

学 位 論 文 題 名

A new coherence in afield theoretical approach
to neutrino oscillations

(ニュートリノ振動への場の理論的アプローチと新たなコヒーレント効果)

学位論文内容の要旨

本論文では、“ニュートリノ振動”の現象に場の理論的立場から定量的な考察を行った。

基本粒子の一つであるニュートリノは電荷ゼロの粒子であり、現在の標準的な素粒子論では質量もゼロとみなされている。しかし近年“太陽ニュートリノ問題”、“大気ニュートリノ問題”の中で小さいとは言え、ニュートリノが質量をもつ可能性が指摘され注目を集めている。これらの問題では、特にニュートリノが混合質量を持つとき生じ得るフレーバー空間での振動現象が問題解明の鍵となっている。この“ニュートリノ振動”については、既に約 30 年前ポンテコルボによって議論され、その周期、振幅を含めて理論的に考察されている。この考察は、ニュートリノがその生成から検出まで一体問題的に扱われるとして、量子力学的な基礎によってなされたものである。しかし実際のニュートリノは電磁相互作用をせず、質量もあったとしても極めて小さく、その生成、検出はニュートリノに随伴する電子などの荷電レプトンによって間接的に行われるしかない。このニュートリノ特有の条件から、その生成から検出まで自由に運動する場合でも、多体問題的扱いが不可欠となる。1990 年代に入り、この観点から“ニュートリノ振動”へ場の理論的にアプローチする試みがいくつか為されている。そこで用いられている方法論は、始状態－終状態の時間間隔を無限大にとり、**wave packet** を用いたものである。

しかし、ニュートリノのように電磁相互作用をせず質量も極めて小さい（質量ゼロでないとしても）粒子の場合、有限時間間隔でも混合質量に起因する振動現象が観測される可能性がある。

この観点から、本論文では、従来の場の理論的アプローチとは異なり有限時間間隔のもとに理論考察を行い、簡単なモデルを用いたコンピュータの数値計算を行った。その結果有限時間内でも減衰振動の形で振動現象が現れることを見出した。その振る舞いは、ポンテコルボの振動公式とは異なり、また場

の理論的になされた過去の考察結果とも異なる。特に、計算結果から振動周期を含めた定量的な相違が示唆されているので、現在進行中である“スーパーカミオカンデ”の長基線実験等の実験結果に基づくニュートリノ混合質量の正確な解析のための理論的基礎に関わる可能性がある。

本論文では、粒子はすべてボゾンとし、相互作用も簡単化したモデルを用いた。 実際の実験状況により近いモデルで本研究を発展させるのが今後の課題である。

これを要するに、著者は物質と極めて弱く相互作用する素粒子であるニュートリノの振動現象に対して新しい観点からの計算を行い、ニュートリノ振動に対して新しい物理効果の解明を行ったものである。これは素粒子物理学並びに量子力学の物理の理解に対して貢献するところ大なるものがある。

よって著者が北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。