

自然構造解析学大講座

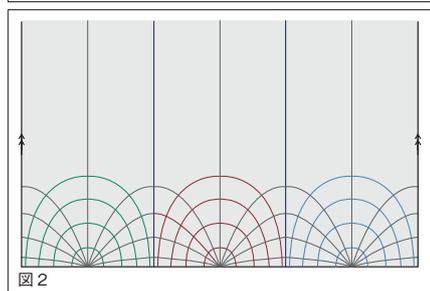
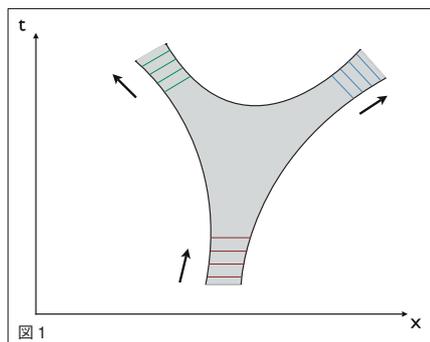


図1：弦理論における3点散乱振幅。場の理論における散乱振幅の摂動論はファインマン図による展開で与えられる。弦理論はファインマン図における粒子を弦に置き換えて得られる散乱振幅の摂動論である。この図は1つの弦(赤)が2つの弦(青と緑)になる過程をあらわしている。

図2：弦の場の理論における3点相互作用項の共形場の理論を用いた記述。弦の場の理論は、弦理論の摂動展開を再現するように構成された理論である。1986年にWittenが構成した弦の場の理論では、弦の左半分と右半部分を貼り合わせて3点相互作用項が作られている。この図は2次元の共形場の理論を用いた3点相互作用項の記述をあらわしている。共形場の理論は等角写像を対称性として持つ理論であり、図1における3つの伝播する弦(赤、青、緑)は図2でそれぞれ対応する色の曲線であらわされている。ここで使われている座標 z は、複素平面での座標 x と $z = \arctan x$ という等角写像で関係付けられており、3点相互作用はこの等角写像によって縦方向に無限に伸びている半直線であらわされた弦の左半分および右半分の貼り合わせによって記述されている。この記述をもとにして近年弦の場の理論の解析解が構成され、弦の場の理論の研究が大きく進展している。

自然界の基本構造や、相互作用の研究は従来、素粒子・原子核・原子・分子・凝縮系といった異なるスケールごとに別々の分野で研究が進められてきた。これに対して、本大講座においては、個々の対象としての研究と同時に、むしろ異なるスケールの系に共通して現れる普遍的な構造や法則に着目することにより、また様々な分野に研究基盤を持つ研究者どうしの協力を押し進める事によって、自然界の相互作用、対称性やその破れ、相転移のダイナミクス等を、場の量子論や統計物理学の手法を用いて総合的・統一的な観点から解明する事をめざしている。

以下、現在の主な研究テーマの一部を挙げる。

- (1) 自然界のあらゆる素粒子と重力を含む全ての相互作用を統一的に記述する究極の理論としての超弦理論の研究。
- (2) 量子重力理論および量子宇宙論。
- (3) 超対称性や双対性、ゲージ対称性、カイラル対称性等、弦理論・場の量子論における対称性と非摂動効果の研究。
- (4) クォーク・グルーオンの基本理論としての量子色力学に基づくハドロンの構造や相互作用についての非摂動的な研究。
- (5) 有限温度・密度での量子色力学。
- (6) 格子ゲージ理論にもとづく場の量子論の解析的、数値的な研究。
- (7) ヘリウム多孔質媒質中での超流動転移・二次元超流体の渦のダイナミクスなど量子凝縮系の様々な性質の解明。
- (8) 化学反応における原子の動力学、特に原子の運動がカオスである場合に現れる「ランダム性」の起源・性質の研究等。

▼博士論文・修士論文の主なテーマ

- Wess-Zumino-Witten-type formulation for NS-NS superstring field theory
- Supersymmetric gauge theories on various four-dimensional spaces and two-dimensional conformal field theories
- Three Point Functions in AdS₅/CFT₄ Correspondence and Integrability
- Signatures of low-scale string models at the LHC
- Boundaries and domain walls in two-dimensional supersymmetric theories
- 強レーザー場中の原子のイオン化機構の理論的解明
- 少数分子化学反応における分子数の間欠的2値間ゆらぎ
- 弦理論における質量線り込みと真空シフト
- 弦の場の理論におけるマージナル変形
- クォーク閉じ込めの双対超電導描像と“QCD モノポール”
- 非線形力学モデルに基づく多谷ポテンシャル上の動力学

▼担当教員と専門分野

大川 祐司 (素粒子論)
 奥田 拓也 (素粒子論)
 風間 洋一 (素粒子論)

加藤 光裕 (素粒子論)
 菊川 芳夫 (素粒子論)
 染田 清彦 (理論化学)

藤井 宏次 (原子核理論)
 簗口 友紀 (低次元量子流体)
 和田 純夫 (素粒子論)