

# 論文審査の結果の要旨

氏名 坂井 賢一

この論文は、気球搭載型の超伝導スペクトロメータ、Balloon-borne Experiment with a Superconducting Spectrometer (BESS 実験) により、南極地方において1GeV以下の低運動エネルギー領域において精密な反陽子流束の測定を行った研究の結果をまとめたものである。

論文は全9章からなり、第1章では、導入としてこれまでのBESS実験について概説している。第2章では、実験装置の詳細について記している。第3章では、南極地方における観測の実際について述べられている。第4章で、検出器の較正について記述した後に、新たに工夫した較正の方法とその効果が記されている。また、第5章では取得したデータから反陽子事象を選り出すための解析方法の実際が述べられており、第6章で観測した反陽子の流束を計算し、第7章でその結果をまとめている。最後に第8章で宇宙線中の反陽子の起源について、各種理論モデルの検証を行い、第9章で結論を導いている。

宇宙線内の反陽子の主な起源は、一次宇宙線と星間物質の衝突により生成される二次起源と考えられている。一次宇宙線のスペクトラム及び生成時における運動学的理由から、そのスペクトルは2GeV付近に鋭いピークを持ち、その両側で急激に減少する形状を持つ。一方、初期宇宙の密度揺らぎ等の擾乱により形成される原始ブラックホール (PBH) 蒸発等からの寄与である一次起源反陽子は、運動学的な抑制を受けない為に、低エネルギー領域で平坦なスペクトルを有する可能性がある。

以前の太陽活動極小期に観測された反陽子流束 (BESS'95+'97) は、低エネルギー領域において二次起源モデルよりも平坦な構造をしていた。これはPBH 起源反陽子の可能性を示唆していたが、データの統計精度が十分ではない上に、モデルの不定性も大きく、結論を導くには至らなかった。

南極地方における BESS-Polar 実験の研究目的は、統計精度をあげた反陽子流束を測定する事で、一次起源反陽子の存在を検証し、結論を導く事にある。それには、圧倒的な統計量の宇宙線観測実現の必要があり、「高精度かつ大面積立体角を有する検出器」と「南極周回による長時間観測」、「太陽活動極小期」の三つの条件を満たす事が出来る測定器の開発、実験準備が進められた。

論文提出者は、実験準備、実験実施、観測データ解析のすべての段階で深く貢献し、反陽子の低エネルギースペクトラムをこれまでより1桁以上高い圧倒的統計精度で決定した。これにより、宇宙線中の反陽子が二次起源であるというモデルを支持する結果となった。

この論文は、学問的に大変有用なものであり、また論文提出者の独創性も十分であると認められる。また、この論文は BESS 実験グループの他の共同研究者との共同研究に基づくものであるので、論文提出者がどのような主導的な寄与があったのか審査委員会において念入りに審査した。その結果、この研究は、論文提出者が中心となり行なったものであることが明らかであることから論文提出者の主導性が十分であると判断した。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。