

放射線研究室

Radiation Laboratory

主任研究員 延 與 秀 人
EN'YO Hideto

当研究室は、重イオン加速器を用い、強い相互作用をする多体系としての原子核物理学、ハドロン物理学の研究を進めている。これらの研究は重イオン科学総合研究の一環として行われ、大きく理研加速器施設を用いる研究と、米国ブルックヘブン国立研究所 (BNL) に完成した超高エネルギー重イオン加速器 (RHIC) を用いる研究の二つに大別される。前者では、重イオン加速器によって不安定核、高温核、高速回転核等を生成し、その性質を解明することに主眼を置いている。特にリングサイクロトロンから得られる高エネルギー重イオンビームの特性を活用して RI ビームを生成し、中性子過剰核の特異な核構造、天体核現象に係わる核反応、偏極原子核に関する研究を重点的に行っている。後者は BNL との協力のもとに始めた国際共同研究である。

この研究では、RHIC において偏極した陽子の加速を行い、原子核の、特に基本的構成要素たる核子のスピン構造をクォーク・グルーオンの描像に基づいて解明することを目指している。

なお、当研究室の主任研究員は 1 月 31 日までは谷畑勇夫が兼務し、2 月 1 日付けで延與秀人が就任した。

1. 中高エネルギー重・軽イオン反応による原子核研究
(延與、市原、渡邊、岸田、吉田、渡辺、溝井^{*1}、青井^{*1}、福田^{*1}、福田^{*1}、福田^{*1}、Gelberg^{*1}、郷農^{*2}、浜本^{*1}、堀内^{*1}、井手口^{*1}、家城^{*1}、岩崎^{*3}、Mengoni^{*1}、宮武^{*1}、森川^{*1}、本林^{*1}、小田原^{*1}、岡村^{*1}、大塚^{*1}、佐川^{*1}、桜木^{*1}、櫻井^{*1}、Signorini^{*1}、鈴木^{*1}、鈴木^{*1}、田嶋^{*1}、滝川^{*1}、民井^{*1}、若狭^{*1}、馬場^{*4}、出道^{*4}、福地^{*6}、古澤^{*6}、二上^{*4}、五味^{*4}、長谷川^{*4}、波多野^{*6}、日暮^{*4}、池田^{*5}、井上^{*6}、石田^{*6}、金子^{*4}、菅野^{*4}、櫻山^{*6}、加藤^{*6}、衣川^{*4}、岸^{*4}、小早川^{*6}、国分^{*4}、黒川^{*5}、前田^{*6}、松浦^{*6}、松山^{*4}、峯村^{*4}、三浦^{*5}、宮川^{*6}、守永^{*6}、本村^{*6}、中村^{*6}、中野^{*6}、成島^{*4}、斎藤^{*6}、斎藤^{*6}、斎藤^{*4}、佐藤^{*4}、新保^{*6}、杉本^{*5}、竹下^{*4}、杜澤^{*4}、内ヶ島^{*6}、矢向^{*6}、山本^{*4}、田中^{*6}；石原 (理研 BNL 研究センター)；矢野 (加速器基盤研究部)；谷畑 (RI ビーム科学研))

(1) リングサイクロトロンからの重イオンビームを用いた研究

以下の様に、“入射核破砕片分離装置 (RIPS)” を用いた不安定核のスペクトロスコピー実験を多数行っている。リングサイクロトロンで得られる大強度ビームと大立体角、大運動量アクセプタンスを持つ RIPS を用いることによって、これまで発見されなかった新しい原子核を発見することや原子核の基本量を測定することができる。

まず、これまで行ってきた中性子過剰な新同位元素の発見と中性子ドリップ線核およびその近傍核の半減期測定を踏まえ、これら実験の基礎となる入射核破砕反応の中性子超過剰核生成断面積について詳細な解析を進め、特に中間エネルギー特有の標的依存性についてその理解を深めている。

中間エネルギー不安定核ビームによる核分光の研究には、何らかの直接反応で励起された核からの γ 線測定が有力な方法であり、クーロン励起を含む非弾性散乱、破砕反応、移行反応、荷電交換反応などに対して成果をあげてきた。本

年度は、 ^{20}C 、 ^{24}O 、 ^{30}Ne の陽子非弾性散乱、 ^{12}Be 、 ^{14}O の α 粒子非弾性散乱、 ^{84}Se のクーロン励起の 3 種類の実験的研究を行った。以下詳しく述べる。

不安定核の未知の低励起状態、特に偶々核の 2^+ 状態を観測するためには、陽子非弾性散乱が最も能率が良い。これは、陽子標的の原子数を大きくできるためであり、液体標的を用いた測定により、非常にビーム強度が小さい ^{20}C 、 ^{24}O 、 ^{30}Ne による測定を可能とした。各々 2^+ 状態からと思われる低い γ 線を観測した。また、同時に行われた ^{32}Mg ビームに対するデータを解析し、陽子非弾性散乱から得られる変形度が、既に行われたクーロン励起の実験から得られる変形度よりもやや小さいことを見いだした。前者が中性子の分布により敏感で、後者が本質的に陽子の分布を反映していることを考えると、 ^{32}Mg の核構造を考える上で興味深い。

中間エネルギー領域の逆運動学非弾性散乱のプロブとして、液体ヘリウム標的を製作し、核子あたり 60 MeV で、 ^4He (^{12}Be 、 $^{12}\text{Be}^*$) および ^4He (^{14}O 、 $^{14}\text{O}^*$) 反応の測定を行った。自然パリティの励起状態を、粒子-粒子および粒子-ガンマ線同時測定で同定し、微分断面積から分光学的情報を得ることおよび高いスピンの状態や単極子励起状態の探索を目指している。また、 ^{14}O のヘリウム標的による不安定核の入射核破砕片の生成断面積を調べ、陽子過剰核ビームから中性子過剰核の破砕片の生成断面積が安定核に対する半経験式より小さくなっていることを見いだした。このほか、 (α, t) あるいは $(\alpha, ^3\text{He})$ 反応のような移行反応の断面積の決定も目指している。

これまで主として質量数 40 以下の領域に限られてきた研究対象を質量数 80 領域にまで拡張する第一歩として、魔法数 50 の中性子をもつ中性子過剰核である ^{84}Se のクーロン励起実験を行った。 ^{84}Se の生成には、RIPS では始めてとなる ^{86}Kr ビーム (66 A MeV $\sim$ 0.5 pnA) の入射核破砕反応を用いた。初めて ^{84}Se の第一励起状態 (2^+) からの脱励

起に対応する γ 線 (1455 keV) を確認しており、今後の解析で基底状態の変形度を反映した量である電気四重極遷移確率を導出し、 $N = 50$ 魔法数に起因する閉殻構造の中性子過剰領域での振る舞いを議論する計画である。

原子核を非弾性散乱等で粒子崩壊しきい値以上に励起すると、 γ 崩壊はめったに起こらない。その場合には、崩壊粒子を同時測定してその不変質量を決定することが有力な研究手段となる。特に電磁相互作用で核をクーロン分解すると、仮想光子による分解反応に関連付けられ、逆反応である放射性捕獲反応の断面積を決定することができる。このクーロン分解法を用いて、天体での核燃焼過程の陽子捕獲反応を調べる研究では、 ^8B 、 ^9C 、 ^{12}N 、 ^{13}O 、 ^{13}N 、 ^{14}O といった軽い陽子過剰核について成果を上げてきた。本年度は、より重い sd 殻核への拡張の第一歩として、rp-process で重要な働きをする $^{22}\text{Mg}(p, \gamma)^{23}\text{Al}$ 反応の断面積を求めるため、 ^{23}Al のクーロン分解を測定する実験を行った。ストリップ型のシリコン検出器 16 台を含むテレスコープを用いた測定から、 ^{23}Al 核の第一励起共鳴状態を経由する反応断面積の決定を目指している。

中性子過剰核の特異性、特に中性子分離エネルギーが核融合反応におよぼす効果を検証するために、クーロン障壁以下のエネルギー領域で測定した Al の同位体 $^{27,29,31}\text{Al}$ の核融合励起関数の系統的測定データに関して考察を進め、核融合反応への中性子移行の寄与の重要性を示した。

重イオン核融合反応による原子核の高スピン状態の研究では、ここ数年、高スピン核異性体からなる二次ビーム (アイソマービーム) の強度と純度をより上げるための様々な工夫をほどこしてきた。そして本年度は高スピンアイソマービームとしてはほぼ完成形と思われるものを実現した。高スピン核異性体の生成には、大強度の一次ビームでも破壊されない窓無しガス標的を用い、生成されたアイソマービームと一次ビームとの分離をよくするために、ガス標的後のビームを固体の薄膜に通し、荷電状態分布を再分配させた。さらに、薄膜を熱的破壊に至らせないように、薄膜上でのビームサイズを意図的に大きくするビーム輸送を成功させた。それでもわずかに混入する一次ビームを遮断するために短冊スリットを開発して一次ビームの混入をほとんどなくした。これらにより、1 秒間に 10 万個から 20 万個のアイソマービームを最高 75% の純度で得ることができた。ただし一方で、このような理想的条件を長期間維持することの困難さにも遭遇した。まず第一に、一次ビームのエミッタンスが時間とともに変化するため、一次ビームの直接の混入が予想以上に多くなった。第二に、そういった時間的に形状の不安定な大強度一次ビームをガス標的系へ長時間照射すると、ビームが標的セルにぶつかることによって発生する熱により、循環ガス系にわずかに混じるポンプ油が炭化し、ビームの飛行を妨げ、不純物としての散乱一次ビームを増大させてしまうのである。現在、その困難を克服するため、一次ビーム用スリットの開発とガス標的系の改造を行っている。また、理想的条件を長時間得られなかったとはいえ、高スピン核異性体の二次核融合実験を行い、二次融合反応からのガンマ線を観測することに初めて成功した。一次ビームによる不純物の混入の度合いも、ガンマ線の解析を通じて定量的に見積もることができるようになった。

高分解能磁気分析器 (SMART) を用いた高励起状態の

研究も多数行っている。偏極イオン源によって生成された偏極重陽子ビームを用いて、 $d + p$ 弾性散乱の重陽子から陽子への偏極移行量測定による核子間三体力の研究、偏極 ^3He 標的を用いた $^3\text{He}(d, p)^4\text{He}$ 反応の偏極相関計数測定、 $d + d \rightarrow ^3\text{H} + p$ 、 $^3\text{He} + n$ 反応の偏極分解能測定による ^3H 、 ^3He 核のスピン構造の研究、および $^{12}\text{C}(d, \alpha)$ 反応測定による重陽子ビームテンソル偏極度の絶対値較正実験を行った。以下詳しく述べる。

我々が測定した中間エネルギー領域における $p + d$ 散乱の実験データと、核子間三体力を取り入れたファデーエフ理論計算との比較から、三体力の発現が見られるという重大な結論が近年の大きな話題となっている。三体力のスピン依存部分に敏感な観測量に重点をおいて、さらに研究を進めているが、その際に重要な重陽子偏極度計 DPOL を陽子偏極度計として用いるための較正実験を同時に行った。また、新たに開発した液体水素標的を使用した。

昨年度取得した ^{12}C を標的とする重陽子非弾性散乱偏極移行量測定データから、高励起連続状態の荷電スカラースピンの研究と二重ガモフテラー状態の探索を目的とした解析を行った。この解析から ^{12}C 高励起状態での、重陽子非弾性散乱のスピン一重、二重反転確率のデータが初めて得られた。スピン二重反転確率のデータは、測定した 50 MeV までの励起エネルギー領域でほぼ 0 の値を示し、二重ガモフテラー状態励起の兆候は見られないという結果が得られた。また重イオン荷電変換反応は、核子あたり 100 MeV を超えるリングサイクロトロンエネルギーでは、これまでの $^{12}\text{C}(^{12}\text{C}, ^{12}\text{N})^{12}\text{B}$ 反応の実験と解析の結果、反応は一段階直接反応が主な寄与で歪曲波ボルン近似で非常に良く記述できることが明らかとなっている。さらに、アイソスピン反転反応のなかでも、($^{12}\text{C}, ^{12}\text{N}$) 反応はスピン反転の状態のみを励起し、($^{13}\text{C}, ^{13}\text{N}$) 反応は主にスピン非反転の状態を励起するので、この二つの反応を組み合わせることにより、とくに高励起状態の巨大共鳴のモードを同定する研究が行われている。

(2) 計算機システムの拡充

加速器研究施設では共通のデータ処理計算機システム (<http://www.rarf.riken.go.jp/rarf/exp/comp/index-j.html>) として True64, Solaris および Linux から構成される UNIX Cluster 群を中核としたシステムを整備、提供しており、従来の VMS (VAX および Alpha) クラスタからの移行が進んでいる。本年度は UNIX システム利用者の増大に対応するため、UNIX クラスタの中心計算機を最新の 4 CPU モデルに更新した。

*1 共同研究員, *2 客員主管研究員, *3 訪問研究員, *4 研修生 (立大大学院), *5 研修生 (東工大大学院), *6 研修生

2. 高エネルギー原子核衝突によるスピン物理の研究 (延與, 市原, 渡邊, 齋藤, 竹谷, 村田, 林, 四日市, Mao, 石井, 内藤, 松井, 安井, 今井 *1, 柴田 *1, 矢崎 *1, 浜垣 *2, 澤田 *2, 志垣 *2, 秋葉 *2, 中條 *2, 三宅 *2, Burward-Hoy *2, 佐藤 *2, 本間 *2, 鳥井 *3, 東城 *3, 佐藤 *3, 大山 *3, 杉岡 *4, 神原 *4, 小野 *5, 清道 *5, 鈴木 *5, 鶴岡 *5, 中村 *3; 石原, 栗田, 後藤, 小林 (理研 BNL 研究センター); 谷畑 (RI ビーム科学研); 片山, 岡村 (ビーム

*¹ 客員主管研究員, *² 共同研究員, *³ 研修生, *⁴ 研修生 (東工大大学院), *⁵ 研修生 (筑大大学院)

誌 上 発 表 Publications

(原著論文) *印は査読制度がある論文誌

Jaffe R. L. and Saito N.: “QCD Selection rules in polarized hadron collisions”, Phys. Lett. B **382**, 165–172 (1996). *

Soramel F., Signorini C., Müller L., Li Z. C., Andrichetto A., Liu Z. H., Yoshida A., Pu Y., Fukuda T., Löbner K. E. G., Rudolph K., Zotti C., and Sida J. L.: “Influence of break-up on fusion of $^{9,11}\text{Be} + ^{209}\text{Bi}$ ”, Proc. 3rd Japan-Italy Joint Symp. '97 on Perspectives in Heavy Ion Physics, Padova, Italy, 1997-10, edited by C. Signorini, F. Soramel, and T. Kishida, World Scientific, Singapore, pp. 83–91 (1997). *

Kishida T.: “RI Beam Factory Project at RIKEN”, Proc. 3rd Japan-Italy Joint Symp. '97 on Perspectives in Heavy Ion Physics, Padova, Italy, 1997-10, edited by C. Signorini, F. Soramel, and T. Kishida, World Scientific, pp. 274–281 (1997). *

Saito N. and Saito N.: “Spin physics with the PHENIX detector system”, Nucl. Phys. A **638**, 575c–578c (1998). *

Hamagaki H. and Saito N.: “The PHENIX experiment and PHENIX-J activities”, Nucl. Phys. News **8**, No. 4, pp. 26–30 (1998). *

Saito N.: “RHIC spin physics: Status of polarized collider and spin-flavor structure of the nucleon”, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) **79**, 584–587 (1999). *

Goto Y.: “Sensitivity to gluon polarization at RHIC: Proceedings of the International Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS99)”, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) **79**, 588–590 (1999). *

Krueger K., Allgower C., Kasprzyk T., Spinka H., Underwood D., Yokosawa A., Bunce G., Huang W. H., Makdisi Y., Roser T., Syhens M., Belikov N. I., Dereshchikov A. A., Matulenko Y. A., Nogach L. V., Nurshv S. B., Pavlinov A. I., Vasiliev A. N., Bai M., Lee S. Y., Goto Y., Hayashi N., Ichihara T., Okamura M., Saito N., En'yo H., Imai K., Kondo Y., Nakada Y., Nakamura M., Sato H. D., Okamura H., Sakai H., Wakasa T., Baturine V., Ogawa A., Ghazikhanian V., Igo G., Trentalange S., and Whitten C.: “Large analyzing power in inclusive $\pi^\pm$ production high x_F with a 22-GeV/c polarized proton beam”, Phys. Lett. B **459**, 412–416 (1999). *

Ohnishi T., Sakai H., Okamura H., Ishida S., Otsu H., Sakamoto N., Uesaka T., Wakasa T., and Satou Y.: “Measurement of deuteron elastic scattering at $E_d = 270\text{ MeV}$ and a comparison with sudden approxima-

tion”, Few Body Problems in Physics '99, Tokyo, 1999-08, edited by S. Oryu, M. Kamimura, and S. Ishikawa, Springer, Wien, pp. 153–156 (2000).

Sakai H., Sekiguchi K., Kato H., Tamii A., Ohnishi T., Yako K., Sakoda S., Maeda Y., Hatano M., Sakamoto N., Uesaka T., Satou Y., Okamura H., Suda K., and Wakasa T.: “Precise measurement of dp scattering at 270 MeV”, Few Body Problems in Physics '99, Tokyo, 1999-08, edited by S. Oryu, M. Kamimura, and S. Ishikawa, Springer, Wien, pp. 403–408 (2000).

Sekiguchi K., Sakai H., and Okamura H.: “Measurement of cross sections and vector and tensor analyzing powers for d - p elastic scattering at $E_d = 270\text{ MeV}$ ”, Few Body Problems in Physics '99, Tokyo, 1999-08, edited by S. Oryu, M. Kamimura, and S. Ishikawa, Springer, Wien, pp. 474–478 (2000).

Kobayashi Y., Yoshida Y., Yoshida A., Watanabe Y., Hayakawa K., Yukihiro K., Shimura F., and Ambe F.: “In-beam Mössbauer study of $^{57}\text{Mn}/^{57}\text{Fe}$ in Si following projectile fragmentation and implantation”, Hyperfine Interact. **126**, 417–420 (2000). *

Yoneda K., Sakurai H., Gomi T., Motobayashi T., Aoi N., Fukuda N., Futakami U., Gacsi Z., Higurashi Y., Imai N., Iwasa N., Iwasaki H., Kubo T., Kunibu M., Kurokawa M., Liu Z., Minemura T., Saito A., Serata M., Shimoura S., Takeuchi S., Watanabe Y., Yamada K., Yanagisawa Y., Yogo K., Yoshida A., and Ishihara M.: “Deformation of ^{34}Mg studied via in-beam γ -ray spectroscopy using radioactive-ion projectile fragmentation”, Phys. Lett. B **499**, 233–237 (2001). *

Itakura K. and Maedan S.: “Dynamical chiral symmetry breaking on the light front: DLCQ approach”, Phys. Rev. D **61**, 045009-1–045009-18 (2000). *

Itakura K. and Maedan S.: “Dynamical chiral symmetry breaking on the light front II: The Nambu-Jona-Lasinio model”, Phys. Rev. D **62**, 15016-1–15016-19 (2000). *

Suzuki K., Hayashigaki A., Itakura K., Alam J., and Hatsuda T.: “Validity of the color dipole approximation for diffractive production of heavy quarkonium”, Phys. Rev. D **62**, 031501-1–031501-4 (2000). *

Bieber R., Glöckle W., Golak J., Narakeh M. N., Hüber D., Huisman H., Kalantar-Nayestanaki N., Kamada H., Messchendorp J. G., Nogga A., Sakai H., Sakamoto N., Seip M., Volkerts M., van der Werf S. Y., and Witala H.: “Three-nucleon force and the A_y puzzle in intermediate energy $\vec{p} + d$ and $\vec{d} + p$ elastic scattering”, Phys. Rev. Lett. **84**, 606–609 (2000). *

Kamada H., Uesaka T., Glöckle W., Sakai H., Gojuki S., Itoh K., Ohnishi T., Okamura H., Sakamoto N., Sakoda S., Satou Y., Sekiguchi K., Suda K., Tamii A., Wakasa T., Witala H., and Yako K.: “A model for the $^3\text{He}(\vec{d}, p)^4\text{He}$ reaction at intermediate energies”, Prog. Theor. Phys. **104**, 703–708 (2000). *

Otsuka T., Shimizu N., Haruyama S., Honma M., Mizusaki T., Taketani A., Utsuno Y., and Watanabe Y.: “Monte

Carlo Shell Model calculations for atomic nuclei and their parallel computing”, Prog. Theor. Phys. Suppl., No. 138, pp. 24–27 (2000). *

Watanabe Y., Shimizu N., Haruyama S., Honma M., Mizusaki T., Taketani A., Utsuno Y., and Otsuka T.: “A workstation farm optimized for Monte Carlo Shell Model calculations: Alphleet”, Prog. Theor. Phys. Suppl., No. 138, pp. 43–44 (2000). *

(総 説)

齋藤直人: “高エネルギースピ物理と理研 BNL 研究センター”, パリティ 13, No. 12, pp. 108–109 (1998).

(単行本)

渡邊康, 岡部豊: “6 投稿原稿の作成と電子化出版”, 科学英語論文のすべて第 2 版, 日本物理学会 (編), 丸善, 東京, pp. 261–294 (1999).

(その他)

Mizoi Y., Miyachi T., Matsuyama Y., Fukuda T., Watanabe Y., Fukuda N., Aoi N., Notani M., Watanabe Y., Yoshida A., and Sakurai H.: “Study of the ${}^{bf8}\text{Li}(\alpha, n){}^{bf11}\text{B}$ reaction by using new MUSIC detector”, Inst. Nucl. Study, Univ. Tokyo, Ann. Rept. 1996, pp. 36–37 (1997).

Fukunishi N., Kusaka K., Sakurai H., Kubo T., Nagafuchi T., Okuno H., Mitsumoto T., Fujishima S., Kase M., Goto A., and Yano Y.: “Design studies on beam transport system of RIKEN RI Beam Factory”, Proc. 12th Symp. on Accelerator Science and Technology, Wako, 1999–10, edited by Y. Yano, RIKEN, pp. 438–440 (1999).

Wada M., Katayama I., Okada S., Ishida Y., Nakamura T., Sonoda T., Oshima T., Nakai Y., Kojima T. M., Kanai Y., Kambara T., Yamazaki Y., Yoshida A., Kubo T., Okada Y., Noda K., Kawakami H., and Ohtani S.: “RF ion-guide system for trapping energetic radioactive nuclear ions”, At. Collision Res. Jpn., No. 26, pp. 106–108 (2000).

Kohama A., Yazaki K., and Seki R.: “Correlation and finite interaction-range effects in high-energy electron inclusive scattering”, Nucl. Phys. A **663/664**, 373c–376c (2000).

Itakura K. and Maedan S.: “Effects of topology on the light front”, Nucl. Phys. A **670**, 76c–79c (2000).

Kohama A., Yazaki K., and Seki R.: “Correlation and finite interaction-range effects in high energy electron inclusive scattering”, Nucl. Phys. A **670**, 206c–209c (2000).

口 頭 発 表 Oral Presentations

(国際会議等)

Tominaka T., Okamura M., and Katayama T.: “Analytical field calculation of helical dipole magnets for RHIC”, 1997 Particle Accelerator Conf. (PAC’97), (TRIUMF, University of Maryland), Vancouver, Canada, May (1997).

Gono Y.: “In-beam gamma-ray spectroscopy”, Int. Workshop on JHF Science (JHF98), (KEK), Tsukuba, Mar.

(1998).

Gono Y.: “A windowless gas target for secondary beam production”, 19th World Conf. of INTDS, Nuclear Targets Preparation, Characterization and Use, (Oak Ridge National Laboratory), Oak Ridge, USA, Oct. (1998).

Ohnishi T., Sakai H., Okamura H., Ishida S., Otsu H., Sakamoto N., Uesaka T., Wakasa T., Satou Y., and Nonaka T.: “Measurement of deuteron elastic scattering at $E_d = 270$ MeV and a comparison with sudden approximation”, Asia Pacific Conf. on Few-Body Problems in Physics (APFB 99), (Science University of Tokyo), Kashiwa, Aug. (1999).

Ogawa H., Sakai K., Suzuki T., Nagakura M., Miyoshi H., Asahi K., Yogo K., Goto A., Suga T., Honda T., Yoshimi A., Ueno H., Imai N., Watanabe Y., Yoneda K., Fukuda N., Aoi N., Kobayashi Y., Schmidt-Ott W. D., Neyens G., Teughels S., Yoshida A., Kubo T., and Ishihara M.: “Electric quadrupole moment of ${}^{17}\text{B}$ and magnetic moment of ${}^{15}\text{C}$ measured with polarized radioactive beams”, Int. RIKEN Symp. on Shell Model 2000, Wako, Mar. (2000).

Asahi K., Sakai K., Ogawa H., Miyoshi H., Yogo K., Goto A., Suga T., Ueno H., Kobayashi Y., Yoshida A., Kubo T., Watanabe Y., Imai N., Yoneda K., Fukuda N., Aoi N., Ishihara M., Schmidt-Ott W. D., Neyens G., and Teughels S.: “Electromagnetic moments of neutron-rich nuclei measured with polarized radioactive ion beams”, Int. RIKEN Symp. on Shell Model 2000, Wako, Mar. (2000).

Sekiguchi K., Sakai H., and Okamura H.: “Measurement of cross sections and analyzing powers for the d - p elastic scattering at intermediate energies”, 16th IUPAP Int. Conf. on Few-Body Problems in Physics, Taipei, Taiwan, Mar. (2000).

Sakai H.: “Polarization transfer measurements for dp scattering at 270 MeV”, 16th IUPAP Int. Conf. on Few-Body Problems in Physics, Taipei, Taiwan, Mar. (2000).

Uesaka T., Sakai H., Okamura H., Tamii A., Satou Y., Ohnishi T., Sekiguchi K., Yako K., Suda K., Sakoda S., Nishikawa J., Hatano M., Kato H., Maeda Y., Sakamoto N., Wakasa T., and Itoh K.: “ ${}^3\text{He}(\vec{d}, p){}^4\text{He}$ reaction at intermediate energies”, 16th IUPAP Int. Conf. on Few-Body Problems in Physics, Taipei, Taiwan, Mar. (2000).

Yoneda K., Sakurai H., Gomi T., Motobayashi T., Aoi N., Fukuda N., Futakami U., Gacsi Z., Higurashi K., Imai N., Iwasa N., Iwasaki H., Kubo T., Kunibu M., Kurokawa M., Liu Z., Minemura T., Saito A., Serata M., Shimoura S., Takeuchi S., Watanabe Y., Yamada K., Yanagisawa Y., Yogo K., Yoshida A., and Ishihara M.: “Gamma-ray spectroscopy of ${}^{34}\text{Mg}$ via RI beam fragmentation”, 5th Int. Conf. on Radioactive Nuclear Beams (RNB5), (CERN and the ISOLDE collaboration), Divonne, France, Apr. (2000).

Ohnishi T., Sakai H., Okamura H., Niizeki T., Sekiguchi K., Sakamoto N., Uesaka T., Ohnuma H., Satou Y., and

- Yakou K.: “Study of spin-isospin excitations in ^{11}Be via the $(d, ^2\text{He})$ reaction at 270 MeV”, Int. Conf. on Giant Resonances (GR2000), (RCNP, Osaka University), Osaka, June (2000).
- Sakai H.: “ $\vec{dp}$ and $\vec{n}d$ scatterings at intermediate energy and three-nucleon force effects”, 17th European Conf. on Few-Body Problems in Physics, (University of Évora), Évora, Portugal, Sept. (2000).
- Suzuki K. and Itakura K.: “Constraints on color dipole-nuclear cross section from diffractive heavy quarkonium production”, Int. Workshop on Diffraction in High-Energy Physic (Diffraction 2000), (Università della Calabria Università di Torino), Centraro, Italy, Sept. (2000).
- Morimoto K., Morita K., Tanihata I., Iwasa N., Kanungo R., Kato T., Katori K., Kudo H., Suda T., Sugai I., Takeuchi S., Tokanai F., Uchiyama K., Wakasaya Y., Yamaguchi T., Yeremin A. V., Yoneda A., and Yoshida A.: “Search for a $Z = 118$ superheavy nucleus in the reaction of Kr with Pb target at RIKEN”, Tours Symp. on Nuclear Physics IV (TOURS 2000), Tours, France, Sept. (2000).
- Kato H., Satou Y., and Sakai H.: “Deuteron polarimeter DPOL and calibration of the system”, 14th Int. Spin Physics Symp. (SPIN 2000), (RCNP, Osaka University), Osaka, Oct. (2000).
- Sekiguchi K., Sakai H., and Okamura H.: “Measurement of cross section and analyzing powers for dp scattering at intermediate energies and three-nucleon force effects”, 14th Int. Spin Physics Symp. (SPIN 2000), (Research Center for Nuclear Physics, Osaka University), Osaka, Oct. (2000).
- Wakui T., Hatano M., Sakai H., Tamii A., and Uesaka T.: “Development of a polarized proton target in a low magnetic field at high temperature”, 14th Int. Spin Physics Symp. (SPIN2000), (RCNP, Osaka University), Osaka, Oct. (2000).
- Ogawa H., Sakai K., Ueno H., Nagakura M., Asahi K., Miyoshi H., Suzuki T., Yogo K., Goto A., Suga T., Honda T., Imai N., Watanabe Y., Yoneda K., Yoshimi A., Fukuda N., Aoi N., Kobayashi Y., Schmidt-Ott W. D., Neyens G., Teughels S., Yoshida A., Kubo T., and Ishihara M.: “Effective charge anomaly in neutron-rich nuclei revealed from spin-polarized RI beam experiments”, 14th Int. Spin Physics Symp. (SPIN2000), (RCNP, Osaka University), Osaka, Oct. (2000).
- Asahi K., Sakai K., Ogawa H., Ueno H., Kobayashi Y., Yoshimi A., Miyoshi H., Yogo K., Goto A., Suga T., Imai N., Watanabe Y., Yoneda K., Fukuda N., Aoi N., Schmidt-Ott W. D., Neyens G., Teughels S., Yoshida A., Kubo T., and Ishihara M.: “Nuclear moment studies with polarized radioactive nuclear beams”, 14th Int. Spin Physics Symp. (SPIN2000), (RCNP, Osaka University), Suita, Oct. (2000).
- Uesaka T., Nishikawa J., Okamura H., Sakai H., Hatano M., Itoh K., Kato H., Maeda Y., Ohnishi T., Saito T., Sakamoto N., Sakoda S., Satou Y., Sekiguchi K., Suda K., Tamii A., Uchigashima N., Yako K., Yamamoto S., Wakasa T., and Wakui T.: “Role of deuteron internal variables in the $^3\text{He}(d, p)^4\text{He}$ reaction”, 14th Int. Spin Physics Symp. (SPIN2000), (RCNP, Osaka University), Osaka, Oct. (2000).
- Ohnishi T., Sakai H., Okamura H., Niizeki T., Sekiguchi K., Sakamoto N., Uesaka T., Ohnuma H., Satou Y., and Yakou K.: “Systematic study of spin-isospin excitations in neutron rich light nuclei via the $(d, ^2\text{He})$ reaction at 270 MeV”, 14th Int. Spin Physics Symp. (SPIN2000), (RCNP, Osaka University), Osaka, Oct. (2000).
- Gono Y., Yang Y., Motomura S., Enomoto S., and Yano Y.: “Position identification of gamma-ray sources”, Nuclear Science Symp. and Medical Imaging Conf., (IEEE), Lyon, France, Oct. (2000).
- Ueno H., Miyatake H., Yamamoto Y., Sasaki M., Aoi N., Mizoi Y., Shimoda T., Ozawa A., Yoneda K., Izumi H., Ogawa H., Notani M., Asahi K., Tanimoto S., Ideguchi E., Kubo T., Kishida T., Mitsuoka S., Shirakura T., Takahashi N., and Ishihara M.: “Beta-delayed neutron spectroscopy using a spin-polarized ^{17}B beam”, Int. Symp. on Perspectives in Physics with Radioactive Isotope Beams 2000 (RIB00), (RIKEN and Center for Nuclear Study, University of Tokyo), Hayama, Nov. (2000).
- Kobayashi Y., Yoshida Y., Yoshida A., Kubo K. M., Yamada Y., Hayakawa K., Yukihiro K., Ogawa H., Ueno H., Asahi K., and Ambe F.: “In-beam Mössbauer study of ^{57}Fe using a secondary ^{57}Mn beam and ion implantation”, Int. Symp. on Perspectives in Physics with Radioactive Isotope Beams 2000 (RIB00), (RIKEN and Center for Nuclear Study, University of Tokyo), Hayama, Nov. (2000).
- Takeuchi S., Shimoura S., Motobayashi T., Akiyoshi H., Ando Y., Aoi N., Fülöp Zs., Gomi T., Higurashi Y., Hirai M., Iwasa N., Iwasaki H., Iwata Y., Kobayashi H., Kurokawa M., Minemura T., Ozawa S., Sakurai H., Serata M., Teranishi T., Yamada K., Yanagisawa Y., Zhong L., and Ishihara M.: “Isobaric analog state of ^{14}Be ”, Int. Symp. on Perspectives in Physics with Radioactive Isotope Beams 2000 (RIB00), (RIKEN and Center for Nuclear Study, University of Tokyo), Hayama, Nov. (2000).
- Ogawa H., Asahi K., Sakai K., Ueno H., Suzuki T., Miyoshi H., Nagakura M., Yogo K., Goto A., Suga T., Honda T., Imai N., Watanabe Y., Yoneda K., Fukuda N., Yoshimi A., Aoi N., Kobayashi Y., Schmidt-Ott W. D., Neyens G., Teughels S., Yoshida A., Kubo T., and Ishihara M.: “Quenching of neutron E2 effective charge in neutron-rich nuclei”, Int. Symp. on Perspectives in Physics with Radioactive Isotope Beams 2000 (RIB00), (RIKEN, Center for Nuclear Study, University of Tokyo), Hayama, Nov. (2000).
- Yoneda K., Sakurai H., Gomi T., Motobayashi T., Aoi N., Fukuda N., Futakami U., Gacsi Z., Higurashi Y.,

- Imai N., Iwasa N., Iwasaki H., Kubo T., Kunibu M., Kurokawa M., Liu Z., Minemura T., Saito A., Serata M., Shimoura S., Takeuchi S., Watanabe Y., Yamada K., Yanagisawa Y., Yogo K., Yoshida A., and Ishihara M.: “Very large deformation of the neutron-rich isotope ^{34}Mg from in-beam gamma-ray spectroscopy with RI beam fragmentation”, Int. Symp. on Perspectives in Physics with Radioactive Isotope Beams 2000 (RIB00), (RIKEN and Center for Nuclear Study, University of Tokyo), Hayama, Nov. (2000).
- Yoneda K., Sakurai H., Gomi T., Motobayashi T., Aoi N., Fukuda N., Futakami U., Gacsi Z., Higurashi Y., Imai N., Iwasa N., Iwasaki H., Kubo T., Kunibu M., Kurokawa M., Liu Z., Minemura T., Saito A., Serata M., Shimoura S., Takeuchi S., Watanabe Y., Yamada K., Yanagisawa Y., Yogo K., Yoshida A., and Ishihara M.: “In-beam gamma-ray spectroscopy with RI projectile fragmentation”, Workshop on Direct Reactions with Radioactive Isotope Beams, (Rikkyo University), Tokyo, Nov. (2000).
- Takeuchi S., Shimoura S., Motobayashi T., Akiyoshi H., Ando Y., Aoi N., Fülöp Zs., Gomi T., Higurashi Y., Hirai M., Iwasa N., Iwasaki H., Iwata Y., Kobayashi H., Kurokawa M., Minemura T., Ozawa S., Sakurai H., Serata M., Teranishi T., Yamada K., Yanagisawa Y., Zhong L., and Ishihara M.: “Isobaric analog state of ^{14}Be ”, Workshop on Direct Reactions with Radioactive Isotope Beams, (Rikkyo University), Tokyo, Nov. (2000).
- Kobayashi Y., Kubo K. M., Yamada Y., Yoshida A., Ogawa H., Asahi K., and Ambe F.: “In-beam Mössbauer studies of ^{57}Fe ions arising from ^{57}Mn implanted into KMnO_4 ”, Int. Chemical Congr. of Pacific Basin Soc. (PACIFICHEM 2000), Honolulu, USA, Dec. (2000).
- Asahi K., Ogawa H., Ueno H., Miyoshi H., Kameda D., Kobayashi Y., Yoshimi A., Yogo K., Goto A., Suga T., Sakai K., Imai N., Watanabe Y., Yoneda K., Fukuda N., Aoi N., Yoshida A., Kubo T., Ishihara M., Schmidt-Ott W. D., Neyens G., and Teughels S.: “Quadrupole moments and magnetic moments in exotic nuclei”, RIKEN Symp. on Physics at Drip Lines, Wako, Feb. (2001).
- (国内会議)
- 小川博嗣, 酒井健二, 鈴木孝幸, 長倉正樹, 三好永哲, 旭耕一郎, 余語克紀, 五島敦, 須賀敏孝, 本多俊樹, 吉見彰洋, 上野秀樹, 今井伸明, 渡辺裕, 米田健一郎, 福田直樹, 青井考, 小林義男, Schmidt-Ott W. D., Neyens G., Teughels S., 吉田敦, 久保敏幸, 石原正泰: “中性子過剰核 ^{17}B , ^{15}C の電磁気モーメント”, 「低エネルギー短寿命核ビームの科学」研究会, (高エネルギー加速器研究機構), 東京, 3 月 (2000).
- 加藤裕充, 酒井英行, 民井淳: “270 MeV 偏極重陽子・陽子散乱における偏極移行量測定”, 日本物理学会 2000 年春の分科会, 吹田, 3 月 (2000).
- 波田野道夫, 涌井崇志, 酒井英行: “Integrated Solid Effect による高温低磁場での偏極陽子固体標的の開発”, 日本物理学会 2000 年春の分科会, 吹田, 3 月 (2000).
- 関口仁子, 酒井英行, 岡村弘之: “中間エネルギー領域における, 重陽子-陽子弾性散乱の微分断面積, 及び偏極分解能の測定”, 日本物理学会 2000 年春の分科会, 吹田, 3 月 (2000).
- 小川博嗣, 旭耕一郎, 長倉正樹, 鈴木孝幸, 五島敦, 須賀敏孝, 余語克紀, 三好永哲, 本多俊樹, 酒井健二, 吉見彰洋, 上野秀樹, 渡辺裕, 今井伸明, 米田健一郎, 青井考, 福田直樹, 小林義男, 吉田敦, 久保敏幸, Schmidt-Ott W. D., Neyens G., Teughels S.: “中性子過剰核 ^{15}C の電磁気モーメントの測定”, 日本物理学会 2000 年春の分科会, 吹田, 3 月 (2000).
- 加藤裕充, 佐藤義輝, 酒井英行: “ ^{12}C 高励起連続状態における重陽子偏極移行測定”, 日本物理学会第 55 回年次大会, 新潟, 3 月 (2000).
- 小川博嗣, 旭耕一郎, 上野秀樹, 鈴木孝幸, 長倉正樹, 五島敦, 須賀敏孝, 余語克紀, 三好永哲, 本多俊樹, 酒井健二, 吉見彰洋, 渡辺裕, 今井伸明, 米田健一郎, 青井考, 福田直樹, 小林義男, 吉田敦, 久保敏幸, Schmidt-Ott W. D., Neyens G., Teughels S.: “中性子過剰核の電磁気モーメント”, CNS/RIKEN 共催研究会「低エネルギー RIB の物理」, 和光, 8 月 (2000).
- 小林義男, 久保謙哉, 山田康洋, 吉田敦, 小川博嗣, 上野秀樹, 旭耕一郎, 安部文敏: “ ^{57}Mn から β 壊変した Fe イオンの化学状態に関するインビーム・メスパウアー分光研究”, 第 44 回放射化学討論会, 神戸, 9 月 (2000).
- 四日市悟, 市原卓, 延與秀人, 後藤雄二, 澤田真也, 竹谷篤, 林直樹, 浜垣秀樹, 渡邊康: “PHENIX computing center in Japan (CC-J) の開所と運用状況”, 日本物理学会第 55 回年次大会, 新潟, 9 月 (2000).
- 村田次郎, 齋藤直人, 柴田利明, 杉岡誠: “PHENIX 南アーム muon tracking chamber の建設”, 日本物理学会第 55 回年次大会, 新潟, 9 月 (2000).
- 青木由香, 吉田光一, 中川孝秀, 中川恵子, 笠木治郎太: “ ^{209}Bi の高温巨大共鳴”, 日本物理学会第 55 回年次大会, 新潟, 9 月 (2000).
- 渡邊康: “Regional computing center in Japan for RHIC/PHENIX Experiment”, ICEPP Seminar 2001, (東京大学素粒子物理国際センター), 東京, 1 月 (2001).
- 亀田大輔, 旭耕一郎, 小川博嗣, 上野秀樹, 三好永哲, 米田健一郎, 渡邊寛, 今井伸明, 須賀敏孝, 大野賢一, 佐藤涉, 吉見彰洋, 余語克紀, 酒井健二, 小林義男, 吉田敦, 久保敏幸, 石原正泰: “断熱磁場回転による入射核破砕片の偏極度測定法の開発”, 日本物理学会第 56 回年次大会, 八王子, 3 月 (2001).

Research Subjects and Members of Radiation Laboratory

1. Study of Nuclear Physics Using Heavy Ion Accelerators
2. Study of Spin Physics Using High Energy Heavy Ion Collider

Head

Dr. Hideto EN'YO

Members

Dr. Takashi ICHIHARA
Dr. Takashi KISHIDA
Dr. Atsushi TAKETANI
Dr. Yasushi WATANABE
Dr. Naohito SAITO
Dr. Atsushi YOSHIDA
Dr. Jiro MURATA*
Mr. Yutaka WATANABE*

* Special Postdoctoral Researcher

in collaboration with

Dr. Yuji GOTO (RIKEN BNL Research Center)
Mr. Naohito INABE (Beam Technology Div.)
Dr. Masayasu ISHIHARA (RIKEN BNL Research Center)
Dr. Takeshi KATAYAMA (Beam Physics and Engineering Lab.)
Dr. Hideyuki KOBAYASHI (RIKEN BNL Research Center)
Dr. Toshiyuki KUBO (Beam Technology Div.)
Dr. Kazuyoshi KURITA (RIKEN BNL Research Center)
Dr. Kosuke MORITA (Beam Technology Div.)
Dr. Hiroyuki OKAMURA (Beam Physics and Engineering Lab.)
Dr. Hiroki OKUNO (Beam Technology Div.)
Dr. Isao TANIHATA (RI Beam Science Lab.)
Dr. Shuhei YAMAJI (Beam Technology Div.)
Dr. Yasushige YANO (Beam Technology Div.)
Dr. Fumio YATAGAI (Radioisotope Technology Div.)
Dr. Satoshi YOKKAICHI (Beam Physics and Engineering Lab.)

Visiting Members

Dr. Minoru ADACHI (Fac. Sci., Tokyo Inst. Technol.)
Dr. Yasuyuki AKIBA (KEK)
Mr. Yoshiaki ANDO (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
Dr. Nori AOI (Dept. Phys. Grad. Sch. Sci., Univ. Tokyo)
Dr. Masato ASAI (JAERI)
Dr. Hiroyasu ASAMI (KEK)
Dr. Thomas BAUMANN (Natl. Supercond. Cycl. Lab., Michigan State Univ., USA)
Dr. F. A BECK (CRN, France)
Dr. Wolfgang BENTZ (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci., Univ. Tokyo)
Dr. R. BROGLIA (Univ. di Milano, Italy)
Dr. Melynda BROOKS (LANL, USA)
Dr. Muriel Jane BURWARD-HOY (Dept. Phys., SUNY, Stony Brook, USA)
Prof. Rick CASTEN (Phys. Dept., BNL, USA)
Dr. Tatsuya CHUJO (Phys. Dept., BNL, USA)

Dr. Gianluca COLO (Univ. di Milano, Italy)
Dr. Norman CRIST (Columbia Univ., USA)
Dr. Makoto DOOI (Inst. Phys., Univ. Tsukuba)
Prof. Hubert FLOCARD (Div. Phys. Theor. IPN, France)
Mr. Yoshihide FUCHI (KEK)
Dr. Hirotugu FUJII (Grad. Sch. Arts Sci., Univ. Tokyo)
Dr. Kazuo FUJIKAWA (Fac. Sci., Univ. Tokyo)
Dr. Mitsunori FUKUDA (Grad. Sch. Sci., Osaka Univ.)
Prof. Tomokazu FUKUDA (KEK)
Mr. Naoki FUKUDA (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci., Univ. Tokyo)
Dr. Kazuyoshi FURUTAKA (JAERI)
Dr. Adrian GELBERG (Köln Univ., Germany)
Prof. Yasuyuki GONO (Fac. Sci., Kyushu Univ.)
Prof. Ikuko HAMAMOTO (Lund Inst. Technol., Univ. Lund, Sweden)
Dr. Tetsuo HATSUDA (Fac. Sci., Kyoto Univ.)
Dr. Naoki HAYASHI
Dr. Arata HAYASHIGAKI (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci., Univ. Tokyo)
Prof. Hisashi HORIUCHI (Fac. Integr. Human Studies, Dept. Fund. Sci., Kyoto Univ.)
Dr. Tomohiro HOTTA (Grad. Sch. Arts Sci., Univ. Tokyo)
Prof. Munetake ICHIMURA (Grad. Sch. Arts Sci., Univ. Tokyo)
Dr. Eiji IDEGUCHI (Dept. Chem., Washington Univ., USA)
Dr. Kazuo IEKI (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
Prof. Kenichi IMAI (Fac. Sci., Kyoto Univ.)
Dr. Michiko IMOTO (Lab. Phys., Coll. Sci. Technol., Nihon Univ.)
Dr. Tetsuro ISHII (JAERI)
Dr. Noriyoshi ISHII
Mr. Hironori IWASAKI (Dept. Phys. Grad. Sch. Sci., Univ. Tokyo)
Mr. Hideaki IZUMI (Grad. Sch. Sci., Osaka Univ.)
Dr. Genming JIN (Inst. Modern Phys., Chin. Acad. Sci., China)
Dr. Kaori KAKI (Fac. Sci., Shizuoka Univ.)
Prof. Tsuneyoshi KAMAE (Fac. Sci., Univ. Tokyo)
Prof. Jirota KASAGI (Lab. Nucl. Sci., Tohoku Univ.)
Prof. Seigo KATO (Fac. Ed., Yamagata Univ.)
Prof. Jong Chan KIM (Dept. Phys., Seoul Natl. Univ., Korea)
Dr. Edouard KISTENEV (Phys. Dept., BNL, USA)
Mr. Kensuke KITAO (Data Eng. Inc.)
Dr. Jirou KODAIRA (Fac. Sci., Hiroshima Univ.)
Dr. Akihisa KOHAMA (Fac. Sci., Univ. Tokyo)
Dr. Yuji KOIKE (Fac. Sci., Niigata Univ.)
Dr. Shunzo KUMANO (Fac. Sci. Eng., Saga Univ.)
Dr. Teiji KUNIHIRO (YITP, Kyoto Univ.)
Prof. Hideshige KUSAKARI (Fac. Ed., Chiba Univ.)
Dr. Guanhua LIU (Inst. Modern Phys., Chin. Acad. Sci.,

China)
 Dr. Zhong LIU (Inst. Modern Phys., Chin. Acad. Sci., China)
 Prof. Earle LOMON (Massachusetts Inst. Technol., USA)
 Prof. Alfredo LUCCIO (Phys. Dept., BNL, USA)
 Dr. Yajun MAO (Phys. Dept., BNL, USA)
 Prof. Satoshi MATSUDA (Fac. Integr. Human Studies, Dept. Fund. Sci., Kyoto Univ.)
 Dr. Tetsuo MATSUI (YITP, Kyoto Univ.)
 Prof. Kenichi MATSUYANAGI (Fac. Sci., Kyoto Univ.)
 Dr. Alberto MENGONI (Phys. Div., ENEA, Italy)
 Prof. Yasuo MIAKE (Inst. Phys., Univ. Tsukuba)
 Dr. Byung-Joo MIN (Korea Atom. Energy Res. Inst., Korea)
 Dr. Shiro MITARAI (Fac. Sci., Kyushu Univ.)
 Mr. Masanori MIYAMA (Fac. Sci., Tokyo Metrop. Univ.)
 Dr. Hiroari MIYATAKE (KEK)
 Mr. Yutaka MIZOI
 Dr. Peter MOLLER (LANL, USA)
 Prof. Toshiyuki MORII (Fac. Human Dev., Kobe Univ.)
 Dr. Tsuneyasu MORIKAWA (Fac. Sci., Kyushu Univ.)
 Prof. Shunpei MORINOBU (Fac. Sci., Kyushu Univ.)
 Prof. Toru MOTOBAYASHI (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Prof. Ben R. MOTTELSON (Nordita, Denmark)
 Dr. Ludwig MUELLER (Phys. Dept., Univ. di Padova, Italy)
 Dr. Takeshi MURAKAMI (Natl. Inst. Radiol. Sci.)
 Mr. Hiroyuki MURAKAMI (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Prof. Yasuki NAGAI (RCNP, Osaka Univ.)
 Prof. Shoji NAGAMIYA (KEK)
 Dr. Kenichi NAITO
 Dr. Mitsuo NAKAJIMA (Grad. Sch. Nagatsuta, Tokyo Inst. Technol.)
 Dr. Shogo NAKAMURA (Fac. Ed., Yokohama Natl. Univ.)
 Dr. Takashi NAKAMURA (Tokyo Inst. Technol.)
 Dr. Masanobu NAKAMURA (Fac. Sci., Kyoto Univ.)
 Prof. Shintaro NAKAYAMA (Fuc. Integr. Arts Sci., Univ. Tokushima)
 Dr. Yukio NEMOTO (RCNP, Osaka Univ.)
 Dr. Takashi NIIZEKI (Tokyo Kasei Univ.)
 Dr. Jun NISHIMURA (Cen. Integr. Res. Sci. Eng., Nagoya Univ.)
 Prof. Tetsuo NORO (RCNP, Osaka Univ.)
 Dr. Atsuko ODAHARA (Nishinippon Inst. Technol.)
 Prof. Masao OGAWA (Tokyo Inst. Technol.)
 Dr. Kazuto OHIMA
 Dr. Shigemi OHTA (KEK)
 Dr. Hiroyuki OKAMURA (Fac. Sci., Saitama Univ.)
 Prof. Hajime ONUMA (Chiba Inst. Technol.)
 Dr. Ryutaro OOISHI (Inst. Phys., Univ. Tsukuba)
 Prof. Hikonojyo ORIHARA (Cycl. Radioisot. Cen., Tohoku Univ.)
 Dr. Masumi OSHIMA (JAERI)

Prof. Takaharu OTSUKA (Fac. Sci., Univ. Tokyo)
 Dr. Qiangyan PAN (Inst. Modern Phys. Chin. Acad. Sci., China)
 Dr. Iouri PENIONZHKEVICH (Flerov Lab. Nucl. React., Joint Inst. Nucl. Res., Russia)
 Dr. Dimitra PIERROUTSAKOU (Sez. Napoli (INFN), Italy)
 Prof. Zhongzhou REN (Nanjing Univ., China)
 Prof. Hiroyuki SAGAWA (Cen. Math. Sci., Univ. Aizu)
 Prof. Harutaka SAKAGUCHI (Fac. Sci., Kyoto Univ.)
 Dr. Hiroyuki SAKURAGI (Fac. Sci., Osaka City Univ.)
 Dr. Hiroyoshi SAKURAI (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci., Univ. Tokyo)
 Dr. Shoichi SASAKI (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci., Univ. Tokyo)
 Prof. Hikaru SATO (KEK)
 Mr. Hiroki SATO (Fac. Sci., Kyoto Univ.)
 Dr. Shinya SAWADA (KEK)
 Dr. Markus SCHAEFER (Phys. Inst., Univ. Goettingen, Germany)
 Prof. Wolf-Dieter SCHMIDT-OTT (Phys. Inst., Univ. Goettingen, Germany)
 Dr. Bo SEDERWALL (Royal Inst. Technol., Sweden)
 Prof. Toshiaki SHIBATA (Tokyo Inst. Technol.)
 Dr. Kenta SHIGAKI (KEK)
 Prof. Hajime SHIMIZU (Fac. Ed., Yamagata Univ.)
 Mr. Yoshifumi SHIMIZU (Fac. Sci., Kyushu Univ.)
 Prof. Tadashi SHIMODA (Grad. Sch. Sci., Osaka Univ.)
 Prof. Cosimo SIGNORINI (Phys. Dept., Univ. di Padova, Italy)
 Dr. Lucian STROE (Phys. Dept., Univ. di Padova, Italy)
 Dr. Masahiko SUGAWARA (Chiba Inst. Technol.)
 Dr. Toru SUGITATE (Fac. Sci., Hiroshima Univ.)
 Prof. Zuxun SUN (China Inst. Atom. Energy, China)
 Prof. Yasuyuki SUZUKI (Fac. Sci., Niigata Univ.)
 Dr. Katsuhiko SUZUKI (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci., Univ. Tokyo)
 Dr. Toshio SUZUKI (Fac. Eng., Fukui Univ.)
 Mr. Yasuhisa TAJIMA (Cycl. Radioisot. Cen., Tohoku Univ.)
 Dr. Eiichi TAKADA (Natl. Inst. Radiol. Sci.)
 Dr. Tadayuki TAKAHASHI (Inst. Space Astro. Sci.)
 Mr. Hiroki TAKEMOTO (JAERI)
 Prof. Noboru TAKIGAWA (Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.)
 Dr. Makoto TAKIZAWA (Showa Coll. Pharm. Sci.)
 Mr. Atsushi TAMII (Fac. Sci., Univ. Tokyo)
 Dr. Masahiko TANAKA (KEK)
 Mr. Atsushi TANOKURA (Fac. Sci. Technol., Sophia Univ.)
 Mr. Yoshihiko TENDOW
 Dr. Atsuki TERAOKAWA (Cycl. Radioisot. Cen., Tohoku Univ.)
 Mr. Hisayuki TORII (Fac. Sci., Kyoto Univ.)

Dr. Takeshi TOYAMA (KEK)
 Mr. Hidenori TOYOKAWA
 Prof. Tsuneo UEMATSU (Dept. Fund. Sci., Fac. Integr.
 Human Studies, Kyoto Univ.)
 Dr. Masahiro UNO (Min. Ed., Sci. Culture)
 Dr. Masashi WAKAMATSU (Lab. Nucl. Studies, Fac.
 Sci., Osaka Univ.)
 Dr. Tomotsugu WAKASA (RCNP, Osaka Univ.)
 Dr. Sebastian WHITE (Phys. Dept., BNL, USA)
 Prof. Shuwei XU (Inst. Modern Phys. Chin. Acad. Sci.,
 China)
 Dr. Teruya YAMANISHI (Fac. Eng., Fukui Univ. Tech-
 nol.)
 Dr. Yoshiki YAMASHITA (Hirosaki Univ.)
 Dr. Yoshiaki YASUI
 Prof. Koichi YAZAKI (Tokyo Women's Chr. Univ.)
 Dr. Koji YOSHIMURA (Int. Cen. Element. Part. Phys.,
 Univ. Tokyo)
 Prof. Naotaka YOSHINAGA (Fac. Sci., Saitama Univ.)
 Mr. Masaru YOSOI (Fac. Sci., Kyoto Univ.)
 Dr. Yu-Hu ZHANG (Inst. Modern Phys. Chin. Acad.
 Sci., China)
 Dr. Xiaohong ZHOU (Inst. Modern Phys. Chin. Acad.
 Sci., China)
 Dr. Lihua ZHU (Chin. Inst. Atom. Energy, China)

Trainees

Mr. Hidetada BABA (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Kimihiko DEMICHI (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Tomonori FUKUCHI (Fac. Sci., Kyushu Univ.)
 Mr. Hirofumi FUSAWA (Fac. Sci., Niigata Univ.)
 Mr. Udai FUTAKAMI (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Ms. Tomoko GOMI (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Hirokazu HASEGAWA (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Michio HATANO (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci.,
 Univ. Tokyo)
 Mr. Yoshihide HIGURASHI (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Masanori HIRAI (Fac. Sci. Eng., Saga Univ.)
 Mr. Hiroshi IKEDA (Tokyo Inst. Technol.)
 Mr. Masaki INOUE (Fac. Sci., Kyushu Univ.)
 Mr. Tomoyuki ISHIDA (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci.,
 Univ. Tokyo)
 Ms. Emi KANEKO (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Ms. Syouko KANNO (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Osamu KASHIYAMA (Fac. Sci., Kyushu Univ.)
 Mr. Hiromitsu KATO (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci.,
 Univ. Tokyo)
 Mr. Hiroaki KAWASAKI (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Hiroto KINUGAWA (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Ms. Chieko KISHI (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Akio KIYOMICHI (Inst. Phys., Univ. Tsukuba)

Mr. Akira KOBAYAKAWA (Dept. Phys., Grad. Sch.
 Sci., Univ. Tokyo)
 Mr. Makoto KUNIBU (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Ms. Minako KUROKAWA (Tokyo Inst. Technol.)
 Mr. Yukie MAEDA (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci., Univ.
 Tokyo)
 Mr. Taeko MATSUURA (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci.,
 Univ. Tokyo)
 Mr. Yuuichi MATSUYAMA (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Toshiyuki MINEMURA (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Motooki MIURA (Tokyo Inst. Technol.)
 Mr. Takahiko MIYAKAWA (Fac. Sci., Tokyo Metrop.
 Univ.)
 Mr. Mitsutoshi MORINAGA (Dept. Phys., Grad. Sch.
 Sci., Univ. Tokyo)
 Mr. Shinji MOTOMURA (Fac. Sci., Kyushu Univ.)
 Mr. Ryotaro MUTO (Fac. Sci., Kyoto Univ.)
 Mr. Noriaki NAKAJIMA (RCNP, Osaka Univ.)
 Mr. Hideki NAKAMURA (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci.,
 Univ. Tokyo)
 Mr. Jo NAKANO (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci., Univ.
 Tokyo)
 Mr. Eiji NAKANO (Fac. Sci., Tokyo Metrop. Univ.)
 Mr. Koichi NARUSHIMA (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Kazumasa OHKUMA (Fac. Human Develop., Kobe
 Univ.)
 Mr. Masaya ONO (Inst. Phys., Univ. Tsukuba)
 Mr. Pranab Kumar SAHA (KEK)
 Mr. Koji SAITO (Fac. Sci., Kyushu Univ.)
 Mr. Takaaki SAITO (Dept. Phys. Grad. Sch. Sci., Univ.
 Tokyo)
 Mr. Akito SAITOU (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Kyosuke SATO (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Ken SHIMBO (Dept. Phys. Grad. Sch. Sci., Univ.
 Tokyo)
 Mr. Kazutaka SUDOH (Fac. Human Develop., Kobe
 Univ.)
 Mr. Kentaro SUETSUGU (Tokyo Inst. Technol.)
 Mr. Takashi SUGIMOTO (Tokyo Inst. Technol.)
 Ms. Miwako SUZUKI (Inst. Phys., Univ. Tsukuba)
 Ms. Eri TAKESHITA (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Junji TOJO (Fac. Sci., Kyoto Univ.)
 Mr. Yuichi TOZAWA (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Hiroshi TSURUOKA (Inst. Phys., Univ. Tsukuba)
 Mr. Nobuyuki UCHIGASHIMA (Dept. Phys., Grad.
 Sch. Sci., Univ. Tokyo)
 Mr. Kentaro YAKO (Dept. Phys. Grad. Sch. Sci., Univ.
 Tokyo)
 Mr. Minoru YAMAMOTO (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)
 Mr. Shuichi YANAKA (Fac. Sci., Kyushu Univ.)