

## 論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	㊶／乙第 号	氏 名	西田 有延
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学専任講師	博士（理学） 檜垣 徹太郎
	副査	慶應義塾大学教授	博士（理学） 岡 朋治
		慶應義塾大学准教授	博士（理学） 山本 直希
		慶應義塾大学専任講師	博士（数理科学） 服部 広大
		京都大学准教授	博士（理学） 吉岡 興一
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士(理学)、修士(理学)西田有延君提出の学位請求論文は、「ベクトルの世代を含む超対称模型におけるフレーバー構造が及ぼすヒッグス質量と暗黒物質への寄与」と題し、全8章より構成されている。</p> <p>素粒子標準模型は様々な素粒子実験の結果を精度良く説明することができるため、成功を収めている模型である。一方で、実験精度や手法の向上により、標準模型では説明できない素粒子現象が存在することが知られている。電子など素粒子に質量を与えるヒッグス粒子の質量の起源、ミュオン粒子の磁氣的性質（異常磁気モーメント）の実験値、暗黒物質の起源もそれに含まれ得る。そのため標準模型を超えた新たな物理を探る事は、現実的な素粒子模型を構築する上で重要な課題である。本論文では、物質を構成する素粒子の質量の違いによる種類の数（世代）の謎に着目し、既知の3世代素粒子だけでなく、未発見の4世代目以降の素粒子（ベクトルの世代）を加えた超対称模型を構築している。ベクトルの世代と3世代間の混合を、それらの間の自発的対称性の破れから決定し、ヒッグス粒子の質量、ミュオン粒子の異常磁気モーメント、暗黒物質への影響について解析を行い、ベクトルの世代を含む模型がもたらす物理について研究を行っている。</p> <p>第1章では、本論文の背景、目的と結果の概略を述べている。第2章では、超対称性を導入する動機について述べている。第3章では、超対称な模型の構成方法、超対称性の自発的破れの概略を説明している。第4章では、最小超対称標準模型の概略を述べ、その模型の下でヒッグス粒子の質量とミュオン粒子の異常磁気モーメントの理論的評価方法について述べている。第5章では、ベクトルの世代を導入する動機を述べている。前章で説明したヒッグス粒子の質量とミュオン粒子の異常磁気モーメントの2つは、最小超対称標準模型では同時に説明する事が理論的に困難である事に着目し、新たにベクトルの世代を導入する事を述べている。</p> <p>第6章では、ベクトルの世代を加えた超対称模型の研究を行っている。ゲージ結合定数が、低エネルギー領域における模型の動力学を支配するという本模型の特徴に着目し、ヒッグス粒子、ミュオン粒子それぞれがベクトルの世代と強く結合することを述べている。ベクトルの世代からの新たな寄与を評価することにより、ヒッグス粒子の質量とミュオン粒子の異常磁気モーメントの2つの実験結果を同時に説明できることを明らかにしている。</p> <p>第7章では、ベクトルの世代と3世代目までの世代間混合と暗黒物質の起源を詳細に研究している。本模型における世代間混合は、世代間対称性の自発的破れにより決定される。その時、電子など素粒子の質量やCabbibo-Kobayashi-Maskawa行列の実験値が再現される事を示している。さらに本模型において、ベクトルの世代の質量と超対称性と関連し、暗黒物質の候補が現れることを述べている。初期宇宙において、暗黒物質が熱的に生成されるとした場合に、ヒッグス粒子の質量、ミュオン粒子の異常磁気モーメント、暗黒物質の残存量の実験観測値を同時に説明できることを明らかにしている。また、本模型で提案された暗黒物質の直接探索実験に関する展望が述べられている。第8章では、本論文の結論がまとめられている。</p> <p>本研究では、ベクトルの世代を含む模型において世代間対称性の自発的破れを通じ、観測されている電子など素粒子の質量や、Cabbibo-Kobayashi-Maskawa行列のみならず、ヒッグス粒子の質量、ミュオン粒子の異常磁気モーメント、暗黒物質の熱的残存量を同時に説明した。同時にこれだけ多くの観測値を関連付ける事は初めての試みであり、ベクトルの世代が自然界に存在する可能性を広げた。現在行われている実験だけでなく今後の暗黒物質の探索を通じて、世代の違いに関する素粒子物理の謎を解明する糸口となる期待ができる。これらの研究成果は、今後の標準模型を超える新たな模型構築において、重要になる成果であると言える。</p> <p>よって、本論文の著者は博士(理学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査委員会で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		