

研究タイトル：

素粒子論的宇宙論の理論研究

 氏名： 松井 俊憲 / Toshinori MATSUI E-mail: t-matsui@kure-nct.ac.jp

職名： 准教授 学位： 博士(理学)

所属学会・協会： 日本物理学会

キーワード： 素粒子、初期宇宙、ヒッグス粒子、相転移

 技術相談
 提供可能技術：

- ・最先端物理に関する解説
- ・物理教育(力学、電磁気学、熱統計力学、相対性理論、量子力学など)に関する相談
- ・理論物理学(素粒子論的宇宙論、素粒子現象論)に関する共同研究



研究内容： 電弱対称性の自発的破れと関係する宇宙論的諸問題の理論的研究

物質の根源の探究は宇宙の起源を知ること意味します。素粒子標準理論は基本的な粒子の振る舞いを説明できる最も成功した理論です。物質を構成する粒子間の力(相互作用)はゲージ原理により驚異的な精度で予測でき、質量の起源を説明する電弱対称性の自発的破れで予言されたヒッグス粒子の発見(2012年)によって実証されました。

しかし、電弱対称性の自発的破れの詳細については未だ解明されておらず、標準理論を超えた現象(物質・反物質非対称性、暗黒物質の存在、ニュートリノ微小質量、インフレーションなど)も確認されています。ヒッグス粒子をさらに調査することが新物理を解き明かす鍵となることに着眼して、理論的な研究をしています。

(1) 重力波観測で探るヒッグス物理

2015年一般相対性理論で予言された重力波がブラックホール連星合体の観測で発見されました。このような天体現象に加えて、初期宇宙でも相転移を起源とする重力波が発生します。特に、真空の相転移を伴う電弱対称性の自発的破れの背後の新物理を探るために、加速器実験と相補的に重力波観測が新たな手法となることが期待できます。

Mitsuru Kakizaki, Shinya Kanemura, Toshinori Matsui, Physical Review [American Physical Society] D92, 115007 (2015)

(2) 物質・反物質非対称性

現在の我々の宇宙は物質優勢ですが、宇宙の物質・反物質非対称性の起源は未だに解明されていません。素粒子標準理論では説明できず、以下のような複数のヒッグス粒子を持つ理論への拡張で実現できます。

- ・「電弱バリオン数生成」は、この問題を解くシナリオの一つです。電弱対称性の破れが強い一次相転移であることが予言されます。将来の国際リニアコライダー(ILC)での加速器実験と重力波の宇宙観測実験で検証できます。
- ・「レプトジェネシス」は、この問題を解く別のシナリオです。ニュートリノの微小質量問題を解くシーソー機構の枠組みでよく研究されます。輻射シーソーと呼ばれる拡張の場合、暗黒物質を含み複数の問題を同時に解決します。

Toshinori Matsui, Takaaki. Nomura, Kei Yagyu, Nuclear Physics [Elsevier], B971, 115523 (2021)

(3) インフレーション

宇宙最初期のインフレーションは、様々な状況証拠により広く信じられている現象です。インフラトンという新しい素粒子で説明され、一般には人類が直接到達できないエネルギースケールで生じると考えられています。一方でヒッグスインフレーションのシナリオは、電弱対称性の自発的破れを担うヒッグス粒子がインフラトンとしても振る舞うことを仮定します。ヒッグス粒子の性質を実験で詳しく調べることで、インフレーションの証拠を検証することが期待できます。

Shinya Kanemura, Toshinori Matsui, Takehiro Nabeshima, Physics Letters [Elsevier], B723, 126 (2013)

素粒子や宇宙について関心を持たれている方は多いと思いますが、難しそうな学問という印象をお持ちの方も多いと思います。学生や一般の皆様にも、最先端の物理や専門分野の研究についてわかりやすく解説できたらと思います。

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	