



|              |  |
|--------------|--|
| Title        | ミュー中間子の質量及びWボソンについて  |
| Author(s)    | 北添, 徹郎   |
| Citation     | 大阪大学, 1966, 博士論文   |
| Version Type |  |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/28854">https://hdl.handle.net/11094/28854</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 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 【 5 】

|         |                            |
|---------|----------------------------|
| 氏名・(本籍) | 北添徹郎                       |
| 学位の種類   | 理学博士                       |
| 学位記番号   | 第 860 号                    |
| 学位授与の日付 | 昭和 41 年 3 月 28 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  | ミュー中間子の質量及び W ボソンについて      |
| (主査)    |                            |
| 論文審査委員  | 教授 内山 竜雄                   |
| (副査)    |                            |
|         | 教授 若槻 哲雄 教授 浅野 芳広 教授 緒方 惟一 |
|         | 教授 吉田 思郎                   |

## 論文内容の要旨

素粒子では、質量と相互作用の間に密接な関連がある。なかんずく素粒子の質量が相互作用により作られているという考え方（相互作用質量）は大部分の粒子に対し定性的によく成り立つ。本論文では、この考え方に基盤をおいて以下の問題を統一的な立場で説明しようとする。(1)ミュー中間子の質量。(2)弱相互作用におけるベクトルボソン (Wボソン) の質量。(3)強相互作用粒子の質量スペクトラム。

このうちミュー中間子は発見当初から異常に大きい質量を持つことが注目されてきた。なぜならこの粒子は 200 分の 1 の質量を持つ電子と全く相似的なふるまいをするからである。一方 Wボソンは最近ニュートリノの散乱実験が行なわれるようになり、各所で検出しようと努力しているが、今のところ 2 Bev 以下では発見されていない。従ってこの粒子もわれわれの相互作用質量という考えに立てば、異常に大きな質量を持つことになる。さらに第 3 の質量スペクトラムに関しては、最近 SU(3) に基づく群論的立場から現象論的な質量公式が得られたが、この質量スペクトラムを起こす起源がどこにあるか判然としない。われわれは以上の問題を新らしい相互作用を導入することによって一貫した形で理解することを目的とする。

まずミュー中間子の質量が大きいこと、しかも電子と同じ振舞いを示すという一見相反した条件を満足するためには、 $H_I = \frac{g}{m_n} \bar{\mu} \mu \bar{x} x$  なる 4 体の相互作用が要求される。ところが x として現存するどの粒子を代入しても実験と矛盾する。従って x として Wボソンを取り、 $H_I = \frac{g}{m_n} \bar{\mu} \mu \bar{w}_\lambda w_\lambda$  としてみた。これは実験と矛盾せず、しかも、 $g \sim 1$  でミュー中間子の質量を導き同時に磁気能率における g-factor を純粋に電磁的な寄与から  $10^{-6}$  だけずらせる効果を持つ。従ってこのずれを測定することが上記相互作用のテストの一つになる。

次にこの相互作用と同類の相互作用の可能性を調べる。Wボソンは軽粒子と  $H_I = g_w [(\bar{\nu}e) + (\bar{\nu}\mu)] w$

なる弱相互作用を行なうが、基本粒子の考え方、（ここでは Gell-Mann の quark モデルを使う）を用いれば、これと対称的に  $H_b = g_w [(\bar{u}d) + (\bar{s}u)] w$  なる相互作用を行なう。特に後者は群論的に成功をおさめた Cabibbo 理論の基礎を与えることになる。W の行なう弱相互作用  $H_l + H_b$  には、よく知られた  $(\nu e \mu)$  と  $(uds)$  の入れかえに関する lepton-baryon 対称性が存在する。われわれはこの対称性を拡張し、すべての W の関与する相互作用について成り立つものとする。従って 4 体の  $\mu$ -W 相互作用に対応して、 $H_l = \frac{g}{m_n} (\bar{s}s) w_\lambda w_\lambda$  が導入される。これを現実の粒子に焼き直せば、第 1 にその相互作用は質量スペクトラムの起源を与えると考えられ、自己エネルギー項は、実際、G-M-O の質量公式と一致する。第 2 に W ボソンの自己エネルギーを計算すると、W ボソンの質量として 3 ～ 4 Bev の質量を与えることになる、最後に、この相互作用から予言されるプロセスを調べた。

### 論文の審査結果の要旨

素粒子の質量の起源については、われわれは定説をもっていない。しかし一般に強い相互作用をする粒子の質量は大きく、弱い相互作用しかしない粒子の質量は小さい。この事実は各素粒子の質量と、その粒子のもつ相互作用の強さの間に関係のあることを暗示している。ただしここに 2 つの例外がある。

その 1 つは  $\mu$ - 中間子である。これは弱い相互作用のみをするのにかかわらずその質量は、強い相互作用をする  $\pi$ - 中間子の質量とあまりちがわない。第 2 の例外は、弱い相互作用をするベクトルボソン W である。これは未だ実験的に確認されているとはいえないが、その質量は、陽子の質量の 3 ～ 4 倍もあると推定されている。

北添君はさきにも述べた『質量と相互作用の強さ』のあいだに関連のあることに目をつけて、例外といわれている  $\mu$ - 中間子や W ボソンの質量の異常に大きいことを理論的に説明しようと考えた。

彼は  $\mu$  が W と強い相互作用をするという大胆な仮説をたてた。さらに、軽粒子と重粒子のあいだには多くの類似点があることに着目して、W ボソンは重粒子と強い相互作用をすべきものと要求した。さきにも述べたように、この W ボソンは、その存在すらまだ確認されていないのに、それが  $\mu$  や重粒子とも強く相互作用すると仮定することは、大胆というほかない。しかしながら彼の考えた相互作用の型は、理論的には妥当なもので、多くの興味ある結論をあたえた。即ち

- (i)  $\mu$  の電磁的性質は電子とよく似ているという実験事実と矛盾しない。
- (ii)  $\mu$  の質量が異常に大きい値をもつことが示される。
- (iii) W ボソンの質量は陽子の質量の 3 ～ 4 倍の値をもつようにできる。
- (iv) 各種のよく知られている重粒子や中間子の実験的にたしかめられている質量スペクトルを、この北添の理論から導き出すことが出来る。

以上のように、この論文は大胆な仮定のもとに、いろいろの実験事実の理論的解明を試みたものであるが、その試みは相当に成功していると見てよい。理学博士の学位論文として十分な価値があるものと認める。