

ドームふじ基地での望遠鏡の着霜対策

市川隆 (東北大理学研究科)

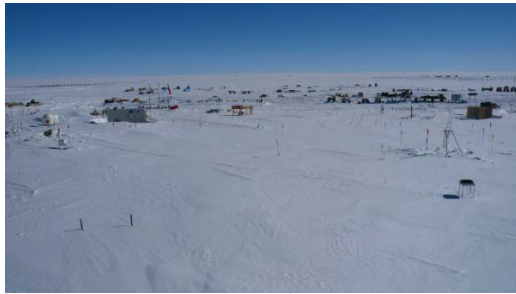


先駆け40cm赤外線望遠鏡



~2m Infrared Telescope

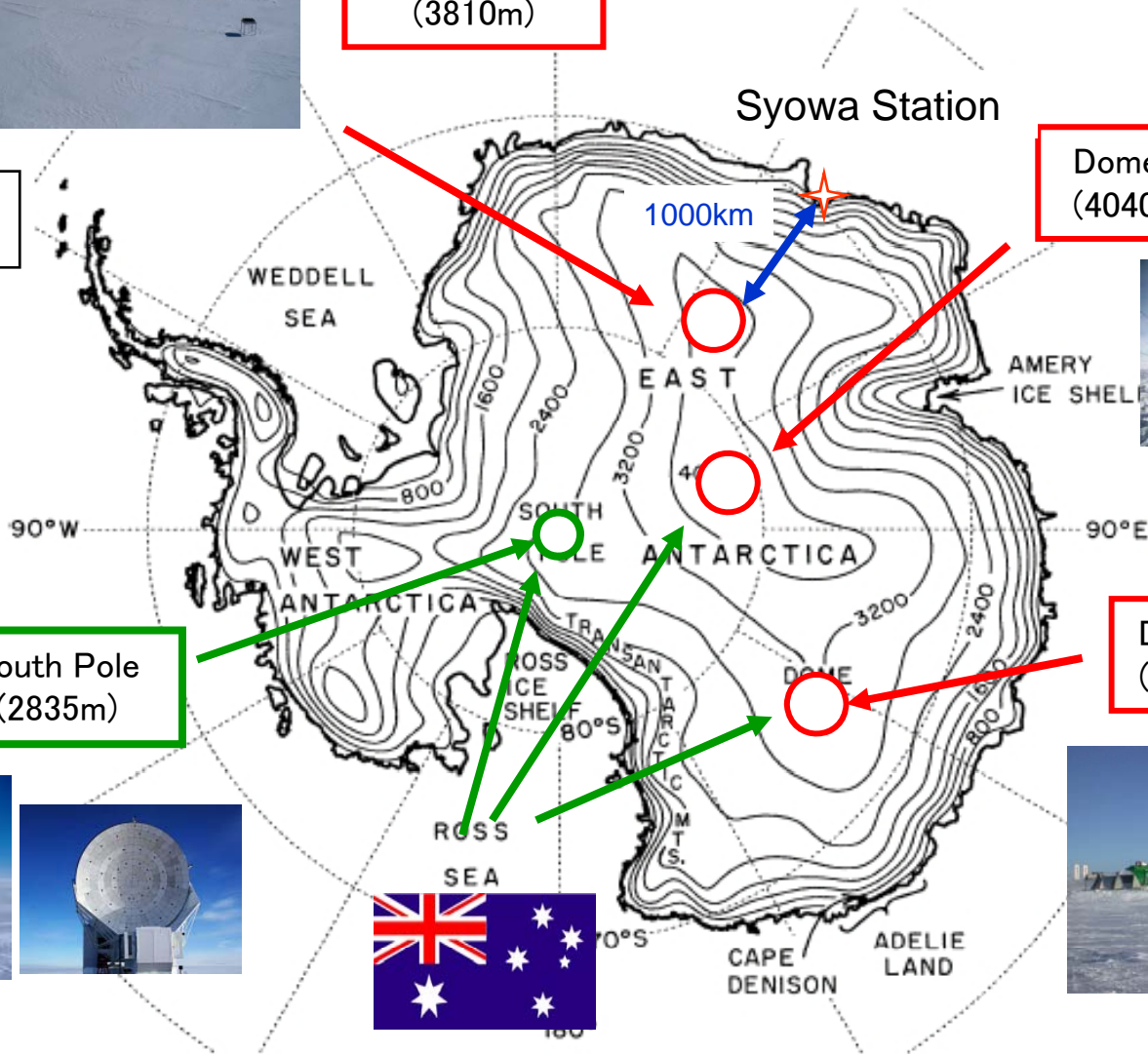
南極における天文基地



Dome F
(3810m)

Syowa Station

Dome A
(4040m)

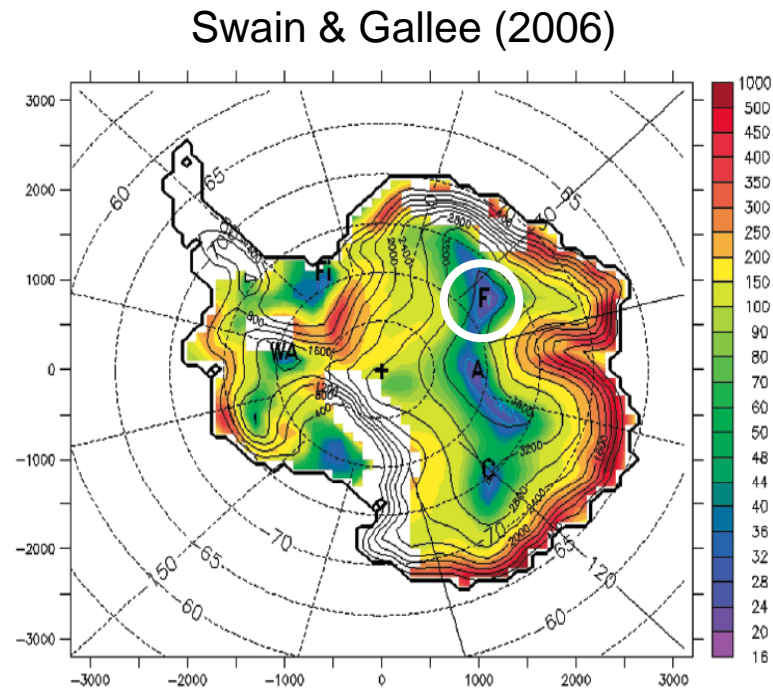


South Pole
(2835m)

Dome C
(3250m)



日本は地球上で最も良いサイトに基地を持つ



天気が良い (快晴率 ~85%)
温度が低い(冬の平均-70°C)
シーイングが良い(?)
風が弱い

水蒸気量が少ない(PW<0.2mm)

非常に乾燥しているにもかかわらず
霜が着く

相対湿度が100%

日本の南極基地

ドームふじ基地

標高3810 m (0.6気圧)



快晴の日が多いので、放射冷却によって装置が冷える



AIR-T-40 40 cm Antarctic Infra-Red Telescope

−80度でも運用できる
リモート赤外線望遠鏡

大気の擾乱や透過率の測定
天文学の初期成果

北海道陸別町での耐寒実験

最大の障害

着霜

ドームA(中国基地)での着霜例

2008年5月24日



Web カメラによるリアルタイム画像

2009年4月1日



夏季の太陽光の昇華による乾燥

放射冷却によって、周囲より温度が低くなり、湿度が100%の環境では霜がつく



表面に霜が着くと同時に観測不可になる

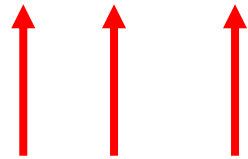
一度霜が着くと、昇華しか乾燥の方法はない
(溶かすと氷となるので不可)

解決法

- (1) 着霜したら暖める
大きな電力が頻繁に必要
- (2) 着霜しないように暖める

(2) 暖める

方法1: 望遠鏡を通常のドームに入れて、望遠鏡全体を暖める



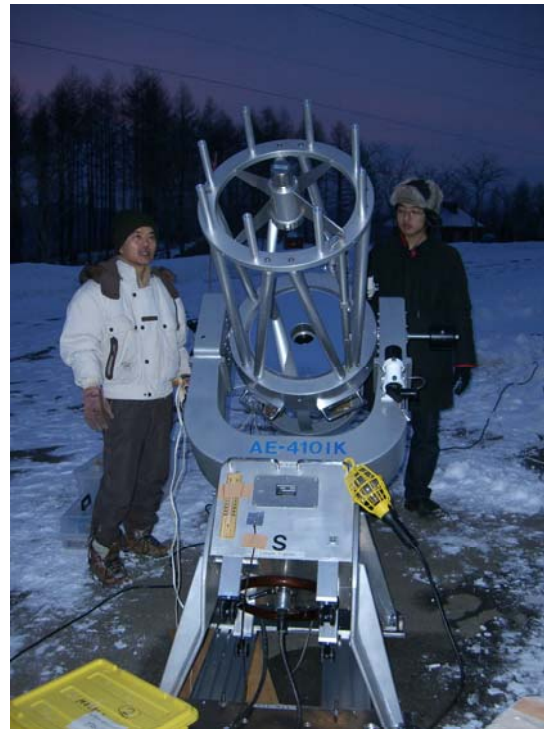
- ・上昇気流が起きて、大気を乱し、天体観測の障害となる
- ・電力がかかる
- ・建物の建設が大変



望遠鏡はオープンエアに置きたい
雨がふらない



方法2: 望遠鏡を外気にさらすが、周囲よりわずかに暖める
外気の温度が変化しても常に $\sim 0.1^{\circ}\text{C}$ – 0.5°C の差を保つ



省電力

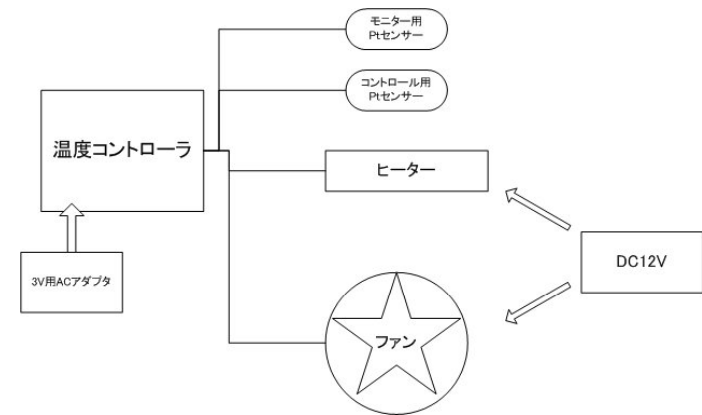
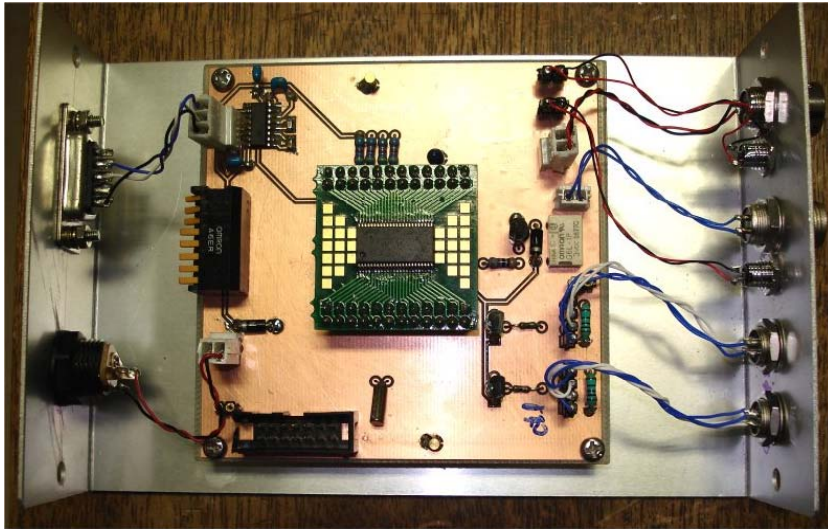
周囲より温度を高める温度コントローラの開発

一般に
温度コントローラは非常に高い(~50万円)
南極では使えない

PICマイコンを使った
マイナス80°Cでも使える安価な温度コントローラ(~5千円)の開発

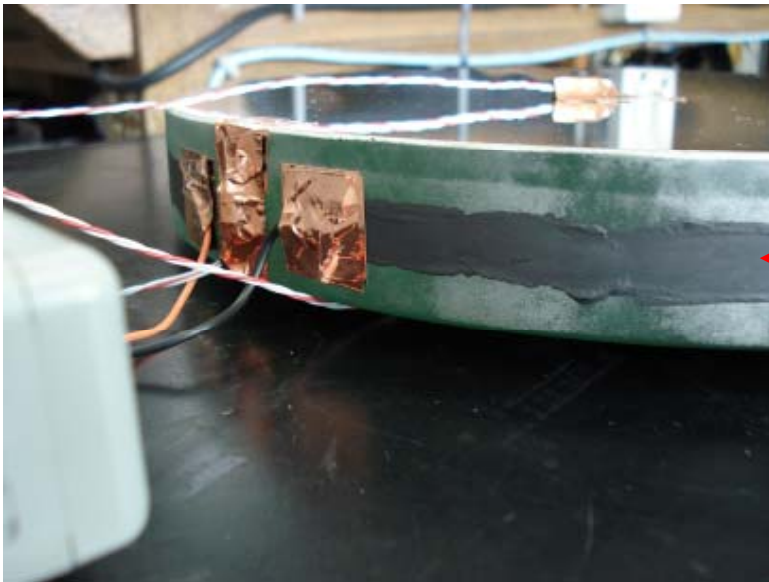
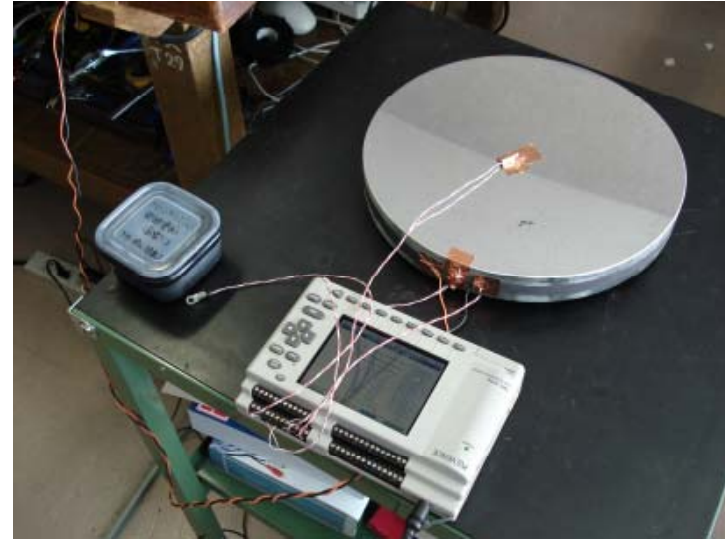
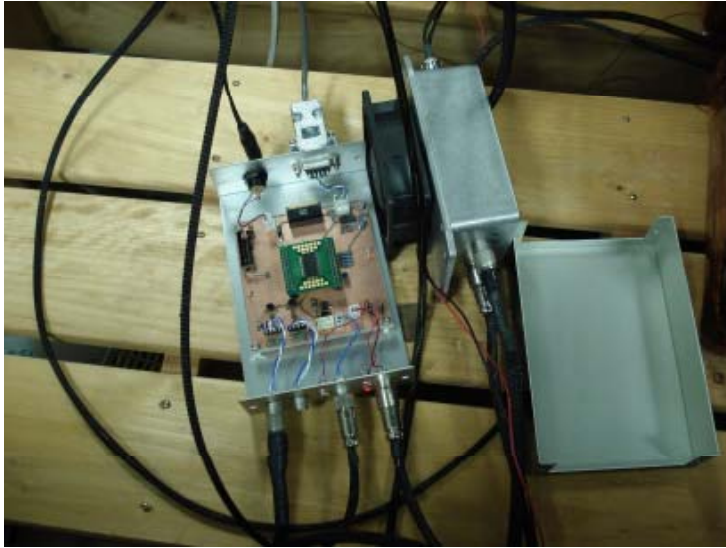
TI社 MSP430F4270を用いた温度コントローラ

このマイコンはADC、DAC、PIOを持つ



Pt抵抗体で2ヶ所の温度を測って、その差が常に一定の値になるようにヒーターのon-off制御

南極ドームふじでの最低気温 -80°C で動作するか



鏡を暖める

半導体発熱塗料
高藤 (2008)

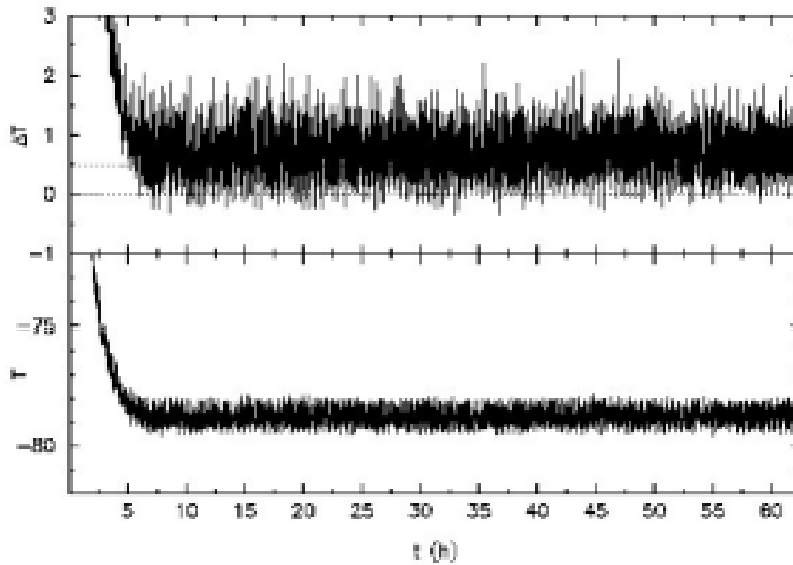




冷凍庫内での動作実験

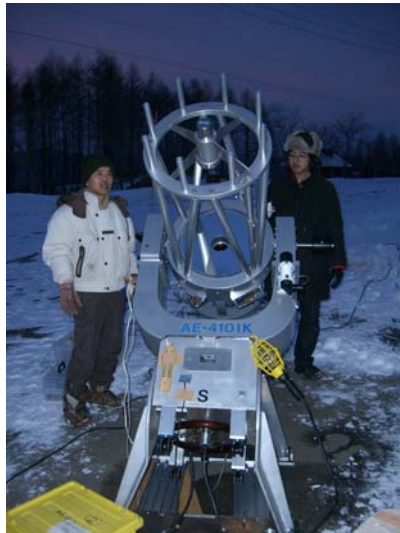
-78°Cの環境で、鏡を周囲より
0.8°C高く安定させることに成功

ただ、一度着いた霜はなかなか
昇華しない



まとめ

−80°Cの環境で動作する安価な温度コントローラを開発し、望遠鏡(の一部)の温度コントロール試験に成功した



望遠鏡全体を暖める電力

-50°Cの環境で0.5°C高くする

<10W

風などの気象環境に依存

課題： 一度、着いてしまった霜をどう昇華させるか
温度をさらに高くして、昇華するのを待つ
ただし、実験室での実験が困難