

7.24 C1, PC1 素粒子理論（細谷）グループ（物理学専攻）

■ スタッフ：

細谷 裕（教授）、波場 直之（准教授）、尾田 欣也（助教）、南部 陽一郎（招へい教授）、小出 義夫（招へい教授）ウェイド・ネイラー（特任准教授）

■ 研究分野：

素粒子物理、統一理論、超弦理論、量子重力、場の量子論、宇宙論

■ 研究目的：

素粒子物理学では素粒子とその相互作用の検証と統合、および宇宙創世から現在までの統一的理解を目指す。現在の標準理論は不完全であり、世代の構造や、相互作用の統合に不可欠なヒッグス粒子の発見などが間近な検証課題として控えている。その背後には、超対称性や余剰次元が潜んでいると考えられる。また究極の素粒子論の課題、重力を含むすべての相互作用の統合は、超弦理論をもって可能となる。私たちのグループでは、こうした統一理論を構成するとともに、いかに実験的に検証するかも明らかにし、新しい素粒子物理学を目指す。

■ 研究テーマ：

素粒子統一理論、世代の起源、超弦理論、ブラックホール、量子論の基礎

■ 研究内容：

1. 素粒子統一理論

素粒子相互作用の統一は高い対称性をもつゲージ理論で実現される。この対称性はヒッグス粒子によって破られる。近い将来、LHC でヒッグス粒子を発見し、統一理論の正体を見ることができよう。ゲージ場とヒッグス粒子を統合する余剰次元、ボゾンとフェルミオンを結び超対称性など、新概念を実験で確かめる局面に我々はいる。

2. 世代の起源

クォーク・レプトンの世代の起源は何だろうか。ニュートリノ振動実験で見えてきた大きな混合は、クォーク・レプトンの世代構造の背後に隠れた世代の対称性を示唆する。世代の起源の解明を目標にして、余剰次元理論、超対称性理論、大統一理論に取り組む。

3. 宇宙論と暗黒物質

初期宇宙や暗黒物質の謎を解く鍵は素粒子論にある。暗黒物質とヒッグス・ボゾンは、実は同一粒子であるという理論を提唱した。

4. ブラックホール

ブラックホールは、ホーキング輻射や超弦との対応原理などを通じて、量子論と重力をつなぐ懸け橋となってきた。5次元重力理論によるクォーク・グルーオン・プラズマの物理の記述や、TeV 重力シナリオによる LHC におけるブラックホールの大量生成など、実験的にもさまざまな予言の直接検証が可能となる。

5. 場の量子論の基礎

場の量子論は様々な物理現象を記述する要の言語である。超弦理論はゲージ場理論、重力を包括的に厳密に記述する新しい手段としても有用である。場の量子論の基礎研究の重要性ははかりしれない。

■ 研究協力：

素粒子理論（東島、大野木）グループと一体となり研究活動をする。毎週、セミナーを開催、他大学や研究所の理論グループとも積極的な交流を行う。

■ ホームページ：

<http://www-het.phys.sci.osaka-u.ac.jp/>

■ 連絡先：

Tel: 06-6850-5340 / email: hosotani@phys.sci.osaka-u.ac.jp

7.25 C1, PC1 素粒子理論（東島）グループ（物理学専攻）

■ スタッフ：

東島 清（教授）、山口 哲（准教授）、伊藤 悦子（助教）

■ 研究分野：

場の量子論と超弦理論

■ 研究目的：

この宇宙を造っている究極の物質は何だろう、という素朴な疑問に答えようとするのが素粒子論です。我々のまわりの運動はニュートンの力学に従っていますが、クォークやレプトン等の素粒子の世界を記述する言葉は、相対性理論と量子力学を融合した場の量子論と呼ばれる法則です。場の量子論は、粒子と波と力を統一した理論であり、人類がこれまでに到達した最高の力学形式ですが、アインシュタインの重力理論だけは統一されていません。すべてを統一する究極の力学形式として超弦理論が考えられていますが、未だ完成していません。私達は場の量子論と超弦理論を研究して、上の素朴な疑問に答えたいと思っています。

■ 研究テーマ：

くりこみ理論 総ての自由度を一度に考慮すれば、到底人間が自然を理解することができると思われません。そこで着目するスケールの世界に特徴的な変数だけをを用いた有効理論を作ります。有限個の変数だけを含む有効理論で、そのスケールに特徴的な現象を説明できたときに、自然現象を本質的に理解したと考えるでしょう。このように、自然を理解する上で本質的な変数だけを残し、興味のない変数を消去してしまう操作を「くりこみ」と呼びます。消去した自由度の効果が、残された理論のパラメーターに繰り込まれるからです。特にミクロ変数を消去する際に、マクロ理論の有限個のパラメーターだけに繰り込むことができる場合にくりこみ可能と呼びます。くりこみ可能性が人間が自然を理解できることと密接に関わっているように思われます。

■ 研究内容：

- 素粒子の質量の起源とカイラル対称性の自発的破れ
- 相対論的束縛状態
- 場の理論におけるくりこみ群論的アプローチ

■ 研究協力：

素粒子理論（細谷）グループ、素粒子理論（大野木）グループとは共同で研究活動を行っています。

■ ホームページ：

<http://www-het.phys.sci.osaka-u.ac.jp/>

■ 連絡先：

東島 清 Tel: 06-6850-5731 / email: higashij@phys.sci.osaka-u.ac.jp

7.26 C1, PC1 素粒子理論（大野木）グループ（物理学専攻）

■ スタッフ：

大野木 哲也（教授）、窪田 高弘（教授、兼任）、田中 実（助教）、深谷 英則（助教）

■ 研究分野：

素粒子物理学、対称性とダイナミクス、格子理論

■ 研究目的：

現在および将来の素粒子実験、宇宙観測に密着しつつ、ゲージ理論に基づいた素粒子の基礎理論を研究する。標準理論で説明できない現象や、現象の背後に隠されたダイナミクスや対称性の破れに着目し、新しい時代の素粒子の基礎理論の確立を目指す。

■ 研究テーマ：

1. 標準理論（小林・益川理論）の精密検証、それを超える新しい物理の理論的研究
2. フレーバー混合や CP 対称性の破れの起源
3. 電弱対称性の破れの機構とヒッグス粒子の性質の解明
4. 素粒子と初期宇宙の関わり
5. 基礎理論と現象を結びつけるための場の理論の手法の研究（格子理論、低エネルギー有効理論）

■ 研究内容：

1. 格子理論を用いた場の理論の研究
 - 格子ゲージ理論を用いたゲージ理論のダイナミクスの研究
 - 格子 QCD のフレーバー物理への応用
 - 超対称性を含む新しい場の理論の非摂動的定式化の研究
2. クォークとニュートリノの研究
 - ニュートリノ過程への電弱高次補正
 - 極低温中性子実験における CP 非保存過程
 - B、D、K 中間子系やニュートリノ系での CP の破れ
3. ヒッグス粒子と超対称模型の現象論
 - ヒッグス粒子の性質とその探索方法、LHC 等の加速器実験との関連
 - Walking Technicolor 等強結合ヒッグス理論のダイナミクスの研究
 - 暗黒物質の候補である neutralino 等の性質を加速器実験で調べるための理論的研究
4. 量子重力理論
 - 超重力理論、ブラックホールの量子論的研究
5. 宇宙論、ブラックホール、暗黒物質、暗黒エネルギー
 - 暗黒物質、暗黒エネルギーと素粒子の隠れた相互作用

■ 研究協力：

素粒子理論（東島）グループ、素粒子理論（細谷）グループとは共同でさまざまな研究活動を行っている。毎週、コロキウムと文献紹介セミナーを全員参加で開催している。実験や観測との関連を特に重視し、阪大の実験グループや他大学、研究所の実験・理論グループとも積極的な交流を行っている。

■ ホームページ：

<http://www-het.phys.sci.osaka-u.ac.jp/>

■ 連絡先：

大野木 哲也 Tel: 06-6850-5727 / email: onogi@phys.sci.osaka-u.ac.jp

窪田 高弘 Tel: 06-6850-5728 / email: kubota@phys.sci.osaka-u.ac.jp