

ドームふじ基地における赤外線・テラヘルツ天文学

瀬田 益道¹、中井 直正¹、永井 誠¹、石井 峻¹、宮本 祐介¹、市川 隆²、高遠 徳尚³、本山 秀明⁴、宮岡 宏⁴

¹ 筑波大学

² 東北大学

³ 国立天文台

⁴ 国立極地地研究所

Infrared and Terahertz Astronomy at Dome Fuji Station

Masumichi Seta¹, Naomasa Nakai¹, Makoto Nagai¹, Shun Ishii¹, Yusuke Miyamoto¹, Takashi Ichikawa², Naruhisa Takato³,
Hideaki Motoyama⁴, and Hiroshi Miyaoka⁴

¹ *University of Tsukuba*

² *Tohoku University*

³ *National Astronomical Observatory*

⁴ *National Institute of Polar Research*

Dome Fuji in Antarctic high plateau may be a good site for terahertz and infrared astronomy because of its high altitude of 3810 m and low average temperature of -54 degC. We measured opacity, turbulence, inversion layer, seeing, and all sky image as site testing. We demonstrated that opacity at 220 GHz in Dome Fuji in summer is very good and stable. We have developed a transportable 30 cm telescope to map the Milky Way in CO $J=4-3$ and CI $^3P_1-^3P_0$ lines at Dome Fuji from 2014.

南極ドームふじ基地は、標高が高く(3810m)、低温(平均気温-54°C)なため、地上で最良のサブミリ波から赤外線天文学の観測サイトであると期待されている。銀河は赤外線の波長域で一番明るいなど、これらの波長域は天文学的に重要であるが、技術面と観測地の制約から未開拓の波長域であった。近年、天体観測に使える検出器の開発は進展したが、大気中の水蒸気と酸素の強い吸収を受けるために、観測地は、ハワイのマウナケア山頂やチリ北部の砂漠地帯などに限定され、そこでの観測条件も不十分な状況にある。そこで、世界的に、より寒冷で、天気も安定している、南極内陸部の高原地帯が着目され、ドームふじ以外でも、ドーム A、リッジ A、ドーム C への天文台開設を目指した開発が進められている。今年度開催の国際天文学連合の総会では、南極天文学をテーマとしたシンポジウムが開催されるなど、天文学コミュニティの中でも南極への関心が高まっている。

我々は、第 48 次南極観測隊への装置の委託に始まり、第 51 次隊からは、南極に天文学研究者を派遣している。これまでに、大気透過率、大気乱流、逆転層、シーイング、輸送路等の調査を実施した。ドームふじの 220 GHz の夏の大气透過率は、現在、地上最良のサイトと考えられているチリ北部の砂漠地帯の同季節と比較しても、格段に良好で、チリの最良季節(冬)と同等であることを示した(Ishii et al, 2010)。一方で、航空機を利用できない場合には、夏のドームふじでの活動期間は 2 週間程度と短いこと、みずほ基地から中間地点にかけてのさすづるぎ帯を通り抜ける際の振動は精密機器には過酷なこと、不等沈下や極低温下での望遠鏡の駆動等の南極特有の技術的な困難さ等、運用や技術的な課題もより明白となった。将来的には、ドームふじ基地への大型望遠鏡(2m 級赤外線望遠鏡や 10m 級テラヘルツ望遠鏡)の設置を目指しているが、現在は、プロトタイプとして、40cm 赤外線望遠鏡と 30cm サブミリ波望遠鏡の試験運用と、低温や振動対策等の技術的な課題に取り組んでいる。40cm 赤外線望遠鏡は、今年度の第 54 次隊において、ドームふじ基地で運用を予定している。

30cm 望遠鏡は、500 GHz 帯の超伝導受信機を搭載しており、天の川を、星間物質の主要なトレーサーである、460 GHz の一酸化炭素 CO $J=4-3$ 輝線及び 492 GHz の中性炭素原子[CI] $^3P_1-^3P_0$ 輝線で掃天観測し、分子雲の物理状態や形成過程を明らかにすることを目指している。空間分解能は 9' であり、1 GHz の広帯域の電波分光計を搭載し、0.04 km s⁻¹ の分解能で、600 km s⁻¹ の速度幅を観測可能である。サブシステムは 60 kg 以下に分割され、人力での組み立てが可能な設計となっている。4 K の極低温冷凍機を搭載しながら、総消費電力は小型発電機で駆動可能な 2.5 kW に抑えている。現在、30 cm 鏡は、チリ北部の標高 4400m の砂漠地帯での試験を継続中であり、望遠鏡の基本機能を確認するとともに、太陽系に一番近い大質量星形成領域であるオリオン分子雲の観測にも成功している。今後、30 cm 鏡は、ドームふじの低温下での運用を確実にするために、ヒータ、断熱材の補強、耐寒性能のより優れたケーブルへの交換等を行い、2014 年度にはドームふじでの運用開始を予定している。

References

Ishii S., Seta M., Nakai N. et al., *Polar Science*, 3, 4, 213, 2010.