

Title	S0 (10) 大統一理論における大統一質量と陽子の寿命
Author(s)	山本, 昇
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33352
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	山本 昇
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 5976 号
学位授与の日付	昭和 58 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	SO(10) 大統一理論における大統一質量と陽子の寿命
論文審査委員	(主査) 教授 吉川 圭二 (副査) 教授 森田 正人 教授 小谷 恒之 助教授 佐藤 行 講師 細谷 暁夫

論 文 内 容 の 要 旨

Weinberg-Salam理論及び量子色力学 (QCD) の成功によって、強い相互作用、弱い相互作用及び電磁相互作用はいずれもゲージ理論によってよく記述され得るとする考えが一般的となった。現在の素粒子論ではこれらの考えを押し進め、三つの相互作用を一つのゲージ群に基づく理論で記述しようとする大統一理論 (GUT) の研究が活発に行なわれている。陽子崩壊は実験室において実現可能な大統一理論の検証実験と考えられ、現在幾つかのグループによって実験が進められている。一方陽子寿命の理論的研究はSU(5)モデルを中心に進められてきた。しかしながら最近の実験データはこのSU(5)モデルを支持しないように思われる。この困難の解決には幾つかの方法が考えられるが本論文では、SU(5)モデルの自然な拡張であるSO(10)モデルにおける陽子寿命について検討する。SO(10)モデルはSU(5)モデルをその特別な場合として含むと同時に理論的にみて望ましい性質を合わせ持っている。SO(10)モデルにおける二つの対称性の破れに対して陽子寿命を計算した結果、Pati-Salam型の対称性の破れを起こす場合のSO(10)モデルが重要であることが示される。

また陽子寿命の研究では超重ゲージ粒子の質量が重要な意味を持つ。この質量の評価には従来、質量効果を陽に含む繰り込み群方程式を用いる方法と有効ラグランジアンを用いる方法の二つの方法が用いられていた。本論文ではこれまでの研究結果を再検討する事によって従来の方法の長所を合わせ持つ方法が導かれる。この方法によって容易に種々のGUTモデルに対して陽子寿命を求める事が出来るようになった。

論文の審査結果の要旨

素粒子の基本的相互作用を統一する理論は大統一理論 (GUT) と呼ばれ、現在の素粒子物理学の中心課題の一つであり、今までに SU(5), SO(10) などの対称性をもつ理論が提案されてきた。これら GUT の特徴は、宇宙論などでは見られるが、現在の所実験室で検証できるものは、予言される陽子の寿命を測定するのが一番適切である。実際、この実験は数箇所で行われまたは準備されていて、いくつかの結果や予備測定値が報告されている。

陽子寿命 τ_p に関する理論的な計算は今迄主として SU(5) 模型を中心としてなされて来た。本論文はこの τ_p を SO(10) 模型の場合に解析し、結果を実験と比較できるようにすることである。SO(10) の対称性の破れにはいろいろあるが、ここではいわゆる SU(5) 型の破れと、左右対称型の破れの場合を取り扱っている。共にくりこみ群の方程式を使うと、 τ_p は重いゲージ粒子と質量 M_x (未知) の関数として求まるが、一方では実験で知られている Weinberg 角も M_x の関数として求まるので τ_p の許容範囲が対称性の破れのパターンに応じて定まることを示した。

現在の実験データと比較すると、SU(5) 模型および SO(10) の SU(5) 型の破れの場合は共に τ_p が小さくなりすぎる結果が得られる。しかし SO(10) の左右対称型の破れは、比較的大きな τ_p ($\sim 10^{31}$ 年) を許容し得ることが示され、現在の時点では好ましい模型であると結論されている。

山本君は以前に共同研究で数値計算を多用して同様の解析を行っているが、当時使用したいくつかのパラメーター変更が必要になって来た。そこで本論文では前の分析から経験的に得たある有効な近似法を導入し、主要部分の計算を解析的に実行した。このためいろいろのパラメーター値の変更に対応できるだけでなく、他の模型にも応用できるくりこみ処方を与えたことになっている。これを使用して τ_p の許容範囲を検討したことは、GUT が最初の予想に反して、あまり単純な模型では解決できない点が見え始めた今日の段階で、重要な意義をもつ。

以上の緒点を鑑み、本論文は理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。