

Title	重陽子電子分解反応における相対論的効果
Author(s)	田村, 圭介
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/35968">https://hdl.handle.net/11094/35968</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> をご参照ください。

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 【17】

氏名・(本籍)	た	むら	ひい	すけ
学位の種類	理	学	博	士
学位記番号	第	8065	号	
学位授与の日付	昭和63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	重陽子電子分解反応における相対論的効果			
論文審査委員	(主査)			
	教授	森田 正人		
	(副査)			
	教授	金森順次郎	教授	江尻 宏泰
	助教授	大坪 久夫	助教授	佐藤 行

## 論文内容の要旨

原子核は、核子、アイソバー、メソンが相互作用して構成される集合体である。通常用いられる、核力を通して相互作用するという核子多体系の描像は、核子以外の自由度を消去することにより得られる。また、同様に、電磁相互作用も変更を受け、個々の核子の電流に付け加え多体の電流即ち「交換電流」が現れる。

このように、核力と交換電流は密接な関係を持っているが、これまでの多くの研究においては両者は独立な基礎に基づいて議論されており、ゲージ不変な理論が満たすべき電流保存則も保証されていない。

さらに、高運動量移行を伴う反応においては、相対論的効果が重要になると考えられるが、交換電流を含む多体系に対する相対論的補正の問題は、現在まで論拠すべき定式化は行われていない。

本論文では、核力と交換電流の関係及び相対論的補正の問題に対する一般論を展開し、重陽子電子分解反応に対して具体的な評価を与える。

相対論的補正を含む核力及び交換電流の定式化は、ローレンツ、ゲージ不変なラグランジアンから出発し、非相対論的記述への変換、及び核子以外の自由度の消去によって行われる。これらの手続きにおいては、場の正準変数、共役運動量の取り扱いに注意を払う必要がある。導出された核力と交換電流は電流保存則を満足する。

相対論的補正を含む核力には、一般に核子の運動量に依存する非局所性が存在し、系の重心運動量と内部運動量の結合項が現れる。この非局所性によって、相対論的補正を含む理論的枠組みはガリレイ変換について不変ではなくなり、ローレンツ共変な取り扱いが必要となる。本論文では、系のラグランジ

アンから、ローレンツ・ブーストの母関数を導き、非相対論化、核子以外の自由度の消去によって、核子の座標のみによるローレンツ・ブースト演算子を定式化する。これにより、核力に含まれる相対論的補正の意味を明らかにし、重心系の波動関数を、運動座標系に変換するための手法を得ることができる。

重陽子電子分解反応においては、 $\pi$ 、 $\rho$ 、 $\omega$ メソンによる交換電流を取入れ、個々の電流の寄与について議論を行った。また、核子の電磁形状因子の問題に対して、電流保存則の考察及び相対論的補正の数値的な評価から、Sachs形状因子をすべての電磁相互作用に適用することは、意味を持たないことを明らかにした。さらに、電磁流、波動関数双方に対する相対論的補正を評価し、両者は共に重要な効果を持っており、特に、高運動量移行領域では、これらの寄与を抜きにして、実験との比較が行えないことを示した。最後に、電流保存則を数値的に評価し、 $\omega$ メソン及びmesic型の交換電流の形状因子に不定さが残されるものの、電子分解反応については、これらの寄与は小さく、影響を与えないことを指摘した。

### 論文の審査結果の要旨

高運動量移行を伴う電子散乱による重陽子の分解反応は、単に陽子と中性子を構成粒子とする従来の重陽子の描像ではもはや説明不可能であり、重陽子に存在するパイ中間子やアイソバーが重要な役割を演ずることが近年明らかになってきた。しかしながら、運動量移行が $1\text{ GeV}/c$ の領域の反応であるにもかかわらず、この反応は非相対論的な理論により取り扱われてきた。また、この反応を引き起こす電磁相互作用が強い相互作用と独立に扱われているために電流の保存則を満足せず、従来の理論の予言能力に疑問を抱かせるものがある。

田村君は、場の理論における1つの現実的なゲージ不変なモデルから出発し、ユニタリ変換により相対論的補正を含むハミルトニアンを導き、さらに核子以外の自由度をユニタリ変換により消去して、強い相互作用である核力、電磁相互作用に現れる交換電流を1中間子交換の過程の枠内で求めた。この処方により、強い相互作用のもとにおいても、電流の保存則が満たされていることは、第一の重要な結果である。相対論的補正を取り入れると、もはやガリレイ変換に対する不変性は消失するために、系の重心運動が原子核の内部運動に影響を与えることになり理論的取り扱いを困難にする。この問題は、ポアンカレ代数を満たすローレンツ変換演算子を求め、原子核の静止系における波動関数をローレンツ変換により任意の系に変換することにより解決した。このように現実の相互作用を含む原子核にローレンツ変換を適用し、相対論的補正を見通しよく、かつその取り扱いを可能にしたことが第二の重要な結果である。上記理論により、電子-重陽子衝突における弾性散乱および重陽子分解反応の数値計算による定量的研究を行い、相対論的補正の重要性を示すとともに、実験データを説明することに成功した。

田村君の上記の研究は、高エネルギー電子散乱による原子核構造の研究に重要な理論的発展を与えたものであり、理学博士の学位論文として十分価値のあるものと認める。