

# 物理教室年次報告書

## 平成24年度

2013年3月  
九州大学大学院理学研究院物理学部門

# 粒子物理学講座(原子核実験グループ)

## 研究室構成員

野呂哲夫 教授      相良建至 教授  
若狭智嗣 准教授      寺西高 准教授  
森川恒安 助教      藤田訓裕 助教      坂口聡志 助教  
前田豊和 技術職員

## 《 大学院 博士課程 》

谷口雅彦      岩淵利恵      山口祐幸

## 《 大学院 修士課程 》

石橋和久      Maria Theodora Rosary      岩崎諒      岡部貴博  
木村駿太郎      山口祐幸      田中翔基      野副貴博  
三鼓達輝      山足麻耶      大中貴恵      兒玉大輔  
西山憲一      福永拓      前田裕史      安田淳平

## 《 学部 卒業研究生 》

稲田拓真      牛尾国久      衛藤竜一      神ゆりえ  
田尾成章      高尾秀明      成清義博      西尾康貴  
濱元健一      林慶太      伴忠彦

## 担当授業

力学基礎・同演習(野呂哲夫、相良建至)、コアセミナー(若狭智嗣)、  
電磁気学(野呂哲夫)、自然科学総合実験(寺西高)、力学(若狭智嗣)、  
電磁気学I・同演習(相良建至)、物理学実験(藤田訓裕、坂口聡志、寺西高)、  
物理実験学(寺西高)、最先端物理学(寺西高)、原子核物理学(野呂哲夫)、  
物理学ゼミナール(若狭智嗣)、原子核・高エネルギー実験学(相良建至)、

## 研究・教育目標と成果

低エネルギー  $pd$  分解反応における **Star** 異常の検証(相良建至、石橋和久、木村駿太郎、田中翔基、大中貴恵、前田裕史)

$p + d \rightarrow p + p + n$  分解反応で放出された 3 核子が、正 3 角形をなして遠ざかり、その正 3 角形がビーム軸と垂直となる運動学条件を **Space Star** と呼ぶ。Space Star で分解反応断面

積が理論計算値と合わない現象を Space Star anomaly(SS anomaly) と呼ぶ。断面積異常の SS anomaly は、原因候補すら判っていない。SS anomaly は最初  $n + d \rightarrow n + n + p$  反応で報告されたが、我々は高信頼度で測定できる  $p + d \rightarrow p + p + n$  反応で SS anomaly を系統的に調べている。

正3角形がビーム軸と成す角度を  $\alpha$  とする。 $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$  の測定から  $90^\circ$  で anomaly が最大で、 $90^\circ$  から離れると anomaly がゆっくり減少する事を既に見出している。今年度は、 $\alpha = 90^\circ$  に固定し、 $p$ - $p$  間の開き角  $\beta$  ( $\beta = 120^\circ$  で正3角形) を、 $100^\circ$ 、 $120^\circ$ 、 $140^\circ$ 、 $160^\circ$  で測定した。昨年度に  $180^\circ$  で測定した。120 では再測定をした。その結果、anomaly は  $\beta = 120^\circ$  (正3角形) で最大で、 $120^\circ$  から離れるとゆっくり減少する傾向が見られた。Anomaly の最大値は 15% ではなく約 9% である事も判った。Anomaly は Space Star 付近に局在し、その大きさは約 9% しかない。何らかの干渉で生じるのか、Ay puzzle と連動して生じるのか。

次年度に anomaly のエネルギー依存性を調べつつ、Space Star Anomaly の原因を考察する。

## 2 中性子共鳴の探索 (相良建至、石橋和久、田中翔基、木村駿太郎、前田裕史、大中貴恵)

$nn$  間相互作用は直接実験ができないので未確定である。2010 に Witala と Gloeckel が、もし  $nn$ -force が 8 と指摘した。そこで我々は  $nn$  共鳴の存否を確認するために、 $D(d, n)^3\text{He}$  で生成した 0 度方向の  $n$ -beam を用いて  $D(n, p)nn$  断面積を測定する準備を進めている。

$D(n, p)nn$  実験の問題は、検出する  $p$  が微量なことと、 $D(d, n)^3\text{He}$  からの大量の  $n$  が Si 検出器にバックグランド (BG) を生じさせることである。今年度は、一次  $d$  ビームが  $\text{D}_2$  ガスか Ta 薄膜及び Ta 板にしか当たらないよう標的容器を改良して、 $D(d, n)^3\text{He}$  以外の  $n$  発生をなくした。また、 $\Delta E$ -E 型と  $\Delta E$ - $\Delta E$ -E 型の検出器を試したが BG 低減効果はほぼ同じと判明した。検出器前の金属製のスリットとシールド内壁で  $X(n, p)$  反応で発生した  $p$  が BG になっているので、 $(n, p)$  反応  $Q$  値が負で大きい炭素でスリットとシールドを作るしかないと判った。炭素シールドは次年度の課題である。

## スピン双極子共鳴に対するテンソル相関の影響 (若狭智嗣、岡本緑)

原子核物理学におけるホットな話題の 1 つとして、Shell Evolution をはじめとする原子核構造に対するテンソル力の効果が挙げられる。我々は、このテンソル力が励起状態、特に集団性の高い双極子巨大共鳴 (SDR) のような励起モードにどのような影響を及ぼしているのかに興味を持っている。SDR のスピン・パリティ  $J^\pi$  は  $0^-$ 、 $1^-$ 、 $2^-$  と 3 種類存在する。テンソル力の効果は  $J^\pi$  に強く依存する事が理論的に示唆されており、SDR をその  $J^\pi$  を分離して同定する事が重要となる。我々は偏極移行量と呼ばれる量が  $J^\pi$  に非常に敏感であることに着目し、 $^{208}\text{Pb}(p, n)$  の偏極移行量の情報を用いて、 $^{208}\text{Pb}$  の SDR を  $J^\pi$  で分離することに世界で初めて成功した。その結果、三重偶 (TE) のテンソル力が  $1^-$  に対して引力的な相関を与えている事、更には三重奇 (TO) のテンソル力が  $0^-$  に対して引力的な相関を与えている事を、実験的に解

明した。

#### 原子核巨大共鳴を用いた核物質の状態方程式の研究 (安田淳平、若狭智嗣)

原子核の状態方程式は最も基本的な物理量の1つであるが、そのアイソスピン依存性(対称エネルギー項)には不定性が大きい。対称エネルギー項は、大部分が中性子で構成される中性子星の性質を特徴付けるため、宇宙物理においても非常に重要な量である。我々は、対称エネルギー項を実験的に求める手段として、荷電交換反応におけるアンチアナログ双極子共鳴(AGDR)に着目した。AGDRでは陽子と中性子が逆位相で振動しており、対称エネルギーが復元力としてはたっている。偏極移行量を測定することにより、物理的バックグラウンドとなるスピン双極子共鳴(SDR)を実験的に分離し、これまでにない精度でAGDRの励起エネルギーを導出した。励起エネルギーと最新の理論計算との比較から対称エネルギーに制限を与えることに成功し、硬い(Stiff)と呼ばれる状態方程式を支持するとの結果を得た。この結果は、近年測定された太陽質量の約2倍の質量を持つ中性子星の観測結果と無矛盾である。

#### ( $p, 2p$ ) 反応を用いた Ca 核内有効 $ls$ 分離エネルギーの測定 (野副貴博、坂口聡志、野呂哲夫)

近年の不安定核物理の発展によって、中性子過剰核など安定領域から離れた原子核の殻構造が安定領域とは異なっていることが分かって来た。その殻構造変化を生み出す原因の一つとしてテンソル力の働きが注目されており、大塚氏はテンソル力によるモノポール効果を提唱している。この効果があると、陽子の  $j_>$  軌道と  $j_<$  軌道とのエネルギー差が、特定の軌道の中性子数に応じて変化する。

この効果の検証には、 $f_{7/2}$  軌道の中性子数が大きく異なる Ca 同位体で陽子の  $d_{3/2}$  軌道と  $d_{5/2}$  軌道のエネルギー差の変化を調べることが有効である。そこで、陽子ノックアウト反応である ( $p, 2p$ ) 反応を用いて両軌道の強度分布を調べるプログラムを始めている。この測定では、個々の準位を分離測定するために高分解能が要求されるため、数年前から RCNP の 2 アームスペクトロメータ系の高分解能化に取り組んできた。その結果、今年度の開発で  $\Delta E=160\text{keV}$  を達成、本測定実施に目処をつけた。

#### スピン偏極陽子による不安定核の反応・構造研究 (坂口聡志)

近年、テンソル力・スピン軌道力・三体力と言ったスピン依存相互作用の不安定核における現れが注目を集めている。不安定核ビーム実験用の世界唯一の偏極陽子標的を用いて、スピン自由度を活かした不安定核研究を進めている。

1. 「陽子弾性散乱」 弾性散乱におけるスピン軌道結合の弱化に関して決定的な結論を得るため、反応模型の確立された  $200\text{MeV}/A$  における  $p\text{-}6\text{He}$  偏極分解能測定を理研 RI ビームファクトリー実験課題採択委員会において提案し、採択された。実験遂行のため、偏極標的の面積化・検出器セットアップの構築を進めている。

2.「荷電交換反応によるIAS状態の励起」 阪大RCNPにおいて行った錫同位体からの(p,n)IAS反応について、データの理論解釈を九大核理論研究室と協同で進めている。スキンの厚さと微分断面積の間に理論的な関係が示唆された一方で、感度や定量性及びデータとの関係について、より理解を深めていく必要がある。

3.「核子ノックアウト反応」 理研RIBFにおいて、偏極陽子による世界初の核子ノックアウト反応測定を行った。不安定な酸素同位体をビームとし、反跳陽子及び中性子を測定した。

4.「陽子共鳴散乱」 陽子共鳴散乱は、不安定核の非束縛状態を研究するための強力な手法である。共鳴散乱における偏極物理量測定の実現のため、常温での陽子偏極の研究を行った。光励起強度の増強及び温度制御により、従来は5%以下であった偏極度を3倍に向上させることに成功した。

天体ヘリウム-炭素核融合反応速度の測定（相良建至、寺西高、藤田訓裕、前田豊和、山口裕幸、Maria T. Rosary、劉盛進、三越達輝、岩崎諒、兒玉大輔、成清義博、濱元健一、田尾成明、判忠彦）

$E_{cm}=1.2\text{MeV}$  測定： 天体核反応  $^{12}\text{C}+^4\text{He} \rightarrow ^{16}\text{O}+\gamma$  全断面積の  $E_{cm}=1.5\text{MeV}$  での測定成功の後、今年度は  $E_{cm}=1.2\text{MeV}$  での測定を試みた。

イオンチェンバー： $^{16}\text{O}$ と $^{12}\text{C}$ (BG)を分離するイオンチェンバー+SSD( $\Delta EE$ カウンター)を開発して $^{16}\text{O}$ と $^{12}\text{C}$ は分離出来たが、大量の低エネルギー $^{12}\text{C}$ がpile-upしてBGになるので $\Delta E1\Delta E2E$ タイプに改造して解決した。

$^{16}\text{O}$ のBG： 標的付近から $^{16}\text{O}$ のBGが発生している事が判った。本物の $^{16}\text{O}$ と区別できないので発生源をなくすしかない。 $^{16}\text{O}$ のBGは、標的容器(真鍮)内壁の酸化皮膜に $^{12}\text{C}$ ビームが当たって発生していると判った。金メッキを試みたが、内径2.5mmの内壁は十分にメッキが出来なかった。金膜を内張りしてみたが、加工時に金表面に酸化物が付着したのか、 $^{16}\text{O}$ のBGが発生した。きれいな表面の金で内張りする方法を研究中である。

Heガス循環系：膜なしHeガスには1日15-20 $\text{m}^3$ のHe流量が要る。Heは世界的に不足し、循環利用が不可欠である。そこで95%のHeを再利用しクライオ冷凍機で空気・油・水を除去するガス循環系を製作し試運転した。循環系のHeリザーバーの1 $\text{m}^3$ バルーンからのアウトガスが $^{16}\text{O}$ のBGを生じると判り、金属製リザーバー+圧力調整器に置き換えつつある。

次年度には、 $^{16}\text{O}$ のBGを解決して $E_{cm}=1.2\text{MeV}$ で測定する。その後Recoil Mass Separatorを大口径化して $E_{cm}=1.0\text{MeV}$ での測定に取り掛かる。

低エネルギー不安定核ビームによる不安定核の研究(寺西高)

RIビームを用いて不安定核の共鳴準位を探索し、不安定核の構造や不安定核が関与する天体核反応についての知見を得ることを目標にしている。今年度は、近い将来に計画している偏極陽子標的とRIビームによる共鳴散乱実験に向け検討をおこなった。いくつかのモデルケー

スに対し、独自開発の R-matrix コードにより偏極分解能を計算した。その結果を取り入れたモンテカルロ・シミュレーションを行い、現実的な実験条件下で測定が十分可能であることを示した。また、伊都キャンパスに設置するタンデム加速器に中・長寿命不安定核の 2 次イオンを入射する計画の検討を進めた。プロトタイプとして用いる RF・荷電交換イオン源の設置作業や関連する制御系の開発を行った。

加速器質量分析の開発と利用 (野呂哲夫、坂口聡志、岡部貴博、山足麻耶、西山憲一)

九大タンデムで加速器質量分析システムの安定化を目標として、イオン源、ビーム輸送系、検出器系の改良を行っている。ビームトランスポートは、上流から順に設定手法の確立を図っている。また、遠隔モニター・制御系の整備を進めている。

さらに、より重い元素の AMS 測定実現に向けて、マルチアノードイオンチェンバーの試作・テストを行い、2次元位置読み出しの手法を確立した。

## 発表論文

### 《原著論文》

Complete sets of polarization transfer observables for the  $^{208}\text{Pb}(\vec{p}, \vec{n})$  reaction at 296 MeV and Gamow-Teller and spin-dipole strengths for  $^{208}\text{Pb}$

T. Wakasa, M. Okamoto, M. Dozono, K. Hatanaka, M. Ichimura, S. Kuroita, Y. Maeda, H. Miyasako, T. Noro, T. Saito, Y. Sakemi, T. Yabe, and K. Yako

Phys. Rev. C **85**, 064006 (2012).

Gamow-Teller transition strengths in the intermediate nucleus of the  $^{116}\text{Cd}$  double- $\beta$  decay by the  $^{116}\text{Cd}(p, n)^{116}\text{In}$  and  $^{116}\text{Sn}(p, n)^{116}\text{In}$  reactions at 300 MeV

M. Sasano, H. Sakai, K. Yako, T. Wakasa, M. Dozono, V. Rodin, A. Faessler, K. Fujita, M.B. Greenfield, K. Hatanaka, K. Itoh, T. Kawabata, H. Kuboki, Y. Maeda, K. Miki, K. Muto, S. Noji, H. Okamura, Y. Sakemi, K. Sekiguchi, Y. Shimizu, Y. Sasamoto, Y. Tameshige, A. Tamii, and T. Uesaka

Phys. Rev. C **85**, 061301 (2012).

Shallow and diffuse spin-orbit potential for proton elastic scattering from neutron-rich helium isotopes at 71 MeV/nucleon:

S. Sakaguchi, T. Uesaka, N. Aoi, Y. Ichikawa, K. Itoh, M. Itoh, T. Kawabata, T. Kawahara,

Y. Kondo, H. Kuboki, T. Nakamura, T. Nakao, Y. Nakayama, H. Sakai, Y. Sasamoto, K. Sekiguchi, T. Shimamura, Y. Shimizu, and T. Wakui  
Physical Review C **87** (2013) 021601(R).

Measurement of the vector and tensor analyzing powers for dp-elastic scattering at 880 MeV:  
P.K. Kurilkin, V.P. Ladygin, T. Uesaka, K. Suda, Yu.V. Gurchin, A.Yu. Isupov, K. Itoh, M. Janeka, J.-T. Karachuk, T. Kawabata, A.N. Khrenov, A.S. Kiselev, V.A. Kizka, V.A. Krasnova, N.B. Ladygin, A.N. Livanova, Y. Maeda, A.I. Malakhov, S.M. Piyadin, S.G. Reznikov, S. Sakaguchi, H. Sakai, Y. Sasamoto, K. Sekiguchi, M.A. Shikhalev, T.A. Vasiliev, and H. Witala  
Physics Letters B, 715 (2012) 61-65.

Experimental study of resonant states in  $^{27}\text{P}$  via elastic scattering of  $^{26}\text{Si}+p$ :  
H.S. Jung, C.S. Lee, Y.K. Kwon, J.Y. Moon, J.H. Lee, C.C. Yun, S. Kubono, H. Yamaguchi, T. Hashimoto, D. Kahl, S. Hayakawa, Seonho Choi, M.J. Kim, Y.H. Kim, Y.K. Kim, J.S. Park, E.J. Kim, C.-B. Moon, T. Teranishi, Y. Wakabayashi, N. Iwasa, T. Yamada, Y. Togano, S. Kato, S. Cherubini, G.G. Rapisarda,  
Physical Review C 85 (2012) 045802-1-9.

$\alpha$ -resonance structure in  $^{11}\text{C}$  studied via resonant scattering of  $^7\text{Be}+\alpha$  and with the  $^7\text{Be}(\alpha,p)$  reaction:  
H. Yamaguchi, D. Kahl, Y. Wakabayashi, S. Kubono, T. Hashimoto, S. Hayakawa, T. Kawabata, N. Iwasa, T. Teranishi, Y.K. Kwon, D.N. Binh, L.H. Khiem, N.N. Duy,  
Physical Review C 87 (2013) 034303-1-12.

《Proceedings》

Decomposing spin-dipole resonances by complete polarization transfer measurements:  
T. Wakasa, M. Okamoto, M. Dozono, K. Hatanaka, M. Ichimura, S. Kuroita, Y. Maeda, H. Miyasako, T. Noro, T. Saito, Y. Sakemi, T. Yabe, and K. Yako  
AIP Conf. Proc. **1524**, 46 (2013).

Analyzing power in elastic scattering of polarized protons from neutron-rich helium isotopes:  
S. Sakaguchi, Y. Iseri, T. Uesaka, M. Tanifuji, Aoi, Hiyama, Ichikawa, S. Ishikawa, K. Itoh, M. Itoh, H. Iwasaki, T. Kawabata, T. Kawahara, H. Kuboki, Y. Maeda, T. Nakao, H. Okamura,

H. Sakai, Y. Sasamoto, M. Sasano, Y. Satou, K. Sekiguchi, K. Suda, D. Suzuki, A. Tamii, T. Wakui, K. Yako, M. Yamaguchi, and Y. Yamamoto  
Few-Body Systems, DOI 10.1007/s00601-013-0617-1 (2013).

Systematic Experiment on Star Anomaly in  $pd$  Break up at  $E/A = 9.5$  MeV:  
K. Ishibashi, K. Sagara, S. Kimura, S. Tanaka, T. Yabe, S. Kuroita, T. Tamura, M. Okamoto, Y. Maeda, Y. Ooishi, Y. Ishibashi, A. Ozawa, Y. Tagishi, and T. Komatsubara  
Few Body Systems Vol. 54 #1-4 (2013) 295-298, Proc. of APFB2011 (Seoul 2011. 8.22-8.26)

Direct measurement of  $^{12}\text{C}+^4\text{He}$  fusion cross section at  $E_{\text{cm}} = 1.5$  MeV at KUTL:  
H. Yamaguchi, K. Sagara, K. Fujita, T. Teranishi, M. Taniguchi, S. Matsuda, S. Liu, T. Mitsuizumi, M. Iwasaki, and Maria T. Rosary  
Few Body Systems Vol. 54 #1-4 (2013) 299-302, Proc. of APFB2011 (Seoul 2011. 8.22-8.26).

Search for QFS Anomaly in  $pd$  Breakup Reaction Below  $E_p = 19$  MeV:  
S. Kimura, K. Sagara, S. Kuroita, T. Yabe, M. Okamoto, K. Ishibashi, T. Tamura, S. Tanaka, Y. Maeda, Y. Ooishi, Y. Ishibashi, A. Ozawa, Y. Tagishi, and T. Komatsubara  
Few Body Systems Vol. 54 #1-4 (2013) 367-370 Proc. of APFB2011 (Seoul 2011. 8.22-8.26).

Cross Section Enhancement in  $pd$  Reactions at Higher Energy:  
K. Sagara, S. Kuroita, T. Sueta, H. Shimoda, Y. Eguchi, K. Yashima, T. Yabe, M. Dozono, Y. Yamada, T. Wakasa, T. Noro, H. Matsumura, J. Zenihiro, Y. Tameshige, H. Okamura, A. Tamii, K. Hatanaka, T. Saito, Y. Maeda, and H. Kamada  
Few Body Systems Vol. 54 #1-4 (2013) 469-473, Proc. of APFB2011 (Seoul 2011. 8.22-8.26).

Feasibility Study of  $D(^3\text{H}, ^3\text{He})nn$  Experiment Searching for  $nn$  Ground State :  
S. Tanaka, K. Sagara, K. Ishibashi, S. Kimura  
Few Body Systems Vol. 54 #1-4 (2013) 469-473,  
Proc. of APFB2011 (Seoul 2011. 8.22-8.26).

Direct measurement of  $^4\text{He}(^{12}\text{C}, ^{16}\text{O}) \gamma$  in inverse kinematics:  
K. Fujita, K. Sagara, T. Teranishi, M. Iwasaki, D. Kodama, S. Matsuda, T. Mitsuizumi, M. T. Rosary, and H. Yamaguchi  
Proceedings of Science NIC XII (2013) No.249 /1-5 (online publication).

講演

《 海外での講演 》

Background reduction systems for direct measurement of  ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$  reaction:

H. Yamaguchi

XII International Symposium on Nuclei in the Cosmos (2012/8/05-12, Cairns, Australia)

Direct measurement of  ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$  in inverse kinematics:

K. Fujita

XII International Symposium on Nuclei in the Cosmos (2012/8/05-12, Cairns, Australia)

Resonant Scattering Experiments with Radioactive Nuclea Beams – Recent Results and Future Plans:

T. Teranishi

The 22nd International Conference on the Application of Accelerators in Research and Industry (CAARI2012), August 05–10, 2012, Fort Worth, Texas, USA

Measurement of  ${}^{12}\text{C}+{}^4\text{He} \rightarrow {}^{16}\text{O}+\gamma$  Total Cross Section near Stellar Energy:

K. Sagara

The 8th China-Japan Joint Nuclear Physics Symposium (Beijing, 2012.10.15-19)

Decomposing spin-dipole resonances by complete polarization transfer measurements:

T. Wakasa

International Conference on Recent Trends in Nuclear Physics (ICRTNP-2012), November 2012, Chandigarh, India.

Single-particle properties and in-medium NN-interaction properties Investigated via  $(p, 2p)$  reactions:

T. Noro

ESNT workshop on Nuclear Pair Correlations Probed via Proton-Induced Transfer and Knock-out Reactions, Paris, France, Feb. 6–8, 2013.

《 国内での講演 》

Analyzing power in elastic scattering of polarized protons from neutron-rich helium isotopes:

S. Sakaguchi, Y. Iseri, T. Uesaka, M. Tanifuji, N. Aoi, E. Hiyama, Y. Ichikawa, S. Ishikawa,

K. Itoh, M. Itoh, H. Iwasaki, T. Kawabata, T. Kawahara, H. Kuboki, Y. Maeda, T. Nakao, H. Okamura, H. Sakai, Y. Sasamoto, M. Sasano, Y. Satou, K. Sekiguchi, K. Suda, D. Suzuki, A. Tamii, T. Wakui, K. Yako, M. Yamaguchi, and Y. Yamamoto  
The 20th International IUPAP Conference on Few-Body Problems in Physics (FB20), Fukuoka, Japan, Aug. (2012).

Measurement of  ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$  in inverse kinematics:

K. Fujita, K. Sagara, T. Teranishi, M. Iwasaki, D. Kodama, S. Liu, S. Matsuda, T. Mitsuzumi, J. Y. Moon, M. T. Rosary, and H. Yamaguchi  
The 20th International Symposium on Few-Body Problems in Physics, 2012.8.20-25, Fukuoka

Search for Perpendicular Plane Anomaly in pd breakup at  $E_p = 13$  MeV:

S. Kimura, K. Sagara, K. Ishibashi, S. Tanaka, Y. Maeda, and K. Ohnaka  
The 20th International Symposium on Few-Body Problems in Physics, 2012.8.20-25, Fukuoka

Does QFS anomaly appear in pd breakup?:

K. Ishibashi, K. Sagara, S. Kimura, S. Tanaka, H. Ohnaka, K. Ohnaka, and Y. Maeda  
The 20th International Symposium on Few-Body Problems in Physics, 2012.8.20-25, Fukuoka

Systematic measurement of pd breakup Star cross section at  $E/A=9.5$  and 13 MeV:

K. Ohnaka, Y. Maeda, K. Ishibashi, S. Kimura, S. Tanaka, and K. Sagara  
The 20th International Symposium on Few-Body Problems in Physics, 2012.8.20-25, Fukuoka

D(n,p)nn experiment searching for nn ground state:

S. Tanaka, K. Sagara, K. Ishibashi, S. Kimura, Y. Maeda, and K. Ohnaka  
The 20th International Symposium on Few-Body Problems in Physics, 2012.8.20-25, Fukuoka

Background reduction in direct measurement of  ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$  reaction:

H. Yamaguchi, K. Fujita, K. Sagara, M. T. Rosary, T. Mitsuzumi, M. Iwasaki, D. Kodama, and T. Teranishi

Spin-parity decomposition of spin dipole resonances and tensor interaction effects:

T. Wakasa  
The 4th international conference on Collective Motion in Nuclei under Extreme Conditions (COMEX4), October 2012, Hayama, Japan

Proton polarization in photo-excited aromatic molecule at room temperature enhanced by intense optical source and temperature control:

S. Sakaguchi, T. Uesaka, T. Kawahara, T. Ogawa, L. Tang, T. Teranishi, Y. Urata, S. Wadam and T. Wakui

16th IUPAP International Conference on Electromagnetic Isotope Separator and Techniques Related to Their Applications (EMIS 2012), Matsue, Japan, 2nd December - 7th December, 2012.

Solid polarized proton target for low-energy RI-beam experiment:

S. Sakaguchi

RIBF ULIC Mini Workshop on Prospects on reaction studies using polarized targets with low energy beams, Saitama, RIKEN, January (2013).

九州大学原子核実験室の現状報告と加速器・ビーム応用科学センターにおける 8MV タンデム加速器建設計画:

寺西 高

第 25 回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会, 2012 年 7 月 20 日~21 日, 名古屋大学

タンデム加速器の加速減速強集束運転法:

山口祐幸, 相良建至, 寺西高, 藤田訓裕, Maria Theodora Rosary, 三鼓達輝, 岩崎諒, 兒玉大輔

日本物理学会 秋季大会 (京都産業大学 2012 年 9 月)

アイソベクトル型励起による  $^{208}\text{Pb}$  の中性子スキン厚研究:

安田淳平

第 118 回日本物理学会九州支部例会 (2012 年 12 月、琉球大学)

AMS 測定用位置検出型マルチアノードイオンチェンハの開発:

山足麻耶, 野呂哲夫, 坂口聡志, 森川恒安, 前田豊和, 衛藤晴彦, 桑田薫法, 岡部貴浩, 西山憲一, 衛藤竜一, 高尾秀明

第 118 回日本物理学会九州支部例会 (2012 年 12 月、琉球大学)

AMS ヒーム輸送のためのイオン光学計算と調整方法の確立:

西山憲一, 岡部貴浩, 山足麻耶, 衛藤竜一, 高尾秀明

第 118 回日本物理学会九州支部例会 (2012 年 12 月、琉球大学)

イオン光学系制御・監視システムの開発による AMS 測定の効率化:

岡部貴浩, 野呂哲夫, 坂口聡志, 森川恒安, 山足麻耶, 西山憲一, 高尾秀明, 衛藤竜一

第 118 回日本物理学会九州支部例会 (2012 年 12 月、琉球大学)

$^{44}\text{Ca}(p, 2p)$  反応における  $A_y$  の  $J$ -dependence:

福永拓, 野呂哲夫, 若狭智嗣, 坂口聡志, 野副貴博, 安田淳平, 民井淳, 三木謙二郎,  
伊藤健

第 118 回日本物理学会九州支部例会 (2012 年 12 月、琉球大学)

LAS スペクトロメータの高分解能化と  $^{44}\text{Ca}$  の  $(p, 2p)$  測定について:

野副貴博, 野呂哲夫, 坂口聡志, 福永拓, 三木謙二郎, 伊藤健, 民井淳

第 118 回日本物理学会九州支部例会 (2012 年 12 月、琉球大学)

天体核反応  $^{12}\text{C} + \alpha \rightarrow ^{16}\text{O} + \gamma$  全断面積の  $E_{\text{cm}}=1.2\text{MeV}$  での測定:

兒玉大輔, 藤田訓裕, 山口祐幸, 三鼓達輝, 岩崎諒, 成清義博, 濱元健一, 田尾成章,  
神ゆりえ, 伴忠彦, 寺西高, 相良建至

第 118 回日本物理学界九州支部例会、琉球大学 2012 年 12 月 8 日

天体  $\text{C} + \alpha$  反応実験のための He 標的性能評価と He ガス循環系:

成清義博, 相良建至, 藤田訓裕, 山口祐幸, 三鼓達輝, 兒玉大輔, 岩崎諒, 濱元健一,  
田尾成章, 神ゆりえ, 伴忠彦, 寺西高

第 118 回日本物理学界九州支部例会、琉球大学 2012 年 12 月 8 日

天体  $\text{C} + \alpha$  反応実験のための TOF 測定装置の開発:

濱元健一, 相良建至, 藤田訓裕, 山口祐幸, 三鼓達輝, 岩崎諒, 成清義博, 田尾成章,  
神ゆりえ, 伴忠彦, 寺西高

第 118 回日本物理学界九州支部例会、琉球大学 2012 年 12 月 8 日

$\text{D}(n, p)nn$  を用いた  $nn$  共鳴探索:  $\Delta E$ - $\Delta E$ - $E$  での BG 低減:

前田裕史, 相良建至, 石橋和久, 木村駿太郎, 田中翔基, 大中貴恵

第 118 回日本物理学界九州支部例会、琉球大学 2012 年 12 月 8 日

10MeV 近傍での 3 核子系反応断面積異常究明の現状:

相良建至, 石橋和久, 木村駿太郎, 田中翔基, 前田裕史, 大中貴恵  
第 118 回日本物理学界九州支部例会、琉球大学 2012 年 12 月 8 日

170MeV における錫同位体からの  $(p, n)$  IAS 反応:

坂口聡志

日本物理学会 第 68 回年次大会, 広島大学, (2013 年 3 月).

$^{208}\text{Pb}$  のアンチアナログ双極子共鳴測定による対称エネルギー項及び中性子スキン厚の研究:

安田淳平

第 68 回日本物理学会年次大会 (2013 年 3 月、広島大学)

pd 分解反応 Space Star Anomaly の研究: 正 3 角形条件の必要性:

大中貴恵, 相良建至, 石橋和久, 木村駿太郎, 田中翔基, 前田裕史, 福永拓, 安田淳平

日本物理学会 第 68 回年次大会 (広島大学 2013 年 3 月)

## 外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

基盤研究 (B) 「天体エネルギーにおける炭素-ヘリウム融合反応全断面積の直接測定」(相良建至 2012~2014 年度)

基盤研究 (C) 「次世代型不安定核反応実験に向けた RI 生成・加速の新技术開発」(寺西高 2012~2014 年度)

若手研究 (B) 「恒星温度での炭素-ヘリウム核融合反応率測定」(藤田訓裕 2010~2012 年度)

若手研究 (B) 「アイソスピン一般化陽子弾性散乱を用いた中性子スキン厚測定法の開発」(坂口聡志 2010~2012 年度)

新学術領域研究 (研究領域提案型)

「冷却不安定原子を用いた電子電気双極子能率探索」(研究代表者:酒見泰寛、分担者:若狭智嗣)

日本学術振興会特別研究員等及び共同研究の採択 (学外からの受け入れを含む)

#### 学部4年生卒業研究

- (1) 稲田拓真 (指導教員、若狭智嗣)  
アイソバリックアナログ状態を用いた質量公式のクーロン項及び核半径の測定
- (2) 牛尾国久: (指導教員、寺西高)  
双極電磁石の磁場測定
- (3) 衛藤竜一: (指導教員、野呂哲夫)  
箱崎キャンパスおよび伊都キャンパスの AMS ビームラインでのビーム計算
- (4) 神ゆりえ: (指導教員、相良建至)  
天体核反応実験のための標的 He ガス循環系の改造と性能評価
- (5) 田尾成章: (指導教員、相良建至)  
標的 He ガス循環系の構築と He 回収率
- (6) 高尾秀明: (指導教員、野呂哲夫)  
イオンチェンバにおける充填ガスの組成によるビーム飛程の変化の測定
- (7) 成清義博: (指導教員、相良建至)  
 ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})$   $\gamma$  実験における標的付近からの  ${}^{16}\text{O}$  バックグラウンド
- (8) 西尾康貴: (指導教員、若狭智嗣)  
アイソバリックアナログ状態を用いた質量公式のクーロン項及び核半径の測定
- (9) 濱元健一: (指導教員、相良建至)  
数 MeV の  ${}^{16}\text{O}/{}^{12}\text{C}$  識別のための TOF 測定装置開発
- (10) 林慶太: (指導教員、寺西高)  
四重極電磁石の開発と制御
- (11) 伴忠彦: (指導教員、相良建至)  
標的 He ガス循環系の漏れ対策と He 温度対策

#### 修士論文

- Maria Theodora Rosary: (指導教員、相良建至)  
Improvement of Acceleration-Deceleration Method to Obtain High-Intensity Beam for Astro-Nuclear Experiments (H24 年 9 月修了)
- 岡部貴博: (指導教員、野呂哲夫)  
九大タンデム AMS システムにおけるビームトランスポートの最適化とイオン光学監視・調整システムの開発
- 木村駿太郎: (指導教員、相良建至)  
ビーム垂直面内における  $pd$  分解反応断面積異常の探索
- 田中翔基: (指導教員、相良建至)

$nd$  分解反応を用いた di-neutron 探索 ～手法開発と予備実験～

野副貴博：(指導教員、野呂哲夫)

$(\bar{p}, 2p)$  反応による Ca 核内陽子平均エネルギー準位測定

三鼓達輝：(指導教員、相良建至)

$E_{c.m.} = 1.2$  MeV での  ${}^4\text{He} + {}^{12}\text{C} \rightarrow {}^{16}\text{O} + \gamma$  反応予備測定と He 循環系開発

山足麻耶：(指導教員、野呂哲夫)

AMS 測定用位置検出型マルチアノードイオンチェンバの開発

山口祐幸：(指導教員、相良建至)

天体核反応  $\text{He} + {}^{12}\text{C} \rightarrow {}^{16}\text{O} + \gamma$  測定のための  ${}^{16}\text{O}/{}^{12}\text{C}$  分離カウンター開発

## 博士論文

劉盛進 (Liu Shengjin)：(指導教員、相良建至)

Charge state distribution of  ${}^{16}\text{O}$  from  ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$  of astrophysical interest

九大理・委託研究生 (2010 年 11 月～2012 年 2 月)

学位取得 (神戸大学、2012 年 9 月)

## 学外での学会活動

野呂哲夫：日本物理学会 実験核物理領域代表、J-PARC 放射線安全委員会委員

核物理委員会委員、大阪大学核物理研究センター運営委員会委員

東京大学原子核科学センター評価委員会委員

相良建至：The 20th International IUPAP Conference on Few-Body Problems  
in Physics (FB20, 2012.8.20-25) 議長

Asia-Pacific Conference on Few-Body Problems in Physics (APFB)

国際助言委員 (2004 年 4 月～)

若狭智嗣：大阪大学核物理研究センター研究計画検討専門委員会委員

寺西高：理化学研究所 RI ビームファクトリー (RIBF) ユーザーグループ委員 (UEC)  
(2009 年 10 月～2012 年 9 月)

## その他の活動と成果

教員免許講習「現代物理学二講」担当 (若狭智嗣)

体験入学・実験「物質を透過する粒子線」2013 年 4 月 3 日 (寺西高)

体験入学・実験「身の回りの放射能を調べよう」2013 年 4 月 3 日 (藤田訓裕)