

W39b マグネティックカロリメータ実用化に向けた超伝導量子干渉計の開発

佐藤浩介 (金沢大)、土屋彰広 (ISAS/JAXA)、大島泰 (国立天文台)、山崎典子 (ISAS/JAXA)、師岡利光 (セイコーインスツルメンツ)

我々は将来の宇宙X線線観測を目指し、マグネティックカロリメータ(MC)の開発を行っている。MCとは、入射エネルギーに伴う温度変化を印加磁場下での常磁性体の微小な磁化変化として測定する検出器である。この磁化変化を超高感度な超伝導量子干渉計(SQUID)を用いて読み出すことにより、非常に高いエネルギー分解能を実現できる。我々はMCの温度計として、応答を速めるために常磁性体であるエルビウムを金で希釈したAu:Er温度計を用いて開発を行っている。これまで、日本で初めてのMCの実証(2004年春季大会)に続き、自作の読み出しSQUIDを用いた初のX線検出で50 eV@5.9 keVという優れた性能を実現した(2006年春季大会)。

現在は更なる高分解能化を目指し、読み出しSQUIDの改良を行っている。読み出しSQUIDには、Au:Er温度計に磁場を印加するコイルとその磁化変化を検出するコイルが実装されている。X線検出実験で数eVの分解能が達成できなかった理由として、1. 測定温度、Au:Er温度計の濃度、印加磁場が予想した最適値を満たさなかったこと、2. 十分な磁場がAu:Er温度計に印加できなかったこと、が考えられる。このSQUIDは絶対温度40 mK下では、 $\sim 0.6 \mu\Phi_0/\sqrt{\text{Hz}}$ と低雑音を実現しており、1 eVを実現するには十分である。しかし磁場印加に関しては、十分な性能が得られなかったため、ノイズレベルを保ちつつより大きな磁場を印加できるように改良する必要がある。

今回報告する新たに設計・開発した読み出し素子は前回の2.5 mTよりも、大きな4 mTの磁場を印加でき、より大きな信号を取得できる。また今回、Au:Er温度計とSQUID間の感度をあげるため、磁化変化を検出するコイルの形状を工夫したタイプも製作した。このSQUIDを絶対温度56 mKにおいてノイズ測定したところ、 $\sim 0.4 \mu\Phi_0/\sqrt{\text{Hz}}$ と非常に低いノイズレベルを実現できた。今後、Au:Er温度計を取り付け、X線照射実験を行っていく予定である。