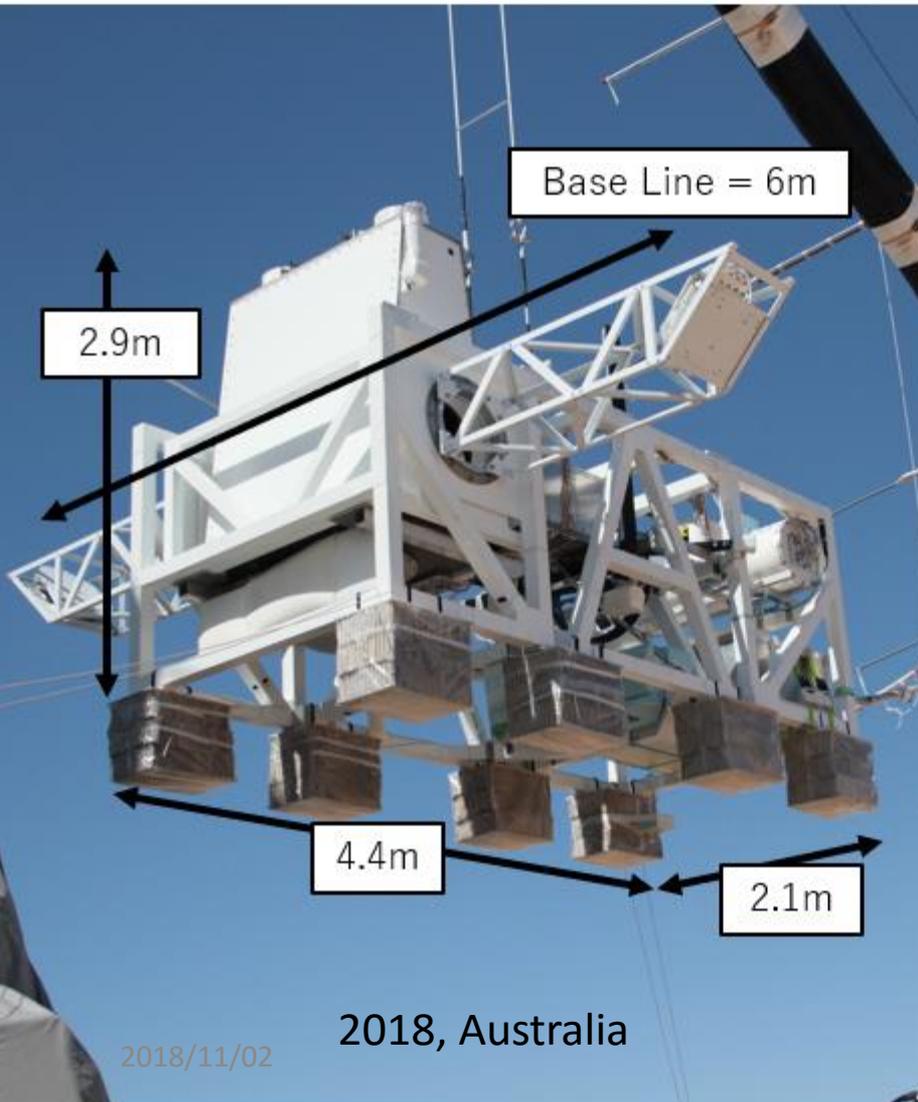


# 気球搭載型遠赤外線干渉計FITE：次期フライト計画

(Far-infrared Interferometric Telescope Experiment)

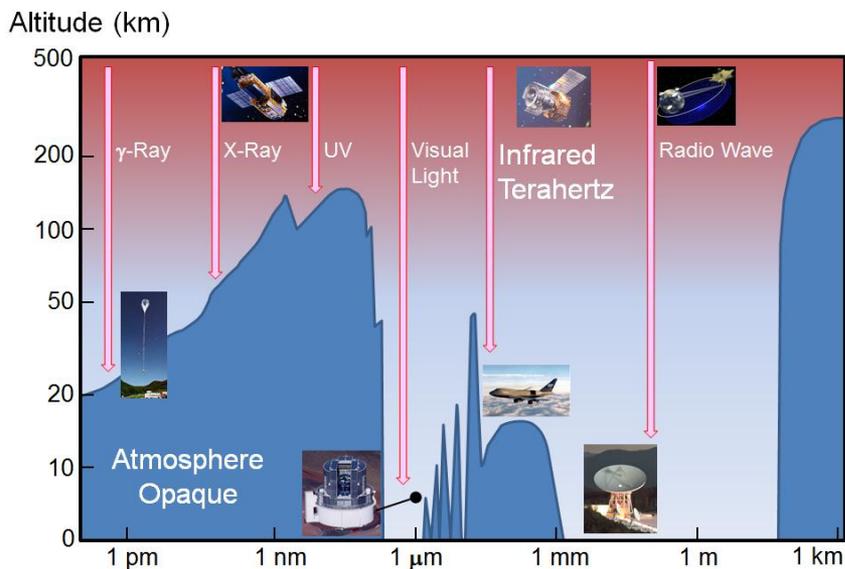
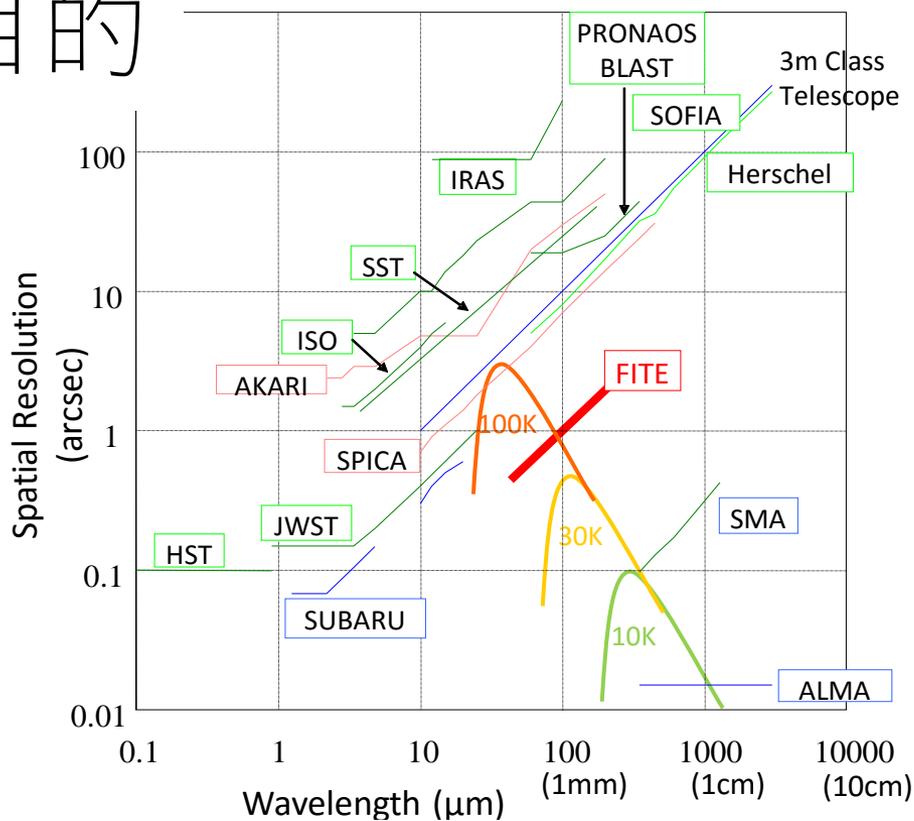
佐々木彩奈(ISAS)、松尾太郎(名古屋大学)、芝井 広、伊藤哲司(大阪大学)、金田英宏(名古屋大学)



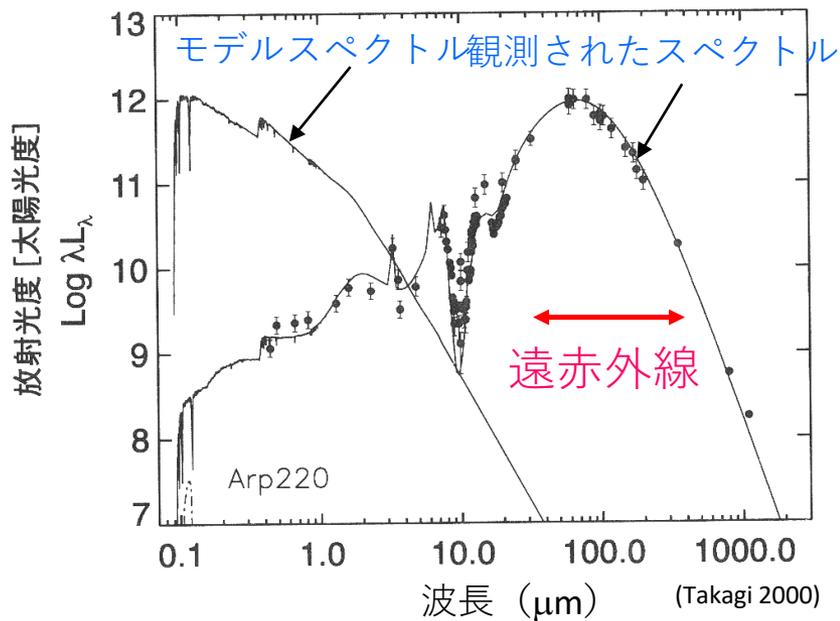
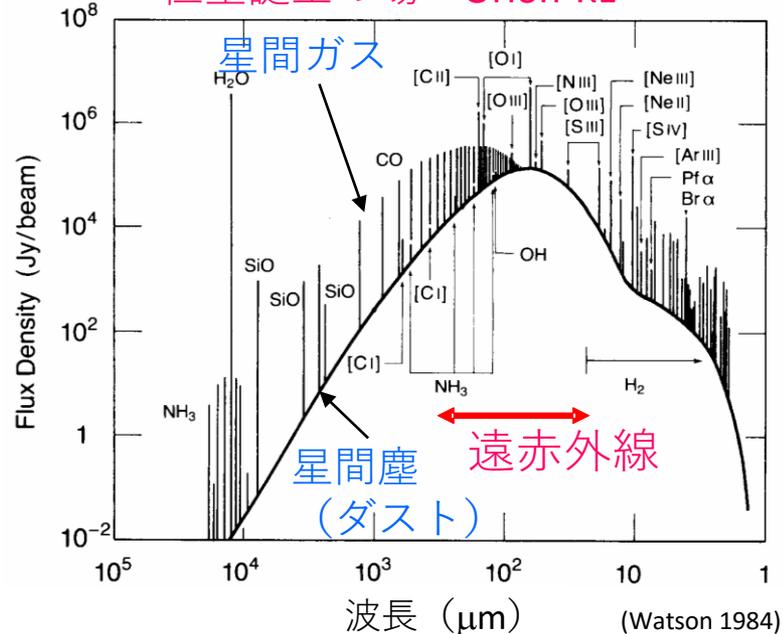
- ・ Fizeau型2ビーム干渉計
- ・ 基線長6m (ゴール20m)
- ・ 波長 $150\ \mu\text{m}$ で5秒角 (ゴール1秒角) の空間分解能
- ・ 各ビームの集光鏡は口径40cm
- ・ 科学観測用大気球搭載30km以上の高度
- ・ 地上局からのリモート制御で3軸姿勢制御を行い、高精度の指向

2018年4、5月にオーストラリア・アリスプリングス気球基地から初フライトをめざしたが、準備の遅れにより飛翔機会が減り、残りのキャンペーン期間内では気象条件が合わず、宇宙遠赤外線干渉計をフライト実証するに至らなかった。

# 目的



## 恒星誕生の場：Orion-KL



TECHNOLOGY

Angular Resolution: Interferometry

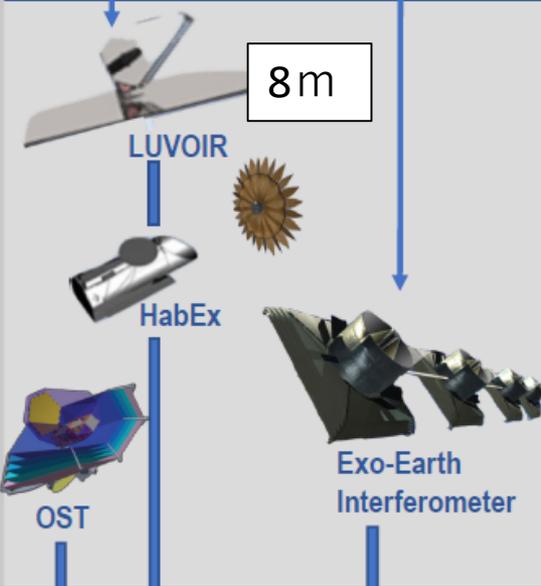
Angular Resolution and Collecting Area: Large Space Telescopes

Contrast Stability: Ultrastable Structures

Detection Sensitivity: Advanced Detectors

Light Suppression: Starshades

Light Suppression: Coronagraphs



MISSIONS



Hubble

TESS



Spitzer



JWST

6m



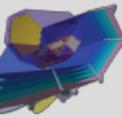
WFIRST

Starshade Rendezvous

LUVIOr

8m

HabEx



OST

Exo-Earth Interferometer

TODAY

2020s

2025s

2030s

2035 and beyond

SCIENCE

Exoplanetary Atmospheres  
Hot Jupiters

Exoplanet Abundance

Nearest Transiting Planets

Atmospheric Chemistry

Direct Imaging  
Exozodiacal Dust  
Exoplanet Diversity

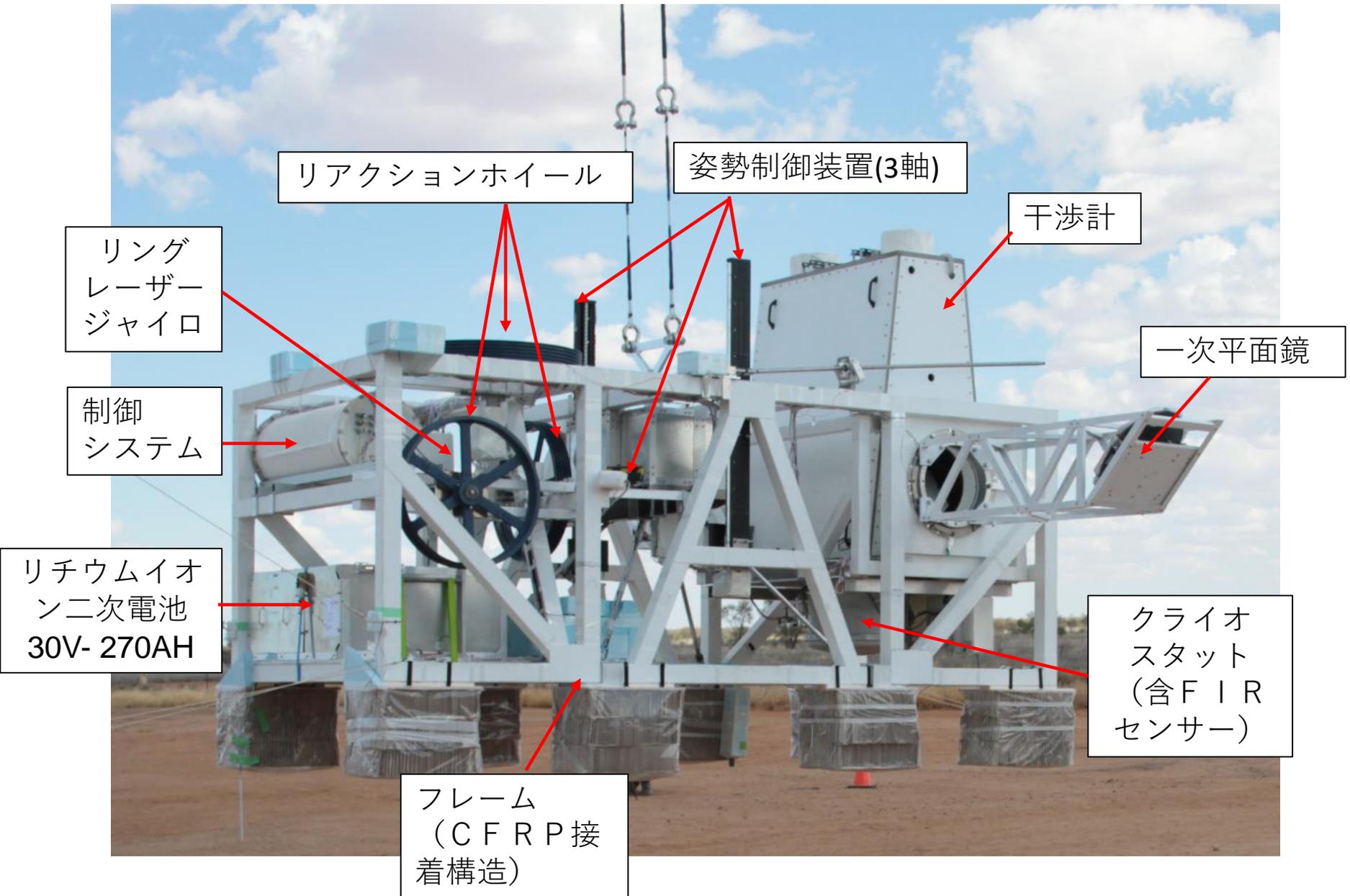
Habitable Exo-Earth Discovery

Exo-Earth Biosignatures  
Habitable Exo-Earth Abundance  
M-Dwarf Rocky Planet Biosignatures  
Cool Gas Giants

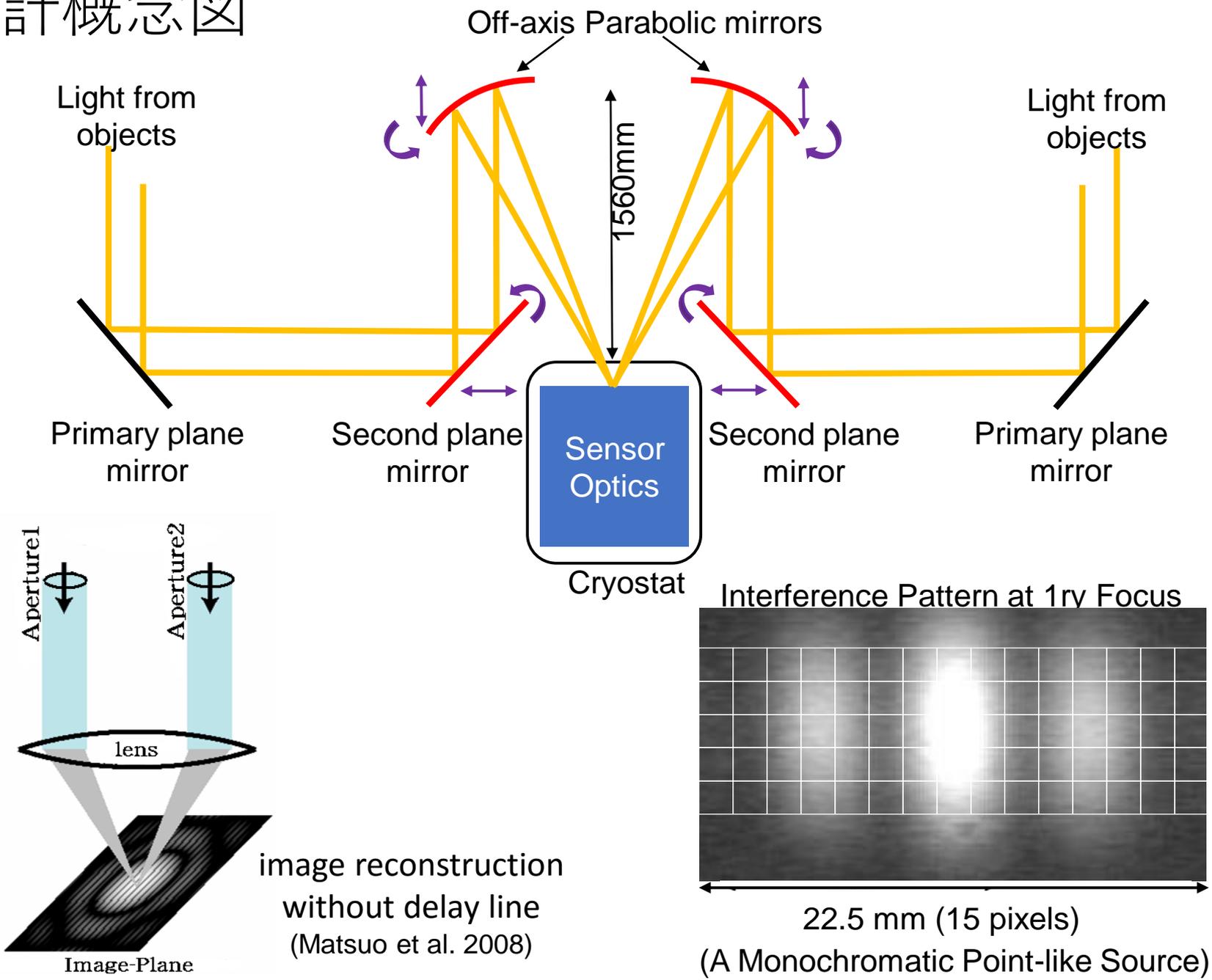
Life Verification

Possible Pending Decadal Survey

# F I T E 構造



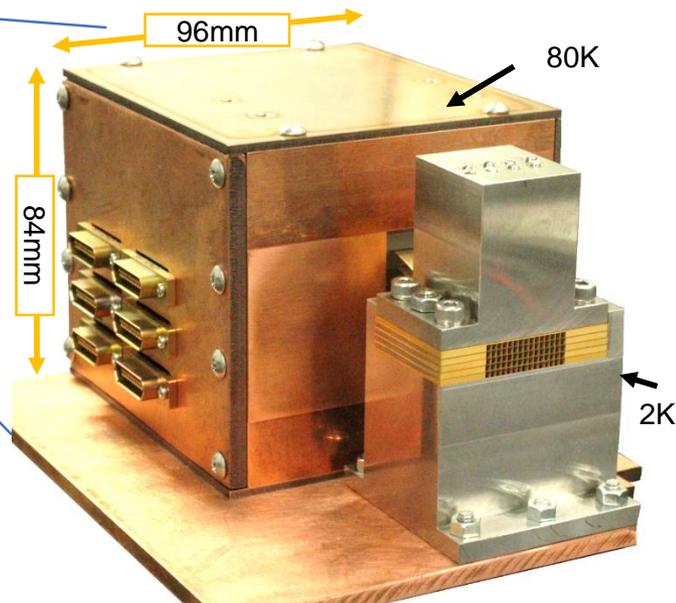
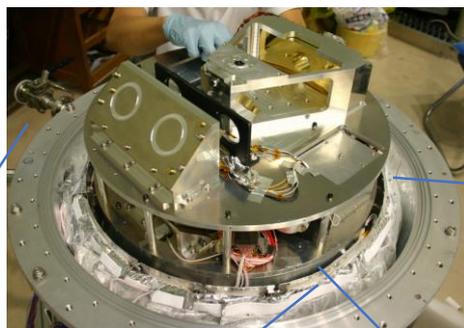
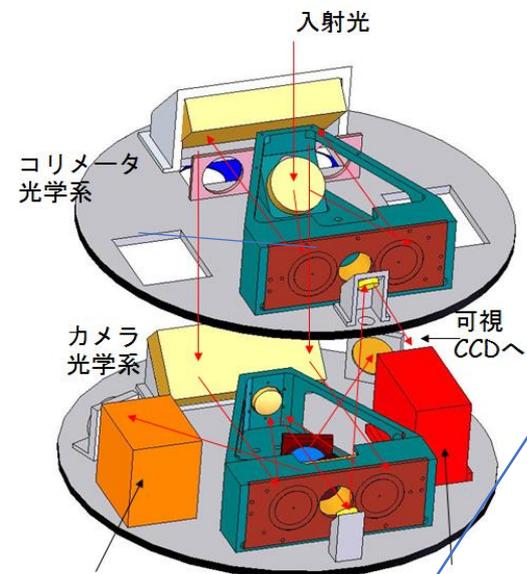
# 干涉計概念圖



# FIRセンサー

Two-Beam Combiner at 2K  
 Collimator Beam: 45mm dia  
 All-Aluminum Made

Type: Stressed Ge:Ga  
 Spectral response:  
 100~200 $\mu$ m  
 Array format: 5 $\times$ 15  
 Pixel size: 1.5 $\times$ 1.5mm  
 Operating Temperature: 2K



LHe Capacity: 28 liters  
 Dimension: 740mm dia x850mm H  
 Weight: 100 kg

# FITE 主要諸元

## 人工衛星と同等の自律制御装置

- 構造
  - 外形 : 6.5m x 4.4m x 3.0m (H)
  - 重量 : 1760 kg (バラスト含まず)      バラスト 750 kg
  - 構造材 : CFRPパイプ接着構造
- 望遠鏡 / 干渉計
  - 干渉計 : 2 ビーム Fizeau型干渉計
  - 鏡 : 平面鏡 4 枚 (SiC) + 軸外放物面鏡 2 枚 (Zerodur)
  - 口径 : 40 cm (直径)
- センサー
  - 遠赤外線 : 15 x 5 素子アレイ - > 15 x 2 素子アレイ
  - ビームモニター : 中間赤外線アレイ ( 320x240素子 ) + CCD 4 個
  - クライオスタット : 超流動ヘリウム (30 リットル)
- 制御システム
  - 搭載制御回路 : CPU 4 台 + 機能ボード + 耐環境PC 5台
  - 可動制御箇所 : 25 箇所
  - 電池 : 250 AH @ 24 volts (リチウムイオン二次電池)
  - データ伝送レート : 6 kbps + 800kbps
  - 地上システム : QL 8 台 + ビデオカメラモニター

# キャンペーン結果

2008 Brazil INPE Cachoeira Paulista 気球基地

日本からの**輸送中**に干渉計放物面鏡が外れ、  
光学調整に時間を要してフライト断念。

2010 Brazil INPE Cachoeira Paulista 気球基地

**現地試験中**にリングレーザージャイロが故障してフライト断念  
(日本から交換部品を送付したが修理不成功。代替  
品を取り寄せようとしたが時間切れ)

このような

不測の事態が起きる可能性を想定して、準備

2018 Australia Univ. NSW 気球基地

日本からの**輸送直前・輸送中**にクライオスタットが故障。  
応急修理したが気象条件不成立。

# 次期フライトに向けた改修項目

改修以外の大部分の機器は2018年度までに開発されたものを引き継ぎ、打ち上げまでの開発は最小限とする。

## <主な改修項目>

- クライオスタット  
輸送による損傷の修復のため、製作した住友重工業に修復の依頼を行う。FITEチームの作業項目は、その修復後のクライオスタットに搭載する光学機器の調整
- 二次平面鏡のマウント  
軸外し放物面鏡に使用されているマウントと同じ物を2ペア製作。
- 遠赤外線センサー  
名古屋大学にあるGe:Ga 1 x 8、4 x 8素子の使用を検討中。冷却試験を繰り返し実施して性能評価をする必要があることから、改修に時間がかかると予想される。



なお、2008年、2018年ともに輸送における機器の損傷が打ち上げに至らなかった主な原因。2022年の打ち上げにおける輸送は、輸送会社および現地の機関とも相談を行いながら、飛行機での現地への直接輸送などを検討中である。

# 次期フライトに向けたスケジュール

- 2019年11月: 名古屋大学において実験環境の整備
- 2019年12月: 名古屋大学へFITEを輸送
- 2020年1月 - 2021年7月: 改修
- 2021年7月 - 10月: 姿勢制御試験
- 2021年11月: 輸送準備
- 2021年12月: 輸送準備の完了、輸送開始
- 2022年2月: 現地入り、準備開始
- 2022年3月: 打ち上げレディ

# 次期フライト計画

- 観測は、技術的な実証のための天体と科学的な成果導出のための天体に分けて実施。
- 技術的な実証のための天体  
点源の大きさが分かっている海王星を観測する。海王星の視直径は約2.4秒程度であり、FITEの空間分解能は5秒角であるため、十分に点源とみなして観測することができる。
- 科学的な成果導出のための天体  
代表的な晩期型星であるIRC+10216あるいは銀河系の中心方向の代表的な星形成領域M17、NGC6357等を考えている。
- 以上を踏まえて、最低限期待される成果は、海王星の観測において世界で初めての干渉縞の検出を行う。その発展として、科学的な価値のある遠赤外線点源に対して、点源の物理的なサイズに制限を与える。

今後もよろしくお願いいたします。

