



Title	陽子・反陽子静止反応によるバリオンウム探し
Author(s)	大森, 恒彦
Citation	大阪大学, 1987, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35959
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【7】

氏名・(本籍)	大 森 恒 彦
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 7 9 2 4 号
学位授与の日付	昭 和 62 年 12 月 14 日
学位授与の要件	理学研究科物理学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	陽子・反陽子静止反応によるバリオニウム探し
論文審査委員	(主査) 教 授 長島 順清 (副査) 教 授 森田 正人 教 授 江尻 宏泰 教 授 南園 忠則 助教授 杉本章二郎

論 文 内 容 の 要 旨

バリオニウム (B) とは、クォーク (q) 2 個と、反クォーク ($\bar{q}$) 2 個からなるエキゾチックなハドロンであり、このような状態 ($q q \bar{q} \bar{q}$) の存在は理論的に予言され、また様々な実験的研究がなされてきた。バリオニウムの中でその質量が2核子のそれより小さい場合には、陽子 (P), 反陽子 ($\bar{P}$) の静止反応を用いてその存在を調べることができる。

我々の実験は筑波研究学園都市の高エネルギー物理研究所の陽子シンクロトロンで作られる低運動量 (580 MeV/C) の反陽子ビームを用いて以下のように行われた。ビームは実験装置の中心にある液体水素標的に入射され、その中に静止する。静止した反陽子は標的中の陽子とクーロン力によって結びついて陽子・反陽子原子を作る。この原子は通常は強い相互作用によってただちに多数のハドロン (大部分はパイ中間子) に崩壊する。ところが2核子の質量の和より小さな質量のバリオニウムが存在する場合には、この原子が崩壊する前にある分岐比でガンマ線 (γ) を出してバリオニウムに遷移する事が期待される ($\bar{P} P \rightarrow \gamma B$)。このときガンマ線は、陽子とバリオニウムの質量を各々 M_p , M_B とすると、 $E = M_p (1 - (M_B / 2 M_p)^2)$ 、で示される決まった値のエネルギー (E) を持つ (単色ガンマ線と呼ばれる)。この生成されたバリオニウムもまた強い相互作用によって崩壊する。上述の単色ガンマ線は、陽子・反陽子原子及びバリオニウムの崩壊で作られた中性パイ中間子が、さらに崩壊してできるガンマ線のバックグラウンドの上に観測される。この単色ガンマ線の測定を行うために、我々は NaI によるエネルギー分解能の良いガンマ線検出器を用いた。また反応より生じる荷電粒子の飛跡を多線式比例計数管によって測定し、反応点を決定することによって標的以外の物質との反応を除外して、実験の信頼性を上げている。

バリオン生成による単色ガンマ線のピークを探すために、測定されたガンマ線のエネルギースペクトルは、検出器の分解能に相当する巾の非対称ガウス関数とバックグラウンドに相当する多項式の和でカイ2乗フィットされた。過去の実験 (B. Richter et al., Phys. Lett. 126B (1983) 284) によって発見されたバリオン候補がもし正しければ明らかに見えるべき大きな分岐比のピーク、 $E=103, 174$, 及び 223MeV は発見されず、その存在は否定された。我々の実験では 4σ 以上の有意さを持つピークは発見できなかった。分岐比の上限はガンマ線エネルギー $80-938\text{MeV}$ の間で $(0.2-1.2)\times 10^{-3}$ であった。我々はまた解析を終状態の荷電粒子数 $=0, 2, 4$ 及び 6 以上の場合について区別して行ったがやはり 4σ 以上の有意さを持つピークは発見できなかった。分岐比の上限は、各々 $(0.1-0.3)\times 10^{-3}$, $(0.1-0.8)\times 10^{-3}$, $(0.1-0.8)\times 10^{-3}$, 及び $(0.1-0.3)\times 10^{-3}$ であった。

論文の審査結果の要旨

本論文はクォークモデルにおけるエキゾチック共鳴の存在に関する実験的研究を扱っている。クォークモデルによれば既知のハドロンは、全て qqq 又は $q\bar{q}$ の 3 又は 2 クォーク配位で説明できるが、理論上はそれ以外の配置も可能である。これらエキゾチック共鳴の内 $qq\bar{q}\bar{q}$ 配位のものは反陽子 ($\bar{p}$) と陽子 (p) のチャンネルに強く結合し、バリオンと呼ばれる。特に質量が陽子質量の 2 倍以下の場合には質量巾が狭くなる可能性があり、クォーク結合機構を明らかにする上でいろいろの知見を与える。

1978年以来 CERN の実験グループが 3 回にわたって

$$\bar{p} + p \rightarrow \gamma + \text{バリオン}$$

の反応でガンマ線のエネルギースペクトラム上狭い巾の山を観測しバリオン存在の証拠と話題になったが、他グループの確認が得られず、高精度の確定的証拠が望まれていた。この実験は同種の実験を精度よく、高感度で行うべく企画されたものである。 γ エネルギーの精密決定のための NaI モジュール群とそれを囲むシンチレーターガラス、反応点確定のための半導体検出器の使用、荷電粒子観測のための大立体角円筒型チェンバー等に創意工夫が見られ、また蒐集データ量は過去の実験の 10 倍近い等、実験の質は大巾に向上したと判定される。実験結果は CERN グループの報告を完全に否定し、且つ上記反応においては、分岐比 $0.1-0.8\times 10^{-3}$ のレベルではバリオンは存在しないことを確定した。

この実験の結果エキゾチック共鳴の存在は振出しに戻りハドロンスペクトロスコーピー上、将来に多くの課題を残すことになった。長年の懸案事項の一つの決着をつけたという意味で高く評価されるべきものであり、理学博士の学位論文として十分価値あると認められるものである。