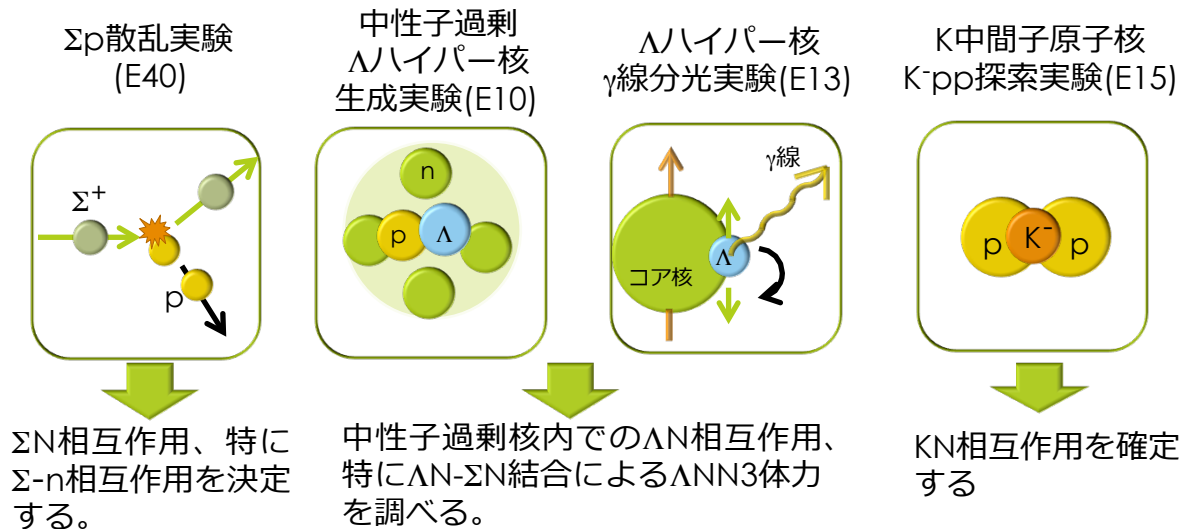


A02班活動報告 (2012年度)

中性子星のinner core、特にその境界から少し内側の密度 $\rho \sim 2-3\rho_0$ (ρ_0 は核密度)の領域では、中性子が主成分だがハイペロンが発生すると考えられている。この領域での中性子星核物質を理解するため、世界最高強度の陽子加速器施設J-PARCにおいて、ストレンジネス $S=-1$ のバリオン系の相互作用を4つの実験を通して調べる。

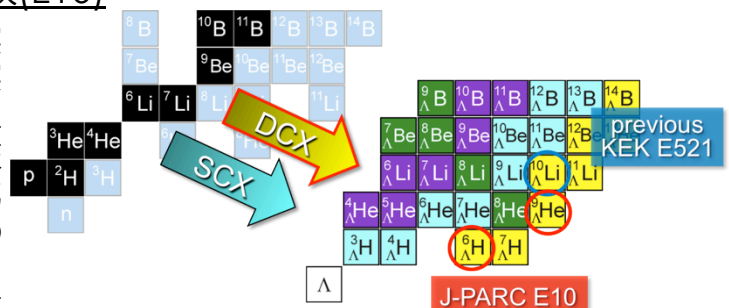


1年の活動のまとめ

2012年度においては中性子過剰 Λ ハイパー核分光実験が実際に2012年12月から2013年1月にかけて行われた。このE10実験の準備および遂行が大きな活動報告となる。またE40実験は、検出器開発を中心に進めているが、特に10M/spill (1spill=2sec)以上の大強度の π ビームを使用するためのビームラインファイバー検出器の開発が大きな進展であった。このファイバー検出器はE10実験でも使用され12M/spillのビームの使用を可能にした。E13実験、E15実験は2013年の5~6月にビームタイムがアサインされ、その実験準備を精力的に行い、2013年の3月のビームタイムではスペクトロメーターのコミッショニングを行った。

中性子過剰 Λ ハイパー核生成実験(E10)

2012年12月および2013年1月にE10実験のphase 1実験である ${}^6_\Lambda\text{H}$ の分光実験が行われた。通常のハイパー核の生成で使用する(π^+ , K^+)反応では、核内の中性子を Λ に変換するため、生成される Λ ハイパー核の陽子、中性子の比を大きく変えることはない。一方で(π^- , K^+)反応を用いると、右図に示す



ように原子核中の2つの陽子を中性子と Λ に変換するため、中性子のドリップライン近傍の中性子過剰な Λ ハイパー核を生成することが出来る。E10実験では ${}^6\text{Li}$ を標的として(π^- , K^+)反応を行うことによって超重水素である ${}^6_\Lambda\text{H}$ の生成そして分光を目的としている。

中性子過剰な核物質中では、 Λ N- Σ Nカップリングの効果による Λ NNの3体力の効果が著しく現れると予想される。 ${}^6_{\Lambda}\text{H}$ では、もし Λ NNの3体力による引力が強ければ、1.4MeVほどより束縛されるため、3体力の効果を調べる非常に良い対象となる。中性子星内部では、この Λ NNの3体力が大きな役割を果たすと考えられるため、非常に重要な測定となる。

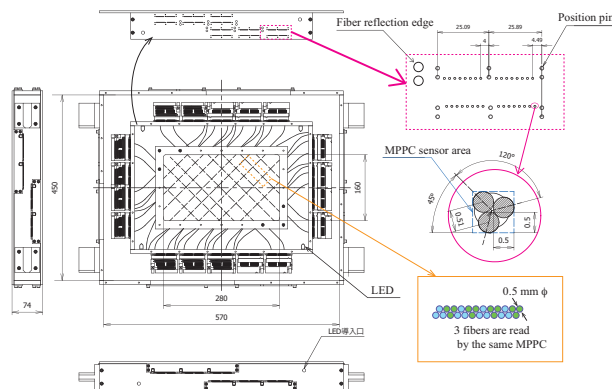
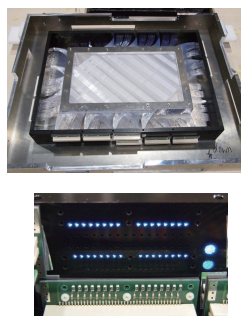
実験はJ-PARC K1.8ビームラインにおいて、SKSスペクトロメーターを用いて行われた。 (π, K^+) 反応は中性子過剰な Λ ハイパー核の生成が可能であるが、反応断面積は電荷を変えない (π^+, K^+) 反応に比べ3桁ほど小さい数10nb/sr程度の断面積であると考えられている。そのため、高強度ビームを使用するために、ファイバー検出器やSSD検出器の開発を行った。A02班ではこのファイバー検出器の開発を主に行い、実験を遂行した。ビームタイムの制限からプロポザルの約半分の 1.65×10^{12} の π ビームの照射量であったが、生成断面積を10nb/srと仮定すると90イベント程度の生成が予想される。現在、収集したデータの解析中である。上の写真は実験終了時の写真である。京大、東北大、阪大等多くの大学院生が参加した。



E10実験終了時の集合写真。京大、東北大、阪大等多くの大学院生が参加した。

高強度ビームを使用するためのファイバー検出器の開発

E10実験およびE40実験では10M/spill (1spill=2s)以上の高強度のビームを使用する。そのため、このような高強度のビーム下でも安定に動作し、かつ高い時間分解能でトリガーイベントをアクシデンタルバックグラウンドから区別することが可能なビームラインファイバー検出器をビームラインにインストールしてスペクトロメーターのアップグレードを行って来た。



開発したビームラインファイバー検出器SFT。右図にSFT-UVの図面を示す。ファイバーを $\pm 45^\circ$ に傾けて配置するデザイン。直径0.5mmφのファイバーを使用し、ファイバー読み出し面では3つのファイバーを1つのMPPCで読み出す工夫をしている。左の写真がSFT-UVの全体の写真、および読み出し部の写真になる。

特にA02班では、ビームが最も収束する標的下流にビームラインファイバー検出器SFTを開発した。SFTはファイバーを縦方向に並べるSFT-Xおよび $\pm 45^\circ$ に傾けて配置したSFT-UVの3層構造となり、ファイバー検出器下流のドリフトチェンバーと用いることにより、標的下流側の粒子のトラッキングを行う。特にE10実験では高分解能の反応分光を行うため、ファイバーでの多重散乱を抑制するために直径0.5mmφのシンチレーションファイバーを用いている。ファイバーの読み出しは新型の光検出器MPPCを用いており、読み出しチャンネルを減らすために、0.5mmφのファイバー3つを1つのMPPCで読み出しているのが大きな特徴である。多チャンネルのMPPCオペレーション制御や読み出しにはE40グループが開発したEASIROCボードを用いた。これらの検出器のアップグレードによって12M/spillのビーム強度を使用することに成功した。