

南極天文学研究部門 活動報告

久野成夫

構成員

部門長：久野成夫(p)

構成教員：新田冬夢(a)、橋本拓也(a)、徂徠和夫(apCA:北大)

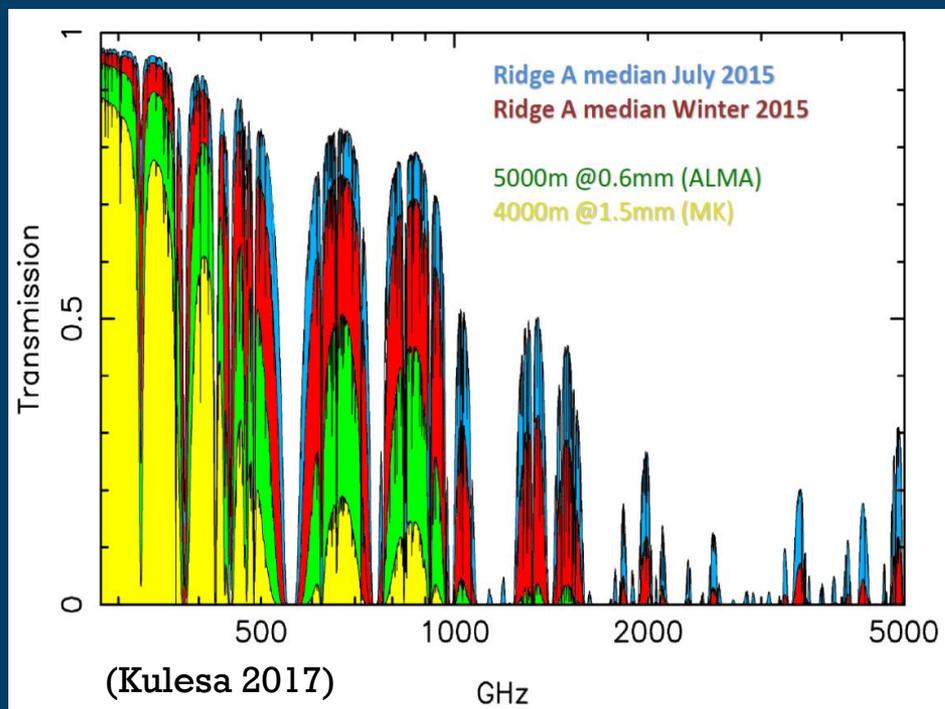
連携教員：中井直正(p:関西学院大)、瀬田益道(p:関西学院大)、

梅村雅之(p)、笠井康子(p客員:NICT)、

西堀俊幸(ap客員:JAXA)、渡邊祥正(ap:芝浦工大)

研究員：高水裕一(CCS)、齋藤弘雄、Salak Dragan

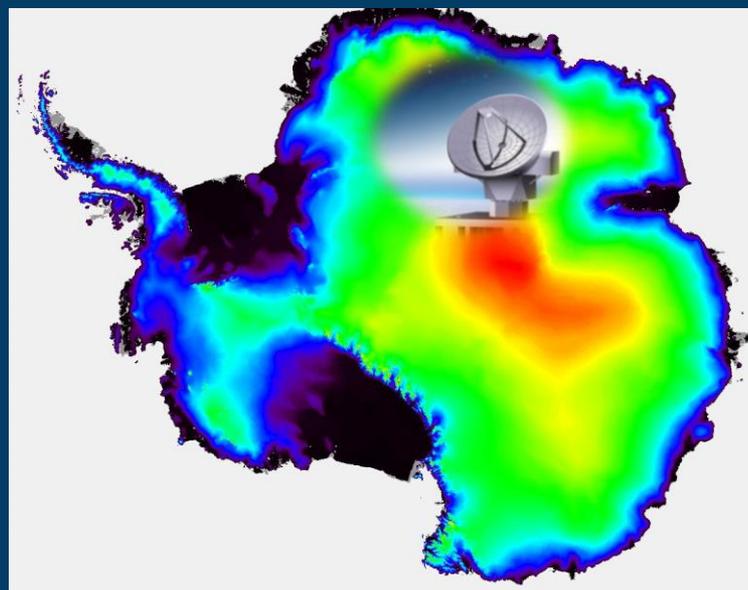
南極テラヘルツ望遠鏡



• サブミリ-テラヘルツの窓

⇒ テラヘルツ天文学の推進

- 遠方銀河のダスト熱放射
- CO高励起輝線、[CI]、[NII]、CH、H₂D⁺など
 - ⇒ 銀河やAGNの形成・進化
 - ⇒ 星間物質の進化・星形成



• 南極内陸部に10mテラヘルツ望遠鏡

- 200 GHz - 1.5 THz
 - 連続波カメラ、ヘテロダイン
- 広視野 ~1°
 - ⇒ 30m望遠鏡

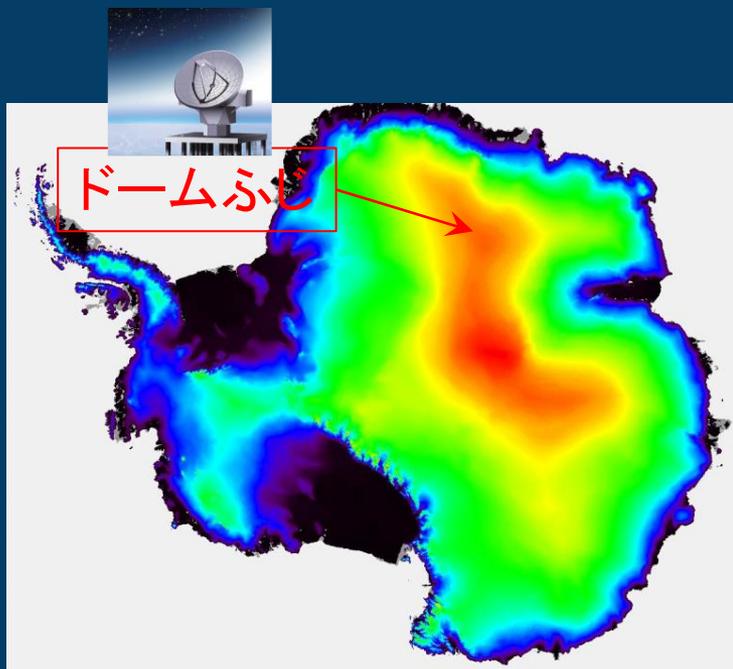
マスタープラン2020には含まれず

⇒ マスタープラン2023へ向けた準備

- サイエンスの強化
- 中型A/B

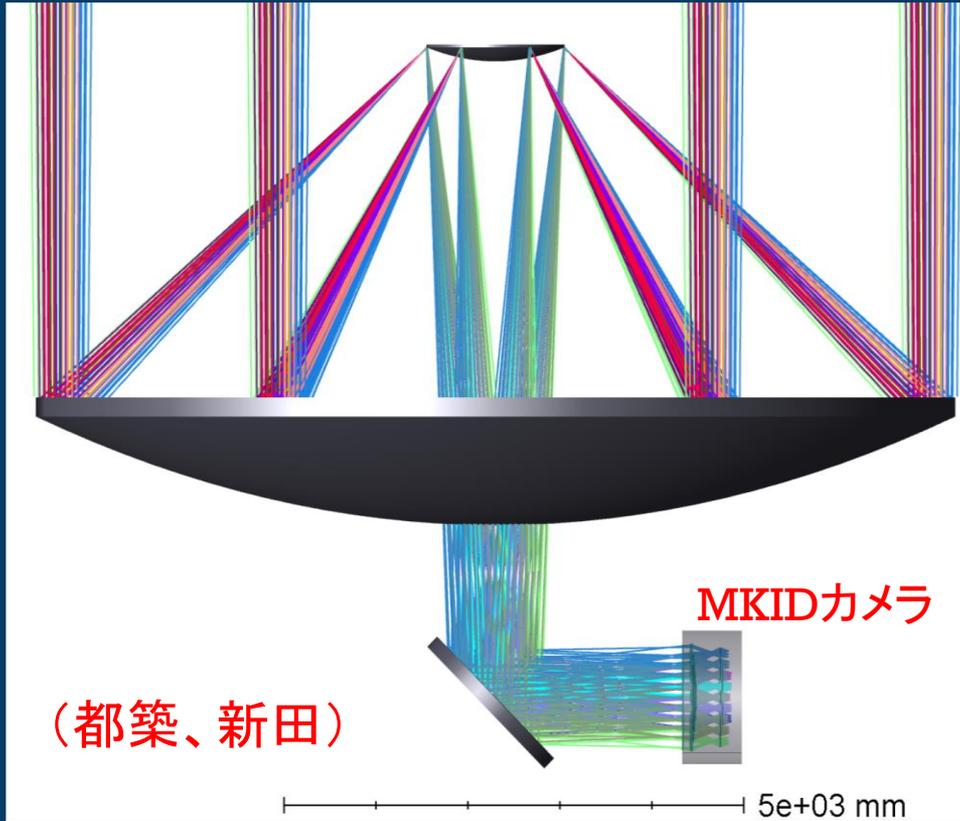
テラヘルツ望遠鏡建設サイト

- コンコルディア基地@ドームC
 - 電力供給の問題で困難
- 国立極地研将来構想とのリンクが重要 ⇒ 新ドームふじ基地

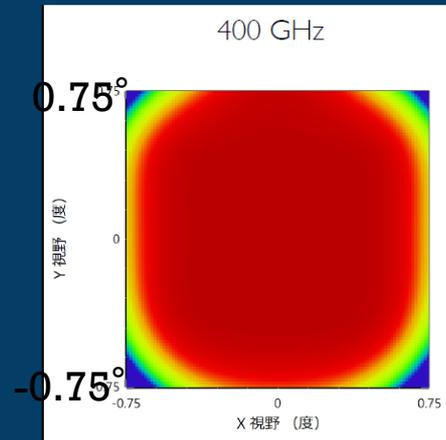
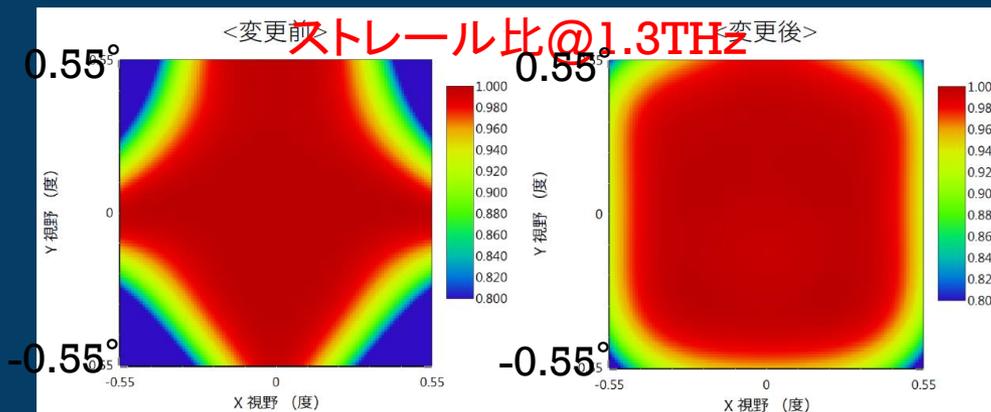


南極観測将来構想(南極未来ビジョン2034)(極地研)より

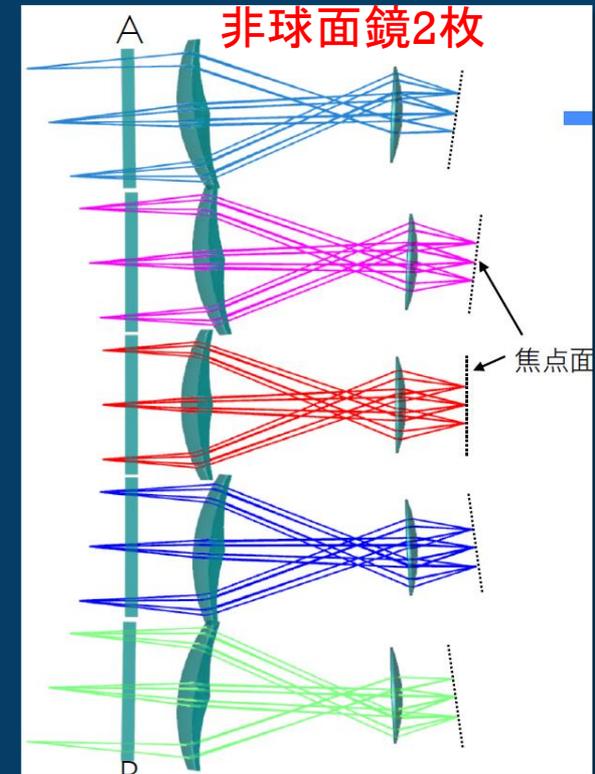
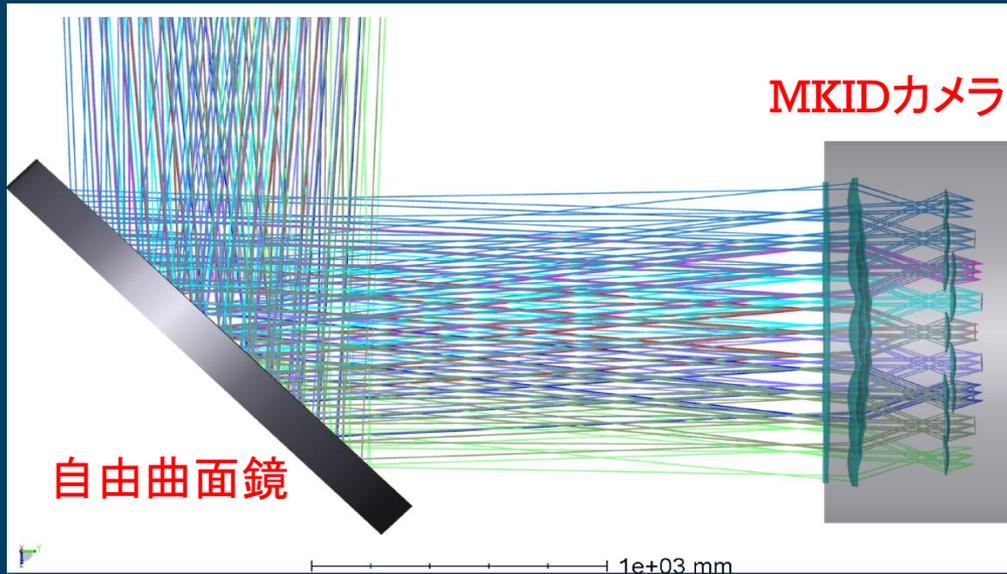
10M鏡光学設計



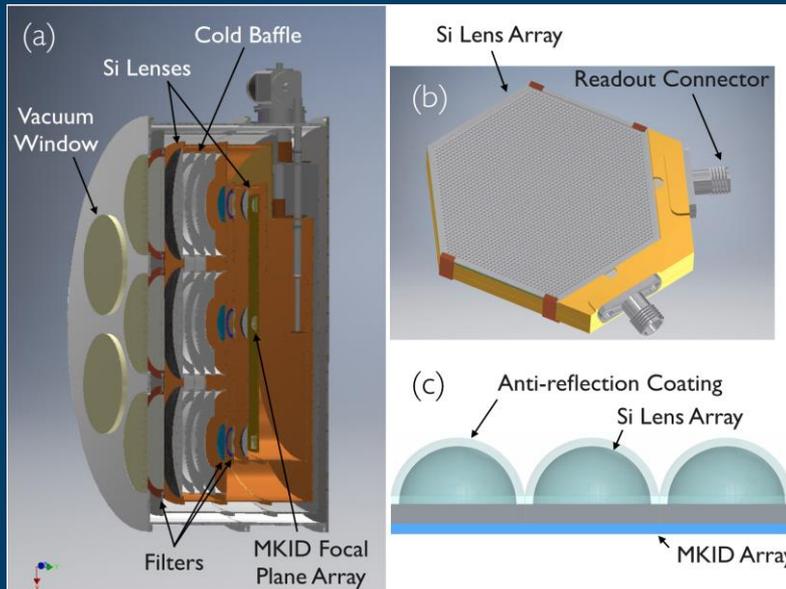
- 国立天文台(都築)と共同研究
 - 光学系(今田 筑波大D論 2016)を微修正
 - リッチー・クレチアン
 - 視野 $\sim 1.1^\circ$
- \Rightarrow 400 GHzは 1.5° まで可能



超広視野MKIDカメラ



(都築、新田)

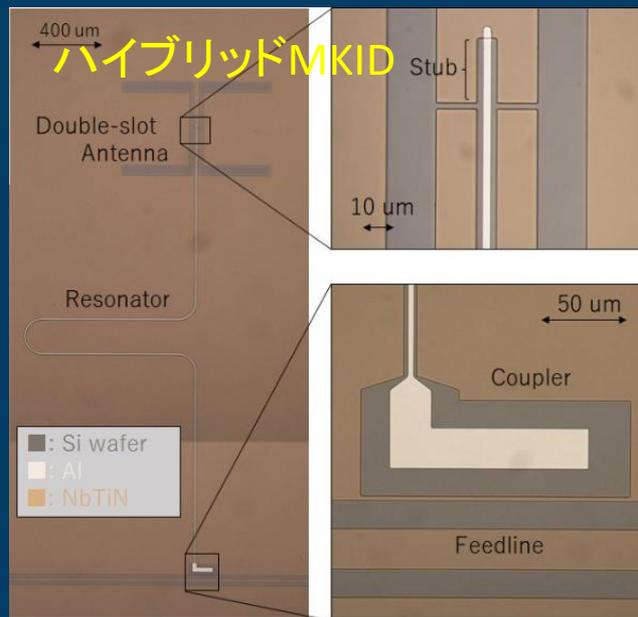
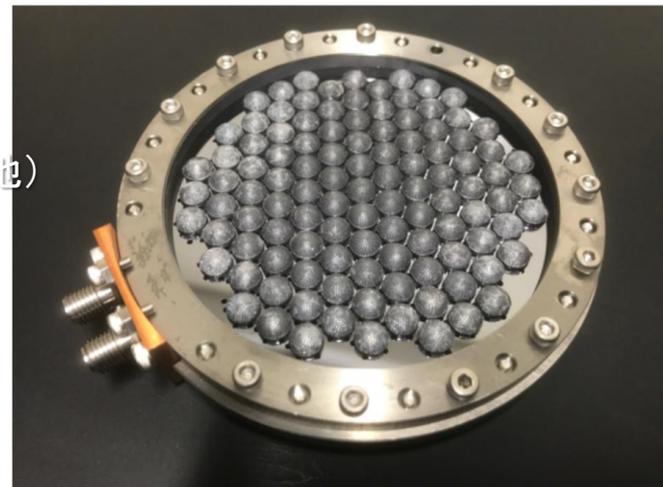


- 視野を19分割
- 400 GHz、850 GHz、1.3 THz

野辺山45M鏡MKIDカメラ

- 109素子@100GHz（新田他）
- 2018年6月 45m鏡搭載試験
⇒ MKID素子感度向上が必要
- ハイブリッドMKID (Al+NbTiN) の開発 (筑波大D3村山、M1宮澤、野地)
(国立天文台ATCと共同研究) ⇒ 光学効率向上
- 45m鏡用LEKIDの開発
(グルノーブル大・Institut NEELと共同研究) (筑波大M2鈴木)
- データ解析パイプライン (Mandal 筑波大D論2020年)

109 pixel MKID camera

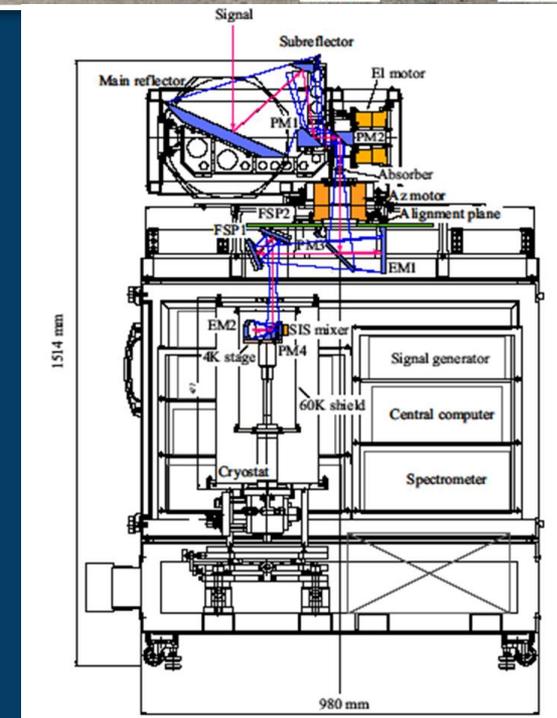
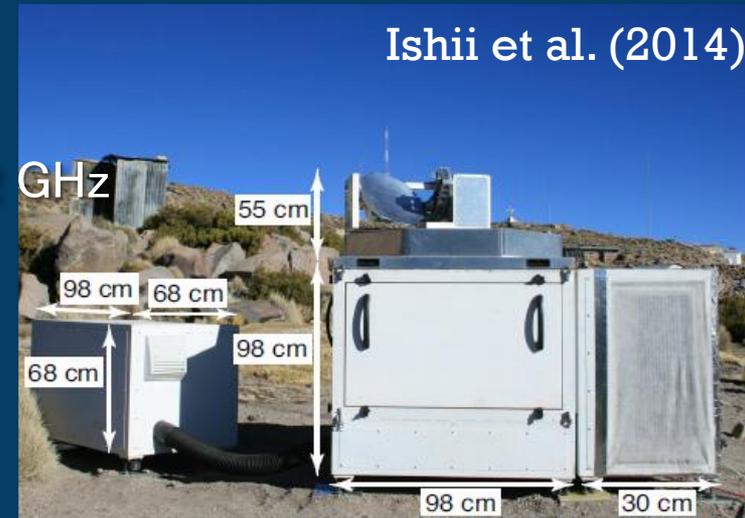


45m鏡用LEKID



南極30cmサブミリ波望遠鏡

- 500GHz 2SB受信機
 - CO($J=4-3$) 461 GHz & [CI]($^3P_1-^3P_0$) 492 GHz
- 分光計
 - 帯域幅 : 1 GHz (600km/s @500GHz)
 - 分解能 : 61 kHz (0.04km/s @500GHz)
- 低消費電力 < 2.4kW
- 低温対策
 - モーター用ヒーター、低温ケーブル
- 人力による分解・組み立て可能
 - 総重量 : 800kg (輸送用木箱込み)
 - 最も重い部分 : 60kg
 - 4人で組み立て可能



CO($J=4-3$)&[CI]($^3P_1-^3P_0$)銀河面サーベイ

[CI]($^3P_1-^3P_0$) @492GHz

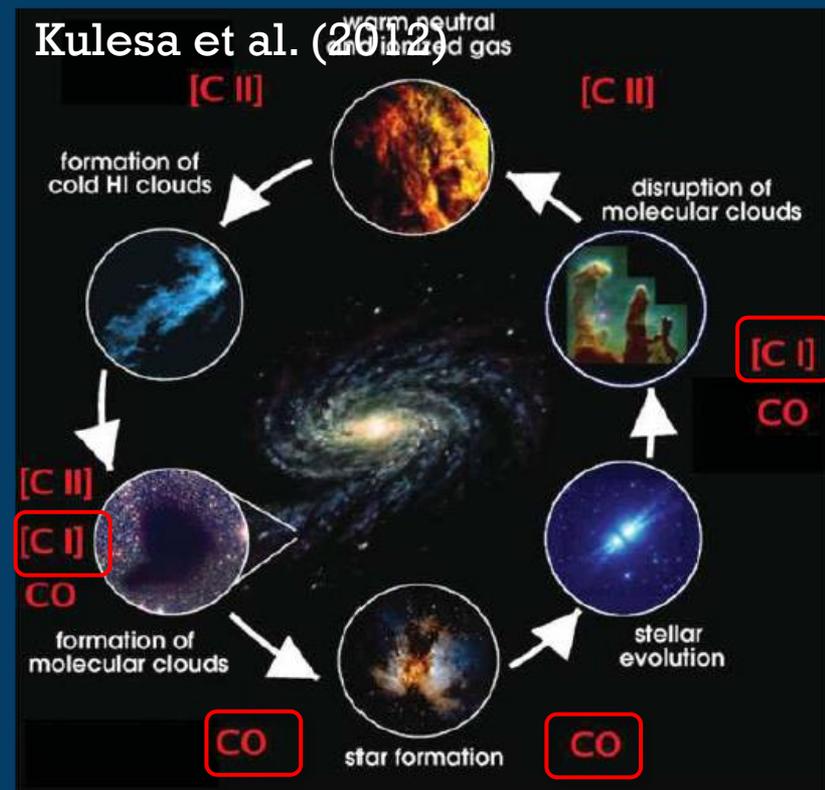
- 希薄な分子ガス/CO dark gas
- 分子雲の形成・破壊

CO($J=4-3$) @461GHz

- 星形成領域の高温高密度分子ガス
- **CfA 1.2mとほぼ同じ角分解能 9'**

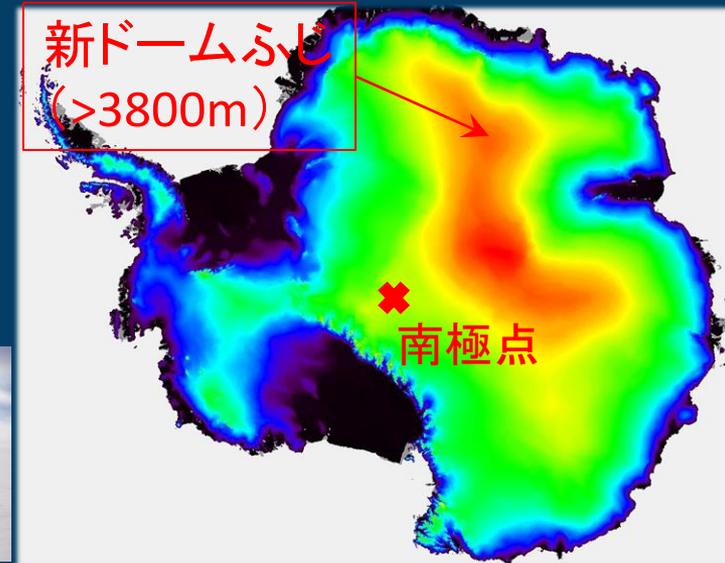
CO($J=1-0$) サーベイ (ビームサイズ: 9')

- 直接比較可能
 - Non-LTE 解析 \Rightarrow 分子雲の物理状態
- 大小マゼラン雲
- HEATとの比較
 - CO($J=7-6$) @807GHz
 - [CI]($^3P_2-^3P_1$) @809GHz



望遠鏡設置サイト

- コンコルディア基地 (伊・仏) : 共同利用
 - ⇒ 新型コロナの影響で困難
- 国立極地研: 南極計画X期 (2022年-2027年) 一般研究観測
 - 新ドームふじ基地 (> 3800m, 南緯77.3° 東経39.7°)
 - 2021年度申請 5月28日締め切り
 - 2024/2025年 新ドームふじ設置
 - 夏季のみ観測 (2か月弱 2名以内)
(将来的には冬季観測も視野に)
 - 観測棟、観測室

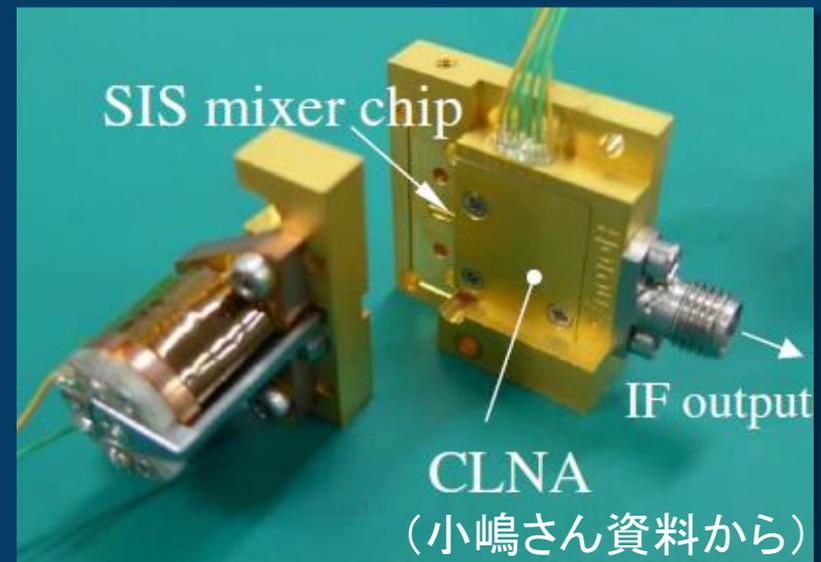
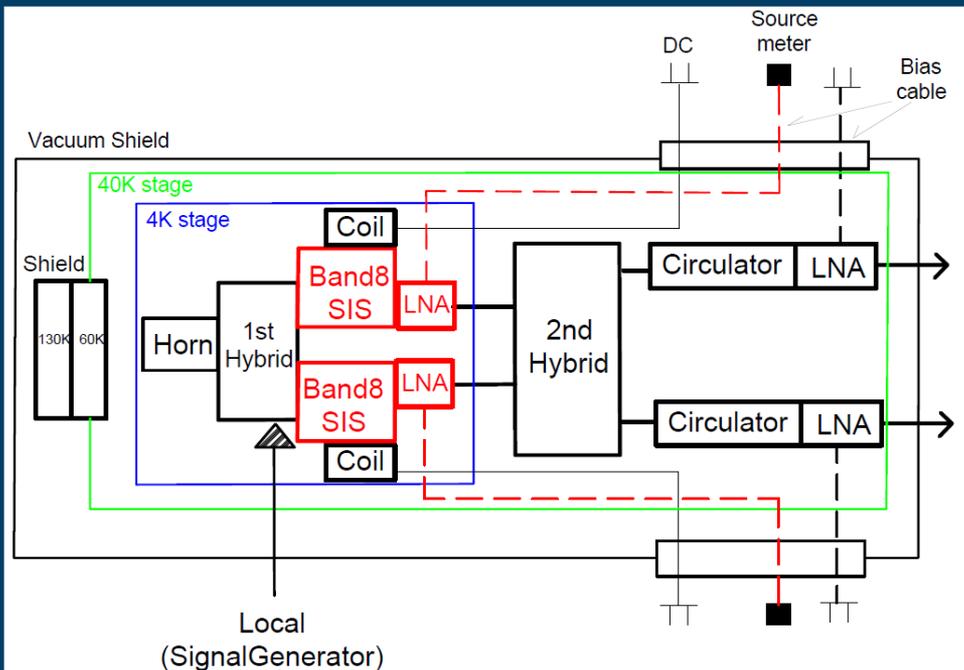
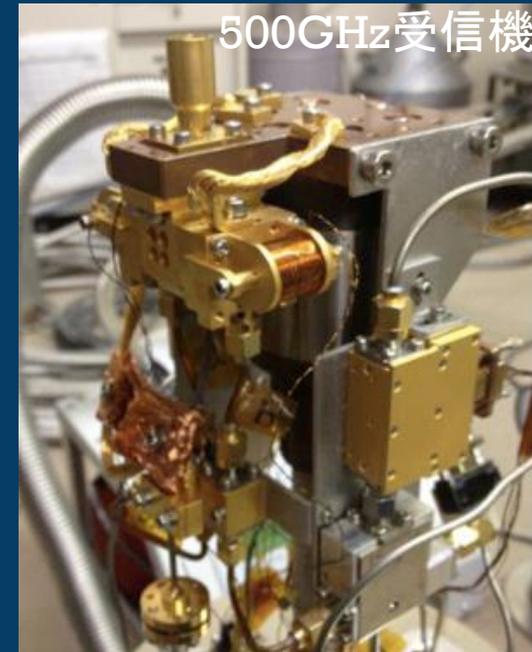


ドームふじ基地 (極地研ホームページより)

30cm望遠鏡アップデート(1)

2SB受信機の広帯域・低雑音化

- 国立天文台共同開発研究(小嶋、鵜澤、伊王野)(瀬田、筑波大M1瀧口)
- IF帯域: 4-8GHz \Rightarrow 8-18GHz
 - CO(4-3): 460 GHz
 - [CI](3P_1 - 3P_0): 492 GHz
 - 同時観測



30cm望遠鏡アップデート(2)

光学ポインティング装置 (齋藤、筑波大M1小山)

- 南極夏季: 昼
 - ⇒ 日中の光学ポインティングが必要
広視野($\sim 1^\circ$) (~ 3 等星まで)
- 光学軸と電波軸の調整

分光計&リダクションソフト

(徂徠、北大M2八嶋、M1清水)

- OTF対応
- 2輝線同時観測 ⇒ 2チャンネル化
- Python化
- 冬季の観測
 - ⇒ THzの観測 ([CI]809 μ m, [NII]など)
- テラヘルツ光子計数型干渉計(松尾)
- 南極10mテラヘルツ望遠鏡



南極テラヘルツ望遠鏡実現に向けて

• サイエンスの強化

- 宇宙理論グループとの連携
- 南極での優位性の強調
 - 赤外線衛星SPICAの中止による地上からのテラヘルツ観測の重要性

• 南極での運用環境確保

- 極地研将来計画とのリンク ⇒ 極地研新ドームふじ
- まずは30cm望遠鏡による新ドームふじでの運用実績・関係構築

• 概算要求

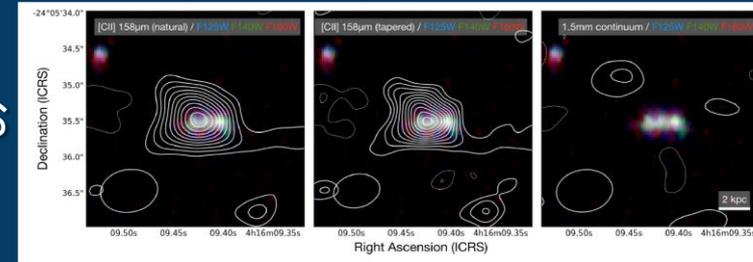
- マスタープラン2023
 - 新設された中型A/B計画(大学主導の計画)としての掲載を目指す

既存望遠鏡による観測(ハイライト)

- 遠方銀河

- $z=8.31$ のLyman break galaxy からのCII輝線およびダスト放射の検出

(Bakx, Tamura, Hashimoto et al. 2021)



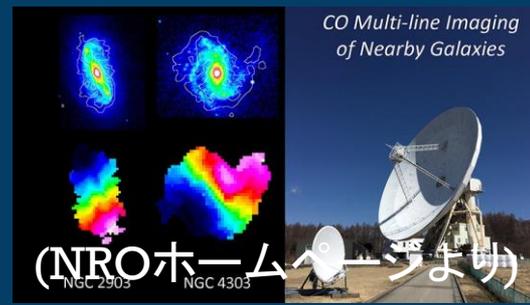
(Bakx, Tamura, Hashimoto+2021)

- 近傍銀河

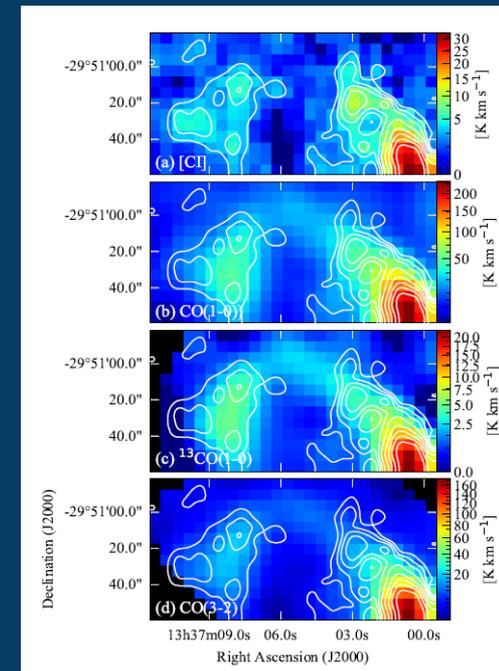
- 棒渦巻銀河の棒状構造内での非円運動の検出とパターン速度の測定 (Salak et al. 2019)
国立天文台プレスリリース 2020年6月11日

- CI輝線によるM83のマッピング観測 (Miyamoto, Yasuda et al. 2021)

- 分子ガスのトレーサーとしてはCOのほうが優れている



(NROホームページより)



(Miyamoto+2021)

その他の活動・業績

- 査読論文 29編
 - ALMA、NRO45mなどによる銀河の観測的研究
- 研究会
 - 極地研研究集会 2021年3月15日 @zoom
“南極テラヘルツ望遠鏡によるサイエンスの検討”
- 受賞
 - 奈良誠大(M2) 日本大気化学会 大気化学討論会
学生優秀発表賞
 - 情報通信研究機構(NICT)との共同研究(笠井客員教授)