

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 中村 智広

論 文 題 目

スカラー・テンソル理論における第五の力の遮蔽機構の解析

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) 清水 裕彦

委 員 名古屋大学大学院理学研究科

准教授 博士(理学) 市來 淨與

論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

重力は我々に最も馴染みのある力の一つである。ニュートンによる力学の基礎の確立から、常に物理学の中で扱われ続け、今なお量子重力や暗黒エネルギー、暗黒物質といった最先端の研究対象と関連し、多くの関心を集めている。

現代における重力理論の基礎である一般相対性理論は、太陽系内でのこれまでの実験事実を全てうまく説明する。一方で、宇宙論的なスケールで重力理論を修正することにより、宇宙論における未説明の問題を解決する試みも盛んに議論されている。重力理論の修正の1つに、重力の自由度としてスカラー場を含んだスカラー・テンソル理論と呼ばれる理論がある。スカラー場は物質との結合を通じて“第五の力”を及ぼすため、現実には即したスカラー・テンソル理論は少なくとも太陽系内において第五の力の遮蔽機構を持つ必要がある。

遮蔽機構に関する研究では、系の平均密度を用いた簡易な解析がなされていたため、非一様性の影響については未解明な点が多い。そこで申請者は、非一様な密度分布を考慮した場合に遮蔽機構がどのように働くかを解析した。具体的なモデルとして球対称殻で構成される物体を考え、スカラー場の静的解を構成し、その内外での第五の力の大きさを計算した。その結果、内部の構造に関わらず、物体の外側で働く第五の力の大きさは平均密度で扱った場合と同じであることを確かめた。一方で、非一様性が大きい殻の配位をとった場合には、系内部における第五の力が、殻が作るニュートン重力の大きさと同程度になり得ることを示した。

その結果を踏まえ、申請者は、より一般的な状況として動的過程における遮蔽機構の有効性を解析した。動的過程を扱うため、物体として完全流体で構成される球対称な星を仮定し、流体とスカラー場の静的背景解からの球対称摂動に関して解析を行った。特に影響が大きいと予想される短波長モードに着目し、平面近似の下で第五の力の大きさを評価する計算を行った。その結果、動的な場合でも第五の力がニュートン重力と同程度になり得ることを示した。一方、背景解に対して遮蔽機構が働いている場合は、流体の摂動方程式において圧力勾配の項が常に優勢であり、第五の力が流体の運動に大きな影響を与えることがないことを明らかにした。

これらの結果から、少なくとも今回解析した系においては、内部の非一様性に依らず第五の力の遮蔽機構が機能していることが確かめられた。また、非一様性に伴う内部への影響も最大でニュートン重力程度であり、不安定性や構造を大きく変えるような影響はないと結論付けられた。

修正重力理論における遮蔽機構の研究において、非線形な非一様性とその動的過程まで取り扱った例は非常に少なく、本研究は独自性に富んだ研究である。ここで得られた結果は同様の遮蔽機構を持つ修正重力理論に対する示唆も与えており、今後のより一般的な遮蔽機構の検証につながるという点で高く評価できる。また、二つの参考論文はスカラー場を伴う修正重力理論に関連した現象を調べたもので、価値のあるものである。以上のように、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。