

学位申請論文公開講演会

日時 : 2021年1月26日(火) 13:00~

申請者: 中村 智広 (QG研)

開催場所: オンライン

接続先の問い合わせ先: 野尻 伸一 nojiri_@_gravity.phys.nagoya-u.ac.jp (_@_は@に置き換える)

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

主論文の要旨

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、宇宙論における未解決問題を説明する試みも盛んに行われている。重力理論の修正の一つに、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・テンソル理論におけ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、現実に対応した理論は太陽系内での第五の力の遮蔽する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るため、非一様性の影響については未だ未解明な点が多い。そこで本論文では、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いては第五の力が、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、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。遮蔽機構において重要な役割を果たす非線形項まで取り入れた上で、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の計算を行った。結果として動的な場合でも重力と同程度の大きさの第五の力が働き得ることを示した。一方で、背景解に対して遮蔽機構が働いている場合、流体の摂動の方程式においては圧力勾配の項が優勢であり、第五の力が流体の運動に大きな影響を与えることは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は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の大きさ程度のため、不安定性や構造を大きく変えることはない結論付けられた。