

Research Facility Development Division
 Research Instruments Group
 BigRIPS Team

1. Abstract

This team is in charge of design, construction, development and operation of BigRIPS in-flight separator and its related research instruments at RI beam factory (RIBF). They are employed not only for the production of RI beams but also the experimental studies using RI beams.

2. Major Research Subjects

Design, construction, development and operation of BigRIPS in-flight separator, RI-beam transport lines, and their related research instruments.

3. Summary of Research Activity

This team is in charge of design, construction, development and operation of BigRIPS in-flight separator, RI-beam transport lines, and their related research instruments such as ZeroDegree spectrometer at RI beam factory (RIBF). They are employed not only for the production of RI beams but also various kinds of experimental studies using RI beams. The research subjects may be summarized as follows:

- (1) General studies on RI-beam production using in-flight scheme;
- (2) Studies on ion-optics of in-flight separators, including particle identification of RI beams;
- (3) Simulation and optimization of RI-beam production;
- (4) Development of beam-line detectors and their data acquisition system;
- (5) Experimental studies on production reactions and unstable nuclei;
- (6) Experimental studies of the limits of nuclear binding;
- (7) Development of superconducting magnets and their helium cryogenic systems;
- (8) Development of a high-power production target system;
- (9) Development of a high-power beam dump system;
- (10) Development of a remote maintenance and remote handling systems;
- (11) Operation, maintenance and improvement of BigRIPS separator system, RI-beam transport lines, and their related research instruments such as ZeroDegree spectrometer and so on;
- (12) Experimental research using RI beams.

Members

Team Leader

Koichi YOSHIDA

Senior Research Scientist

Yoshiyuki YANAGISAWA

Senior Technical Scientists

Naohito INABE

Kensuke KUSAKA

Masao OHTAKE

Technical Scientists

Naoki FUKUDA

Yohei SHIMIZU

Hiroshi SUZUKI

Hiroyuki TAKEDA

Postdoctoral Researcher

Masahiro YOSHIMOTO

Visiting Scientists

Deuk Soon AHN (Korea Basic Sci. Inst.)

Daniel P. BAZIN (Michigan State Univ.)

Hans GEISSEL (GSI)

Naohito IWASA (Tohoku Univ.)

Yutaka MIZOI (Univ. of Electro-Commun.)

Sadao MOMOTA (Kochi Univ. Tech.)

David MORRISSEY (Michigan State Univ.)

Oleg TARASOV (Michigan State Univ.)

Student Trainees

Mika EGETA (Tohoku Univ.)

Taiga HAGINOCHI (Tohoku Univ.)

Shunki ISHIKAWA (Tohoku Univ.)

List of Publications & Presentations

Publications

[Original Papers]

- J. Estee, W. G. Lynch, C. Y. Tsang, J. Barney, G. Jhang, M. B. Tsang, R. Wang, M. Kaneko, J. W. Lee, T. Isobe, M. Kurata-Nishimura, T. Murakami, D. S. Ahn, L. Atar, T. Aumann, H. Baba, K. Boretzky, J. Brzychczyk, G. Cerizza, N. Chiga, N. Fukuda, I. Gasparic, B. Hong, A. Horvat, K. Ieki, N. Inabe, Y. J. Kim, T. Kobayashi, Y. Kondo, P. Lasko, H. S. Lee, Y. Leifels, J. Łukasik, J. Manfredi, A. B. McIntosh, P. Morfouace, T. Nakamura, N. Nakatsuka, S. Nishimura, H. Otsu, P. Pawłowski, K. Pelczar, D. Rossi, H. Sakurai, C. Santamaria, H. Sato, H. Scheit, R. Shane, Y. Shimizu, H. Simon, A. Snoch, A. Sochocka, T. Sumikama, H. Suzuki, D. Suzuki, H. Takeda, S. Tangwancharoen, H. Toernqvist, Y. Togano, Z. G. Xiao, S. J. Yennello, and Y. Zhang ($S\pi$ RIT Collaboration) and M. D. Cozma, “Probing the symmetry energy with the spectral pion ratio,” *Phys. Rev. Lett.* **126**, 162701 (2021).
- G. Jhang, J. Estee, J. Barney, G. Cerizza, M. Kaneko, J. W. Lee, W. G. Lynch, T. Isobe, M. Kurata-Nishimura, T. Murakami, C. Y. Tsang, M. B. Tsang, R. Wang, D. S. Ahn, L. Atar, T. Aumann, H. Baba, K. Boretzky, J. Brzychczyk, N. Chiga, N. Fukuda, I. Gasparic, B. Hong, A. Horvat, K. Ieki, N. Inabe, Y. J. Kim, T. Kobayashi, Y. Kondo, P. Lasko, H. S. Lee, Y. Leifels, J. Łukasik, J. Manfredi, A. B. McIntosh, P. Morfouace, T. Nakamura, N. Nakatsuka, S. Nishimura, R. Olsen, H. Otsu, P. Pawłowski, K. Pelczar, D. Rossi, H. Sakurai, C. Santamaria, H. Sato, H. Scheit, R. Shane, Y. Shimizu, H. Simon, A. Snoch, A. Sochocka, Z. Sosin, T. Sumikama, H. Suzuki, D. Suzuki, H. Takeda, S. Tangwancharoen, H. Toernqvist, Y. Togano, Z. G. Xiao, S. J. Yennello, J. Yurkon, Y. Zhang, the $S\pi$ RIT Collaboration, M. Colonna, D. Cozma, PawełDanielewicz, H. Elfner, N. Ikeno, C. M. Ko, J. Mohs, D. Oliinychenko, A. Ono, J. Su, Y. J. Wang, H. Wolter, J. Xu, Y. -X. Zhang, and Z. Zhang, the TMEP Collaboration, “Symmetry energy investigation with pion production from Sn+Sn systems,” *Phys. Lett. B* **813**, 136016 (2021).
- O. Hall, T. Davinson, A. Estrade, J. Liu, G. Lorusso, F. Montes, S. Nishimura, V. H. Phong, P. J. Woods, J. Agramunt, D. S. Ahn, A. Algora, J. M. Allmond, H. Baba, S. Bae, N. T. Brewer, C. G. Bruno, R. Caballero-Folch, F. Calviño, P. J. Coleman-Smith, G. Cortes, I. Dillmann, C. Domingo-Pardo, A. Fijalkowska, N. Fukuda, S. Go, C. J. Griffin, R. Grzywacz, J. Ha, L. J. Harkness-Brennan, T. Isobe, D. Kahl, L. H. Khiem, G. G. Kiss, A. Korgul, S. Kubono, M. Labiche, I. Lazarus, J. Liang, Z. Liu, K. Matsui, K. Miernik, B. Moon, A. I. Morales, P. Morrall, M. R. Mumpower, N. Nepal, R. D. Page, M. Piersa, V. F. E. Pucknell, B. C. Rasco, B. Rubio, K. P. Rykaczewski, H. Sakurai, Y. Shimizu, D. W. Stracener, T. Sumikama, H. Suzuki, J. L. Tain, H. Takeda, A. Tarifeño-Saldivia, A. Tolosa-Delgado, M. Wolfriska-Cichocka, and R. Yokoyama, “ β -delayed neutron emission of r -process nuclei at the $N = 82$ shell closure,” *Phys. Lett. B* **816**, 136266 (2021).
- M. Kaneko, T. Murakami, T. Isobe, M. Kurata-Nishimura, A. Ono, N. Ikeno, J. Barney, G. Cerizza, J. Estee, G. Jhang, J. W. Lee, W. G. Lynch, C. Santamaria, C. Y. Tsang, M. B. Tsang, R. Wang, D. S. Ahn, L. Atar, T. Aumann, H. Baba, K. Boretzky, J. Brzychczyk, N. Chiga, N. Fukuda, I. Gašparić, B. Hong, A. Horvati, T. Ichihara, K. Ieki, N. Inabe, Y. J. Kim, T. Kobayashi, Y. Kondo, P. Lasko, H. S. Lee, Y. Leifels, J. Łukasik, J. Manfredi, A. B. McIntosh, P. Morfouace, T. Nakamura, N. Nakatsuka, S. Nishimura, R. Olsen, H. Otsu, P. Pawłowski, K. Pelczar, D. Rossi, H. Sakurai, H. Sato, H. Scheit, R. Shane, Y. Shimizu, H. Simon, T. Sumikama, D. Suzuki, H. Suzuki, H. Takeda, S. Tangwancharoen, Y. Togano, H. Törnqvist, Z. Xiao, S. J. Yennello, J. Yurkon, and Y. Zhang, $S\pi$ RIT Collaboration, “Rapidity distributions of $Z = 1$ isotopes and the nuclear symmetry energy from Sn+Sn collisions with radioactive beams at 270 MeV/nucleon,” *Phys. Lett. B* **822**, 136681 (2021).
- H. Watanabe, C. X. Yuan, G. Lorusso, S. Nishimura, Z. Y. Xu, T. Sumikama, P. -A. Söderström, P. Doornenbal, F. Browne, G. Gey, H. S. Jung, J. Taprogge, Zs. Vajta, H. K. Wang, J. Wu, A. Yagi, H. Baba, G. Benzoni, K. Y. Chae, F. C. L. Crespi, N. Fukuda, R. Gernhäuser, N. Inabe, T. Isobe, A. Jungclaus, D. Kameda, G. D. Kim, Y. K. Kim, I. Kojouharov, F. G. Kondev, T. Kubo, N. Kurz, Y. K. Kwon, G. J. Lane, Z. Li, C. -B. Moon, A. Montaner-Pizá, K. Moschner, F. Naqvi, M. Niikura, H. Nishibata, D. Nishimura, A. Odahara, R. Orlandi, Z. Patel, Zs. Podolyák, H. Sakurai, H. Schaffner, G. S. Simpson, K. Steiger, H. Suzuki, H. Takeda, A. Wendt, and K. Yoshinaga, “Impact of shell evolution on Gamow-Teller β decay from a high-spin long-lived isomer in ^{127}Ag ,” *Phys. Lett. B* **823**, 136766 (2021).
- S. E. A. Orrigo, B. Rubio, W. Gelletly, P. Aguilera, A. Algora, A. I. Morales, J. Agramunt, D. S. Ahn, P. Ascher, B. Blank, C. Borcea, A. Boso, R. B. Cakirli, J. Chiba, G. de Angelis, G. de France, F. Diel, P. Doornenbal, Y. Fujita, N. Fukuda, E. Ganioglu, M. Gerbaux, J. Giovinazzo, S. Go, T. Goigoux, S. Grévy, V. Guadilla, N. Inabe, G. G. Kiss, T. Kubo, S. Kubono, T. Kurtukian-Nieto, D. Lubos, C. Magron, F. Molina, A. Montaner-Pizá, D. Napoli, D. Nishimura, S. Nishimura, H. Oikawa, V. H. Phong, H. Sakurai, Y. Shimizu, C. Sidong, P. -A. Söderström, T. Sumikama, H. Suzuki, H. Takeda, Y. Takei, M. Tanaka, J. Wu, and S. Yagi, “ β decay of the very neutron-deficient ^{60}Ge and ^{62}Ge nuclei,” *Phys. Rev. C* **103**, 014324 (2021).
- T. Sumikama, N. Fukuda, N. Inabe, D. Kameda, T. Kubo, Y. Shimizu, H. Suzuki, H. Takeda, K. Yoshida, H. Baba, F. Browne, A. M. Bruce, R. Carrol, N. Chiga, R. Daido, F. Didierjean, P. Doornenbal, Y. Fang, G. Gey, E. Ideguchi, T. Isobe, S. Lalkovski, Z. Li, G. Lorusso, R. Lozeva, H. Nishibata, S. Nishimura, I. Nishizuka, A. Odahara, Z. Pate, Zs. Podolyák, P. H. Regan, S. Rice, O. J. Roberts, H. Sakurai, G. S. Simpson, L. Sinclair, P. -A. Söderström, M. Tanaka, J. Taprogge, H. Watanabe, V. Werner, O. Wieland, J. Wu, Z. Y. Xu, and A. Yagi, “Observation of new neutron-rich isotopes in the vicinity of ^{110}Zr ,” *Phys. Rev. C* **130**, 014614 (2021).
- B. Moon, A. Jungclaus, H. Naïdja, A. Gargano, R. Lozeva, C. -B. Moon, A. Odahara, G. S. Simpson, S. Nishimura, F. Browne, P. Doornenbal, G. Gey, J. Keatings, G. Lorusso, Z. Patel, S. Rice, M. Si, L. Sinclair, P. -A. Söderström, T. Sumikama, J. Taprogge, H. Watanabe, J. Wu, Z. Y. Xu, A. Yagi, D. S. Ahn, H. Baba, F. L. Bello Garrote, S. Bönig, R. Daido, J. M. Daugas, F. Didierjean, F. Drouet, Y. Fang, N. Fukuda, R. Gernhäuser, B. Hong, E. Ideguchi, S. Ilieva, N. Inabe, T. Ishigaki, T. Isobe, H. S. Jung, D. Kameda, I. Kojouharov, T. Komatsubara, T. Kröll, T. Kubo, N. Kurz, Y. K. Kwon, C. S. Lee, P. Lee, Z. Li, A. Montaner-Pizá, S. Morimoto, K. Moschner, D. Mücher, D. Murai, M. Niikura, H. Nishibata, I. Nishizuka, R. Orlandi, H. Sakurai, H. Schaffner, Y. Shimizu, K. Steiger, H. Suzuki, H. Takeda, K. Tshoo, Zs. Vajta, A. Wendt, R. Yokoyama, and K. Yoshinaga, “Nuclear structure of Te isotopes beyond neutron magic number $N = 82$,” *Phys. Rev. C* **103**, 034320 (2021).
- R. Yokoyama, E. Ideguchi, G. S. Simpson, M. Tanaka, Y. Sun, C. -J. Lv, Y. -X. Liu, L. -J. Wang, S. Nishimura, P. Doornenbal, G. Lorusso, P. -A. Söderström, T. Sumikama, J. Wu, Z. Y. Xu, N. Aoi, H. Baba, F. L. Bello Garrotel, G. Benzoni, F. Browne, R. Daido, Y. Fang,

- N. Fukuda, A. Gottardo, G. Gey, S. Go, S. Inabe, T. Isobe, D. Kameda, K. Kobayashi, M. Kobayashi, I. Kojouharov, T. Komatsubara, T. Kubo, N. Kurz, I. Kuti, Z. Li, M. Matsushita, S. Michimasa, C. B. Moon, H. Nishibata, I. Nishizuka, A. Odahara, Z. Patel, S. Rice, E. Sahin, H. Sakurai, H. Schaffner, L. Sinclair, H. Suzuki, H. Takeda, J. Taprogge, Zs. Vajta, H. Watanabe, and A. Yagi, “Three-quasiparticle isomers in odd-even $^{159,161}\text{Pm}$: Calling for modified spin-orbit interaction for the neutron-rich region,” *Phys. Rev. C* **104**, L021303 (2021).
- A. Kubiela, H. Suzuki, O. B. Tarasov, M. Pfützner, D. -S. Ahn, H. Baba, A. Bezbakh, A. A. Ciemny, W. Dominik, N. Fukuda, A. Giska, R. Grzywacz, Y. Ichikawa, Z. Janas, Ł. Janiak, G. Kamiński, K. Kawata, T. Kubo, M. Madurga, C. Mazzocchi, H. Nishibata, M. Pomorski, Y. Shimizu, N. Sokołowska, D. Suzuki, P. Szymkiewicz, A. Świercz, M. Tajima, A. Takamine, H. Takeda, Y. Takeuchi, C. R. Thornsberry, H. Ueno, H. Yamazaki, R. Yokoyama, and K. Yoshida, “Production of the most neutron-deficient Zn isotopes by projectile fragmentation of ^{78}Kr ,” *Phys. Rev. C* **104**, 064610 (2021).
- T. Sumikama, D. S. Ahn, N. Fukuda, Y. Shimizu, H. Suzuki, H. Takeda, H. Wang, K. Yoshida, J. Amano, N. Chiga, K. Chikaato, A. Hirayama, N. Inabe, S. Kawase, S. Kubono, M. Matsushita, S. Michimasa, K. Nakano, H. Otsu, H. Sakurai, A. Saito, S. Shimoura, J. Suwa, M. Takechi, S. Takeuchi, Y. Togano, T. Tomai, and Y. Watanabe, “Energy-control and novel particle-identification methods combined with range in a multi-sampling ionization chamber for experiments using slowed-down RI beams,” *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **986**, 164687 (2021).

Presentations

[Domestic Conferences/Workshops]

- 福田直樹, 「大強度不安定核ビームの生成～理研超伝導 RI ビーム生成分離装置 BigRIPS の現在とこれから～」, 日本物理学会 第 76 回年次大会 (2021 年), オンライン, 2021 年 3 月 12–15 日.
- 吉留勇起, 近藤洋介, 中村隆司, N. L. Achouri, T. Aumann, 馬場秀忠, F. Delaunay, P. Doornenbal, 福田直樹, J. Gibelin, J. Hwang, 稲辺尚人, 磯部忠昭, 亀田大輔, 簡野大輝, S. Kim, 小林信之, 小林俊雄, 久保敏幸, S. Leblond, J. Lee, M. Marques, 本林透, 村井大地, 村上哲也, 武藤琴美, 中嶋丈嘉, 中塚徳継, A. Navin, 西征爾郎, N. A. Orr, 大津秀暁, 佐藤広海, 佐藤義輝, 清水陽平, 鈴木宏, 高橋賢人, 竹田浩之, 梶野泰宏, A. G. Tuff, M. Vandebrouck, 米田健一郎, 「 ^{25}O の不変質量核分光」, 日本物理学会 第 76 回年次大会, オンライン, 2021 年 3 月 12 日.
- N. M. Nor, A. Odahara, A. Yagi, R. Lozeva, C. B. Moon, S. Nishimura, H. Nishibata, P. Doornenbal, G. Lorusso, T. Sumikama, H. Watanabe, F. Brown, Z. Y. Xu, J. Wu, R. Yokoyama, T. Isobe, H. Baba, H. Sakurai, H. Suzuki, N. Inabe, D. Kameda, N. Fukuda, H. Takeda, D. S. Ahn, Y. Shimizu, H. Sato, T. Kubo, S. Iimura, Y. Fang, R. Daido, T. Ishigaki, S. Morimoto, E. Ideguchi, T. Komatsubara, M. Nikura, I. Nishizuka and the EURICA Collaborators, “Nuclear structure study of neutron-rich Xe nuclei by beta decay of ^{141}I ,” 日本物理学会 第 76 回年次大会 (2021 年), オンライン, 2021 年 3 月 12–15 日.
- 道正新一郎, 小林幹, 清川裕, 大田晋輔, 横山輪, 西村太樹, D. S. Ahn, 馬場秀忠, G. P. A. Berg, 堂園昌伯, 福田直樹, 古野達也, 井手口栄治, 稲辺尚人, 川畑貴裕, 川瀬頌一郎, 木佐森慶一, 小林和馬, 久保敏幸, 久保田悠樹, C. S. Lee, 松下昌史, 宮裕之, 水上敦, 永倉弘康, 笈川浩之, 酒井英行, 清水陽平, C. A. Stolz, 鈴木宏, 高木基伸, 竹田浩之, 武内聡, 時枝紘史, 上坂友洋, 矢向謙太郎, 山口勇貴, 柳澤善行, 吉田光一, 下浦享, 「中性子過剰 ^{62}Ti 核および近傍核の質量測定」, 日本物理学会 第 76 回年次大会 (2021 年), オンライン, 2021 年 3 月 12–15 日.
- 生越瑞揮, 本間彰, 武智麻耶, 大坪隆, 田中聖臣, 福田光順, 鈴木健, 西村太樹, 森口哲朗, 安得順, A. S. Aimaganbetov, 天野将道, 荒川裕樹, S. Bagchi, K. -H. Behr, N. Burtebayev, 親跡和弥, 杜航, 藤井朋也, 福田直樹, H. Geissel, 堀太地, 星野寿春, 伊五澤涼, 池田彩夏, 稲辺尚人, 猪股玖美, 板橋健太, 泉川卓司, 上岡大起, 神田直人, 加藤郁磨, I. Kenzhina, Z. Korkulu, Ye. Kuk, 日下健祐, 三原基嗣, 宮田恵理, 長江大輔, 中村翔健, M. Nassurulla, 西室国光, 西塚賢治, 大喪舜一郎, 大西康介, 大竹政雄, 王惠仁, 小沢顕, A. Prochazka, 櫻井博儀, C. Scheidenberger, 清水陽平, 杉原貴信, 炭竈聡之, 鈴木伸司, 鈴木宏, 竹田浩之, 田中悠太郎, 田中良樹, 和田太郎, 若山清志, 八木翔一, 山口貴之, 柳原陸斗, 柳澤善行, 吉田光一, T. K. Zholdybayev, 「Ni 同位体の陽子標的荷電変化断面積」, 日本物理学会 第 76 回年次大会 (2021 年), オンライン, 2021 年 3 月 12–15 日.
- 高橋弘幸, 西村太樹, 菅原奏来, 延與紫世, 福田直樹, 原田知也, 土方佑斗, 松村理久, 佐藤広海, 清水陽平, 鈴木宏, 竹田浩之, 田中純貴, 上坂友洋, 宇根千晶, 吉田光一, 銭廣十三, 「Th ビームの開発に向けたイオンチェンバーの性能評価」, 日本物理学会 第 76 回年次大会 (2021 年), オンライン, 2021 年 3 月 12–15 日.
- 阪上朱音, A. D. Soon, 板橋健太, 日下健祐, 清水陽平, 炭竈聡之, 鈴木宏, 竹田浩之, 上坂友洋, 西隆博, 馬場秀忠, 福田直樹, 福西暢尚, 稲辺尚人, 矢向謙太郎, 柳澤善行, 吉田光一, 松本翔汰, 関屋涼平, G. Hans, 田中良樹, 「BigRIPS における二重ガモフ・テラー巨大共鳴探索実験のための光学系の開発」, 日本物理学会 第 76 回年次大会 (2021 年), オンライン, 2021 年 3 月 12–15 日.
- 土方佑斗, 銭廣十三, 上坂友洋, 延與紫世, 大田晋輔, 坂口治隆, 佐藤広海, 清水陽平, 菅原奏来, 鈴木宏, 高橋弘幸, 武重祥子, 竹田浩之, 田中純貴, 辻峻太郎, 寺嶋知, 堂園昌伯, 西村俊二, 西村太樹, 馬場秀忠, 原田知也, 福田直樹, 松田洋平, 道正新一郎, 山村周, 吉田光一, 「大強度かつ極めて重い不安定核ビームの粒子識別に向けた Xe ガスシンチレータの開発」, 日本物理学会 第 76 回年次大会 (2021 年), オンライン, 2021 年 3 月 12–15 日.