

論文審査の結果の要旨

氏名 志風 義明

本論文は、BESS 測定器を用いて宇宙線陽子、ヘリウムエネルギー分布を広いエネルギー範囲に渡って精度良く測定したという内容である。測定は、1997, 1998, 1999, 2000 年の4回行われ、エネルギー範囲は、0.185GeV/核子から 29.3GeV/核子までと極めて低エネルギーの領域も含む。この低エネルギー領域では、太陽活動による変動を強く受ける。実際、太陽活動の影響に伴う陽子、ヘリウム強度の変化が観測されている。特に、2000年は、太陽活動の極大期にあたり、他の年に比べて大きな変化が見られる。太陽活動による宇宙線強度の変化については、系統的に測定したデータが乏しく、同一の実験装置を用いて、高統計で測定した本論文の結果は、新しい知見を与えるものである。太陽活動による宇宙線変動を説明するモデルとして、Bieberらによる charge dependent model があるが、反陽子と陽子の強度変化については、過去のデータがなく BESS 測定器のみがそのモデルを議論することができる。反陽子と陽子の比を議論するためには、まず陽子のスペクトルについて、精度の良い測定が必要である。本論文では、このために陽子、ヘリウムのスペクトルを系統的に評価し、求めたものである。

論文は8章からなり、まず第1章は、陽子、ヘリウムの低エネルギー領域でのスペクトル測定の意義について書かれている。また、その測定のためには、1次宇宙線が大気中で作る2次的な陽子、ヘリウムについて補正をする必要があり、過去の実験ではそれを正確に見積もったものはなかった。本論文では、それについて詳しく議論するということが書かれている。第2章は、BESS 測定器の詳細について書かれている。装置の各部分の説明、分解能などの性能について、物理結果を出すためのエネルギー分解能、粒子識別能力について書かれている。特に、BESS 測定器は、高エネルギー粒子衝突実験で用いられているような高性能の機器を備えている。薄型の超伝導磁石により、1.2 テスラのソレノイド型磁場を作り、中央のジェットチェンバー、ドリフトチェンバーにより、精度良い粒子軌跡を測定する。Time of Flight (TOF) カウンターにより、粒子の飛行時間、エネルギー損失を測定する。これらの情報により、陽子、ヘリウム、電子、ミュオン等の粒子識別を容易に行うことができる。論文提出者自身は、特にこの TOF カウンターの改良に実験のハードウェア面で寄与している。第3章では、各年に取られたデータの状況について書かれている。第4章では、データからどのような方法により、陽子、ヘリウムを選び出したかについて書かれている。エネルギー損失、粒子速度 ($1/\beta$)、粒子の軌跡再構成にまつわ

質的なカットを施して、陽子、ヘリウムを選択している。第5章では、装置の直上における陽子、ヘリウムのエネルギースペクトルを求める方法について書かれている。装置内部で実際に観測したスペクトルは、測定器のトリガーの影響、各種カットの影響を受けたものである。それらの効率を注意深く補正して、測定器直上部でのスペクトルを得ている。このスペクトルを大気直上（つまり、宇宙線が地球の大気に入る直前）のスペクトルに焼き直すためには、2次粒子の補正が必要である。第6章では、この2次粒子の補正をどのように行ったか、その正当性をどう評価したかについて書かれている。実際には、1999年に取得した気球上昇中のデータを使い、水平飛行中の約5g/cm²約のデータをベースにして上昇途中の10g/cm²のデータを評価した。それが約5%以内の精度で再現されており、2次粒子効果による系統誤差を5%以下まで抑えたスペクトル測定を可能にした。第7章では、得られた大気上空でのスペクトルの系統誤差のまとめを行い、過去の実験との比較を行った上で、太陽変動を記述する spherically symmetric diffusion-convection model や charge dependent model との比較を行っている。spherically symmetric model の Force Field approximation では、太陽変動をある potential energy のようなもので記述することができ、それを仮定して星間での陽子、ヘリウムのスペクトルを求めた。また、charge dependent model では、2000年の太陽活動極大期に際して、急激な陽子強度の変化を予想するが、実際、この論文で得られたスペクトルは2000年に急激な減少を確認した。

本論文が使用した BESS 実験は、高エネルギー加速器研究機構山本 明氏らとの共同研究ではあるが、本論文での解析はすべて論文提出者が行ったものであり、また論文提出者はこの実験の建設やデータ取得に主体的に参加しており、論文内容に対する論文提出者の寄与が十分であると判断される。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。