

太陽観測衛星 「ひので」

清水 敏文

JAXA宇宙科学研究所 (ISAS/JAXA)

2013/8/9

2013年度 太陽研究最前線体験ツアー
2013.8.9

1

太陽観測衛星「ひので」

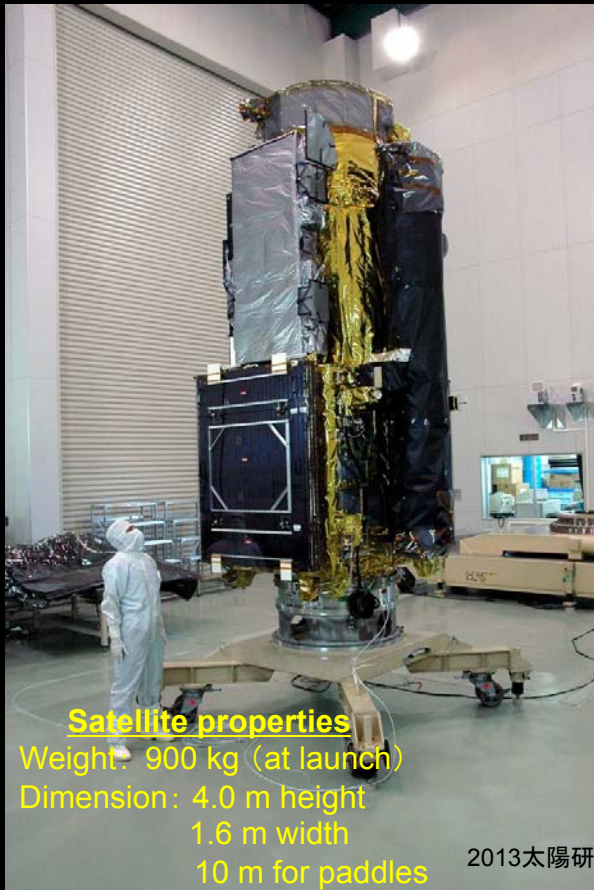


2013/8/9

2013太陽研究体験ツアー

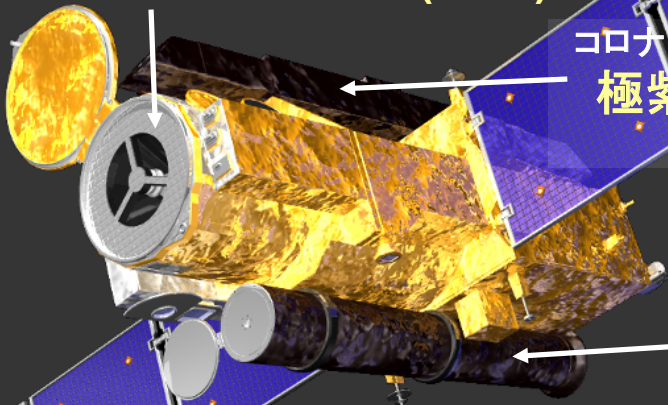
内之浦宇宙空間観測所
ロケット搭載直前クリーンルームにて

2



「ひので」(SOLAR-B) に搭載された高性能望遠鏡

世界初の高解像度(0.2-0.3秒角)の
3次元磁場計測を行う
可視光磁場望遠鏡(SOT)

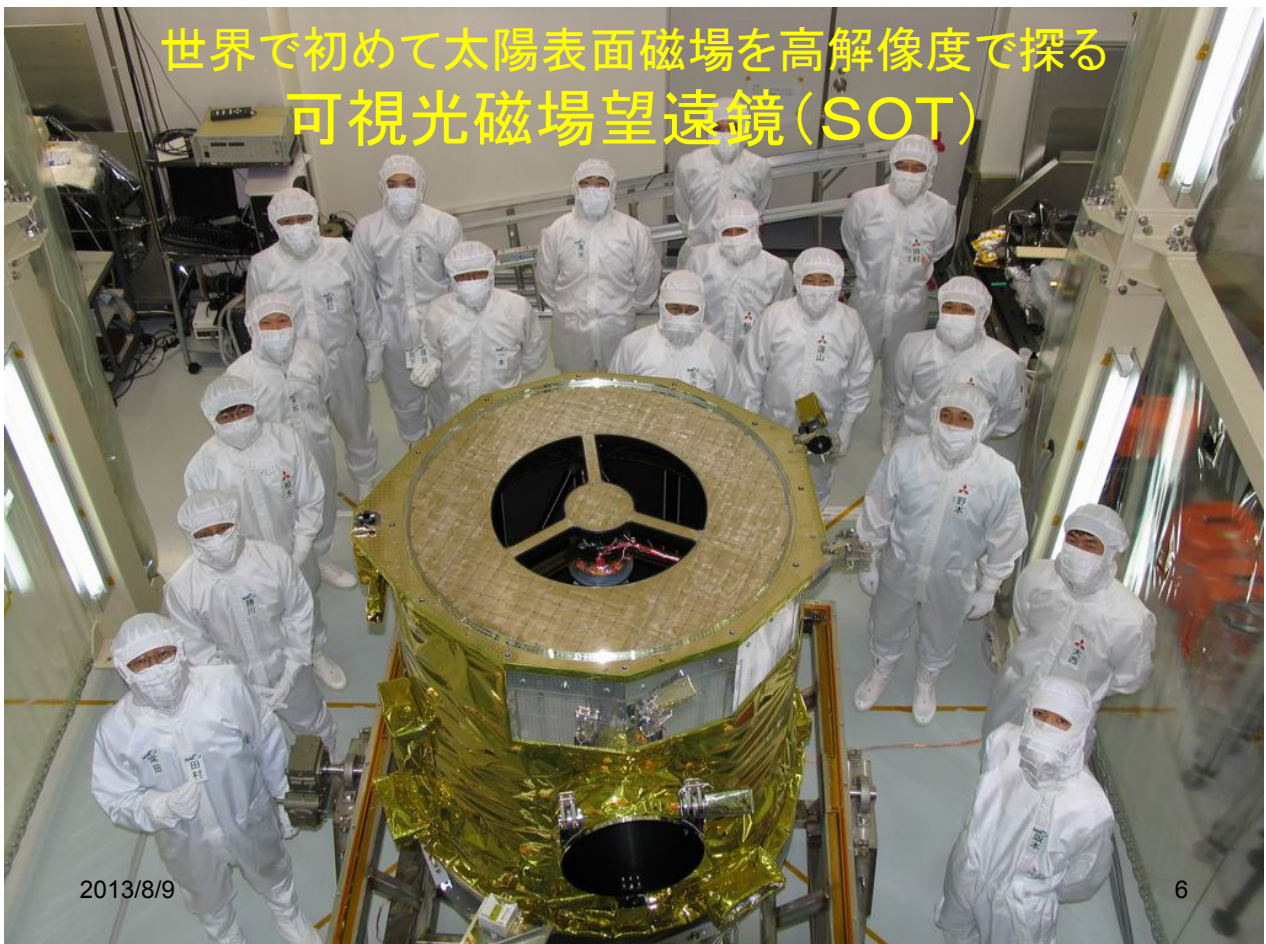


コロナ遷移層のプラズマ診断を行う
極紫外線撮像分光装置
(EIS)

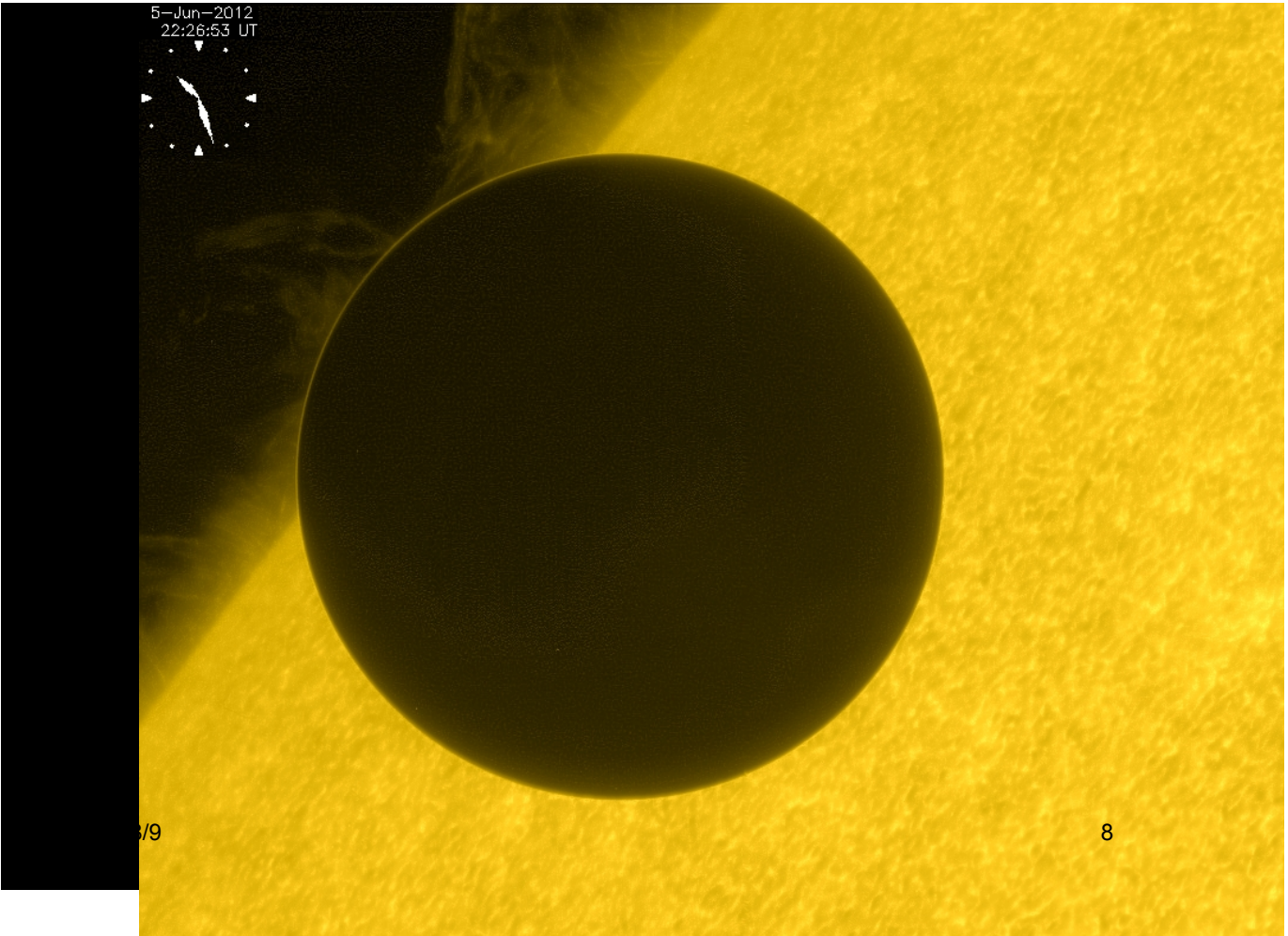
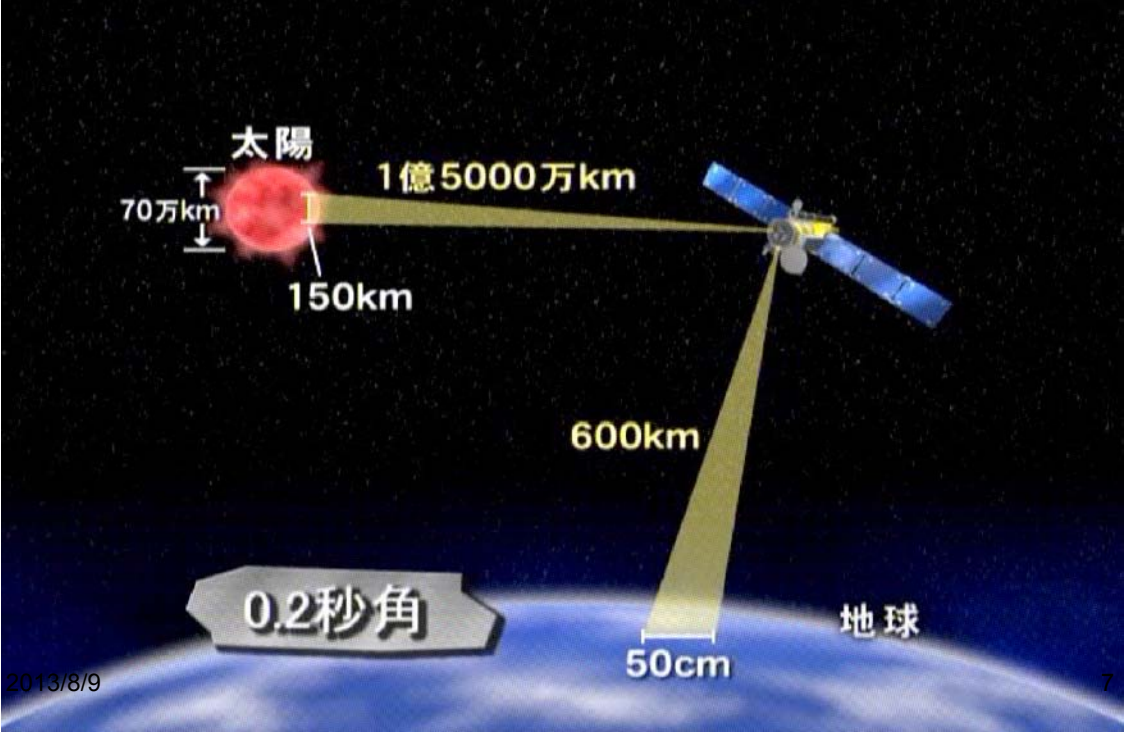
コロナ構造の高解像度
(1秒角)観測を行う
X線望遠鏡(XRT)

「ひので」: 観測的研究

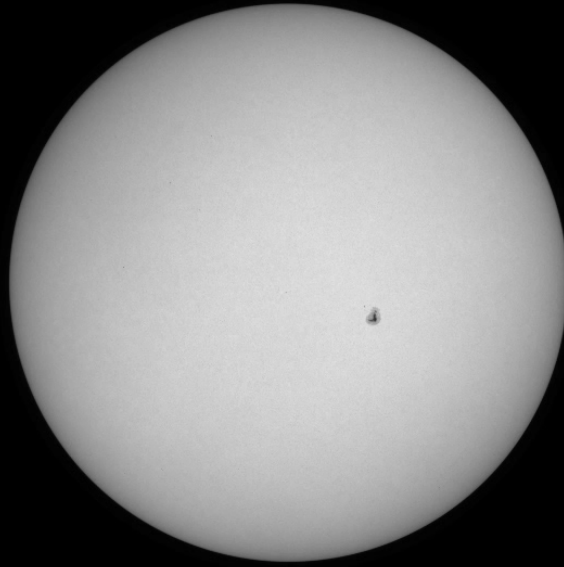
- 太陽研究における様々な最前線の課題に取り組む
- 観測量として重要なものは？
 - 太陽表面に分布する磁場を精度良く計測
 - 磁場のかたまりを区別するのに必要な高い空間分解能
 - ⇒ 可視光磁場望遠鏡
 - 同時に、コロナの加熱・ダイナミクスを診断する能力 – 画像、分光診断
 - ⇒ 極紫外線撮像分光装置、X線望遠鏡



太陽面0.2秒角=
地上を見れたら50cmのものを分解する能力



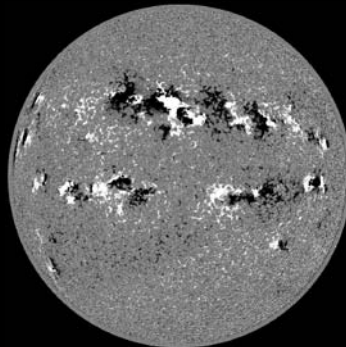
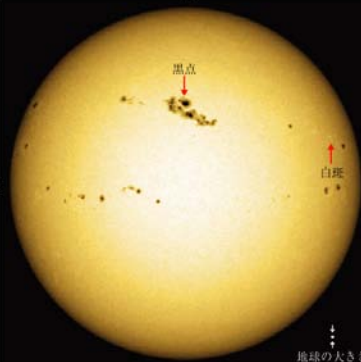
黒点
対流運動



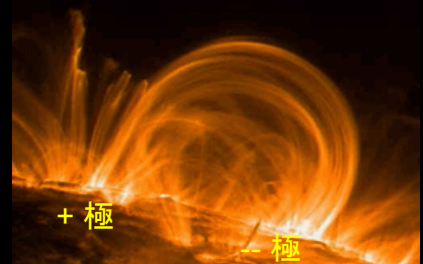
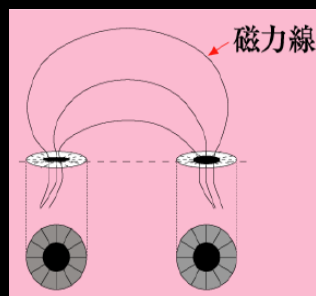
171,000 km

黒点：巨大な磁束の切り口

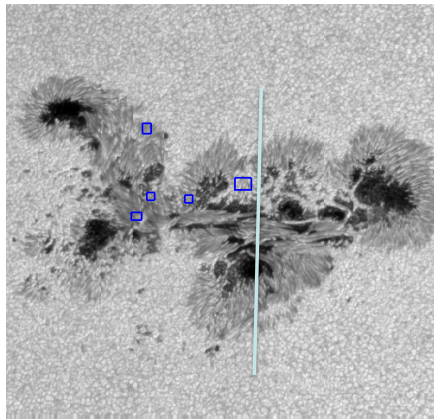
マグネトグラム
白：正極、黒：負極



• 棒磁石のような



極端紫外線で見たコロナ
正負の磁極をつなぐ高温プラズマ
に満たされた“コロナループ”



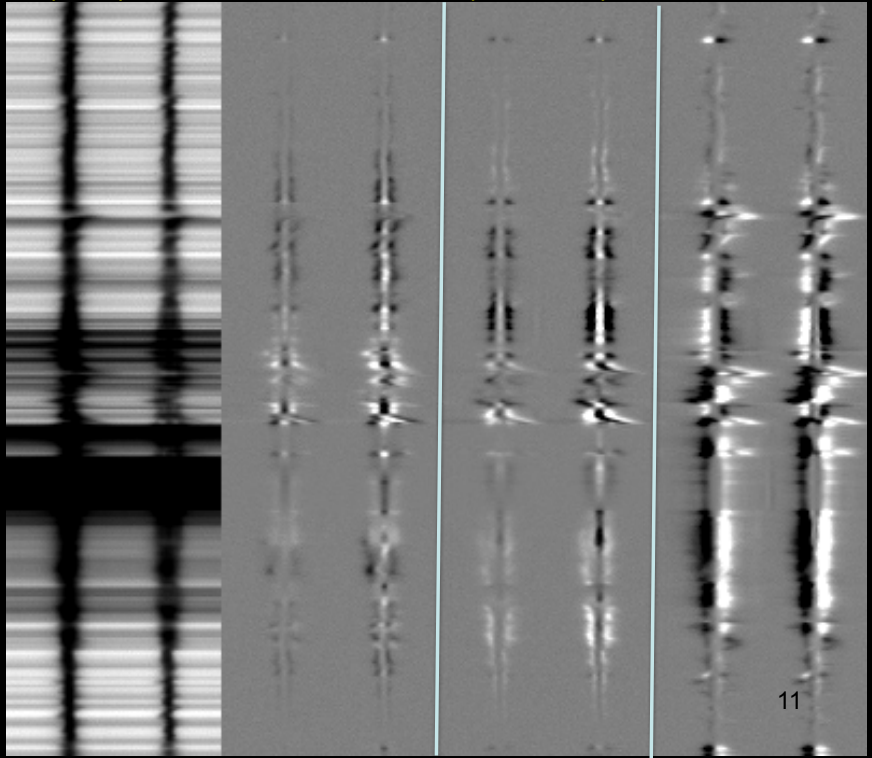
Fe I 630.15 + 630.25 nm

ストークスI
(強度)

ストークスQ
(直線偏光)

ストークスU
(直線偏光)

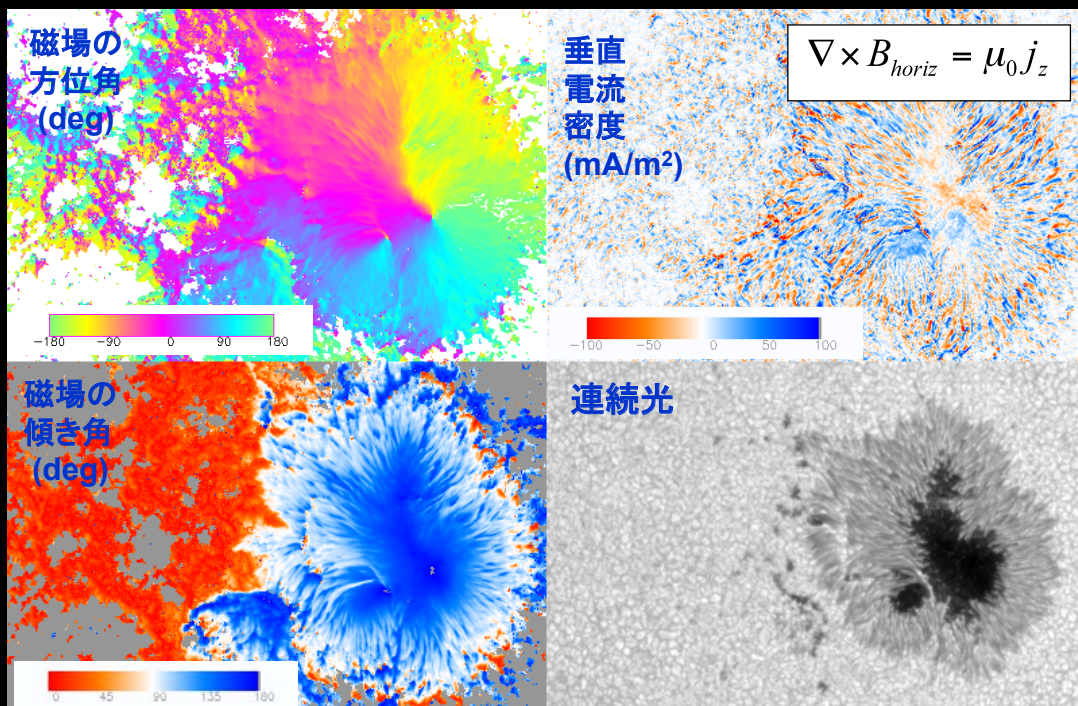
ストークスV
(円偏光)



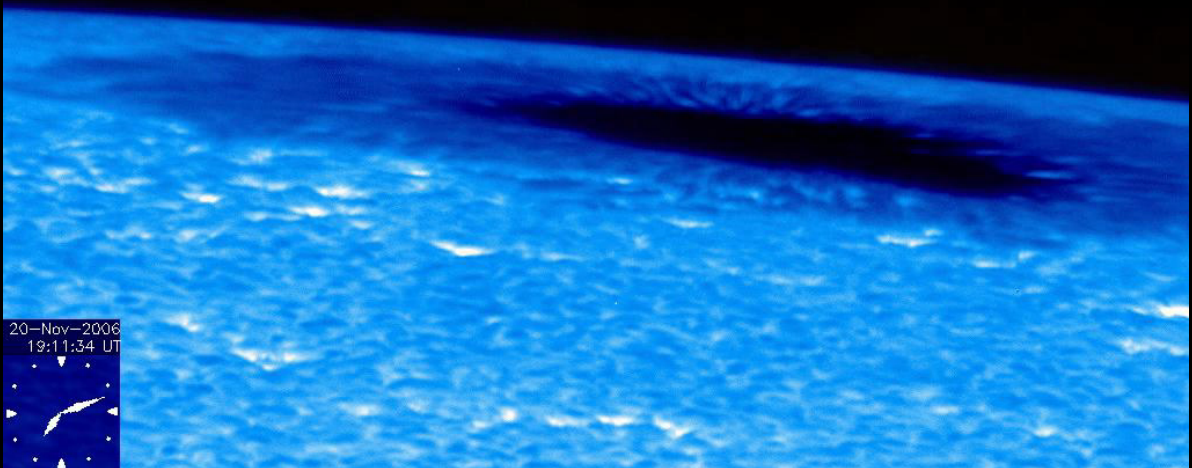
ゼーマン効果

11

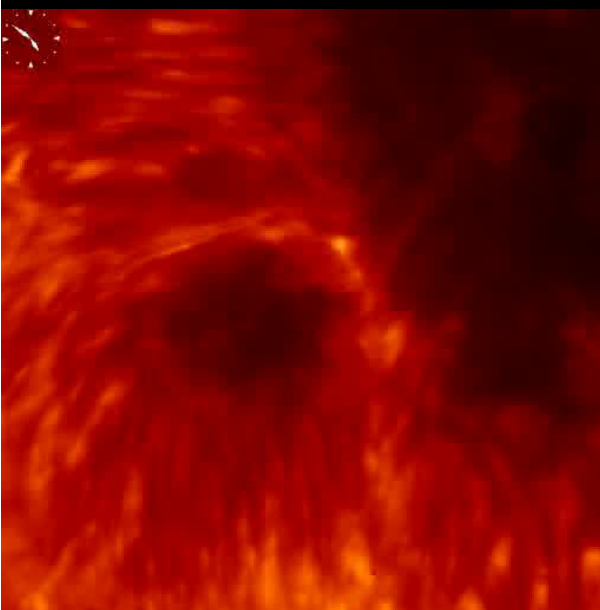
– 太陽表面(光球)での太陽磁場の形態・性質をあばく
磁場のベクトルを高解像度かつ精密に計測することが初めて可能に。



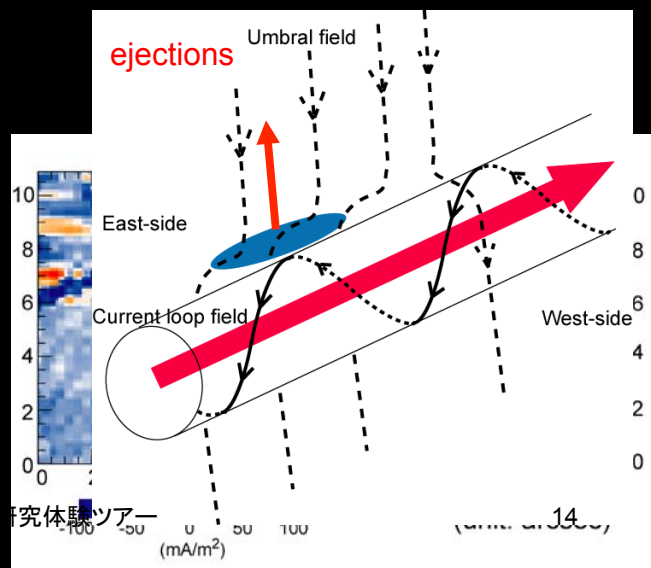
「ひので」撮像観測が明らかにした「単なる光球-コロナの中間層」との認識を覆す活動的な彩層



「黒点ライトブリッジ」での彩層ガスの噴水
 浮上してきた「電流が流れる(=ねじれた)磁気管」が
 そこには存在する。爆発発生との重要な関係

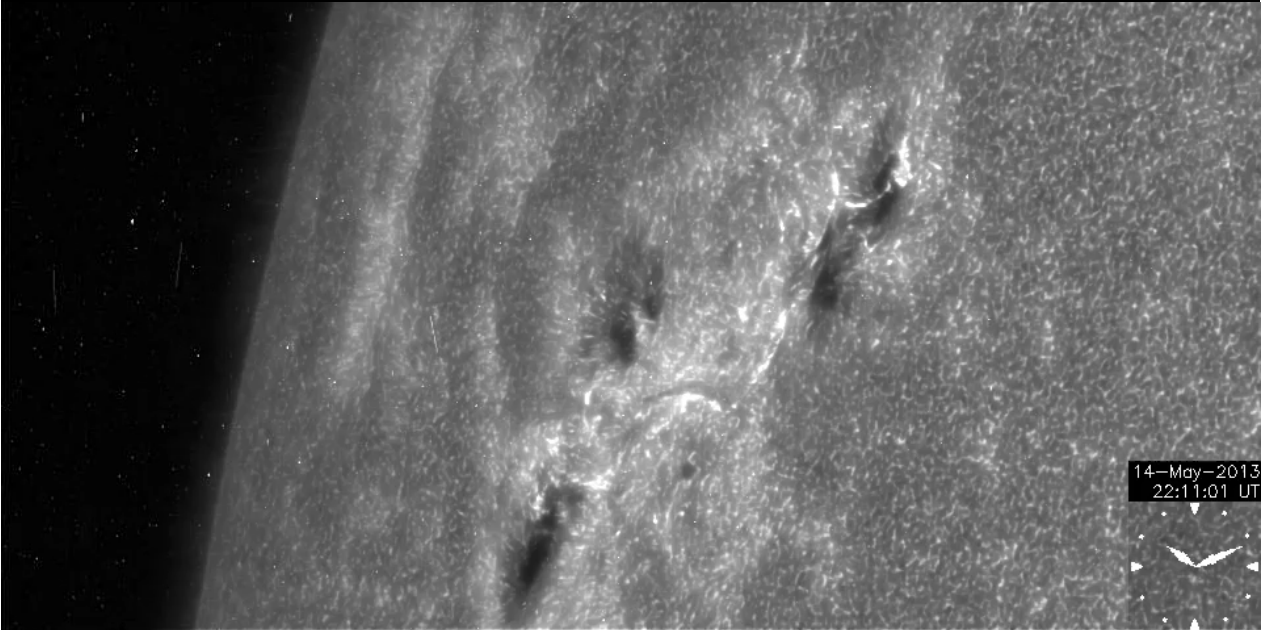


らせん状の磁場
 (エネルギー蓄積)



ねじれた磁力管と黒点磁場との間で、磁場エネルギーの解放 “磁気リコネクション” まだまだ分からないことが多い物理素過程

先月発生した大フレア

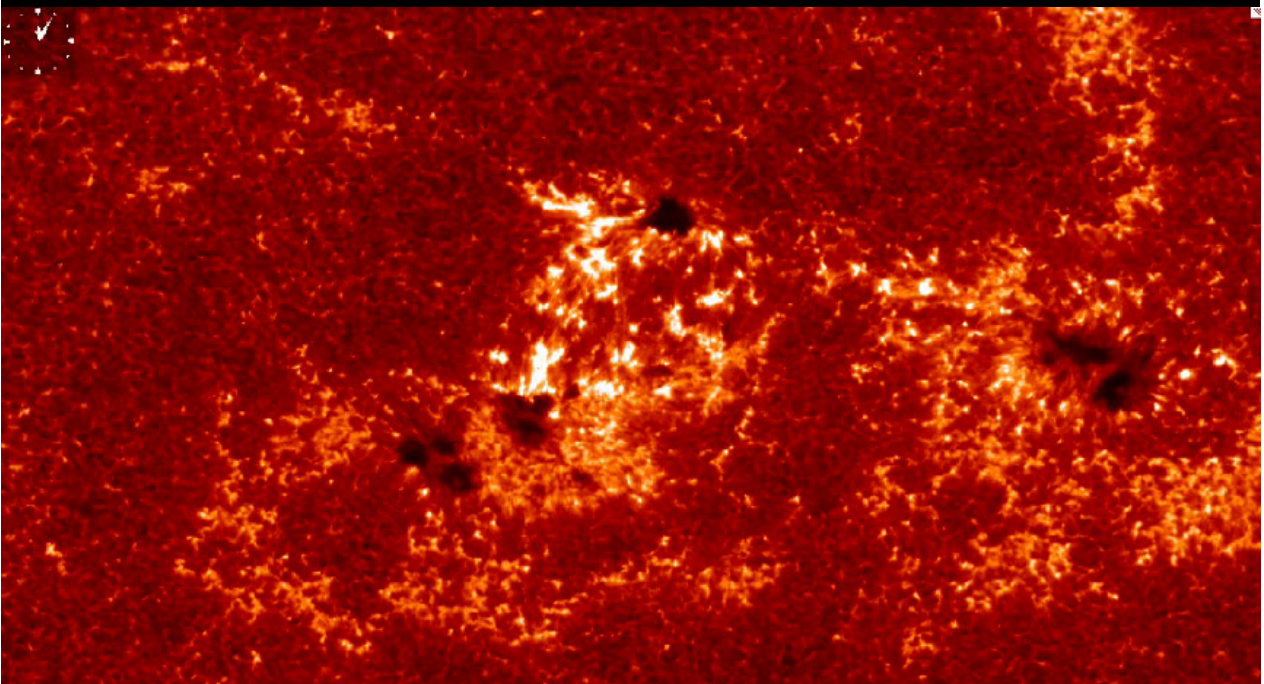


2013/8/9

2013太陽研究体験ツアー

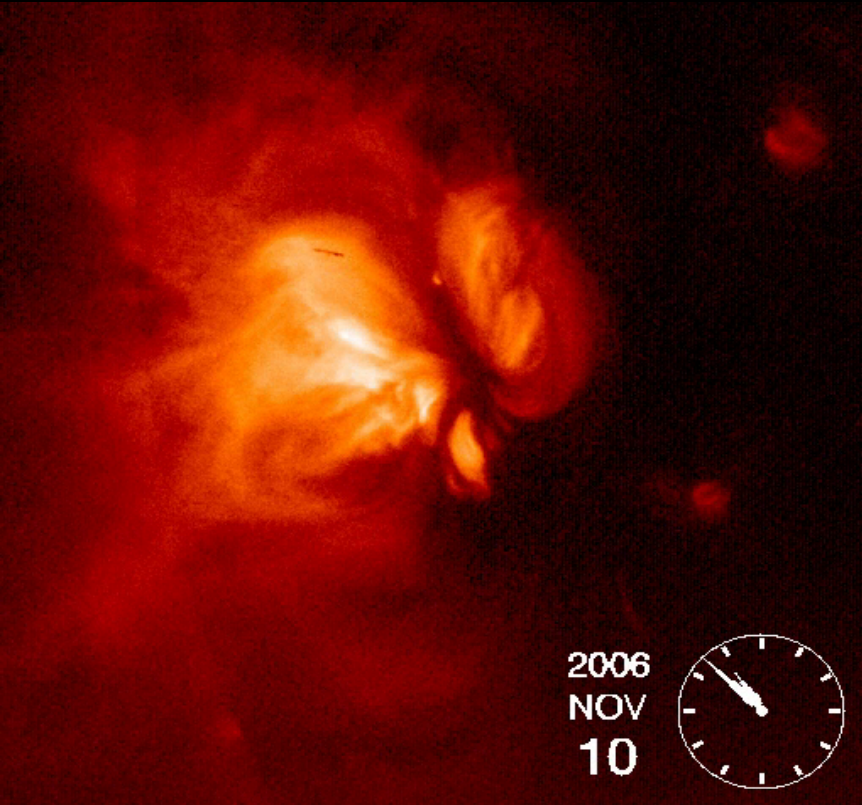
15

太陽表面の磁場の出現：“磁気浮上活動” 磁場浮上、フレア活動トリガー、黒点形成~散逸の物理過程



2009年12月29日~2010年1月2日のCa II H線フィルタ連続観測

X線撮像・極紫外線分光による太陽コロナ観測



X線望遠鏡(XRT)

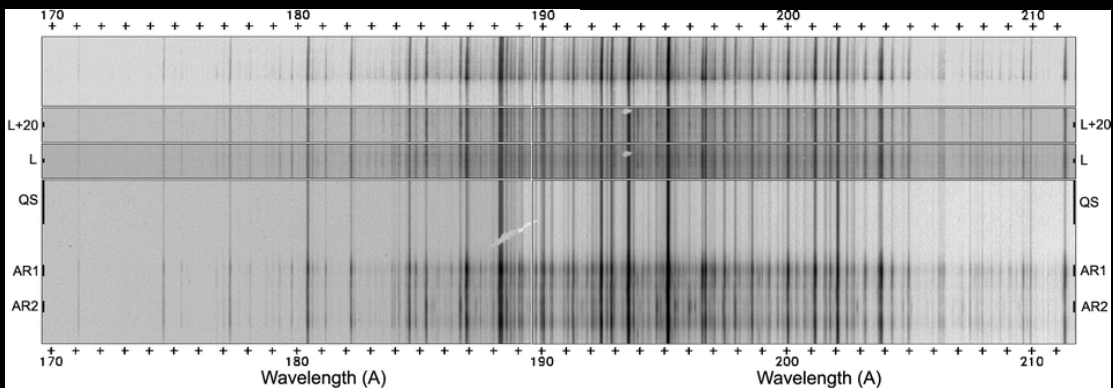
撮像による連続観測
 数10万度プラズマ
 小爆発(マイクロフレア)で満ち溢れた世界

爆発現象
 コロナ加熱

紫外線輝線分光によるプラズマ診断

注: 黒い程、輝線強度が強い

リム
 静穏領域
 活動領域



Brown et al. 2008 ApJS

紫外線撮像分光装置(EIS)は、集光鏡、スリット、グレーティング、CCD検出器から成る分光器。171-211Å, 245-291Åの紫外線2バンドを分光。コロナ遷移層起源の輝線。

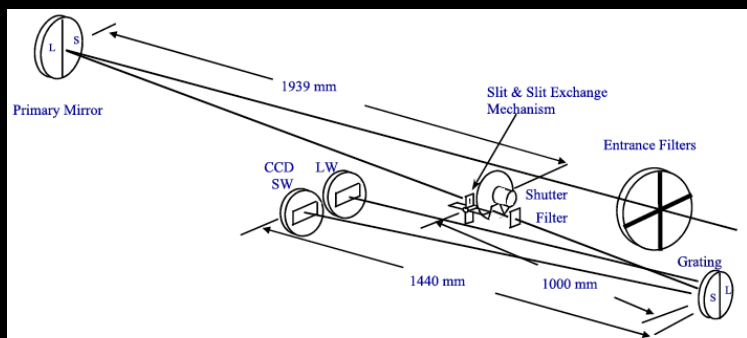
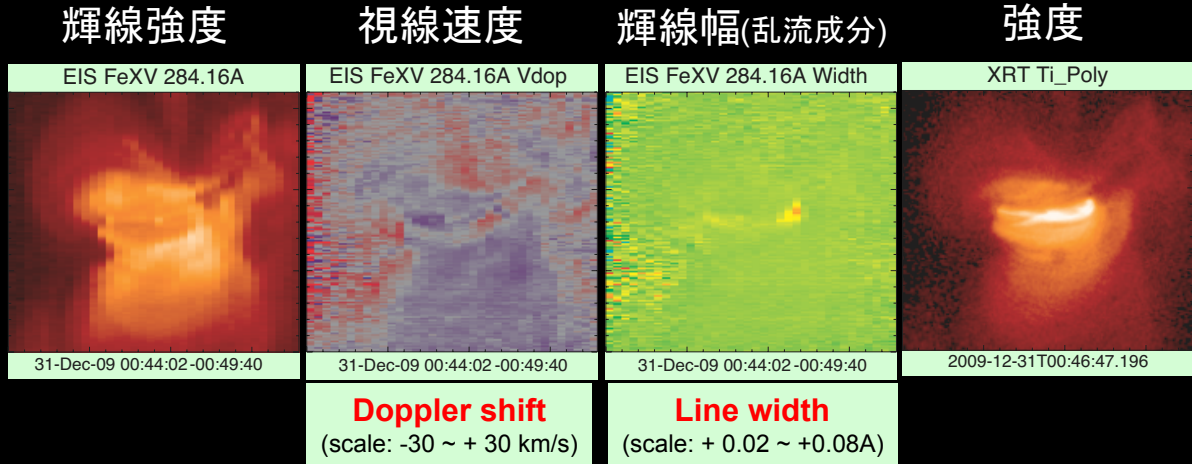


Figure 1 Optical layout of the spectrometer. Components are labeled and dimensions are given in mm. S/SW and L/LW refer to short and long wavelength bands.

極紫外線輝線の分光による コロナプラズマの診断

Fe XV輝線 (高階電離した鉄、200万度)

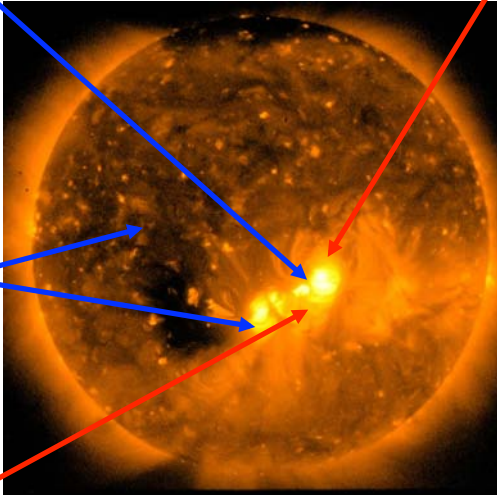
軟X線画像
強度



輝線プロファイルのモデルフィッティングによって、視線方向の速度や乱流速度、密度/温度など物理情報の診断ができる

「ひので」をベースにした観測的研究テーマ

※ 宇宙研太陽グループ関係者が推進する研究テーマ



軟X線で見た太陽

**磁気リコネクション等
プラズマ基礎過程**

- 様々な彩層ダイナミクスの起源
- 実験室プラズマ実験や地球磁気圏のリコネクションとの比較
- コロナの爆発的ダイナミクス(マイクロフレア等)の磁氣的起源

**彩層・コロナの加熱、
太陽風加速過程**

- 活動領域コロナ(コロナループ)の加熱・ダイナミクス
- 彩層・コロナで発見された波動(アルヴェン波)

**太陽磁場の動的
形成・発展過程**

- 黒点・活動領域の浮上・形成および磁場崩壊過程
- 静穏領域の3次元磁場のダイナミクス

太陽磁場のサイクル性

- >6年間蓄積された「ひので」磁場データに基づく、太陽磁場・速度場の長期変動の把握

太陽圏研究との連携

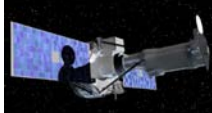
- 低速太陽風の流出源の同定
- 地球磁気圏のリコネクション研究との比較
- 「宇宙天気」研究

**IRIS衛星・地上観測、実験
室プラズマ実験との連携
による研究の深化**

彩層分光を行うIRIS (2013.7に打上)

爆発現象の基礎過程

- 光球・彩層磁場のダイナミクスとフレアのエネルギー蓄積・発生
- 白色フレアと粒子加速機構



「ひので」の科学運用



各大学、研究機関からの研究者、大学院生の参加によって、科学運用が宇宙研にて行われている。

- 最新観測を自分自らで先導して実施できる機会
- 取得した最新データに世界で一番早く触れ、解析テーマを見つける機会

「ひので」の科学観測運用の様子 (NHK BSコズミックフロント番組から)



宇宙科学研究所 (ISAS)

日本の宇宙科学の核となる大学共同利用機関

- 神奈川県相模原市
- 飛翔体: 科学衛星、観測ロケット、気球、宇宙ステーション
- 理学と工学
- 理学としては、X線、赤外線、電波天文、宇宙プラズマ、固体惑星等のグループ。

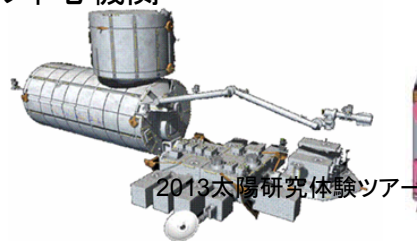


宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

- 平成15年10月、文部科学省宇宙科学研究所(ISAS)、航空宇宙技術研究所(NAL)及び宇宙開発事業団(NASDA)が統合して独立行政法人機関として発足
- 日本の宇宙開発の中心機関



はやぶさ



2013/8/9

2013太陽研究体験ツアー

23

宇宙科学研究所 太陽(ひので)グループ

研究活動の主な2つの柱

- 「ひので」等による観測的太陽関連研究の推進
 - ✓ 太陽磁場、大気ダイナミクス、コロナ加熱など、太陽磁気流体現象の解明
- 飛翔体用望遠鏡技術の開発研究の推進
 - ✓ 2020年ころに実現を目指す次世代太陽観測衛星(Solar-C)に搭載する世界最先端の観測望遠鏡の実現に向けて

2013/8/9

2013太陽研究体験ツアー

24

大学院生受け入れ(2ルート)

- 東京大学大学院・理学系研究科・地球惑星科学専攻
✓ 学際理学講座・兼任准教授 清水 敏文
- 総合研究大学院大学・宇宙科学専攻
✓ 兼任准教授 坂尾太郎、松崎恵一

連絡先(見学訪問等いつでも歓迎):

清水 敏文

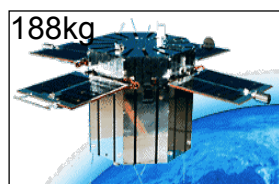
居室: JAXA宇宙科学研究所 新A棟7階1753

電話: 050-3362-4663

メールアドレス: shimizu@solar.isas.jaxa.jp

Hinode/XRT: 2007-01-03 16:19:03UT

日本は飛翔体による 太陽の磁気流体现象 の研究で世界を先導



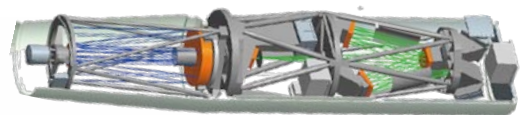
188kg
ひのとり(ASTRO-A)
1981-1982



390kg
ようこう(SOLAR-A)
1991-2001



ロケット実験 XDT 1998



ロケット実験 CLASP 2015春



900kg
ひので(SOLAR-B)
2006-

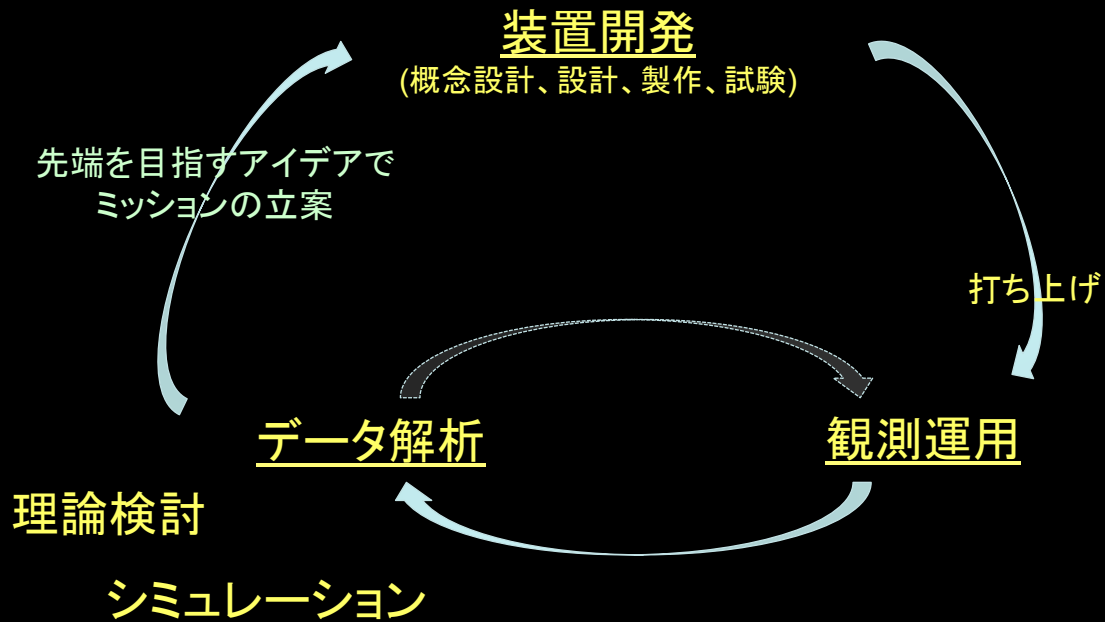
SOLAR-C
2019?

大学院入学@1990

スタッフ@1998

現在@2013

宇宙空間からの観測的研究活動



周期が長いため、タイミングによって大学院生時代における研究活動の重点部分が異なってくる。

「ようこう」開発の最終段階に飛び込んだ修士院生

M2の私:「ようこう」打ち上げ直前(1991.8, 鹿児島・内之浦にて) 軟X線望遠鏡の最終テレメトリを点検中

「ようこう」の打ち上げ 1991.8

- 「軟X線でのコロナ撮像観測」に大きな魅力を感じて。

- 「マイクロフレア」によるコロナ加熱

「ようこう」の観測運用・解析をやりながら、将来どんな観測を行うべきか? を考えた

- 「コロナ(の成因・ダイナミクス)」と「太陽表面の磁場」のつながり

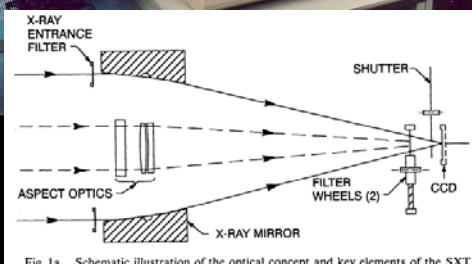


Fig. 1a. Schematic illustration of the optical concept and key elements of the SXT.

