

南極における赤外線天文学の開拓

Infrared Astronomy in Antarctica

市川 隆 [1]; 高遠 徳尚 [2]; 田口 真 [3]; 岡野 章一 [4]; 坂野井 健 [5]

Takashi Ichikawa[1]; Naruhisa Takato[2]; Makoto Taguchi[3]; Shoichi Okano[4]; Takeshi Sakanoi[5]

[1] 東北大・理・天文; [2] 国立天文台; [3] 極地研; [4] 東北大・理; [5] 東北大・理

[1] Astronomical Institute, Tohoku Univ.; [2] Subaru Telescope, NAOJ; [3] NIPR; [4] PPARC, Tohoku Univ.; [5] PPARC, Grad. School of Sci., Tohoku Univ.

<http://www.astr.tohoku.ac.jp/~ichikawa>

将来南極のドームに中口径の天体望遠鏡を設置して、惑星の大気構造、系外惑星探査、遠方宇宙での銀河探査などの研究を行う。その準備としてドームにおける大気透過率と大気擾乱の測定をするための小型の望遠鏡を開発した。本論文では南極における赤外線天文学の重要性とこれまでの研究成果を報告する。

極寒の乾燥した南極は大気からの赤外線雑音が非常に小さく、また赤外線からサブミリ波における大気の透過率が極めて高いことから宇宙に開かれた地球上最後の窓であると言われており、新たな天文学研究が展開されるものと期待される。特に内陸の高気圧帯にある標高 3000 m 以上の高原地帯の氷床丘陵地(ドーム)は最も条件がよく、安定した大気のため星のまたたきが小さく、天体の検出限界の高い場所とも言われている。冬期の平均気温が平均マイナス 70 度にもなり、その好条件の故、南極の標高 3000m 以上の高原に置かれた口径 2 m の望遠鏡は、近・中間赤外線ハワイ島マウナケア山(4200m)にある口径 8m のすばる望遠鏡とほぼ同等の性能を有すると期待されている。また、極夜には連続観測が可能なることから、これまでの天文台では不可能であった長公転周期の系外惑星や長周期変星などの観測も可能となる。このような地上における究極の観測条件の地において天文学を開拓することは、衛星望遠鏡や地上の大望遠鏡とともに、特に赤外線とテラヘルツ帯で次世代の天文観測に新しい道を切り開くものと期待されている。

南極点には 1990 年代に 60cm 赤外線望遠鏡が設置されたが、天候があまりよくないなどの理由により観測は終了している。南極点は氷床の斜面にあり、風が強く、天気も悪いため、赤外線観測には不適であったからである。一方、内陸の高気圧帯にある氷床地帯は大気が安定しており、標高も高いことから大気の透過率が極めて高く天文観測に適した場所であることがわかってきた。実際、オーストラリアやヨーロッパではドーム C (標高 3250 m) に基地を設置し、天文の気象条件を調査している。イタリアグループは 2008 年から 80 cm 赤外線望遠鏡を設置して観測を開始する予定である。中国と米国は共同で最も標高の高いドーム A (4093m) での天文サイト調査を 2007 年末から本格的に開始した。

日本の国立極地研は氷床コアの掘削などのために 3 大ドームのひとつである「ドームふじ」に基地を持つ。ドームふじ基地は標高が高く(3810m)、快晴日が多い(70%以上)ことから私たちは赤外線天文学のサイトとして注目し、2006 年 11 月-2007 年 2 月の第 48 次南極地域観測隊に大気擾乱測定装置(SODAR)を託して、ドームふじで初めて天文気象条件を測定した。私たちのグループは 2005 年以来、極地研の研究者とドームふじ基地における天文サイト調査や天体観測に関する技術的、設営に関する課題について検討を続けてきた。将来、ドームふじに 2.5m 赤外線望遠鏡を建設するための基礎開発の一環として、マイナス 80 度の極寒下でも安全に運用できる口径 40 cm の赤外線望遠鏡を開発した。この望遠鏡は 2008 年の 2 月に、日本で最も寒い地域である北海道の陸別町において運用試験を行う。現在製作中の 3 色同時赤外線カメラを用いて、2009 年 2 月と 2010 年 2 月にアラスカ大学地球物理学研究所の構内において、極寒環境下での性能評価とリモート試験観測を行う予定である。

今後、ドームふじに基地において超音波風速計を搭載した 40 m タワーを設置して、接地層内での大気の擾乱を測定するとともに 40 cm 望遠鏡を接地してサイト調査を開始したい。小型望遠鏡はサイト調査を行うとともに、南極における赤外線天文学の優位性を証明するために近赤外線でも最も大気背景光が少なく空が暗い $2.3 \mu\text{m}$ 窓で近傍銀河の星系ハローのサブストラクチャーの観測と、低温度星や惑星検出に有効な $3.4 \mu\text{m}$ CH₄ 分子吸収帯でトランジット変光によって系外惑星探査を行う。並行して、将来ドームふじ基地に建設を計画している 2.5 m 級の超軽量赤外線望遠鏡と観測装置の基礎技術開発及び建設に関わる課題の検討を行う。2.5m 望遠鏡では豊富な観測時間を生かした遠方銀河の広域探査、極夜期における超長時間モニター観測による系外惑星探査、レーザーヘテロダイン高分散分光による系外惑星の酸素大気検出などの研究を計画している。