

自己評価報告書

平成23年 5月 6日現在

機関番号：82645

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2011

課題番号：20340068

研究課題名（和文）宇宙の化学進化の解明にむけた非抵抗型マイクロカロリメータの開発

研究課題名（英文）Development of non-resistance micro-calorimeters to understanding the chemical evolution of the Universe

研究代表者

山崎 典子 (YAMASAKI NORIKO)

独立行政法人宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所・准教授

研究者番号：20254146

研究分野：観測的宇宙物理学

科研費の分科・細目：素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：X線天文学 マイクロカロリメータ 宇宙の化学進化

1. 研究計画の概要

宇宙の化学進化の解明には、複数の元素の存在量を測定し、その生成と拡散のプロセスを追うことが必要である。X線を用いた、超新星残骸、銀河、銀河団等の観測では、元素量を正確に測定することが可能であるが、これまでの検出器の感度では、主に鉄、シリコンなどごく少数の元素にかぎられていた。本研究は、(1) X線領域での超精密分光、すなわち分光能力 $E/\Delta E > 2000$ を達成するような分光素子を非抵抗型温度計を用いたマイクロカロリメータアレイで実現することを目指す。マイクロカロリメータのエネルギー分解能を決めるノイズとして、検出器そのものの熱揺らぎによるフォノンノイズを避けることはできないが、抵抗温度計を用いる場合は、さらにジョンソンノイズによる劣化が不可避である。そこで本研究では、磁気温度計と誘電体温度計、特に低温で大きな誘電率をもつ酸化物ペロブスカイト誘電体の一種である SrTiO₃(STO)に着目し、開発を行う。

(2) また観測的研究も継続することで、現状の観測限界にせまり、今後目標とすべき測定エネルギー帯域、エネルギー分解能、素子面積と画素数などを定量化する。

2. 研究の進捗状況

誘電体温度計に関しては、STOの単結晶および酸素置換体の2K以下での誘電率、誘電正接の温度依存性を測定することに成功した。これは世界初であり、現在この感度をもって、カロリメータとしての動作条件を検討中である。低温の誘電率に関しては、電極および測定時のストレス等による劣化もあると思われるため、最適な設定方法を今後検討する。また、読み出しのための高周波回路に関して

は、極低温で超伝導となる材料による高周波回路の設計を、高周波回路シミュレータを用いて行っている。誘電体とのカップリングのモデル化が難しいが、目的とするGHz帯での共振回路が設計できている。また系外銀河、銀河団、我々の銀河系における、重元素量の観測的研究も進め、論文として発表している。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。
非抵抗型カロリメータの開発に関して、STOの評価は順調にすすんでいるが、カロリメータ化が未実施である。また読み出しの高周波回路に関して、シミュレーション、設計は進んでいるが、実際の製作と評価というフィードバックが未実施である。観測的研究に関しては、極めて表面輝度の低い対象を解析しているため、時間はかかるが確実に論文に仕上げている。

4. 今後の研究の推進方策

高周波回路の試作をすすめる、カロリメータ動作の確認をすすめる。冷凍機の不調により、実験に時間がかかることがあり、修理等を迅速にすすめるようにする。観測的研究については、今後も着実にすすめる。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

① Kosuke Sato, Richard L. Kelley, Yoh Takei, Takayuki Tamura, Noriko Y. Yamasaki, Takaya Ohashi, Anjali Gupta, Massimiliano

Galeazzi, Study of the Intracluster and Intergalactic Medium in the Sculptor Supercluster Observed with Suzaku, Publications of Astronomical Society of Japan, 62, 1423-1433, 2010

② T. Hagihara, Y. Yao, N. Y. Yamasaki, K. Mitsuda, Q. D. Wang, Y. Takei, T. Yoshino, D. McCammon, X-Ray Spectroscopy of Galactic Hot Gas along the PKS 2155-304 Sight Line, Publications of Astronomical Society of Japan, 62, 723-733, 2010

③ T. Yoshino, K. Mitsuda, N. Y. Yamasaki, Y. Takei, T. Hagihara, K. Masui, M. Bauer, D. McCammon, R. Fujimoto, Q. D. Wang, and Y. Yao, Energy Spectra of the Soft X-ray Diffuse Emission in Fourteen Fields Observed with Suzaku, Publications of Astronomical Society of Japan, 61, 805-823, 2009

④ Noriko Y. Yamasaki, Kousuke Sato, Ikuyuki Mitsuishi, Takaya Ohashi, X-ray Halo around the Spiral Galaxy NGC 4631 Observed with Suzaku, Publications of Astronomical Society of Japan, 61, S291-298, 2009

〔学会発表〕（計 2 件）

①誘電体X線マイクロカロリメータの開発、関谷典央、山崎典子、川崎繁男、満田和久、吉武宏、佐藤浩介、前畑京介、高島浩、日本天文学会年会、2010年3月

②マグネティックカロリメータ実用化にむけた超伝導量子干渉計の開発、佐藤浩介、土屋彰広、大島泰、山崎典子、師岡利光、日本天文学会秋季年会、2008年9月

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕