

研究内容と実験計画の状況

中性子核物質の高密度領域での状態方程式 (EOS) の構築に不可欠なストレンジネス (S) -2 のバリオン間相互作用、 $\Lambda\Lambda$ 、 ΞN 、 $\Xi N \rightarrow \Lambda\Lambda$ 相互作用の情報を与える J-PARC ハドロン施設でダブル・ストレンジネス系の実験研究を行う。本計画研究でターゲットとする実験は、(1) 大立体角ハイペロン崩壊スペクトロメータによる H ダイバリオン探索・ $\Lambda\Lambda$ 相関等の測定 (J-PARC E42 実験) (2) エマルジョン実験によるダブル・ストレンジネス系事象の測定 (J-PARC E07 実験)、(3) (K^-, K^+) 反応分光による Ξ ハイパー核分光実験 (J-PARC E05 実験) である。(図 1) これらの実験は、国際的なコラボレーションで行われており、本計画研究での資金は、主に以下の 3 項目に使用する予定である。(A) これらの実験が行われる K1.8 ビームラインの検出器・データ収集系など基盤設備の改良による性能向上。(B) J-PARC E07 実験でのエマルジョン (一部) の製作やその画像解析装置の改良、並びに散乱 K^+ を測定する KURAMA スペクトロメータ系等の製作・整備。(C) ハイペロン崩壊スペクトロメータのうち、ヘルムホルツ型超伝導電磁石の製作、及び、飛跡検出器であるタイムプロジェクションチェンバー (Hyp-TPC) の信号読み出し回路系の開発と製作を行う。

A01 多重ストレンジネスのバリオン間相互作用

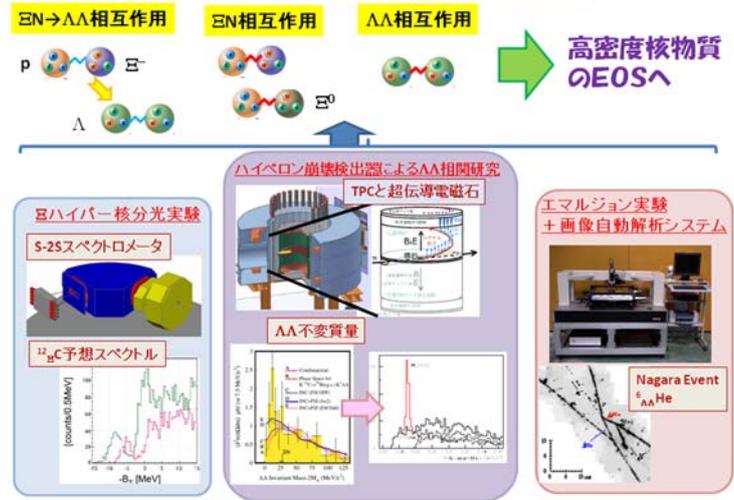


図 1 本計画研究で行う実験と得たい情報。

2015 年 4 月 24 日、2013 年に起きた事故により運転が停止していた J-PARC ハドロン施設の利用運転が再開した。本研究の実験を行う K1.8 ビームラインでは、まず、計画研究 A02 関連の実験 (Λ ハイパー核ガンマ線分光実験) を行った後に、後述する Ξ ハイパー核分光実験のパイロットランを行った。これらの実験で用いた SKS スペクトロメータを実験ホールの別のビームラインに移設して、その後、エマルジョン実験のための KURAMA スペクトロメータが設置された。

既存の SKS スペクトロメータを用いたハイパー核分光実験 E05 のパイロットラン

移設前の既存の SKS スペクトロメータを用いて、中程度 ($6 \text{ MeV}_{\text{FWHM}}$) の分解能での $^{12}\text{C}(K^-, K^+)$ 反応分光のパイロットランを行った。まずは、 K^- ビームの運動量を $1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9 \text{ GeV}/c$ と変えて、素過程反応 $K^- + p \rightarrow K^0 + \Xi^-$ の生成率 (収量) を CH_2 標的を用いて調べた (図 2)。その結果、これまで言われていたとおり、 $1.8 \text{ GeV}/c$ で、 Ξ^- の生成率が最大であることが確認され、 $1.8 \text{ GeV}/c$ で C 標的のデータを 200 時間取得した。 Ξ^- の総生成数は $50\text{--}60k$ で、束縛状態が存在すれば、 $50\text{--}60$ イベントが期待される。この統計量は、過去に BNL で行われた実験 E885 と同程度であるが、分解能は 3 倍以上向上している。 ^{12}C 標的のデータは詳細解析中である。

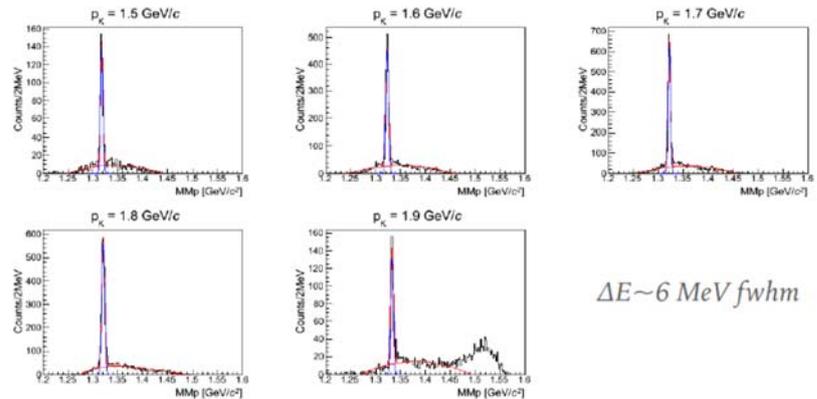


図 2 CH_2 標的での (K^-, K^+) 反応の K^- ビーム運動量 $1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9 \text{ GeV}/c$ での Missing Mass スペクトル (H 標的の運動学)。細かいピークは、H からの Ξ^- 生成、その下に広がる幅の広い構造は、 ^{12}C からの Ξ^- 自由生成に対応する。また、 $1.9 \text{ GeV}/c$ では、 Ξ^* 生成の寄与も見える

ハイペロンスペクトロメータ用ヘルムホルツ型超伝導電磁石を製作

これまで詳細設計を行ってきたヘルムホルツ型超伝導電磁石を製作した。製作は韓国の電磁石メーカーKR-tech 社で行った。コスト削減のため、コイルの冷却のための冷凍機本体2台は E42 実験の共同実験者の機関で調達して支給し、また、冷凍機の圧縮機や状態監視のためのモニター系は後年度に本科研費以外の資金も利用して整備することにして、電磁石本体を優先的に完成させた。電磁石は韓国の工場での動作確認の後、3月に KEK つくばキャンパスに納入された。今後、運転に必要な機器を整備して試運転を行う予定である。



図3 (左) 製作中の超伝導コイル。(右) 納品された超伝導電磁石。

エマルジョン実験にむけて K1.8 ビームラインに KURAMA 電磁石を設置

2015 年度のビーム利用終了後の 2016 年 2 月から K1.8 ビームラインの設置されていた SKS スペクトロメータを実験ホール南側の K1.1 ビームライン (将来建設予定) の実験エリアに移設する作業が開始された。この作業は3月中旬に完了して、KURAMA スペクトロメータの設置が開始された。図4に、K1.8 エリアに設置された KURAMA 電磁石の写真を示す。写真左側 (ビームからみて下流) には、KURAMA スペクトロメータ下流のドリフトチェンバー (DC2) が設置されている。これまで整備してきた KURAMA スペクトロメータ検出器をインストールし、2016 年 5 月からのビームタイムでスペクトロメータのコミッショニングとエマルジョンへのビーム照射を開始する予定である。



図4 K1.8 エリアに設置された KURAMA 電磁石とドリフトチェンバーDC2。