

2020年3月30日

これまでの研究成果のまとめ

神戸大学大学院理学研究科物理学専攻博士課程 修了
加藤亮

私は、パルサーを用いて、重力波検出理論の構築及びダークマター探索に取り組んできた。パルサーとは、非常に正確な周期でパルスを出す天体のことである。パルス周期の正確さは原子時計に匹敵するため、パルス周期のズレを解析することで重力波の検出が期待されている。

【重力波検出理論の構築】

論文：Ryo Kato and Jiro Soda, “Probing circular polarization in stochastic gravitational wave background with pulsar timing arrays”, *Phys. Rev. D, American Physical Society Journals*, Vol.93, pp.062003-1-062003-18, (2016).

本研究では、パルサーを用いて、偏光を持つ背景重力波を検出するための方法を考案した。背景重力波とは、様々な方向から到来する重力波の重ね合わせであり、統計的に扱われる。背景重力波の偏光の検出がなされれば、時空の対称性の破れの証拠になる。本研究によって得られた主な結果は、以下の二つである。

1. パルサーを用いて、背景重力波の円偏光モードを検出できるようになった。
2. 背景重力波が等方的に分布している場合、偏光を検出できないことがわかった。

【ダークマター探索】

論文：Ryo Kato and Jiro Soda “Search for ultralight scalar dark matter with NANOGrav pulsar timing arrays”, *arXiv:1904.09143*.

本研究では、パルサーを用いて、ダークマター候補の粒子の一つであるアクシオンの検出を試みた。アクシオンは、宇宙物理学の未解決問題であるコア・カusp問題を解決することができる。

本研究によって得られた主な結果は、以下の二つである。

- (1) データ解析の結果、アクシオン由来の信号を棄却できない場合があることがわかった。しかし、物理的な考察により、木星由来のノイズがダークマター由来の信号を模倣していたと結論づけた。
- (2) アクシオンの質量が 0.945×10^{-23} から 1.34×10^{-23} eVの範囲では、先行研究より強い制限を、アクシオンのエネルギー密度に与えることができた。