



---

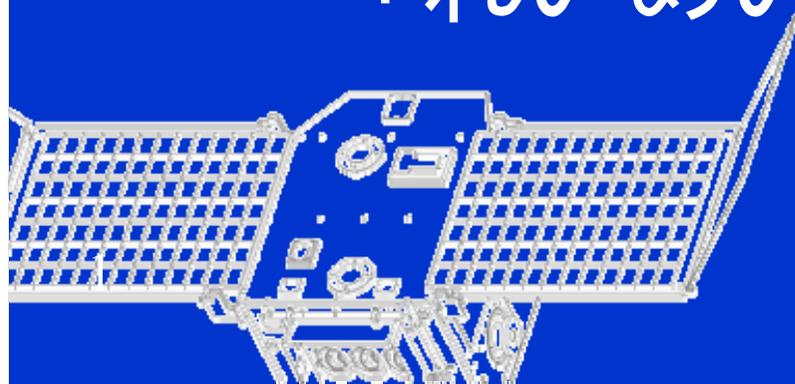
# 「れいめい」の現状と今後の予定

2005年11月9日

宇宙航空研究開発機構

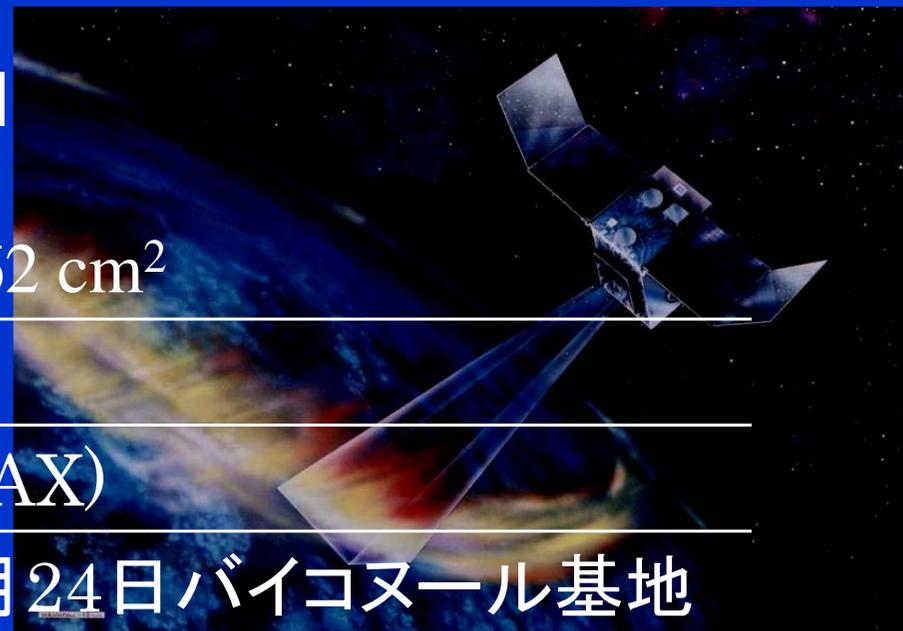
宇宙科学研究本部

「れいめい」チーム 齋藤宏文



# INDEX (れいめい)の概要

サイズ	72 x 62 x 62 cm <sup>2</sup>
重量	72 kg
電力	160W (MAX)
打上げ	2005年8月24日バイコヌール基地よりドニエプルロケットで打上げ
ミッション期間	1ヶ月(延長期間2ヶ月)
科学ミッション	オーロラ微細構造の観測 (カメラと粒子センサー)
工学ミッション	7項目の新規技術の実証
開発体制	スタッフ/学生とベンチャーによる 独自開発



# 7つの工学的挑戦

- 70kg級衛星の定常的**3軸姿勢制御** (0.05° 決定、0.1° 制御)
- 民生高速プロセッサによる**統合化衛星制御** (SH-3, 60MIPS, 0.5W, 多数決)
- 民生ラミネート実装の**リチウムイオン2次電池**
- **薄膜反射器による 太陽集光パドル**
- **可変放射率素子**
- 車載品を転用した**超小型GPS受信器**
- **小型地上局 (Sバンド3mアンテナ)**

## ISAS/JAXA 相模原キャンパス局



- 研究棟屋上に3mアンテナを新設
- ダウンリンク131Kbps\* / アップリンク1Kbps
- 軌道決定
  - ワンウェイドップラー
  - NORAD/TLE 情報
  - 搭載GPS
- 学生3名 + 職員で運用。  
運用ソフトは自製/ベンチャー。
  - >> **柔軟な運用、地上系の順次改良可能**



\*The onboard S-band transmitter (STX) is in the high-power mode. The mode is limitedly used when the satellite faces a critical situation.

# 「れいめい」のミッション達成内容(1/2)



試験技術／ミッション機器	軌道上成果
民生プロセッサによる統合化衛星制御	軌道上動作確認。放射線異常、機能異常なし。
70kg衛星の定常的3軸姿勢制御	軌道上動作確認。制御精度約 $0.1^\circ$ 。決定精度約 $0.05^\circ$ 。70kg以下の3軸衛星は、世界でも数例しかない。
薄膜反射器による太陽集光パドル	軌道上動作確認。160Wmax発生。増倍率1.2～1.3。現在まで劣化なし。Boeing BSS702の反射率劣化への対策有効性をモニター継続。
民生ラミネート実装リチウムイオン2次電池	軌道上動作確認。1000サイクル経過正常。ラミネート実装品のポッティング技術の確立。
民生品超小型GPS受信機	軌道上動作確認。コールドスタート7分。測位ランダム雑音0.5m。車載GPS受信機の宇宙用改修品。

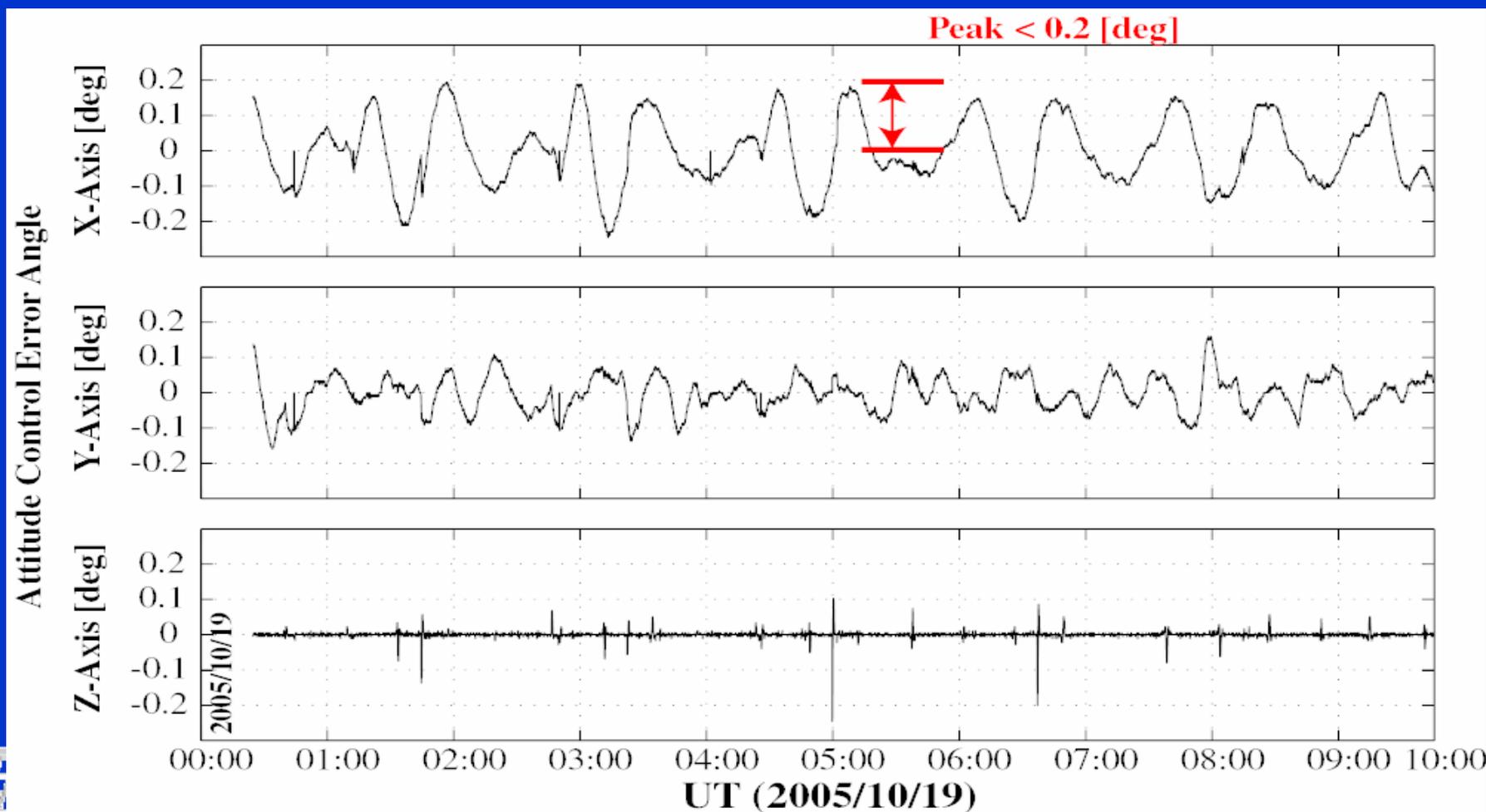


# 「れいめい」のミッション達成内容(2/2)

民生光ファイバージャイロ	軌道上動作確認。温度制御0.2℃。バイアス安定性良好。温度制御によるバイアス安定化を実証。民生品。
フレキシブルな可変放射率素子	軌道上動作確認。日陰時の太陽パドルの温度降下が緩和。初搭載。
耐放射線性民生SOIメモリー	軌道上動作確認。放射線異常なし。民生高温用途品。
クリープのないβ-チタンネジ	打上げ環境に耐えた。ISAS/JAXAと民間の開発品を初搭載。
小型3m追跡局	Sバンド。ダウリング131Kbps。アップリング1Kbps。Windows PC と小型送受信機で構成されたフレキシブルな地上局。
オーロラカメラ(MAC)	オーロラの2チャンネル同時動画像取得した。観測継続。
電子/イオン分析器(E/ISA)	極域での電子/イオン計測取得した。観測継続。

# 姿勢制御機能

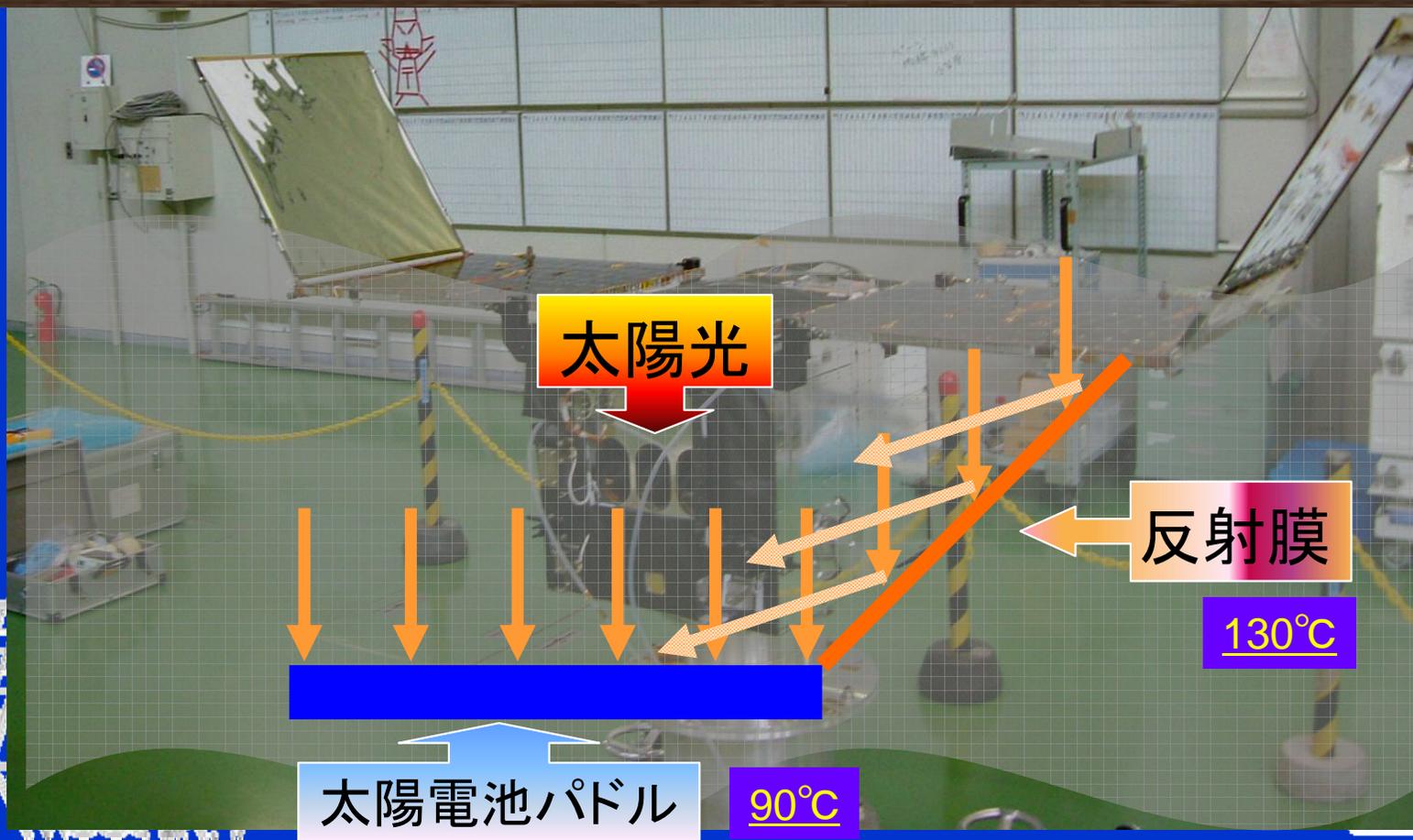
70kg級小型衛星で、定常的3軸姿勢制御を達成した  
10/27現在では、制御精度 $0.1^\circ$ 、決定精度 $0.05^\circ$ に改善した。



定常的3軸制御精モード(10/19)

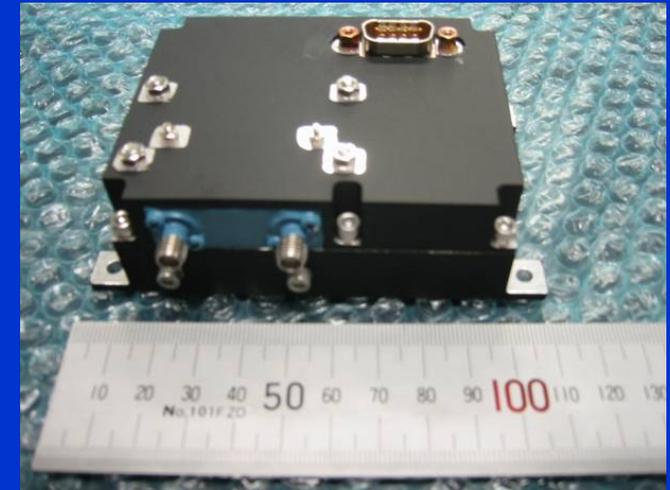
# 薄膜反射器による太陽集光パドル

- ディンプルレスハニカムパネルに高効率3接合太陽電池を貼付けた太陽パドル。太陽を集光するために、両面アルミ蒸着の25 $\mu$ mカプトン薄膜反射器を展開。
- 反射膜の汚染防止のために、反射膜温度を太陽パドル温度より高く設計した。
- 現在まで、反射率の劣化なし。
- 発生電力 **160W観測**。
- 増倍率 **1.2~1.3**。

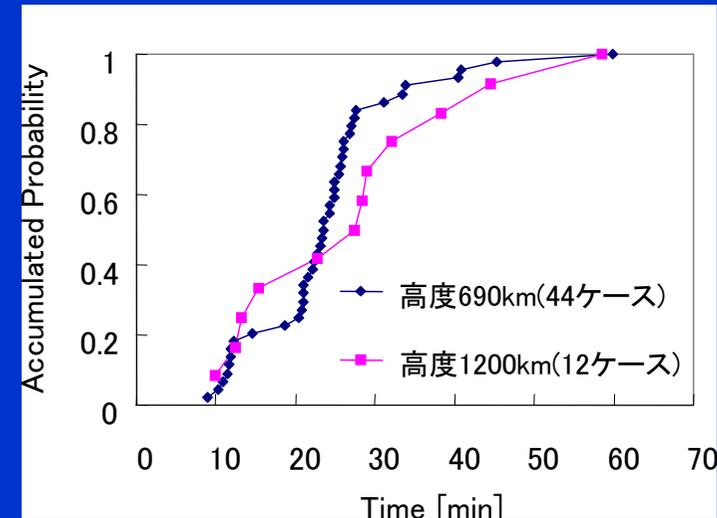
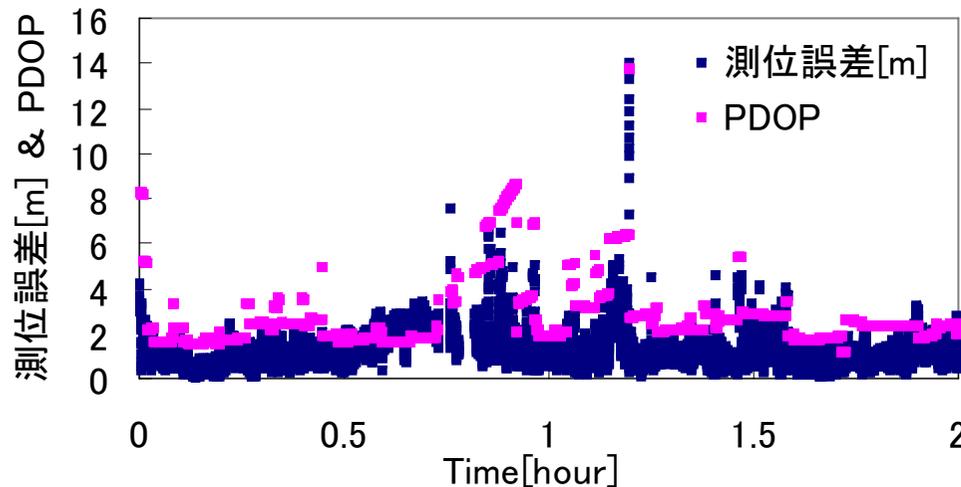


# 超小型GPS受信器

- カーナビ用を改修(サーチ周波数を拡大)
- 測位精度3m(電離層効果含めて約15m)
- 小型232g(RFハイブリッド込み)
- 20krad 放射線耐性
- SELフリー(200MeVプロント)
- 軌道上データ:コールドスタート、7分後に測位開始。ランダム誤差:0.5m



FM - GPS受信器



コールドスタート測位開始  
時間(シミュレーション)

# オーロラ観測

## 多波長オーロラカメラ (MAC)

### 科学目的

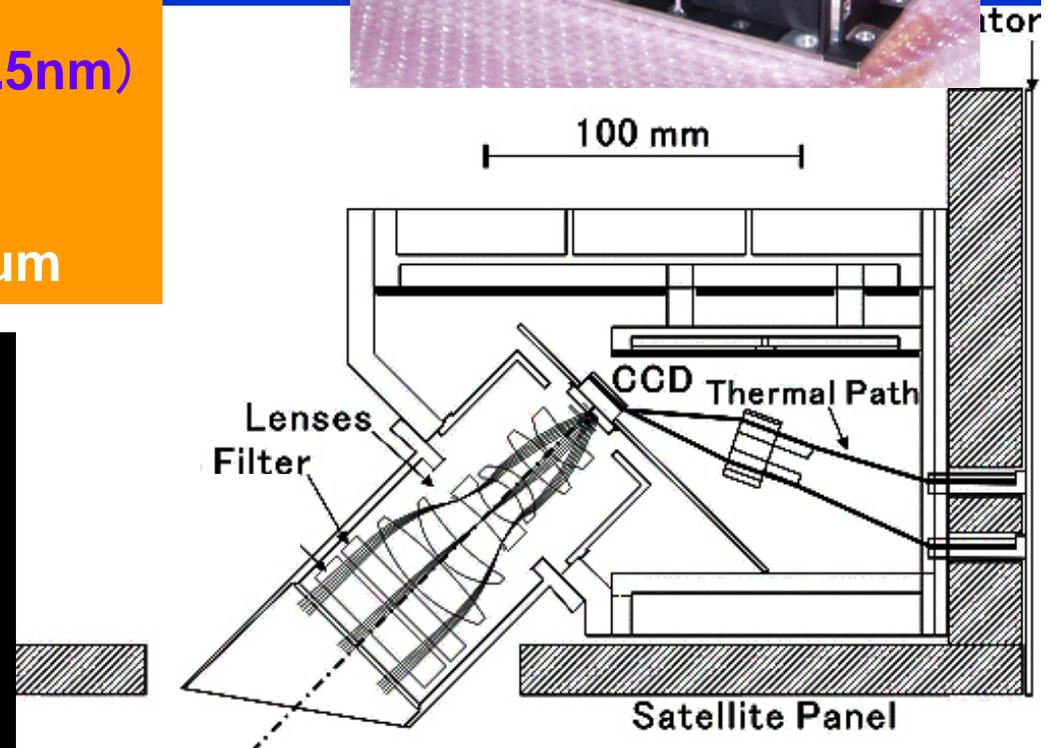
- 高い時間／空間分解能 (8Hz、2km)
- 3波長

### オーロラ発光帯

- $N_2^+$  1st Negative Band : 427.8nm (\*  $\Delta=2.5\text{nm}$ )
  - OI Green line : 557.7nm ( $\Delta=1.6\text{nm}$ )
  - $N_2$  1st Positive Band : 670nm ( $\Delta=38\text{nm}$ )
- \*  $\Delta$  full width half maximum

### カメラのパラメータ

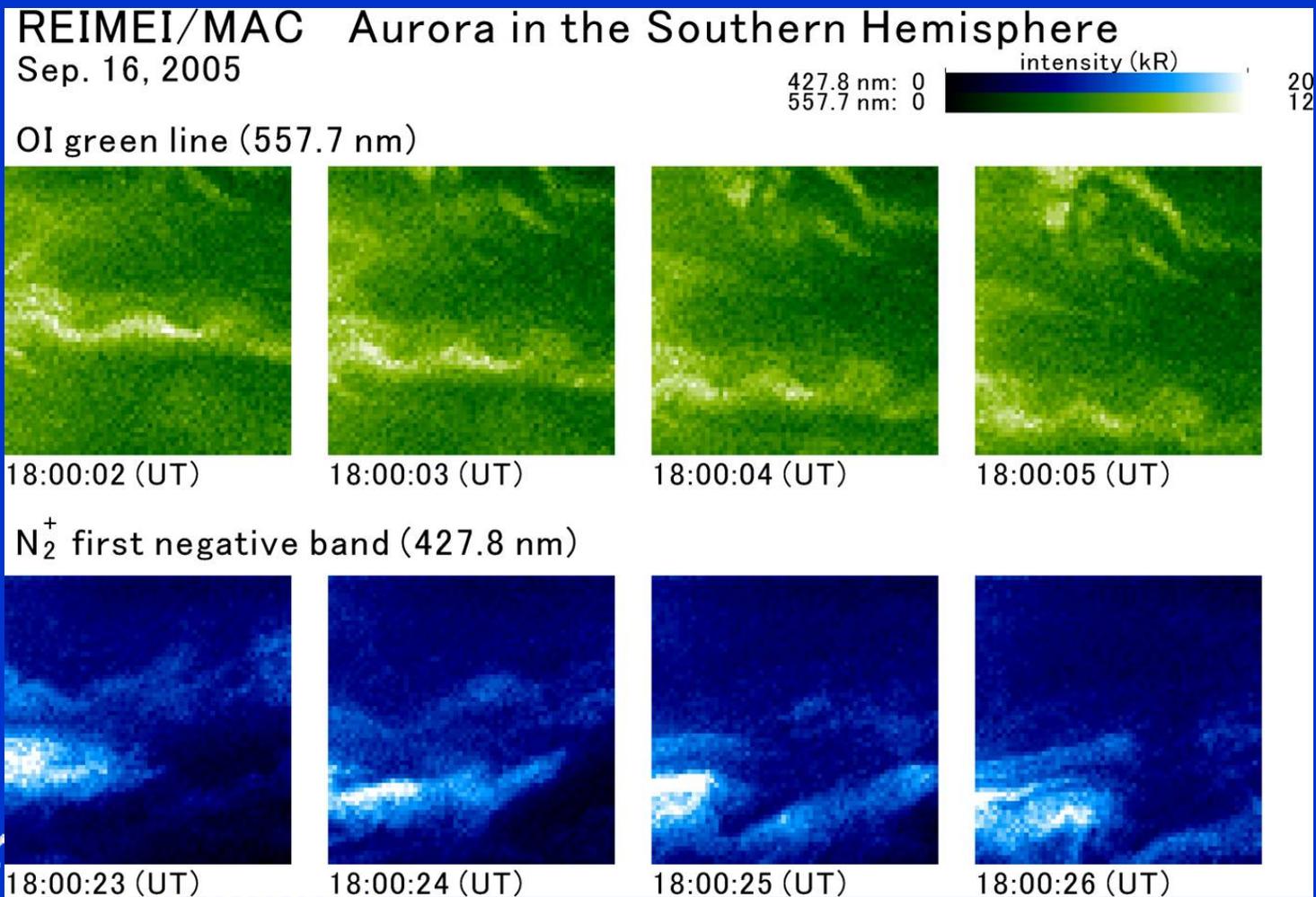
- Channel number : 3
- Objective Lenses :  $f = 50\text{mm}$ , F/1.5
- CCD :  $1024 \times 1024$  pixels, interline binning 16x16, 8x8, 2x2 pix.
- Field-of-view :  $7.6^\circ$
- Weight : 4580 g
- Power : 11W(1ch), 13W(2ch), 15W(3ch)



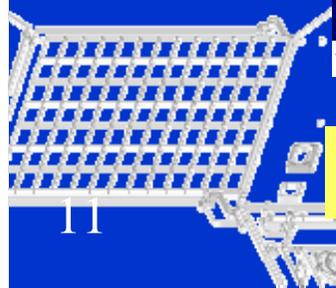
# 「れいめい」によるオーロラの初観測



上段：酸素の緑色オーロラ、下段：窒素の青色オーロラ

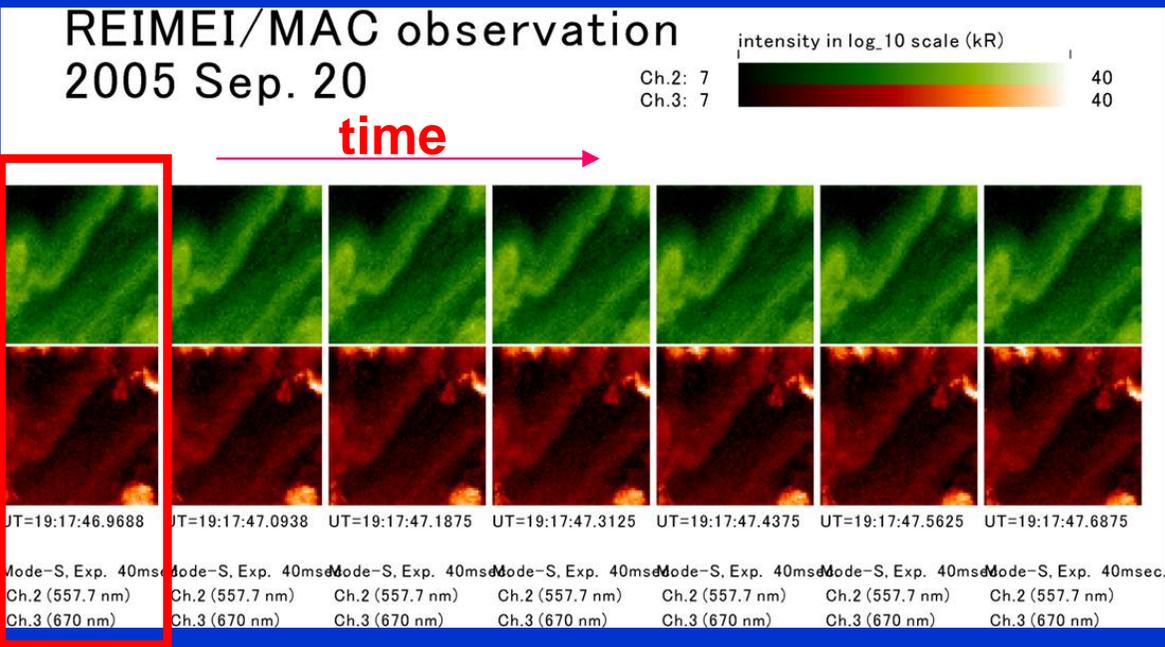


動的なさまざまなオーロラを撮影した。



# 同時 2チャンネルのオーロラ観測

上段：酸素の緑色オーロラ(1秒毎)  
 下段：窒素分子の赤色オーロラ(1秒毎)  
 右：420kmにわたり重畳させた画像



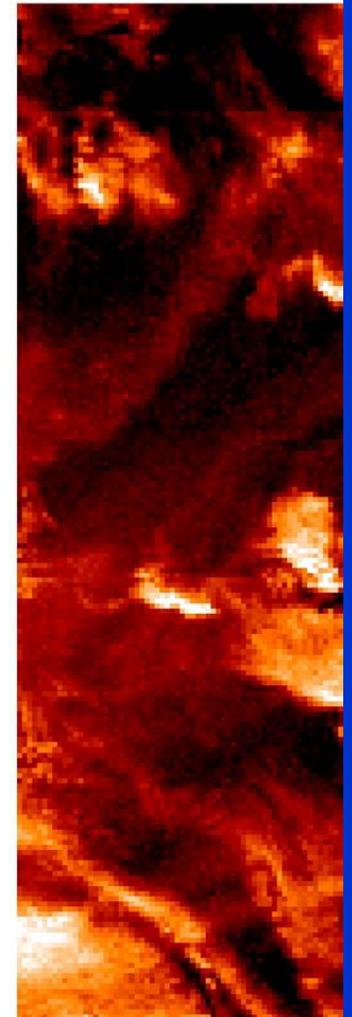
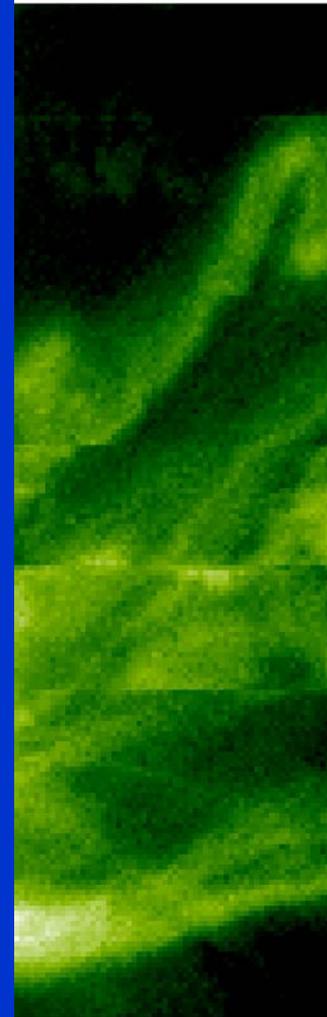
明るい複雑な酸素緑色オーロラと暗い窒素赤色オーロラが同時に発生している。

REIMEI/MAC observation

Sep. 20, 2005  
 UT=19:17:29-19:17:55  
 Mode-S, Exp. 40msec.

Ch.2 (557.7 nm)

Ch.3 (670 nm)



420km

intensity in log<sub>10</sub> scale (kR)



# 電子エネルギー分析機(ESA)初期観測

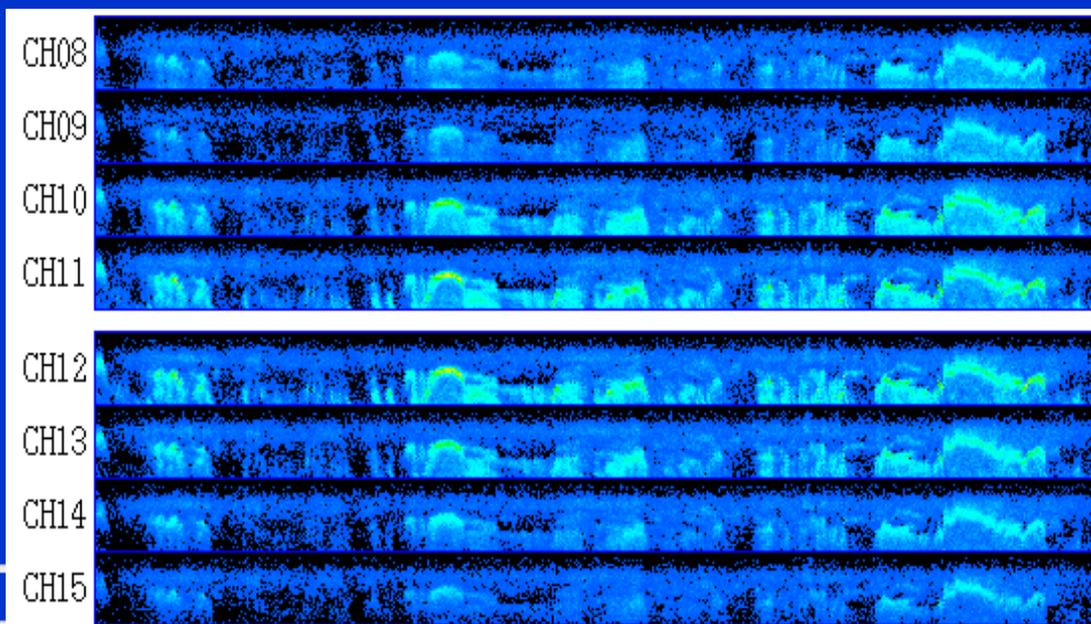
- 2005/10/24 15:35UT
- 南極上空夜側オーロラ帯
- 磁力線トラッキングモード
- オーロラ電子の微細な構造を捉えることに成功

エネルギー

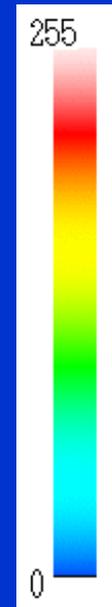


時間

電子の  
降りこみ



12keV  
0.01keV



カウント

20s (~150km)

(未校正データ)

# 「れいめい」の今後の運用

- 当初の工学的ミッション目的は達成された。
- 今後は以下の項目についての軌道上データを継続取得していく。

工学 — リチウムイオン電池のサイクル寿命特性  
薄膜反射器の特性の長期モニター

理学 — オーロラ撮像と粒子計測の同時観測  
地上光学／レーダーとの共同観測

— オーロラ発生ダイナミクスと詳細構造の科学的解明