南極10m級テラヘルツ望遠鏡計画

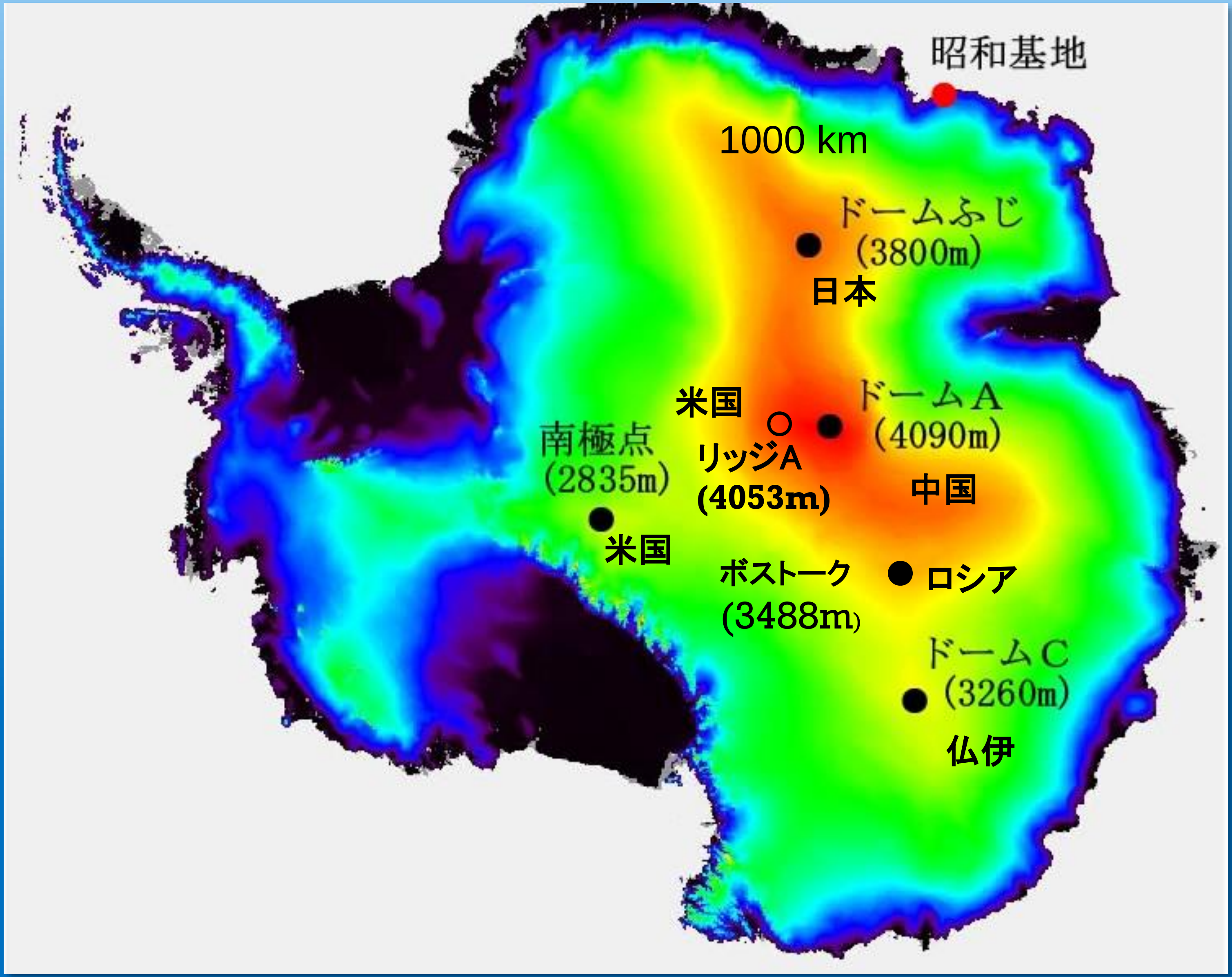
久野成夫（筑波大学）
南極天文コンソーシアム

１．南極内陸部の観測環境

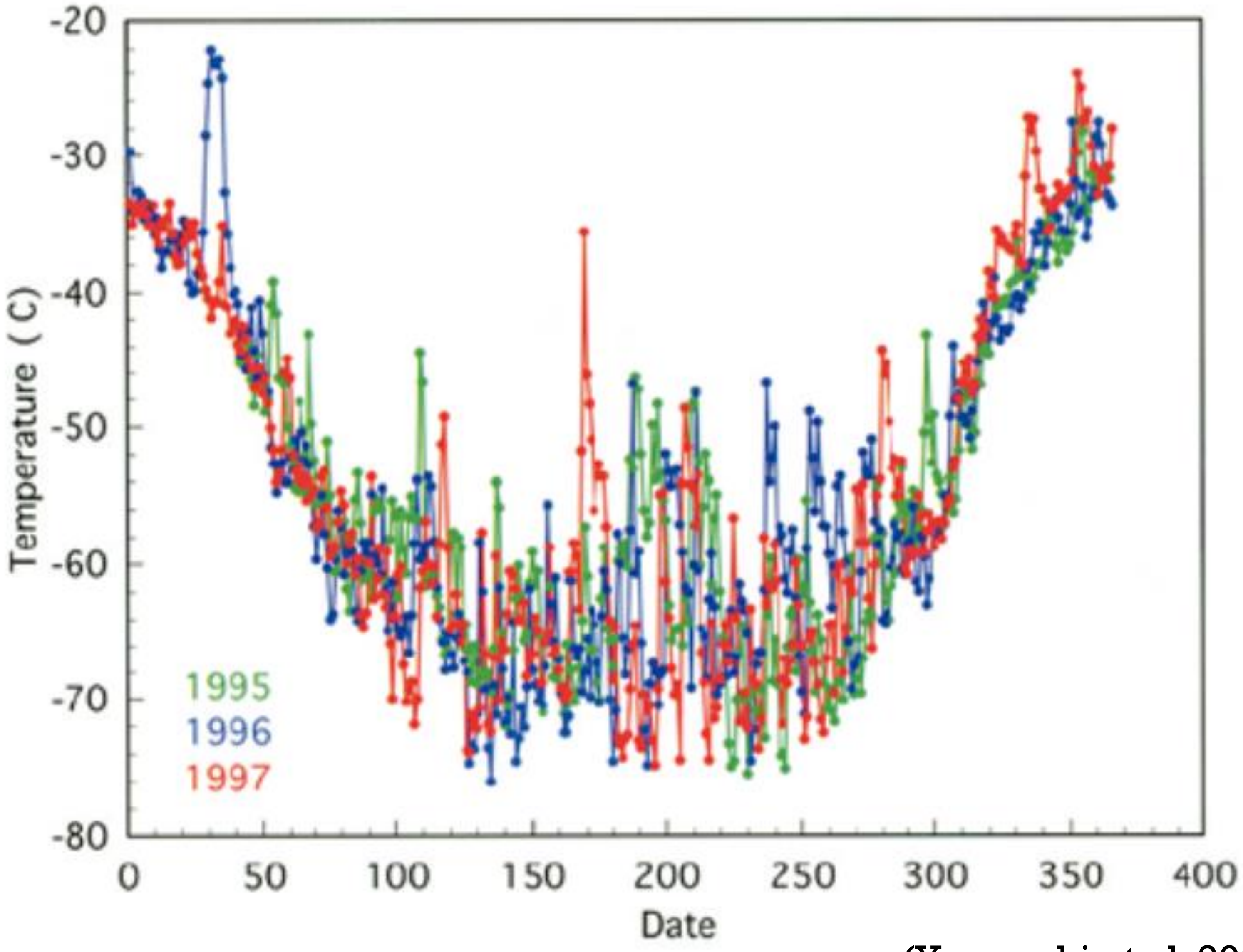
２．南極天文学の推進計画

３．10m級テラヘルツ望遠鏡装置仕様

1. 南極内陸部の観測環境



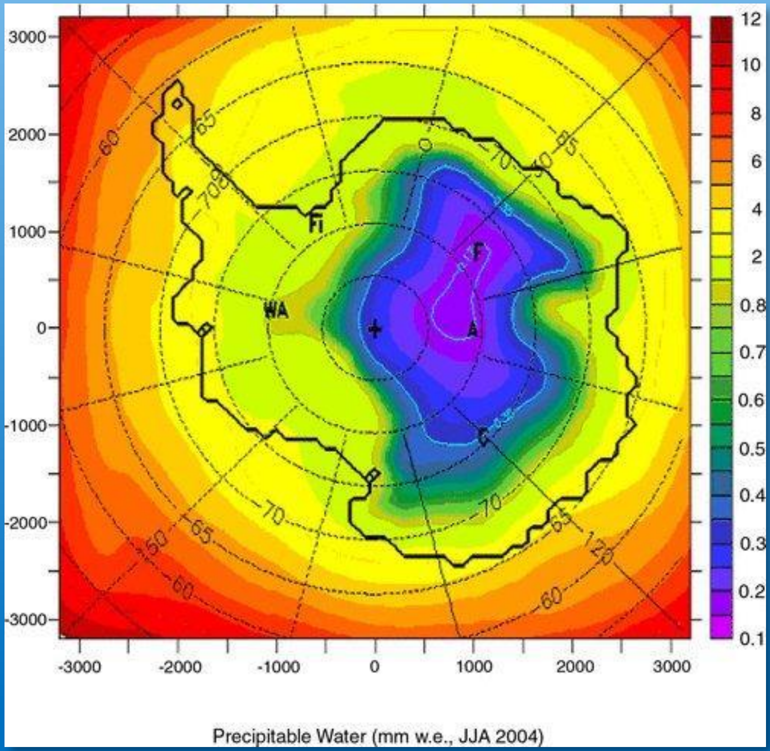
気温（年間）@ドームふじ



(Yamauchi et al. 2003)

水蒸気量(PWV)

(W. Saunders, et al. 2009 PASP 121, 976)
衛星のデータから推定
(H.Yang, et al. 2010 PASP 122, 490)

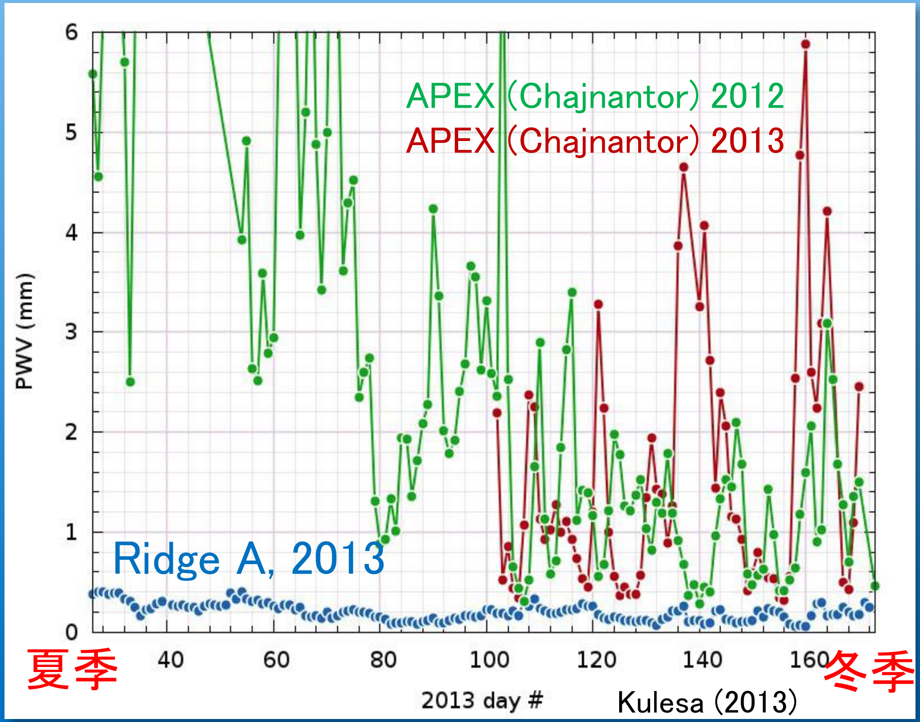


冬期(6ヶ月)

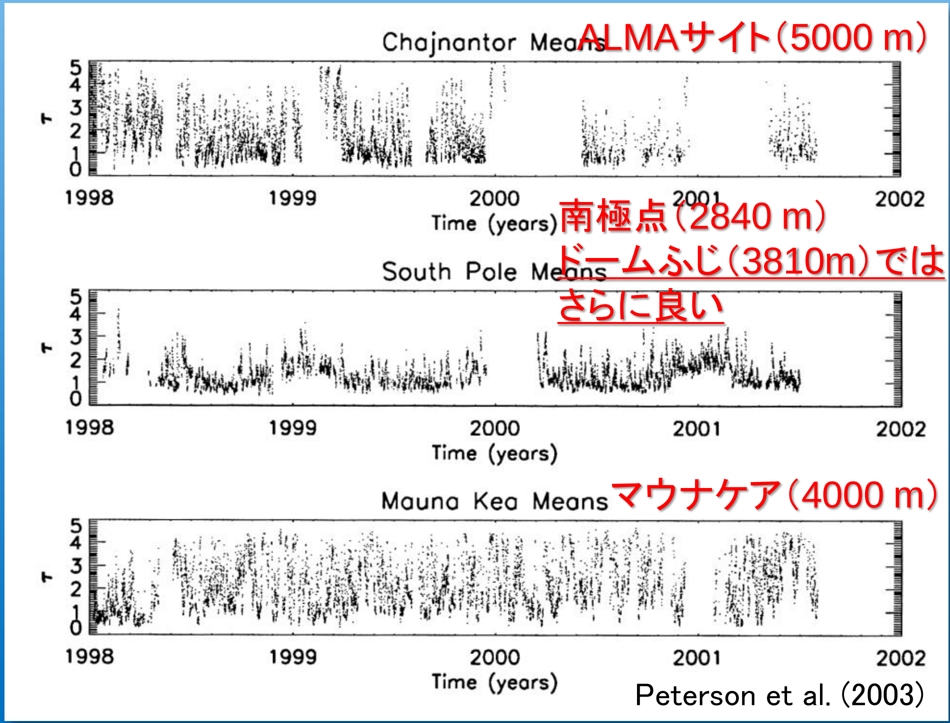
基　地	可降水量(PWV)	
	冬期25%	冬期50%
新ドームふじ (~ドームA)	0.10 mm	0.14 mm
ドームC	0.15	0.24
南極点	0.23	0.32
チャナントール (チリ)	0.35	0.60
マウナケア	1.0	1.5

南極の大気安定度

可降水量

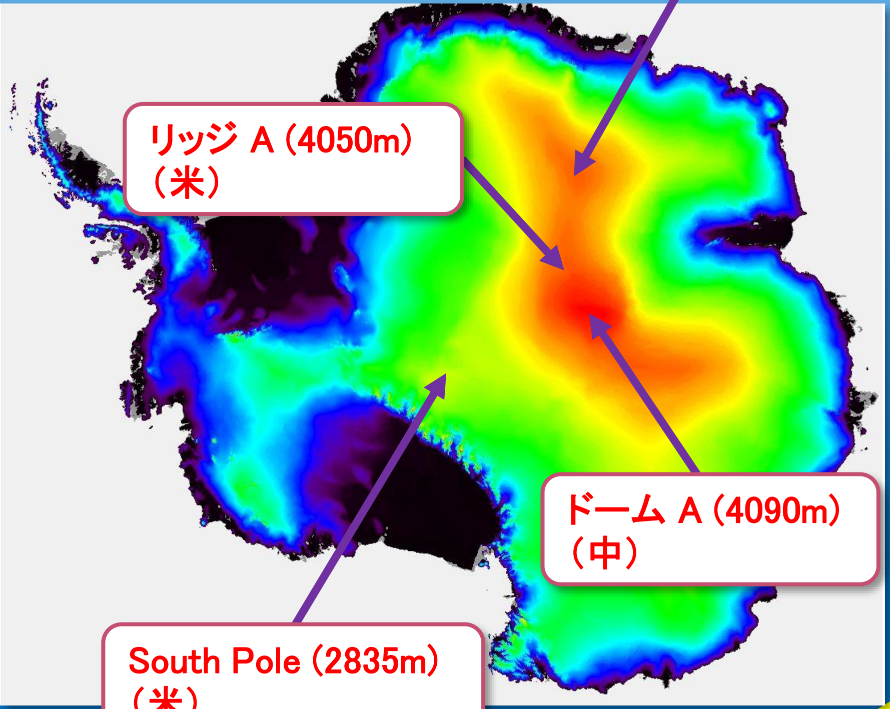


光学的厚み@860 GHz

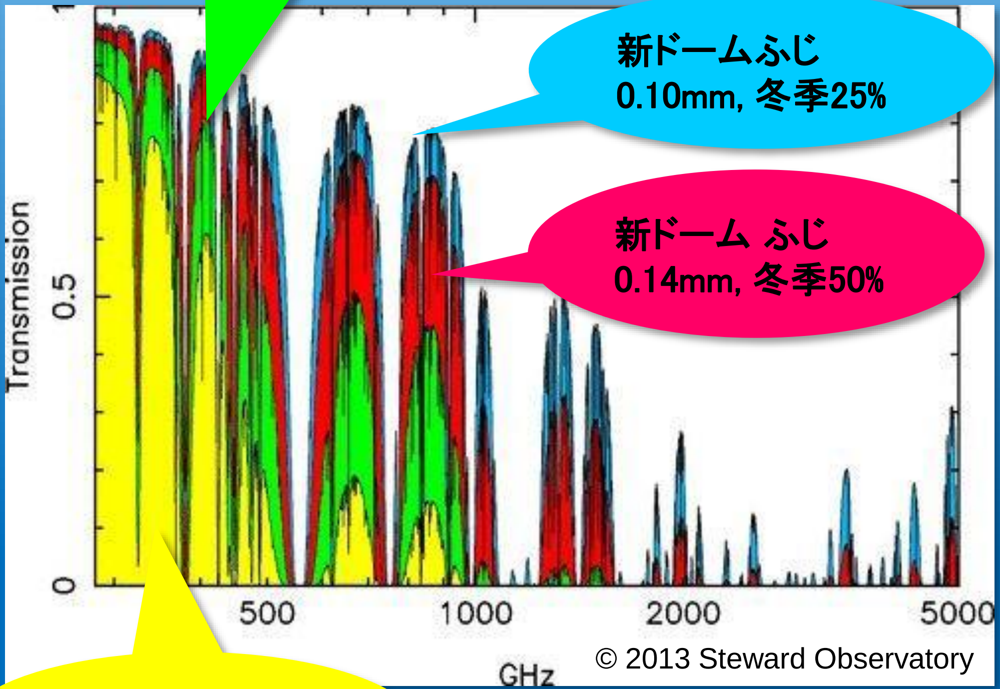


極めて安定な大気⇒大規模サーベイを可能に

南極の大気透過率



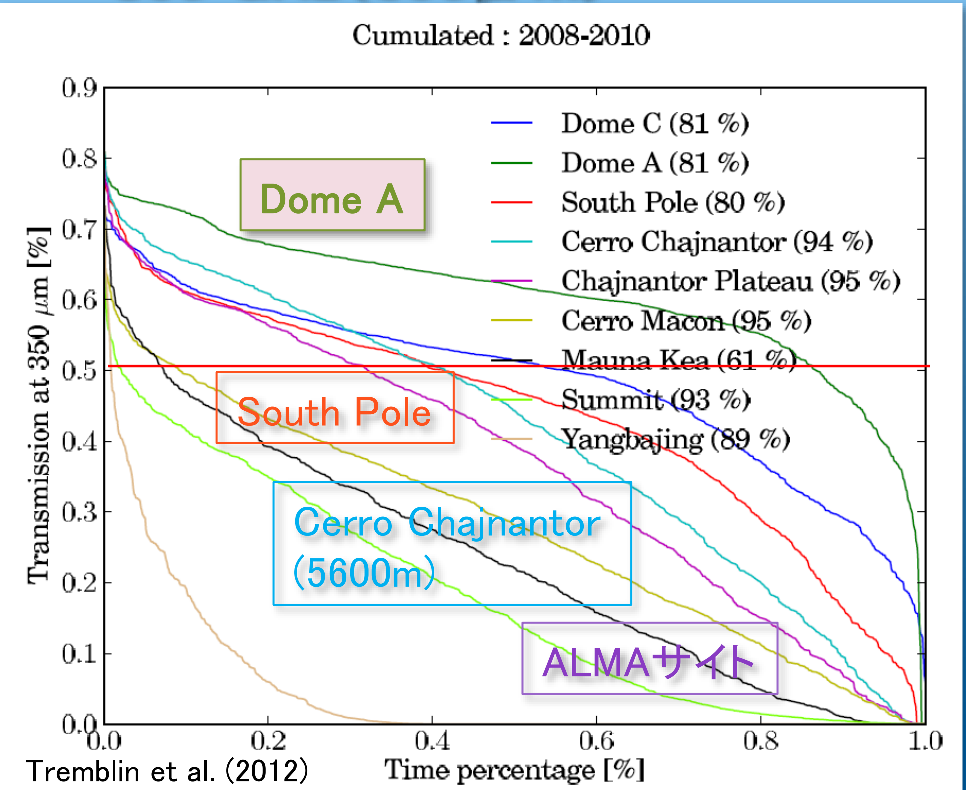
新ドームふじ(3810m)
（日）
リッジ A（4050m）
（米）
ドーム A（4090m）
（中）
South Pole（2835m）
（米）



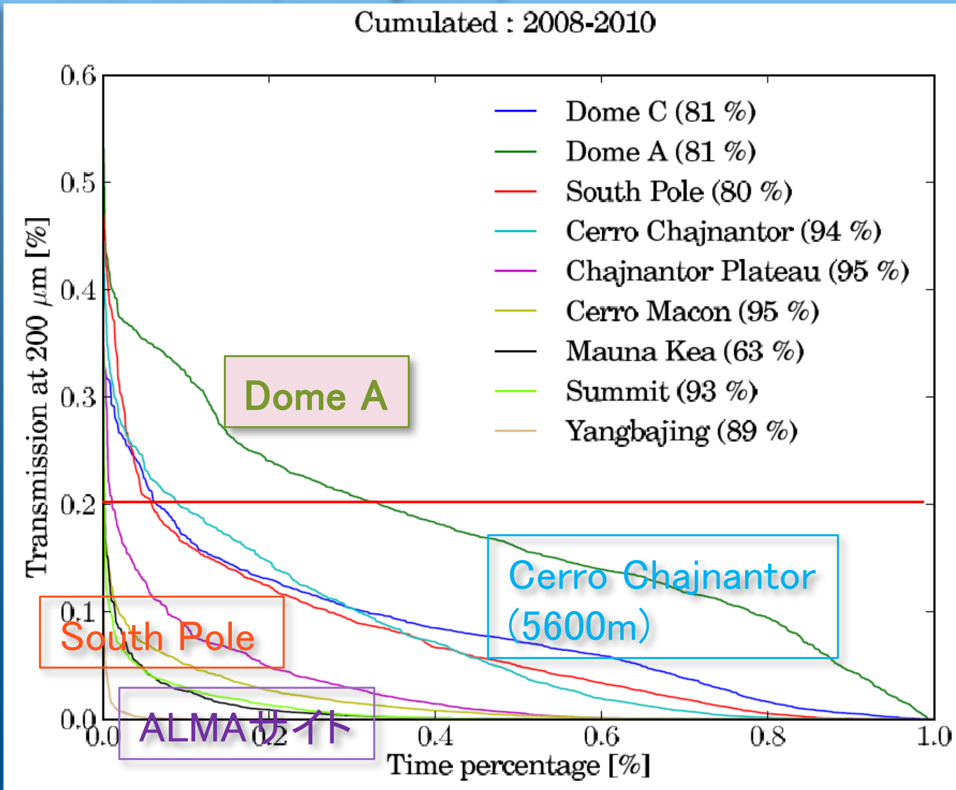
チャナントール（チリ）
0.60mm, 冬季50%
新ドームふじ
0.10mm, 冬季25%
新ドーム ふじ
0.14mm, 冬季50%
マウナ・ケア
1.5mm, 冬季50%
Transmission
0.5
0
500
1000
2000
5000
GHz
© 2013 Steward Observatory

大気透過率（2008-2010）

860 GHz（350μm）

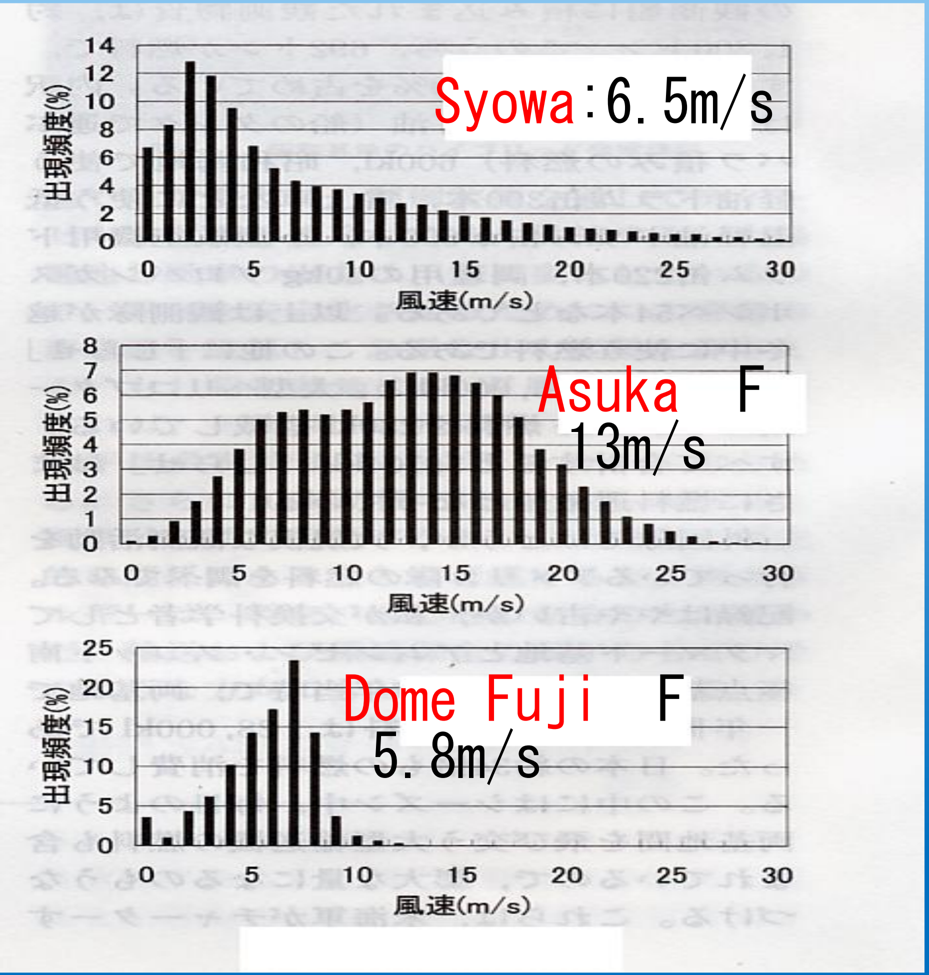


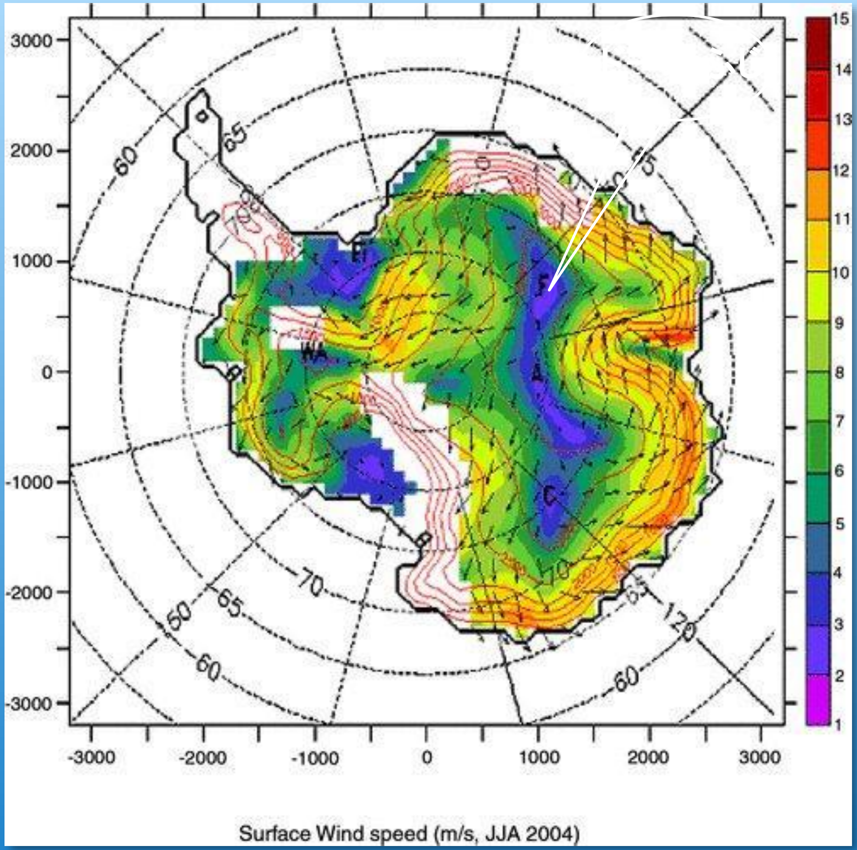
1.5 THz（200μm）

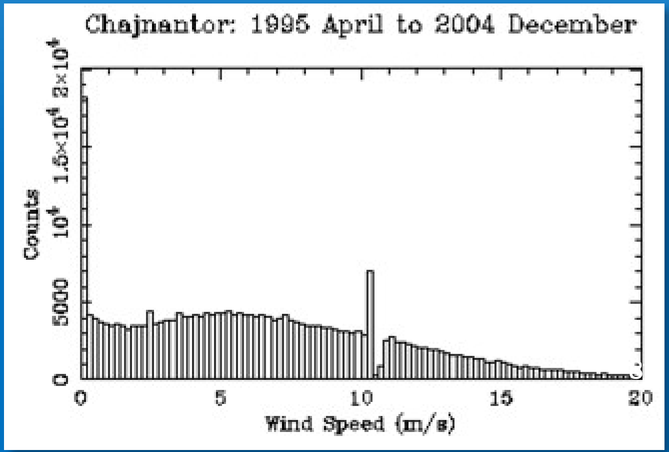


- 南極内陸部では、ほとんど毎日860 GHzで観測可能！
- 1 THz以上でも観測可能

風速





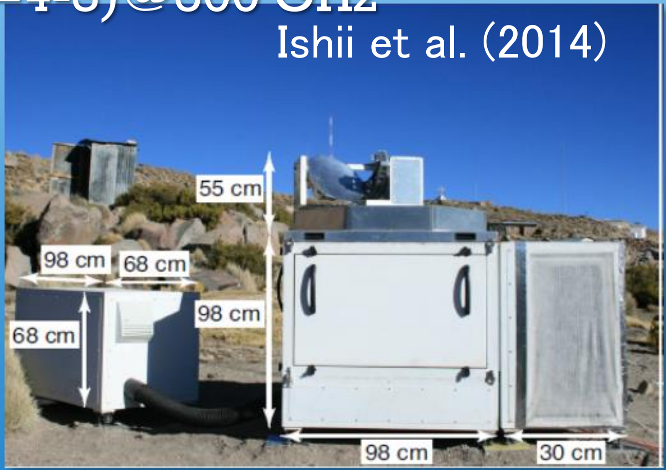


チリ: 5000m、平均6.1m

南極内陸部は風が弱い

2. 南極天文学の推進計画

- 南極地域観測第X期6か年計画（2022年度—2027年度）
  - 30 cmサブミリ望遠鏡　[CI]($^3P_1$–$^3P_0$)&CO(J=4-3)@500 GHz
  - 30 cm強度干渉計
  - 南極天文学のアピール
    - 天文にとっての南極の重要さ
    - 極域科学内での存在感の向上
  - 南極内陸部での経験

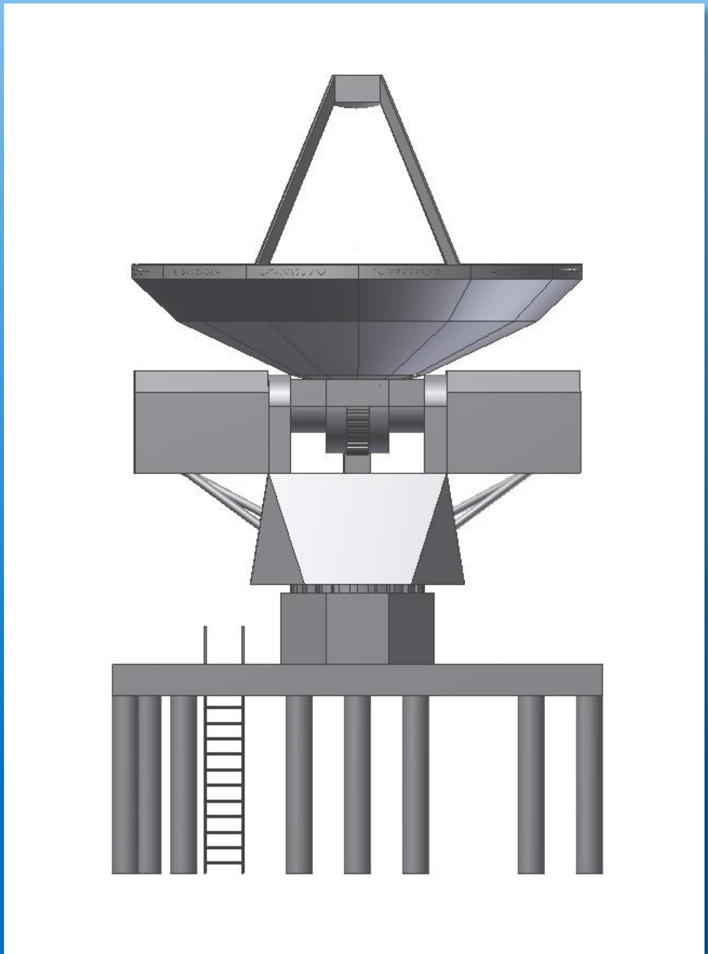


Ishii et al. (2014)

- 南極地域観測第XI期6か年計画（2028年度—2033年度）以降
  - 新ドームふじ基地（天文観測も含めた）
  - 10 mテラヘルツ望遠鏡の実現
    - 電力供給、輸送
  - 30 m級テラヘルツ望遠鏡

南極観測将来構想（南極未来ビジョン2034）（極地研）より

３．10m級テラヘルツ望遠鏡装置仕様



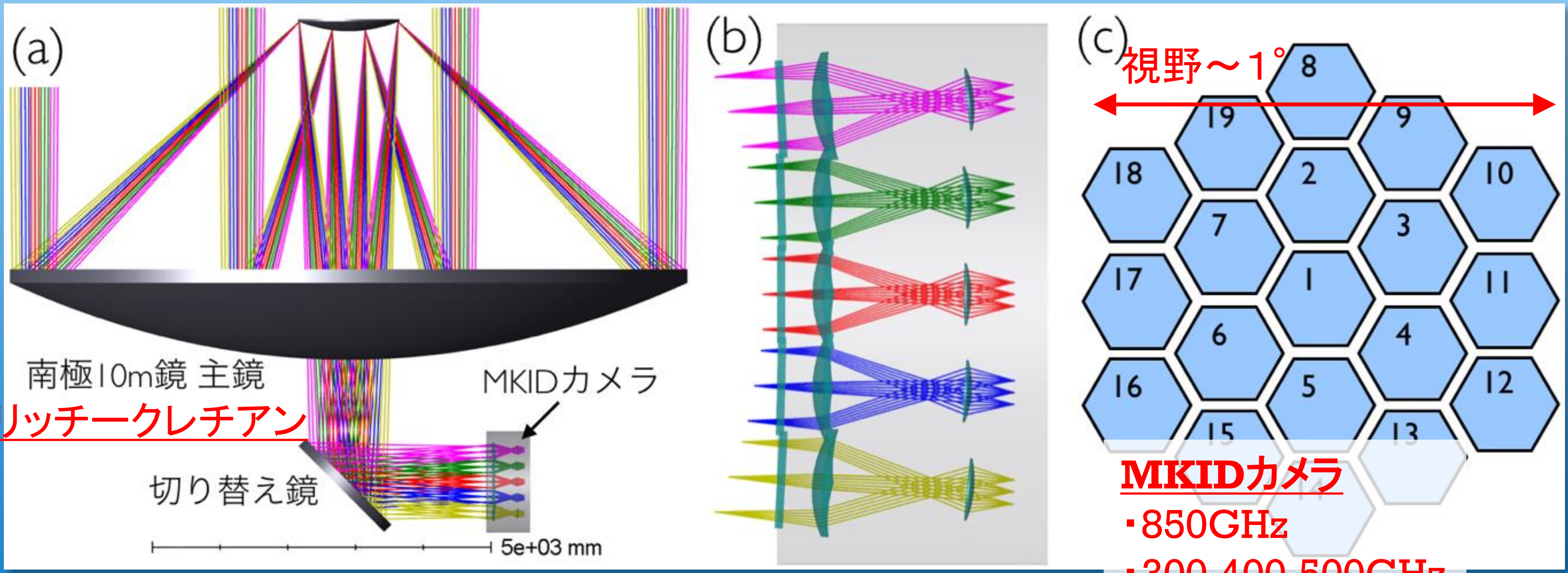
口径	10m以上（12m）
鏡面精度	20μm以下（15μm）
観測波長	200GHz−2THz
視野	≧1°
絶対指向性	2″
追尾精度	0.5″
電力	＜35kVA
質量	～100 t

（鏡面精度や指向精度は冬期の性能）

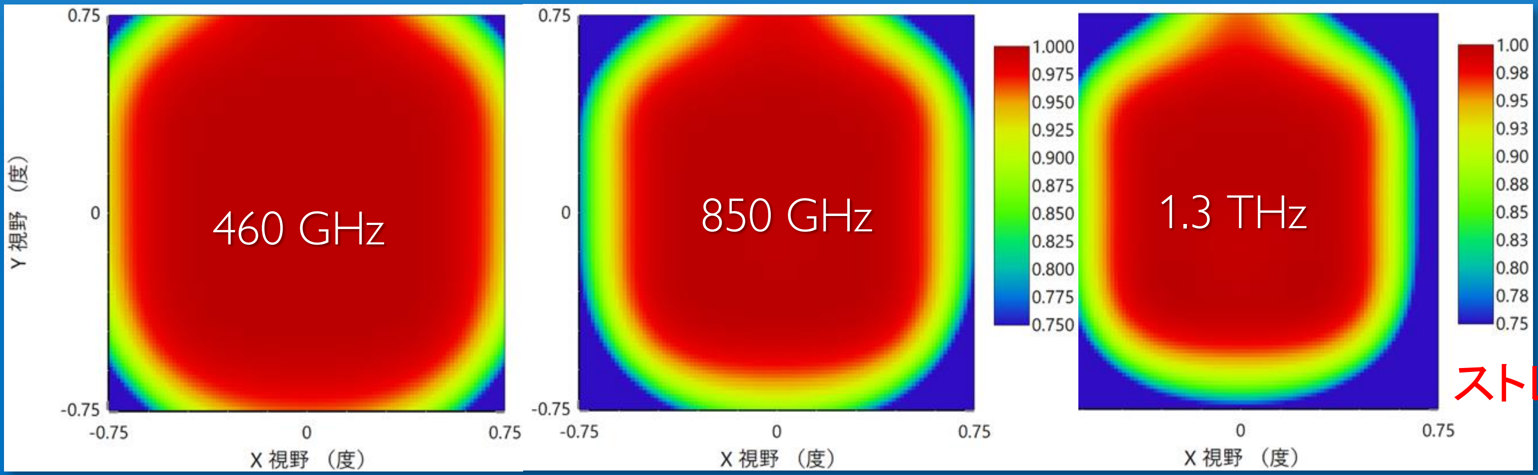
角分解能（12m）

400 GHz	860 GHz	2 THz
15.6″	7.3″	3.1″

アンテナ＋MKIDカメラ光学系

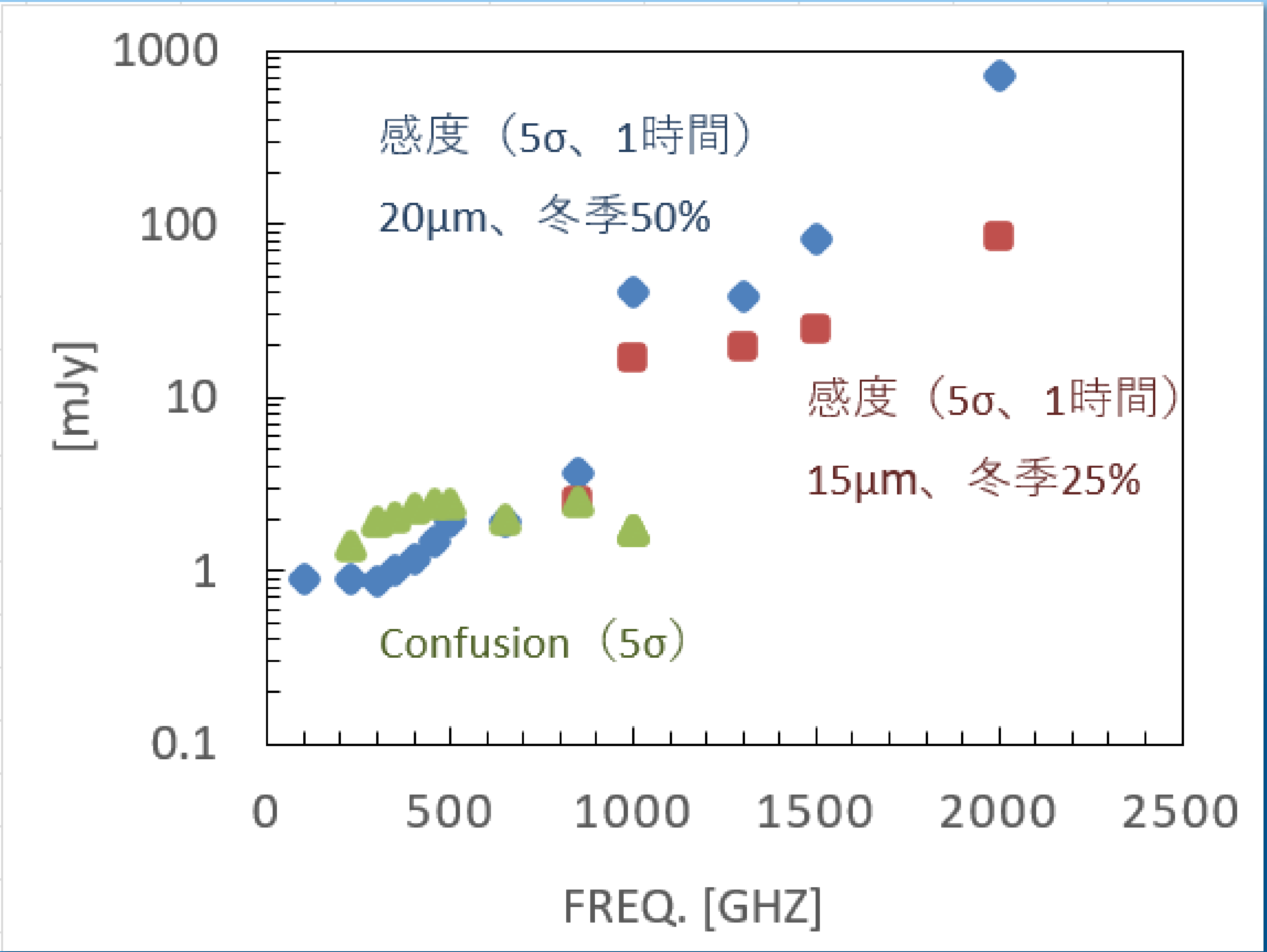


MKIDカメラ
- ・850GHz
- ・300,400,500GHz



ストレール比

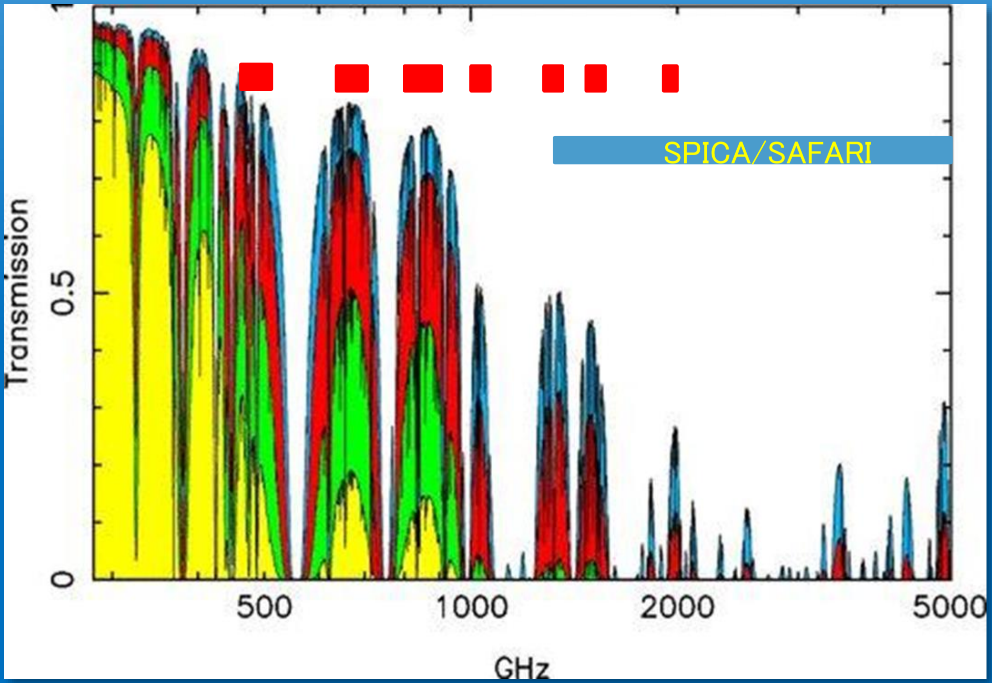
連続波観測感度



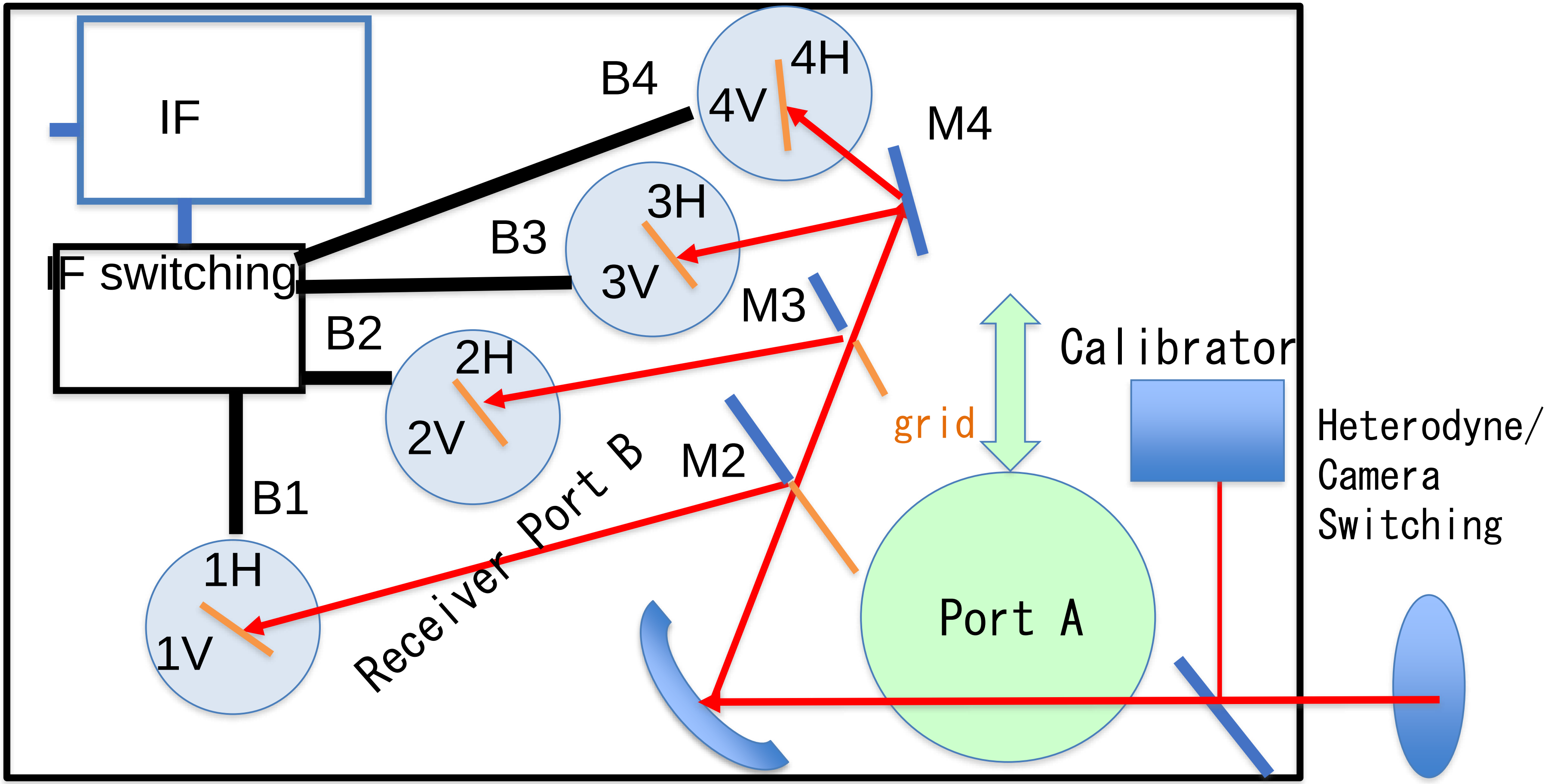
1000
100
10
1
0.1
[mJy]
感度（5σ、1時間）
20μm、冬季50%
感度（5σ、1時間）
15μm、冬季25%
Confusion（5σ）
0
500
1000
1500
2000
2500
FREQ. [GHZ]

ヘテロダイン受信機

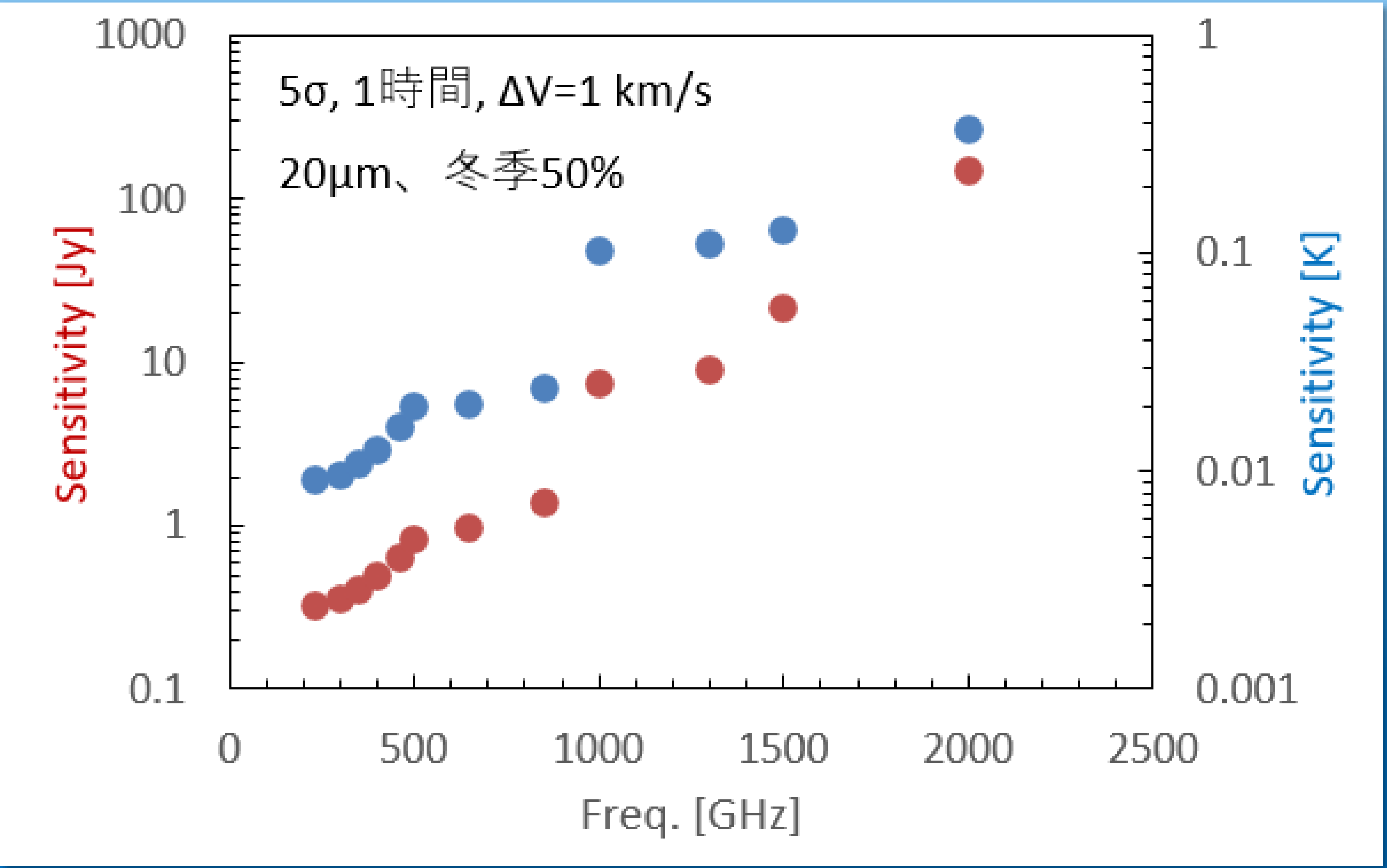
- 大気の窓をカバー
  - 450GHz, 650GHz, 800GHz, 1THz, 1.3THz, 1.5THz, 1.9THz
  - テラヘルツ帯用SISミクサーの開発
- 2偏波/2サイドバンド　同時観測
- Single beam　⇒　Multi-beam



Heterodyne-Receiver Cabin for 10m telescope



ライン観測感度



5σ, 1時間, ΔV=1 km/s
20μm、冬季50%
Sensitivity [Jy]
1000
100
10
1
0.1
Sensitivity [K]
1
0.1
0.01
0.001
0
500
1000
1500
2000
2500
Freq. [GHz]

まとめ

- 南極内陸部は、地上で唯一、テラヘルツ-遠赤外線を結ぶ観測が可能
- 南極天文推進計画
  - 極地研将来計画（南極地域観測6カ年計画）にうまく合わせる
  - 30cm単一鏡、強度干渉計

    ⇒　新ドームふじ基地：10m級テラヘルツ望遠鏡

    ⇒　30m級テラヘルツ望遠鏡

南極観測将来構想（南極未来ビジョン2034）（極地研）より