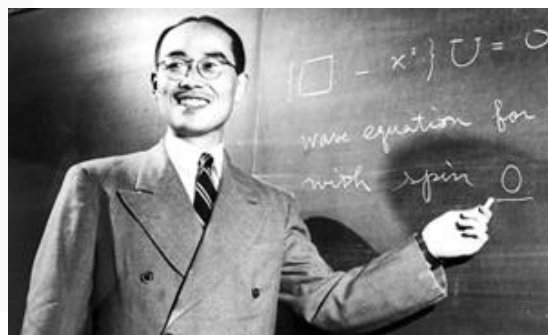




湯川記念館(1952-)と湯川博士の銅像

基礎物理学研究所は、湯川秀樹博士の日本人初のノーベル物理学賞受賞を記念して設立され、湯川博士は初代所長を務めました。以降も、2008年にノーベル賞を受賞した益川敏英博士(第7代所長)をはじめとする著名な物理学者が歴代の所長に就任していません。



湯川秀樹博士(1949)

本研究所では、年に複数回の国内・国際研究会が開催されるため、国内外から集まる参加者たちと議論・交流する機会も数多くあります。また、数日から数ヶ月間の滞在者を受け入れる制度があり、所外の研究者との共同研究も盛んです。

研究紹介

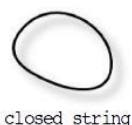
素粒子物理学の目的は、物質の最小構成要素とそれを支配する自然法則の解明にあります。標準模型は、現在確立している最も基本的な素粒子の理論ですが、万物の究極理論と考えるには不十分な問題があります。本研究グループでは、標準模型を超えた、自然界の統一的な基本法則の解明を目指しています。

超弦理論

Superstring Theory

現在のところ、自然界は大きさのない点粒子である素粒子によって記述されると考えられていますが、重力を量子論として矛盾なく取り込むことができないなどの理論的な困難があることが知られています。この問題を解決する理論として最も有望視されているのが、超弦理論と呼ばれる理論です。これは素粒子が点ではなくひも状をしているという仮説に基づく理論で、重力を矛盾なく含み、あらゆる物質とその間に働く力を統一的に記述する大変美しい理論です。

本研究グループでは、超弦理論を通じて素粒子の性質の統一的な理解や宇宙誕生の謎の解明を目指す研究、量子重力理論の研究、超弦理論の理論的な構造を解明する研究など、様々な研究がなされています。特に近年では超弦理論を数学、原子核理論、物性理論、ブラックホールの研究などの幅広い分野へ応用する研究も盛んに行われており、本研究グループでも活発な議論がなされています。



closed string



graviton



open string



quark



electron



photon

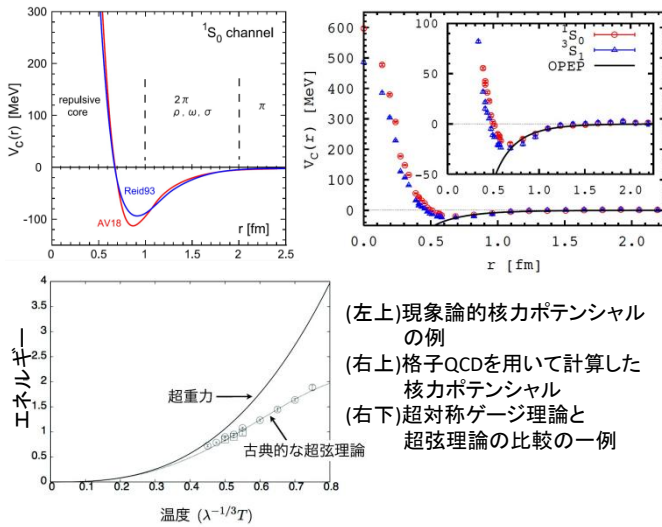


一般相対性理論は、重力の古典論としては大きな成功を収めている一方で、物理学の基礎理論の一つである量子論との整合的な定式化がなされていません。それらを統一する量子重力理論は、時空間の本質的理解による新たな自然観や、宇宙の創成やブラックホールなどの強重力領域の物理を記述する基礎理論として新たな宇宙像を与えると期待されています。本研究グループでは、時空を物理的実体とする模型(例:テンソル模型)や、非可換時空間、超弦理論などによる研究が行われています。



非摂動的な場の理論

Non-perturbative Field Theories



(左上)現象論的核力ポテンシャルの例
 (右上)格子QCDを用いて計算した核力ポテンシャル
 (右下)超対称ゲージ理論と超弦理論の比較の一例

場の量子論は素粒子の振る舞いを記述する枠組みで、無限自由度の量子力学として定式化されます。弱結合では摂動論が有効ですが、クォークとグルーオンの力学を記述するQCDなどの強結合の理論の解析には格子空間に理論を定義する格子上の場の理論を用いた数値計算が威力を発揮します。モンテカルロシミュレーションを用いた格子QCDでは、クォークの束縛状態であるハドロンの質量などを計算する事が可能です。最近では、陽子や中性子の間に働く核力(湯川博士はこれを説明するために π 中間子を導入した)などのハドロ間相互作用が計算できるようになっています。

数値的な手法は、超弦理論の非摂動的性質を調べる事にも使われるようになってきています。また数値解析だけでなく、超対称性を持つ系の研究を通じた場の理論の非摂動的な側面の解明も試みられています。

Phenomenology

現象論

素粒子論は現在、大きな転換期を迎えつつあります。ヒッグス粒子を発見したLHC実験は、再稼働して標準模型を超える新たな物理現象への手がかりを得ることが期待されています。また高エネルギー宇宙線の観測、ダークマター探索、宇宙マイクロ波背景放射の精密測定なども含め、標準模型を超える物理を探るアプローチは多岐にわたっています。現象論は、標準模型とそれを超越する物理法則を解明するために、実験や観測から得られる事実に基づき、ボトムアップ的な視点を主軸として具体的な理論を構成・解析し、研究を行う分野です。例えば、超対称性や余剰次元を用いた理論について、実験・観測をうまく説明する模型の構築、及び既存の模型の内容と観測データとの詳しい照合などが行われています。



(左)LHC (右)ATLAS実験
 写真提供: CERN ATLAS実験グループ <http://atlas.kek.jp/>



スタッフ陣が充実しているのに加え、PDの人数が多く、活気のある研究室です。