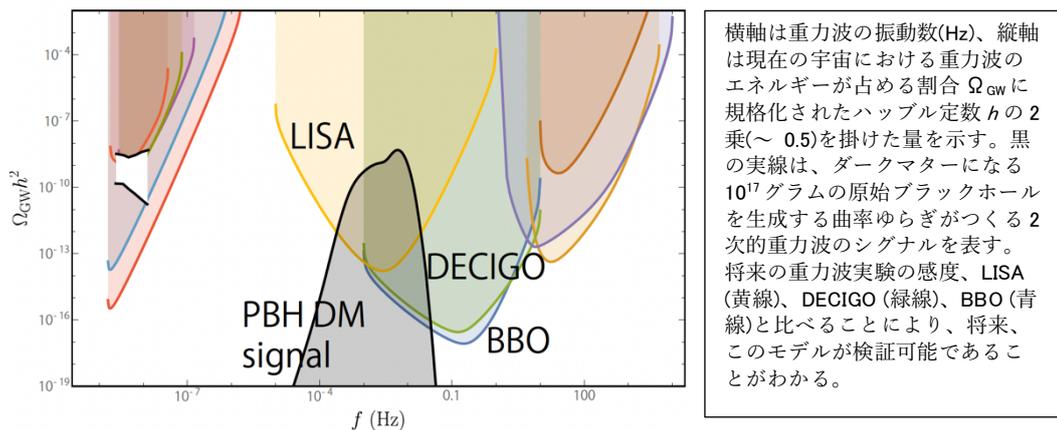


collaboration の主要な研究テーマの一つである。今回の研究では、格子上でカイラル対称性をよい精度で保つドメインウォール・フェルミオンを定式化をシミュレーションに採用し、格子化による誤差を取り除くために複数の格子点と複数のボトムクォーク質量を設定した計算を大規模に実施した。格子間隔とボトムクォーク質量に関する外挿を同時に実施し、連続極限での値を得た。KEK のスーパーコンピュータ Blue Gene/Q での大規模シミュレーションで得られたデータを用いた成果であり、現在はスーパーコンピュータ「富岳」を用いたさらに高精度の計算が進んでいる。

- **タキオン不安定性を持つヒッグス-R² 乗インフレーションが预言するミリヘルツ帯背景重力波の検出可能性** [D.Y. Cheong, K. Kohri, S.C. Park, “Primordial Black Holes and Second Order Gravitational Waves from Tachyonic Instability induced in Higgs-R² Inflation,” Journal of Cosmology and Astroparticle Physics (JCAP) 2022 掲載受理, arXiv:2205.14813]

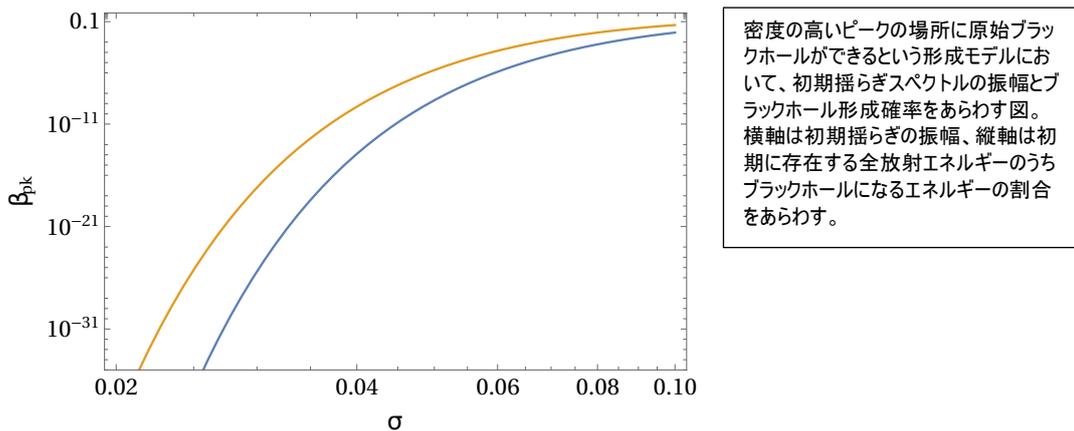


最近、インフレーションの有力な素粒子モデルとして、2つの可能性が注目されている。1) スタロビンスキーが提唱したリッチスカラーの 2 次の項を持つスカラー自由度に相当するスカラー場(スカラロン場)がインフレーションを引き起こすモデルと、2) リッチスカラーの 1 次の項との非最小結合を持つ標準理論のヒッグス場が引き起こすヒッグスインフレーションのモデルである。これらのスカラー場のポテンシャルに、標準粒子の寄与による量子補正を考えると、スカラロン場の質量とヒッグスインフレーションの非最小結合の結合定数とが互いに影響を与え合うことが知られている。つまり、スカラロン場と非最小結合を持つヒッグス場は、インフレーションを考える際に、同時に考える必要がある。

この論文では、インフレーション中にスカラロン場とヒッグス場の 2 次元配位空間上の場の値が変化するにつれて、スカラロン場が負の質量(タキオ

ン質量)を持つ領域を通過する軌道を持つ場合を詳細に解析し、量子ゆらぎが不安定性により急激な成長をみせる可能性が明らかとなった。その量子ゆらぎは後に古典的な曲率ゆらぎ、つまり密度ゆらぎに転化される。この効果は、小スケールの高密度領域が潰れて、 10^{17} グラム程度の原始ブラックホールを作りダークマターとなる可能性や、強い非線形性により2次的に背景重力波を生成する可能性があることを示している。近い将来、提案されている LISA や DECIGO などの重力波観測計画により、その背景重力波を探ることにより、原始ブラックホールがダークマターとなることを証明できる可能性がある。

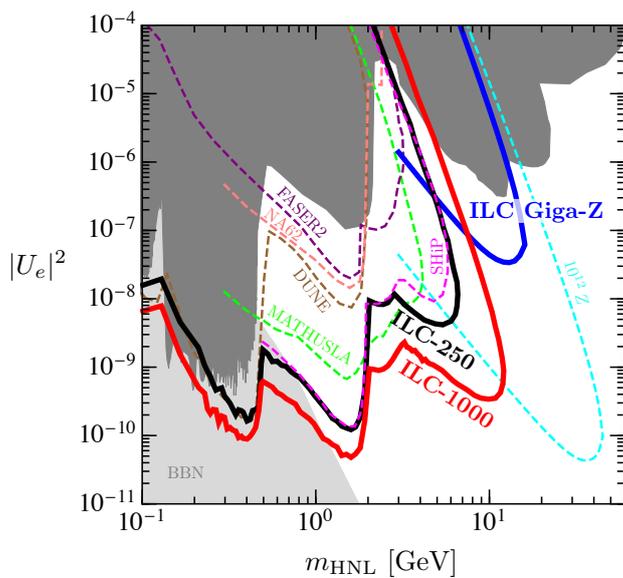
- **原始ブラックホールの存在量を预言する公式** [T. Matsubara, M. Sasaki, , “Non-Gaussianity effects on the primordial black hole abundance for sharply-peaked primordial spectrum,” JCAP 投稿中; arXiv:2208.02941]



原始ブラックホールの存在量について、宇宙の初期ゆらぎ初期条件に非ガウス性がある場合の効果について、これまでに知られていない漸近公式を導いた。特に、初期密度ゆらぎの大きなピーク密度に原始ブラックホールが生成すること、および初期ゆらぎパワースペクトルが特定のスケールだけで大きくなっていること、という2つの一般的によく考えられている条件を満たす場合に、存在量に対する簡単な解析公式が導かれることを示した。

- **ビームダンプでニュートリノ実験** [M. Nojiri, Y. Sakaki, K. Tobioka, D. Ueda, “First evaluation of meson and tau lepton spectra and search for heavy neutral leptons at ILC beam dump,” arXiv:2206.13523]

加速器で生成された粒子ビームのうち、衝突実験で使われなかったものは、最終的にビームダンプで廃棄される。ただし、高エネルギーのビームを遮蔽壁に衝突させて捨てるため、そこでも多数の粒子が生成され、通常物質との相互作用が小さいニュートリノなどの粒子は遮蔽壁を通り抜ける。これらの粒子の中から未知の新粒子を発見しようと試みるのがビームダンプ実験である。この論文では、レプトン数生成等に関係深い右巻きのニュートリノが ILC のビームダンプでどのように生成されるかを調べた。特に、ビームダンプ内で生成されるハドロンの寄与をシミュレーションできちんと評価し、粒子の生成率をより詳細に調べた。その結果、右巻きニュートリノに関して、ILC では SHiP などのハドロンビームを使ったビームダンプ実験と同等の制限が得られることを示した。



ILC のビームダンプ実験で得られる、右巻きニュートリノの存在パラメタに関する制限。右巻きニュートリノの質量を横軸に、電子ニュートリノとの混合パラメタを縦軸にとった。ILC-250 では、SHiP 実験と同等の制限をつけることができる。