

## 論文審査結果の要旨

氏名 名 取 寛 顕

本論文は6章よりなる。イントロダクション（第1章）では、軽いスカラー粒子の理論的な存在可能性や、これまでの $\mu$ 粒子の希崩壊探索の歴史、特に $\mu^+ \rightarrow \phi e^+$ 、 $\phi \rightarrow \gamma \gamma$ の過去の実験での探索と本論文の構成が述べられている。MEG 実験（第2章）ではこの実験に用いたスイスの Paul Scherre Institut (PSI) の加速器と MEG 測定器の詳細が記述され、また、この実験で重要な役割を果たす光子エネルギーや陽電子運動量の校正方法について述べられている。第3章は、データ解析に用いたソフトウェアに関して記述されており、バックグラウンドとシグナル事象の物理過程と測定器のシミュレーション、データ情報を物理情報に変換するプロセッシングに関して記述されており、事象の構成方法が詳しく記されている。第4章では実際の測定器の各部分の性能と、その詳細なコンピュータシミュレーションの結果の比較が記されており、測定器のシミュレーションが実際の性能を記述していることを示している。第5章は、いよいよ実際のデータ解析が記述されている。即ち、 $\mu \rightarrow \phi e$ 、 $\phi \rightarrow \gamma \gamma$ 事象の選別を行い、その効率を正確に計算し、残ったバックグラウンドをデータとシミュレーションの両方を使って見積もり、統計誤差と系統誤差を評価することによって、 $B(\mu^+ \rightarrow \phi e^+) \times B(\phi \rightarrow \gamma \gamma)$  の上限値を求めた。第6章は、 $\phi$ の質量と寿命の広い領域において、今まで世界で行われていた同種の探索では到達できなかった崩壊率の上限値  $O(10^{-11})$  に達したことが結論として纏められている。

この研究は、 $\mu^+$ 粒子のレプトンフレーバーを破り電子と未知のスピンゼロの粒子への崩壊モードの探索を行ったものである。論文提出者の MEG 測定器のハードウェアとその性能に対する深い理解と、オリジナルなデータ解析方法を基盤としている。MEG 実験は本来は $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ 探索を行う実験であるが、様々な工夫をすることによって、軽いスピンゼロの粒子 $\phi$ が存在する場合、 $\mu$ 粒子の未発見の崩壊モードである $\mu^+ \rightarrow \phi e^+$ 、 $\phi \rightarrow \gamma \gamma$ の探索にも有効であることを示した。この研究では、特にデータ解析に関しては論文提出者が編み出した方法によって貫徹されている。特に、 $\phi$ が長寿命を持った場合にも、陽電子の方向、2個の $\gamma$ 線のエネルギーを用いて崩壊点の再構成を行っている。また、シグナル事象の選択確率とバックグラウンドの見積もりに関しては様々なチェックがなされている。本論文は、軽いスピンゼロの粒子 $\phi$ に関して、 $\phi$ の質量  $10\text{MeV} \sim 45\text{MeV}$  かつ $\phi$ の寿命が  $10\text{ ns}$  より短い領域で、 $\mu^+ \rightarrow \phi e^+$ 、 $\phi \rightarrow \gamma \gamma$ という希崩壊の探索を行なって、崩壊分岐率を  $O(10^{-11})$  という世界で最も厳しい上限値を得たことで学術的に重要である。

MEG 実験は国際共同実験であるが、データ解析及び物理解釈は名取氏が独自に行ったものであり、本論文は彼の独自の研究に他ならない。

審査員全員十分納得する研究結果であり、論文提出者の物理学の知識も博士（理学）をうけるに十分である。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。