

【2023年3月1日】

送付枚数 本票含め 3枚

報道機関 各位

ブラックホールとダークエネルギー¹を結びつける世界初の観測的証拠

研究成果の概要

山口大学大学院創成科学研究科（理学系学域）物理学分野の坂井 伸之教授らの国際研究チーム（アメリカ、カナダ、ポルトガル、イギリス、オランダ、キプロス、ドイツ、デンマーク、日本の15研究機関）は、90億光年先まで広がる約600個の銀河データから、ブラックホールとダークエネルギーを結びつける世界初の観測的証拠を発見しました。

研究成果の詳細

宇宙膨張とブラックホールの存在は、どちらもアインシュタイン方程式によって予言され、観測的に検証されていますが、2つはスケールが全く異なるため、独立な現象と考えられていました。そして、ブラックホールの質量は、物質が流入しない限り一定と考えられています。

本研究ではまず、約600個の銀河データから、太陽の10万倍以上の質量を持つ巨大質量ブラックホールの質量が一定ではなく、時間的に増加することを発見しました。次に、質量と宇宙膨張の関係を明らかにするため、宇宙膨張のスケール因子 a 、巨大質量ブラックホールの質量 M の間に、 $M \propto a^k$ という関係を仮定し、 k の値を調べました。その結果、 k について下図の確率分布が得られ、 $k = 3.11^{+1.19}_{-1.33}$ （90%信頼区間）という値が求められました。この結果は、ブラックホール同士の合体等他の原因では説明できず、宇宙膨張がブラックホール質量に影響を与えていることを示唆しています。

k がほぼ3であることは特に注目に値します。 a^3 は空間体積の増加率を表しますが、体積に比例して質量が増加するものが宇宙に1つだけあるからです。それはダークエネルギーです。ダークエネルギーの質量密度は一定なので、宇宙の体積に比例して質量が増加するのです。このことは、ブラックホールとダークエネルギーが影響を及ぼし合っていることを強く示唆しています。

しかし、話はそう単純ではありません。通常重力理論とダークエネルギーモデルにおいては、

ダークエネルギーが孤立してブラックホールやコンパクト天体を形成し、その体積が増加したとしても、外部の観測者が観測する重力質量は一定であることが知られています。したがって、上記の観測結果はミステリーであり、このメカニズムを解明することが今後の大きな課題です。

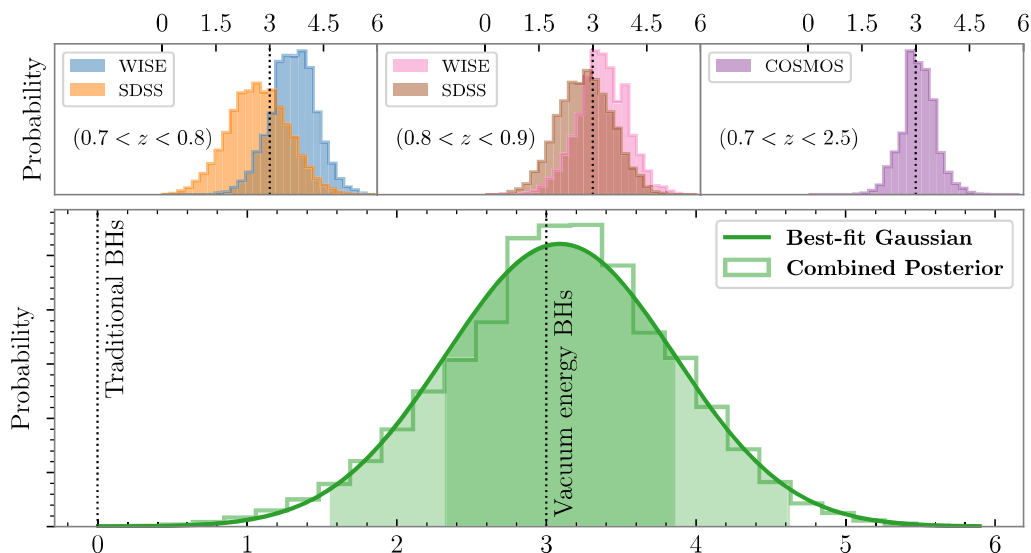


図 1. 定数 k の推定。5 つの銀河サーベイデータから推定される k の確率分布（上の 3 つの枠）と、それらを総合して得られた k の確率分布（下図）。 $k \approx 3$ にピークを持つ。

発表論文の概要

掲載誌：The Astrophysical Journal Letters

タイトル：Observational Evidence for Cosmological Coupling of Black Holes and its Implications for an Astrophysical Source of Dark Energy

著者：Duncan Farrah, Kevin S. Croker, Michael Zevin, Gregory Tarlé, Valerio Faraoni, Sara Petty, Jose Afonso, Nicolas Fernandez, Kurtis A. Nishimura, Chris Pearson, Lingyu Wang, David L Clements, Andreas Efsthathiou, Evanthia Hatziminaoglou, Mark Lacy, Conor McPartland, Lura K Pitchford, Nobuyuki Sakai, Joel Weiner

公表日：2023年2月15日

DOI：10.3847/2041-8213/acb704

LINK：<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/acb704>

用語解説

1. ダークエネルギー：重力は「万有引力」と呼ばれるように、我々が知っているあらゆる物体

は重力によって引きつけ合います。一方、現在の宇宙が加速膨張していることから、宇宙は「斥力を及ぼし合う何か」で満たされていると考えられます。この正体不明の「何か」を「ダークエネルギー」といいます。

●この件に関する詳細は、下記にご連絡ください。

山口大学大学院創成科学研究科（理学系学域）
物理学分野 教授 坂井 伸之
〒753-8511 山口県山口市吉田 1677-1
TEL：083-933-5672 ※
E-mail：nsakai@yamaguchi-u.ac.jp
※出張等で研究室不在のことが多いため、
問合せはメールでお願いします

発信者

国立大学法人山口大学総務企画部
総務課広報室
〒753-8511 山口市吉田 1677-1
TEL： 083-933-5007
FAX： 083-933-5013
E-mail： sh011@yamaguchi-u.ac.jp