

物理教室年次報告書  
平成21年度

2010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      本林透 (客員) 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  
前田豊和 技術職員

## 《 大学院 博士課程 》

堂園昌伯      山田由希子      黒坂翔      谷口雅彦

## 《 大学院 修士課程 》

岩淵利恵      上地健一      江口祐一郎      後藤昂  
中野桂樹      松田祥英      八嶋恵介      池谷康佑  
大場希美      岡本緑      宍戸拓郎      矢部達也

## 《 学部 卒業研究生 》

石橋和久      井手翔吾      桑田薫法      高木基伸  
田中薫      田中淳平      田村隆志      松田沙矢香  
山口祐幸

## 担当授業

力学基礎・同演習(若狭智嗣、相良建至)、コアセミナー(野呂哲夫)、電磁気学(相良建至)、物理学最前線(寺西高)、力学(野呂哲夫)、物理学基礎演習(野呂哲夫) 電磁気学 I・同演習(相良建至)、基礎物理実験学・同実験(野呂哲夫、相良建至)、物理学実験(藤田訓裕、森川恒安、寺西高)、物理実験学(寺西高)、実験核物理学(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(野呂哲夫)

## 研究・教育目標と成果

短距離型 3 核子力探索のための  $E_p = 250\text{MeV}$  での  $D(p, pp)n$  断面積測定 (相良建至、黒坂翔、江口祐一郎、八嶋恵介、矢部達也、宍戸拓郎)

核子あたり 150MeV 以上の 3 核子系反応の断面積は、 $2\pi$  交換 3 核子力 ( $2\pi$  3NF) を導入しても再現できない。この不一致主因は  $\pi\rho$  3NF や  $\rho\rho$  3NF 等の短距離型 3NF でないか、と我々は考えている。そこで、 $E_p=250\text{MeV}$  での  $D(p,pp)n$  断面積測定を阪

大RCNPで実施した。同時に、250MeVでの $D(p,p)pn$ 断面積の再測定も行った。この実験のために開発した散乱槽アラミド膜窓、標的厚さモニターシステム、横長の液体重水素標的のいずれもが問題なく稼動した。目下、断面積絶対値を精度よく得るため慎重にデータ解析を進めているが、 $D(p,pp)n$ 断面積測定値が計算値より数10%大きく、その不一致が角度的に大きく変化する特徴を見出した。この特徴ある不一致に刺激されて、 $\pi\rho$  3NF及び相対論的效果を入れた計算がようやく理論家によって開始された。短距離型3NFの解明、そしてQCD理論による核力場の決定という究極目標に向けて、実験理論双方から大きな一歩が踏み出された。

低エネルギー  $pd$  分解反応における Star 異常と QFS 異常の系統的測定 (相良建至、黒板翔、江口祐一郎、八嶋恵介、矢部達也)

九大タンデムで、Star 異常と QFS 異常の測定を  $E_p = 9.5\text{MeV}$ ,  $13\text{MeV}$  で続け、系統的データを蓄積した。我々の収集したデータによれば、Star 異常は傾き角  $\alpha$  が  $90^\circ$  (Space Star) 付近にのみ起こるようである。これが確定できれば、Star 異常の謎解明のヒントになる。確定するには、 $E_d=19\text{MeV}$  のケルン大・データの  $\alpha=120-180^\circ$  での異様な振舞いを再確認する必要がある。確認実験はRCNPではなく筑波大で行う方針にし、今年度はその準備を行った。

また、QFS 異常は  $pd$  分解反応では  $E_p = 9.5\text{MeV}$ ,  $13\text{MeV}$  で見られないようである。もし今後の  $E_p = 19\text{MeV}$  実験でも見られなければ、 $pd$  分解反応で QFS 異常は起こらず、Star 異常だけになる。謎の一部は実験ミスと判明し、真の謎の特徴が明らかになって原因解明が進む。Ay パズルと並ぶ低エネルギー3核子反応の長年の謎にも、ようやく解明の兆しが見えてきた。

スピン双極子モードに対するテンソル相関の効果 (若狭智嗣、岡本緑、高木基伸、堂園昌伯)

スピン双極子共鳴は、軌道角運動量  $L = 1$  (通常空間での振動) とスピン  $S = 1$  (スピン空間での振動) が結合した状態で、そのスピン・パリティは  $0^-, 1^-, 2^-$  の3つの状態がある。近年、核力の重要な性質の1つであるテンソル力成分の寄与が3つの状態に強く依存する事が理論的に指摘されている。特にパイ中間子と同じ量子数を持つ  $0^-$  状態については、引力相関により  $1^-$  よりも低い励起エネルギーに表れる (ソフトニング) 事が示唆されている。我々は、偏極観測の完全セットを測定することにより、理論的解釈の曖昧さ無しに3つの状態を分離する事に世界で初めて成功した。その結果、理論的に示唆されているソフトニングが実験的に観測され、原子核のスピン・アイソスピン応答の理解においてテンソル相関が重要であるとの知見を得た。

光子の偏光相関測定による量子力学の非局所性の検証 (若狭智嗣、三田稔、高木基伸)

ポジトロニウムからの崩壊 2 光子のスピンの向き (偏光) には相関がある。古典論 (局所実在論) ではお互いのスピンの向きは崩壊した瞬間に定まっているのに対して、量子力学 (非局所的) では一方のスピンの向きが確定 (測定) した瞬間に他方のスピンの向きが定まる。どちらの解釈が正しいかは、2つのスピンの向きの相関の強さを測定して、Bell の不等式と比較する事により検証できる。今年度は、昨年度製作したコンプトン偏光度計からのデータ処理を精緻化する事により、より系統誤差の少ないデータを得ることに成功した。測定結果を、検出器の有限立体角の効果等を取り入れた理論計算と比較したところ、古典論では説明出来ない有意な強い相関が測定された。その強い相関は量子力学により定量的に再現され、量子力学の非局所性が実験的に十分な精度で検証された。

$(p, pn)$  反応による NN 相互作用媒質効果の探索 (山田由希子、野呂哲夫)

昨年度に引き続いて  $(p, pn)$  反応測定を実施、2009 年 6 月に陽子前方放出条件でのデータを得た。解析の結果、陽子前方放出  $(p, pn)$  反応では  $(p, 2p)$  反応と同様に素過程である  $p-n$  散乱の値に比べて偏極分解能 ( $A_y$ ) が低下しているのに対し、中性子前方放出  $(p, pn)$  反応の  $A_y$  は  $p-n$  の値とほぼ同じか若干増加しているとの結果を得た。このひとつの解釈として、アイソスカラー中間子交換力とアイソベクトル中間子交換力とでは核媒質による影響の現れ方が変わることを示唆していると考えられる。

微分断面積の解析では、1p-軌道核子を叩き出す場合の  $(p, pn)$  反応と  $(p, 2p)$  反応の微分断面積の比は素過程の NN 散乱断面積比に等しいのに対し、1s-軌道核子を叩き出す場合にはその比が有意に変わっていることを見出した。新たな媒質効果の発現を示唆する興味ある結果である。

核分光的手段としての  $(p, pn)$  反応の吟味 (吉田英智 [東北大]、野呂哲夫)

過去に得た  $^{12}\text{C}(p, 2p)$  及び  $^{40}\text{Ca}(p, 2p)$  反応のデータで得られる分光学的因子 (s-factor) と  $(e, e'p)$  反応で得られる s-factor を比較、 $(p, 2p)$  反応の核分光的手段としての信頼性を吟味した。その結果、両反応での s-factor 抽出に伴う不定性の大きさはほぼ同じであり、結果の値も 1つの状態を除いては辻褃があっていることを確認した。すなわち、 $(p, 2p)$  反応は  $(e, e'p)$  に匹敵する信頼度で核分光的手段として用いることができるということであり、逆運動学的測定による不安定核の構造解明や、スピン自由度を利用した核軌道スピンの決定など、 $(e, e'p)$  では不可能な応用が信頼度高く行えることになる。

$^{48}\text{Ca}$  核の軌道束縛エネルギーの測定 (松田祥英、野呂哲夫)

$^{48}\text{Ca}(\vec{p}, 2p)$  反応により、標的核の  $1d_{3/2}$  軌道と  $1d_{5/2}$  軌道のエネルギー分布ならびに強度分布を測定し、これらの軌道の束縛エネルギーの平均値を求めた。それらのエネルギー差は過去の実験結果と大きくは異ならないとの結果を得たが、 $1d_{5/2}$  軌道については離散状態への反応のみでは明らかに強度が不足している。そこで、連続状態への反応の微分断面積を多重極展開によって軌道量子数で分類したところ、不足分を補うに足る  $1d_{5/2}$  の強度が得られた。 $1d_{3/2}$  の強度はなく、より深い束縛状態には  $1p$  の強度が現れるなど、殻模型と矛盾のない結果が得られており、たとえば  $l$ - $s$  分離エネルギーに対するテンソル力の影響を見るには、こうした連続状態の解析が欠かせないことが分る。

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、谷口雅彦、五百木隆博、中野桂樹、後藤昇、岩淵利恵、大場希美)

昨年度の  $E_{\text{cm}}=2.4\text{MeV}$  再測定は RMS に 5 対の可動スリットを新規挿入したことで成功した。しかし今年度の  $E_{\text{cm}}=1.5\text{MeV}$  測定では、反応生成  $^{16}\text{O}$  の数が約  $1/50$  に減る事とバックグラウンド (BG) の現れ方が変わる事のために、 $^{16}\text{O}$  イベントが BG に埋もれ、BG 低減対策に迫られた。標的と反跳粒子質量分析器 (RMS) のアラインメントを見直し、ビーム通過条件を最適化したが、BG 低減は不十分だった。RMS 内の粒子軌道解析から 3 箇所 of BG 発生場所を同定してスリットを改造したが、効果は少なかった。LTC (Long-Time Chopper) の偏向電極板に、何故か、炭素 1 次ビームの成分が衝突して BG を発生している事が判ったのが 21 年度末であった。LTC 電極板改造は次年度に持ち越した。

膜無し気体 (He) 標的のビーム軸に沿った圧力分布を  $p\text{-He}$  の  $90^\circ$  散乱を用いて測定した。また標的のビーム軸方向厚さを  $p\text{-He}$  の  $0^\circ$  散乱を用いて測定して  $24\text{Torr} \times 4.5\text{cm}$  の値を得た。3 月に韓国チュンアン大学から  $1.5\text{MeV}$  実験に初めて 1 名が参加した。

低エネルギー不安定核ビームによる不安定核の共鳴状態の研究 (寺西高)

安定線から離れた核種の 2 次ビームを用いて未知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。今年度は、主として、 $^{11}\text{Li}$  ( $=^9\text{Li}+2n$ ) のハロー-2 中性子のガモフ・テラー遷移によってできるハロー・アナログ状態  $^{11}\text{Be}^*(=^9\text{Li}+d)$  の探索を  $^9\text{Li}+d$  共鳴散乱により行った。この状態の研究により、 $^{11}\text{Li}$  のハロー構造、 $\beta$  遅発粒子崩壊様式、GT 遷移強度分布に関する知見を得ることを目指している。測定は日本原子力研究開発機構の RI ビーム施設 TRIAC において行った。核子あたり  $0.85\text{ MeV}$ 、強度約  $6 \times 10^4$  個/秒の  $^9\text{Li}$  ビームを  $2.3\text{ mg/cm}^2$  の  $(\text{CD}_2)_n$  標的に照射し、散乱・反応により発生した  $d, t, \alpha$  粒子のスペクトルを半導体検出器で測定した。今後、これらのスペクトルを R 行列計算と比較することにより

共鳴エネルギーと幅などの情報を引き出し、ハロー・アナログ状態について議論する予定である。また並行して、他の実験データ解析、成果発表、学生の指導、新しい不安定核ビーム実験計画の策定を行うを予定である。

加速器質量分析の開発と利用 (森川恒安・野呂哲夫、上地健一、池谷康佑、田中惇平、桑田薫法)

九大タンデムで加速器質量分析システムの安定化と利用の拡大を目標として、イオン源の改良・ビーム輸送パラメタのリアルタイムモニタ系の改良を行った。

具体的な測定としては、原爆効果を利用した現代種子の年代測定のための較正を行っており、臨海地域である福岡の試料に対しても欧米での測定が主である標準的な年代較正データがそのまま用いることができることを確認している。

また、過去の地球環境を調べることを目的として、地球惑星学科との共同研究を開始した。最初の測定ではおおむね良好な結果が得られており、今後の共同研究推進の目処が立った。

$A = 30 \sim 40$  中性子過剰核の高速回転状態の研究 (森川恒安)

東大 CNS・原研・千葉工大との共同研究。この領域の中性子過剰核の高速回転状態とくに  $^{40}\text{Ar}$  の超変形状態の殻構造の解明を目標として研究を進め、 $^{40}\text{Ar}$  の超変形回転バンドを同定すると共に、超変形魔法数 (18, 20, 22) が中性子過剰領域にも生じていることを明らかにした。

マルチアノード型イオンチェンバの開発 (牧野広樹、森川恒安、野呂哲夫)

加速器質量分析など高感度の粒子識別を要する重イオン計測のための検出器の実現を目標として、入射イオン毎にブラッグカーブを計測可能なマルチアノード型イオンチェンバの開発をおこなった。更に、電荷積分型の 16 チャンネル前置増幅器も併せて設計・製作した。 $^{12}\text{C}$  イオンを用いたテスト実験ではブラッグカーブ測定、エネルギー測定共に良好な性能を確認することができ、得られたデータを基にしたシミュレーションでは  $^{12}\text{C}$  イオンと  $^{13}\text{C}$  イオンを  $15\sigma$  以上で分離可能との結果を得た。今後、位置測定機能を持たせ、 $^{36}\text{Cl}$  などの重たい核種の加速器質量分析などでの利用を目指す。

発表論文

《原著論文》

Polarization transfer measurements for  $^{12}\text{C}(\vec{p}, \vec{n})^{12}\text{N}(g.s., 1^+)$  at 296 MeV and nuclear

correlation effects:

M. Dozono, T. Wakasa, E. Ihara, S. Asaji, K. Fujita, K. Hatanaka, M. Ichimura, T. Ishida, T. Kaneda, H. Matsubara, Y. Nagasue, T. Noro, Y. Sakemi, Y. Shimizu, H. Takeda, Y. Tameshige, A. Tamii, and Y. Yamada  
Phys. Rev. C **80**, 024319 (2009).

High resolution study of isovector negative parity states in the  $^{16}\text{O}(^3\text{He}, t)^{16}\text{F}$  reaction at 140 MeV/nucleon:

H. Fujita, G.P.A. Berg, Y. Fujita, J. Rapaport, T. Adachi, N.T. Botha, H. Fujimura, K. Fujita, K. Hara, K. Hatanaka, J. Kamiya, T. Kawabata, K. Nakanishi, R. Neveling, N. Sakamoto, Y. Sakemi, Y. Shimbara, Y. Shimizu, F.D. Smit, M. Uchida, T. Wakasa, M. Yoshifuku, M. Yosoi, and R.G.T. Zegers  
Phys. Rev. C **79**, 024314 (2009).

Development of GEM tracking detector for intermediate-energy nuclear experiments:

K. Fujita, Y. Sakemi, M. Dozono, K. Hatanaka, M. Nomachi, T. Sawada, and T. Wakasa  
Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A **608**, 48 (2009).

Investigation of excited states in  $^{22}\text{Mg}$  via resonant elastic scattering of  $^{21}\text{Na}+p$  and its astrophysical implications:

J.J. He, S. Kubono, T. Teranishi, J. Hu, M. Notani, H. Baba, S. Nishimura, J.Y. Moon, M. Nishimura, H. Iwasaki, Y. Yanagisawa, N. Hokoïwa, M. Kibe, J.H. Lee, S. Kato, Y. Gono, and C.S. Lee,  
Phys. Rev. C **80** (2009) 015801-1–6.

$\beta$  decay of the proton-rich nucleus  $^{24}\text{Si}$  and its mirror asymmetry:

Y. Ichikawa, T.K. Onishi, D. Suzuki, H. Iwasaki, T. Kubo, V. Naik, A. Chakrabarti, N. Aoi, B.A. Brown, N. Fukuda, S. Kubono, T. Motobayashi, T. Nakabayashi, T. Nakamura, T. Nakao, T. Okumura, H.J. Ong, H. Suzuki, M.K. Suzuki, T. Teranishi, K.N. Yamada, H. Yamaguchi, H. Sakurai,  
Phys. Rev. C **80** (2009) 044302-1–12.

Superdeformation in asymmetric  $N > Z$  nucleus  $^{40}\text{Ar}$ :

E. Ideguchi, S. Ota, T. Morikawa, M. Oshima, M. Koizumi, Y. Toh, A. Kimura, H.

Harada, K. Furutaka, S. Nakamura, F. Kitatani, Y. Hatsukawa, T. Shizuma, M. Sugawara, H. Miyatake, Y. X. Watanabe, Y. Hirayama, M. Oi,  
Phys. Lett. B, **686** (2010) pp. 18-22

High-precision ( $p, t$ ) reaction measurement to determine  $^{18}\text{Ne}(\alpha, p)^{21}\text{Na}$  reaction rates:  
A. Matic, A.M.van den Berg, M.N. Harakeh, H.J. Wortche, G.P.A. Berg, M. Couder, J.L. Fisker, J. Gorres, P. LeBlanc, S. O'Brien, M. Wiescher, K. Fujita, K. Hatanaka, Y. Sakemi, Y. Shimizu, Y. Tameshige, A. Tamii, M. Yosoi, T. Adachi, Y. Fujita, Y. Shimbara, H. Fujita, T. Wakasa, P.O. Hess, B.A. Brown, and H. Schatz  
Phys. Rev. C **80**, 055804 (2009).

Gamow-Teller unit cross sections of the ( $p, n$ ) reaction at 198 and 297 MeV on medium-heavy nuclei:  
M. Sasano, H. Sakai, K. Yako, T. Wakasa, S. Asaji, K. Fujita, Y. Fujita, M.B. Greenfield, Y. Hagihara, K. Hatanaka, T. Kawabata, H. Kuboki, Y. Maeda, H. Okamura, T. Saito, Y. Sakemi, K. Sekiguchi, Y. Shimizu, Y. Takahashi, Y. Tameshige, and A. Tamii  
Phys. Rev. C **79**, 024602 (2009).

Three-nucleon force effects in the  $^1\text{H}(\vec{d}, \vec{pp})n$  reaction at 135 MeV/nucleon:  
K. Sekiguchi, H. Sakai, H. Witala, W. Glockle, J. Golak, K. Itoh, H. Kamada, T. Kawabata, H. Kuboki, Y. Maeda, A. Nogga, H. Okamura, S. Sakaguchi, N. Sakamoto, Y. Sasamoto, M. Sasano, R. Skibinski, K. Suda, Y. Takahashi, T. Uesaka, T. Wakasa, and K. Yako  
Phys. Rev. C **79**, 054008 (2009).

Possible magnetic and antimagnetic rotations in  $^{144}\text{Dy}$ :  
M. Sugawara, Y. Toh, M. Oshima, M. Koizumi, A. Osa, A. Kimura, Y. Hatsukawa, J. Goto, H. Kusakari, T. Morikawa, Y. H. Zhang, X. H. Zhou, Y. X. Guo, M. L. Liu,  
Phys. Rev. C, **79** (2009) 064321/1-10

Gamow-Teller Strength Distributions in  $^{48}\text{Sc}$  by the  $^{48}\text{Ca}(p, n)$  and  $^{48}\text{Ti}(n, p)$  Reactions and Two-Neutrino Double- $\beta$  Decay Nuclear Matrix Elements:  
K. Yako, M. Sasano, K. Miki, H. Sakai, M. Dozono, D. Frekers, M.B. Greenfield, K. Hatanaka, E. Ihara, M. Kato, T. Kawabata, H. Kuboki, Y. Maeda, H. Matsubara,

K. Muto, S. Noji, H. Okamura, T.H. Okabe, S. Sakaguchi, Y. Sakemi, Y. Sasamoto, K. Sekiguchi, Y. Shimizu, K. Suda, Y. Tameshige, A. Tamii, T. Uesaka, T. Wakasa, and H. Zheng

Phys. Rev. Lett. **103**, 012503 (2009).

《Proceedings》

The study of  $^{18}\text{F}+p$  reaction at astrophysical energies:

S. Cherubini, C. Spitaleri, V. Crucilla, M. Gulino, M. La Cognata, L. Lamia, R.G. Pizzone, S. Romano, S. Kubono, H. Yamaguchi, Y. Wakabayashi, S. Hayakawa, N. Iwasa, S. Kato, H. Komatsubara, T. Teranishi, A. Coc, N. De Sereville, and F. Hammache  
AIP Conference Proceedings 1120 (2009) 294–297.

Study of  $^{12}\text{C}(\vec{p}, \vec{n})^{12}\text{N}(g.s., 1^+)$  at 296 MeV and Nuclear Correlation Effects:

M. Dozono, T. Wakasa, E. Ihara, S. Asaji, K. Fujita, K. Hatanaka, T. Ishida, T. Kaneda, H. Matsubara, Y. Nagasue, T. Noro, Y. Sakemi, Y. Shimizu, H. Takeda, Y. Tameshige, A. Tamii, and Y. Yamada  
AIP Conf. Proc. **1149**, 695 (2010).

Direct Measurement of  $^4\text{He}(^{12}\text{C}, ^{16}\text{O})\gamma$  Reaction at KUTL:

K. Fujita, K. Sagara, T. Teranishi, T. Goto, R. Iwabuchi, S. Matsuda, K. Nakano, N. Oba, M. Taniguchi, and H. Yamaguchi,  
AIP Conf. Proc. **1238**, 211 (2010).

Decay pattern of pygmy states observed in neutron-rich  $^{26}\text{Ne}$ :

J. Gibelin, D. Beaumel, T. Motobayashi, Y. Blumenfeld, N. Aoi, H. Baba, Z. Elekes, S. Fortier, N. Francaria, N. Fukuda, T. Gomi, K. Ishikawa, Y. Kondo, T. Kubo, V. Lima, T. Nakamura, A. Saito, Y. Satou, J.-A. Scarpaci, E. Takeshita, S. Takeuchi, T. Teranishi, Y. Togano, A.M. Vinodkumar, Y. Yanagisawa, and K. Yoshida  
International Journal of Modern Physics E 18 (2009) 2050–2055.

Study of three nucleon force by pd breakup reactions:

S. Kuroita, K. Sagara, T. Sueta, H. Shimoda, Y. Eguchi, K. Yashima, Y. Maeda, Y. Yamada, T. Wakasa, T. Noro, Y. Tameshige, A. Tamii and K. Hatanaka  
Proc. of APFB08, Modern Physics Letters 24, 823 (2009).

Exploring the  $\alpha$ -process with Grand Raiden:

S. O'Brien, T. Adachi, G.P.A. Berg, M. Couder, M. Dozono, H. Fujita, Y. Fujita, J. Gorres, K. Hatanaka, D. Ishikawa, T. Kubo, H. Matsubara, Y. Namiki, Y. Ohkuma, H. Okamura, H.J. Ong, D. Patel, Y. Sakemi, K. Sault, Y. Shimbara, S. Suzuki, T. Suzuki, A. Tamii, T. Wakasa, R. Wantanabe, M. Wiescher, R. Yamada, and J. Zenihiro

AIP Conf. Proc. **1090**, 288 (2009).

Measurement and re-analysis of tensor analyzing powers of pd radiative capture at RCNP

K. Sagara, Y. Tameshige, K. Hatanaka, K. Sagara, S. Kuroita, H. Matsubara, K. Fujita, Y. Shimizu, T. Kawabata, Y. Maeda, Y. Sakemi, H. Okamura, K. Sekiguchi, A. Tamii, and T. Wakasa

Proc. of APFB08, Modern Physics Letters 24, 831 (2009).

Measurement of off-plane star anomaly in pd breakup at  $E_d = 26$  MeV

H. Shimoda, Y. Maeda, S. Kuroita, T. Sueta, Y. Eguchi, K. Yashima, and K. Sagara

Proc. of APFB08, Modern Physics Letters 24, 859 (2009).

Measurement of off-plane star anomaly in pd breakup at  $E_p = 9.5$  MeV and  $E_p = 13$  MeV

T. Sueta, S. Kuroita, H. Shimoda, Y. Eguchi, K. Yashima, Y. Maeda, and K. Sagara

Proc. of APFB08, Modern Physics Letters 24, 863 (2009).

Background Reduction System for  ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$  at KUTL:

M. Taniguchi, K. Sagara, T. Teranishi, K. Fujita, R. Iwabuchi, T. Goto, K. Nakano, and N. Oba,

AIP Conf. Proc. **1238**, 208 (2010).

Nuclear Spin Physics via Polarization Measurements:

T. Wakasa

AIP Conf. Proc. **1149**, 190 (2010).

## 講演

### 《 海外での講演 》

Measurement and Re-Analysis of Tensor Analyzing Power of pd Radiative Capture at RCNP:

K. Sagara, Y. Tameshige, K. Hatanaka, S. Kuroita, H. Matsubara, K. Fujita, Y. Shimizu, T. Kawabata, Y. Maeda, Y. Sakemi, H. Okamura, K. Sekiguchi, A. Tamii and T. Wakasa

19th International IUPAP Conference on Few-Body Problems in Physics, Bonn, Sept. 2009.

Study for three nucleon force by pd breakup reactions:

S. Kuroita, K. Sagara, T. Sueta, H. Shimoda, Y. Eguchi, K. Yashima, Y. Maeda, Y. Yamada, T. Wakasa, T. Noro, Y. Tameshige, A. Tamii and K. Hatanaka

19th International IUPAP Conference on Few-Body Problems in Physics, Bonn, Sept. 2009.

Systematic measurement of pd breakup cross section at quasi-free scattering:

Y. Eguchi, K. Sagara, S. Kuroita, K. Yashima, T. Shishido, T. Yabe and S. Ishikawa

19th International IUPAP Conference on Few-Body Problems in Physics, Bonn, Sept. 2009.

Cross section enhancement in pd breakup at  $E_p = 250$  MeV:// S. Kuroita, K. Sagara, Y. Eguchi, K. Yashima, T. Shishido, T. Yabe, M. Dozono, Y. Yamada, T. Wakasa, T. Noro, H. Matsubara, J. Zenihiro, A. Tamii, H. Okamura, K. Hatanaka, T. Saito, Y. Maeda, H. Kamada, and Y. Tameshige

Third Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of APS and PSJ, Oct. 2009, Hawaii.

Measurement of proton-proton quasi-free scattering cross section in the pd breakup reaction:

Y. Eguchi, K. Sagara, S. Kuroita, K. Yashima, T. Shishido, T. Yabe and S. Ishikawa

Third Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of APS and PSJ, Oct. 2009, Hawaii

Measurement of tensor analyzing powers of pd radiative capture at RCNP:

K. Sagara, Y. Tameshige, K. Hatanaka, A. Tamii, S. Kuroita, H. Matsubara, H. Okamura, K. Sekiguchi, Y. Sakemi, K. Fujita, T. Wakasa, T. Kawabata, Y. Shimizu, and Y. Maeda

Third Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of APS and PSJ, Oct. 2009, Hawaii.

Medium to high spin spectroscopy of  $A = 30 - 40$  neutron-rich nuclei at JAEA:

Tsuneyasu Morikawa, Eiji Ideguchi, Shinsuke Ota, Masumi Oshima, Mitsuo Koizumi, Yosuke Toh, Atsushi Kimura, Hideo Harada, Kazuyoshi Furutaka, Shoji Nakamura, Fumito Kitatani, Yuichi Hatsukawa, Toshiyuki Shizuma, Masahiko Sugawara, Hiroari Miyatake, Yutaka Watanabe, Yoshikazu Hirayama, Hideshige Kusakari, the Third Joint Meeting of Nuclear Physics Divisions of the APS and JPS, (2009, Waikoloa, Hawaii).

Measurement of shell-orbit energies for  $^{40,48}\text{Ca}$  by using  $(p, 2p)$  reactions:

Y. Matsuda, T. Noro, T. Wakasa, Y. Yamada, M. Dozono, M. Okamoto, T. Shishido, K. Hatanaka, H. Okamura, H. Sakaguchi, A. Tamii, and Y. Yasuda  
The 3rd Joint Meeting of Nuclear Physics Divisions of the APS and JPS, (2009, Waikoloa, Hawaii).

Development of a multi-anode ionization chamber:

Hiroki Makino, Tsuneyasu Morikawa, Testuo Noro, Toyokazu Maeda, the Third Joint Meeting of Nuclear Physics Divisions of the APS and JPS, (2009, Waikoloa, Hawaii).

Study of medium effect on NN interaction by using  $(p, pn)$  reactions:

Y. Yamada, T. Noro, T. Imamura, T. Wakasa, M. Dozono, Y. Matsuda, M. Okamoto, S. Kuroita, Y. Eguchi, K. Yashima, T. Yabe, H. Sakaguchi, K. Hatanaka, H. Okamura, A. Tamii, Y. Yasuda, J. Zenihiro, H. Matsubara, D. Ishikawa, Y. Maeda, A. Nonaka, N. Fujita, T. Saito, Y. Sakemi, and H. P. Yoshida  
The 3rd Joint Meeting of Nuclear Physics Divisions of the APS and JPS, (2009, Waikoloa, Hawaii).

Present Status of direct  $^4\text{He}(^{12}\text{C}, ^{16}\text{O})\gamma$  measurement near stellar energy at KUTL:

K. Fujita, K. Sagara, T. Teranishi, T. Goto, R. Iwabuchi, S. Matsuda, K. Nakano, N.

Oba, M. Taniguchi and H. Yamaguchi,  
3rd Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the APS and JPS,  
(2009, Waikoloa, Hawaii).

Performance of a thick windowless He gas target at KUTL:

R. Iwabuchi, K. Sagara, K. Fujita, T. Teranishi, M. Taniguchi, T. Gotoh, K. Nakano,  
N. Oba, S. Matsuda and H. Yamaguchi,  
3rd Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the APS and JPS,  
(2009, Waikoloa, Hawaii).

A windowless He-gas target for astrophysics experiments:

S. Matsuda, K. Sagara, T. Teranishi, K. Fujita, R. Iwabuchi, M. Taniguchi, T. Gotoh,  
K. Nakano, N. Oba and H. Yamaguchi,  
3rd Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the APS and JPS,  
(2009, Waikoloa, Hawaii).

Systematic measurement of “star anomaly” in pd breakup around 10 MeV:

K. Yashima, K. Sagara, S. Kuroita, H. Shimoda, T. Sueta, Y. Eguchi, T. Shishido, T.  
Yabe, and Y. Maeda  
Third Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of APS and PSJ, Oct. 2009,  
Hawaii.

《国内での講演》

Superdeformed Band in Asymmetric  $N > Z$  Nucleus,  $^{40}\text{Ar}$  and High-Spin Studies in  
 $A = 30 \sim 40$  Nuclei:

T. Morikawa, E. Ideguchi, S. Ota, M. Oshima, M. Koizumi, Y. Toh, A. Kimura, H.  
Harada, K. Furutaka, S. Nakamura, F. Kitadani, Y. Hatsukawa, T. Shizuma, M. Sug-  
awara, H. Miyatake, Y. Watanabe, Y. Hirayama, M. Oi,

INTERNATIONAL SYMPOSIUM Forefronts of Researches in Exotic Nuclear Struc-  
tures — Niigata2010 —

Isobaric analog states of unstable nuclei studied by charge-exchange reactions and  
resonant proton scattering:

T. Teranishi

ICHOR-EFES International Symposium on New Facet of Spin-Isospin Responses (SIR2010), March 20, 2010, Koshiba Hall, University of Tokyo.

Gamow-Teller and Spin-Dipole Transitions Studied by  $(p, n)$  Polarization Measurements:

T. Wakasa

New Facet of Spin-Isospin Responses (SIR2010), February 2010, Tokyo, Japan

Direct measurement of  ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$  reaction at KUTL:

K. Fujita, K. Sagara, N. Goto, R. Iwabuchi, K. Nakano, N. Oba, M. Taniguchi and T. Teranishi,

VII TOURS Symposium on Nuclear Physics and Astrophysics, November 16–20, 2009, KOBE, JAPAN.

Background reduction system for  ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$  measurement at KUTL:

M. Taniguchi, K. Sagara, K. Fujita, N. Goto, R. Iwabuchi, K. Nakano, N. Oba and T. Teranishi,

VII TOURS Symposium on Nuclear Physics and Astrophysics, November 16–20, 2009, KOBE, JAPAN.

Direct measurement of  ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$  reaction near stellar energy:

K. Fujita, K. Sagara, T. Teranishi, T. Goto, R. Iwabuchi, S. Matsuda, K. Nakano, N. Oba, M. Taniguchi and H. Yamaguchi,

The 10th. International Symposium on Origin of Matter and Evolution of the Galaxies (OMEG10), March 8–10, 2010 RCNP, Osaka University, Ibaraki, Osaka, Japan.

$\text{C} + \alpha$  天体核反応全断面積の  $E_{\text{cm}}=1.5\text{MeV}-1.15\text{MeV}$  での測定:

相良建至, 藤田訓裕, 谷口雅彦, 岩淵利恵, 後藤昂, 大場希美, 松田沙矢香, 山口祐幸, 田中薫, 寺西高

日本物理学会 第65回年次大会 岡山大学 2010年3月

10MeV 近傍の  $\text{pd}$  分解反応における Star および QFS 断面積系統的測定:

江口祐一郎, 相良建至, 黑板翔, 八嶋恵介, 宍戸拓郎, 矢部達也, 下田広己, 末田雄大, 前田幸重, 畑中吉治, 岡村弘之, 民井淳, 石川壮一

日本物理学会 第65回年次大会 岡山大学 2010年3月.

$E_p=250\text{MeV}$   $2\text{H}(p,pp)n$  反応における微分断面積の異常:

黒板翔, 相良建至, 江口祐一郎, 八嶋恵介, 矢部達也, 宍戸拓郎, 堂園昌伯, 山田由希子, 若狭智嗣, 野呂哲夫, 松原礼明, 銭廣十三, 民井淳, 岡村弘之, 畑中吉治, 斎藤透, 前田幸重, 鎌田裕之

日本物理学会 第 65 回年次大会 岡山大学 2010 年 3 月.

天体核反応実験のための厚い膜無しヘリウムガス標的 ( $0.1$  気圧  $\cdot$  cm) の開発と性能:

大場希美, 相良建至, 藤田訓祐, 岩淵利恵, 後藤昂, 谷口雅彦, 松田沙矢香, 山口裕幸, 田中薫, 寺西高

日本物理学会 第 65 回年次大会 岡山大学 2010 年 3 月.

$^{35}\text{S}$  の高スピン状態の研究:

井手口栄治, 大田晋輔, 森川恒安, 静間俊行, 大島真澄, 小泉光生, 藤暢輔, 初川雄一, 木村敦, 古高和禎, 中村詔司, 北谷文人, 原田秀郎, 菅原昌彦, 渡辺裕, 平山賀一, 宮武宇也, 大井万紀人,

日本物理学会第 65 回年会

$(p, 2p)$  反応を用いた  $^{40,48}\text{Ca}$  の殻エネルギーの測定:

松田祥英, 野呂哲夫, 若狭智嗣, 山田由希子, 堂園昌伯, 岡本緑, 宍戸拓郎, 畑中吉治, 岡村弘之, 坂口治隆, 民井敦, 安田啓介第 115 回日本物理学会九州支部例会 (宮崎大学)

九大タンデムにおける AMS の安定化:

池谷康佑, 上地健一, 島本昌樹, 福田毅, 森川恒安, 野呂哲夫, 前田豊和  
第 115 回日本物理学会九州支部例会 (宮崎大学)

天体核実験のための膜なし He 標的の圧力分布と厚さ測定,

大場 希美, 相良 建至, 寺西 高, 藤田 訓裕, 谷口 雅彦, 岩淵 利恵, 後藤 昂, 中野 桂樹,  
第 115 回日本物理学会九州支部例会, 2009 年 12 月, 宮崎大学.

$E_{cm} = 1.5\text{MeV}$  での  $^4\text{He} + ^{12}\text{C} \rightarrow ^{16}\text{O} + \gamma$  断面積測定: BG 低減,

後藤 昂, 相良 建至, 寺西 高, 藤田 訓裕, 谷口 雅彦, 岩淵 利恵, 中野 桂樹, 大場 希美, 田中 薫, 松田 沙矢香, 山口 裕幸,

第 115 回日本物理学会九州支部例会, 2009 年 12 月, 宮崎大学.

九州大学タンデム加速器の現状:

森川恒安, 相良建至, 野呂哲夫, 若狭智嗣, 寺西高, 藤田訓裕, 前田豊和, 池田伸夫  
第 22 回タンデム加速器とその周辺技術の研究会 (筑波大学).

九大タンデムにおけるビーム輸送パラメータのモニタリング:

池谷康佑, 上地健一, 島本昌樹, 福田毅, 佐藤友哉, 藤田一洋, 皆本洋, 森川恒安, 野呂哲夫,  
前田豊和

第 22 回タンデム加速器とその周辺技術の研究会 (筑波大学).

九大 AMS の安定化と現代植物標本の測定:

上地健一, 池谷康佑, 島本昌樹, 福田毅, 森川恒安, 野呂哲夫, 前田豊和

第 22 回タンデム加速器とその周辺技術の研究会 (筑波大学).

九大タンデムにおけるビーム・バンチャー改良:

藤田 訓裕, 相良 建至, 後藤 昂, 中野 桂樹, 岩淵 利恵, 谷口 雅弘, 大場 希美, 前田 豊和,  
第 22 回タンデム加速器およびその周辺技術の研究会, 2009 年 7 月, 筑波大学.

3 核子分解反応における液体水素標的の厚さ評価:

矢部達也, 黒板翔, 相良建至, 江口祐一郎, 八嶋恵介, 宍戸拓郎, 堂園昌伯, 山田由  
希子, 若狭智嗣, 前田幸重, 斎藤透, 松原礼明, 錢廣十三, 民井淳, 岡村弘之, 畑中  
吉治, 鎌田裕之, 為重雄司

第 115 回日本物理学界九州支部例会、宮崎大学 2009 年 12 月.

3 核子 Star 反応の角度・エネルギー依存性の異常:

宍戸拓郎, 矢部達也, 江口祐一郎, 八嶋恵介, 黒板翔, 相良建至

第 115 回日本物理学界九州支部例会、宮崎大学 2009 年 12 月.

天体核反応実験のための膜無し He 気体標的の圧力分布と厚さ測定:

大場希美, 相良建至, 寺西高, 藤田訓祐, 谷口雅彦, 岩淵利恵, 後藤昂, 中野桂樹

第 115 回日本物理学界九州支部例会、宮崎大学 2009 年 12 月.

$E_{cm}=1.5\text{MeV}$  での  $4\text{He}+^{12}\text{C} \rightarrow ^{16}\text{O}+\gamma$  断面積測定: BG 低減

後藤昂, 相良建至, 寺西高, 藤田訓祐, 谷口雅彦, 岩淵利恵, 中野桂樹、大場希美, 松  
田沙矢香、山口裕幸

第 115 回日本物理学界九州支部例会、宮崎大学 2009 年 12 月.

## 外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

基盤研究 (B) 研究課題「天体における炭素-ヘリウム核融合反応断面積の直接測定」(相良 建至 2008~2010 年度: H21 年度 4,800 千円)

基盤研究 (C) 「低エネルギー不安定核反応による 2 核子相関の研究」(寺西高 2009~2011 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)

《 文部省科学研究費補助金以外の外部資金 》

倉田奨励金

原子核内での 2 核子散乱のスピンの測定によるカイラル凝縮機構の研究

研究代表者：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)

山田由希子 DC1 (2007-2009) 「中性子ノックアウト反応を用いた媒質効果ならびにディラック相対論効果の研究」

堂園昌伯 DC2 (2009-) 「スピン完全測定から探る原子核中でのパイ中間子の振舞い」

黒板 翔 DC2 (2009-) 「短距離型 3 核子力の探索と 3 核子系異常現象の解明」

共同研究：森川恒安、原研・東大・九大・千葉工大「質量数 40 領域核の巨大変形状態と高スピン殻構造の研究」

## 学部 4 年生卒業研究

(1) 石橋和久：(指導教員、相良建至)

$E_p=9.5\text{MeV}$  での  $2\text{H}(p,pp)n$  反応における Off-Plane Star Anomaly の検証 I

(2) 井手翔吾：(指導教員、相良建至)

p-d 分解反応における運動学的条件について

(3) 桑田薫法：(指導教員、森川恒安・野呂哲夫)

マルチカソードイオン源の自動制御のための基礎研究、冷却型ターゲット駆動

機構のデザインとリミッタ系の検討。

- (4) 高木基伸：(指導教員、若狭智嗣)  
スピン完全測定による  $^{16}\text{F}$  のパイ中間子状態の探索
- (5) 田中薫：(指導教員、相良建至)  
天体核反応実験におけるガスターゲットの有用性
- (6) 田中惇平：(指導教員、森川恒安・野呂哲夫)  
マルチカソードイオン源の自動制御のための基礎研究、ステッピングモータによるシャフト駆動機構の検討。
- (7) 田村隆志：(指導教員、相良建至)  
 $E_p=9.5\text{MeV}$  での  $2\text{H}(p,pp)n$  反応における Off-Plane Star Anomaly の検証 II
- (8) 松田沙矢香：(指導教員、相良建至)  
吹き込み型気体標的の開発と標的の厚さ測定について
- (9) 山口祐幸：(指導教員、相良建至)  
吹き込み型膜無し気体標的の厚さ測定

#### 修士論文

- (1) 岩淵 利恵: (指導教員、相良建至)  
天体核反応実験のための膜無し気体標的の厚さと圧力分布測定
- (2) 江口 祐一郎: (指導教員、相良建至)  
 $E_p=10\text{ MeV}$  近傍での  $pd$  准弾性散乱における断面積異常の探索
- (3) 後藤 昴: (指導教員、相良建至)  
 $E_{cm} = 1.5\text{ MeV}$  での  $^4\text{He}+^{12}\text{C}\rightarrow^{16}\text{O}+\gamma$  天体核反応測定とバックグラウンド低減
- (4) 松田 祥英：(指導教員、野呂哲夫)  
 $(p, 2p)$  反応による Ca 核の陽子軌道エネルギー分布測定
- (5) 八嶋 恵介: (指導教員、相良建至)  
陽子-重陽子分解反応における Space Star 異常の検証

#### 博士論文

- 吉田英智 (論文博士)：(指導教員、野呂哲夫)  
Study of  $(p, 2p)$  reactions as a practical probe for nuclear spectroscopy

#### 学外での学会活動

野呂哲夫：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  
日本原子力研究開発機構施設協議会専門委員  
J-PARC 放射線安全委員会委員  
東大 CNS-理研 核物理研究計画助言委員会 (NP-PAC) 委員  
東京大学-理化学研究所 EFES プログラム運営委員会外部委員  
日本物理学会プログラム委員 (2009.10～)  
日本物理学会九州支部委員長 (2009年9月～)  
日中シンポジウム組織委員

相良建至：20th International Conference on Few-Body Problems in Physics (FB20)  
組織委員会委員長  
Asia-Pacific Conference on Few-Body Problems in Physics (APFB) 国際  
助言委員 (2004年4月～)  
KEK 短寿命核分離加速実験装置共同利用実験 審査委員会委員 (2008年  
4月～)  
日本物理学会九州支部委員長 (～2009年8月)

若狭智嗣：日本物理学会領域運営委員

寺西高：大阪大学核物理研究センター (RCNP) B-PAC 委員  
理化学研究所 RI ビームファクトリー (RIBF) ユーザーグループ執行委員  
会 (UEC) 委員 (2009年10月～)

#### その他の活動と成果

スーパー・サイエンス・ハイスクール (SSH) 実験・実習体験講座「粒子検出器により  
原子核の世界を体験する」2009年10月17日 (寺西高)

体験入学・実験「物質を透過する粒子線」2010年3月30日 (寺西高)

体験入学・実験「身の回りの放射能体験」2010年3月30日 (森川恒安)