

スピン物理

全ての素粒子はスピンという、地球の自転に相当する固有の角運動量を持っており、これは質量や電荷と同様に素粒子にとって基本的な性質（物理量）です。ここで、核子という、クォークやグルーオンから出来ている多体系に注目したとき、そのスピンは構成要素であるクォークやグルーオンのスピンから理解できるのでしょうか？

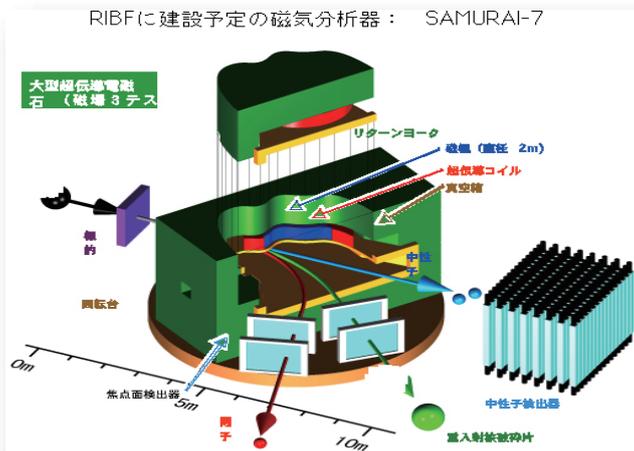
今までの研究では、クォークのスピンは核子スピンのせいぜい 30% 程度しか担っていないことが明らかになっていますが、グルーオンの部分についてはまだ手付かずです。また、核子内で対生成によって生じる反クォーク（海クォーク）のスピンについては核子と逆向きのスピンを持っているのではないかと驚くべき結果が報告されていますが、誰も直接測定したことはありません。

このように、素粒子にとって基本的な物理量であるスピンというものに対してでさえ、現時点では私たちの理解が及んでいない事柄があり、この謎を追求することは素粒子の世界を記述する QCD（量子色力学）のより深い理解にとって必要不可欠なことなのです。

これら核子スピンの謎を解明するべく、私たちは米国ブルックヘブン国立研究所で RHIC という加速器を用いて世界で初めて偏極陽子同士の衝突実験を開始しました。私たちのグループは、PHENIX という実験に参加して、ミュオン検出器や電磁力ロリメータ、陽子の偏極度を測る検出器の開発・設計を行っています。右上の絵は PHENIX 検出器の写真です。全体の大きさは 10m 以上もある巨大な実験装置です。

これまでに取得したデータから、陽子中のグルーオンのスピンに関して、これまでに世界中で集められた実験データを合わせたものよりもはるかに強い制限を与える結果を得ることが出来ました。この先さらにデータを取り続けることによって、数年後にはグルーオンのスピンが核子スピンの何%を担っているかが明らかになることでしょう。また、海クォークのスピンを直接測定するべく現在 PHENIX 検出器を改良中であり、こちらについても数年後には海クォークのスピンを直接測定した結果を世界で初めて報告できることでしょう。

以上のように、私たちは自然界をより深く理解したいという目標のもと、スピンという基本的物理量の謎について研究を進めています。



不安定核物理

SAMURAI-7 (Superconducting Analyzer for Multi Particles from Radio Isotope Beams with 7 Tm) という新しい実験装置の建設が、今年度から始まります。この実験装置は、不安定核の2次ビームをより効率良く利用するためのものです。京都大学では、この実験装置と組み合わせて使う time projection chamber を現在開発中です。これを用いて、陽子・中性子数の比が違う系における荷電パイオンの+と-の比を調べます。これにより、中性子星の性質を理論的に理解するインプット情報を得ることができます。

中性子干渉計

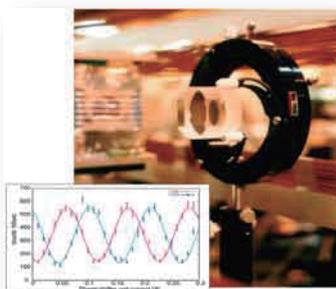
低いエネルギーもやっています！多層膜冷中性子干渉計

中性子干渉計は分離した波動関数に働く相互作用の違いを分波を重ね合わせて生じる干渉縞の位相差から読み解きます。私たちのグループではエネルギー1meV程度の冷中性子を反射できる「多層膜ミラー」を構成要素として、中性子干渉計の大型化・高感度化に取り組んでいます。

この新しい干渉計を用いて、量子力学に特有な幾何学的位相の1つである Aharonov-Casher位相の精密測定やさらには余剰次元探索に低エネルギー・非加速器物理の側から挑みます。

これまで開発は日本原子力研究開発機構の研究用原子炉で行ってきました。

今年からはJ-PARC/パルス中性子源の基礎物理ビームラインでの実験も始まりますよ。



アクシオン探索実験

銀河の回転やWMAPによる宇宙背景放射などの観測結果、並びに理論から、宇宙には大量に暗黒物質（ダークマター）が存在していることが確実視されていて、axionはその有力な候補のひとつです。また、axionは、QCDの予想に反して、強い相互作用における時間反転対称性が良く保存されているという問題を解決するために導入された擬スカラー粒子です。

そこで、非バリオン暗黒物質粒子としてaxionを探索することは、素粒子物理学の観点からも、宇宙物理学の観点からも、非常に意義のあるわけです。

私たちは、axion探索装置 CARRACK (Cosmic Axion Research with Rydberg Atoms in resonant Cavities in Kyoto) を用いて、axionの探索実験を行っています。

