

論文審査の結果の要旨

氏名 中平 武

本論文は、高エネルギー加速器研究機構に建設され稼動している KEK-B 加速器で生成された中性 B 中間子を用い、その荷電 π 中間子への 2 体崩壊過程から CP 非対称性を調べたものである。

空間反転(パリティ:P)と荷電共役(C)の合成変換である CP 変換に対する対称性の破れが 1964 年に K 中間子の崩壊において発見された。CP 対称性の破れは、宇宙の進化にあたって粒子反粒子のバランスを崩して現在我々が住むような粒子中心の世界を導くのに重要な役割を持つとされるが、つい最近まで、K 中間子崩壊が、唯一の CP 非対称性の観測例であった。この非対称性の起源として、1973 年に小林と益川は、3 世代 6 種類のクォーク間の混合を記述する複素ユニタリ行列(CKM 行列)に残る位相成分からくるという提案をした。この場合、CP 非保存は K 中間子に特有のものではなく、他の粒子も起こることになり、特に中性 B 中間子の特定の崩壊では CP 非対称性が大きく観測できる可能性が提唱されていた。

このような状況のもとに、日本の高エネルギー加速器研究機構と米国スタンフォード線形加速器センターでは、独立に、いわゆる B ファクトリーと呼ばれる、B 中間子を大量に作って非対称性を測定する電子・陽電子衝突型加速器を建設して実験を始めた。両実験とも 2001 年には B 中間子が J/ψ 粒子と K_S 中間子に崩壊する過程で大きな CP 非対称性が発見され、CP 非保存が CKM 行列の位相起源とすることと無矛盾であることが示された。

この結果をふまえて、現在、多くの崩壊過程で CP 対称性を調べ、すべてが CKM 行列内の 1 パラメータで説明できるかを調べることは重要な課題となっている。その過程を通じて、標準模型を越える現象からの寄与、例えば、超対称性粒子にからの寄与の可能性など、現在の加速器では生成不可能な重い粒子の影響を間接的に観測する可能性がある。

本論文で取り上げた、荷電 π 中間子への 2 体崩壊事象では、直接的な CP 対称性の破れと呼ばれる、B 中間子と反 B 中間子での崩壊率自体の差が観測される可能性があり、重要な測定であった。

測定は、荷電 π 中間子への 2 体崩壊事象の検出、対生成された片方の B 中間子の種別同定、両方の B 中間子の崩壊点の差の測定と、非常に難しい 3 つの測定の上で初めて可能となる難易度の高いものである。この実験手法の開発とその遂行をもとにしたこの論文は、博士論文としての資格を有すると判断する。

160 個の事象を捕え、この崩壊点の非対称性から CP 非保存のパラメータを得た。その結果、CP 対称性の大きな破れを観測し、B 中間子崩壊で直接的な CP 対称性の破れの兆候を示唆する初めての実験結果となった。モデルに依存するが、CKM 行列要素に関する制限を与えた。こ

の結果は、今後、CP 非保存のさらに深い起源をさぐる上で重要であり、意義のある測定である。

なお実験は東京大学の相原博昭氏をスポークスマンとする国際共同実験 Belle グループとの共同研究であるが、この論文に関しては提出者が主体となって解析及び検証を行ったものである。また、実験の遂行にあたって、提出者は測定器の建設から参加し、とくにシリコンバーテックス検出器の開発と建設の中心的な役割を担っていることも特筆でき、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上により、博士(理学)の学位を授与できると認める。