

観測地としての南極環境と南極赤外線望遠鏡

小幡 朋和 (東北大学大学院 理学研究科 天文学専攻 市川研究室)

Abstract

寒冷乾燥環境かつ安定大気をもつ南極大陸は、天文学にうってつけの場所である。寒冷環境によって大気の赤外線放射が少なくなり、接地境界層よりも高い場所に望遠鏡を設置することで最高のシーイングを得ることができる (Micheal C. B. Ashley 2012)。ドーム C での平均シーイングは $0.36''$ であり、マウナケア山頂の半分程度である。また、低可降水量による高い大気透過性も、南極大陸を理想的な観測地とする一つの要因である (Micheal G. Burton et al 2010)。このような天文学に最適な南極環境に着目し、東北大学では南極赤外線望遠鏡計画を進めている。現在、南極 40cm 赤外線望遠鏡のカセグレン焦点に設置予定の三色カメラ AIR-C (Ramsey Lundock 2012) の設計段階である。AIR-C の検出バンドは、K バンド: $2.0 - 2.4\mu\text{m}$ 、L バンド: $3.7 - 4.0\mu\text{m}$ および Antarctica バンド: $2.8 - 3.5\mu\text{m}$ である。さらに計画中の 2.5m 赤外線望遠鏡は、今までにない高感度の赤外線観測を可能にするだろう。

1 南極環境-シーイング-

南極大陸には、接地境界層という層が地表付近に存在し、その上に自由大気が広がっている。接地境界層よりも、高い場所に望遠鏡を設置すれば大気による揺らぎがなくなり、最高シーイングが得られると思われる。図 1 にドーム A とドーム C の累積確率分布図を示す。また、ドーム C での接地境界層よりも高い場所での平均シーイングは $0.36''$ である (図 2)。

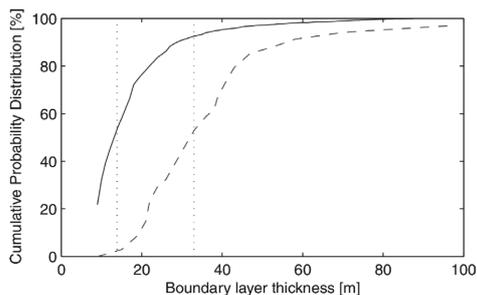


図 1: ドーム A (実線) とドーム C (点線) の接地境界層の累積確率分布図。またドーム C とドーム A それぞれの平均接地境界層高度は、 13.9m と 33m である。

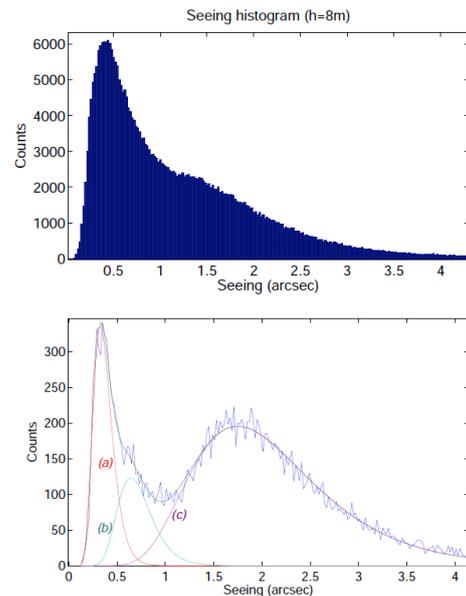


図 2: 上:ドーム C でのシーイングヒストグラム。下:2006 年冬のシーイングヒストグラムを (a) 接地境界層より上の高度、(c) 接地境界層内部、(b) 中間の位置、それぞれのシーイングヒストグラムでフィッティングした結果。

2 南極環境-赤外線大気放射-

南極の平均気温は約 -60°C である。この寒冷環境によって、 $2.2\mu\text{m}$ より長波長での大気放射は従来の観測地に比べて 20 – 100 倍暗くなる。図 3 から、南極点ではサイディング・スプリング天文台よりも大気放射が少ないことがわかる。

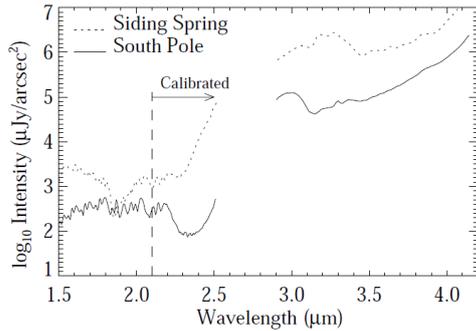


図 3: 冬の南極点での近赤外域の大気放射。

3 南極環境-大気透過性-

地上-宇宙間の水蒸気量 (可降水量:PWV) は、大気放射と大気透過性に影響する。南極の極低気温によって水蒸気のほとんどは雪になってしまい、極端に PWV が低い環境になる。図 4 にドーム A の日平均

可降水量を示す。日ごとに PWV は変化するが、最大でも 1mm 以下であり低い値であることがわかる (オーストラリアのサイディング・スプリング天文台の平均 PWV $\sim 1\text{cm}$)。また、図 5 より、マウナケアのような従来の観測地よりも透過率が高いことがわかる。

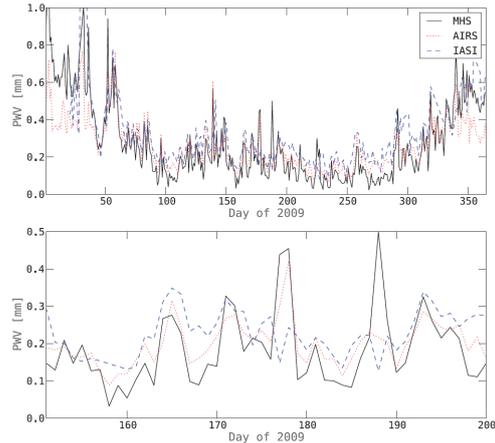


図 4: 上:一年間の日平均可降水量。下:50 日間。各線は、計測機器の違いである。

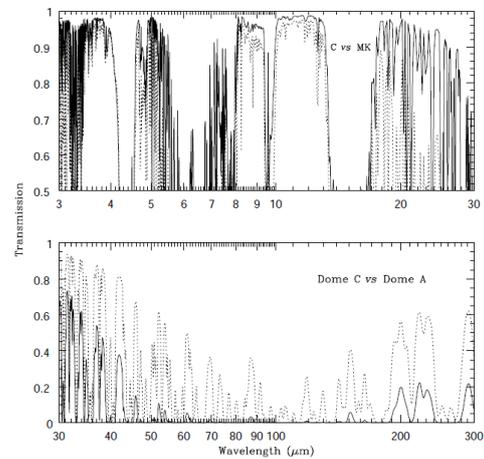


図 5: 上:赤外線でのドーム C(実線)とマウナケア山(点線)の透過率。下:遠赤外域でのドーム C の平均透過率(実線)と、ドーム A での best condition 時に予測される透過率(点線)

4 南極赤外線望遠鏡

現在、東北大学市川研究室では南極 40cm 望遠鏡のカセグレン焦点に設置予定の三色カメラ AIR-C の設計を進めている。AIR-C の検出バンドは、K バンド: $2.0-2.4\mu\text{m}$ 、L バンド: $3.7-4.0\mu\text{m}$ および Antarctica バンド: $2.8-3.5\mu\text{m}$ である。特に Antarctica バンドでは、南極大陸でのみ観測できる波長域である。さらに、本研究室では南極 2.5m 赤外線望遠鏡計画を進めており、同望遠鏡は南極大陸ドームふじ基地において最高の成果を得ることになるだろう。

5 まとめ

南極大陸は天文学にとって最高の観測地である。南極大陸の寒冷乾燥環境はシーイングの向上と大気放射の減少をもたらす。南極高原でのシーイングは従来の観測地の半分になると見込まれる。現在計画中有る東北大学の南極 2.5m 赤外線望遠鏡によって、南極大陸は地球上でもっとも良い観測地となるだろう。

Reference

- Micheal G. Burton, 2010, A & ARev
Micheal C. B. Ashley, 2012, IAU symposium 288, Astrophysics from Antarctica
Ramsey Lundock and Takashi Ichikawa, 2012, Proc. of SPIE Vol. 7014 70142O-1