

今後の研究計画

氏名：小川 達也

I. 回転するブラックホール代替天体周りの磁気圏構造解析について

本研究の目的は、宇宙物理学における、「銀河中心天体として、回転するブラックホール以外の可能性はないのか」という問題に対して、“回転するボソン星”を用いてアプローチを行うことである。特に、その周囲に存在するプラズマ磁気圏の観点から観測と結びつく結果を探っていく。

銀河中心天体周りでは、その周囲のプラズマ流体との相互作用により、特有の磁場領域 (磁気圏) を形成する。この磁気圏内では、「降着円盤」や「宇宙ジェットの噴射」といった、現象が起こることが知られている。そこで本研究では、回転するボソン星周りでの、降着円盤や宇宙ジェットの性質を明らかにすることで、銀河中心天体がボソン星である場合の、観測的な制限や予言も行っていく。

本研究では、異なる2つのモデルにおけるボソン星解を考える。1つ目は

$$S = \int \sqrt{-g} d^4x \left\{ -g^{\mu\nu} (\partial_\mu \psi)^* (\partial_\nu \psi) - \frac{1}{2} m^2 |\psi|^2 - \frac{\lambda}{4} |\psi|^4 \right\}$$

で記述される、複素スカラー場 ψ のモデルである。これは最も簡単に、重いボソン星解を作ることが出来るモデルである。2つ目は応募者たちが提案した、

$$S = \int \sqrt{-g} d^4x \left\{ -g^{\mu\nu} (D_\mu \phi)^* (D_\nu \phi) - g^{\mu\nu} (D_\mu \psi)^* (D_\nu \psi) - \frac{\lambda}{4} (|\phi|^2 - \eta^2)^2 - \mu |\phi|^2 |\psi|^2 - \frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} \right\}$$

で記述されるモデルである。このモデルでは、

- 銀河中心天体になれるほど重いボソン星解が得られる。
- ボソン星と並ぶブラックホール代替天体の1つである、グラバスターと同様の性質を有する解を構成することが出来る。

という興味深い性質を有することが明らかとなっている。
より具体的な研究目的としては、

- 目的1 回転するボソン星の性質を明らかにすること。
- 目的2 磁気流体力学 (MHD) を用いた、回転するボソン星周りの磁気圏構造を解明すること。
- 目的3 重力波や電波望遠鏡による観測に向けた理論予測を構築すること。

を考えている。

II. カーブラックホール周りでのねじれた磁場に沿ったアルヴェーン波の研究

近年、ブラックホールからのジェット噴射といった現象が観測されている。このような高エネルギー現象を説明するために、カーブラックホールのエネルギー引き抜き機構が注目されている。磁気流体力学 (MHD) を用いた数値シミュレーションにより、ブラックホール磁気圏の磁場に沿って伝搬するアルヴェーン波がエネルギーの輸送に重要な役割をする、ということが示唆されている。モノポール磁場に沿ったアルヴェーン波の解析などが近年行われているが、実際の磁力線はブラックホールの回転に伴いねじれた構造になっていると考えられる。

このことを踏まえ、応募者は、ねじれた磁場に伴うアルヴェーン波についての解析を行っていく。将来的には、カーブラックホール時空中でのねじれた磁場に沿ったアルヴェーン波による、より効率的なエネルギーの引き抜き機構を提唱できないかと考えている。より具体的な研究目的としては、

- 目的1 ねじれた磁場に沿ったアルヴェーン波を解析的・数値的に作成し解析を行うこと。
- 目的2 本研究のアルヴェーン波の閉じ込め現象や超放射現象の可能性を探ること。
- 目的3 カーブラックホールを背景時空として解析し、エネルギー引き抜き機構の可能性を探ること。

を考えている。