The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Pion-exchange-currentの弾性電子ー重陽子散乱への影響と中性子の電磁構造
Author(s)	横見, 博之
Citation	大阪大学, 1964, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/28577
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

【18】

氏　名・(本籍)	横　見　博　之（よこみ ひろゆき）
学位の種類	理　学　博　士
学位記番号	第　487　号
学位授与の日付	昭和39年3月25日
学位授与の要件	理学研究科原子核宇宙線学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**Pion-exchange-current の弾性電子一重陽子散乱への影響と中性子の電磁構造**
論文審査委員	(主　査)　教授　内山　龍雄 (副　査)　教授　吉田　思郎　教授　若槻　哲雄 助教授　佐野　光男　講師　斉藤　武

論　文　内　容　の　要　旨

Yukawa の中間子理論に従うと，核子はそのまわりに π 中間子の雲を着て，拡がった構造を持つ。Hofstadter 達は高エネルギー電子と核子の散乱の実験から，核子の electromagnetic current の行列要素

$$\langle p'|j^{p.n}|p\rangle = \frac{ie}{(2\pi)^3}\bar{u}(p')\left[F_1^{p.n}(q^2)\gamma_\mu - \frac{x^{p.n}}{2m}F_2^{p.n}(q^2)\sigma_{\mu\nu}q_\nu\right]u(p) \qquad (1)$$

に現れる電荷及び異常磁気能率の構造因子 $F_1^{p.n}$, $F_2^{p.n}$ を測定し，現在ではかなり内部の構造も明らかにされつつある。〔ここで $x^{p.n}$ は陽子，中性子の異常磁気能率，mは核子の質量，$q=p'-p$.〕

中性子の電磁構造因子 $F_{1.2}^n$ は，高エネルギー電子 (e) と重陽子 (d) との弾性及び非弾性散乱の断面積の理論公式と，その実験値とから決められる。しかし重陽子のような束縛状態の粒子と電子の散乱を相対論的に取扱う理論は，現在まだ知られていないので，e−d 散乱の断面積を正しく計算することは不可能である。現在使われている公式は色々の仮定のもとで計算されたもので，十分に信用できるものではない。例えばその1つの現れとして，弾性 e−d 散乱から決められた F_1^n と非弾性散乱から決められたものは，$q^2 \lesssim 8f^{-2}$ で重大なくいちがいを示している。つまり，前者が大勢として負であるのに反し，後者は正に consistent につながる。従って中性子の電荷の拡がりの様子は，互に，全く逆の関係になってしまう。

従来の断面積の計算では次の仮定がなされている。(i) 重陽子の構成粒子である陽子，中性子はfreeとする。(ii) 重陽子を非相対論的に取扱う。(iii) Impulse 近似。(iv) Born 近似。詳しく検討した結果，これらの仮定の中で最も問題になるのは弾性 e−d 散乱における Impulse 近似であることが結論された。

この論文の第1の目的は，陽子と中性子の間の pion-exchange-current による補正をも考慮に入れて正しい弾性 e−d 散乱断面積を導くことである。第2の目的は，この新しい公式を使って F_1^n を決めなおすことである。

この論文では最も簡単な 3 pions-exchange-current の影響だけを考える。先ず effective な $\gamma-3\pi$ 相

互作用 Hamitonian

$$H=\frac{ie\lambda}{\mu^3}\ \varepsilon_{\lambda\mu\nu\rho}A_\lambda(x)\partial_\mu\varphi_1\partial_\nu\varphi_2\partial_\rho\varphi_3 \qquad (2)$$

を導入する。A_λ, φ_i は電磁場及び real な π 中間子場を表わす。結合常数 λ の大きさとしては，核子の closed loop を通しての $\gamma-3\pi$ process を摂動計算して得られる値：$\lambda_0=-16f^3/\sqrt{\pi}$ の絶対値 0.2 が使用される。この大きさは他の pion-photo process の実験と矛盾しない。符号はまだ未定である。計算の結果，弾性 e−d 散乱断面積は Impulse 近似で得られている公式の中で

$$[F_{ch}{}^s(q^2)]^2\to[F_{ch}{}^s(q^2)]^2+\alpha_{ch}(q^2)F_{ch}{}^s(q^2),$$

$$[F_{mag}{}^s(q^2)]^2\to[F_{mag}{}^s(q^2)]^2+\alpha_{mag}(q^2)F_{mag}{}^s(q^2).$$

の置きかえをしたものに等しいことが示される。ここで α_{ch},α_{mag} は $\gamma-3\pi$ 相互作用からの寄与を表わす量であり，又

$$F_{ch}{}^s(q^2)=F_1{}^p(q^2)+F_1{}^n(q^2)-\frac{q^2}{4m^2}[\kappa^pF_2{}^p(q^2)+\kappa^nF_2{}^n(q^2)], \qquad (3)$$

$$F_{nag}{}^s(q^2)=F_1{}^p(q^2)+F_1{}^n(q^2)+\kappa^pF_2{}^p(q^2)+\kappa^nF_2{}^n(q^2), \qquad (4)$$

である。

改良された弾性 e−d 散乱公式を用いて $F_1{}^n$ を決めなおすと，$\lambda=-0.2$ の場合には $F_1{}^n$ は $\lambda=0$ (Impulse 近似) の時に比較して小さくなり ($q^2\cong 8f^{-2}$ で90%)，非弾性散乱で決められた $F_1{}^n$ との差は益々大きくなる。$\lambda=+0.2$ では，$F_1{}^n$ は大きくなり ($q^2\cong 8f^{-2}$ 280%)，そのくいちがいはなくなることが示される。

かくして，我々は q^2 が大きい時の弾性 e−d 散乱においては，pion-exchange-current の寄与は極めて重要であると結論する。更にもし e−d 散乱の実験データーを信用するなら，未定であった λ の符号は正でなくてはならないことも結論される。

論文の審査結果の要旨

核子の構造の究明は現在の素粒子論の中心課題の一つである。

実験的には非常に高エネルギーの電子と核子との衝突をしらべることにより，間接に核子の構造を探るわけである。このような方法により陽子の構造をしらべることには，まず問題はない。中性子のそれを知るには，直接これを標的に使うことが出来ないから，かわりに重陽子と電子の衝突をしらべる。そして，陽子による散乱効果を差し引いた残りが中性子による散乱と考える。この場合，重陽子の弾性散乱と，非弾性散乱の場合とでは，それぞれから導き出された結果に食いちがいがあることが知られている。その結果，中性子の内部構造については未だ決定的なことがいえなかった。

このくいちがいの原因は，重陽子の散乱を理論的に扱う際の近似法がよくない為だと，横見君は考えた。そこで彼は，この場合に普通用いられている近似法をすべて検討した結果，インパルス近似法が不十分であることに気がついた。そこでこの点をおぎなうために横見君は次のような相互作用を考えた。それは重陽子の素材である，中性子と陽子とを結合させている π ー中間子が，衝突の際中に，電子と電磁的相互作用をするということである。この効果は，電子から重陽子にあたえる運動量が大きい程，重要になる

ことを，彼は示した。

この新しい相互作用の導入は，前述の食いちがいを，見事に解決した。横見君はさらにこの効果が，他の場合，即ち光子と陽子の衝突過程にも顔を出すこと，したがってそのような実験から彼の考えの正否をチェック出来ることをも指摘している。

この論文は理論的立場からみても，また，中性子に関するこの理論の結果をみても，博士論文として十分に価値あるものと認められる。