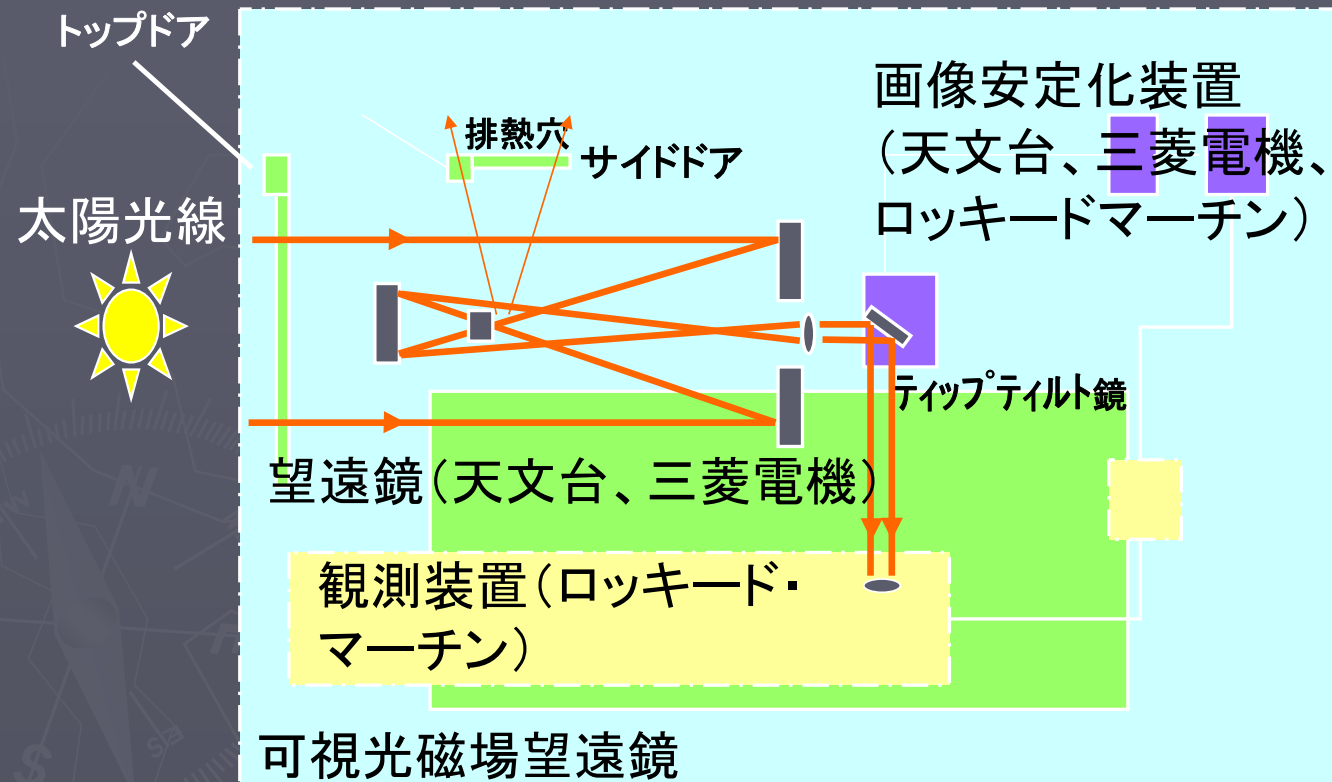
世界最高精度のミラー



- 主鏡(50cm)の重さは、
～12Kgしかない軽量ミラー
- その主鏡の鏡面精度は、18ナノメートル
(主鏡の大きさを地球の大きさだとすると、
その凸凹は23cm)



「ひので」衛星搭載の 宇宙用太陽望遠鏡の仕組



2006/11/26

16

国立天文台での可視光望遠鏡の組立・調整作業



国立天文台・先端技術センター・高度環境試験棟・クリーンルーム

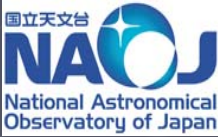
2006/11/26

17



A group of approximately 20 people, all wearing white cleanroom suits, hoods, and masks, are standing in a large, brightly lit cleanroom. They are gathered around a large, cylindrical object that is wrapped in gold-colored thermal insulation. The object has a large circular opening at the top and another at the bottom. The cleanroom has high ceilings with industrial lighting and various equipment visible in the background.

SOLAR-B可視光望遠鏡完成
 国立天文台高度環境試験棟
 クリーンルーム2005年4月27日







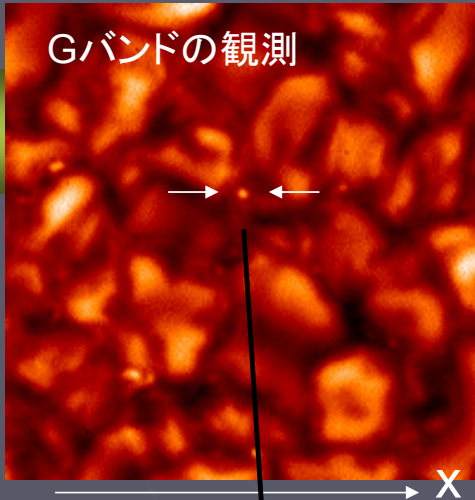


可視光・磁場望遠鏡：実現のポイント

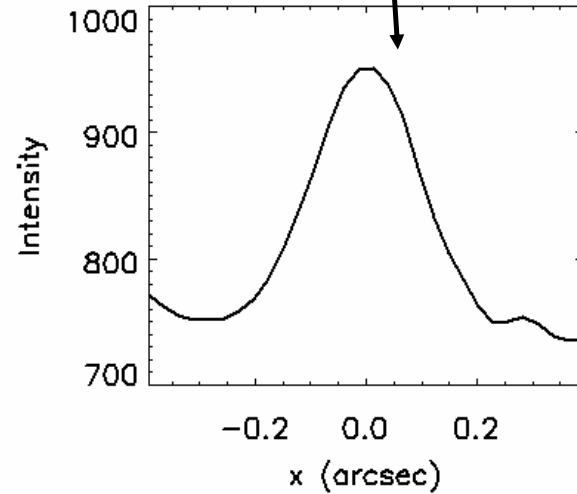
- ▶ 1970年代からNASAで検討されていたが実現しなかった
 - ▶ 実現性を高める工夫をこらす
 - 不要の太陽光を望遠鏡外へ排出するなど多くの技術的工夫を実施。
 - NASAで構想した(～1m)よりやや小さい口径(0.5m)により主要なサイエンスが達成可能と判断。
 - 国際協力で分担開発(焦点面観測装置はNASA主導で開発)。
 - ▶ 我国の技術の粋を凝らす
 - ▶ 太陽を可視光で観測する世界初の高分解能望遠鏡
 - 日本で打ち上げた望遠鏡で最も分解能が高い
- 2006/11/26 ハッブル望遠鏡並みの解像度

19

Gバンドの観測

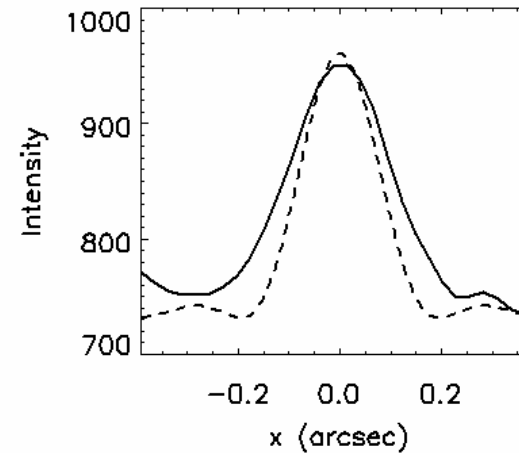


断面図



回折限界性能(0.2秒角)を達成(詳細評価中)

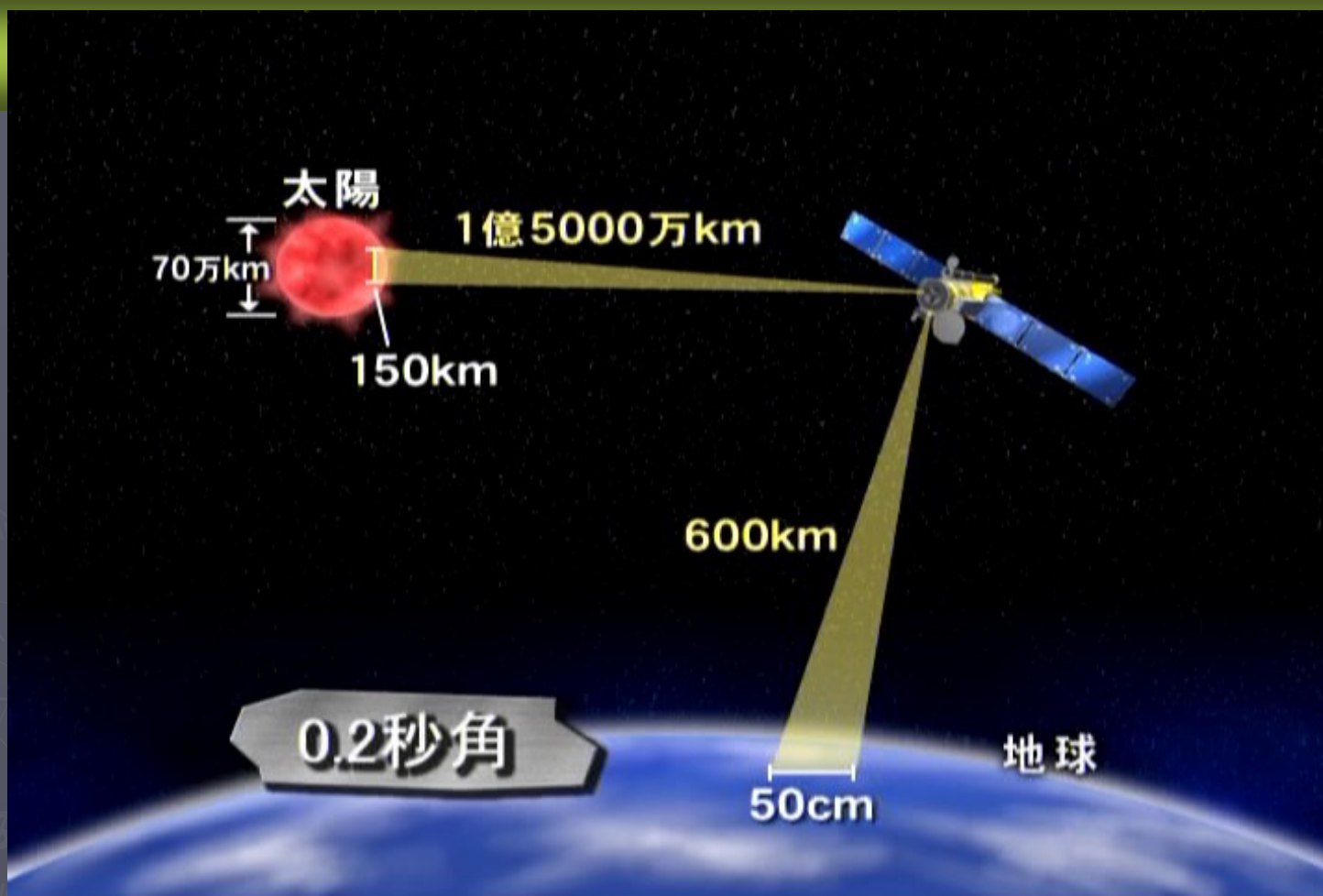
Gバンドの観測



実線は輝点の強度プロファイル。点線は点状の光源を口径50cmの完全な望遠鏡で観測した場合の強度プロファイル

機上でJPEG処理されたデータでなまりがあ
ること、完全な点源でないことに注意。詳細
評価中

地上を見れたら50cmの物体を分解

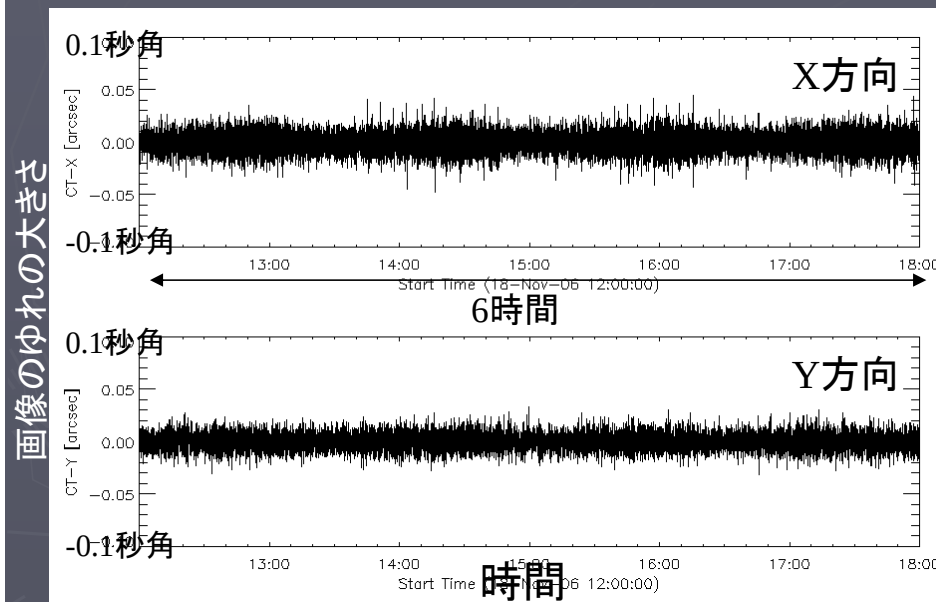


2006/11/26

21

搭載画像安定化装置の威力:0.01秒角(地上を見たら2.5cm相当)の画像安定度を達成

画像の「ゆれ」の大きさ



違う時間に撮像した
複数枚の画像を機上
処理する磁場観測の
精度向上に大きく貢献

注:必要スペック0.03秒角

注:安定度の実現には衛星姿勢制御による衛星ボデーの安定化も貢献している。

注:値は、rms値。

6時間の観測中、安定に0.01秒角
の安定度を達成

2006/11/26

22

「ひので」衛星の現状と今後

- ▶ 構想・提案から約10年、SOLAR-B(ひので)は、可視光とX線、撮像と分光の組み合わせにより科学的に極めてタイムリーなミッションとなり、今後大きな成果が期待できる
 - 「ひので」への国際的期待は極めて高い
- ▶ 試験観測の段階から画期的データを取得
 - 全部の望遠鏡の性能評価を継続中
 - この間の状況は、国立天文台「ひので」WEBで随時公表
 - 詳細データ解析はこれから本格化。
- ▶ 来年3～4月を目処に観測データを世界に公開。
 - 日本の大きな貢献

2006/11/26

23