

論文審査の結果の要旨

氏名 小林 研

本論文は、太陽フレアによって発生する硬 X 線の、スペクトル分解能の高い分光観測を行うことを目的として、テルル化カドミウム半導体検出器を用いた、従来にない優れた気球搭載太陽硬 X 線スペクトル観測装置を開発し、その装置によって得た太陽フレア観測データを、他の観測データと合わせて詳細に解析したものである。

論文は、全 5 章より成る。第 1 章では、論文全体への導入の章として、太陽フレアの特徴の概略をまとめ、未解明な問題点とそれに対する様々な考え方を述べると共に、硬 X 線での太陽フレア観測を歴史的に概観している。

続く第 2 章では、太陽フレア及びそれに伴う粒子加速のメカニズムの解明のためには、更にいかなる観測的情報が必要かを検討し、スペクトル分解能の高い硬 X 線観測の必要性を述べている。そのための種々の検出器の性能を仔細に検討し、高いエネルギースペクトル分解能を持ち、且つ特殊な冷却装置を必要としない、テルル化カドミウム半導体検出器が最適であると結論している。更に、その検出器を搭載した気球による観測を前提に、検出器及び観測装置を設計し、それらの仔細を記述している。検出器は、3 keV のエネルギースペクトル分解能を達成可能なように、 $10 \times 10 \times 0.5\text{mm}$ の大きさの Pt/In ショットキー接合電極のテルル化カドミウム半導体検出器を 16 台搭載したものとなっている。目標の分解能を達成するには、検出器の温度を摂氏 0 度以下に保つ必要があるが、特殊な冷却装置は使わずに放射冷却のみでこの温度を保てるような設計になっている。また、検出器の出力は気球上でスペクトルを蓄積して送信するような回路設計とし、大フレアが起きようとも大容量のバッファを必要とせずリアルタイムで観測出来る構造になっている。これらの特徴により、この観測装置はアイデアに満ちた優れた装置であると言える。

第 3 章では、制作した検出器の性能試験が詳細に述べられている。放射線源を使用して恒温槽内で行った一連の試験の結果、適切なバイアス電圧を決定すると共に、摂氏 0 度以下では、目標のエネルギースペクトル分解能が達せられていることを確認している。また、量子効率が期待通りであることも確認している。

第 4 章では、2001 年に行った気球観測実験の有様とその時の機器の動作性能を詳述した後、M1.1 クラスのフレア観測に成功した 2002 年 5 月の気球観測実験について詳述している。このフレアは、この気球観測のほか、初期数分間については RHESSI 衛星によっても硬 X 線観測が得られ、GOES 衛星によって軟 X 線データが、また野辺山太陽電波観測所における偏波計によって、3.8GHz、9.4GHz、17GHz の 3 周波数での偏波観測データが取得され、ま

た SOHO 衛星搭載の極紫外線望遠鏡によってフレアループが撮像されており、第 5 章で詳細に解析されている。

第 5 章では、まず、気球観測及び RHESSI 衛星で得られた、フレアの硬 X 線スペクトルを解析し、非熱的スペクトルよりも熱的放射スペクトルで良くフィット出来ることを示している。更に 2 温度成分の熱的放射でフィットすると、20MK 以上とそれ以下の温度が得られ、そのうち超高温成分の温度は、40MK 以上に達すると結論している。この解析は、フレアにおいて、このような高温の熱プラズマが生成されることを有意に示した初の観測・解析として意義が高い。論文提出者は更に、硬 X 線データと GOES 軟 X 線データとから、超高温熱プラズマのサイズ、高温熱プラズマのサイズ、磁場強度をそれぞれ適当に仮定することにより、野辺山における偏波観測データのうち、3.8GHz のデータは、超高温成分によるジャイロシンクロトロン放射として、また 9.4GHz、17GHz のデータは高温 (20MK 以下) プラズマからの熱制動放射として良く再現出来ることを示している。このことにより、このフレアにおいて観測された電波及び X 線波長域における放射は、超高温熱プラズマを伴う熱的放射として、整合性のとれた説明が出来ることを示すことに成功している。

以上要するに、本論文は、テルル化カドミウム半導体検出器を使った気球搭載太陽硬 X 線スペクトル観測装置を開発することによって、その検出器と観測装置の有用性を証明し、また、同装置で検出した太陽フレアの仔細な解析から、40MK 以上もある超高温熱プラズマからの放射がフレアの初期から 20-40keV 領域の硬 X 線で卓越する現象が存在することを観測的に示した。これは、天文学、特に太陽物理学に新たな知見をもたらすものである。

本論文は、常田佐久、斎藤芳隆、勝川行雄、森國城、田村友範、阪本康史、久保雅仁、小原直樹、山上隆正との共同研究に基づくものであるが、本論文の核を成す、検出器の設計、性能試験、得られたフレアのデータの解析及び結果の検討については、論文提出者が主体となって行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。よって、本論文提出者に、博士 (理学) の学位を授与出来ると認める。