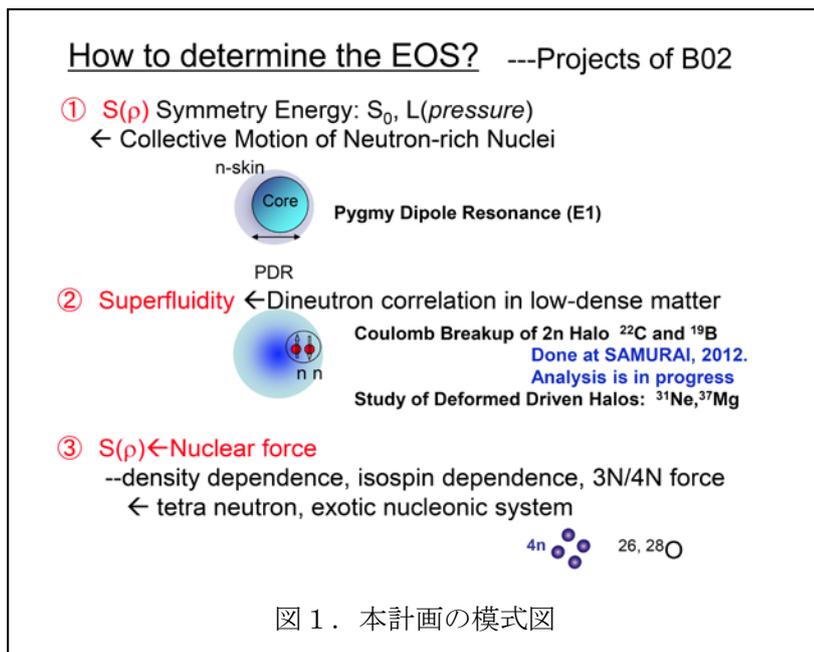


計画研究 B02 「中性子過剰な中低密度核物質の物性」 H28 年度の活動報告

本計画研究では、理研 RIBF で得られる高強度の不安定核ビームを用いた実験によって、中性子星の物理で最重要課題の一つとなっている中性子過剰核物質の状態方程式(Equation of State: EOS)を解明し、さらに中性子星内の核子の引き起こす多体相関などの物性を探ることを目指している。そのため、図1のように①中性子スキン核の核応答の研究、特に不安定核の特異な電気双極子励起モード、ピグミー双極子共鳴(Pygmy Dipole Resonance: PDR)の研究、②低密度の中性子状態を表面にもった中性子ハロー核の研究、特に中性子星内の超流動状態を解明することを旨としたダイニュートロン相関の研究、③超中性子過剰となった非束縛核子系の研究という 3 本柱でこの課題に取り組んでいる。



H28 年度に得られた研究成果のうち代表的なものについて紹介する。タイトル横の数字(①)等は上記①②③に対応。

1. ピグミー双極子共鳴実験用ガンマ線カロリメータの完成 (①)

中性子過剰カルシウム核 ($^{50, 52}\text{Ca}$) の電気双極子応答を調べ、ピグミー双極子共鳴の観測を目指している。これにより $S(\rho)$ に制限をつける。これを観測するためには、 ^{52}Ca の場合、これをクーロン励起し、その後放出される荷電フラグメント、中性子、および γ 線を同時計測して不変質量を求め、励起スペクトルを構築する必要がある。特にガンマ線は放出荷電フラグメントからカスケード的に複数本放出されることも多いので、高効率のガンマ線検出器が必要となる。そこで、本研究では、 γ 線検出効率の高いセシウム結晶を用いた γ 線カロリメータの開発を進めてきたが H28 年度に完成させた (図 2)。

さらに、これを理研 RIBF の多種粒子測定装置 SAMURAI において行った $^{31}\text{Ne}, ^{32}\text{Ne}$ の分解反応の実験にこの CATANA を設置し (下記 2.)、不安定核からの γ 線観測に成功した。なお、理研ビームタイムのスケジュールの関係で H28 年度にはわずかに間に合わなかったが、H29 年 4 月には $^{50, 52}\text{Ca}$ の電気双極子応答の実験を実施し、成功させた。そのオフライン解析を現在進めているところである。

2. 変形誘因型ハローの研究 (②)

^{31}Ne が変形誘因型ハローであることを H26 年度に発表したが、その変形度や変形核に現れる特徴的な回転バンドの発見には至っていなかった。こうした変形ハロー現象の物理を探るため、SAMURAI において ^{31}Ne のクーロン分解反応、および ^{32}Na の一陽子分

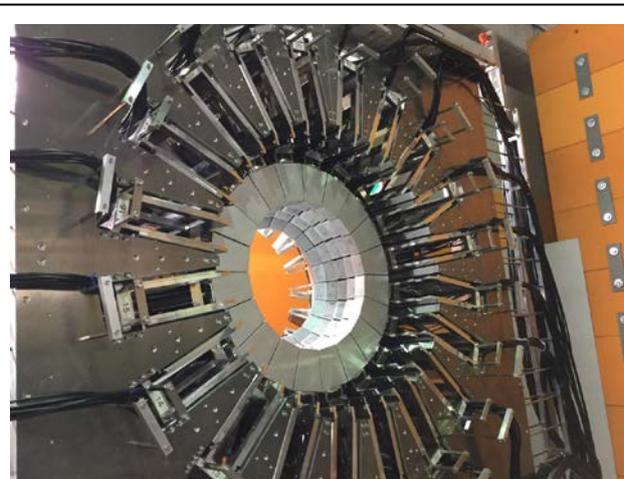


図 2 本予算で建設し、H28 年度に完成した γ 線カロリメータ CATANA。

離反応, ^{32}Ne の一中性子分離反応の実験を行った。実験は成功し、上記に述べたようにいくつかの不安定核に起因する γ 線のピークを観測した。現在、オフライン解析を進めているところである。

3. 中性子ハロー核の相互作用断面積の研究 (②)

2 中性子ハロー核 ^{22}C の相互作用断面積の導出に成功した。その結果、ハローの重要な指標となる rms 半径について、先行研究よりも 1 桁以上精度を向上させた。中性子ハローを示す大きな半径ではあるが、一方で半径の値は先行研究の値より小さめであることもわかった。以上の結果は本新学術領域予算で雇用した特任助教を筆頭著者として Physics Letters B 誌に発表された[1]。

4. 中性子超過剰酸素同位体 ^{27}O , ^{28}O の生成実験の解析 (③)

前年度に行い、成功させている ^{27}O , ^{28}O の解析を引き続き進めた。荷電粒子の解析をほぼ終えた。

5. 二重荷電交換反応によるテトラ中性子の生成 (③)

二重荷電交換反応 $^4\text{He} (^8\text{He}, ^8\text{Be})$ を用いて統計量を 1 桁あげた「テトラ中性子」の探査実験が行われた。

6. 次世代中性子検出器の開発

複数中性子の同時測定を可能にするため、反跳陽子のトラッキングを可能にする次世代型中性子検出器の開発を前年度に続いて進めた。H26 年度にはプロトタイプ検出器をかんせいさせ、動作確認に成功した。これを用いてテトラ中性子の崩壊を可視化できる可能性が出てきた。

参考文献

1. Y. Togano*, T. Nakamura, Y. Kondo, et al., "Interaction cross section study of the two-neutron halo nucleus ^{22}C ", Phys. Lett. B **761** (2016) 412-418. 国際共著、査読有. DOI:10.1016/j.physletb.2016.08.062