別紙１－１

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※　甲　第　　号

氏　　名　山﨑　雅史

論　文　題　目　修正重力理論における相対論的天体の最大質量

論文審査担当者

主　査　名古屋大学大学院理学研究科　教授　理学博士　野尻 伸一

委　員　名古屋大学大学院理学研究科　教授　博士（理学）原田 正康

委　員　名古屋大学大学院理学研究科　教授　博士（理学）清水 裕彦

委　員　名古屋大学大学院理学研究科　准教授　理学博士　南部 保貞

別紙１－２

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

中性子星のような相対論的天体は恒星進化における最晩年の星で、ブラックホールに重力崩壊しなかった天体である。相対論的天体に関する研究は天体現象、構成物質の物性、そして重力の構造の各側面から行われている。連星系の観測や重力波観測により様々な性質が解明されつつあり、注目を浴びている。

相対論的天体の質量と半径は内部物質の圧力と自己重力の静水圧平衡によって決定される。相対論的天体の解明には高密度物質の物性への理解が必要となる一方、未知の強重力効果が現れる可能性がある。近年、従来のハドロン物理から構築された高密度物質の物性モデルと一般相対性理論の組み合わせでは説明が難しい太陽質量の 2 倍以上の質量を持つ中性子星が発見された。そのためハドロン物理の更なる研究とともに、強重力効果も考慮して一般相対性理論を修正した修正重力理論のモデルと組み合わせて観測との比較が行われている。

申請者は有質量重力理論とよばれる修正重力理論の一つに対し、相対論的天体の解の構成を試みた。一般相対性理論は無質量スピン 2 の粒子(重力子)に関する非線形理論であるのに対し、有質量重力理論は一般相対性理論を有質量スピン 2 の粒子の理論へ拡張したものになっている。有質量重力理論は一般相対性理論と比べて余分の自由度が現れ、その影響で諸処の現象が変化すると考えられている。有質量重力理論は重力子の有質量粒子への拡張に伴って相互作用の結合を指定するパラメータが複数含まれており、パラメータの値によって修正の影響が変わる。

申請者はまず最小模型とよばれるパラメータ指定において相対論的天体の解の構成を試みた。最小模型とは高次の相互作用項を含まない模型のことで、この模型で静的球対称な数値解を構成したところ、相対論的天体の最大質量が一般相対性理論の場合と比較して大きく減少することを示した。これは余分な自由度が引力として働くためだと考えられる。現在、太陽質量の 2 倍以上の中性子星が見つかっていることから最小模型ではこの観測事実を説明することが困難であることを示した。

次に申請者は有質量重力理論において最小模型に限らない一般の場合で相対論的天体の解の解析を行った。この場合、2 種類の解が存在し、一つは最小模型での解と同様に一般相対性理論の解に大きな修正を与えるが、もう一方の解はヴァインシュタイン機構と呼ばれる仕組みが働き、余分の自由度が解にほとんど影響を与えず、一般相対性理論とほぼ同じ解となることを示した。申請者は以上の解析結果から有質量重力理論における相対論的天体の解の構造を明らかにした。

従来では点粒子が作る重力場に対してヴァインシュタイン機構が調べられていたが、以上のように申請者は相対論的天体のような広がりを持つ物質分布でも同様の結果を得ることを初めて確認し、この成果は高く評価される。以上の理由により、申請者は博士（理学）の学位を与えられるに相応しいと認められる。