

氏名(本籍)	あおき やすみち 青木保道(群馬県)
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博乙第1,207号
学位授与年月日	平成8年7月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
審査研究科	物理学研究科
学位論文題目	Nature of the Hot Electroweak Phase Transition in the SU(2) Higgs Model (SU(2)ヒッグス模型における電弱相互作用の高温相転移)
主査	筑波大学教授 理学博士 宇川 彰
副査	筑波大学教授 理学博士 岩崎 洋一
副査	筑波大学教授 理学博士 梁 成吉
副査	筑波大学助教授 理学博士 金谷 和至

論文の内容の要旨

宇宙に存在する物質はバリオンによって占められ、反バリオンはほとんど存在しない。これは宇宙のバリオン数の非対称性の問題と呼ばれ、その説明は素粒子理論および宇宙論の長年の課題である。最近、素粒子の電弱相互作用を特徴付けるSU(2)×U(1)対称性の自発的破れに伴う高温相転移で、バリオン数の非対称性が生成される可能性が注目を浴びている。このメカニズムが成立するためには、サハロフの三つの条件、即ち、(1)バリオン数非保存相互作用の存在、(2)C対称性とCP対称性の微視的レベルでの破れ、(3)非平衡過程の存在、が必要である。電弱相互作用においては(1)と(2)は満たされており、(3)を満たすには、SU(2)×U(1)対称性の自発的破れに伴う高温相転移が十分強い一次相転移であることが必要である。本論文は、高温相転移の性質を本質的に規定していると考えられるSU(2)ゲージ場とヒッグス場からなる系(SU(2)ヒッグス模型)を取り、この系に対して格子場理論の方法、特に数値シミュレーションを実行して、SU(2)ヒッグス模型の高温相転移の次数とその強さを、ヒッグス粒子の質量の関数として、系統的に調べたものである。

論文第一章では、以上に述べた本研究を行うに至った背景が述べられている。第二章では、SU(2)ヒッグス模型の時空格子上の定式化とその相構造、一次相転移を特徴付ける潜熱及び界面張力などの理論的枠組みが整理されている。第三章では、数値シミュレーションの方法、特に、自己相関を減らすように工夫されたモンテカルロアルゴリズムがまとめられている。第四章は本論文の中心部分であり、有限サイズスケーリングの方法による転移次数の計算結果とその検討及び転移点における潜熱及び界面張力の計算結果が報告されている。第五章は結論にあてられている。

本論文では、従来精密な研究が行われていなかった、ヒッグス粒子の質量が50GeVから80GeVにわたる領域が、時間方向サイズが2の格子に対して調べられた。第一に、SU(2)ヒッグス模型の作用中のホッピング項の感受率に対する有限サイズスケーリング解析が空間サイズが8から40にわたる格子を用いて行われた。その結果、ヒッグス粒子の質量が50GeVから60GeVの範囲では、高温相転移は一次であるが、その強さは急速に弱くなること、この傾向はより重いヒッグス粒子に対しても継続し、80GeVを越える質量に対しては、相転移が消失している可能性があることが指摘された。第二に50GeVから60GeVの範囲で、潜熱及び界面張力が計算された。これらの量も、質量増加とともに急速な減少を示し、その外挿値は、60GeVから70GeVの近傍でゼロとなる。

現在のヒッグス質量に対する実験の下限値は64GeVであることから、以上の結果は、電弱相互作用の高温相転

移によりバリオン数の非対称性を説明することは困難であることを示唆することが結論されている。

審 査 の 結 果 の 要 旨

電弱相互作用の枠内での宇宙のバリオン数の非対称性の理解の可能性はきわめて興味あるものであるが、この方面の格子場理論による研究は未検討の課題が多い。本論文は、その中で、ヒッグス質量の関数としての一次転移の強さの組織的検討を行ったもので、世界的にも始めてのものの一つである。特に、現実的なヒッグス質量に対しては一次転移は消失している可能性が高いことを強く示唆する結果は、電弱相互作用によるバリオン数の非対称性の理解の難点を明かにしたものとして学術的に充分の価値が認められる。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。