

# ドームふじ基地における 天文学の現状

市川隆(東北大)

中井直正、瀬田益道(筑波大)、高遠徳尚(国立天文台)、  
沖田博文、小山拓也(東北大)  
南極天文コンソーシアム

# 南極地域観測第VIII期計画

一般研究課題(AP1)  
平成22年-24年

## 南極における 赤外線・テラヘルツ天文学の開拓

(代表)中井直正、瀬田益道(筑波大学)、  
市川隆(東北大学)、高遠徳尚(国立天文台)、他、南  
極天文コンソーシアム

天文学宇宙物理学分野中規模計画：  
各分野組織からの推薦計画一覧  
(日本学術会議天文学宇宙物理学分科会資料 2011年8月)

# 「南極天文学の推進」

## 宇宙電波懇談会からの推薦

(前略) 南極が地上観測サイトとしては非常に優れていることに着目した意欲的計画であり、実現できればサブミリ波から遠赤外線に至る波長域における新しい天文学が拓かれるであろう。提案者は実際にサイト調査を実施するとともに、小型観測装置の開発を進めるなど、目標に向かって着実に前進を続けている。この計画は、「南極」と「テラヘルツ」をキーワードとし、一定のユニークさと科学的魅力を打ち出している。(中略)。また、実施体制の整備が必要である。光、電波の研究者を広く巻き込んでいるが、中核となる機関の選定と建設・維持経費獲得方策の立案が急務である。これらの点がもう少しクリアになれば、宇宙電波 懇談会としてより強く支援できると考える。

# 目標

## 中型望遠鏡の建設と新しい天文学開拓

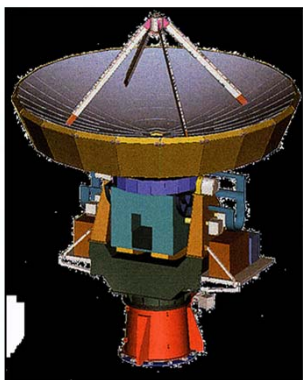
- 若い宇宙における銀河の進化
- 系外惑星探査

赤外線グループ: (PI) 市川隆

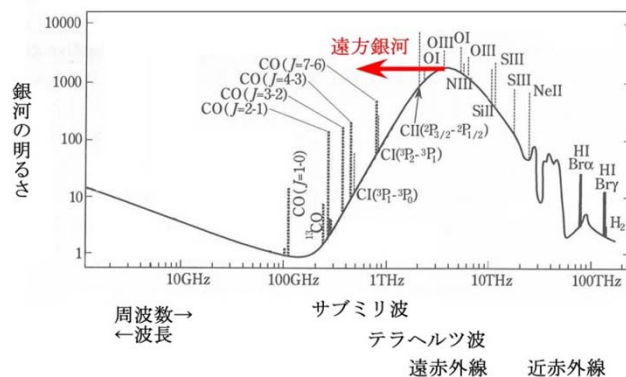


~2m 赤外線望遠鏡

テラヘルツグループ: (PI) 中井直正

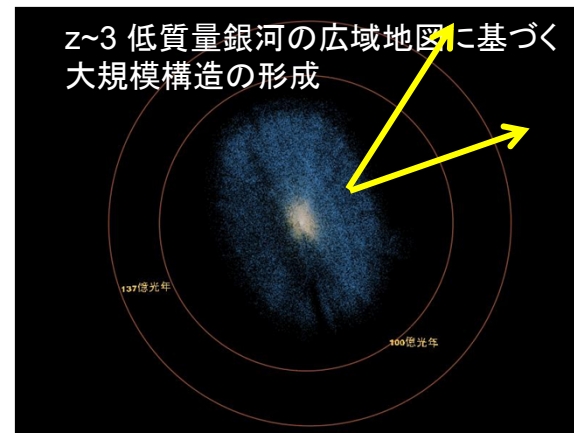


~10m THz 望遠鏡



赤方変移した分子による遠方銀河の誕生と進化の研究

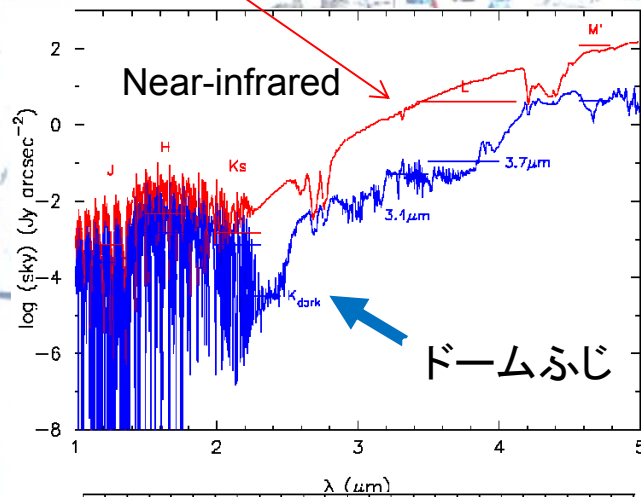
z~3 低質量銀河の広域地図に基づく  
大規模構造の形成



# 赤外線波長で1/100のノイズ、テラヘルツで新しい窓

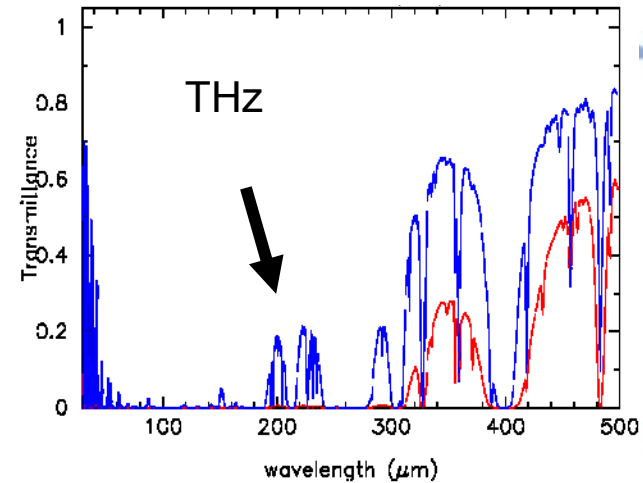
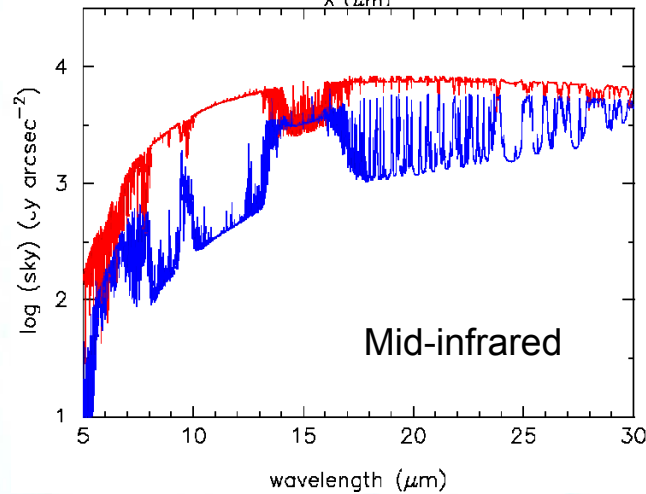
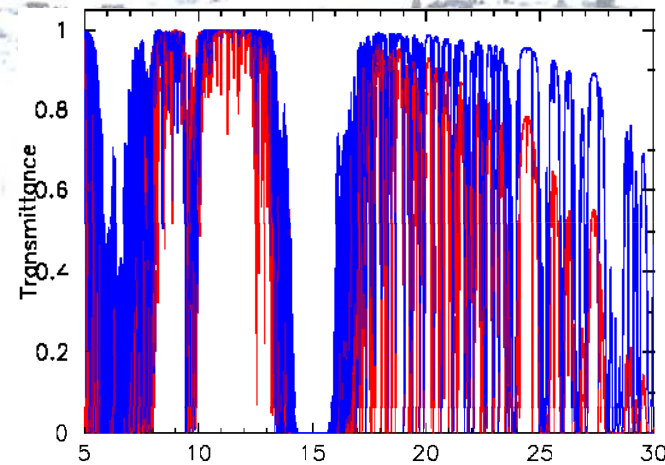
- 天気が良い
- 安定している

ハワイ・マウナケア 大気の放射

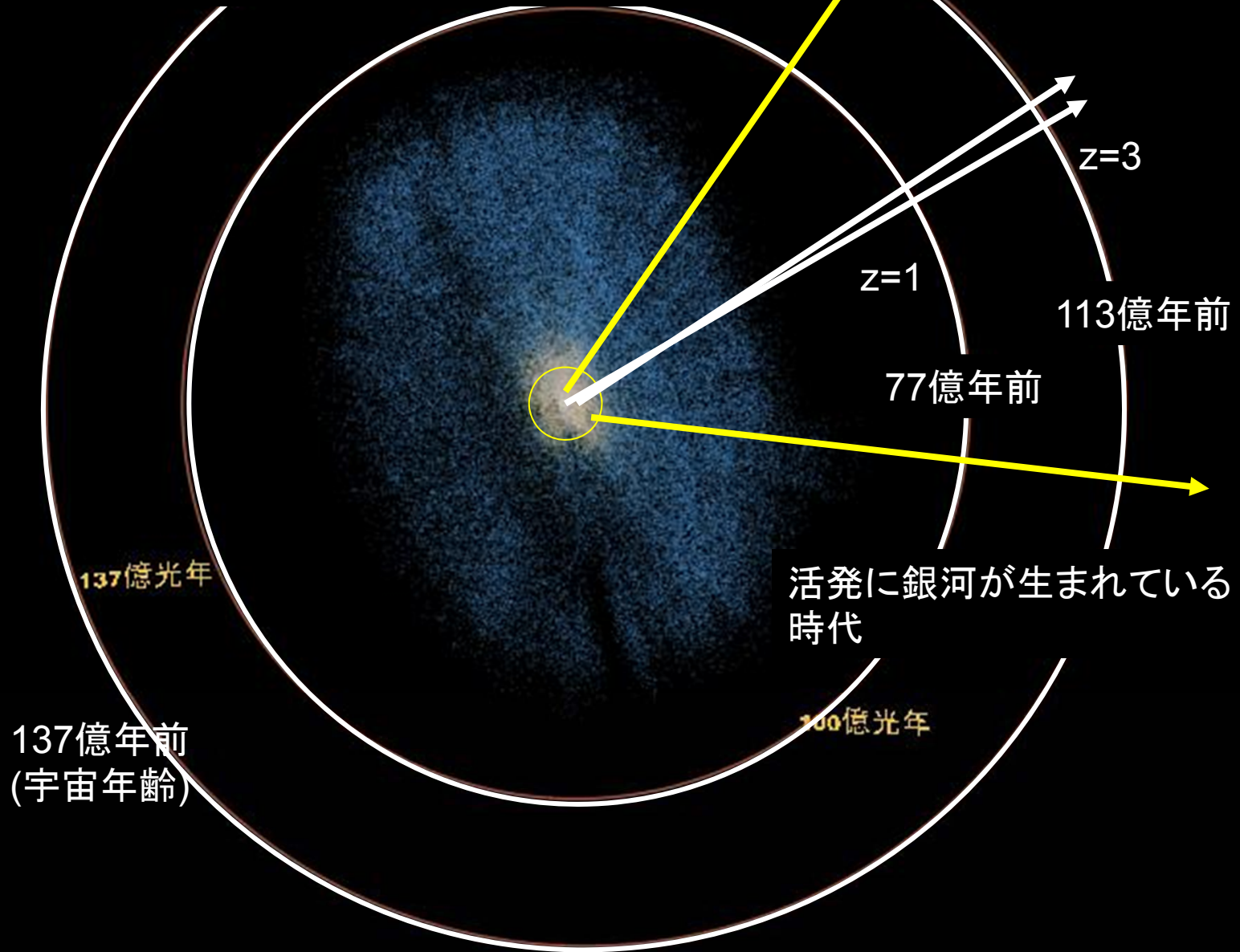


ドームふじ

大気の透過度

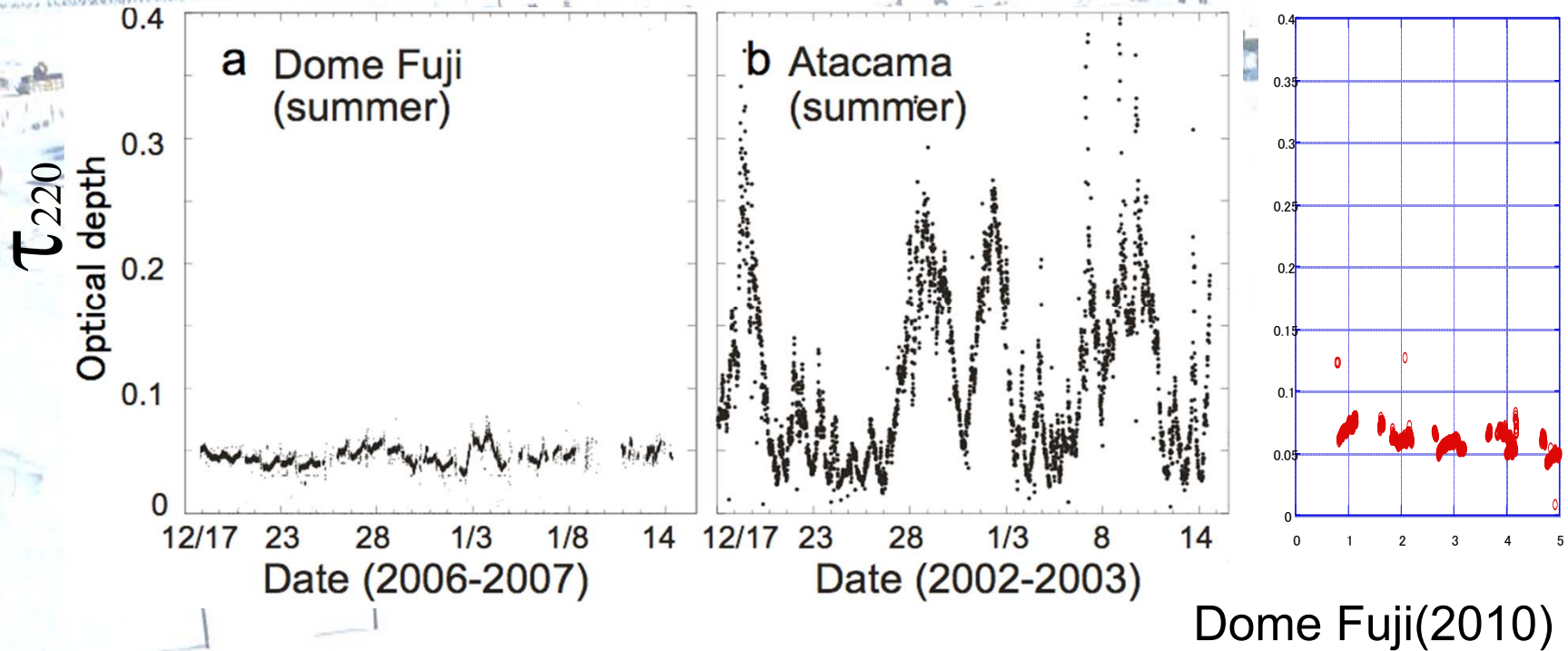


# 宇宙初期の銀河進化・分布の研究



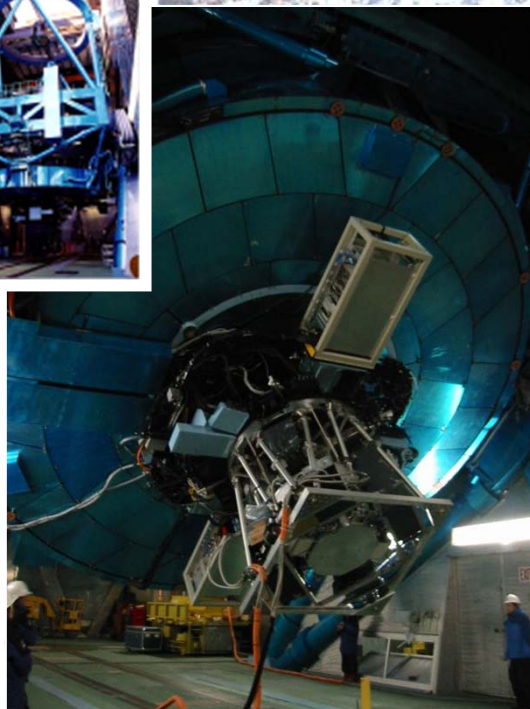
# 大気の吸収測定結果

220GHz

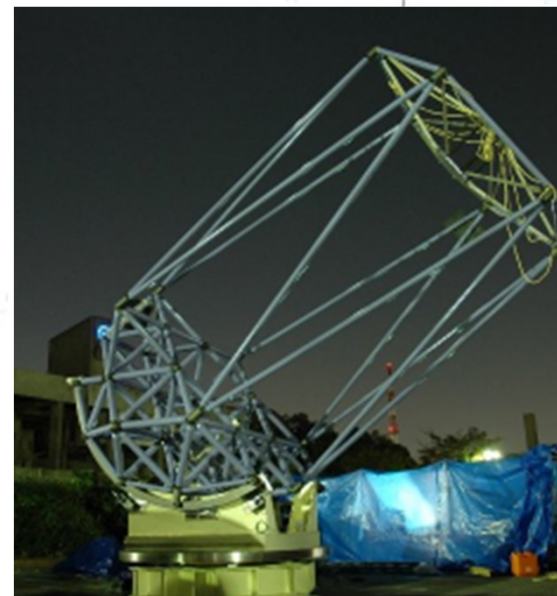


# 赤外線性能

2m望遠鏡がすばる望遠鏡と同じ性能  
さらにハワイでは観測できない波長帯がある



Subaru + MOIRCS  
(ハワイ・マウナケア)



2m infrared telescope  
(ドームふじ)



# 南極ドームの天文サイト

Dome F  
(3810m)

Syowa

Dome A  
(4040m)

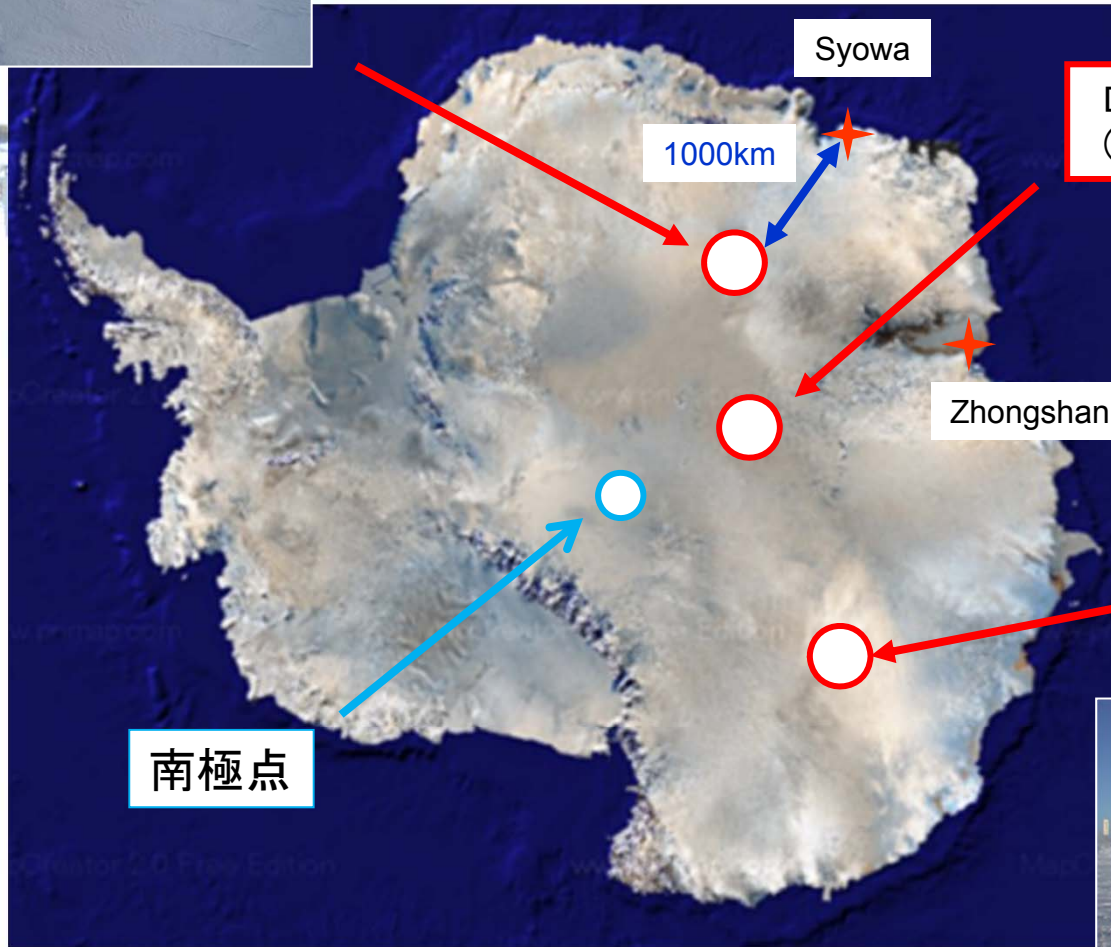
Zhongshan

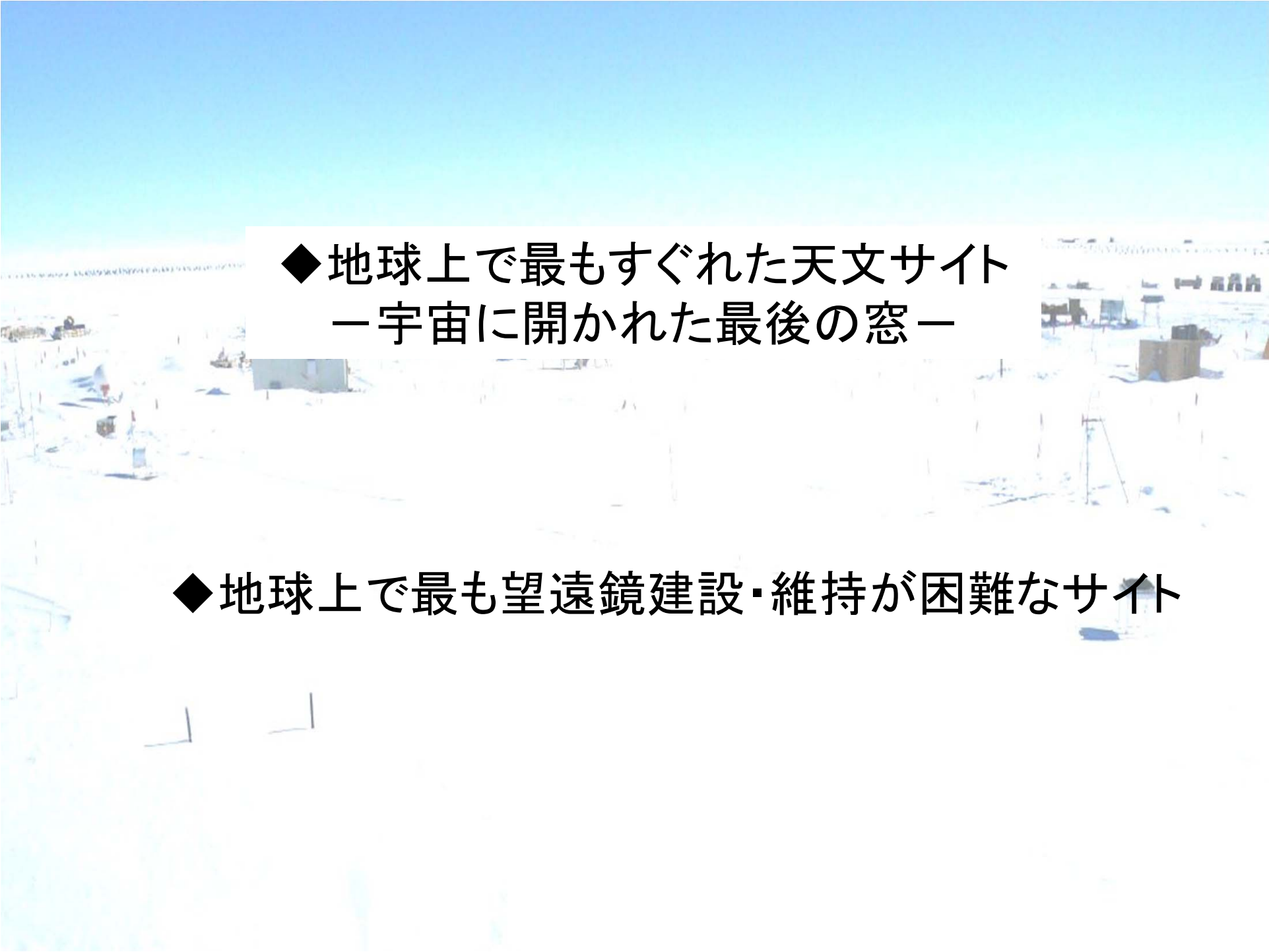
Dome C  
(3250m)

南極点

1000km

2011/12 50cm望遠鏡を設置





◆地球上で最もすぐれた天文サイト  
—宇宙に開かれた最後の窓—

◆地球上で最も望遠鏡建設・維持が困難なサイト

# 小型望遠鏡によるパイロット研究とサイト調査

平成22年-24年

## • 40cm 赤外線望遠鏡

- Stellar halo in clusters of galaxies at  $2.4\mu\text{m}$
- Exoplanet atmosphere by second transit
- Site test

ドームふじでの試験観測



## • 30cm テラヘルツ望遠鏡

- Survey in galactic plane
- Site test

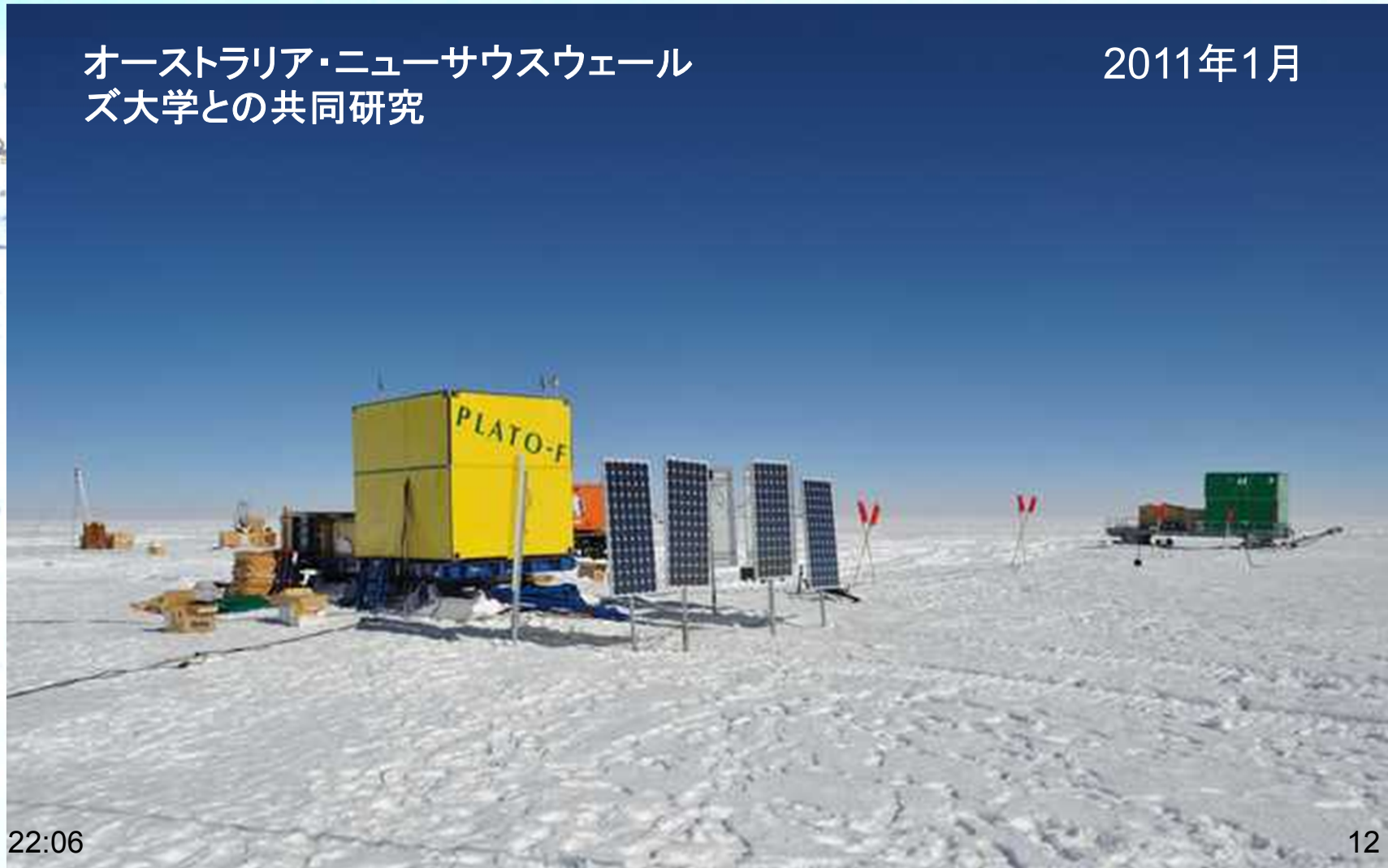
チリでのテスト観測



# 2010/2011 第52次南極地域観測隊によって 設置された観測装置

オーストラリア・ニューサウスウェールズ大学との共同研究

2011年1月



22:06

12

# 発電モジュール

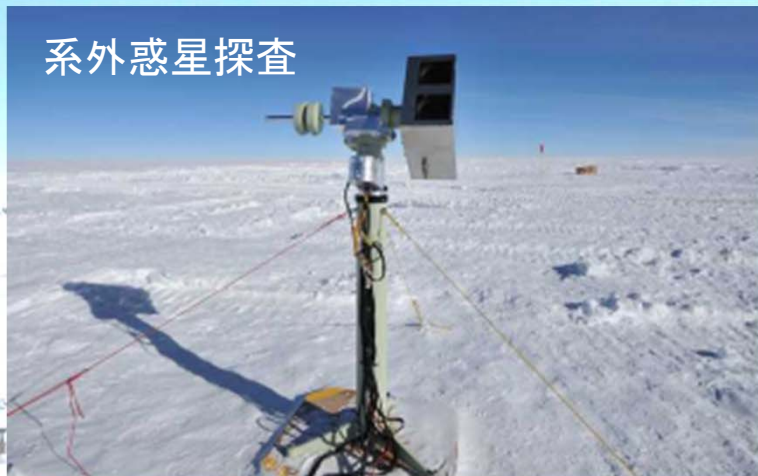
1kW の電力を600日間  
最大3kWを200日間



Storey, Ashley et al.

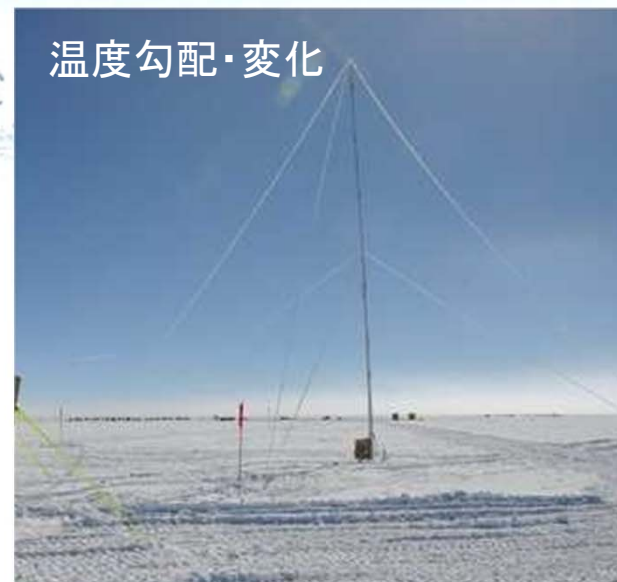
TwinCAM  
10cmx2 赤道儀

系外惑星探査



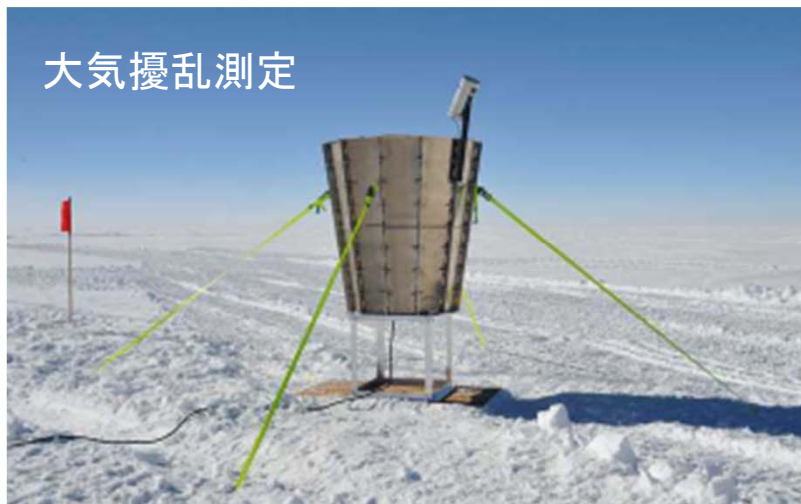
16m 気象ポール  
(鯉のぼりポール)

温度勾配・変化



SNODAR (Bonner et al.)

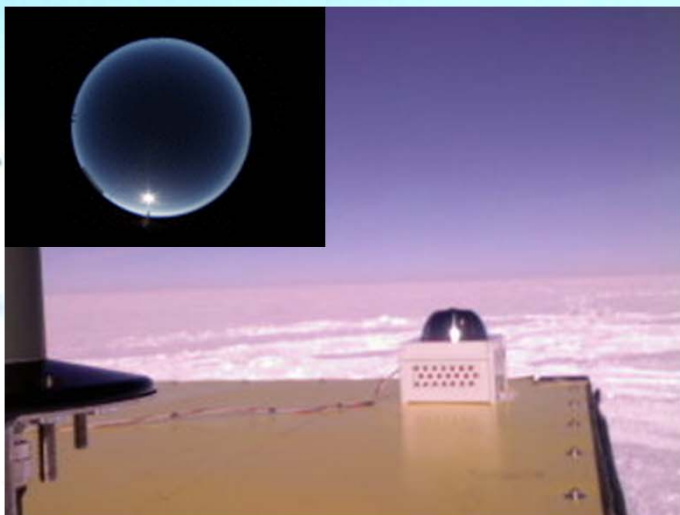
大気擾乱測定



データ回収は2012/2013  
(2011/12にはドーム隊は無し)

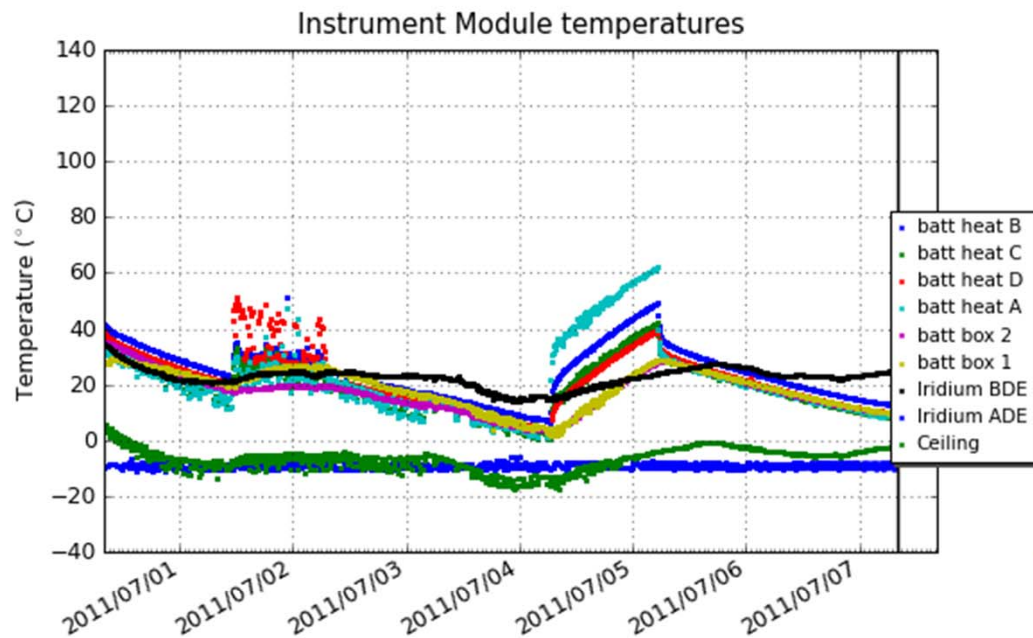
# ウェブカメラによるリアルタイムモニタ

Storey, Ashley et al.



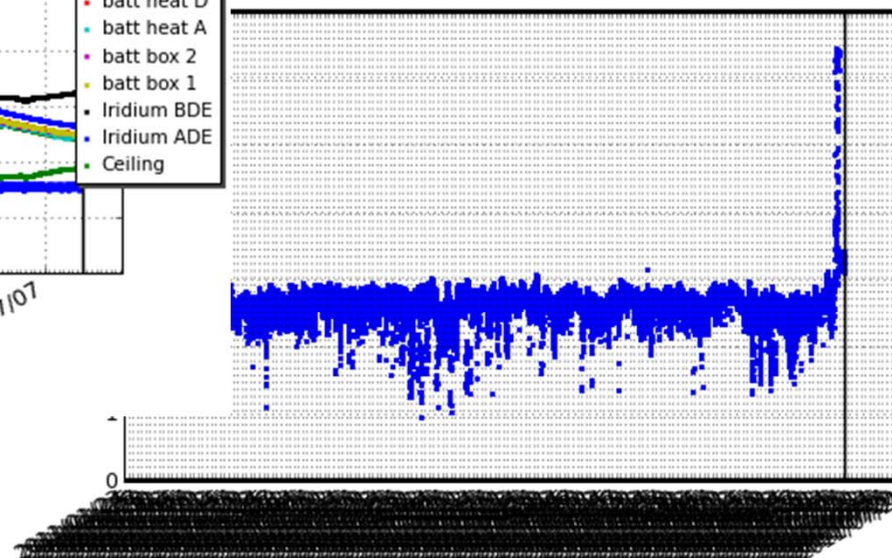
# 128kbpsの通信(イリジウムのOpenPort)によるリアルタイムモニタ

## 観測室内の温度



## 観測装置への電流量

Current: weather tower, circuit A





# 第53次、第54次隊の予定 40cm望遠鏡と赤外線カメラの設置

2011/2012 昭和基地での越冬試験

2012/2013 ドームふじ基地に設営して、日本からリモート観測



8m高のステージ

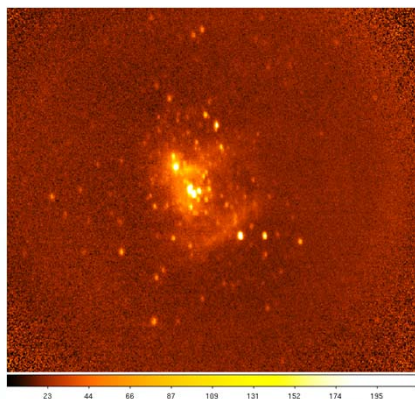
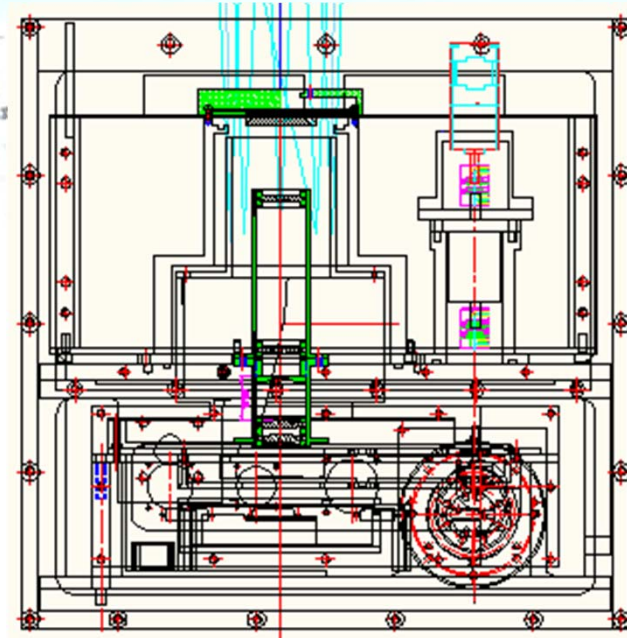
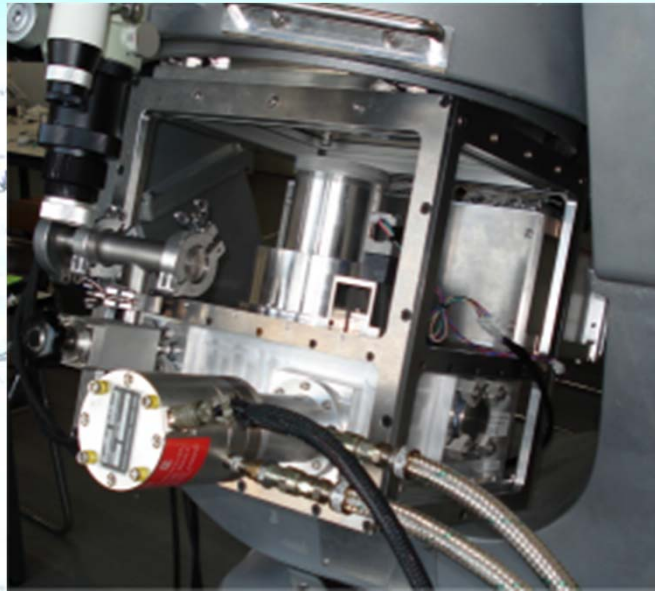
40cm telescope



赤外線カメラ(Kdark)

# AIR-TONIC

2011/2012 Syowa station  
2012/2013 Dome Fuji



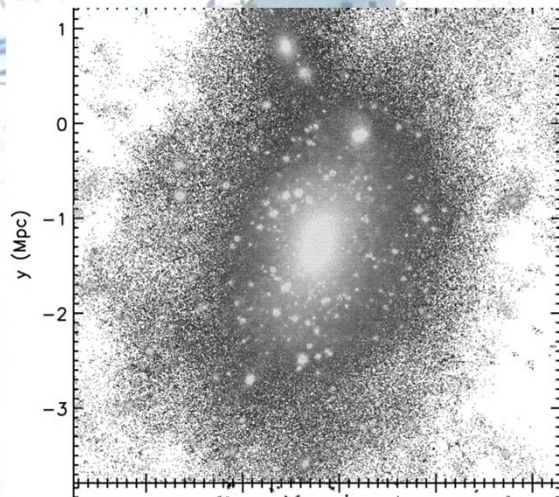
new optics  
Okita (2011)

Array: 2048x2048 HgCdTe(VIRGO)  
FoV:  $\phi$  9.6' (<15')  
Scale: 1.53/pixel  
Filter: J, H, P $\alpha$ , K<sub>dark</sub> etc.

# Science Program for 40cm Infrared telescope (1)

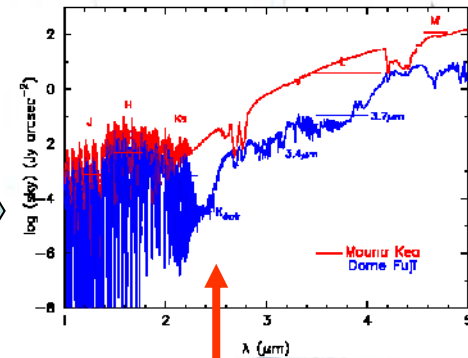
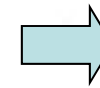
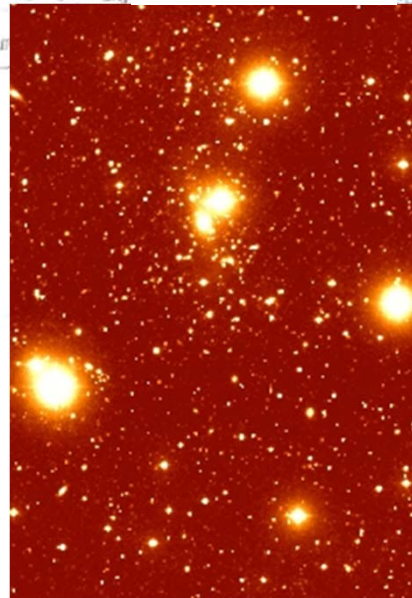
## ➤ Stellar halo of local galaxies at $2.4\mu\text{m}$

Dark halo model (Okamoto 1999)



Katsuno (2005)

Abell 1795



I ( $0.8\mu\text{m}$ ) 28.2mag/arcsec

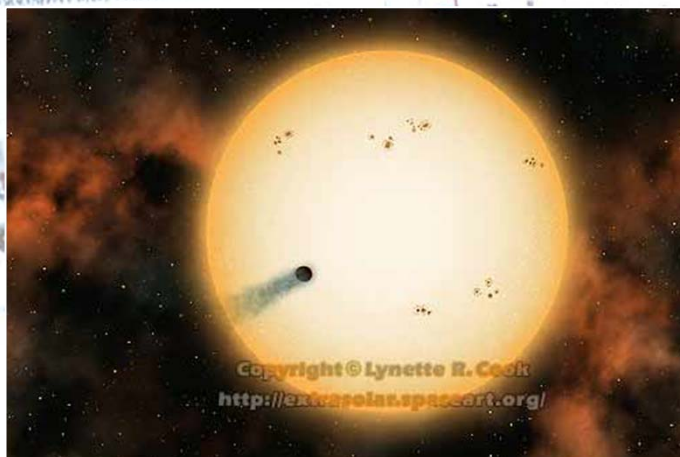
K band window

No detection

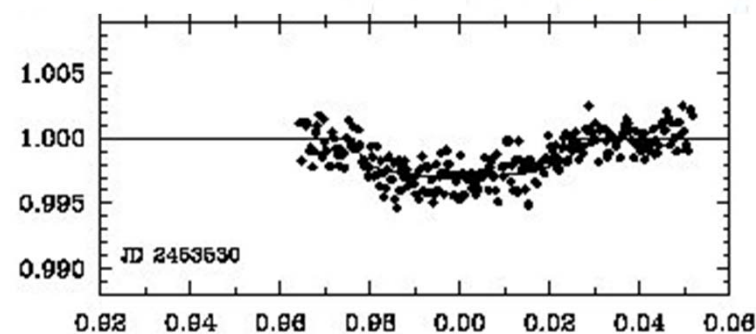
Dwarf density  $< 200\text{galaxies}/\text{Mpc}^3$

# Science Program for 40cm Infrared telescope (2)

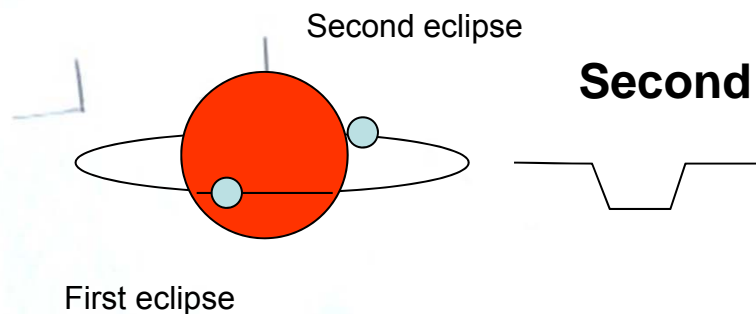
## ➤ Atmosphere of Extrasolar planets



Transit of planets in front of star or behind star



Sato+ (2005)



**Second eclipse hides the atmosphere of planet**

Science Program for 40cm Infrared telescope (3)

## 特異銀河中のII型超新星の探査

活発な星生成中にある大質量星

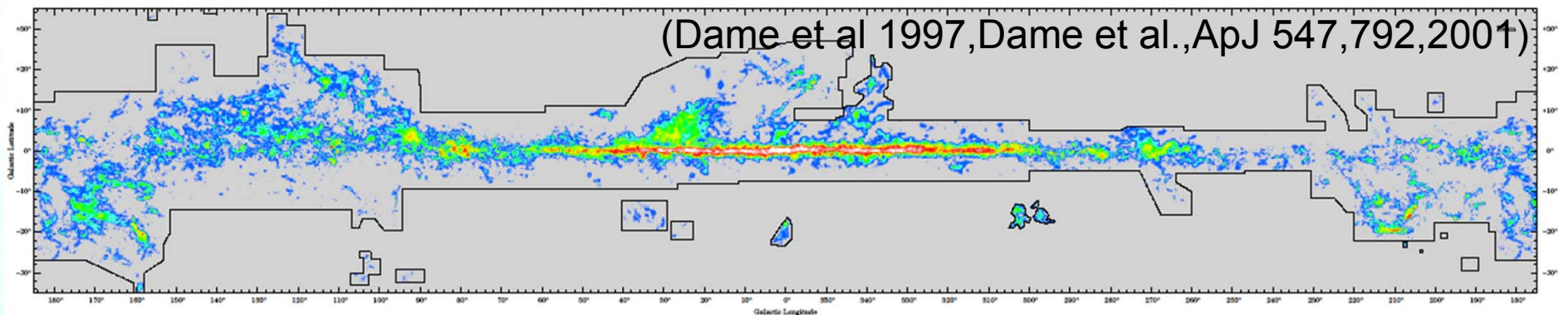


2つの銀河が衝突中のArp220銀河  
衝突によって、ガスが中心に落下し、  
激しく星が誕生している

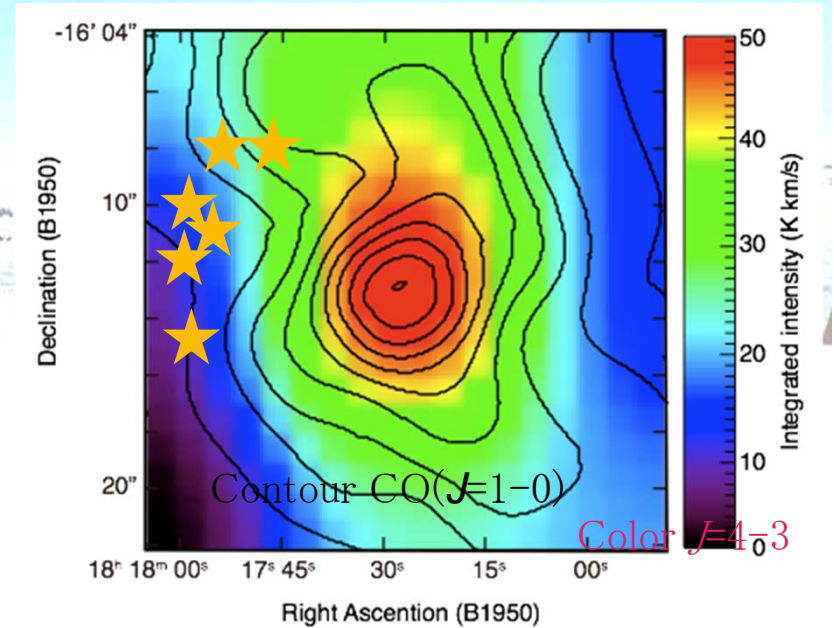
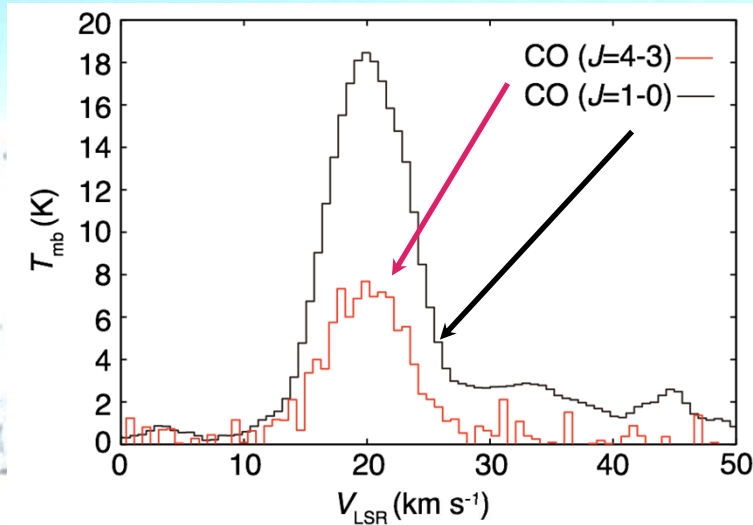
# 第55次隊(2013/2014)

## 30cmテラヘルツ望遠鏡による夏期の観測

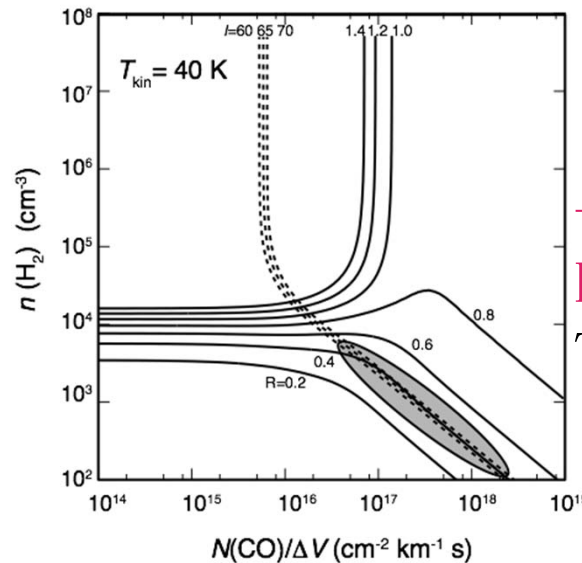
天の川での観測



# M17領域での大質量星の誕生



Deviation of Physical Condition  
using  
Intensity Ratio  
 $R_{4-3/1-0} = 0.41 \pm 0.02$



LVG analysis

→ Low density &  
Hot gas

$T_{\text{kin}} = 40 \pm 5 \text{ K}$ ,  
 $n(\text{H}_2) = 10^2 - 5 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3}$

# まとめ 今後の予定

- 2011/2012 40cm赤外線望遠鏡  
昭和基地での越冬耐久試験、日本からのリモート観測
- 2012/2013 ドームふじ基地への設置と日本からの無人リモート越冬観測
- 2013/2014 30cmテラヘルツ望遠鏡によるドームふじでの観測(夏期)
- 2015以降 1.2mテラヘルツ望遠鏡の設営

並行して

2m赤外線望遠鏡  
10mテラヘルツ望遠鏡  
の検討



第52次/51次日本南極地域観測隊  
ドームふじ天体観測所  
2011年1月14日設置

第52次/51次日本南極地域観測隊  
ドームふじ天体観測所  
2011年1月14日設置

高遠  
沖田



観測隊員の皆さんに感謝