

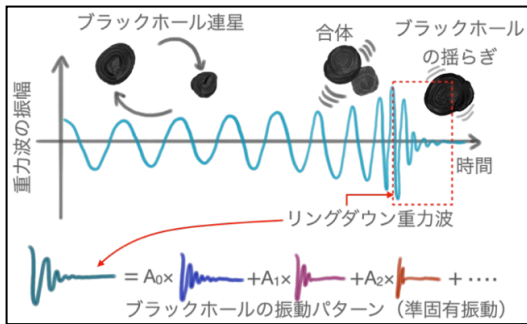
### キーワード

ブラックホール、重力波、一般相対論、宇宙論、ホーキング放射、曲がった時空での場の量子論

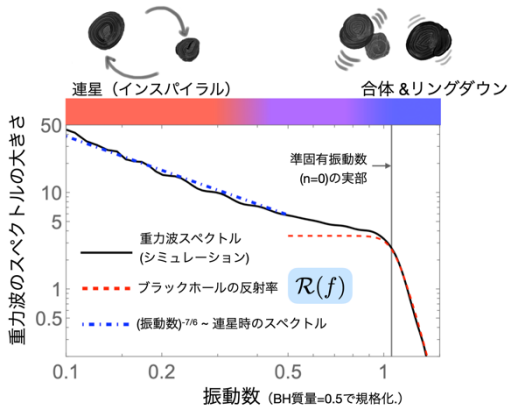
### 研究内容

#### [1] ブラックホールの響きの理論と重力波

- 2015年以降の重力波観測やブラックホール (BH) 撮像により、相対性理論と観測の繋がりが一層強くなっている。このことは、基礎物理の理解・検証に基づいて、重力・宇宙の未解決問題を探究する上で重要な進歩である。
- BHの自由振動で放射される「リングダウン重力波」には、複数の準固有振動が励起される。どの振動モードが強く励起されやすいのか、BH摂動論を駆使し、各モードの励起性を理論的かつ網羅的に計算することに成功した[1,2]。これにより、BHの重力波に潜む「普遍性」を理論的に見出し、観測・データ解析で有用な知見を提供した。

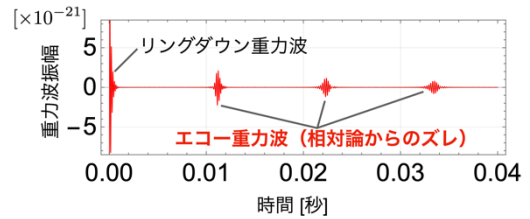


- 複数のモードを重ねるリングダウンモデルでは、過剰な量のモデルパラメータによりノイズの効果が顕著となる「過剰フィット問題」が課題となる。その解決は、観測が本格化している現在において、喫緊の課題である。この問題に対し、モード間の干渉に普遍性があることを理論とシミュレーションの両面から示し、それがブラックホール時空の散乱性 (BHの反射率) によってモデル化できることを明らかにした[3]。



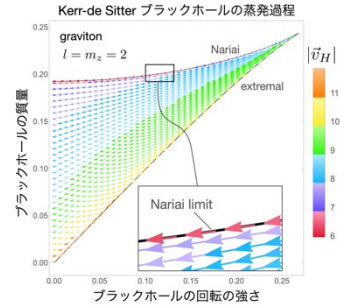
#### [2] 量子重力効果・理論の理論予言と検証

- BHの表面 (地平面) の時空構造の検証は、量子重力理論の検証、延いては宇宙誕生の瞬間の理解に極めて重要である。
- これまで提唱されてきた量子重力効果や修正重力理論による補正が、BHの地平面に与え得る影響を加味し、それがリングダウン波形に及ぼす影響 (エコー重力波) の理論計算を行った[4]。



#### [3] ブラックホール・宇宙における量子物理

- 強重力領域での物理学は、場の量子論、宇宙論や素粒子物理学との親和性が高い。BHの蒸発現象として知られるホーキング放射[5]、宇宙誕生の物理を問う量子宇宙論、真空の不安定性が引き起こす量子場の真空崩壊などの理解を目指している。



本研究室では、近年進展が著しい重力物理学の最先端を理論研究の対象とし、観測やデータ解析への応用も視野に入れている。さらに、宇宙論・素粒子論・熱力学などが関わる分野横断的な視点で重力物理学の理論研究を展開している。

### 最近の業績

- N.O., "Ease of excitation of black hole ringing: Quantifying the importance of overtones by the excitation factors", PRD 104 (2021), 124032.
  - N.O., Emanuele Berti, and Vitor Cardoso, "Unstable Chords and Destructive Resonant Excitation of Black Hole Quasinormal Modes", PRL 135, 031401, (2025).
  - N.O., "Greybody Factors Imprinted on Black Hole Ringdowns: an alternative to superposed quasi-normal modes", PRD 109 (2024) 10, 104028.
  - "N.O., Daichi Tsuna, Niayesh Afshordi, "Quantum Black Hole Seismology I: Echoes, Ergospheres, and Spectra", PRD 102, 024045 (2020).
  - Ruth Gregory, Ian G. Moss, N.O., and Sam Patrick, "Black hole evaporation in de Sitter space", Classical and Quantum Gravity 38 (2021) 18, 185005.
- 理化学研究所第15回研究奨励賞 (桜舞賞) (2024年3月)
  - 第17回中村誠太郎賞 (素粒子奨学会 2022年9月)