

# CIBER/LRSによる 黄道光の近赤外線スペクトル

津村耕司

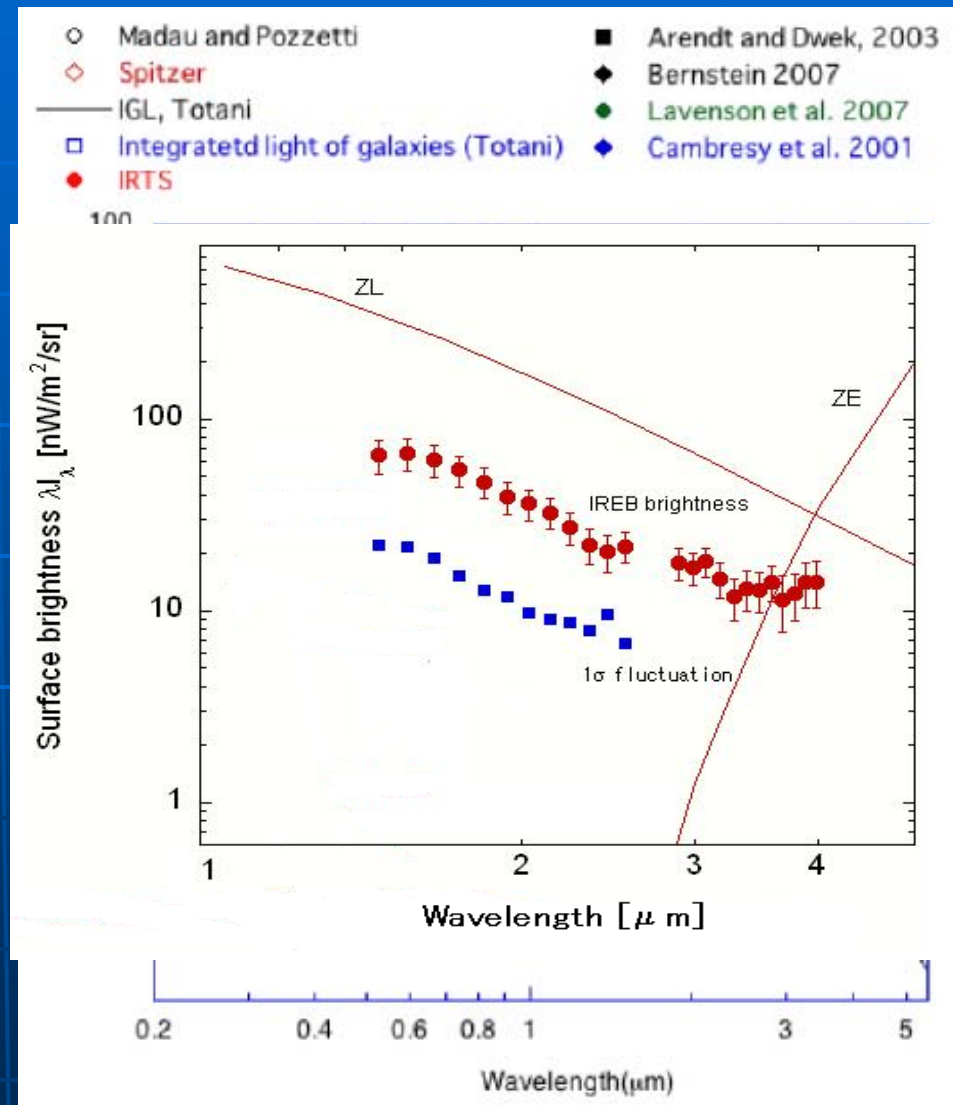
東京大学大学院 理学系研究科 天文学専攻 博士3年  
宇宙科学研究本部 赤外・サブミリ波天文学研究系  
日本学術振興会 特別研究員(DC-2)

with

CIBER collaborators

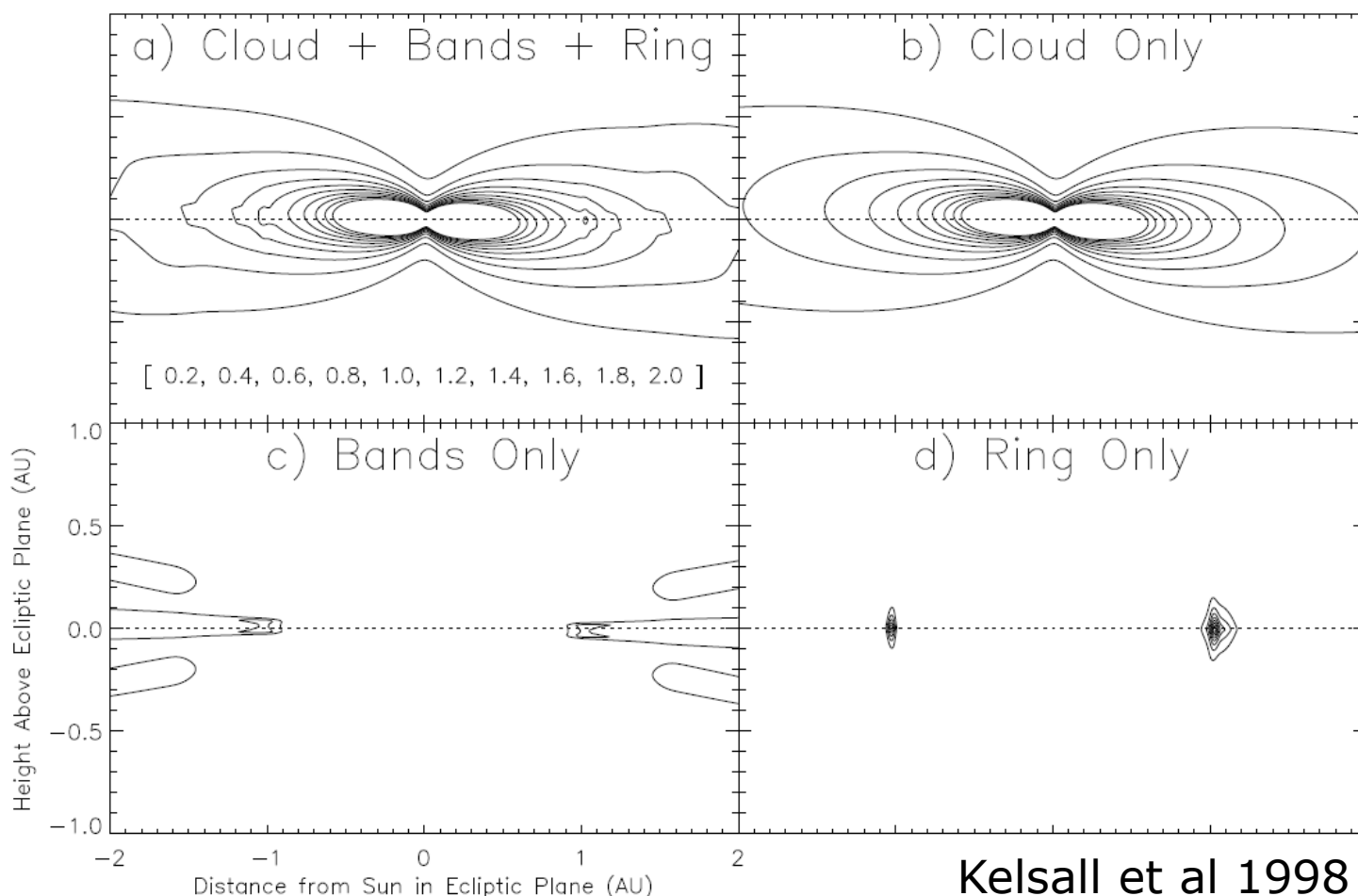
# 宇宙赤外線背景放射(CIB)

- Cosmic Infrared Background (CIB)
- 銀河の積算では説明できない強度
- $z \sim 10$ に大規模なPopIIIの星形成を示唆!
- 最大の敵は黄道光  
空の明るさの8-9割@NEP



# 黄道光とは

- 惑星間ダスト(Interplanetary dust particle, IDP)による太陽光の反射光
- 近赤外線での空の明るさの8-9割を占める
- 気球・ロケット・衛星での観測が必要で、観測例が少ない



# IDPの起源は？

- 小惑星起源(主に含水鉱物)か、彗星起源(主に無水鉱物)か？

小惑星37% : 彗星45%      成層圏ダスト (Schramm et al 1989)

小惑星34 : 彗星66      数値解析 (Durda & Dermott 1997)

小惑星26 : 彗星74      運動解析 (Liou et al 1995)

小惑星<10 : 彗星>90      運動解析 (Nesvorny et al 2009)

- **ダストバンドは小惑星起源**

Themis&Koronis family 1.4度

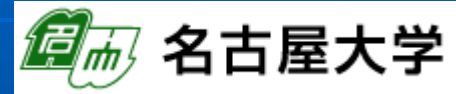
Eos family 10度

Maria/IO family 15度

- **星間ダストからの寄与は無視できる**(Grogan et al 1996)



Cosmic Infrared Background Experiment



John Battle

Louis Levenson

Toshio Matsumoto

Mitsunobu Kawada

James Bock

Peter Mason

Shuji Matsuura

Naoshi Sugiyama

Viktor Hristov

Ian Sullivan

Kohji Tsumura

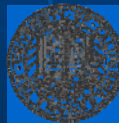
Kazuji Suzuki

Andrew Lange

Michael Zemcov

Takehiko Wada

Calibration: **NIST**



Steve Brown

Keith Lykke

Allan Smith

Brian Keating

Asantha Cooray

Dae Hee Lee

Sounding rockets:

Tom Renbarger

Sam Kim

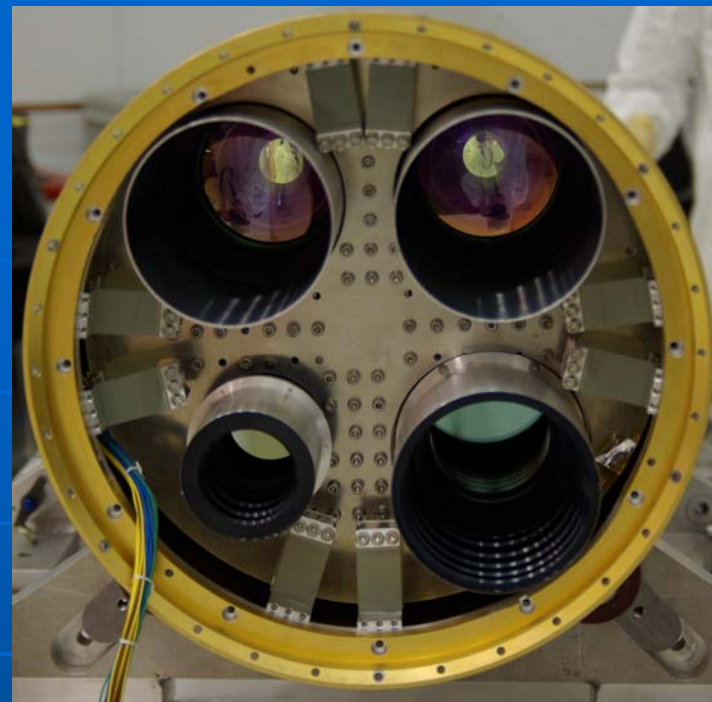
Uk Won Nam



Wallops Flight Facility

# CIBERの概要

- 宇宙赤外線背景放射(CIB)の観測を目的としたロケット観測実験プロジェクト
- Caltech(米)、JPL(米)、KASI(韓)等との国際協力
- 打ち上げ成功！
  - 2009年2月25日午前3時45分 (アメリカ山岳部標準時[UTC-8])
  - NASA White Sands Missile Range
  - Terrier-Black Brant ロケット
  - 最高高度330km 425秒間の観測



# CIBERの光学装置

## Low Resolution Spectrometer (LRS)

0.7 $\mu$ m~2.1 $\mu$ mでのCIB分光観測

口径5cmの屈折望遠鏡

プリズム分光( $\lambda/\Delta\lambda\sim 20$ )



## Two-Color Wide-Field Imagers

7秒角~2度スケールのCIBゆらぎ観測

H-band/I-bandでの2色撮像

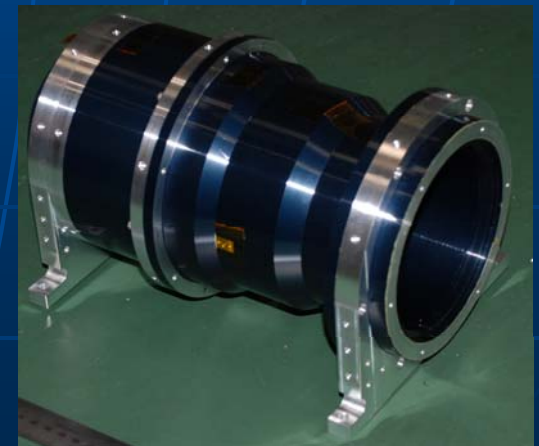
口径11cmの屈折望遠鏡

## Narrow Band Spectrometer (NBS)

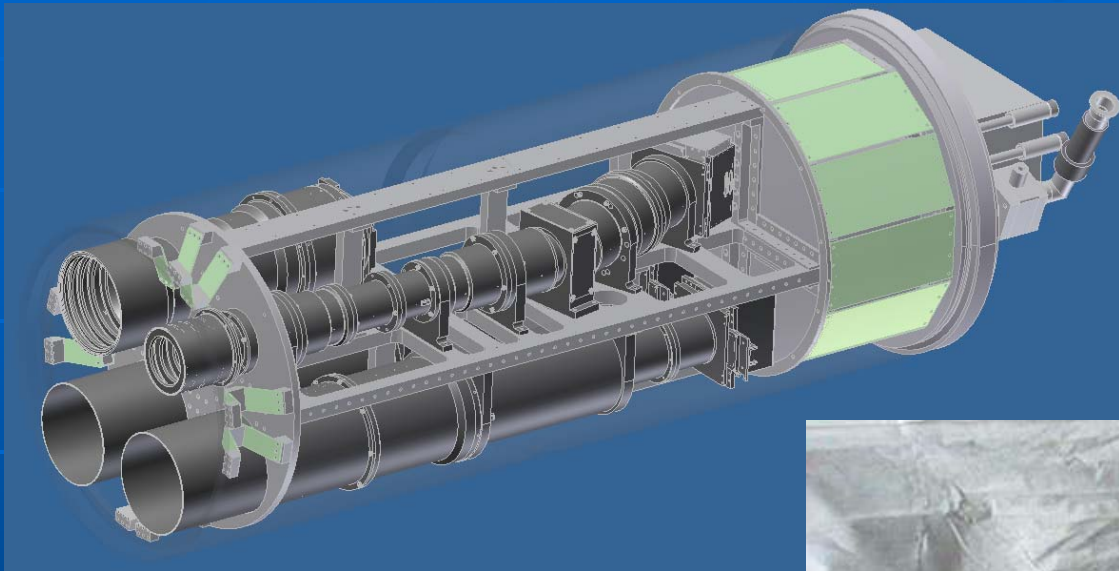
フラウンホーファー線(854.2nm CaII)  
のライン観測による黄道光の絶対値観測

口径7.5cmの屈折望遠鏡

ファブリペロー分光( $\lambda/\Delta\lambda\sim 1000$ )



# CIBER equipments



← CIBER全体図

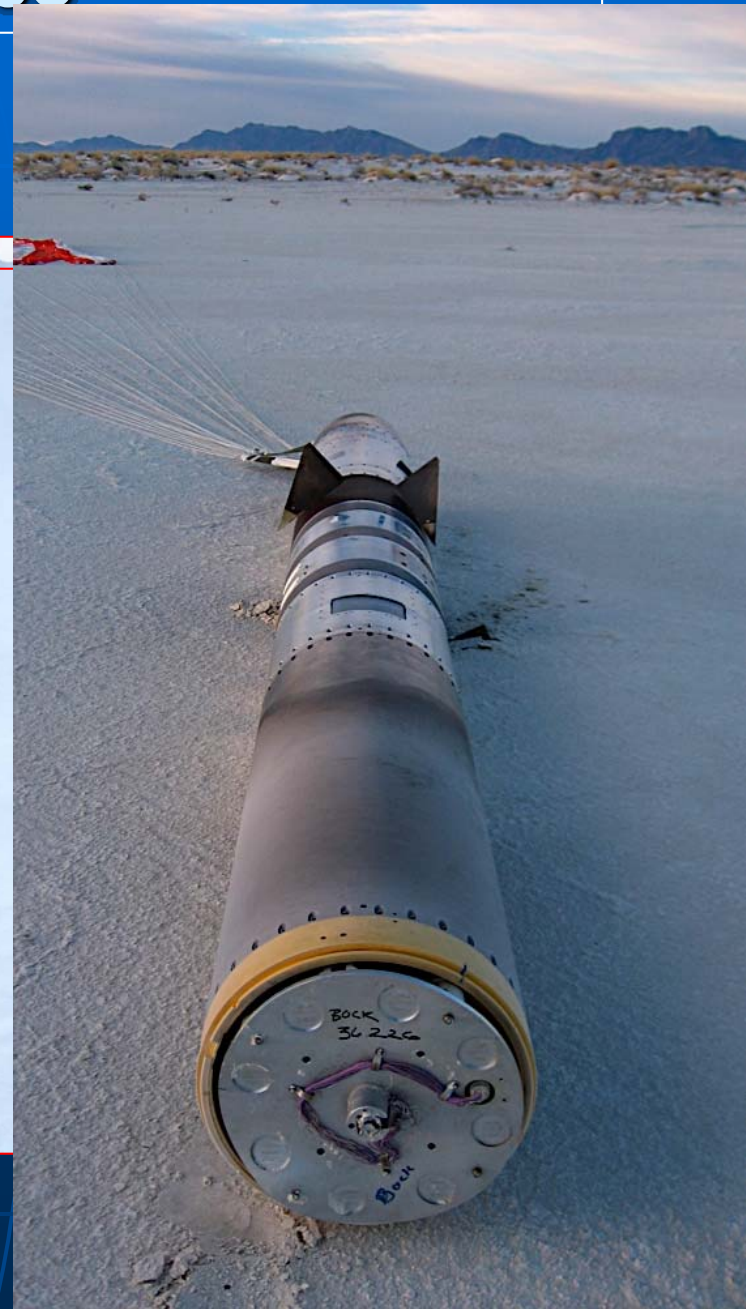
ロケットの外壁がクライオスタットを兼ね、内部を液体窒素で冷却

シャッタードア →

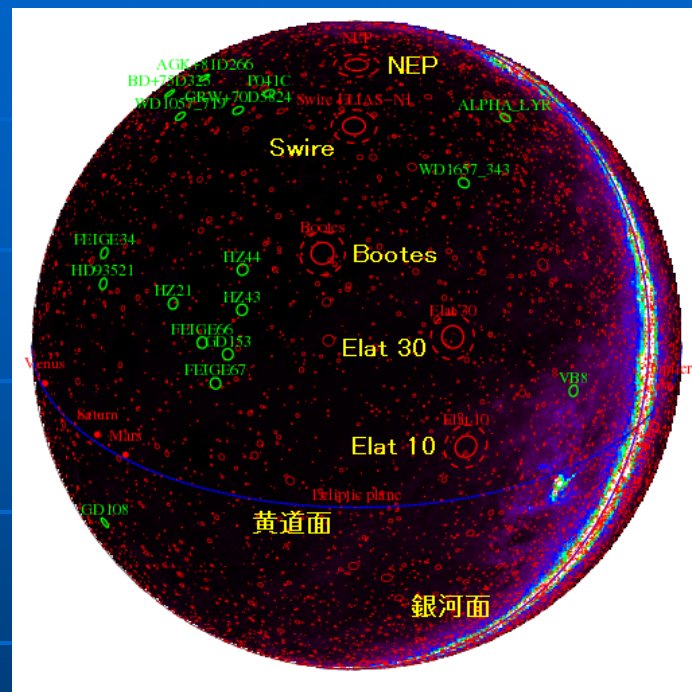
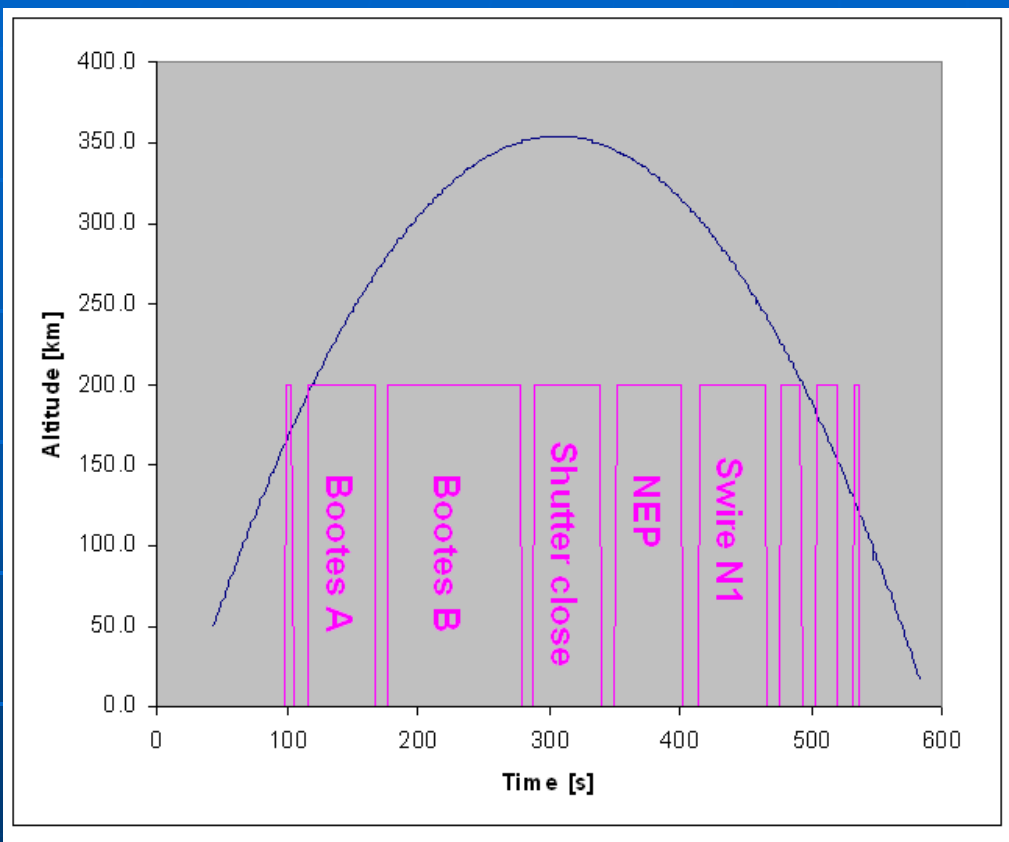




# Time sequence



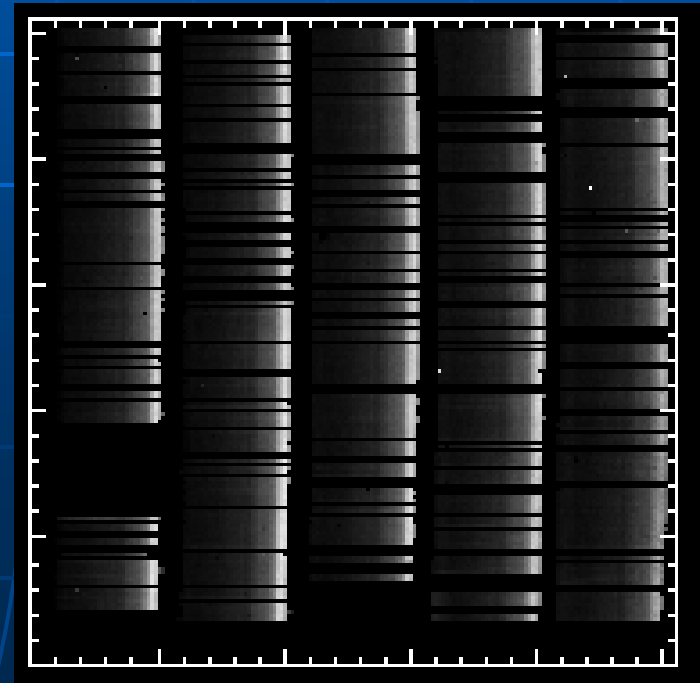
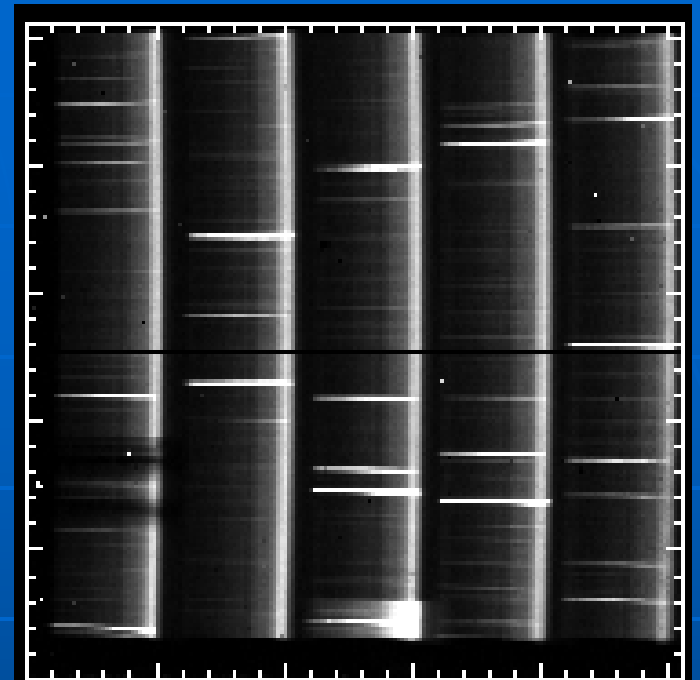
# 観測天域



天域	打上げからの時間 [sec]	高度 [km]	赤経	赤緯	黄経	黄緯	銀経	銀緯	天頂角	太陽離角
Elat 10	80.0-109.0	121.5-172.4	234.05	-8.32	233.76	10.711	357.23	36.634	44.4	102.0
Elat 30	109.0-141.7	172.4-220.4	222.75	20.56	212.82	35.101	25.895	61.956	74.7	117.1
Bootes A	141.7-249.6	220.4-310.1	218.63	34.84	201.23	46.278	58.59	66.68	84.5	119.3
Bootes B	249.6-307.5	310.1-315.3	217.33	33.39	202.23	47.278	55.433	68.016	84.5	119.3
NEP	367.5-426.3	289.3-232.4	270.29	65.88	90	90	95.601	29.69	42.7	89.9
Swire N1	426.3-490.4	232.4-134.5	242.56	55.21	208.4	72.629	85.212	44.661	59.3	100.6

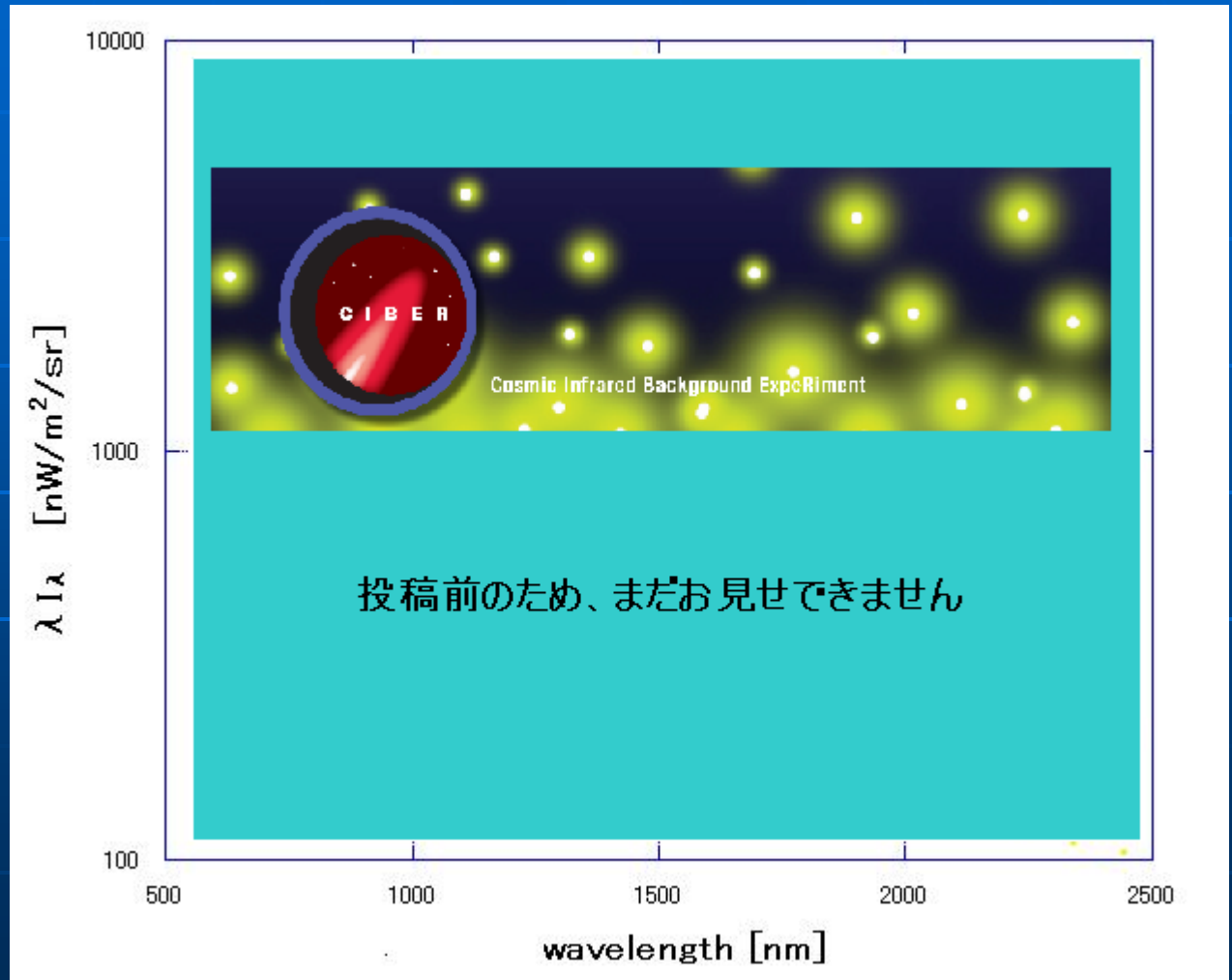
# LRSのデータ

点源をマスクし、キャリブレーションの結果を元にスペクトルを描く



# 得られた空のスペクトル

過去のIRTS、  
COBEの結果と  
矛盾なし

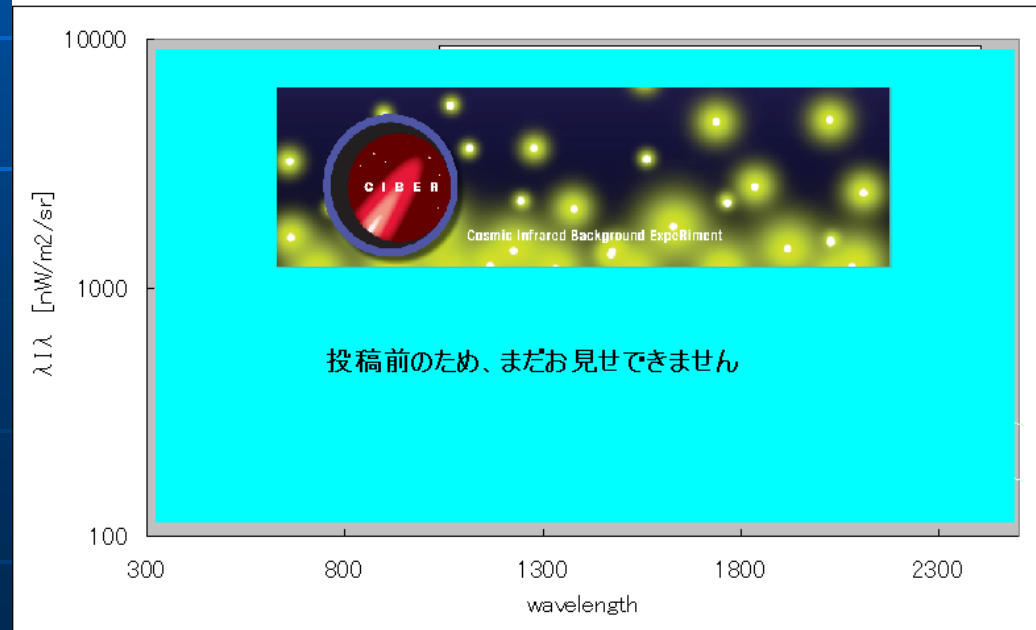
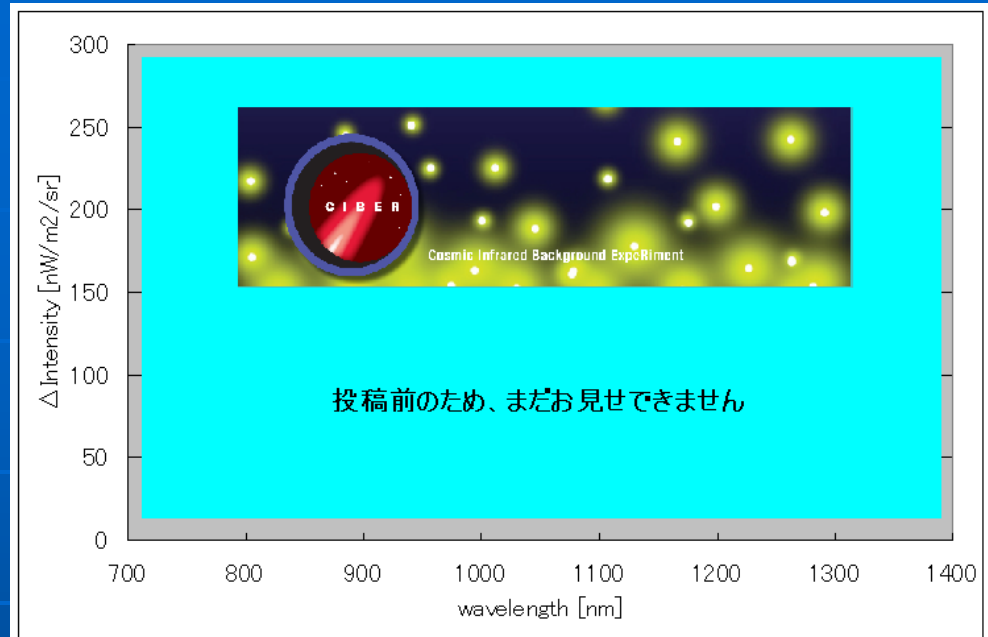


# 黄道光成分の抽出

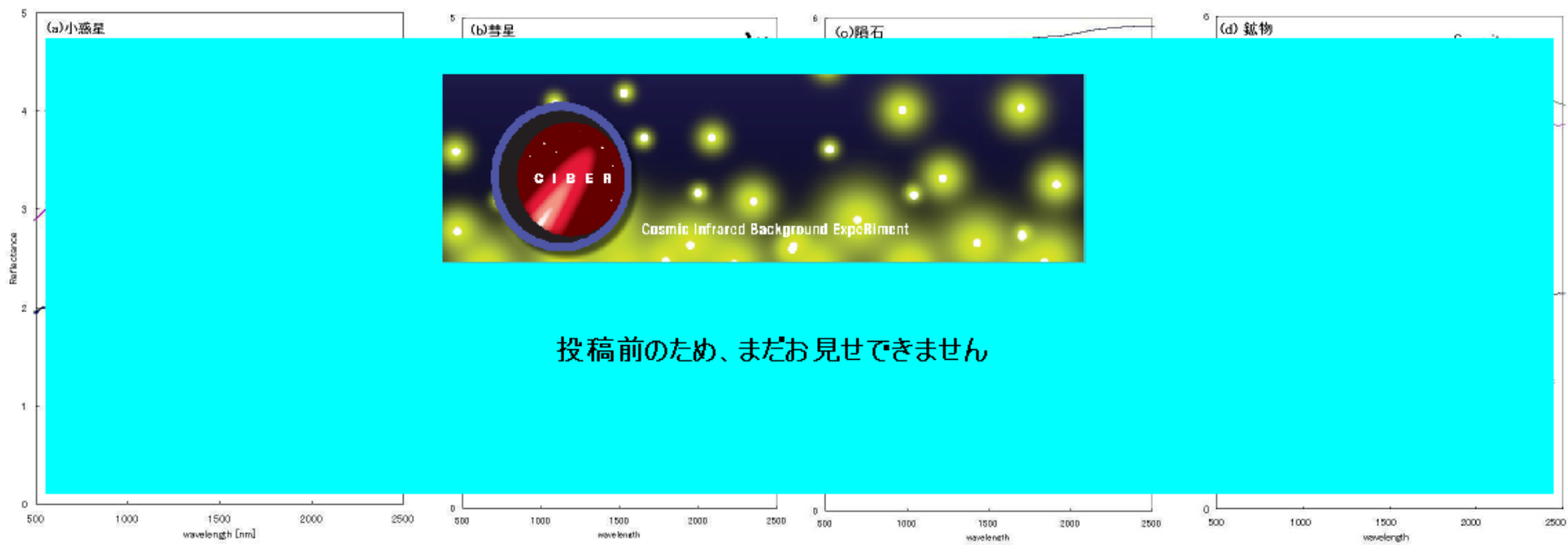
明るさの差は黄緯の違いによる黄道光強度の差



差し引くことで黄道光スペクトルを抽出



# 黄道光ダストの反射率



CIBER/LRSで検出された800-900nmの吸収は  
V型小惑星やHED隕石とよく似る

→ Pyroxene(輝石)による吸収バンド

ただし、輝石だとするとIRTSによる2 $\mu$ mとは不一致

→ 混合・サイズ分布・形状分布などで説明可能か？

# まとめ

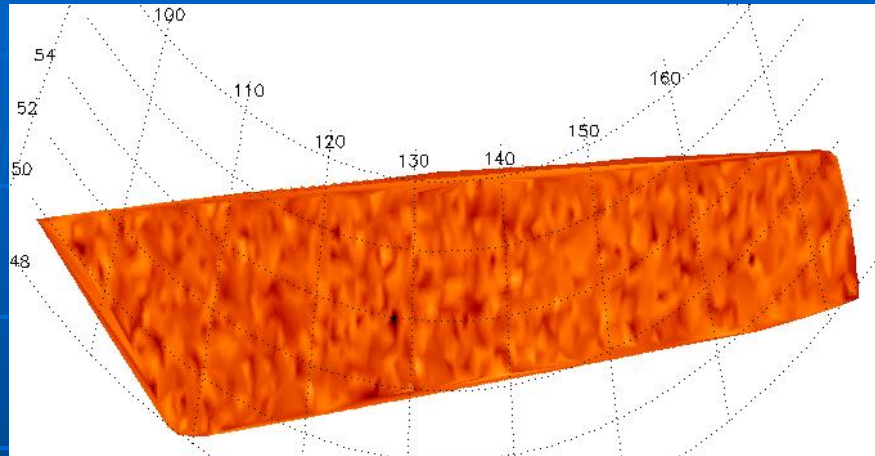
- CIBER/LRSで黄道光の近赤外線スペクトルを観測した
  - 800-900nmに大きな吸収バンドを発見
  - Pyroxene(輝石)の吸収帯とよく似ている
  - 輝石単独では2 $\mu$ mの吸収とIRTSは不一致  
→ どなたかモデルを作ってください
- 2010年に第2回のフライトの予定
  - 熱放射などの問題点を全て解決、より高精度の観測を達成する
  - 黄緯10度のデータを用いてより精度の黄道光スペクトルの抽出
  - CIBの検出を目指す

# 補足スライド



# CIB ゆらぎ

黄道光は一様に空間的に一様なので、CIBゆらぎの解析からCIBを黄道光と分離することが可能



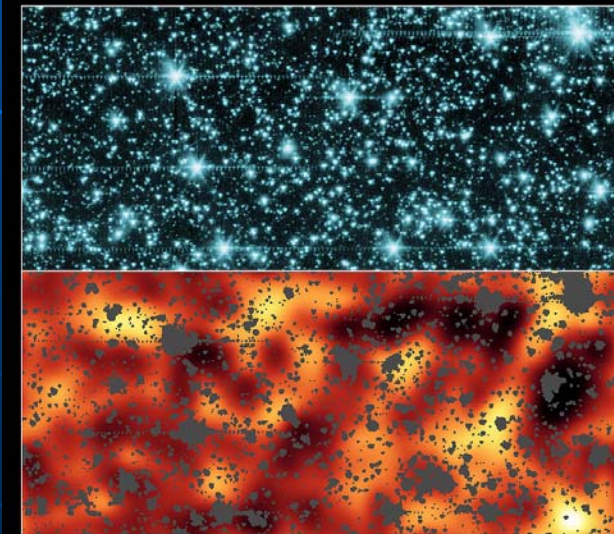
←IRTS  
(Tsumura Master  
thethis 2007)



投稿前のため、まだお見せできません

←AKARI  
(Matsumoto+ in prep.)

Spitzer→  
(Kashlinsky+ 2005)



Infrared Background Light from First Stars Spitzer Space Telescope • IRAC  
NASA / JPL-Caltech / A. Kashlinsky (GSFC) ssc2005-22a

# TeVγ線blazer観測からの制限

- CIBが銀河系外起源なら、TeVγ線とCIBが反応し、TeVγ線はCIBによって銀河間吸収を受ける
- TeVγ線blazerのスペクトル観測からCIBの上限を求める
  - 否定的結果 Aharonian et al.(2006) など
- blazerの元のスペクトルの形を仮定  $\frac{dN}{dE} \propto E^{-\Gamma}$
- blazerごとの個体差が大きい
  - CIBの観測結果とよく一致するblazerもある
- サンプル数が少なく(~13)、統計的な議論が出来ない
- HESSのみの結果

