

原子核理論グループの現在の構成は、松井哲男(教授)、藤井宏次(助教)の2名の教員と院生3名(DC2名、MC1名)からなり、セミナー、文献会、勉強会等のグループ研究活動を一緒に行っている。

原子核は、我々の周りに唯一安定に存在するハドロン(クォークからできた複合粒子の総称)の自己束縛系であり、現在知られている四つの相互作用のうちの一つ(強い相互作用、弱い相互作用、電磁相互作用)がその構造や運動に直接関わっている点でも、ユニークな研究対象である。また、約 10^{57} 個の核子の重力束縛系である中性子星も「巨大な原子核」として核理論の研究対象になっている。

最近の研究の重要な流れは、従来の核子の量子多体系としての原子核の記述をさらに一步深め、より基本的な自由度であるクォークとその従う力学である量子色力学(QCD)から、核子や中間子のようなハドロンや原子核をクォーク多体系として理解することである。クォークは通常の条件下では個々のハドロンの中に「閉じ込め」られその自由度が直接関与する核現象は限られているが、高密度・高温の極限状態ではその自由度が顕在化し、ハドロン物質からクォーク物質への転移が起こることが予想される。そのような理論的予想を超高エネルギー原子核衝突の実験で検証しようという試みが、欧米で始まっている。核理論グループでは、現在、こうした新しい問題に焦点をあて、QCD素過程の問題からクォーク・ハドロン多体系の物性論的問題まで、様々なアプローチで研究を行っている。

松井哲男

16号館 323B 5454-6512
tmatsui@nt1.c.u-tokyo.ac.jp
<http://nt1.c.u-tokyo.ac.jp/tmatsui/>

高温・高密度のクォーク物質、その高エネルギー原子核衝突における生成と時空発展、そのシグナルの研究を行っている。

現在、米国のブルックヘブン国立研究所(BNL)では、RHIC(Relativistic Heavy-Ion Collider)によって原子核を超相対論的エネルギー(核子当たり100GeV)に加速して正面衝突させ、高温・高密度の物質をつくる実験が行われている。スイスにある欧州原子核研究機構(CERN)でも、昨年からはLHC(Large Hadron Collider)をつかった更に高いエネルギー(核子当たり2TeV以上)での原子核衝突実験が始まっている。このような高エネルギーの原子核衝突では、最初に反応に関与する自由度は核子やハドロンではなく、その内部自由度(クォークやグルーオン)が直接関与し、原子核を構成するパートン集団が互いに通過した後、その背後にもたくさんのクォークやグルーオンがランダムに励起されてプラズマ状態になると考えられている。クォーク・グルオンプラズマは高温の初期宇宙において存在していた原始物質で、宇宙の

膨張・冷却によってハドロンの集団へと進化したと考えられているが、原子核衝突の場合にも、非常に短い時間にハドロンに崩壊すると予想される。従って、クォーク・グルオンプラズマが実際にできたことを検証する為にも、その生成から崩壊までの時空発展の過程を理論的に理解することが重要な研究課題である。この問題を、場の量子論から、(相対論的)流体力学、運動論、統計力学等の様々な手法を用いて研究している。

最近では、カイラル相転移の非平衡量子場ダイナミクス、バリオン生成におけるクォーク対相関の効果、ハンブリーブラウン-ツイス2粒子強度干渉における平均場の効果など、プラズマのハドロン化とその後の凍結課程に関係した問題を院生と一緒に研究している。これらは、RHICの実験で観測された、ハドロンの強い異方的集団流や、バリオンの異常生成、ハンブリーブラウン-ツイス干渉法によって観測された π 中間子発生源の形状などの理論的解釈を目指した研究である。また、クォーク・グルオンプラズマ生成のシグナルとして注目されてきた J/ψ 粒子の生成抑圧が、RHICの実験や最近のLHCの実験でも報告されているが、その系統的な理解にむけた研究や、プラズマ中での制動輻射への多重散乱効果(ランダ

ウ・ポメラランチュク・ミグダル効果) のボルツマン方程式の応用、アルカリ金属原子の希薄ボース・アインシュタイン凝縮体 (BEC) の問題とクォーク・グルオンプラズマの問題の共通性にも興味をもっている。

藤井宏次

16 号館 323A 5454-6511
hfujii@phys.c.u-tokyo.ac.jp

量子色力学 QCD は低エネルギーで強結合性を持ち、クォーク・グルオンという“基本粒子”から陽子・中性子さらには原子核という多体系を構築する非摂動的なダイナミクスの解明は重要かつ難解な基本課題として立ちはだかっている。

最近の研究課題は、

- 有限温度やバリオン数密度などを外部環境変数にした QCD 熱力学系の性質の考察。特に QCD

臨界点近傍の動的モードの性質。また、有限密度格子シミュレーションに関連する符号問題にも興味がある。

- クォーク・グルオン プラズマ (QGP) 生成を意図した超高エネルギー原子核衝突実験を睨んで、観測量と QGP の物性に関連した問題。
- 加速器から宇宙線に渡る超高エネルギーハドロン (原子核) 反応過程、特に入射ハドロン (原子核) 波動関数と、反応直後の時間発展の理論的な記述。関連する非平衡場の理論の話題。

などである。基礎となる理論的道具や概念は、有効模型や摂動論、有限温度密度ゲージ理論、格子 QCD、非平衡統計力学など等多岐にわたる。学問的基礎知識のグレードアップや最近の研究動向のアップデートを狙って、院生との共同の勉強会を適宜開催したい。

駒場の原子核理論研究室は、日本の核多体問題研究の先駆者であった故野上茂吉郎先生以来の伝統ある研究室で、この分野で多くのすぐれた研究者を世に出してきた。研究対象や手法は大きく変化してきているが、学生と教員の自由闊達な研究室活動から新しい原子核研究をリードする若手研究者が更に多く育ってほしいと願っている。