Osaka University Knowledge Archive

Title	超対称性理論の現象論的解析
Author(s)	栗本, 猛
Citation	大阪大学, 1987, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35322
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

【10】

氏名・(本籍)	栗本　猛（くりもと　たけし）
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 7618 号
学位授与の日付	昭和62年3月26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	**超対称性理論の現象論的解析**
論文審査委員	(主査) 教授 小谷 恒之 (副査) 教授 吉川 圭二　教授 山本 邦夫　助教授 細谷 暁夫 助教授 高杉 英一

論文内容の要旨

本論文の目的は，超対称性を持つ模型において，模型に基づく予言と実験事実との比較から模型に制限を与え，現実的な低エネルギー超対称性模型のあるべき姿を追求することである。内容は取り扱う模型によって二部に分かれており，第一部ではワインバーグ・サラム模型に量子色力学を加えた標準模型を，超対称性を持つように最小限拡張した模型について議論する。第二部では重力を含めた統一理論の有力な候補とされている超弦理論から予想される低エネルギー模型を取り扱う。

前者の超対称標準模型の持つ大きな特徴のうち次の二点が興味あるものである。

1）ヒッグススカラーの質量がくりこみ群方程式に従ってエネルギースケールの変化につれて値を変えることによって起こるＳＵ(2)×Ｕ(1)ゲージ対称性の破れ。

2）フレーバーを変える相互作用で新しい種類のものの存在。

ここでは1）が起こるための条件からパラメータを制限した後，さらにその制限されたパラメータの値を用いて2）の相互作用がＣＰ（荷電共役・空間反転対称性）の破れに関わる現象へ与える影響を調べた。その結果が実験と矛盾がないという条件からパラメータにさらに制限を与えることを試みた。顕著な例はK° 中間子系の ε パラメータの計算にあらわれ，実験値を説明するのに2）の相互作用からの寄与が重要な役割をなすとすると，パラメータの値の許容範囲は非常に狭いものとなる。

低エネルギー超弦模型ではそのゲージ群や粒子の種類は元の超弦理論に由来するものであり，いくつかの可能性が考えられる。数種の現象論的要請から現実的な低エネルギー模型の種類は制限されるが，それらの模型においてもさらに次の二つの問題を解決しなければならない。

a）速い陽子崩壊をひき起こす可能性のある新種の色つき粒子の存在

b）いかにして軽いニュートリノを得るか。

ここではａ）の問題に対し陽子崩壊を抑制するための条件をもとめた。さらにその条件の下で新しい色つき粒子の存在が陽子崩壊以外の現象に悪影響を及ぼさないための制限条件を得た。

ニュートリノ質量に対しても，通常用いられるシーソー機構のしくみを拡張した方法を用いて軽いニュートリノを得ることができた。ここでの議論はまず一世代の場合で軽いニュートリノを出す質量行列の型を分類し，さらにその結果をもとにして多世代への拡張も行っている。

論文の審査結果の要旨

自然界を支配している四つの相互作用（重力，弱い，電磁気，強い）のうち，中間の二つの相互作用は電磁弱相互作用と呼ばれる一つの統一理論の枠組のなかで理解できることが確立された。さらに，強い相互作用の有力な候補として量子色力学が考えられ，これを付加したものが現在標準模型と呼ばれている。この標準模型を一つの体系として考える大統一理論の構築，さらに重力相互作用をも一つの理論体系のなかに組み入れようという模索が世界中で競合している。

現存の場の理論に伴う観測量が無限大になるという発散の難問を緩和し，重力相互作用をも統一的に記述する一つの可能性として，フェルミ統計とボーズ統計に従う粒子群をある対称性の二面性として認識しようとする超対称性理論が提案されている。この超対称性を標準模型を含んだ大統一理論とどう調和させるかについては数多くの選択肢がある。栗本君は本論文の第一部において，一番単純な大統一理論に超対称性を持たせるように拡張した場合，現在得られている実験事実からどのような制限が得られるかを研究した。中性子の電気二重極能率・中性K中間子系のεパラメーター・中性K中間子の崩壊によるミューオンの偏極等の実験の上限値を用いた。これらは粒子・反粒子変換（C）と空間反転（P）の積ＣＰ不変性の破れによる現象である。分析の結果は，超対称性に伴って導入される自由パラメーターの許容範囲がかなり狭いものであることを示している。

1984年頃より，上記超対称性を含め，しかも重力相互作用をも統一的に記述できる有力な理論の候補として超弦理論が急速に世界中で注目され始めた。超弦理論が正しいとすれば，本論文の第一部で解析の対称とした標準模型に超対称性を加味した拡張の方向はいろいろな制限をうける。水素原子の中心の原子核（陽子）があまり速く崩壊しないための条件や上述のＣＰ不変性の破れの実験結果の上限値からくる制限等を分析している。また，ニュートリノが現在の実験事実と矛盾しないで，電子の質量の百万分の一位の質量をもつ機構を提案したのが，本論文の第二部の内容である。

上述のように，四つの相互作用の統一模型構築への方向づけについて，理論と実験の可能性に関して多岐にわたる制限を発見・提案した業績は，理学博士の学位論文として十分価値あるものと認められる。