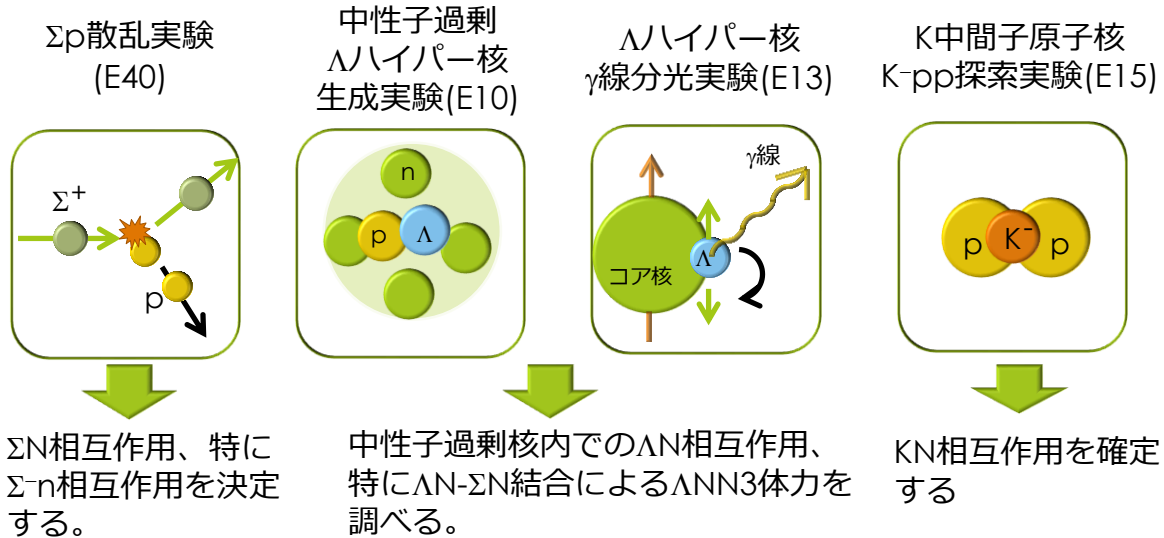


A02班活動報告 (2014年度)

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年度末に実施した ${}^6\text{Li}(\pi^-, K^+)$ 反応による中性子過剰 Λ ハイパー核 ${}^6_\Lambda\text{H}$ の生成実験(E10)では、ハイパー核のピーク K -は観測されなかったが、さらに詳細なデータ解析と理論解析を進めた。また、 ${}^3\text{He}(K, n)$ 反応による K -pp核の探索実験(E15)では、これまでに取得したデータを解析した。深い束縛エネルギー領域には K -pp核の幅の狭い束縛状態に対応するピークは見いだされなかったが、一方で Λpn 終状態を選択した場合、統計は乏しいが運動量移行の小さな事象に対し、 K -ppの閾値の近辺に興味深い構造が見られた。一方、2013年のJ-PARC事故により延期となっていた Λ ハイパー核精密 γ 分光実験(E13)の第1段階(${}^4_\Lambda\text{He}$, ${}^{19}_\Lambda\text{F}$ ハイパー核の γ 線測定)の準備をJ-PARC K1.8ラインにて進めた。また、 ΣN 散乱実験(E40)の準備として、開発に成功した円筒型多層ファイバー飛跡検出器CFTとBGOカロリメーターからなる散乱陽子検出器系の実機の製作や読出し回路の開発を進めた。

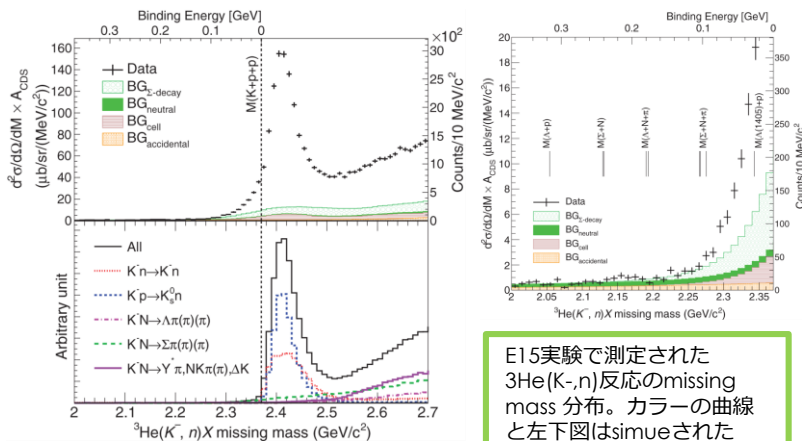
${}^6_\Lambda\text{H}$ の生成実験(E10)

前年度までの解析で、 ${}^6\text{Li}(\pi^-, K^+)$ 反応による ${}^6_\Lambda\text{H}$ の生成断面積として1.2 nb/srという上限値が得られていたが、さらに詳細なデータ解析を行って、バックグラウンドを一層減らすことに成功した。さらに、 Σ 生成($\pi^- p \rightarrow \Sigma^- K^+$)と Λ 生成($\pi^- p p \rightarrow \Lambda n K^+$)の両者にわたるmissing massの広い範囲のスペクトルを確定した。これを理論的に記述するため、D01班(原田氏)は、2重荷電交換反応による Λ ハイパー核生成、 Σ ハイペロン準自由生成、非束縛状態の Λ ハイペロン生成を統一的に扱う計算を行い、この計算結果と、得られた広範囲のスペクトルを比較することで、 ΣN 相互作用と ΣN - ΛN 結合の情報を得た。その結果は博士論文(本多良太郎氏)としてまとめられた。

K-pp核の探索実験(E15)

H25年のJ-PARC事故より前に収集した、 $3\text{He}(K-,n)$ 反応によるK-pp核の探索実験(E15)の初期的データを解析した。右図のように、高統計・高S/N比のinclusiveスペクトルを得たが、その深い束縛エネルギー領域にはK-pp核の幅の狭い束縛状態に対応するピークは見いだされなかった。結果は博士論文(橋本直氏)としてまとめられた。

一方 $\Lambda p n$ 終状態を選択した場合、統計は乏しいが運動量移行の小さな事象に対し、K-ppの閾値の近辺に興味深い構造が見られた。



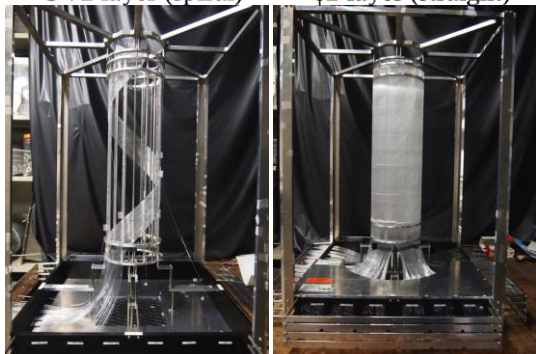
E15実験で測定された $3\text{He}(K-,n)$ 反応のmissing mass 分布。カラーの曲線と左下図はsimueされたバックグラウンド。K-pp核の束縛領域に過剰イベントが見いだされたが、ピーク構造はみられなかった。

Λ ハイパー核精密 γ 分光実験(E13)

2013年のJ-PARC事故で延期となっていた Λ ハイパー核精密 γ 分光実験(E13)の第1段階(4 Λ Heおよび 19Λ Fハイパー核の γ 線測定)の準備をJ-PARC K1.8ラインにて進めた。

Σp 散乱実験 (E40)

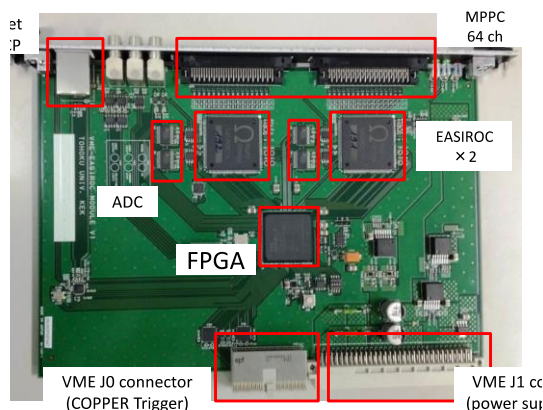
UV2 layer (spiral) $\phi 2$ layer (straight)



CFT 2フレーム目の写真。左図はファイバーを螺旋状に配置するUV2層の製作段階の写真。UV2層を製作後、その外側に $\phi 2$ 層のファイバーを直線状に配置。

Σp 散乱で反跳された陽子を検出するためのCATCHシステムについて、2014年度には実機の開発・製作を本格的にスタートさせた。CATCHは液体水素標的を密に取り囲み反跳陽子の軌跡を再構成するための円筒形ファイバートラッカー(CFT)、および陽子の運動エネルギーを測定するためのBGOカロリメーターからなる。左図のようにCFTは1つのフレーム構造に螺旋状にファイバーを配置するUV層と、ビームに対してファイバーをまっすぐ配置する ϕ 層からなる構造とし、全部で4つのフレーム構造を結合して合計8層のファイバー層を持つ検出器として設計した。本年度は、このCFTの2フレーム目($\phi 2$ およびUV2層を含む)を製作した。

またCFTに用いられる大量のMPPCの信号処理のために我々はMPPCの読み出しに特化した回路(VME-EASIROC)を開発した。この回路では64個のMPPCの動作電圧の調整、そしてADCおよびMulti-hit TDCのデータ収集が可能である。製作したCFT2フレーム目およびVME-EASIROCを用いて、東北大学のサイクロトロン施設(CYRIC)にてpp散乱を用いたテスト実験を行った。この実験でCFTの検出効率が99%であり、1 MeVに対してのエネルギー分解能が12%と要求性能(20%)以上の性能を持つことを確認した。この結果を受けて、残りのCFTの製作をスタートさせた。なお、この実験にはVME-EASIROCの使用を考えているB01班も参加した。



製作した64チャンネルのMPPCの読み出しが可能なVME-EASIROCボード。