

**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、 $\Lambda\Lambda$ 、 $\Xi N$ 、 $\Xi N \rightarrow \Lambda\Lambda$  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  $\Lambda\Lambda$  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  $\Xi$  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、超伝導ソレノイド電磁石の製作、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。

**A01 多重ストレンジネスのバリオン間相互作用**

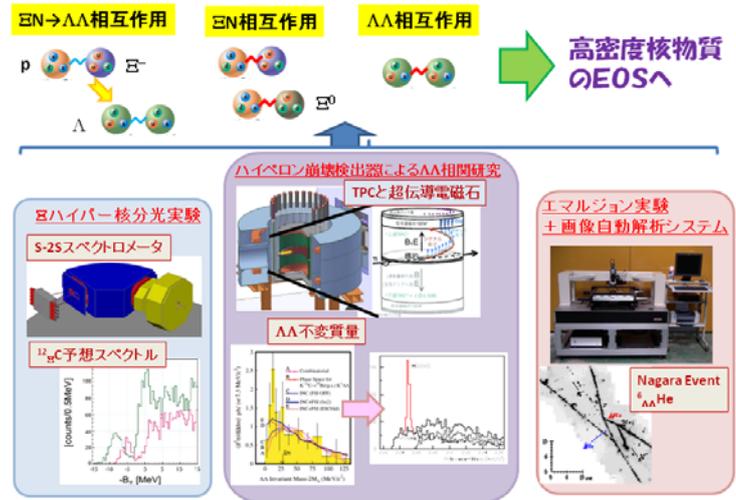


図 1 本計画研究で行う実験と得たい情報。

本新学術領域研究開始時点 (H24 年 6 月) での上記 3 つの実験の状況を述べておく。E07 実験、E05 実験については、J-PARC 原子核素粒子共同実験審査委員会 (PAC) でビーム利用が認められる Stage-2 採択を得ており、強度などのビーム条件や測定器など実験者側・施設側の装置の準備状況、他の実験との優先順位を検討して割り当てられるビームタイムの割り当てを待っている状況である。E07 実験はビーム強度に対する要求が低いので、ダブル・ストレンジネス系の実験では、最初に実行できると期待し、また、希望している。E42 実験については、H23 年度に実験の新規提案を行ったが、継続審議となった。

H24 年 7 月に開かれた PAC において、E42 実験は、物理的な意義を認めるという Stage-1 採択を獲得した。また、中期的な計画として、ダブル・ストレンジネス系の実験を行う K1.8 ビームライン<sup>1</sup>に設置されている SKS スペクトロメータを、H25 年夏からの加速器の長期停止期間に K1.1 ビームラインに移設し、K1.8 には KURAMA スペクトロメータを設置し H26 年から E07 実験を実施する方向性が確認された<sup>2</sup>。

**—K1.8 ビームライン基盤設備の整備—**

K1.8 ビームスペクトロメータ下流部は、ビーム飛跡を XX'-UU'-VV'面 で構成された 2 台のドリフトチェンバー (DC) で測定する。J-PARC では、大強度のビームを取り扱うことから、アノード間隔 3mm の DC を開発したが、予算と時間の問題から、1 台は KEK 12GeV-PS で使用されていきたアノード間隔 5mm の DC をとりあえず使用しており、より強度の高いビームの使用に関して不安を抱えていた。SKS スペクトロメータの最上流部では UU'-VV'の 4 面構成のアノード間隔 3mm の DC (SDC1) が使われている (図 2)。ここは実験標的の直前でビームのサイズが小さくなる場所であることから、DC よりもレートに強いファイバートラッカー (SFT) に置き換える計画があったので、本研究費により XX'面を新規製作し SDC1 を 6 面構成に改造して、ビームライン用の DC とした。



図 2 SKS 最上流のアノード間隔 3mm の DC。2 面を追加し、ビームスペクトロメータ用の DC に改造した。

また、これら DC の読み出しをデータ収集上ボトルネックとなっていた TKO システム上のマルチヒット TDC から J-PARC 実験用に開発した

<sup>1</sup> 計画研究 A02 での実験もこのビームラインで行われる。

<sup>2</sup> H25 年 5 月に起きた事故により、この計画は延期され、E07 実験の開始は少なくとも 1.5~2 年の遅れとなる見込みである。

COPPER システム上のマルチヒット TDC に置き換えたこと、加速器からの取り出しビームの時間構造の改善も合わせて、H24 年 12 月から開始された E10 実験<sup>3</sup>では、これまで、3–4M pions/spill（ビーム取り出し長さ 2 秒）であったビームを 12M pions/spill の強度で用いることができた。

### –KURAMA スペクトロメータと

#### エマルジョン画像自動解析システム–

E07 実験提案時点よりエマルジョンの価格が上昇したため、十分な量を用意することができないことが分かり、その対策として、散乱  $K^+$  を測定する KURAMA スペクトロメータの立体角を増やすことを検討した。KURAMA 電磁石の磁極間を以前の実験時の 50cm から 80cm にする<sup>4</sup>により、単純計算で 1.6 倍の立体角となる。これにより、最大磁場が 0.8T 程度となり、以前に使用していた 1T より弱くなるが、ビームラインホドスコープ (BH)、磁石入口のホドスコープ検出器 (CH) と最下流の Time-Of-Flight 測定用ホドスコープ (FTOF) のセグメント間の (3 重) Matrix Trigger によって、トリガー段階での運動量選別が充分であることが検討の結果わかったので、拡げたセットアップを採用する。磁極間を拡げたことにより、電磁石下流の検出器を以前より大型にする必要がある。飛跡検出器の DC は、有効領域  $1185 \times 1185 \text{mm}^2$  の KL チェンバーと有効領域  $1900 \times 1280 \text{mm}^2$  の AIDA チェンバーを使うことにし、10 年以上使用していない AIDA チェンバーの切れたワイヤー等の補修を行った (図 3)。また、FTOF, CH 検出器製作の準備を進めた。

岐阜大学では、カウンター情報を用いるハイブリッド法および用いない全スキャン法によるエマルジョン自動画像解析システムの開発・改良が進められている。H24 年度は、他の研究費も使い、新たに 2 台のスキャン装置を整備した (図 4)。これで合計 8 台のスキャン装置が揃った。ビーム照射後には、4 台をハイブリッド法、3 台を全スキャン法、1 台を人間による詳細な解析に使用する予定である。



図 3 KURAMA スペクトロメータ下流部の大型 DC。KL チェンバー (左) と AIDA チェンバー (右)

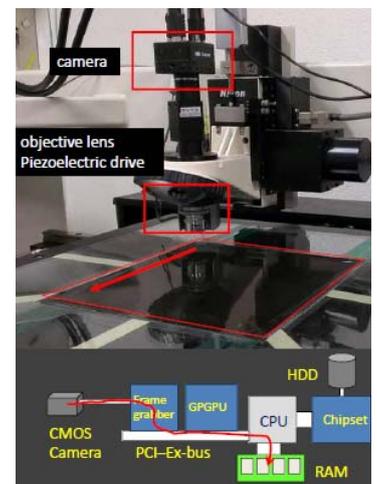


図 4 エマルジョン画像スキャンシステム

### –ハイペロン崩壊スペクトロメータの建設–

主要検出器となる Hyp-TPC の設計を進めるとともにプロトタイプ TPC を用いたテストを行った。過去の経験などから、TPC の位置較正が最終的な性能に重要であることが分かっていたので、本研究費において、位置較正装置としての YAG レーザー装置を導入した。磁場による位置分解能の依存性を調べるため、J-PARC ハドロン実験施設の大型電磁石 (FM 電磁石) で導入した位置較正装置を用いた測定を準備している (図 5)。(実際の測定は H25 年 4 月に行った。)

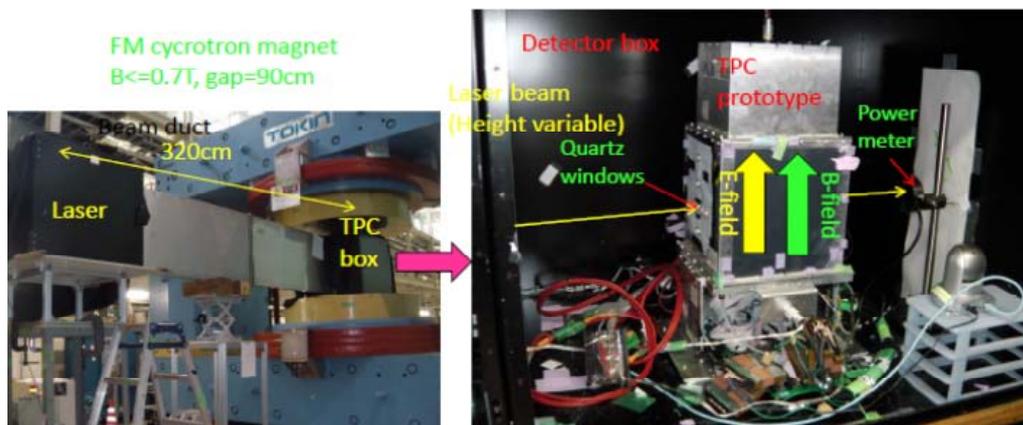


図 5 磁場中での位置較正装置 (YAG レーザー) を用いた位置分解能測定テストの様子。

<sup>3</sup> この実験は計画研究 A02 に関する。

<sup>4</sup> 別の目的で既に改造されている。