

Title	Neutral-Current Effects in Bethe-Heitler Process with Circularly Polarized Photons
Author(s)	Konashi, Hiroshi
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/24448
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	小 無 啓 司
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 4 8 6 0 号
学位授与の日付	昭和 55 年 3 月 25 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	偏極光子を用いたベータ=ハイトラ過程に於ける中性カレント効果
論文審査委員	(主査) 教授 森田 正人 (副査) 教授 小谷 恒之 助教授 横尾 由松 助教授 大坪 久夫 講師 細谷 暁夫

論 文 内 容 の 要 旨

1973年にニュートリノ包含反応 $\bar{\nu}_\mu + N \rightarrow \bar{\nu}_\mu + X$ で中性カレントが検証された。以来多くのデータの集積により、中性カレントの構造がますます詳しく解明されつつある。現在まで、その構造は主としてニュートリノと核子との反応について調べられてきた。これらには、包含反応 $\bar{\nu}_\mu N \rightarrow \bar{\nu}_\mu X$ 、準包含反応 $\bar{\nu}_\mu N \rightarrow \bar{\nu}_\mu \pi X$ 、パイ中間子生成反応 $\bar{\nu}_\mu N \rightarrow \bar{\nu}_\mu N \pi$ 、弾性散乱 $\bar{\nu}_\mu P \rightarrow \bar{\nu}_\mu P$ 、等が含まれる。これらの実験から、ワインバーグ=サラム模型が良い事が知られている。また、実験精度は落るが、ニュートリノと電子との弾性散乱でもワインバーグ=サラム模型が良い。

ところで、電子(或いはミューオン)と核子系での中性カレントの構造の研究は、電磁相互作用の影響があるので、弱い相互作用に特有な効果、即ちパリティの破れを観測しなくてはならない。これには高い精度の実験が要求される為、 Bi^{209} を用いた実験では、未だ各実験グループの結果が矛盾していて、ゲージ模型の善悪しについて結論は下せない。1978~79年には偏極電子を用いた散乱実験が行なわれ、ワインバーグ=サラム模型とよく合う結果が得られている。

ここでは、光子によるレプトン対生成反応に於る中性カレント効果について考察する。右巻と左巻光子によるレプトン対生成の角分布には、中性カレントによるパリティの破れの効果が現れる。そこで、まず、偏極光子による包含反応 $\gamma + N \rightarrow l^+ + l^- + X$ の微分断面積を特別なゲージ模型によらずに求めた。右巻と左巻光子によるこれらの断面積の差と和の比は、パリティの破れの尺度を与える。以後これを「非対称度」と呼ぶ。

現在最も信頼されているワインバーグ=サラム模型を用いて、数値計算を行なった。20GeV光子による前方レプトン生成では、非対称度は 10^{-4} 程度である。また、入射方向に対して回転対称に軽粒子

対 l^+l^- が生成され、しかも、それらのエネルギーが等しい場合には、ワインバーグ＝サラム模型 ($\sin^2\theta_w=1/4$) では、非対称度は零となり、ここに他のゲージ模型との違いが顕著に現れる事を示した。

次に $\gamma + p \rightarrow l^+ + l^- + p$ の exclusive 反応について、同様の考察を行なった。この反応では、解析に於て上記包含反応で不可避である。コーク＝パートン模型を用いずに、他の実験で確立されている電磁形状因子を用いる事が可能である。

上述の研究は中性カレントの構造の解明に有効な手段である。

論文の審査結果の要旨

弱い相互作用における中性カレントは、ワインバーグとサラムによって予言され、その存在は、1973年CERNのニュートリノの泡箱実験で確認された。その後種々のニュートリノ反応の実験により、ニュートリノの関与する過程での中性カレントの構造が決定されている。これに反し、電子と核子、ミューオンと核子に対する中性カレントについては未だ充分の実験が為されていない。

小無君の研究は、これら荷電軽粒子と核子との関与する中性カレントの構造を決定するため、高エネルギー偏極光による軽粒子対生成が有効であるとし、その生成断面積を理論的に与えたものである。荷電粒子の場合、電磁相互作用が伴うため、中性カレントの効果は両相互作用の干渉として現われる。パリティ非保存効果として観測することが必要である。このような物理量は、右巻偏極光および左巻偏極光の入射による生成軽粒子の角分布の差として観測される。小無君はこのような非対称度を、包含反応の場合と、終状態の強粒子が陽子のみの反応の場合について、定式化した。また20GeVの偏極光の場合、非対称度は前者で 10^{-4} 程度、後者で 10^{-5} 程度であることを示した。更に特定の配位の軽粒子対の観測によって、ワインバーグ＝サラム理論とその他の理論の差異を明らかにする可能性を指適した。

エネルギー20GeVの偏極光も近い将来に実用化される予想もあり、このような実験も可能となるであろう。以上のように小無君の研究は、軽粒子間の中性カレントの構造決定に大きく寄与するものであり、よって理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。