

日本の 南極天文台構想

- ・10mテラヘルツ望遠鏡
- ・2m赤外線望遠鏡

いずれも南極の天文好条件を最大限に生かす望遠鏡であり、共通のプロジェクトによって、宇宙初期の銀河から銀河系の星生成領域、系外惑星系まで、宇宙全域で新しい知見をうることができる。

日本は地球上の天文ベストサイト(?) ドームふじに基地持つ

日本独自にサイト調査を進めたい

1

推進組織

南極天文フォーラム

(代表) 中井直正、瀬田益道(筑波大)
市川隆(東北大)
高遠徳尚、浦口史寛、家正則(国立天文台)
栗田光樹夫(名古屋大学)
岡野章一、坂野井健(東北大)
田口 真(極地研)

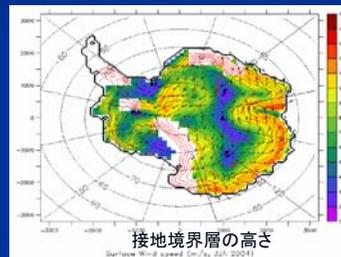
2

宇宙に開かれた地球上最後の窓

南極における大規模大気シミュレーション (Swin 2006)

天文サイト条件

- ドームふじ (3800m)
- ～ドームA (4000m)
- ≫ドームC (3200mm)
- ≫ ハワイ
(4000m、現在のベストサイト)



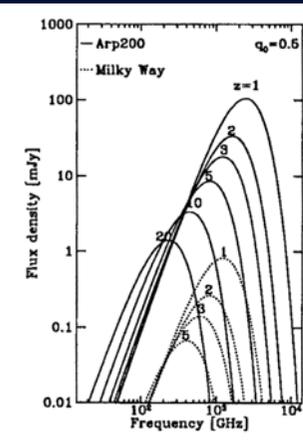
新しい宇宙の姿が見えてくる

3

観測目的



銀河
赤外線で最も明るい
↓ 遠方銀河、遠ざかる
↓ ドップラー効果
サブミリ~テラヘルツ波
で最も明るい
↓
観測が容易



4

南極2m赤外線望遠鏡の目指す天文学

豊富な観測時間を生かして

- 宇宙初期にある銀河の大規模分布
- 極低質量星(～木星質量)の探査(漂流惑星)
- 銀河に吸い込まれる原始銀河の探査

長時間連続観測が可能であることを生かして

- 小惑星のスピンの統計的性質
- 系外惑星系の探査
- ガンマ線バースト天体のモニター

5

実現へのステップ

サイト調査(第48次隊～)
赤外線
サブミリ波



初期成果のための小型望遠鏡と観測装置
(2年後)グリーンランドにおける動作実験と初期成果

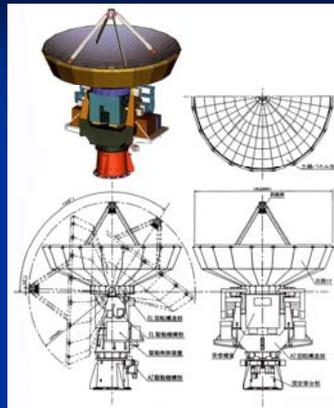


2m赤外線望遠鏡、10mテラヘルツ望遠鏡

6

テラヘルツ望遠鏡

- 口径～10 m
- 観測周波数
～300—2000 GHz
- 観測波長
～1—0.15 mm



7

南極2m望遠鏡モデル

名古屋大学
超軽量望遠鏡用架台



2m用は少し小さくなる



- 高さ 7m 旋回半径4m Kurita et al.
- 分解時 2.5m × 2.5m × 1.5mの箱に収まる
- 総重量 約5t
- 電力 5kW + 広視野赤外線カメラ

8

現在の世界最高の天文台サイト

ハワイ島マウナケア山頂



電波(サブミリ)、赤外線、可視光の望遠鏡群

9

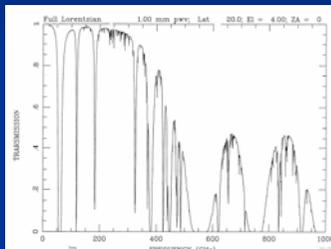
天文サイトの条件

条件	すばる望遠鏡	南極ドームC
晴れる	65%	75%(?)
大気が安定している (星が瞬かない)	0.6" (星像の大きさ)	< 0.5" (?)
標高が高い	4205 m	3250 m
大気温度が低い	0°	-50°
水蒸気量が少ない (透過率が高い)	3 mm PWV	< 0.6 mm PWV
風が弱い	平均7m/s	平均 3m/s @地上5m

10

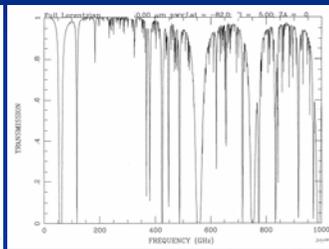
大気透過率(計算値)

ハワイ・マウナケア



H₂O (1mm)

ドームふじ



H₂O (0.05mm (best))

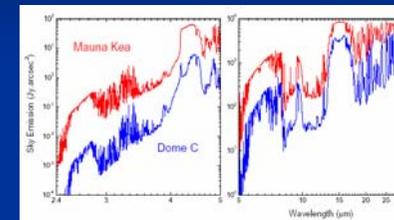
今まで見えなかった空が見えてくる

11

赤外線観測の障害—大気熱放射

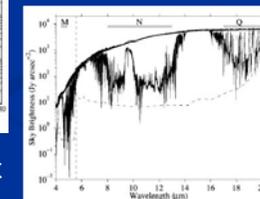
Burton et al. (2005)

近赤外で数十分の1



ドームふじでは、2.2 μmより長波長に重点を置く

夏期の実測



Walden et al. (2005)

12

目標とする天体の明るさ 1等星の 10^{-9} (1.510^{-8} J)
 $2.2 \mu\text{m}$ の空の明るさの10万分の1(S/N=1)

信号/ノイズ = 天体の明るさ/ $\sqrt{\text{空の明るさ}}$
 \propto 望遠鏡の面積/ $\sqrt{\text{空の明るさ}}$

空の明るさが100分の1ならば、望遠鏡の口径は1/10で良い

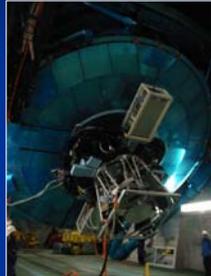
南極の空の明るさ = マウナケアの数十分の1

口径8.2mすばる望遠鏡 ~ 南極2m赤外線望遠鏡

13

すばる望遠鏡+MOIRCS
 世界最高性能の赤外線カメラ

南極2m望遠鏡

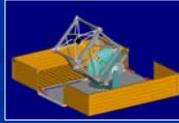


同じ性能
↔



Ichikawa et al. (2005)

Kurita et al. (2005)

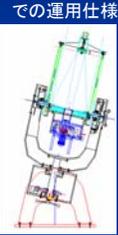
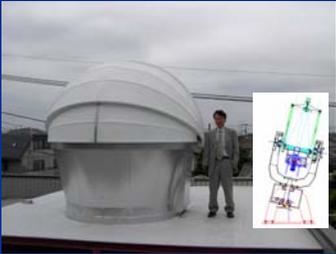


Arcidiacono et al. (2004)

14

プロトタイプ
40cm南極赤外線望遠鏡の開発

-80°での運用仕様


+ 400万画素赤外線カメラ

化石銀河探査
 グリーランドでの実験観測を計画

15

プロトタイプ
30cmテラヘルツ探査望遠鏡



天体からの信号

強度校正装置 ← ビーム伝送系

ローカル信号源

ミキサ

冷却機

冷却受信機

受信機フロントエンド

受信機バックエンド

低雑音増幅器

中間周波数変換増幅系

電力計/分光計

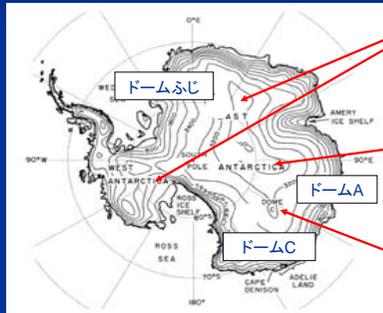
電力、制御、データ取得系

南極では、高い励起状態のCO輝線の観測が可能
 →「星が誕生」(星間ガスが収縮して生まれる)する現場の発見

16

外国の取り組み

2006年8月 国際天文連合 南極における天文学シンポジウム



米国国立天文台 サイト調査開始
(2007) 日本にも協力の依頼

中国、米国、オーストラリア
サイト調査開始 (2005)

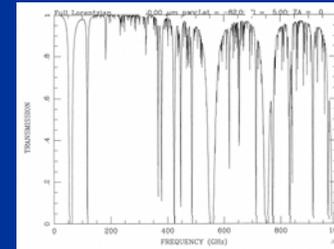
ヨーロッパ、オーストラリア
天文台設営中

17

(48次隊委託) ドームふじでのサイト調査

1) 大気透過率測定

テイピング・ラジオメータ
220 GHz; 常温で動作



大気透過率(計算値): ドームふじ
(best)

H₂O 0.05mm (best)

18

2) SODARによる大気境界層乱流の観測

- 測定場所: ドームふじ
- 測定項目: 乱流強度(C_T)、風速 (u, v, w) の高度プロファイル
- 測定高度: 40 m ~ 1000 m
- 高度分解能: 20 m
- 時間分解能: 15 min.

ハッブル望遠鏡

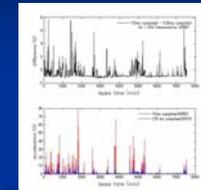


ピンぼけ像

3) 雪上車とそりの振動測定 精密機械の運搬の課題

加速度ロガー(GMEN)
温度センサーも内蔵(-80以下)
サンプリング周期: 10 ms
記録間隔: 10 min、30日測定
測定開始日時: 2006年11月10日0時0分UT
電池: FUJIFILM リチウム電池 FE FR03 4B

Fedexによる郵送結果



冷凍庫内でマイナス75度での動作を確認

20