

# テラヘルツ天体干渉計を 実現するまでの課題

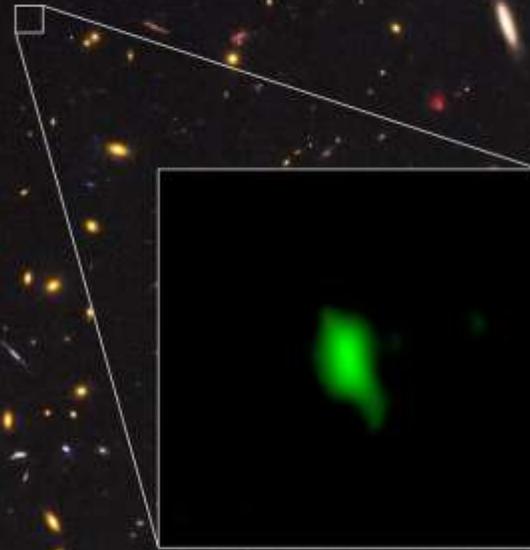
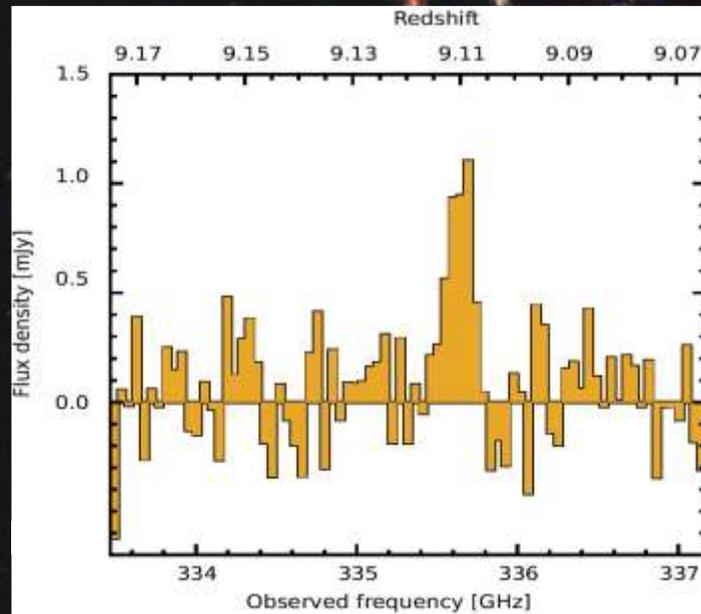
松尾 宏（国立天文台・先端技術センター）

共同研究者

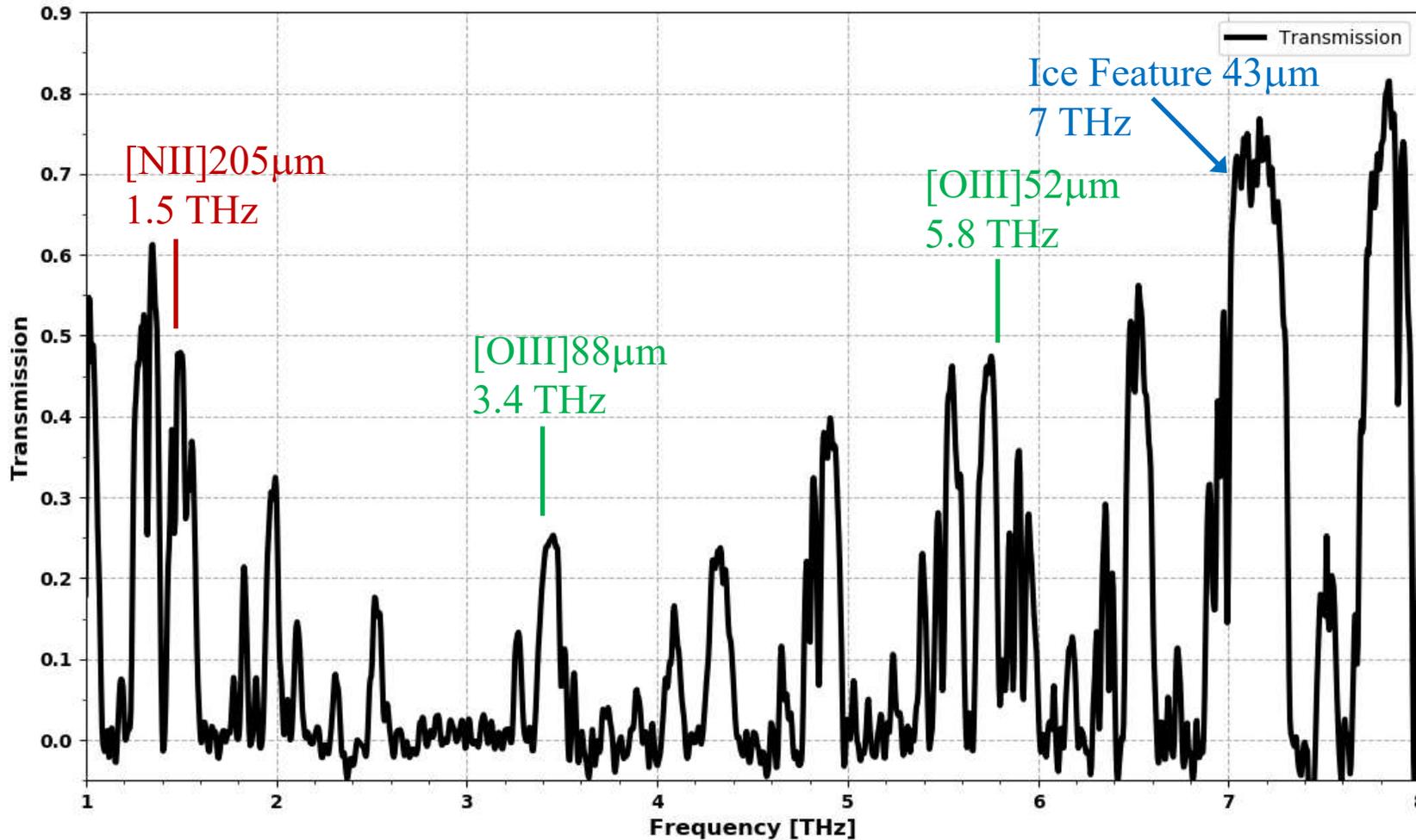
久野成夫、橋本拓也（筑波大）

中井直正、瀬田益道（関西学院大）

# The Most Distant $z=9.11$ Spectroscopic Identification with [OIII] $88 \mu\text{m}$



# The Most Transparent Atmosphere from Dome A



August 9<sup>th</sup> 12–18h UTC, 2010

## FTS in Dome A, Antarctica

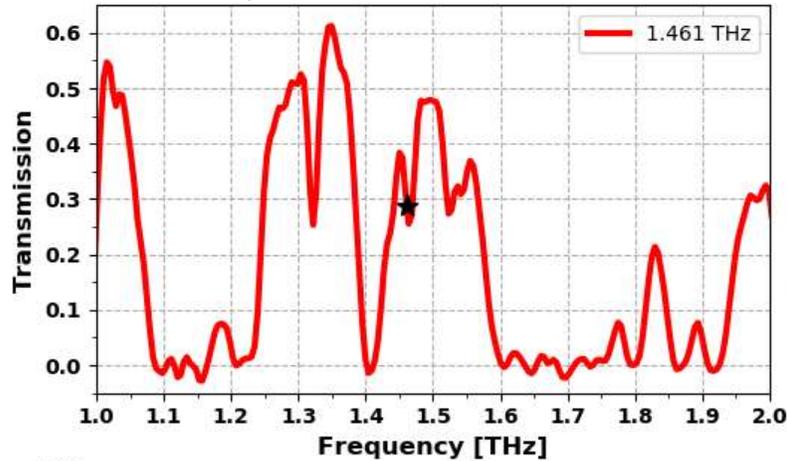


Measurements in 2010-2011

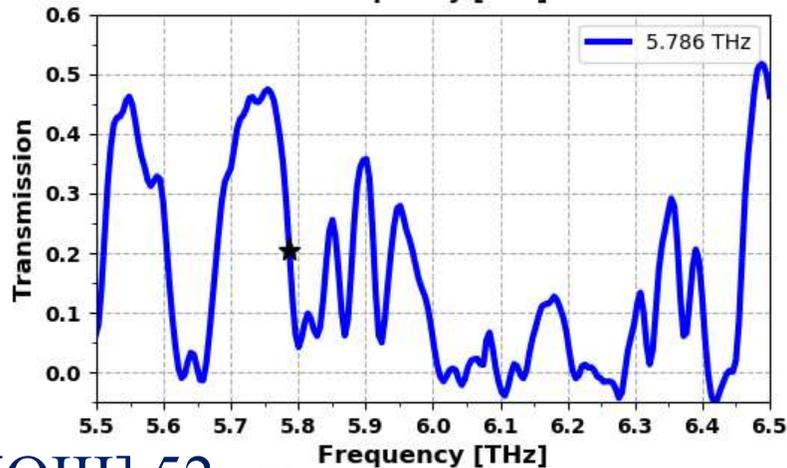
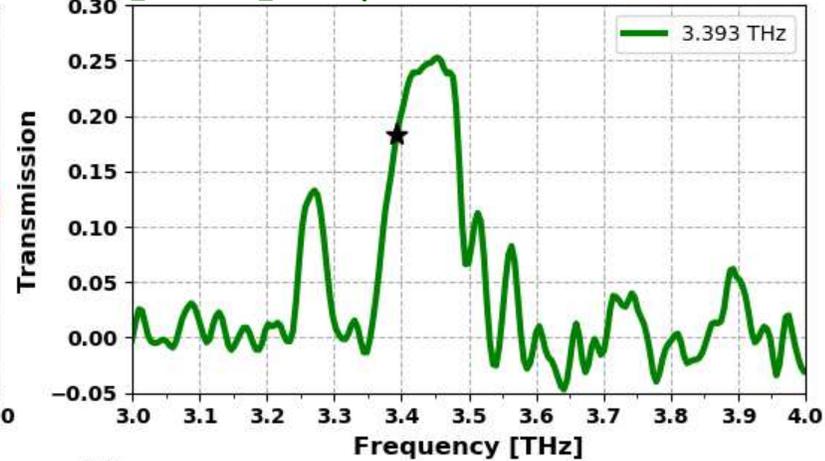
Matsuo et al., Advances in Polar Science 30, 76 (2019)

# Windows for [NII], [OIII] and Ice Feature

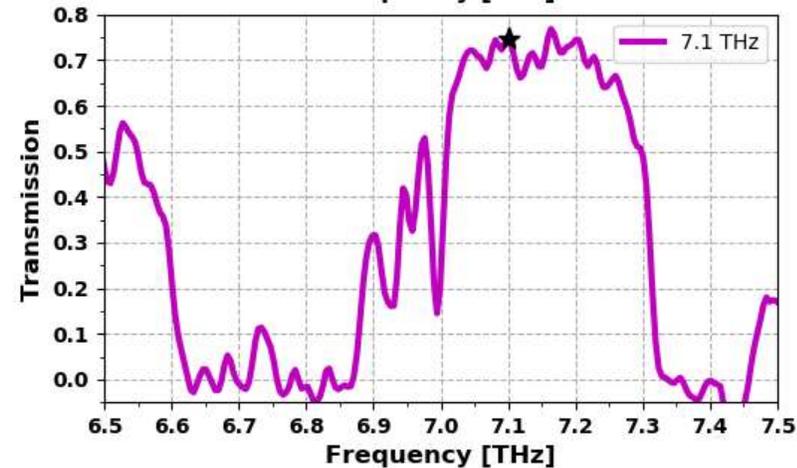
[NII] 205 $\mu\text{m}$



[OIII] 88 $\mu\text{m}$

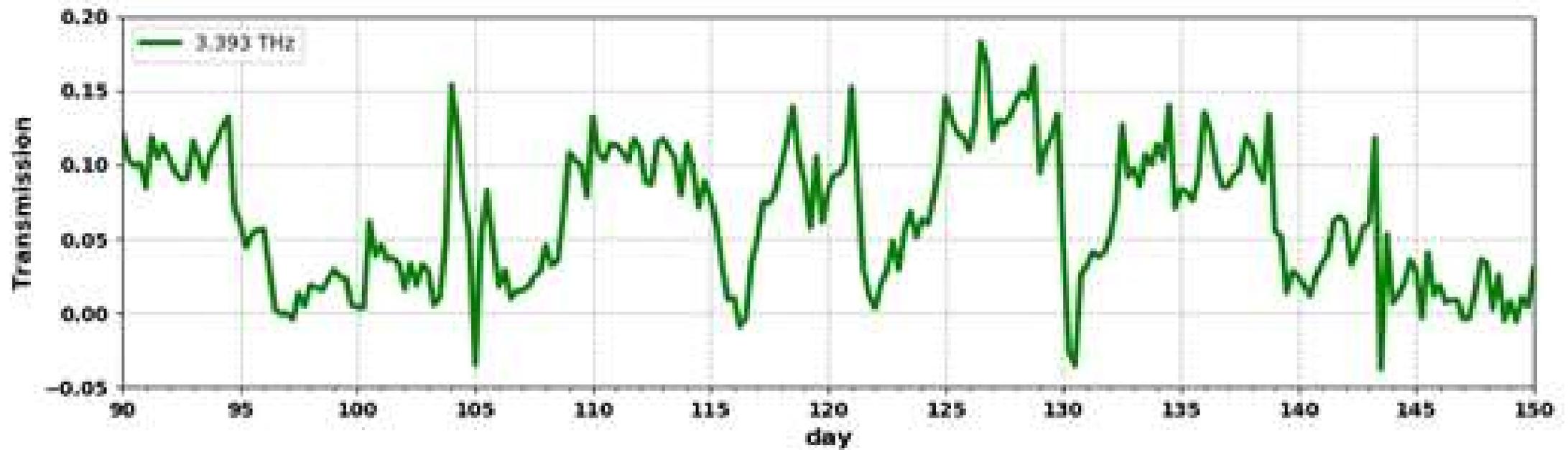


[OIII] 52 $\mu\text{m}$



IceFeature

# Can we observe [OIII] 88 $\mu\text{m}$ at 3.393 THz ?



in July - August, 2010

# 極地電波望遠鏡(計画)

- 南極点の望遠鏡群
  - AST/RO1.7m, SPT10m etc.
- グリーンランド望遠鏡(GT)
  - Thuleにて観測運用中
  - ソリで山頂(3210m)まで運搬・設置予定
- ドームAテラヘルツ望遠鏡(DATE5)
  - テラヘルツ大気分光測定
  - 小型望遠鏡で試験観測予定(2023)
- 南極テラヘルツ望遠鏡(ATT10, ATT12)
  - 30cm望遠鏡による観測計画
  - 10m(12m) テラヘルツ望遠鏡計画



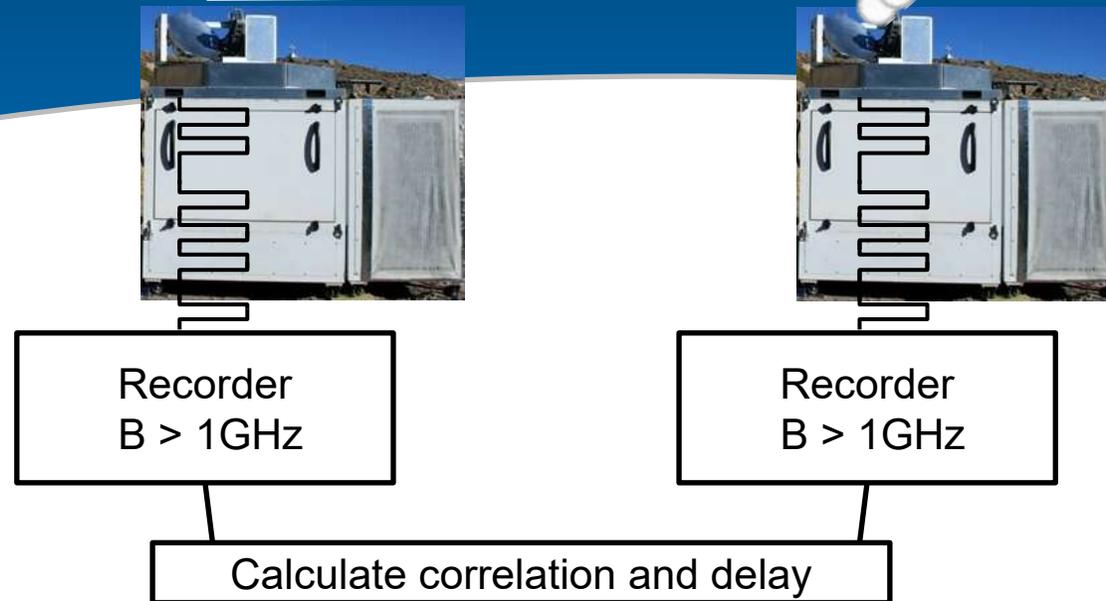
Parinacotta (4500m)



# Antarctic THz Intensity Interferometry

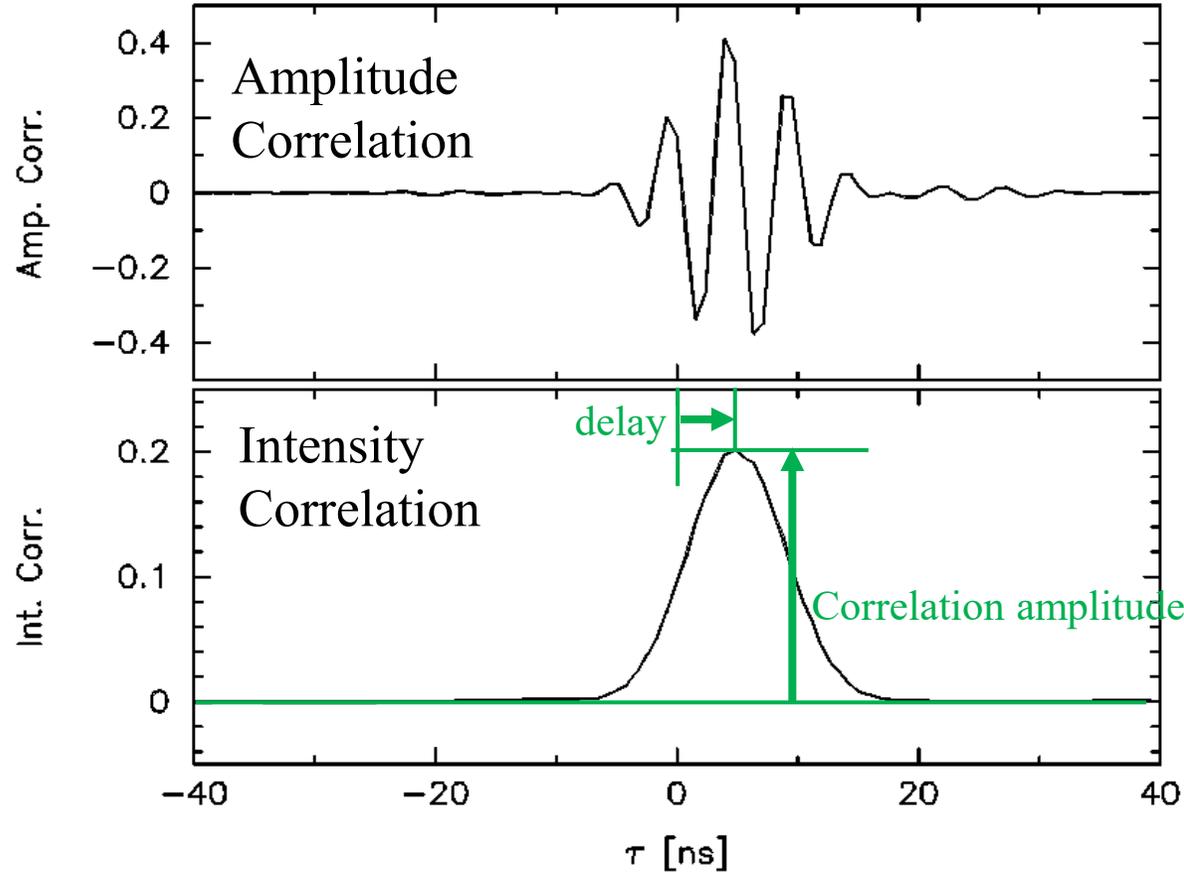
Two 30-cm telescopes

Photon Bunch create intensity correlation



# 振幅干渉と強度干渉の比較例

## Nobeyema Radioheliograph at 17 GHz



Antenna Temperature  $T_A^*$  [K]

System Temperature  $T_{\text{sys}}$  [K]

Frequency  $\nu$  [Hz]

Bandwidth  $\Delta\nu$  [Hz]

$$\Delta t = \frac{T_{\text{sys}}}{T_A^*} \cdot \frac{1}{\sqrt{\Delta\nu \cdot \tau}} \cdot \frac{1}{\Delta\nu} \text{ [s]}$$

$$\Delta\phi = 2\pi\nu\Delta t \text{ [rad]}$$

# 南極テラヘルツ干渉計計画

国立極地研の「極地域観測第X期6か年計画」

– 新ドームふじ基地からの天体観測を提案

テラヘルツ干渉計計画（筑波大、関西学院大と協力）

2022 一般研究申請、望遠鏡1号機観測計画

2023 望遠鏡2号機製作、受信機製作

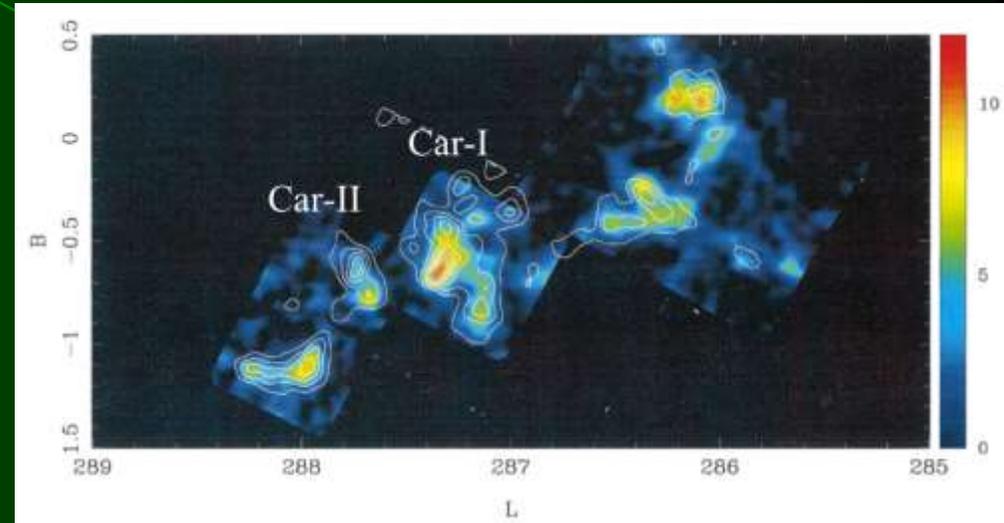
2024 実験室での性能試験

2025 望遠鏡2号機を昭和基地で組み立て

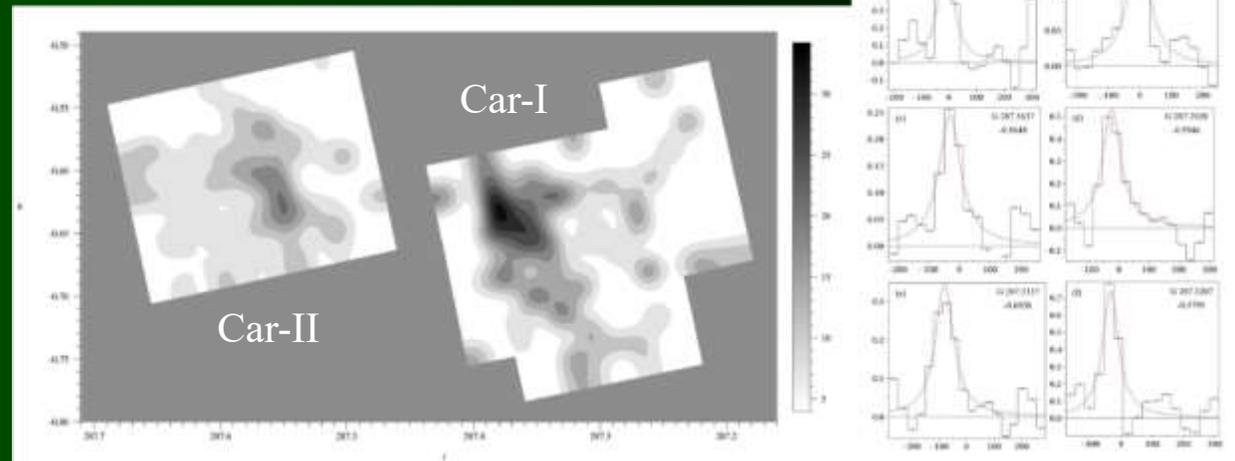
2026 新ドームふじ基地へ搬入、試験観測

2027以降 干渉計観測を実行

カーナ分子雲の単一鏡による観測例  
[CI] 492 GHz by AST/RO



[NII] 1.46 THz by AST/RO



# テラヘルツ強度干渉計を 実現するまでの課題

## 強度干渉計の室内実験

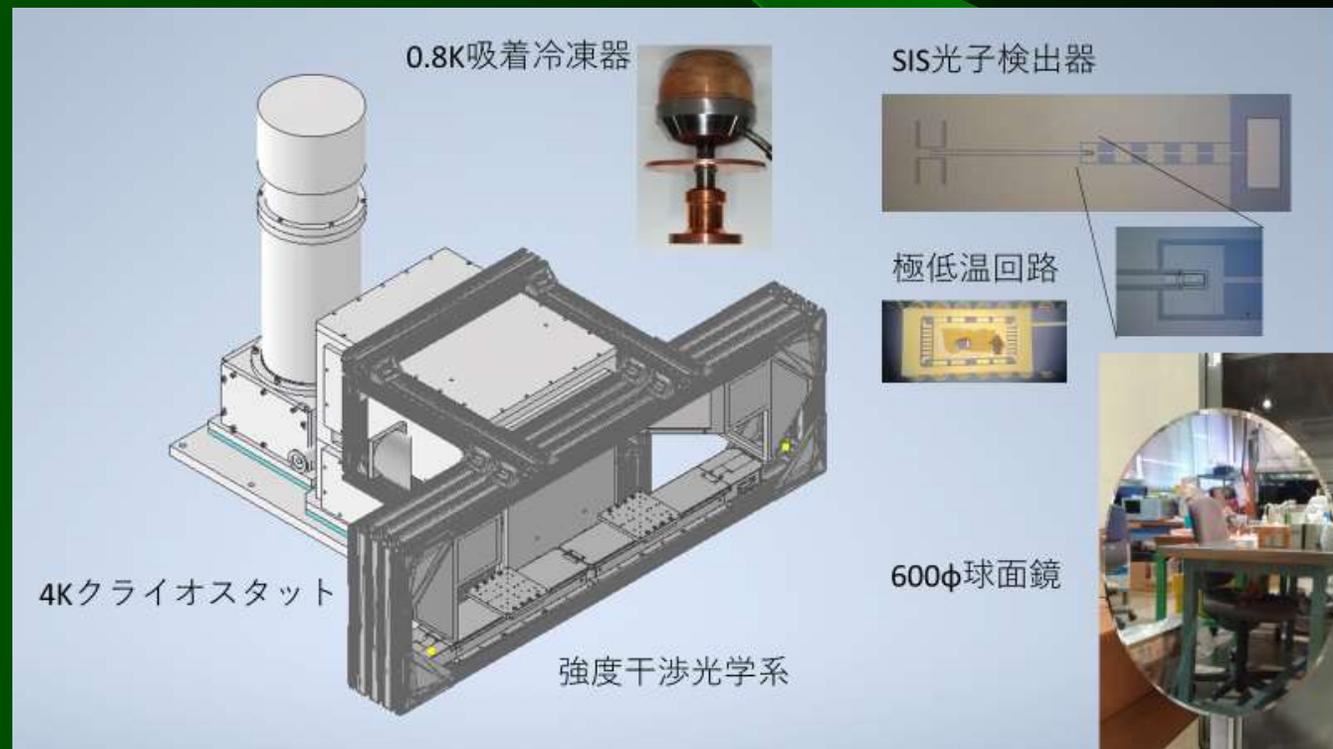
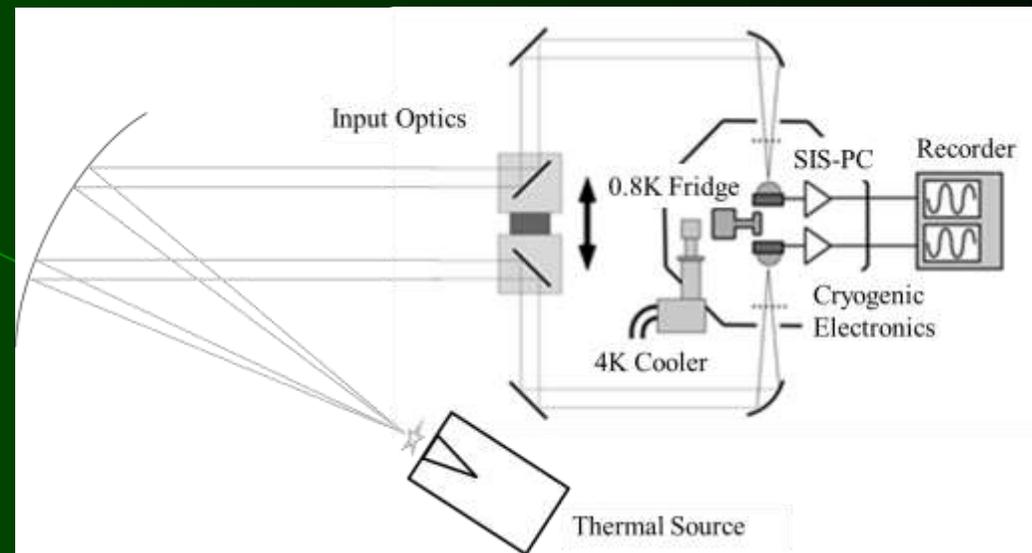
- 挑戦的研究(開拓)H30-R4

## テラヘルツSIS光子検出器の開発

- 搭載機器基礎開発研究費など

## 0.8K冷却システムの観測運用

- 4K冷凍機の低消費電力化  
消費電力3.6kW@50Hz
- 0.8K吸着冷凍器2台による連続冷却



# テラヘルツ強度干渉計を 実現するまでの課題

PLATO in Dome A



## アンテナの運搬と設置

- 雪面の固化、ソリの固定、アンテナの設置、指向精度0.3'
- $\lambda/20$ の安定度が必要、校正間隔は1時間程度
- 観測波長 $200\mu\text{m}$ — $10\mu\text{m}$ の安定度

## 電力供給(夏期・冬期運用)

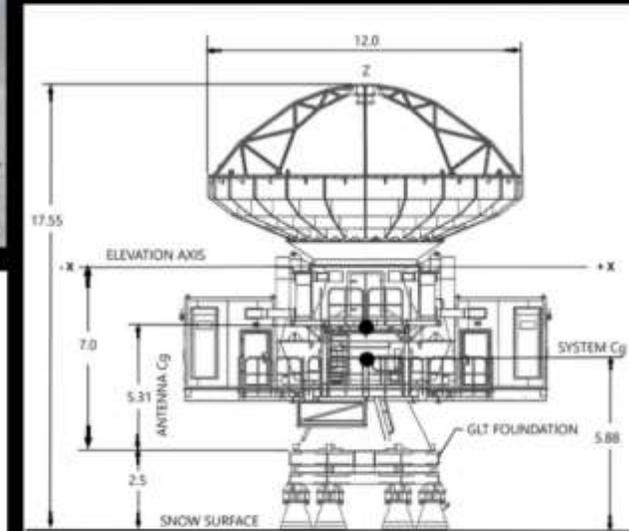
- 4K-GM冷凍機の運用、消費電力3.6kW
- 夏期の太陽電池パネル
- 冬期の発電機(PLATOを参照)

<http://mcba11.phys.unsw.edu.au/~plato/>

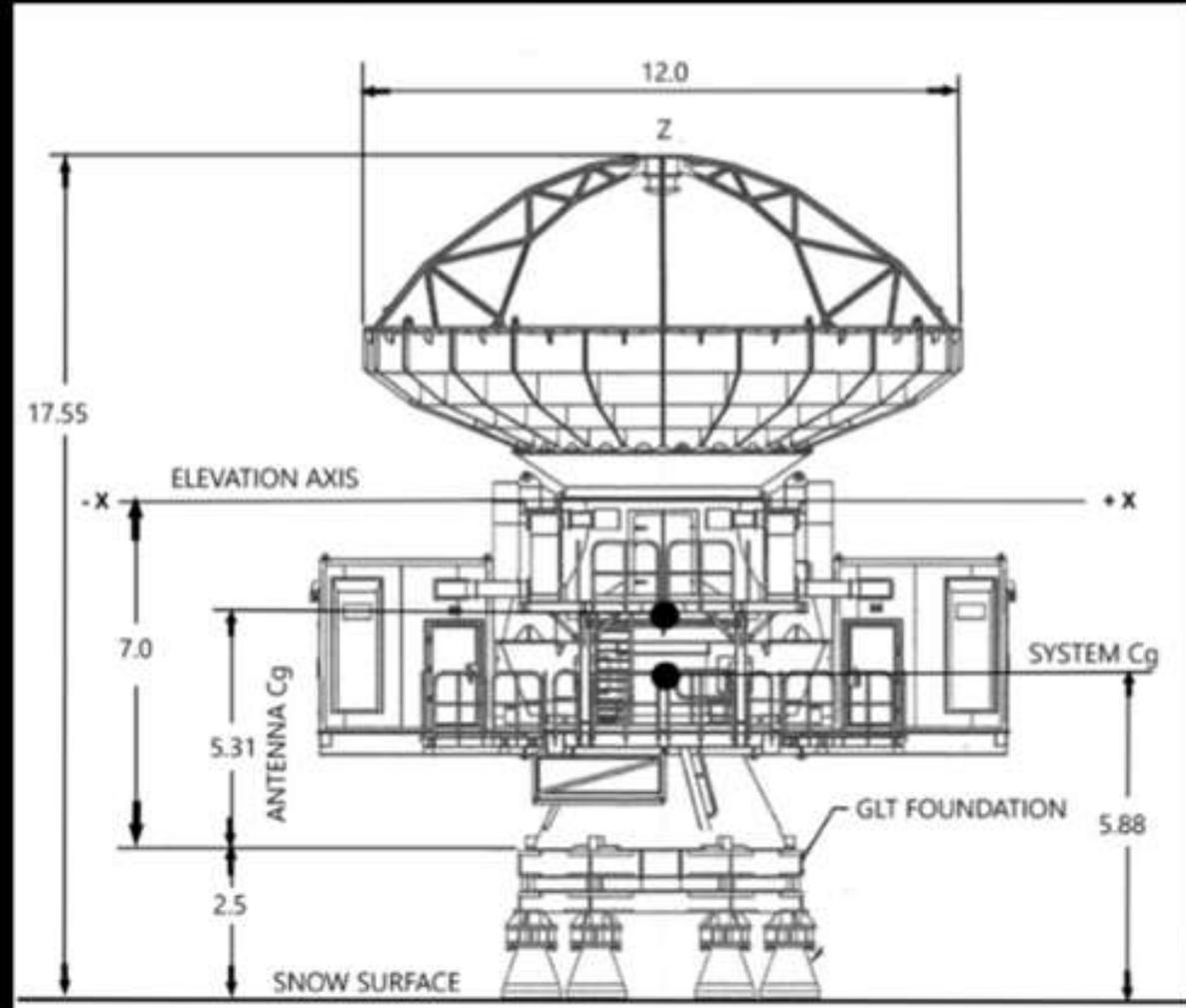
## 通信(夏期・冬期運用)

- 高速のデータ記録(16Gbps)、遠隔データ処理
- データ通信、データ回収

## GLT on Skis



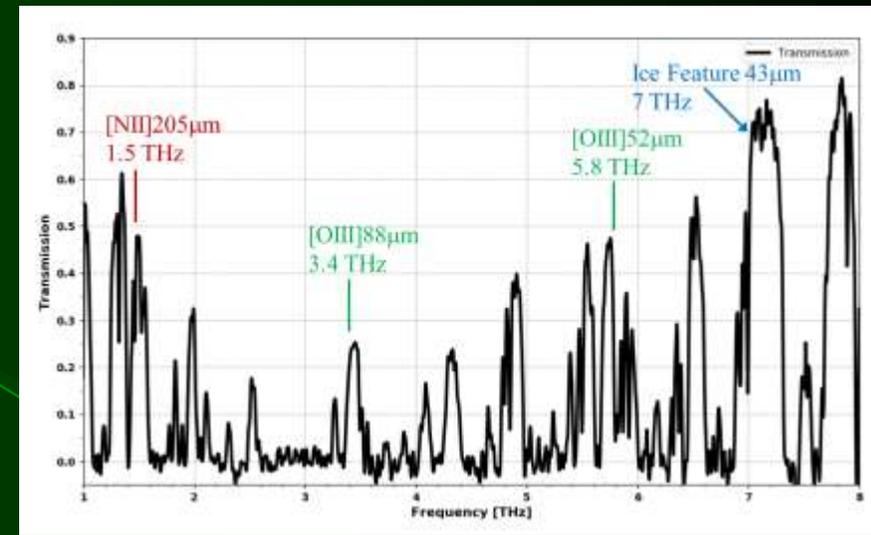
# GLT on Skis



from Ming-Tang Chen, ASIAA

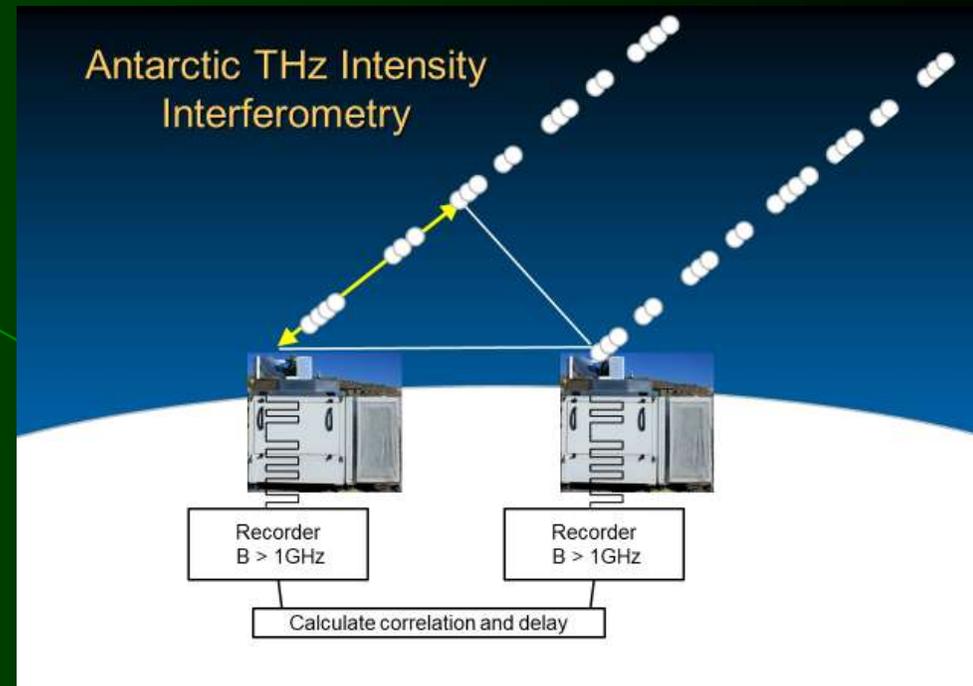
# Dome A activities

- FTS site testing in 2010-2011
  - Terahertz atmospheric windows
- AST3 50-cm optical telescopes
- 30-50cm Terahertz telescope in 2023
  - SIS mixers for [CI] 492GHz observation
- Planned 5-m terahertz telescope (DATE5)
- Power supply 80kW in summer, 40kW in winter



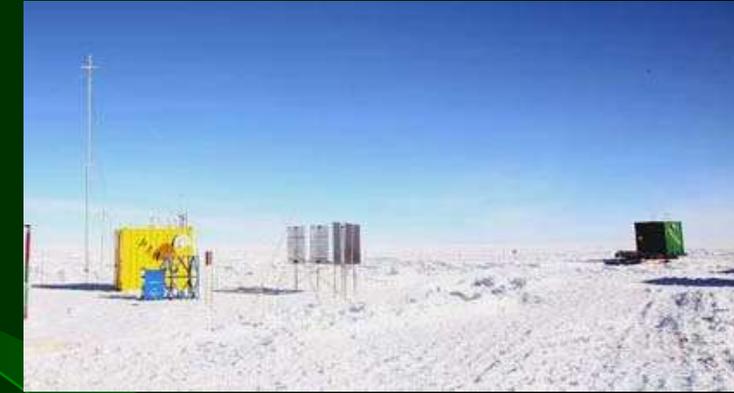
# 将来構想

- 超長基線テラヘルツ干渉計の実現
  - 基線長を伸ばす。
  - 基線長10m->100m 新ドームふじ基地
  - 基線長50km 新旧ドームふじ基地
  - 基線長1000km ドームふじ&ドームAで実現可能
  - 日本の計画(ATT10, ATT12), 中国の計画(DATE5, DATE15)
- 南極干渉計から宇宙干渉計へ
  - 大型冷却望遠鏡により超高感度超高解像度干渉計が実現する。
    - >約5桁感度が向上する。



# テラヘルツ強度干渉計を 実現するまでの課題

PLATO in Dome A



## アンテナの運搬と設置

- 雪面の固化、ソリの固定、アンテナの設置、指向精度0.3'
- $\lambda/20$ の安定度が必要、校正間隔は1時間程度
- 観測波長 $200\mu\text{m} \rightarrow 10\mu\text{m}$ の安定度

## 電力供給(夏期・冬期運用)

- 4K-GM冷凍機の運用、消費電力3.6kW(peak)
- 夏期の太陽電池パネル
- 冬期の発電機(PLATOを参照)

<http://mcba11.phys.unsw.edu.au/~plato/>

## 通信(夏期・冬期運用)

- 高速のデータ記録(16Gbps)、遠隔データ処理
- データ通信

## GLT on Skis

