



Title	Weinberg-Salam理論における水平対称性
Author(s)	上原, 邦彦
Citation	大阪大学, 1980, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32640
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 >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

氏 名・(本籍)	上 原 邦 彦
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	第 4 8 5 7 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	Weinberg-Salam 理論における水平対称性
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 内山 龍雄
	(副査) 教 授 森田 正人 助教授 佐藤 行 助教授 山本 邦夫
	講 助 細谷 暁夫

論 文 内 容 の 要 旨

電磁相互作用と弱い相互作用の統一理論として提出された Weinberg-Salam 理論は、弱い相互作用の繰り込み可能性や、中性カレントなど多くの成功を収めているが、理論がもつ対称性は、ゲージ変換に対する不変性だけであるので、各世代を対等に扱い、また、軽粒子族とクォーク族の相違も積極的に主張しない。このことは、湯川相互作用項に顕著に反映し、軽粒子族では、例えば、電子・ミューオン質量比、クォーク族では、混合角 (Cabibbo 角など) を説明することはできない。

そこで、世代間の相違を特徴づける、いわゆる“水平”の対称性として、離散群 D_4 を導入し、軽粒子及びクォークの各々の世代をこの群の既約表現に割り当てをすることにより、あわせて軽粒子族とクォーク族の相違も取扱うことにする。そして、全ラグランジアンが、 $SU(2) \times U(1) \times D_4$ の対称性をもつものから出発することにする。ここで、離散対称性の利点は、Higgs 場が自発的対称性の破れを起こした後でも、Goldstone モードが現われない点である。

まず、軽粒子族では、古くから問題となっている電子・ミューオン質量比を、1 ループ輻射補正で計算し、実験値を説明することができる。ここでは、新たに導入した Higgs 場が、重要な役割を果たしている。また、上の割り当ては、中性微子の質量が 0 であることも同時に説明している。次に、同様の手続きをクォーク族に適用し、混合角と質量の関係を議論することができ、Cabibbo 角をインプットとして、未発見のトップクォークの質量が予言される。また、これにより、他の混合角も一意的に定めることができ、その結果は、クォーク間の混合は、ほぼ、Cabibbo 角による混合のみである。

論文の審査結果の要旨

1979年度のノーベル物理学賞の対象となった Weinberg Salam の理論は弱い相互作用と電磁相互作用を統一的に扱うという理論である。しかしこれにも不満足な点がないわけではない。例えば電子と μ 中間子の類似性、二種のニュートリーノ ν_e と ν_μ の間の対称性については十分に配慮がなされていない。また軽粒子族とクォーク族の相異も積極的にはとりあげられていない。その結果、電子と μ 中間子の質量比を説明することは彼等の理論では不可能である。

上原はこの不備を補うため、各種の軽粒子を離散群 D_4 の既約表示の base により統一的に記述することを考えた。クォークについても、これと同様な扱いを考えた。その結果、各種の素粒子の間の相互作用を考えると、 D_4 に対する不変性の要請から或る特別なタイプの相互作用だけが許されることになる。

このように決定された相互作用をもとにして、one-loop 近似で、電子と μ 中間子の質量比を実験値と合させることに成功した。また同時にニュートリーノの質量が 0 となることも示した。

同様の考えをクォーク族にも適用し、Cabibbo 角とよばれるパラメーターを実験値に合せることによって、未発見のトップ・クォークの質量がどのくらいになるかを予言した。

上原の論文は現在の素粒子物理学の最先端の問題を扱っているもので、彼の考えは誠に興味深いものである。理学博士の学位論文として十分な価値のあるものと認める。