

野辺山45m鏡超伝導電波カメラの開発

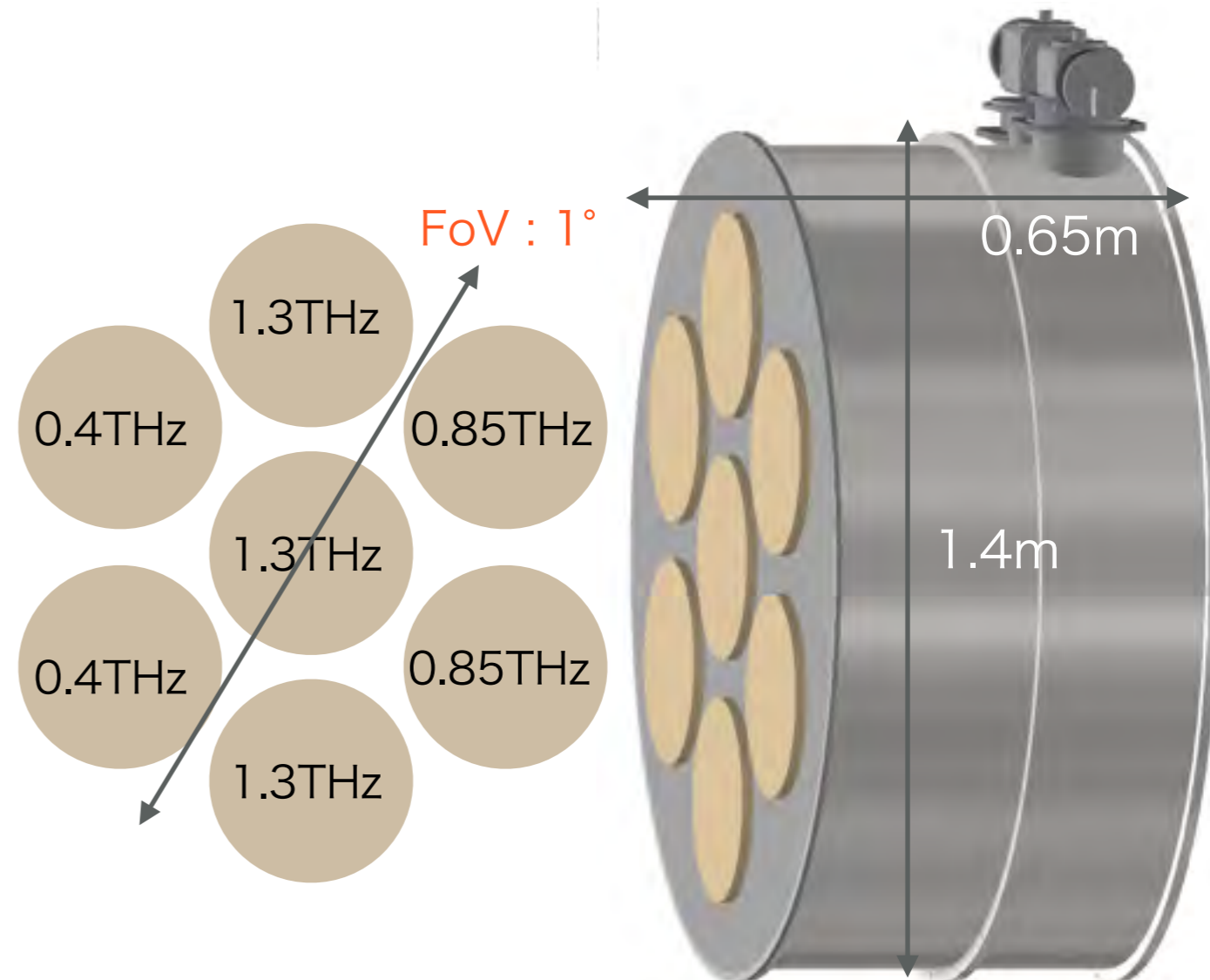
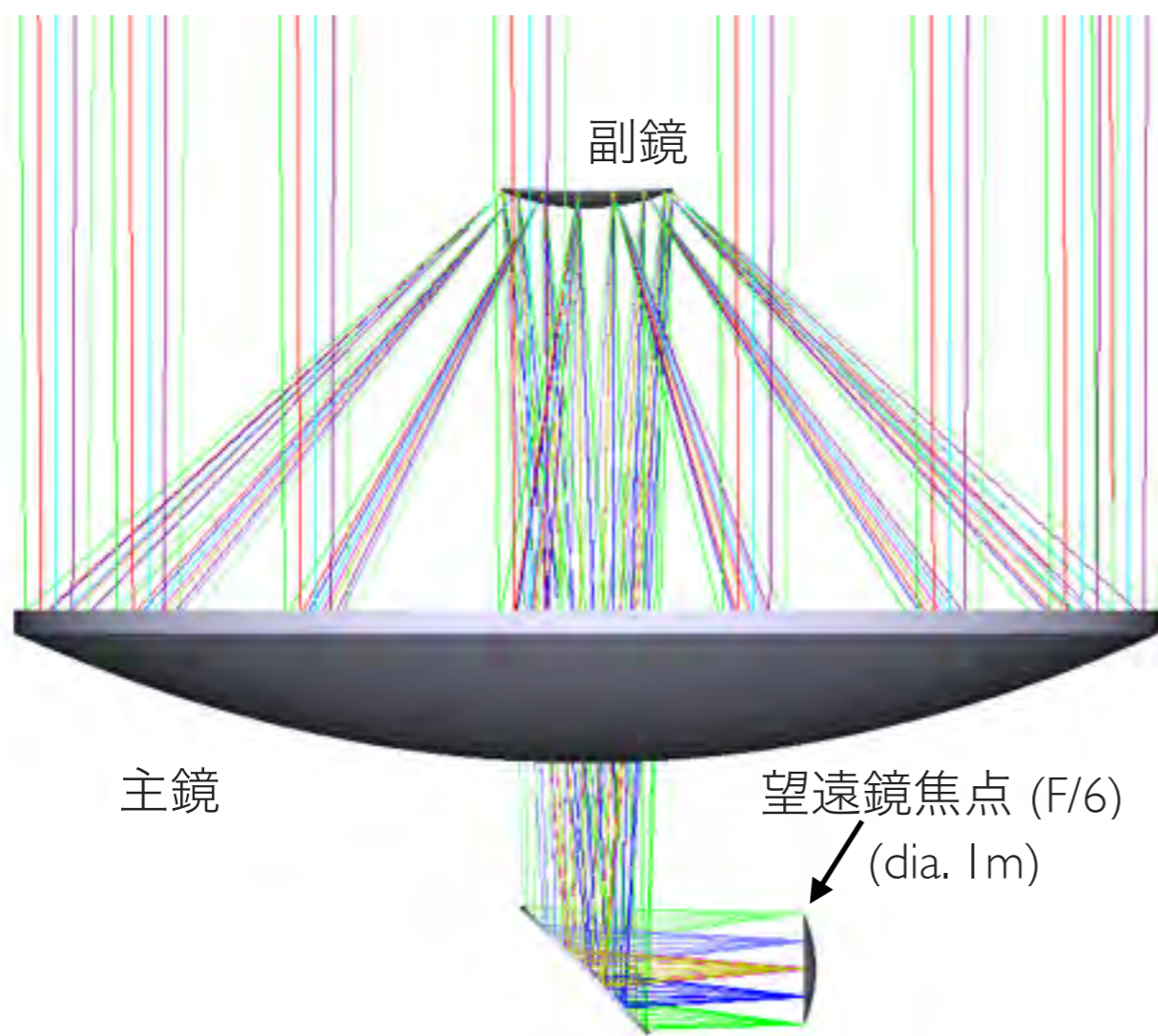
新田冬夢（宇宙観測研究室）

Pranshu Mandal (D2), 村山洋佑、翟光遠(DI),
小野雄太, 石田智大, 鈴木隆司, 樋川遼太郎 (MI)

10mカメラ：クライオスタット

* 光学一構造設計

- 1°の視野を7モジュールに分割
- 直径1 mのF/6焦点の先に配置
- GM冷凍機+dilutionで0.1 Kまで冷却
- Siレンズ2枚を用いたシンプルな冷却光学系
- 3000 pixels × 7モジュール = ~ 20000 pixelsが目標



45m鏡搭載用電波カメラ



* 野辺山45 m望遠鏡＋ミリ波カメラ

- ・ 100 GHzで視野約3分の掃天観測を実施
- ・ 国立天文台との共同研究

* 諸元

観測周波数	100 GHz band
視野	～ 3 arcmin
ビームサイズ@100 GHz	～ 16 arcsec
超伝導検出器	Microwave Kinetic Inductance Detector
冷却光学系	シリコンレンズを用いた屈折式光学系
素子数	～100素子
動作温度	< 200 mK

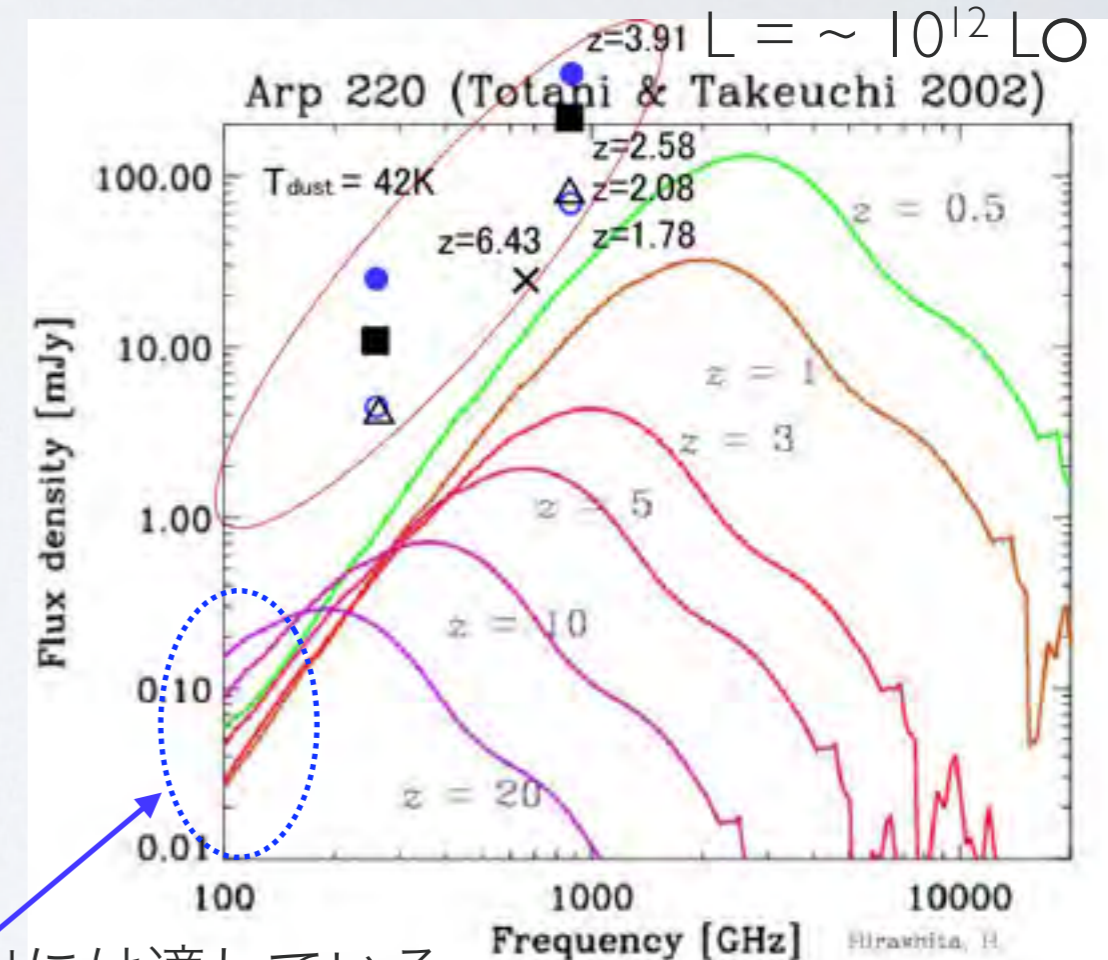
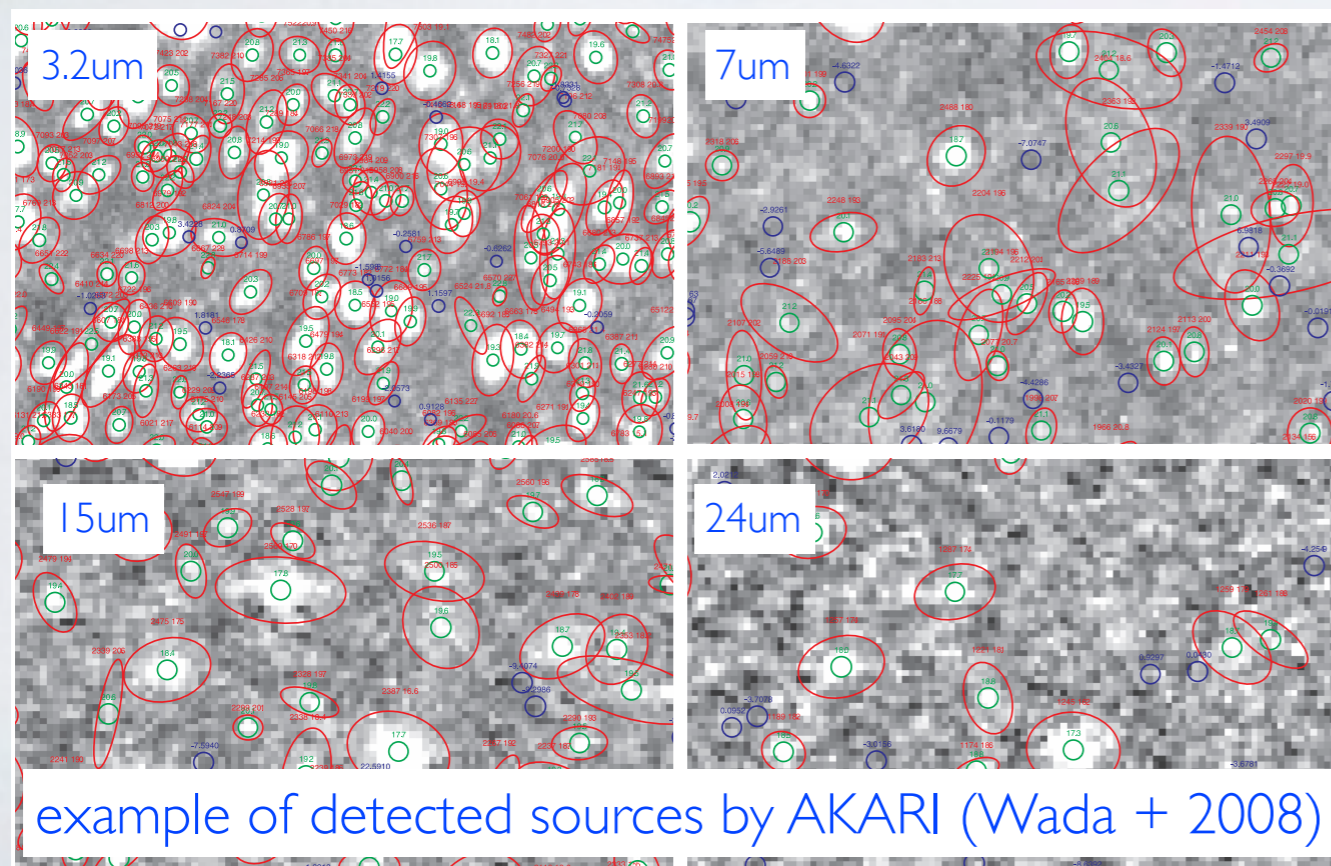
遠方銀河探査

* 「あかり」による北の極域領域(NEP)の高感度観測

- あかりサーベイ (1 deg²@60-160μm, 0.38 deg²@2.5-24μm)

(Matsuhara, et al. 2006; Wada, et al. 2008)

- 約 7000 天体を検出：可視光、近赤外、低周波電波などで追観測
- 星を除く約6000天体は銀河候補天体と考えられている



high-z銀河の検出には適している
($\sim 10^{13} - 10^{14} L_{\odot}$)

Microwave Kinetic Inductance Detector (MKID)

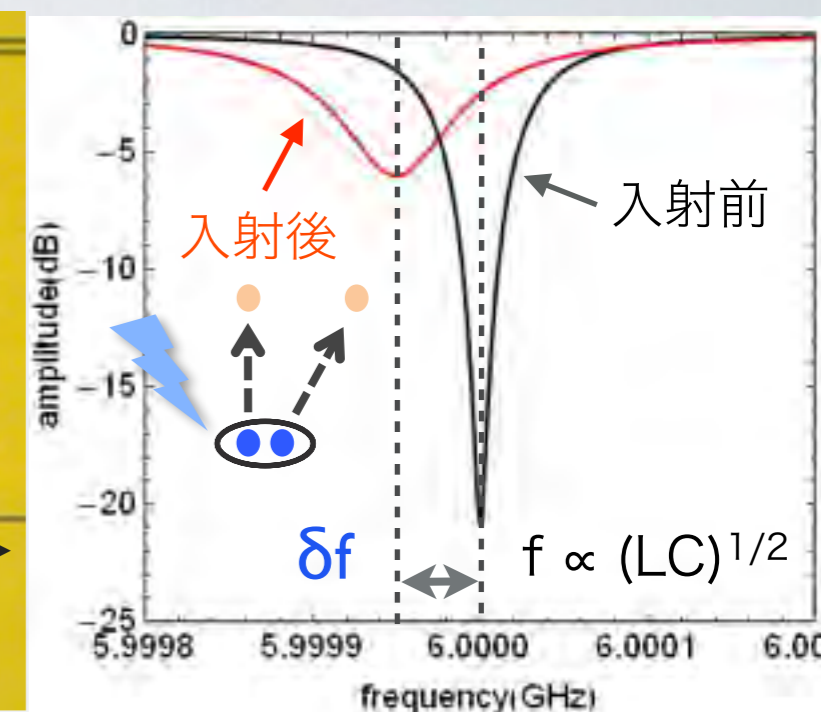
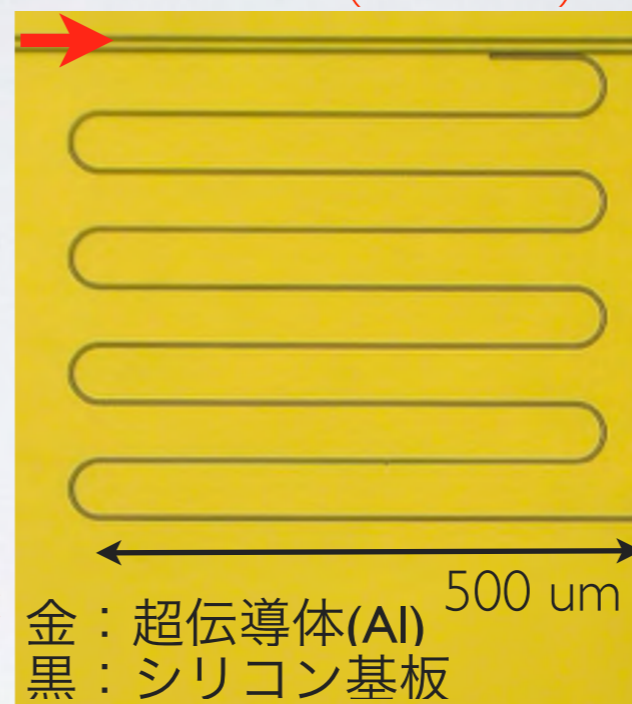
Day et al., Nature, 2003

* MKID

- ・ マイクロ波帯で動作する超伝導共振器
- ・ 入射光子によりクーパ対が解離
 - 力学インダクタンスが変化
 - 共振周波数 (f_0) が変化

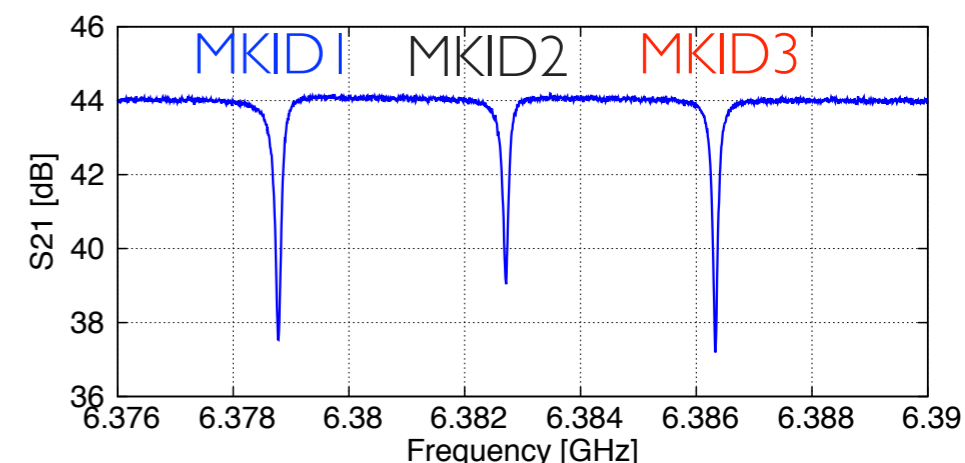
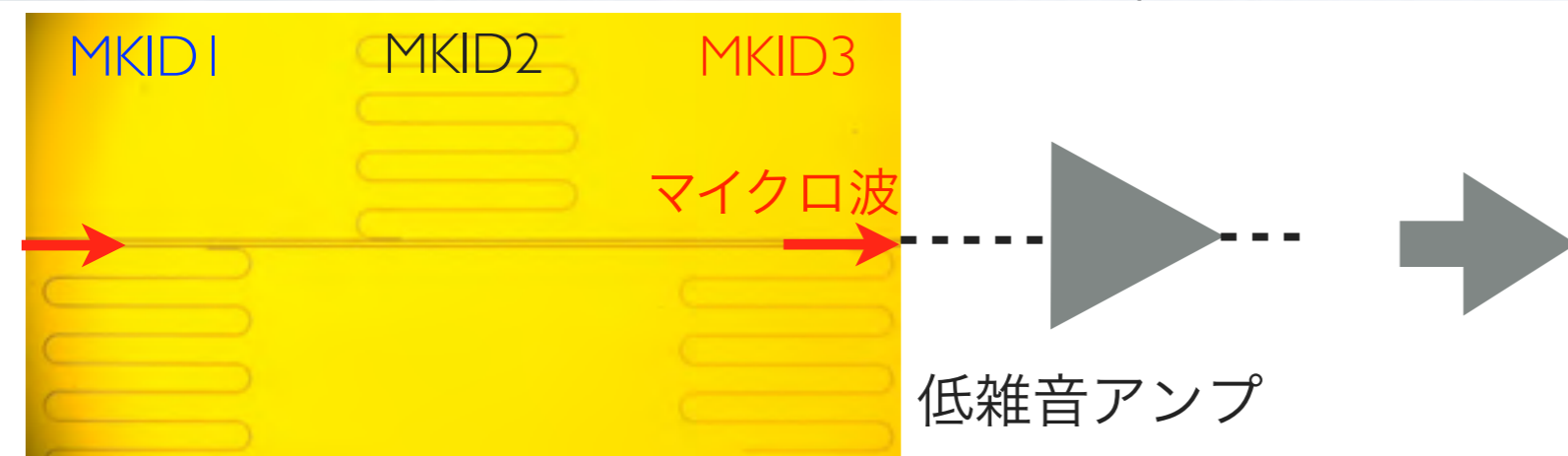
超伝導ギャップエネルギー以上の光子を検出

マイクロ波 (3 - 9GHz)



* MKIDの利点

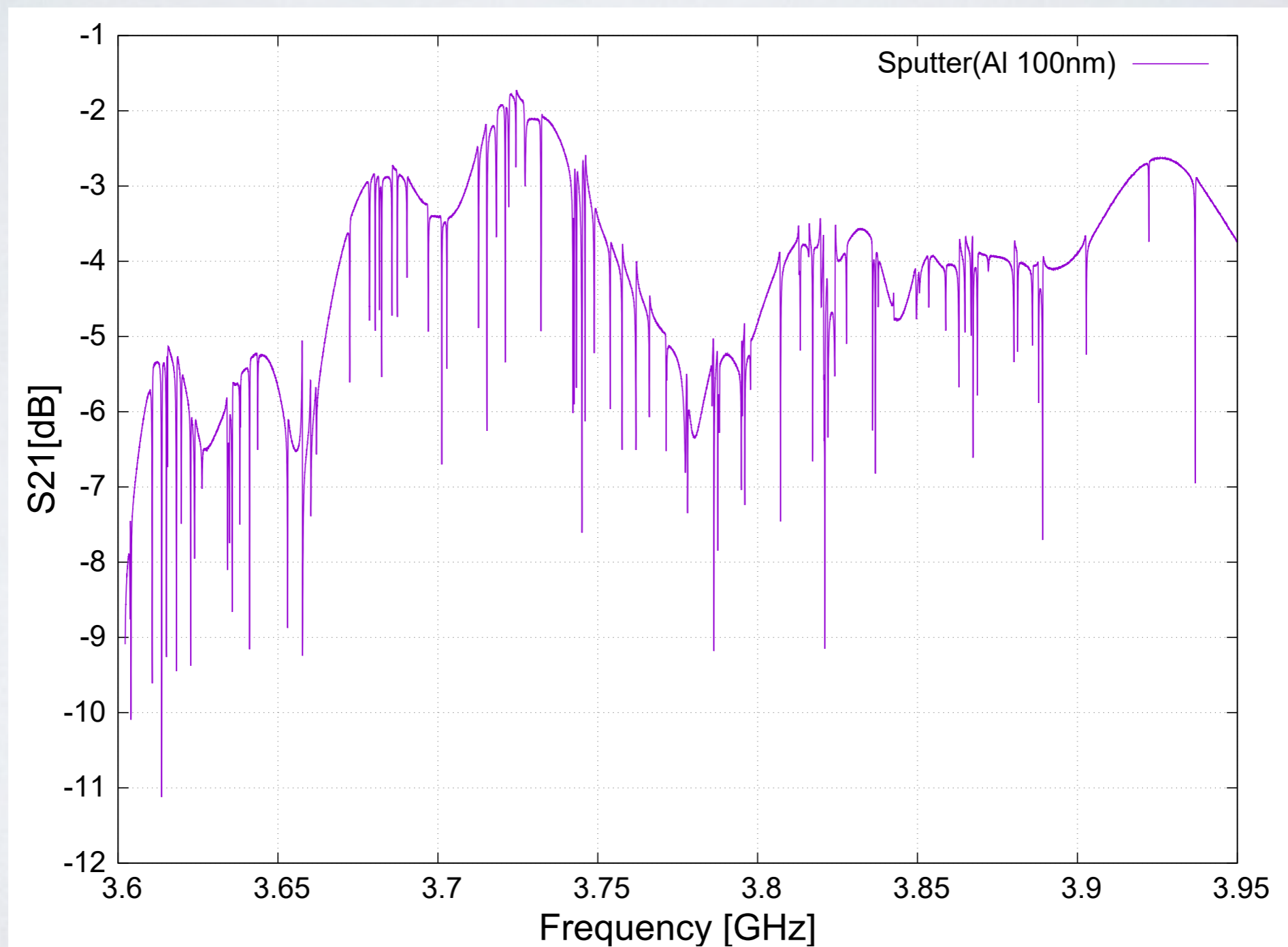
- ・ 構造がシンプルなため、高い歩留まりが期待出来る
- ・ 1つのアンプで1000素子程度を読み出せる → 他の超伝導検出器にはない特徴



MKIDの透過スペクトル

村山洋佑：修士論文, 2018

*ダーク環境での測定例

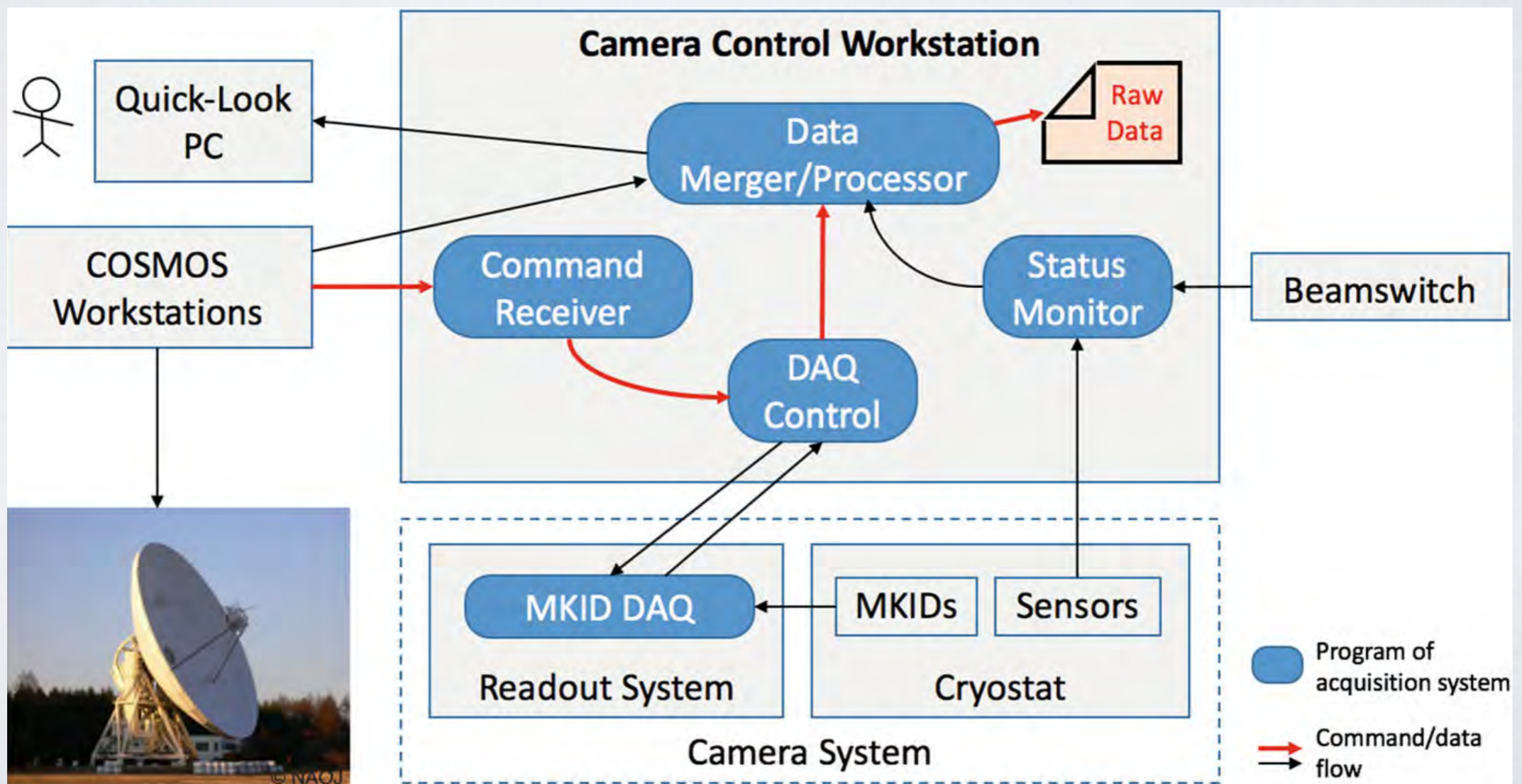


観測システム

Nagai et al., JLTP, 2018

* 観測システム

- ・ 望遠鏡情報（COSMOS）、MKIDの読み出し信号、温度データ等はワークステーション上でマージ
- ・ クロック信号（IPPS & 10 MHz）とNTPで時刻同期



まとめ

1. 野辺山45m電波望遠鏡用100GHz帯カメラ

- Microwave Kinetic Inductance Detectorの開発
- シリコンレンズを用いた屈折式光学系
- 焦点面温度は65 mKを達成
- 45m望遠鏡での搭載試験

2. 南極10m望遠鏡搭載に向けた超伝導カメラの開発

- 南極は水蒸気量、安定性で地上で最も優れたTHz波観測サイト
- 野辺山カメラをベースにモジュール化