

平成28年度国立天文台共同開発研究報告書

平成29年 4月11日

国立天文台長 殿

研究代表者	氏 名	(ふりがな) ほんだ みつひこ		
		本田 充彦 		
	所属・職	久留米大学医学部物理学教室		
	電話	0942-31-7537	E-mail	hondamt1977@gmail.com
研究課題名	地上中間赤外線観測用装置内冷却チョッパの開発			
研究実績	我々はTMT等の次世代望遠鏡における地上中間赤外線観測で鍵となる冷却チョッパの開発を進めている。冷却チョッパのアクチュエータは低温(20~30 K)で低発熱(<0.1 W)・高速(1-10 Hz)かつ高ストローク(> 2.5 mm)を実現する必要がある。これらの要求を満たすため、我々は原理的にジュール発熱をゼロにできる超電導ボイスコイルモータ(VCM)に着目した。ただし、使用環境が20-30Kのため、高温で超電導となる材料を用いる必要があり市販のVCMは存在しない。そこで、H26年度に臨界温度$T_c \sim 39K$であるMgB2超電導線材を用いて1次試作を行った。H27年度はこの試作品の低温駆動試験を行うための低温試験デューワーの整備を行った。常温試験では想定通りの性能を示したが、低温環境下では線材のシース材(MgB2を包む金属材)の磁性に起因した問題が発覚するなど、MgB2超電導線材を用いることのメリット・デメリットが明らかとなっていった。このため、H28年度は小型化・実用化を目的としたVCMの2次試作を行う際に、比較のため銅線のコイルも作成し評価実験を進めた。その結果、銅線コイルでも若干発熱は大きくなるが(~14mWレベル)チョッパ駆動を実現できることが分かった。一方で実験結果を外挿すると、MgB2線材ではさらに1桁発熱を低下させることができるが(~1.4mW)、性能を出すには現在入手している線材では臨界電流値を上げる必要があることも明らかとなった。さらに、今後の冷却駆動試験を円滑に進めるため、久留米大学における冷却実験環境の整備も進めた。 [研究発表実績] ・「TMT/MICHI 冷却チョッピングに用いる超伝導ボイスコイルモーターの性能評価」, 毛利清、宮田隆志、上塚貴史、高橋英則、酒向重行、大澤亮、岡田一志、内山允史、大崎博之、広江貴、本田充彦, 日本天文学会2016 年秋季年会, 愛媛大学, 2016 年9 月 ・「次世代中間赤外線装置における低温チョッピング実現に向けた超伝導リニアモーターの開発」 毛利清、宮田隆志、上塚貴史、高橋英則、酒向重行、大澤亮、岡田一志、内山允史、大崎博之、広江貴、本田充彦, 日本天文学会2017 年春季年会, 九州大学, 2017 年3 月 ・「TMT/MICHI チョッパー用超伝導コイルの開発」, 毛利清、宮田隆志、上塚貴史、高橋英則、酒向重行、大澤亮、岡田一志、内山允史、大崎博之、広江貴、本田充彦, 第6回可視赤外線観測装置技術ワークショップ, 国立天文台, 2016 年11 月 ・「Development of superconducting voice coil motor of a cold chopper for MICHI」, K. Mori, et al.2016,SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation. in Edinburgh, UK			
研究の活用	本研究は直接的には次世代地上中間赤外線観測装置(TMT/MICHI や MIMIZUKU 等)に使われることを想定した開発の一環であり、将来的には副鏡チョッパを持たない小中口径望遠鏡などに中間赤外線観測装置を搭載するに際しても活用できるものである。また、高温超電導線材の活用という、工学的にも面白い応用であり、様々な波及効果も期待できると考えている。			