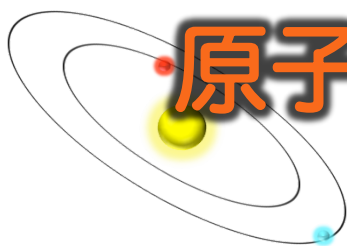


東京大学 大学院理学系研究科附属 原子核科学研究センター

Center for Nuclear Study (CNS)



原子核の極限状態にせまる

22:RIBF棟
地下2階

19:東大CNS
実験準備棟



19: 東大CNS 実験準備棟

- ①原子核物理を開拓する加速器とイオン源
- ②宇宙の謎を解き明かす宇宙核物理
- ③アクティブ標的で解く宇宙と原子核をつなぐ方程式
- ④ビッグバン直後の超高温高密度の世界

22: RIBF棟 地下2階

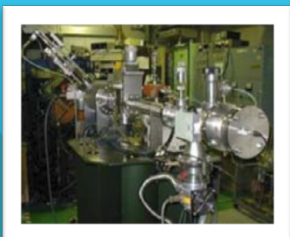
- ⑤中性子星のかげらをつくる(SHARAQ実験)
- ⑥光で探る奇妙な原子核の世界
- ⑦超並列計算機でのぞく原子核の世界



①原子核物理を開拓する 加速器とイオン源

現代科学はイオン、フォトンなど原子・量子レベルのエネルギーやサイズを持った物質によって切り拓かれています。加速器はこうした物質の生成や応用の一端を担う一方、新たな知の創造を求めて、その規模や性能を高める努力が行われています。

当センターではサイクロトロン的高度化や大強度イオン源などの開発を通じて原子核物理の発展に大きく貢献すると共に、加速器科学・技術の向上に努めています。



②宇宙の謎を解き明かす 宇宙核物理

宇宙にまつわる諸現象において、原子核反応は不可欠の働きをしています。

私たちは、加速器から得られる安定核ビームおよび短寿命核ビームを用いて、星の進化、新星や超新星の爆発現象、原始宇宙で起こる核反応を、実験室で直接再現し、それらの現象のメカニズムを明らかにしようとしています。

このような研究実験は、CNSが製作した、世界で最初の本格的な飛行分離型低エネルギーRIビーム生成分離機(CRIB)を使うことで可能となったものです。

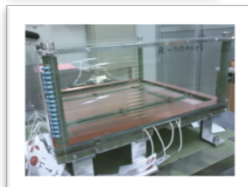
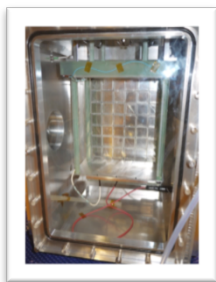


③ アクティブ標的で解く 宇宙と原子核をつなぐ方程式

私たちが住む地球がうかぶ宇宙の中にはいろいろな謎があります。世界を構成する物質(元素)がいつどこで生成されたのか? 冷たく輝く中性子星はどんな構造をしているのか? これらの問いに答える鍵は原子核、特に不安定核にあると我々は考えています。

星の内部の環境やそこで起こっている反応を不安定核ビームを使って部分的に実験室で再現し、それらを詳細に調べることで元素ができる経路や星の内部構造を決定づける要素を決めることができます。このような反応の測定は現在私たちが中心となって開発しているアクティブ標的と呼ばれる装置によって可能になります。

ここでは研究内容とともにアクティブ標的やその原理についてご紹介いたします。



⑤ 中性子星のかけらをつくる (SHARAQ実験)

原子核の細かい構造や詳しい性質を調べる方法の1つに、原子核そのものに別な原子核をぶつけて出てくるものを測定する手法があります。これはあたかも何か調べたい物を「叩いて」みて「音色を聴いてみる」ようなもので、CNSの実験装置、SHARAQスペクトロメータを使えばこの「音色」を精度よく測定することができます。

さらに、この装置の「高精度の測定」という特長を利用して、中性子星の構造を研究することも可能です。

中性子星の内部は高密度で、地球上には天然に存在しない中性子過剰な原子核によって構成されると考えられています。

広大な宇宙に存在する中性子星の構成物質をSHARAQスペクトロメータを用いて小さな実験室で生成し、観測しています。

一般公開では、SHARAQスペクトロメータを使って展開する研究と実際の装置について、わかりやすく解説します。



④ ビッグバン直後の 超高温高密度の世界

この宇宙は、わずか百万分の1センチほどの大きさを持つ原子(アトム)から構成されています。その中心にあり重さの殆どを担う原子核は、陽子と中性子の集まりであり、その陽子と中性子はクォークと呼ばれる最小単位の粒子3つから構成されています。

クォークはグルオンという糊の役割を果たす粒子により固く結びついて陽子・中性子に閉じ込められており、自由な粒子として観測することは出来ません。しかし、宇宙の始め、ビッグバンからおよそ10万分の1秒後までの高温状態においては、クォークやグルオンが閉じ込めから開放され、自由に飛び交う物質相(クォークグルオンプラズマ)が存在したと考えられています。

私たちは、金のような重い原子核同士をほぼ光速で衝突させる事によってミクロの原始宇宙を実験室において再現し、その性質を明らかにしようとしています。

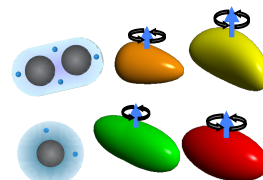


⑥ 光で探る奇妙な 原子核の世界

原子の中心にある原子核が陽子と中性子から出来ていることが分かった事は、20世紀の大きな科学の発展の一つです。しかし、次の疑問として...どんな原子核が存在するの? 原子核の形は?とまだまだ分からないことだらけです。

私たちは、理化学研究所の加速器施設を使って身の回りにない様々な原子核を作り、その原子核を光らせ、その光を測ることで原子核の形を調べています。

原子核の調べ方を実験装置を紹介しながら、やさしく解説します。



⑦ 超並列計算機でのぞく 原子核の世界

湯川秀樹の中間子理論により、原子核中において核子(陽子・中性子)間に核力と呼ばれる“強い力”が働いている事が明らかになりました。では核力を感じる、多数の核子たちはどのように振る舞い、原子核全体を形成しているのでしょうか?

多数の粒子が集めた原子核は、単純な“足し算”ではその性質を理解できません。量子力学に基づいた方法をスーパーコンピュータを用いてどのように実現するのか、幾つかの方法を紹介し、これらのシミュレーション結果をパネル展示やアニメーションでわかりやすく解説します。

