

素粒子論研究室・浜口研

浜口 准教授 遠藤 助教

1 研究概要

素粒子の標準模型を超えたところにどんな物理があるのか、自然界に存在するより基本的な統一理論が何なのかが知りたくて研究しています。

素粒子の標準模型は非常に素晴らしい成功を収めており、現在知られている高エネルギー実験の結果のほとんどを矛盾なく説明する事が出来ています。しかしながら標準模型には理論的に不自然な点、不完全に見える点があり、素粒子物理を記述する究極の理論であるとは考えられません。特に、自然界の基本的なスケールが非常に高いエネルギースケール（素朴にはプランクスケール $\sim 10^{18}$ GeV 近辺）にあるであろう事を考えると、標準模型の電弱対称性の破れのスケール (~ 100 GeV) がそれに比べて何故そんなに小さいのかが謎のままです。したがって（私も含めた）多くの素粒子物理研究者は、標準模型を超えたところ（エネルギーで言えば 100 GeV ~ 1 TeV 以上）により基本的な理論が存在し、それが標準模型の不自然さを解決しているはずだと考えています。

またこれと関連して、初期宇宙の進化の解明にも興味を持っています。現在の宇宙のエネルギーは約 75 % が暗黒エネルギー、約 20 % が暗黒物質、約 4 % が我々の知っている通常物質（主にバリオン）から成っている事が分かっています。しかしながら暗黒エネルギーの正体／起源、暗黒物質の正体／起源、そして物質・反物質の非対称性の起源（バリオン非対称性の起源）のいずれもまだ解明されていません。これらの謎は素粒子の標準模型／標準宇宙論の枠内では説明出来ず、やはり標準模型を超えた理論が必要となってきます。さらに宇宙のごく初期にはインフレーションが起こったと考えられていますが、インフレーションもまた、標準模型を超えた物理を要求しています。

標準模型を超えた物理の候補として私が特に興味を持っているのが、超対称性理論です。超対称性理論は、(i) 標準模型の不自然さの問題を解決する (ii) 暗黒物質の正体を説明出来る (iii) 標準模型

ではバラバラだった3つの相互作用の強さが高エネルギーで1つに統一され「大統一理論」の予言を再現する、などの特長があります。また、重力も含めた究極の統一理論の最有力候補である超弦理論も超対称性の存在を要求しています。

これまで私は、超対称性理論の枠組みの中で素粒子の現象論的研究、素粒子論の宇宙論への応用的研究を行なってきました。

2 実験・観測との関連

最新の宇宙観測や素粒子実験の結果にも注目して理論的研究に還元していきたいと考えています。

- 近年の WMAP 衛星による宇宙背景放射の温度ゆらぎの測定により標準宇宙論が非常に詳細に検証されるようになり、インフレーションに関する重要な情報も次々と明らかになってきました。
- 今年 2010 年には世界最高エネルギーの衝突実験・LHC が本格的稼働を始めました。LHC では標準模型で唯一発見されていない粒子、ヒッグス粒子が発見されると期待されています。また超対称性理論が本当に正しければ、LHC で検証される可能性は十分にあります。LHC の実験結果が何であれ、標準模型を超えた物理に対する貴重な情報を与えてくれる事は間違いありません。これから数年の間に、素粒子物理学は非常にエキサイティングな時代に入っていくでしょう。

3 これまでの研究

- 宇宙のバリオン非対称性を説明するシナリオ（特に非常に小さなニュートリノ質量の起源と関連したシナリオ）の研究、
- 超対称性理論・超重力理論が自然界に存在する事を検証する鍵を握る粒子「グラビティーノ」を実験的に検出する方法の提案・解析、およびそれに関連した初期宇宙論の研究、
- 超弦理論、高次元理論に内在するモジュライ粒子が存在する時の初期宇宙論の研究、など。

4 研究室ホームページ:

<http://www-hep.phys.s.u-tokyo.ac.jp/~hama/welcome.html>