

Activity Report of
Radiation Science Center
in Fiscal 2016

KEK

Radiation Science Center
Applied Research Laboratory

© High Energy Accelerator Research Organization (KEK), 2017

KEK Reports are available from:

High Energy Accelerator Research Organization (KEK)
1-1 Oho, Tsukuba-shi
Ibaraki-ken, 305-0801
JAPAN

Phone: +81-29-864-5137
Fax: +81-29-864-4604
E-mail: irdpub@mail.kek.jp
Internet: <http://www.kek.jp>

放射線科学センター
2016年度 活動報告

高エネルギー加速器研究機構

共通基盤研究施設 放射線科学センター

PREFACE

The Radiation Science Center is concerned with the management of both radiation and chemical safety in KEK. In addition to the tight routine work, R&D work in this field is conducted. The first part is the R&D activities reported in English and the second part is the studies related to the routine work written in Japanese. The third part is the data related to our activities including awards, name of outside committees we are engaged in, workshops and symposia, publications, and funds we got.

In FY 2016, effort for earthquake disaster reconstruction was continued in the field of measurement and estimation of radioactivity which was released in Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident. This includes radioactivity measurement for samples from Fukushima prefecture, setting up of radiation monitor in Fukushima prefecture, and talks on basic knowledge regarding radiation in schools.

Yoshihito Namito
Head, Radiation Science Center
High Energy Accelerator Research Organization

Contents

Chapter 1 Research Activity	1
1. Research in Radiation Physics and Detector Development	2
2. Experimental Technology and Monte Carlo Simulation Related to Radiation Shielding	17
3. Radiation Protection Study in Accelerator Facilities	20
4. Nuclear Chemistry and Radiochemistry	22
5. Environmental and Analytical Chemistry at Accelerator	24
6. Research a related to Accident of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station	25
Chapter 2 研究支援活動	28
1. 体制	29
1.1 放射線管理体制	29
1.2 放射線業務分担	32
1.3 化学安全管理体制	35
2. 放射線安全管理関係	36
2.1 つくばキャンパス	36
2.2 東海キャンパス (J-PARC)	39
3. 化学安全・環境関係	41
3.1 依頼分析	41
3.2 環境管理	41
3.3 実験廃液処理	41
Chapter 3 資料	42
1. 外部資金導入状況	43
1.1 科学研究費補助金	43
1.2 受託研究等	43
1.3 共同開発研究	43
1.4 その他	43

2. 共同研究等	43
2.1 大学等との共同研究	43
2.2 民間との共同研究	45
2.3 共同利用研究(施設利用)	46
3. 大学院生等の人材育成	46
3.1 学位論文の指導(総合大学院大学)	46
3.2 学位論文の指導 (他大学)	46
4. センター開催の研究会及びシンポジウム	47
4.1 第 23 回 EGS4 研究会	47
4.2 第 18 回「環境放射能」研究会	47
4.3 第 31 回研究会「放射線検出器とその応用」	48
4.4 「核データ研究会」	48
5. 教育活動	48
5.1 総合研究大学院大学	48
5.2 非常勤講師等	48
6. 機構外活動・社会貢献件活動	48
6.1 外部委員会等委員	48
6.2 学会等委員	49
6.3 講習会等	49
6.4 社会貢献等	50
7. 受賞記録	50
8. 放射線科学センター名簿	50

Chapter 4 Publication List 51

1. Papers (2016.1.1-2016.12.31)	51
2. Publication in Japanese (2016.1.1-2016.12.31)	53
3. Proceedings (2016.1.1-2016.12.31)	53
4. Reports (2016.1.1-2016.12.31)	54
5. Presentation at Conferences (2016.4.1-2017.3.31)	55
5.1 International Conference	55
5.2 Invited talk	58
5.3 Domestic Conference	58
6. 編集 (2016.4.1-2017.3.31)	61

7. Internal Reports of Radiation Science Center (2016.4.1-2017.3.31)	61
7.1 化学安全関係の部内レポート	61
7.2 CHEM-A	62
8. 手引き等	63

Chapter 1 Research Activity

The feature of the research activities in the Radiation Science Center (RSC), KEK is a wide coverage of the research fields. Radiation physics, radiation measurements, radiochemistry, radiation chemistry, health physics, radiation shielding, nuclear engineering, analytical chemistry and environmental science are included in the research fields of the RSC's staff members. The status of these research activities carried out in fiscal year 2016 is described.

1. Research in Radiation Physics and Detector Development

1.1 Development of a tissue-equivalent space dosimeter with an ability of charged-particle tracking

Y. Kishimoto¹, S. Sasaki¹, K. Saito¹, K. Takahashi¹, K. Terasawa², K. Miuchi³, A. Nagamatsu⁴, M. Katsuta⁴, H. Matsumoto⁴, T. Tanimori⁵, H. Kubo⁵, Y. Uchihori⁶, T. Kitamura⁶
¹KEK, ²Keio Univ., ³Kobe Univ., ⁴JAXA, ⁵Kyoto Univ., ⁶NIRS

Radiation effects on human body are commonly evaluated using a dose equivalent H, defined as a product of an absorbed dose D and a quality factor Q given as a function of the Linear Energy Transfer (LET). In space, there exist many kinds of cosmic radiations, where primary charged particles and neutrons generated secondarily are the main components contributing to the radiation dose. Since the LET values of these radiations spreads over a wide range, it is essential to measure it directly in order to evaluate H. We have been developing a space dosimeter named as PS-TEPC (Position Sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber). PS-TEPC consists of a miniaturized μ -PIC with a detection volume of $2.6 \times 2.6 \times 5.0 \text{ cm}^3$ and tissue-equivalent materials. PS-TEPC works as a 3D time projection chamber. It allows to measure not only the energy deposit but also to record the trajectories of the incident charged particles. Thus, an event-by-event LET can be directly measured. We plan to perform an experiment in the international space station using PS-TEPC for an operation check and an evaluation of the performance to measure dose equivalent in space crafts. The flight model of PS-TEPC has been constructed. Now we proceed to perform several experiments on the ground for detailed calibration of the flight model. In this presentation, we will report about performance of PS-TEPC and current status of preparation for the experiment in the international space station.

Presented at ISRD2016

1.2 Distributions of neutron yields and doses around a water phantom bombarded with 290-MeV/nucleon and 430-MeV/nucleon carbon ions

D. Satoh¹, T. Kajimoto², N. Shigyo³, Y. Itashiki³, Y. Imabayashi³, Y. Koba⁴, N. Matsufuji⁴, T. Sanami⁵, N. Nakao⁶, Y. Uozumi³
¹JAEA, ²Hiroshima Univ., ³Kyushu Univ., ⁴NIRS, ⁵KEK, ⁶Shimizu Corp.

Double-differential neutron yields from a water phantom bombarded with 290-MeV/nucleon and 430-MeV/nucleon carbon ions were measured at emission angles of 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, and 90°, and angular distributions of neutron yields and doses around the phantom were obtained. The

experimental data were compared with results of the Monte-Carlo simulation code PHITS. The PHITS results showed good agreement with the measured data. On the basis of the PHITS simulation, we estimated the angular distributions of neutron yields and doses from 0° to 180° including thermal neutrons.

Published at Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, B 387 10-19 (2016)

1.3 Neutron emission and dose distribution from natural carbon irradiated with a 12 MeV amu⁻¹ ¹²C⁵⁺ ion beam

M. Nandy¹, P K Sarkar², T Sanami³, M Takada⁴ and T Shibata³

¹Saha Institute, ²Manipal Univ., ³KEK, ⁴NIRS

Measured neutron energy distribution emitted from a thick stopping target of natural carbon at 0°, 30°, 60° and 90° from nuclear reactions caused by 12 MeV amu⁻¹ incident ¹²C⁵⁺ ions were converted to energy differential and total neutron absorbed dose as well as ambient dose equivalent H*(10) using the fluence-to-dose conversion coefficients provided by the ICRP. Theoretical estimates were obtained using the Monte Carlo nuclear reaction model code PACE and a few existing empirical formulations for comparison. Results from the PACE code showed an underestimation of the high-energy part of energy differential dose distributions at forward angles whereas the empirical formulation by Clapier and Zaidins (1983 Nucl. Instrum. Methods 217 489-94) approximated the energy integrated angular distribution of H*(10) satisfactorily. Using the measured data, the neutron doses received by some vital human organs were estimated for anterior-posterior exposure. The estimated energy-averaged quality factors were found to vary for different organs from about 7 to about 13. Emitted neutrons having energies above 20 MeV were found to contribute about 20% of the total dose at 0° while at 90° the contribution was reduced to about 2%.

Journal of Radiological Protection, 36 456-473 (2016)

1.4 Simulation technique for extrapolation curves in 4πβ-γ coincidence counting method using EGS5 code

Y. Unno¹, T. Sanami^{2,3}, S. Sasaki^{2,3}, M. Hagiwara^{2,3}, A. Yunoki¹

¹AIST, ²KEK, ³Sokendai

A simulation technique was developed for the extrapolation technique in 4πβ-γ coincidence counting method. Simultaneous emissions of β and γ rays were calculated using EGS5 code to

obtain coincidence counting between both β and γ channels. The simulated extrapolation curves were compared with experimental data obtained with ^{134}Cs measurements using a plastic scintillator in the β channel. The variation of the extrapolation curves with γ -gate configuration was investigated by the simulation technique.

Applied Radiation and Isotopes, 109 363-368 (2016)

1.5 Measurement of Double Differential Cross Section for Evaporated Charged Particles from Proton-Induced Reactions

Y. Yamaguchi¹, T. Sanami², Y. Uozumi¹
¹Kyushu Univ., ²KEK

The light charged particle production from intermediate energy proton-nucleus interactions is generally well described by using a two-stage model of the intra-nuclear cascade (INC) model and the generalized evaporation model (GEM), except for low energy particles from heavy target. The emission of low energy particle is calculated by GEM as evaporation from an excited nucleus with considering Coulomb barrier after INC stage. To improve GEM, new series of experimental data covering low energy particle emission for various targets and angles are required because few experimental data are available for the intermediate energy region. To obtain the data, we develop Bragg curve counters (BCCs) with two built-in solid-state detectors (SSDs). The detectors are tested for measurement of DDXs on light to heavy targets.

The test was performed at Cyclotron facility of National Institute of Radiological Sciences. The combinations of protons with energy of 70-MeV and ^9Be , ^{12}C , ^{27}Al , ^{63}Cu , ^{197}Au were chosen for the measurement of proton-induced light charged particle production DDXs. The charged particles emitted from the target were detected with two sets of detectors placed at 15 and 120 degrees in the laboratory system. By combining BCC with SSDs, the threshold energy of 1.5 MeV for protons is expected because of the thin entrance window and gaseous detector with self particle identification capability. The upper limit energy is limited to be 15 MeV for protons since thickness of the second SSD is not enough to stop energetic protons.

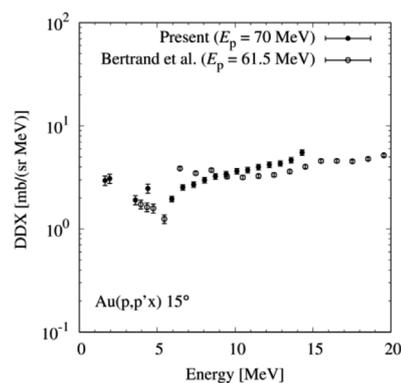


Figure 1. Experimental data for DDX of the Au(p, p'x) reaction at 15 degrees by Present ($E_p = 70$ MeV) and Bertrand et al. ($E_p = 61.5$ MeV).

Figure 1 shows experimental result of DDX for the Au(p, p'x) reaction at 15 degrees. The result for 61.5-MeV incident protons taken by Bertrand et al. is also plotted in this figure. Present data are down to 1.5 MeV whereas data taken by Bertrand et al. exist down to 4.0 MeV. Present data are in agreement with data by Bertrand et al. except below 8 MeV. Below this energy, present data gradually decrease until 5 MeV that is close to Coulomb barrier, while data taken by Bertrand et al. drops sharply. This behavior should be examined further by changing target mass. Below the Coulomb barrier threshold, considerable amount of protons are observed due to lower detection threshold.

Presented at 2016 Nuclear data symposium

1.6 Measurement of photo-neutron energy spectra for quasi-mono energetic photons on thick gold target at New SUBARU BL1

Y.Kirihara¹, Y.Asano², T.Itoga³, T. Sanami¹, Y.Namito¹, H.Nakashima⁴,
A. Takemoto⁵, M. Yamaguchi⁵ and S.Miyamoto⁵

¹ KEK, ² RIKEN, ³JASRI, ⁴JAEA, ⁵LASTI

Neutron spectra for the ¹⁹⁷Au(γ,xn) reaction was measured with 16.95 MeV quasi-monoenergetic photon beams at NewSUBARU-BL01. The photon beam was prepared using laser backward Compton scattering technique with 20 W, 1.064 μm laser and 982 MeV electron. The scattered photon was collimated using two lead collimates, the inner radiuses of which were 3 and 2 mm, located at 13.8 and 16.6 m from the laser-electron colliding point, respectively. The energy distribution and intensity of photon were measured using GSO scintillator. The target is cylindrical shaped ¹⁹⁷Au with 5 cm in length, 1 cm in diameter. Neutrons from the target were measured using NE213 liquid scintillators contained by aluminum housing coupled with photo-multipliers, the size of which was 12.7 cm length, 12.7 cm in diameter. Three neutron detectors were placed at 70 cm away from the target, 60 and 90 degrees on horizontal plane and 90 degrees on vertical plane. Neutron energy was determined by using time-of-flight technique. Neutron spectra having Maxwellian shape with bump were observed at the three angles.

Presented at 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016), Paris, France

1.7 Shielding experiments of concrete and iron for the 244 MeV and 387 MeV quasi-mono energetic neutrons using a Bonner sphere spectrometer (at RCNP, Osaka Univ.)

T. Matsumoto¹, A. Masuda¹, J. Nishiyama¹, H. Iwase², Y. Iwamoto³, D. Satoh³,
M. Hagiwara², H. Yashima⁴, T. Shima⁵, T. Nakamura⁶, H. Harano¹, A. Tamii⁵, K. Hatanaka⁵

¹AIST, ²KEK, ³JAEA, ⁴KURRI, ⁵RCNP, ⁶CYRIC

Neutron energy spectra behind concrete and iron shields were measured for quasi-monoenergetic neutrons above 200 MeV using a Bonner sphere spectrometer (BSS). Quasi-monoenergetic neutrons were produced by the ⁷Li(p,xn) reaction with 246-MeV and 389-MeV protons. Shielding materials are concrete blocks with thicknesses from 25 cm to 300 cm and iron blocks with thicknesses from 10 cm to 100 cm. The response function of BSS was also measured at neutron energies from 100 MeV to 387 MeV. In data analysis, the measured response function was used and the pingpong scattering effect between the BSS and the shielding material was considered. The neutron energy spectra behind the concrete and iron shields were obtained by the unfolding method using the MAXED code. Ambient dose equivalents were obtained as a function of a shield thickness successfully.

Presented at 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016), Paris, France

1.8 Characterization of the PTW 34031 ionization chamber (PMI) at RCNP with high energy neutrons ranging from 100 – 392 MeV

C. Theis¹, P. Carbonez¹, E. Feldbaumer¹, D. Forkel-Wirth¹, L. Jaegerhofer¹, M. Pangallo¹, D. Perrin¹,
C. Urscheler¹, S. Roesler¹, H. Vincke¹, M. Widorski¹, Y. Iwamoto², M. Hagiwara³, D. Satoh², H.
Iwase³, H. Yashima⁴, T. Matsumoto⁵, A. Masuda⁵, J. Nishiyama⁵, H. Narano⁵, T. Itoga⁶, T.
Nakamura⁷, T. Sato², Y. Nakane², H. Nakashima², Y. Sakamoto², S. Taniguchi⁸, N. Nakao, A. Tamii¹⁰,
T. Shima¹⁰, K. Hatanaka¹⁰

¹CERN, ²JAEA, ³KEK, ⁴KURRI, ⁵AIST, ⁶RIKEN, ⁷Tohoku University, ⁸Spring-8, ⁹Shimizu Corporation,
¹⁰RCNP

Radiation monitoring at high energy proton accelerators poses a considerable challenge due to the complexity of the encountered stray radiation fields. These environments comprise a wide variety of

different particle types and span from fractions of electron-volts up to several terra electron-volts. As a consequence the use of Monte Carlo simulation programs like FLUKA is indispensable to obtain appropriate field-specific calibration factors. At many locations of the LHC a large contribution to the particle fluence is expected to originate from high-energy neutrons and thus, benchmark experiments with mono-energetic neutron beams are of high importance to verify the aforementioned detector response calculations. This paper summarizes the results of a series of benchmark experiments with quasi mono-energetic neutrons of 100, 140, 200, 250 and 392 MeV that have been carried out at RCNP - Osaka University, during several campaigns between 2006 and 2014.

Presented at 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016), Paris, France

1.9 Experimental analysis of neutron and background gamma-ray energy spectra of 80-400 MeV ${}^7\text{Li}(p,n)$ reactions under the quasi-monoenergetic neutron field at RCNP, Osaka University

Y. Iwamoto¹, T. Sato¹, D. Satoh¹, M. Hagiwara², H. Yashima³, A. Masuda⁴, T. Matsumoto⁴, H. Iwase²,
T. Shima⁵, T. Nakamura⁶

¹JAEA, ²KEK, ³KURRI, ⁴AIST, ⁵RCNP, ⁶CYRIC

To develop the 100 to 400 MeV quasi-monoenergetic neutron field, we measured neutron and gamma-ray energy spectra of the ${}^7\text{Li}(p,n)$ reaction with 80-389 MeV protons in the 100-m time-of-flight (TOF) tunnel at the Research Center for Nuclear Physics (RCNP) cyclotron facility. Neutron energy spectra with energies above 3 MeV were measured by the TOF method, which had been reported in our previous papers, and photon energy spectra with energies above 1 MeV were measured by the automatic unfolding function of the radiation dose monitor DARWIN. For neutron spectra, the contribution of peak intensity to the total intensity integrated with energies above 3 MeV varied between 0.38 and 0.48 in the proton energy range of 80–389 MeV. For gamma-ray spectra, high-energetic gamma-rays at around 70 MeV originated from the decay of π_0 were observed with proton energies higher than 200 MeV. For the 246-MeV proton incident reaction, the ratio of gamma-ray flux above 20 MeV to total gamma-ray flux is 0.31 and the gamma-ray flux is almost same with neutron flux at energies around 70 MeV. The experimental data will be useful to consider the contribution of high-energetic gamma-rays on the neutron response of the radiation monitor.

Presented at 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016), Paris, France

1.10 Neutron spectrometry and dosimetry in 100 and 300 MeV quasi-monoenergetic neutron field at RCNP, Osaka University, Japan

V. Mares¹, S. Trinkl¹, Y. Iwamoto², A. Masuda³, T. Matsumoto³, M. Hagiwara⁴, D. Satoh², H. Yashima⁵, T. Shima⁶, T. Nakamura⁷

¹HMGU, ²JAEA, ³KEK, ⁴AIST, ⁵KURRI, ⁶RCNP, ⁷CYRIC

This paper describes the results of neutron spectrometry and dosimetry measurements using an extended range Bonner Sphere Spectrometer (ERBSS) with ³He proportional counter performed in quasi-mono-energetic neutron fields at the ring cyclotron facility of the Research Center for Nuclear Physics (RCNP), Osaka University, Japan. Using 100 MeV and 296 MeV proton beams, neutron fields with nominal peak energies of 96 MeV and 293 MeV were generated via ⁷Li(p,n)⁷Be reactions. Neutrons produced at 0° and 25° emission angles were extracted into the 100 m long time-of-flight (TOF) tunnel, and the energy spectra were measured at a distance of 35 m from the target. To deduce the corresponding neutron spectra from thermal to the nominal maximum energy, the ERBSS data were unfolded using the MSANDB unfolding code. At high energies, the neutron spectra were also measured by means of the TOF method using NE213 organic liquid scintillators. The results are discussed in terms of ambient dose equivalent, H*(10), and compared with the readings of other instruments operated during the experiment.

Presented at 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016), Paris, France

1.11 Shielding experiments of concrete and iron for the 244 MeV and 387 MeV quasi-mono energetic neutrons using an organic scintillator (at RCNP, Osaka Univ.)

M. Hagiwara¹, H. Iwase¹, Y. Iwamoto², D. Satoh², T. Matsumoto³, A. Masuda³, H. Yashima⁴, Y. Nakane³, H. Nakashima³, Y. Sakamoto³, T. Shima⁵, A. Tamii⁵, K. Hatanaka⁵, T. Nakamura⁶

¹ KEK, ²JAEA, ³ AIST, ⁴KURRI, ⁵RCNP, ⁶CYRIC

A shielding benchmark experiment has been performed using a quasi-monoenergetic ⁷Li(p,n) neutron source with the peak energies of 244 and 387 MeV at the Research Center for Nuclear

Physics (RCNP) of Osaka University, in order to assess the accuracy of nuclear data and calculation codes used in high-energy accelerator shielding design. Energy spectra behind bulk shields of 10- to 100-cm-thick iron, 25- to 300-cm-thick concrete and their composite are measured using a NE213 organic liquid scintillator with a diameter and thickness of 25.4 cm each with a time-of-flight and an unfolding method. The neutron attenuation lengths are illustrated for iron and concrete as a function of the incident energy.

Presented at 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016), Paris, France

1.12 Monitoring system for the gold target by radiation detectors in Hadron experimental facility at J-PARC

Muto, K. Agari, K. Aoki, K. Bessho, M. Hagiwara, E. Hirose, M. Ieiri, R. Iwasaki, Y. Katoh, JI. Kitagawa, M. Minakawa, Y. Morino, K. Saito, Y. Sato, S. Sawada, Y. Shirakabe, Y. Suzuki, H. Takahashi, K. Tanaka, A. Toyoda, H. Watanabe, Y. Yamanoi

KEK

Hadron Experimental Facility in J-PARC we inject 30 GeV proton beam into a gold target to produce secondary particle beams which are provided for various particle and nuclear experiments. The gold target is placed in a hermetic chamber, and to monitor the soundness of the target, the chamber is filled with circulating helium gas, whose radioactivity is continuously monitored by gamma-ray detectors such as a germanium detector and a NaI(Tl) detector. Beam operations with those target-monitoring systems were successfully performed from April to June and from October to December, 2015, and next beam operation is planned in May and June, 2016. In this presentation we will explain the details of the helium gas circulation system and the gamma-ray detectors, and the analysis results of the obtained gamma-ray spectra.

Presented at 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016), Paris, France

1.13 Dose measurements through the concrete and iron shields under the 100 to 400 MeV quasi-monoenergetic neutron field (at RCNP, Osaka Univ.)

Y. Nakane¹, Y. Iwamoto¹, M. Hagiwara², H. Iwase², T. Sato¹, A. Masuda³, T. Matsumoto³, T. Nunomiya⁴, H. Yashima⁵, D. Satoh¹, H. Nakashima¹, T. Shima⁶, A. Tamii⁶, K. Hatanaka⁶, T. Nakamura⁷

¹JAEA, ²KEK, ³AIST, ⁴Fuji electric co. ltd. ⁵KURRI,, ⁶RCNP, ⁷CYRIC

Shielding benchmark experiments are useful to verify the accuracy of calculation methods for the radiation shielding designs of high-energy accelerator facilities. In the present work, the benchmark experiments were carried out for 244- and 387-MeV quasi-monoenergetic neutron field at RCNP of Osaka University. Neutron dose rates through the test shields, 100-300 cm thick concrete and 40-100 cm thick iron, were measured by four kinds of neutron dose equivalent monitors, three kinds of wide-energy range monitors applied to high-energy neutron fields above 20 MeV and a conventional type rem monitor for neutrons up to 20 MeV, placed behind the test shields. Measured dose rates were compared one another. Measured results with the wide-energy range monitors were in agreement one another for both the concrete and the iron shields. For the conventional type rem monitor, measured results are smaller than those with the wide-energy range monitors for the concrete shields, while that are in agreements for the iron shields. The attenuation lengths were obtained from the measurements. The lengths from all the monitors are in agreement on the whole, though some differences are shown. These results are almost same as those from others measured at several hundred MeV neutron fields.

Presented at 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016), Paris, France

1.14 Characterization of Hundreds of MeV ⁷Li(p,n) Quasi-Monoenergetic Neutron Source at RCNP Using a Proton Recoil Telescope and TOF Technique

M. Hagiwara¹, Y. Iwamoto², H. Iwase¹, H. Yashima³, D. Satoh², T. Matsumoto⁴, A. Masuda⁴, Y. Nakane³, A. Tamii⁵, T. Shima⁵, A. Tamii⁵, K. Hatanaka⁵, T. Nakamura⁶

¹ KEK, ²JAEA, ³KURRI, ⁴AIST, ⁵RCNP, ⁶CYRIC

A ⁷Li(p,n) quasi-monoenergetic neutron source for the 100–400 MeV range has been established at the Research Center for Nuclear Physics (RCNP) of Osaka University, to promote the experiments

on accelerator shielding, response measurements of neutron detectors and nuclear data measurements. For the analysis of these experiments, the intensity and the energy spectrum of the neutron source should be known accurately. We have measured the energy spectra of the ${}^7\text{Li}(p,n)$ quasi-monoenergetic neutron source with a time-of-flight (TOF) method employing an organic liquid scintillation detector (NE213) in the previous study [1]. The accuracy of the measured data was limited by that of the detection efficiency determination ($\sim 15\%$) with a Monte-Carlo method, because the detection efficiency of NE213 is rather uncertain in this energy region due to the neutron-carbon interaction in the scintillator and the light outputs of the reaction products which are not sufficiently known.

In this study, we have measured absolute intensity of source neutrons using a proton recoils telescope (PRT), because the detection efficiency of PRT can be determined accurately using the well-known differential $n-p$ scattering cross section. The intensity of peak neutrons were obtained from the measurements for the incident proton energies of 100, 137, 200 and 300 MeV, and compared with that obtained with the TOF method employing NE213. The neutron spectra obtained by PRT and by TOF were generally in good agreement within the error bar.

References

[1] Y. Iwamoto et al.: Quasi-monoenergetic neutron energy spectra for 246 and 389 MeV ${}^7\text{Li}(p,n)$ reactions at angles from 0° to 30° , Nucl. Instr. and Meth. A 629, 43-49 2011

JPS Conf. Proc. 11, 050004 (2016)

1.15 Double differential cross section for light mass fragment production on tens of MeV proton, deuteron, helium and carbon induced reactions

T. Sanami^{1,2}, Y. Yamaguchi³, Y. Uozumi³, M. Hagiwara^{1,2}, Y. Koba⁴

¹KEK, ²Sokendai, ³Kyushu University, ⁴NIRS

Double differential cross sections (DDXs) for light mass fragment production should be modeled properly to evaluate amount of energy deposition in a finite volume due to single ion incidence. Systematic experimental data are desired to evaluate nuclear reaction models not only for various energy but also incident particles. The DDXs were measured for tens of MeV proton, deuteron helium and carbon induced reactions. The experiments were performed using Cyclotron facility of National Institute of Radiological Sciences, Japan. Protons with energies of 24, 50 and 70 MeV, deuteron with 24 and 50 MeV, helium with 50, 70 and 100 MeV, and carbon with energies 50, 72 and 144 MeV were prepared as incident particles. The data for the energies allow us the comparison of DDXs with same energy, 50 MeV, with different particles (p, d, He and C) and 70 MeV (p,He,C), and, the comparison of DDXs with same energy per nucleon, 12 MeV/n with different particles (d,

He, C), 24 MeV/n (p, d, He). Targets were C, Al, Ti and Cu self-supported foils with thicknesses less than 1 μ m. The targets were set on a target changer ladder at the center of a scattering chamber. Bragg curve counters placed at 30, 60 and 90 degrees of the scattering chamber are employed to measure light mass fragments. DDXs for Li, Be, B, C, N, O, F and Ne production were obtained for the targets. Evaporation like energy spectra are observed except for the fragment the mass of which is close to the incident ion. The results are summarized to study incident particle type dependency on DDX for each target nuclei.

Presented at International conference on nuclear data for Science and Technology (ND2016) Bruges, Belgium

1.16 Neutron production in deuteron-induced reactions on Li, Be, and C at an incident energy of 100 MeV

S. Araki¹, Y. Watanabe¹, M. Kitajima¹, H. Sadamatsu¹, K. Nakano¹, T. Kin¹, Y. Iwamoto², D. Satoh², M. Hagiwara³, H. Yashima⁴, T. Shima⁵

¹Kyushu University, ²JAEA, ³KEK, ⁴KURRI, ⁵RCNP

In recent years, deuteron-induced reaction is considered as one of the effective reactions to produce high intensity neutron beam for neutron application fields such as radiation damage evaluation for fusion materials, boron neutron capture therapy and medical radioisotope production. Neutron production data from neutron converter materials such as Li, Be and C are essentially important. However, the experimental data are not sufficient, especially at incident energies above 60 MeV, therefore the theoretical models are not validated. Under this situation, we measured the double differential (d, xn) cross sections (DDXs) for Li, Be and C at 100 MeV and analyzed them with theoretical models. The experiment was performed using the Time of Flight course at the Research Center for Nuclear Physics in Osaka University. A deuteron beam accelerated to 102 MeV was transported to the neutron experimental hall and focused on the thin lithium, beryllium and carbon targets in natural compositions. The targets were placed on a beam swinger magnet. The DDXs were measured at six angles (0, 5, 10, 15, 20 and 25 degrees) by changing the target position in the swinger magnet. NE213 liquid organic scintillators were adopted as neutron detectors. The detected neutrons were recorded event by event as a function of their time of flight. In the measured DDXs, a broad peak due to deuteron breakup process is observed at approximately half of the deuteron incident energy. The experimental results are compared with the calculations by PHITS. The calculated DDXs have the broad peak structure, but the shape and magnitude do not necessarily reproduce the experimental ones. Detailed analysis with an alternative theoretical model calculation

is also presented. In the calculation, elastic breakup and continuum stripping reactions are described by the Continuum Discretized Coupled Channels (CDCC) theory and the Glauber model, respectively. In addition, the DWBA is employed for the stripping reaction to bound state. The Hauser-Feshbach theory and exciton model are adopted for statistical decay process

*Presented at International conference on nuclear data for Science and Technology (ND2016)
Bruges, Belgium*

1.17 Measurements of Neutron and Charged Particle Production Cross Sections on Beryllium, Carbon and Iron Bombarded with 13 MeV/nucleon Neon Beam

M. Hagiwara¹, Y. Iwamoto², N. Matsuda², T. Sanami¹, N. Shigyo³, T. Nishizawa³, H. Nakashima², and
Y. Sakamoto²

¹KEK, ²JAEA, ³Kyushu University

Double-differential cross sections (DDXs) for neutron and charged particle production from Ne at $E/A = 13$ MeV on ⁹Be, natC and natFe targets were measured at several laboratory angles between 15° and 120° by means of a time of flight method with NE213 liquid organic scintillators and a Δ E-E method with a counter telescope system composed of three fully-depleted silicon solid-state detectors (SSDs) and a LYSO inorganic scintillator for detection of neutrons and charged particles, respectively, at the TIARA cyclotron facility of Japan Atomic Energy Agency (JAEA). The experimental results were compared with model calculations with the JAEA-version relativistic quantum molecular dynamics model (R-JQMD) coupled with the Generalized Evaporation Model (GEM), which are implemented in the Particle and Heavy Ion Transport Code System (PHITS version 2.86a). For production of hydrogen isotopes, calculated results give good agreement with the measured data, while that for production of neutrons and heavier particles than α -particle gives lower and higher values, respectively.

*Presented at International conference on nuclear data for Science and Technology (ND2016)
Bruges, Belgium*

1.18 Measurement of residual activities induced in copper by 148 MeV carbon

H. Yashima¹, M. Hagiwara², T. Sanami³, S. Yonai⁴

¹KURRI, ²KEK, ³NIRS

The decommissioning of old accelerator facilities requires activation cross section data to estimate the residual activities induced in the accelerator components. But experimental data of activation cross section are very scarce for low energy (lower than several tens MeV) heavy ions which were required for decommissioning of accelerator facilities such as tandem accelerator and cyclotron.

We therefore irradiated 148 MeV (12.3 MeV/nucleon) carbon ions onto a Cu target to obtain experimental data of residual radioactivities for low energy heavy ions. Irradiation experiment was performed at cyclotron facility (NIRS-930), National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology. The Cu target was composed of a stack of natural Cu foils and total thickness of Cu target was thicker than the range of projectile carbon ions. The average carbon beam intensity was 5 pnA and irradiation time was 1 hour. After irradiation, we measured the gamma-ray spectra from Cu samples with a HPGe detector. The reaction rates of radionuclides produced in Cu samples which were identified from the gamma-ray spectra and the decay curves were estimated after being corrected for the peak efficiency of the HPGe detector.

From the reaction rates, the spatial distribution of residual activities within Cu target depth was obtained. For heavier mass products than Cu, residual activities increase with the Cu target thickness. On the other hand, residual activities decrease with the Cu target thickness for lighter mass products than Cu. In this symposium, excitation functions of residual products will also be presented.

Presented at 2016 Symposium on nuclear data, Tsukuba, Japan

1.19 Review of the Microdosimetric Studies for High-Energy Charged Particle Beams using a Tissue-Equivalent Proportional Counter

S. Tsuda¹, T. Sato¹, T. Ogawa¹, S. Sasaki²

¹JAEA, ²KEK

Lineal energy (y) distributions were measured for various types of charged particles such as protons and iron, with kinetic energies of up to 500 MeV/u, via the use of a wall-less tissue-equivalent proportional counter (TEPC). Radial dependencies of y distributions were also experimentally evaluated to investigate the track structures of protons, carbon, and iron beams. This paper reviews a series of measured data using the aforementioned TEPC as well as assesses the systematic

verification of a microdosimetric calculation model of a y distribution incorporated into the particle and heavy ion transport code system (PHITS) and associated track structure models.

JPS Conf. Proc. 11, 060004 (2016).

1.20 Systematic Study of Inorganic and Organic Scintillator Light Yields

E. Shibamura¹, S. Sasaki², N. N. T. Tran³

¹Waseda University, ²KEK, ³SOKENDAI

Light yields in novel inorganic scintillators CeBr₃ and SrI₂:Eu were obtained using a photomultiplier tube operated as a photodiode with unity gain and previously measured light yield of LaBr₃:Ce as a standard. The light yields of CeBr₃ and SrI₂:Eu were 60,000 photons/MeV and 130,000 photons/MeV, respectively. Light yields of some of the popular organic scintillators were also obtained.

JPS Conf. Proc. 11, 020004 (2016).

1.21 Measurements of Electron Response and Average Energy Required per Scintillation Photon in Plastic Scintillators for Gamma Rays

N. N. T. Tran¹, S. Sasaki^{1,2}, T. Sanami^{1,2}, Y. Kishimoto^{1,2}, E. Shibamura³

¹SOKENDAI, ²KEK, ³Waseda Univ..

The light output is one of the most concerned parameters in scintillators. For plastic scintillators, however, the scintillation yield such as an average energy required to produce one scintillation photon, W_s , is not known accurately at present. The departure from proportionality of their scintillation response with the deposited energy of electrons is mainly pronounced at low energies but has not been examined in detail. In the present study, in order to investigate the relative scintillation response per unit energy deposited by electrons (called as “electron response”) and to further determine W_s in plastic scintillators, deposited energies in plastic scintillators of EJ-200 and EJ-212 are carefully measured using the Compton Coincidence Technique (CCT). The CCT employs the combination of two separated detectors (one plastic scintillator and one NaI(Tl) scintillator) which are operated in coincidence. By selecting only the coincidence events between two detectors, specifically deposited energy in the scintillators can be measured by incident gamma rays which are scattered at a specific angle. The experiments are conducted at several scattering angles for evaluating the electron response, and for determining the Compton edge the results obtained from

experiments at a scattering angle of 180° are used. In the pulse height distribution spectrum of ^{137}Cs measured with plastic scintillator Pilot-U by CCT at the scattering angle of 180° , the Compton edge which is at channel 311 obtained from the CCT experiment is compared with the Compton edge obtained from a fitting method which is at channel 324. The discrepancy between two methods is approximately 4%. The experimental method and results will be presented in detail at our presentation.

Presented at 2016 Conference of JSAP, Niigata, Japan

1.22 Measurement of neutron energy spectra for $E_\gamma=23.1$ and 26.6 MeV mono-energetic photon induced reaction on ^{nat}C using laser electron photon beam at New SUBARU

T. Itoga¹, H. Nakashima², T. Sanami³, Y. Namito³, Y. Kirihara³,
S. Miyamoto⁴, A. Takemoto⁴, M. Yamaguchi⁴ and Y. Asano⁵
¹JASRI, ²JAEA, ³KEK, ⁴U.Hyogo, ⁵Spring-8

Photo-neutron energy spectra for $E_\gamma=23.1$ and 26.6 MeV mono-energetic photons on ^{nat}C were measured using laser Compton scattering facility at New SUBARU BL01. The photon energy spectra were evaluated through measurements and simulations with collimator sizes and arrangements for the laser electron photon. The neutron energy spectra for the $^{nat}\text{C}(\gamma, xn)$ reaction were measured at 60 degrees in horizontal and 90 degrees in horizontal and vertical with respect to incident photon. The spectra show almost isotropic angular distribution and flat energy distribution from detection threshold to upper limit defined by reaction Q-value.

Presented at 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016), Paris, France

2. Experimental Technology and Monte Carlo Simulation Related to Radiation Shielding

2.1 Inter-comparison of particle production (2)

H. Hirayama and T. Sanami

KEK

In accordance with the discussion at SATIF-11, we proposed the problems of neutron production from thick targets of Al, Cu and Au as the new inter-comparison for SATIF-12. There were large differences than our expectation in this inter-comparison. The revised problems including 0 degree and angular integrated spectrum as quantities to be calculated were prepared for SATIF-13 to understand the reason of the differences. This paper presents a comparison of results provided by four groups.

Followings are the summary of the inter-comparison.

(1) Comparison of neutron fluence above 20 MeV

Differences of neutron fluence above 20 MeV emitted from the target are within 96 % for Al, 60 % for Cu and 103 % for Au, respectively.

(2) Comparison of neutron energy fluence above 20 MeV

Differences of neutron energy above 20 MeV emitted from the target are within 46 % for Al, 49 % for Cu and 39 % for Au, respectively.

(3) Comparison of neutron spectra above 20 MeV at 0 degree

There are large differences between codes especially for 1 GeV proton.

(4) Comparison of angular neutron energy fluence above 20 MeV

Differences are relatively small except 0 degree at 1 GeV protons and similar differences exist for all angles at 10 GeV protons for all target materials. On the other hand, differences at 0 degree are smaller than other angle at 100 GeV protons.

Followings are the future themes

It is necessary to continue this study with the following themes as the next step:

- (a) FLUKA and MCNP6 results are desired for this inter-comparison.
- (b) It is also necessary to compare energy spectrum below 20 MeV.
- (c) It is desired to check models especially for angular distributions by code developers and reflect to this comparison.
- (d) Experimental results are necessary for 0 degree.

*Presented at Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities - SATIF 13,
10-12 October 2016, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Dresden, Germany*

2.2 β -ray Spectrum Data for egs5 based on ICRU-56 or RADAR

Y. Kiriwara, H. Hirayama and Y. Namito

KEK

β -sources have a different continuous spectrum than γ -source as mentioned in the "Lecture note of Practices on How to Write Source Routine".

In general, it is difficult to apply a direct sampling method for continuous distribution. The approximation method applicable to any case is to use a probability distribution function for a segmented interval in β -ray energy if a spectrum is known. The energy interval can be sampled using the cumulative distribution function with a random number. The β -ray energy in each energy bin is sampled assuming a uniform distribution inside the energy bin. The spectrum data is necessary for each radionuclide to apply this method. In the above-mentioned lecture note, spectrum data for ^{90}Sr in ICRU Report 56 (call "ICRU-56 data") is used. For other radionuclides, it is necessary to find the spectra data for each time.

In this lecture note, β -ray spectra data for egs5 and an explanation of how to use them in egs5 are presented using the β -ray spectra data, ICRU-56 data, and "RADAR - The Decay Data" (the latter includes more radionuclides than the ICRU-56 data).

Published as KEK Report 2016-2 (June 2016).

2.3 Update on the code intercomparison and benchmark for muon fluence and absorbed dose induced by an 18 GeV electron beam after massive iron shielding

A. Fassò¹, Al. Ferrari², An. Ferrari³, N. V. Mokhov⁴, S. E. Müller³, W. R. Nelson¹, S. Roesler², T. Sanami⁵, S. I. Striganov⁴, R. Versaci⁶

¹SLAC, ²CERN, ³HZDR, ⁴FNAL, ⁵KEK, ⁶ELI

In 1974, Nelson, Kase, and Svensson published an experimental investigation on muon shielding around SLAC high-energy electron accelerators. They measured muon fluence and absorbed dose induced by 14 and 18 GeV electron beams hitting a copper/water beamdump and attenuated in a thick steel shielding. In their paper, they compared the results with the theoretical models available at that time. In order to compare their experimental results with present model calculations, we use the modern transport Monte Carlo codes MARS15, FLUKA2011 and GEANT4 to model the experimental setup and run simulations. The results are then compared between the codes, and with the SLAC data.

Presented at 13th Meeting of the task- force on Shielding aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities, 10-12 October 2016 Dresden, Germany

2.4 Measurements and FLUKA Simulations of Bismuth and Aluminum Activation at the CERN Shielding Benchmark Facility (CSBF)

E. Iliopoulou^{1,2}, R. Froeschl¹, M. Brugger¹, S. Roesler¹, A. Infantino¹, N. Nakao³, T. Sanami⁴, T. Kajimoto⁵, A. Siountas², P. Bamidis²

¹ CERN, ² Aristotle University of Thessaloniki, ³ Shimizu Corp., ⁴ KEK, ⁵ Hiroshima Univ.

The CERN High energy Accelerator Mixed field (CHARM) facility is situated in the CERN Proton Synchrotron (PS) East Experimental Area. The facility receives a pulsed proton beam from the CERN PS with a beam momentum of 24 GeV/c with 5×10^{11} protons per pulse with a pulse length of 350 ns and with a maximum average beam intensity of 6.6×10^{10} protons per second. The shielding of the CHARM facility also includes the CERN Shielding Benchmark Facility (CSBF) situated laterally above the target, that allows deep shielding penetration benchmark studies of various shielding materials. During the 2015 operation period, this facility consisted of 80cm of cast iron and 360 cm of concrete with barite concrete in some places. Activation samples of bismuth and aluminum were placed in the CSBF and in the CHARM access corridor in July 2015 for a first characterization of the CSBF. Monte Carlo simulations with the FLUKA code have been performed to estimate the specific production yields of bismuth isotopes (^{206}Bi , ^{205}Bi , ^{204}Bi , ^{203}Bi , ^{202}Bi) from ^{209}Bi and ^{24}Na from ^{27}Al for these samples. The production yields estimated by FLUKA Monte Carlo simulations are compared to the production yields obtained from γ -spectroscopy measurements of the samples taking the beam intensity profile into account.

Presented at 13th Meeting of the task- force on Shielding aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities, 10-12 October 2016 Dresden, Germany

3. Radiation Protection Study in Accelerator Facilities

3.1 Beam Loss Estimation by Measurement of Secondarily Produced Photons under High Average-Current Operations of Compact ERL in KEK

H. Matsumura, A. Toyoda, S. Sakanaka, K. Haga, T. Obina, T. Miura, K. Hozumi,
S. Nagaguro, T. Oyama, and N. Yoshihara¹
KEK, ¹Tokyo Nuclear Service Co., Ltd.

To increase the beam current in the Compact Energy Recovery Linac (cERL) at the High Energy Accelerator Research Organization (KEK), the beam loss must be reduced to less than 0.01% during the transportation of 20 MeV electrons in order to suppress the radiation dose outside the accelerator room. Beam loss locations were successfully identified using the gold activation method, and the beam loss rate was estimated by comparing the measured dose rate with the simulated dose rate on the roof of the cERL room. Beam operation with beam current of 0.90 mA was achieved with a beam loss rate of less than 0.01%.

3.2 Measurement and control of beam losses under high average-current operation of the compact ERL at KEK

S. Sakanaka, K. Haga, Y. Honda, H. Matsumura, T. Miyajima, T. Nogami, T. Obina,
H. Sagehashi, M. Shimada, and M. Yamamoto
KEK

The compact ERL (cERL) at KEK is a superconducting accelerator aimed at demonstrating ERL technologies for the future light source. In cERL, low-emittance and high-average-current electron beams of up to 10 mA will be recirculated in future. Toward this goal, we studied high-average-current operations where the beam losses should be controlled to very-small fractions. We have so far succeeded in recirculating beams of up to 0.9 mA with very-small beam losses. We report our accelerator tuning method for high-average-current operation, and present measured radiation data showing very-small beam losses.

3.3 Radiation safety studies on Super KEKB Phase 1 operation

T. Sanami, T. Oyama, K. Iijima
KEK

The Super KEKB factory, phase1 operation of which started at Feb. 2016, is a 7 GeV electron- 4

GeV positron collider that is designed to derive 8×10^{35} [1/cm²/s] luminosity. To fulfil the target luminosity, the collider will be operated with small beam-size and a large crossing angle at the interaction point. Phase1 operation of the Super KEKB, which is aimed at establishing beam injection tuning, back-ground study and vacuum scrubbing, was successfully done at the end of Jun. 2016. During the phase1 operation, data related to radiation shielding design were obtained for thermal neutron flux in the tunnel, which produces ⁴¹Ar in air. The result was compared with the prediction of empirical equation and beam life.

Presented at 13th Meeting of the task- force on Shielding aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities, 10-12 October 2016 Dresden, Germany

4. Nuclear Chemistry and Radiochemistry

4.1 Study for chemical environmental effect on muon capture by using low pressure hydrogen mixture gas samples (H_2+CO , H_2+CO_2 , H_2+COS and H_2+CS_2).

G. Yoshida¹, K. Ninomiya¹, M. Inagaki¹, A. Nanbu¹, A. Shinohara¹, W. Higemoto²,
M. K. Kubo³, N. Kawamura⁴, Y. Miyake⁴ and T. Miura⁴
¹Osaka Univ., ²JAEA, ³ICU, ⁴J-PARC(KEK)

An atomic system that has one negatively charged muon instead of an electron is called muonic atom. There are two muonic atom formation processes; direct muon capture and muon transfer processes. Muon transfer process is observed only in hydrogen containing system. In direct muon capture, chemical environmental effect is known. Muon capture phenomena are strongly influenced by the electron state of muon capturing molecule. In fact, muon capture probability and initial quantum level of captured muon are changed by molecules. On the other hand, such a chemical environmental effect has never been examined in muon transfer process. In this study, we performed muon irradiation experiment for low-pressure hydrogen containing system and investigated chemical effect on muon transfer process.

The experiments were carried out at D1 experimental area in J-PARC/MUSE. The experimental setup was written in elsewhere (G. Yoshida *et al.*, J. Radioanal. Nucl. Chem. 2015). We performed muon irradiation experiment for $H_2+CO(1\%)$, $H_2+CO_2(1\%)$, $H_2+COS(1\%)$, and $H_2+CS_2(1\%)$ gases with 0.99 bar conditions. Muonic X-rays emitted after formation of muonic atom were measured by high purity germanium detectors.

Fig. 1 shows the muonic X-ray spectrum of $H_2+COS(1\%)$ sample. In this figure, muonic X-rays from sulfur atoms were found. As already mentioned in the previous report, no chemical environmental effect on muon transfer process were found between CO and CO_2 molecules. On the other hand, obvious difference was found in the muon capture to sulfur atom in COS and CS_2 molecules. From the muonic X-ray intensities, we determined per atom

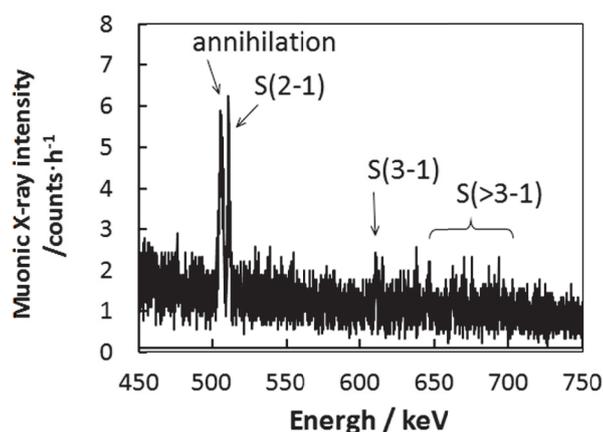


Fig. 1: Muonic X-ray spectrum of $H_2+COS(1\%)$

muon capture ratios $A(S/C)$ for COS, and CS_2 molecules as 2.9, and 5.1, respectively. This result suggested appearance of chemical effect in muon transfer. Unfortunately, due to not enough statistics, we could not discuss in detail. We had submitted the proposal for additional experiment to reveal the

chemical effect in muon transfer process, by taking more statistical data. The next experiment will bring us new discoveries.

Published in Radioisotopes 65 113-118 (2016).

4.2 Development of a High-Frequency Induction Furnace Combined with a Size-Analysis System for Metallic Aerosols Generated from Molten Metals

Y. Oki¹, T. Miura², H. Matsumura² and K. Masumoto²

¹KURRI, ²KEK

Radioactive aerosols were released to the environment in both accidents of the J-PARC in 2013 and Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP). The release occurred due to melting of the metallic target or the highly radioactive nuclear fuel. The particle size of the aerosols is very important information to clarify their formation mechanism. In this work, a new high-frequency induction furnace system using pure carbon crucibles was developed to investigate the size of aerosol particles bearing radionuclides. The system consists of the 20-kW induction furnace and a low-pressure impactor. The temperature of the furnace successfully reached 2,100°C in a nitrogen or argon atmosphere. Back ground aerosol concentration during heating was minimized by pre-heating of the crucible in the furnace. A wire screen technique was attempted to be applied to the size measurement of fine aerosol particles smaller than the minimum size measurable by the impactor.

Presented at the 18th Workshop on Environmental Radioactivity, Tsukuba, March, 2017.

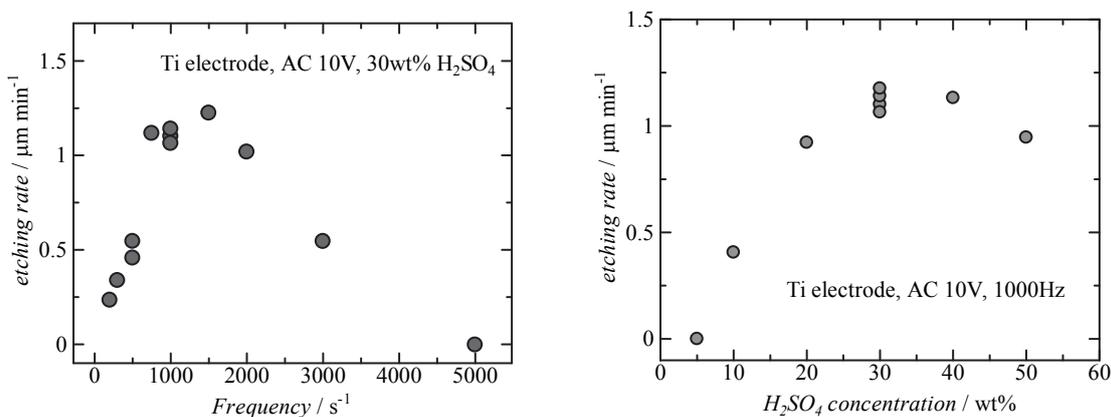
5. Environmental and Analytical Chemistry at Accelerator

5.1 Development of an AC Electropolishing Method of Niobium without Hydrofluoric Acid

H. Monjushiro¹, K. Nii², Y. Ida², S. Kawamura³, S-Z. Kure-Chu³, H. Yashiro³

¹KEK, ²Marui Galvanizing Co., Ltd., ³Iwate University

In an international linear collider (ILC) plan, superconducting radio frequency (SRF) cavities are essential components for acceleration of the charged particles. The cavities are made of high purity niobium (Nb) and the inner surfaces of these cavities are required to be smooth enough. Typically, in order to obtain a good surface finish, direct current electropolishing is used for the SRF cavities made of Nb. Typical electropolishing process uses the electrolyte composed of hydrofluoric acid (HF, about 50 mass%) and sulfuric acid (H₂SO₄, about 97 mass%) in a volumetric ratio of 1:9. However, there is a strong demand to replace the electrolyte with less hazardous one. In this study, we made a preliminary search for less hazardous electrolyte that could change the traditional HF/H₂SO₄ electropolishing system. Diluted H₂SO₄ is used as electrolyte and AC voltages are applied to Nb coupon. The electropolishing of Nb surface is successfully achieved by appropriate AC voltages. The polishing rate of Nb depends on amplitude of AC voltage, frequency of the AC voltage, and concentration of H₂SO₄. Also the AC voltage required to polish Nb surface depends on a kind of counter electrode. The most suitable conditions are found to be AC voltage of 10 V and AC frequency of 1000 Hz, in 30wt% H₂SO₄ with the counter electrode of titanium.



Figures Dependences of Nb etching rate on AC frequency and H₂SO₄ concentration

6. Research a related to Accident of Fukushima Daiichi Nuclear Powere Station

6.1 Investigation of Main Radiation Source above Shield Plug of Unit 3 at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

H. Hirayama^{1,2}, K. Kondo^{1,2}, S. Suzuki², Y. Tanimura^{2,3}, K. Iwanaga², H. Nagata²

¹KEK, ²NRA, ³JAEA

Ambient dose equivalent (hereafter called dose equivalent) rates at the operation floor of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 3 were very high. It was several Sv/h near the surface of the shield plugs at July 23-24, 2013. Maximum dose equivalent rate was reduced to about 200 mSv/h at 5 m height from the operation floor with decontamination actions by removing debris, cutting and sucking of concrete surface using remote devices. The reduction rate was far small compared to expected one before decontamination action.

This fact indicated that Cs-134 and Cs-137 might exit inside the shield plug. These contaminations could not be removed by cutting and sucking of concrete surface. Considering the structure of the shield plug, we supposed that Cs-134 and Cs-137 attached between the gaps of 3 layers of shield plugs at which gases including high density Cs-134 and Cs-137 leaked through at the time of accident. To confirm this estimation, measurements of pulse height distribution were performed using a CdZnTe detector inside a lead collimator with enough shielding to limit the area of measurement.

The 24 points were selected for pulse height distribution measurements; the shield plug of the reactor, iron shield on the floor, the spent fuel pool etc. The measurement points are densely-arranged above the shield plugs and their joints because high level contamination is presumed to concentrate in those zones. Numbers of unscattered photons entering the CdZnTe detector at 50 cm height above the shield plug surface inside the collimator system from radial segmented plane sources of Cs-137 under 60 cm concrete were calculated with Monte Carlo method. The calculated 0.662 MeV photons entering on the detector surface became 7.5×10^{-9} photons/sec per Bq/cm². The contribution of Cs-137 outside 7.2 cm from the center of the collimator was about 1 %. From this result, an effective source radius for this measurement can be treated as 7 cm.

Concentrations at the gap under 60 cm of the shield plug were estimated from the measured peak counts rates and the obtained conversion coefficient at the point from No.1 to No.5 which were above the shield plugs except their joints. Concentrations varied almost factor 5 between these points from 8.0×10^9 to 5.7×10^{10} Bq/cm². If Cs-137 was distributed on the surfaces of the gaps of three shield plugs with radius 6 m and with the averaged concentration of these 5 points, 2.6×10^{10} Bq/cm², total amount of Cs-137 is estimated to be 30 PBq and is about 10 % of the estimated total inventory of Cs-137 at Unit 3.

Presented at 13th International Conference on Radiation Shielding & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection and Shielding Division, 03 - 06 Oct 2016, Paris, France.

6.2 Investigation on Main Source on Operation Floor of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 4

H. Hirayama^{1,2}, K. Kondo^{1,2}, S. Suzuki², S. Hamamoto^{2,3}, K. Iwanaga²
¹KEK, ²NRA, ³JAEA

The ambient dose equivalent (hereafter called dose equivalent) rates on the operation floor of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 4 were far lower than those at Unit 1, 2 and 3 due to the fact that Unit 4 was under a periodical inspection at the time of the accident, March 11, 2011. The inspection work contained the shroud replacement work. However, there were several places at which dose equivalent rates exceeded several hundreds $\mu\text{Sv/h}$ even in this situation. This level is still higher at the position of the manual fuel removal operation. Before our measurement, Tokyo Electric Power Company (hereafter called TEPCO) had a plan to set a shielding wall at the north end of the cover of the operation floor by regarding that photons at the operation floor of Unit 4 mainly originated from the contamination at the operation floor of Unit 3. It is important to confirm main source of dose equivalent rate at the operation floor for setting effective shields. Pulse height distribution measurements at various places were performed to identify radionuclides together with dose equivalent rate distributions inside the operation floor.

Pulse height distribution measurements were performed at various places on the operation floor. A LaBr_3 detector with 2 inches diameter and 2 inches length (Inspector 1000) was used for these measurements. Detector set inside a lead box with 1 cm thick and 1 cm diameter hole at the center was used to measure at the places at which dose rates were over 100 $\mu\text{Sv/h}$.

In the east and west passage areas, Cs-134 and Cs-137 were dominant compared with the central lines. On the other hand, Co-60 was considerably large at the central line except C3 and C4. C3 and C4 is on the concrete floor and the DS pool cannot be seen from these points. The comparison at the north end of the cover of Unit 4 (E1, C1 and W1) shows this difference more clearly. From these results, it is clear that main source radionuclides were Cs-134 and Cs-137 at the east or west passage area and Co-60 at the central line.

Presented at 13th International Conference on Radiation Shielding & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection and Shielding Division, 03 - 06 Oct 2016, Paris, France.

6.3 Changes of ^{137}Cs concentrations in Japanese dace from twelve lakes in Fukushima Prefecture after the Fukushima fallout

K. Takasaki¹, A. Tomiya², T. Wada³, D. Morishita¹, T. Sato¹, G. Kawata¹,
S. Suzuki¹, K. Masumoto⁴

¹Fukushima Pref. Inland Water Fisheries Experimental Station, ² Fukushima Pref. Agricultural
Promoion. Div. ³Inst. Environ. Radioactivity, Fukushima Uni. ⁴ KEK

Lake water, zooplankton and Japanese dace were collected from twelve lakes in Fukushima Prefecture to measure ^{137}Cs concentrations. ^{137}Cs concentrations of them from August 2013 to November 2016 were significantly different between the areas with different ^{137}Cs deposition in the neighboring soil of lakes.

Ecological half-life (Teco) of ^{137}Cs in Japanese dace was in the range of 350 to 1,644 days. In Lake IW, it was suggested that Teco of ^{137}Cs in Japanese dace was prolonged.

Mean ^{137}Cs concentration in Japanese dace which was born before the disaster was significantly higher than that which was born after the disaster in six lakes. One reason for this is that the group born before the disaster experienced a large drop of ^{137}Cs immediately after the fallout.

No correlation was found between the ^{137}Cs concentration of the lake water and the mean ^{137}Cs concentration of Japanese dace and between the ^{137}Cs concentration of the zooplankton excluding the lake OG and the mean ^{137}Cs concentration of Japanese dace. Therefore, in addition to lake water and zooplankton, changes of ^{137}Cs concentration in Japanese dace may be caused by other ^{137}Cs migration pathways such as terrestrial and aquatic insects, fish larvae and plant debris.

Chapter 2 研究支援活動

放射線科学センターは、機構における放射線安全、並びに化学安全を含む環境安全に責任を有する。対象となる施設の規模が大きいこと、個々の課題が未解決や未知の課題を複雑に含んでいることから、その業務内容は研究的側面を持っている。管理業務に直接関連した研究テーマが発展していく場合もあるが、それ以外にも純粋な学問的研究テーマとして至らないまでも関連分野として有益な課題が多い。

このほかに、放射線科学センターのスタッフは、放射線関連、化学関連の専門家として機構の内外から個々の課題について相談を受けること多々あり、これに取り組んできた事項もある。

本章では、研究支援活動に関連して放射線科学センターが取り組んだ活動について報告する。

1. 体制

1.1 放射線管理体制

1.1.1 つくばキャンパス

放射線取扱主任者	波戸 芳仁
放射線取扱主任者代理	佐波 俊哉
放射線管理室長	三浦 太一
放射線管理室長代理	松村 広
統括（管理区域担当）	佐波 俊哉 松村 宏
統括（業務担当）	梶本 和義
統括（教育・将来計画担当）	伴 秀一

管理区域	氏名	職名等
PS 施設（1,2,3,7区域）・電子加速器施設（4A区域）・試験加速器施設（5D,6区域）	松村 宏	統括管理区域責任者
電子加速器施設（4B,5A,5B,5C区域）	佐波 俊哉	統括管理区域責任者
第1区域 PS 施設 （前段加速器＋デジタル加速器）	飯島 和彦 穂積 憲一 高原 伸一	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当
第2区域 PS 実験施設 東カウンターホール（ERL 開発棟） 北カウンターホール	松村 宏 穂積 憲一 大山 隆弘	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当
第3区域 PS 施設 （旧中性子ミュオン科学研究施設）	飯島 和彦 穂積 憲一 大山 隆弘	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当
第4区域 放射光科学研究施設（4A） 電子陽電子入射器（4B）	穂積 憲一 岸本 祐二 豊田 晃弘 岩瀬 広 穂積 憲一	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当 管理区域責任者 管理区域副責任者

	豊田 晃弘	管理区域業務担当
第5区域		
SuperKEKB 施設(5A)	佐波 俊哉	管理区域責任者
	飯島 和彦	管理区域副責任者、
	大山 隆弘	管理区域業務担当
BT ライン (5B)	佐波 俊哉	管理区域責任者
	岩瀬 広	管理区域副責任者
	穂積 憲一	管理区域業務担当
大強度放射光施設 (5C)	岸本 祐二	管理区域責任者
	飯島 和彦	管理区域副責任者
	大山 隆弘	管理区域業務担当
ATF (5D)	豊田 晃弘	管理区域責任者
	岸本 祐二	管理区域副責任者
	高原 伸一	管理区域業務担当
第6区域		
超伝導リニアック試験施設 (STF) 棟	大山 隆弘	管理区域責任者
	岸本 祐二	管理区域副責任者
	高原 伸一	管理区域業務担当
第7区域		
RI 実験準備棟、放射化物加工棟、 放射性廃棄物第2,3,4 保管棟、 電子陽電子放射性排水処理施設、 12GeVPS 放射性廃液処理施設、 放射線管理棟、放射性試料測定棟、 放射線照射棟、放射化物使用棟、 熱中性子標準棟、PS エネソ排水設備	豊田 晃弘	管理区域責任者
	穂積 憲一	管理区域副責任者
	高原 伸一	管理区域業務担当

1.1.2 東海キャンパス

放射線取扱主任者	沼尻 正晴
放射線取扱主任者代理	山崎 寛仁
放射線安全セクション副ディビジョン長	別所 光太郎
放射線安全セクションサブリーダー	沼尻 正晴

50 GeVシンクロトロン施設	管理区域責任者	中村 一
	管理区域責任者代理	山崎寛仁
放射線測定棟	管理区域責任者	山崎寛仁
	管理区域責任者代理	中村 一
ハドロン実験施設	管理区域責任者	萩原雅之
	管理区域責任者代理	斎藤 究
ニュートリノ実験施設	管理区域責任者	高橋一智
	管理区域責任者代理	萩原雅之 斎藤 究

1.2 放射線業務分担

1.2.1 つくばキャンパス

業 務	担当者氏名
管理事務（書類管理を含む） （女子放射線業務従事者対応） （管理システム） （管理事務・従事者登録）	三浦 太一 豊島 規子 豊田 晃弘 豊島 規子
出入管理システム	穂積 憲一 佐波 俊哉 岩瀬 広 豊田 晃弘
放射性物質等 （非密封 RI） （密封 RI） （核燃） （廃棄物） （表示付認証機器） （チェックングソース） （放射化物）	三浦 太一 榊本 和義 豊田 晃弘 穂積 憲一 豊田 晃弘 松村 宏 豊田 晃弘 大山 隆弘 岸本 祐二 大山 隆弘 岸本 祐二 豊田 晃弘 飯島 和彦
環境放射能	豊田 晃弘 高原 伸一
安全管理設備（集中放射線監視システム モニターサーベメーター等）	佐波 俊哉 岸本 祐二 穂積 憲一 飯島 和彦 大山 隆弘

放射能測定器等 (Ge 検出器、サンプルチェンジャー、 液体シンチレーションカウンター、 イメージングプレート)	松村 宏 飯島 和彦 高原 伸一 豊田 晃弘
放射線校正施設 (放射線照射棟) (熱中性子準備棟)	穂積 憲一 飯島 和彦 岸本 祐二 佐波 俊哉
線量計等 (線量計評価、TLD、APD、PD)	三浦 太一 飯島 和彦 豊田 晃弘 大山 隆弘
機構長の指定する発生装置等 (PS系) (電子系) (システム)	松村 宏 岩瀬 広 佐波 俊哉
安全教育 (オンライン教育開発 含む)	波戸 芳仁 伴 秀一 近藤 健次郎
出版物等 (Activity Report) (安全ビデオ) (安全の手引き、パンフレット等)	榊本 和義 穂積 憲一 波戸 芳仁 松村 宏
広報 (WEB 管理・更新) (サーバー管理) (管理業務ページ) (サーバー管理、環境ページ) (トップページ更新情報) (サーバー管理、研究ページ)	三浦 太一 佐波 俊哉 松村 宏 佐藤 充 豊田 晃弘 岩瀬 広
作業環境測定 (内部被ばく評価を含む)	豊田 晃弘 佐波 俊哉 三浦 太一

発生装置責任者

中性子発生装置 穂積 憲一

X線発生装置 穂積 憲一

1.2.2 東海キャンパス

業務	担当氏名
従事者登録、線量管理、教育訓練、UO対応	高橋一智 長畔誠司
環境放射線管理、廃棄物管理、放射性物質等管理（表示付認証機器、チェックソース）	萩原雅之 長畔誠司
放射線安全管理設備（出入管理システム、放射線モニター、監視システム）	斉藤 究 萩原雅之 山崎寛仁 長畔誠司 穂積憲一 飯島和彦 岸本祐二
変更申請、委員会等の所内手続事務	山崎寛仁 中村 一 斉藤究

1.3 化学安全管理体制

1.3.1 化学安全関係責任者等

環境安全管理室長	文珠四郎秀昭
環境安全管理室員	平 雅文
環境安全管理室員	古宮 綾
環境安全管理室員	佐藤 充
J-PARC 安全ディビジョン副ディビジョン長	別所光太郎
化学薬品等取扱責任者	平 雅文
危険物屋内貯蔵所保安監督者	古宮 綾
除害施設等管理責任者	文珠四郎秀昭
PCB 特別管理産業廃棄物管理責任者	文珠四郎秀昭
超伝導空洞電解研磨設備管理責任者	沢辺元明

1.3.2 化学安全業務分担

化学安全管理業務（総括）	文珠四郎秀昭
水質検査	佐藤 充
化学薬品管理	平 雅文 佐藤 充
依頼分析	平 雅文 文珠四郎秀昭 古宮 綾 佐藤 充
実験廃液処理	平 雅文
RI 排水処理	古宮 綾
作業環境管理	古宮 綾
環境管理	平 雅文
広報	古宮 綾 佐藤 充
加速器超伝導空洞電解研磨設備運転管理	沢辺元明

2. 放射線安全管理関係

2.1 つくばキャンパス

2.1.1 概要

今年度、放射線発生装置や放射性同位元素の取扱いや被ばく線量等に関して、放射線安全のための法及び機構の諸基準を逸脱するような事例は無かった。

陽子加速器施設では、デジタル加速器での加速粒子を変更し、出力を下げる変更申請を行い、承認され、施設検査合格後運転が再開するとともに、さらに年度末には出力増強の変更申請を行った。ERL 開発棟では昨年度に引き続き cERL のフォトン実験室を利用した実験が継続して行われている。EP-1 下流部は、電磁石の準備などの場として利用された。遮蔽体、電磁石等の放射化物の J-PARC への譲渡が再開された。

電子加速器では、Super-KEKB が年度当初に施設検査に合格し、第一段階の運転を行い無事終了した。終了後 HER 及び LER の使用休止の変更申請を行い、第二段階に向けての改造作業等を行った後、年度末に陽電子ダンピングリングの新設や HER 及び LER の使用再開等第二段階の運転に向けた変更申請を行った。PF-AR では、リング入射路の移設、入射エネルギーの増強、管理区域の新設及び拡張等の変更申請を行い承認され、施設検査合格後新たなシステムでの運転を開始した。電子陽電子入射器では、陽電子ダンピングリングとのビーム授受を行うためのインターロックシステムの変更等の申請を行った。ATF ではユーザー運転が継続された。超伝導リニアック試験施設では STF 加速器建設のための準備が行われ、運転はなかった。

放射性同位元素の使用に関しては、昨年度に引き続き密封線源、非密封線源とも使用核種、使用場所及び貯蔵施設の整理を行い、必要な変更申請を行い、承認された。また放射化物に関しては放射化物保管場所である旧主リングを中心に引き続き整理、登録作業を継続している。

機構所属の放射線業務従事者数は 797 名（女性は 86 名）であった。管理区域内作業にかかわる被ばくがあったものは 8 名（0.1 mSv が 6 名、0.2 mSv が 2 名）であった。職員の被曝のほとんどが他機関の利用によるものである。

今年度登録された本機構所属以外の放射線業務従事者数は 4,767 名で、内訳は 業者：1,465 名（新規 338 名、更新 1,127 名）、共同利用者：3,302 名（新規 1,786 名、更新 1,516 名）であった。共同利用者での被曝状況は、0.2mSv が 1 名、0.5mSv が 1 名でありいずれも低速陽電子の利用によるものであった。外来業者では、0.1 mSv が 1 名であり、KEKB での作業によるものである。

今年度女性の放射線業務従事者の被ばくはなかった。

2.1.2 変更申請

第 19 回放射線安全審議委員会で審議された以下の内容で、平成 29 年 3 月 24 日付で変更承認申請を行った。

- 1) 電子陽電子入射器の使用方法の変更に係る放射線安全対策
 - ・電子入射器と電子陽電子加速器をまとめ、電子陽電子入射器とする。
 - ・入射器棟トンネル室上流部と下流部の間の区画を撤去する。
 - ・陽電子ダンピングリングとのビーム授受を開始する。
 - ・陽電子ダンピングリングとの間にビームダクトを設置する。
 - ・インターロックシステムを変更する。
- 2) 陽電子ダンピングリングの新設に係る放射線安全対策
 - ・使用を開始する。
- 3) 直線加速装置入射路の変更に係る放射線安全対策
 - ・HER 入射路, LER 入射路の使用を再開する。
 - ・インターロックシステムを変更する。
- 4) SuperKEKB フェーズ 2 に係る放射線安全対策
 - ・HER と LER の使用を再開する。
 - ・筑波実験棟 B1 回廊部分と電源棟 D2 に管理区域を設定する。
 - ・富士実験棟 B4 の管理区域の一部を解除する。
- 5) 陽子加速器施設の使用変更に係る放射線安全対策（デジタル加速器における出力の変更）
 - ・デジタル加速器の最大エネルギーを 100keV/核子から 2.0MeV/核子に、最大出力を $0.0002\text{MeV} \cdot \text{p}\mu\text{A}$ から $0.004\text{MeV} \cdot \text{p}\mu\text{A}$ に変更する。
 - ・NML ビームライン室の放射化物保管設備について、トンネル迷路入口部分を含むよう拡張する。
- 6) 放射性試料測定棟における密封された放射性同位元素の使用の変更に係る放射線安全対策
 - ・密封された放射性同位元素の使用時の遮蔽方法を変更する。
 - ・密封された放射性同位元素の使用室としてモニター照射試験室を追加する。

2.1.3 検査関係

ア) 防止法関係

- 1) 平成 28 年 4 月 14 日付で、使用施設等（SuperKEKB, BT, 入射器）について施設検査の申請を行い、同年 4 月 26 日に検査を受け、5 月 10 日付で合格した。
- 2) 平成 29 年 2 月 9 日付で、使用施設等（直線加速装置入射路, PF-AR, 入射器, 陽子加速器施設）について施設検査の申請を行い、同年 3 月 1 日に検査を受け、3 月 6 日付で合格した。

イ) 規制法関係

茨城県原子力安全対策課による核燃料物資使用許可事業所に関わる現地調査が 11 月 17

日に実施された。指摘事項はなかった。

2.1.4 放射線安全審議委員会

ア) 第 18 回放射線安全審議委員会

平成 28 年 7 月 15 日に開催され、主な議題は以下の通りであった。

- 1) 直線加速装置入射路の使用方法の変更に係る放射線安全対策
- 2) 大強度放射光 (PF-AR) リングの使用方法の変更に係る放射線安全対策
- 3) 電子入射器・電子陽電子加速器の使用方法の変更に係る放射線安全対策
- 4) SuperKEKB の使用方法の変更に係る放射線安全対策
- 5) 陽子加速器施設の使用方法の変更に係る放射線安全対策
- 6) 発生装置に係る全施設の放射化物保管設備の変更に係る放射線安全対策

イ) 第 19 回放射線安全審議委員会

平成 29 年 1 月 31 日に開催され、主な議題は以下の通りであった。

- 1) 電子陽電子入射器の使用方法の変更に係わる放射線安全対策
- 2) ダンピングリングの新設に係る放射線安全対策
- 3) 直線加速装置入射路の使用方法の変更に係わる放射線安全対策
- 4) Super KEKB Phase 2 に係る放射線安全対策
- 5) 陽子加速器施設の使用方法の変更に係る放射線安全対策 (デジタル加速器における出力の変更)
- 6) 放射性試料測定棟における密封された放射性同位元素の使用の変更に係わる放射線安全対策

2.1.5 機構内検査等

- ・「機構長の指定する発生装置」として申請のあった下記装置について放射線取扱主任者による機構内検査を実施し、安全を確認し使用開始を許可した。検査日を[]内に記す。
- ・電子入射器・電子陽電子加速器の使用方法の変更 (管理区域の拡張) が承認されたのに伴い、平成 29 年 1 月 4 日に放射線取扱主任者による機構内検査を行い、同日付で使用を許可した。
- ・陽子加速器施設の使用方法の変更の承認に伴い、平成 29 年 1 月 25 日、2 月 16 日に主任者による機構内検査を行い、同日付で使用を許可した。
- ・PF-AR と直線加速装置入射路の使用方法の変更に伴い、平成 29 年 1 月 26 日、2 月 6 日、2 月 10 日に PF-AR、1 月 26 日に直線加速装置入射路の主任者による機構内検査を行い、2 月 10 日付で使用を許可した。

2.1.6 教育訓練等

- ・つくばキャンパスにおける平成 28 年度放射線安全教育訓練第 1 回を平成 28 年 11 月 10

日に、第2回目を平成29年2月14日に行った。本教育訓練は既認定者の再教育および新規認定者の追加教育を目的としている。第1回と第2回の受講者数はそれぞれ、509名と131名であった。

- ・つくばキャンパス安全業務連絡会を、平成29年2月3日に行い、つくばキャンパスに於ける放射線安全の状況について説明を行った。

2.1.7 その他

- ・使用施設側の放射線担当者による担当者会議を平成28年7月19日に開催した。主任者並びに管理室長の報告があり、続いて各区域担当者からの現況報告があった。

2.2 東海キャンパス (J-PARC)

2.2.1 J-PARC の進行状況と当放射線科学センターの役割

J-PARC は、日本原子力研究開発機構と高エネルギー加速器研究機構との共同プロジェクトであり、主としてJ-PARC センターが運営を担っている。当放射線科学センターからはJ-PARCセンターの安全ディビジョン・放射線安全セクションに別所、沼尻、山崎、齋藤、萩原、中村、高橋、長畔の8名が専任として所属し、岸本、穂積、飯島が兼任として所属している。

2.2.2 放射線安全セクションの関連業務

関連業務としては、放射線障害防止法に関わる申請、届出、施設検査対応、規程等の改訂、放射線安全に関する委員会活動、放射線安全教育がある。2016年度も施設検査、点検、訓練、講習会、規程改訂等の対応が行われた。

2.2.3 放射線申請関係

2016年度は、2回の変更申請が行われた。1回目は、原子力規制委員会に8月5日付で申請し、9月27日付で許可を得た。主な変更内容は、物質生命科学実験施設 (MLF) のミュオン実験装置設置準備のための遮蔽体変更、ハドロン実験施設のビームライン設置準備のための遮蔽体変更等であった。2回目は、12月14日付で申請し、2017年2月2日に許可を得た。変更内容はMLF気体廃棄物処理設備のガスホルダー増設であった。

J-PARCの各施設は、原科研敷地内に建設したため、茨城県との原子力安全協定により放射線施設の建設前及び規制庁への申請前に新增設等計画書を、建設後に工事完了報告書を県に提出し了解を得る必要がある。2016年には、物質生命科学実験施設ミュオン実験装置設置の準備とハドロン実験施設のビームライン設置準備のための遮蔽体変更について7月に新增設等計画書を提出した。

4月18日に許可を得たりニアック施設初段加速器試験装置の放射線発生装置室の出入口の変更、物質・生命科学実験施設中性子実験装置BL23の新設に対する施設検査を6月21

日受検し、6月27日付けで合格となった。9月27日に許可を得たミュオン実験装置設置準備のための遮蔽体変更に対する施設検査を11月4日に受検し、11月7日付で合格した。

2.2.4 内部規程の改訂、委員会活動

放射線安全に関する内部規程の見直しを行い、予防規程細則、エックス線装置保安規則の改訂を各1回行った。MLF運転手引きを改定し、MLF実験ホールの第1種化（表面汚染低減区域）の記載を行った。また、諸手続等をまとめた「放射線安全ガイドブック」、放射線管理実務をまとめた「放射線管理要領」の改訂を行った。

JAEA、KEKの2者で申請を行うため、両機関で一元的に検討するための諮問会議として放射線安全委員会が設置されており、3回開催した。また、J-PARCセンター内で放射線安全に関する事項を検討する放射線安全評価委員会が設置されており、4回開催された。放射線安全評価委員会には特定の技術的項目を審議するための作業部会が設けられている。作業部会である運転手引専門部会を2回、High-p/COMET 特別部会を1回、使用済中性子標的容器の運搬容器に関する特別部会を3回開催した。

2.2.5 放射線安全教育

2016年度の入域前教育訓練は、職員93名（CROSS所属の6名を含む）、外来業者1,573名、ユーザー1,124名が受講した。職員等の再教育訓練は2016年度に2回実施し、年度内に対象者全員の616名が受講した。

3. 化学安全・環境関係

3.1 依頼分析

環境安全管理室では、機構職員、共同利用者から種々の化学分析の依頼、相談などを受け付けており、本年度は 25 件の分析依頼を受け付けた。試料の量が極端に少ない物が多く、ほとんどの分析で卓上顕微鏡及び電子顕微鏡を使用した。この他に X 線回折装置、FT-IR 分光装置、ラマン分光装置などを主に使用した。元素の微量分析手法としては、老朽化によりフレームレス原子吸光分析装置が不調となったため、新たに分析装置を導入して使用した。個々の分析内容、結果については部内レポート CHEM-A にまとめてある。

3.2 環境管理

環境安全管理室員の他、環境・地球温暖化・省エネ対策連絡会を中心として、「環境報告 2016」を作成し、機構 HP 上に公開した。さらに印刷した冊子体を関係機関に送付するとともに、機構内の関係部署に配布した。

3.3 実験廃液処理

所内各所の化学実験室等から排出される洗浄廃水は、実験廃液処理施設において凝集沈殿及び各種樹脂塔への通水により全量进行处理している。処理水は汚水排除基準（排水基準）を満たしていることを確認し、放流を行っている。本年度は、機構内の洗浄廃液貯留槽の改修工事を行ったため、各貯留槽の洗浄作業などにより発生した多量の洗浄廃水を受け入れた。また、KEKB 地区大穂、日光、富士、筑波の各機械室の冷却システムのメンテナンス及び試運転に伴う廃水も実験廃液処理施設へ移送し、処理を行った。関連した廃水も含め、計 249.8 m³を受け入れ、処理を行った。

また、超伝導空洞電解研磨設備より排出されるフッ素系洗浄廃水についても実験廃液処理施設で無害化処理を行った。受け入れたフッ素系洗浄廃水は、計 47.7 m³であった。

廃液処理装置の保守としては、反応塔ブロワーの V ベルト、溶解槽移送ポンプのメカニカルシール、フッ素反応槽移送ポンプのダイヤフラムなどの交換作業をはじめとして様々なメンテナンスを行った。装置や配管、架台等老朽化している箇所が多く、今後、設備の更新を検討していく必要がある。

Chapter 3 資料

ここでは、2016年度における放射線科学センターにおける外部資金獲得状況、共同研究の展開、大学院生等の人材育成、センター開催の研究会及びシンポジウム、教育活動、機構外委員会等活動、社会貢献活動等の現状を具体的な資料として年度毎に示す。また、2016年度の放射線科学センター名簿を示した。

1. 外部資金導入状況

1.1 科学研究費補助金

(1) 基盤研究(A)

研究テーマ名：多種の長寿命放射性核種を超高感度で検出可能な加速器質量分析法の開発

研究代表者：笹公一

研究分担者：松村宏

(2) 基盤研究(B)

研究テーマ名：新しい地形変化年代測定法の開発研究

研究代表者：松村宏

(3) 若手研究(B)

研究テーマ名：フラグメント生成を考慮した多粒子相関シミュレーションとその応用

研究代表者 萩原雅之

1.2 受託研究等

なし

1.3 共同開発研究

- (1) 研究テーマ名：LET 測定に基づく新型宇宙線量計開発とそれをを用いた線量測定システムの確立、並びに加速器混合放射線場測定への適用

研究代表者：佐々木慎一

研究分担者：岸本 祐二、齋藤 究、高橋 一智

1.4 その他

- (1) 日米科学技術協力事業（高エネルギー物理学）

研究テーマ名：大強度陽子ビーム生成標的・窓材料に関する先端的研究

研究代表者：石田卓

研究分担者：萩原雅之

2. 共同研究等

2.1 大学等との共同研究

2.1.1 共同研究（覚え書き等によるもの）

- (1) 研究テーマ名：核反応により生成する微量放射性核種の放射能分析法に関する研究

共同研究先：筑波大学

研究代表者：松村宏

- (2) 研究テーマ名：簡易な放射性ストロンチウム放射能測定装置の校正と不確かさに関する研究

共同研究先：産業技術総合研究所

研究代表者：佐々木慎一

研究分担者：松村宏，岩瀬広，近藤健次郎，平山英夫

- (3) 研究テーマ：加速器及び原子力施設における放射線業務従事者の眼の水晶体等末端部被ばく線量評価とその低減に関する研究

共同研究先：日本原子力研究開発機構

研究代表者：萩原雅之

研究分担者：佐波俊哉

- (4) 研究テーマ：炭化ケイ素半導体を用いた高効率放射線検出器の開発に関する研究

共同研究先：日本原子力研究開発機構

研究代表者：田中真伸、大島武

研究分担者：萩原雅之

- (5) 研究テーマ：位置有感生体等価比例係数箱（PS-TEPC）による宇宙ステーション内での線量等量計測技術の確立

共同研究先：JAXA

研究代表者：佐々木慎一、坂下哲也

研究分担者：岸本祐二、齋藤究、高橋一智

- (6) 研究テーマ：希ガスシンチレータの研究

共同研究先：横浜国大

研究代表者：中村正吾、佐々木慎一

メンバー：齋藤究、三原智（素核研）

2.1.2 大学、研究所等との共同研究（2.1.1によらないもの）

- (1) 研究テーマ名：レーザー逆コンプトン散乱からの単色光子線を用いた (γ, n) 断面積測定

共同研究先：理研播磨、兵庫県立大学

研究代表者：浅野芳裕

研究分担者：波戸芳仁、佐波俊哉、桐原陽一

- (2) 研究テーマ名：重粒子線治療に用いる炭素イオンビーム入射における水ファントム周囲の中性子収量および線量分布に関する研究

共同研究先：九州大学、原子力研究開発機構、放射線医学総合研究所、清水建設

研究代表者：魚住裕介

研究分担者：佐波俊哉

(3) 研究テーマ名：CERN/CHARM施設での24GeV陽子からの二次中性子の遮蔽透過実験

共同研究先：CERN

研究代表者：Robert Froeschl(CERN)、佐波俊哉(KEK)

研究分担者：萩原雅之、山崎寛仁

(4) 研究テーマ名：ILC用ニオブ加速空洞の電解研磨に関する基礎的研究

共同研究先：国立大学法人岩手大学

研究代表者：文珠四郎秀昭

2.2 民間との共同研究

(1) 研究テーマ名：研究用加速器の放射化量の測定及び評価手法の開発

共同研究先：(株)日本環境調査研究所

研究代表者：松村宏

研究分担者：豊田晃弘、榎本和義

(2) 研究テーマ名：放射線発生装置使用施設に係る放射化機構の研究及びクリアランス等の検認技術の開発

共同研究先：東京ニュークリア・サービス株式会社

研究代表者：波戸芳仁

研究分担者：三浦太一、松村 宏

(3) 研究テーマ：遮蔽ベスト着用時の線量評価に関する研究

共同研究先：ATOX

共同研究者：波戸芳仁、平山英夫

(4) 研究テーマ名、高エネルギー加速器を用いた生成粒子と遮蔽透過の測定

共同研究先：清水建設株式会社

研究代表者：佐波俊哉

研究分担者：山崎寛仁、萩原雅之

(5) 研究テーマ：船内実験室第2期利用テーマ「位置有感生体等価比例係数箱 (PS-TEPC) による宇宙ステーション内での線量等量計測技術の確立」

共同研究先：日本宇宙フォーラム

研究代表者：佐々木慎一

研究分担者：岸本祐二、齋藤究、高橋一智

(6) 超伝導加速空洞表面処理技術の開発

共同研究先：マルイ鍍金工業 千葉・柏工場、姫路工場、開発研究施設

研究代表者：早野仁

研究分担者：文珠四郎秀昭、沢辺元明

2.3 共同利用研究（施設利用）

(1) 研究テーマ：軽核破砕片生成二重微分断面積の測定

共同研究先：放射線医学総合研究所、九州大学

研究代表者：佐波俊哉

(2) 研究テーマ：重粒子によるしきいエネルギー付近の核反応に関する研究

共同研究先：放射線医学総合研究所

研究代表者：萩原雅之

研究分担者：佐波俊哉

(3) 研究テーマ：粒子・重イオン輸送計算コードPHITSの高度化に関する研究(III)

共同研究先：(独)日本原子力研究開発機構、(財)高度情報科学技術研究機構

研究代表者：佐藤達彦

研究分担者：佐藤達彦、高橋史明、岩元洋介、橋本慎太郎、野田秀作、小川達彦、松田

規宏、佐々木慎一、波戸芳仁、岩瀬広、萩原雅之、二宮博正、仁井田浩二、武田和雄

(4) 研究テーマ：E474 Systematic study of neutron production in deuteron-induced reactions

共同研究先：大阪大学核物理研究センター

研究代表者：渡辺幸信

研究分担者：萩原雅之

3. 大学院生等の人材育成

3.1 学位論文の指導（総合研究大学院大学）

(1) 総研大博士後期課程

博士：Ngan.Tran

指導教員：佐々木慎一、佐波俊哉、岸本祐二

(2) 総研大博士後期課程

博士：橋詰拓也

指導教員：佐波俊哉、萩原雅之、文珠四郎秀昭

3.2 学位論文等の指導（他大学）

(1) 九州大学

研究課題：陽子入射による二次荷電粒子生成二重微分断面積の測定

修士：山口雄二

指導教員：佐波俊哉

(2) 九州大学

研究課題：高エネルギー二次粒子の遮蔽透過実験

修士：李恩智

指導教員：佐波俊哉

(3) 九州大学

研究課題：重陽子入射による二次中性子生成二重微分断面積の測定

博士：荒木祥平

指導教員：萩原雅之

(4) Sultan Moulay Slimane University, Morocco

研究課題：Co-60高線量ブラキセラピー線源のモデル化およびシミュレーション

大学院生：Badry Hamza

4. センター開催の研究会及びシンポジウム

4.1 第23回 EGS4 研究会

主催：高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター

開催場所：高エネルギー加速器研究機構（茨城県つくば市）

開催期間：2016年8月7日～8月9日

出版物：KEK Proceedings in press.

参加者数：44名

4.2 第18回「環境放射能」研究会

主催：高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター、日本放射化学会 α 放射体・環境放射能分科会

共催：日本原子力学会保健物理・環境科学部会、日本放射線影響学会、日本放射線安全管理学会

開催場所：高エネルギー加速器研究機構

開催期間：2017年3月14日（火）～ 3月16日（木）

参加者：210名

プロシーディング編集：(Edited) K. Bessho, K. Tagami, K. Takamiya, T. Miura : “Proceedings of the 18th Workshop on Environmental Radioactivity”, KEK Proceedings in press.

4.3 第31回研究会「放射線検出器とその応用」

主催：高エネルギー加速器研究機構

開催場所：高エネルギー加速器研究機構（KEK） 研究本館 小林ホール

開催期間：2017年1月23日（月）～ 25日（水）

参加者：80名

4.4 「核データ研究会」

主催：高エネルギー加速器研究機構及び日本原子力学会核データ部会

開催場所：高エネルギー加速器研究機構（KEK） 研究本館 小林ホール

開催期間：2016年11月17日（木）～ 18日（金）

参加者：65名

5. 教育活動

5.1 総合研究大学院大学

(1) 総研大講義

放射線防護特論

加速器概論Ⅰ（放射線相互作用と検出）

加速器概論Ⅱ／同演習Ⅱ（"Radiation Interaction and Detection"）

「加速器工学特別演習」（学位論文指導）

(2) 高エネルギー加速器科学セミナー「Radiation Measurement and Data for Shielding Design of Accelerator facilities」

(3) 高エネルギー加速器セミナーOHO16 「放射線の相互作用と測定」

5.2 非常勤講師等

(1) 首都大学東京・大学院人間健康科学研究科非常勤講師

(2) 首都大学東京健康福祉学部非常勤講師

(3) 成蹊大学大学理工学研究科非常勤講師

6. 機構外活動・社会貢献活動等

6.1 外部委員会等委員

(1) J-PARC High-p/COMET 特別部会委員

(2) 次期 JENDL 委員会核データ測定戦略検討WG 委員

(3) 大阪大学核物理研究センター(RCNP) B-PAC 委員

(4) 放射線医学総合研究所共用施設運営委員

(5) 放射線医学総合研究所共用施設運営委員会部会委員

(6) つくば市環境都市推進委員会委員

(7) J-PARC 放射線安全評価委員会委員

- (8) 東京大学大学院工学系研究科原子力専攻原子力機構施設利用共同研究委員会委員
- (9) つくば市放射線懇話会委員
- (10) J-PARC 放射線安全委員会委員
- (11) 科学技術学術審議会専門委員（研究計画・評価分科会 研究施設廃棄物作業部会）
- (12) 科学技術・学術審議会技術士分科会専門委員
- (13) 岐阜県土岐市 核融合科学研究所安全監視委員会委員

6.2 学会等委員

- (1) 日本分光学会 代議員
- (2) 大学等環境安全協議会 監事
- (3) 「環境放射能」研究会 代表世話人
- (4) 理化学研究所客員研究員
- (5) 核データ研究会実行委員会委員長
- (6) 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016) Technical Program Committee Co-chair
- (7) 日本原子力研究開発機構博士研究員研究業績評価委員
- (8) 日本原子力学会放射線工学部会委員
- (9) 応用物理学会放射線分科会幹事会幹事
- (10) 国際会議「放射線検出器とその応用」(ISR2016) 組織委員会委員長、プログラム委員会委員、現地委員会委員長
- (11) 日本保健物理学会 放射線防護標準化委員会委員
- (12) 日本放射線安全管理学会 法令検討委員会委員
- (13) 日本アイソトープ協会 平成28年度放射線対策委託費（品質保証制度の導入に向けた規制制度のあり方に関する調査）事業 運営委員会委員
- (14) 日本放射線安全管理学会顧問
- (15) 第22期日本学術会議 総合工学委員会 事故対応分科会 福島原発事故による環境汚染調査検討小委員会委員
- (16) 放射線安全フォーラム理事
- (17) 2017年放射化学学会年会・第61回放射化学討論会実行委員
- (18) 日本アイソトープ協会放射線取扱部会法令検討委員会委員長
- (19) 日本アイソトープ協会放射線取扱部会本部運営委員
- (20) 日本放射線安全管理学会「放射線施設の確認手順と放射能測定マニュアル」改訂専門委員会委員長
- (21) 原子力規制委員会技術参与
- (22) 日本原子力学会 放射線工学部会・部会長, 代議員

6.3 講習会等

- (1) 除染情報プラザ登録専門家派遣
- (2) マレーシア原子力研究所 KEK 総研大原子力機構共催 PHITS 講習会

6.4 社会貢献等

- (1) 福島県の農林水産業の復興に向けた以下の機関に対する測定支援
福島県農業総合センター、福島県内水面水産試験場、福島県林業研究センター

7. 受賞記録

学会：日本放射線安全管理学会第15会学術大会（2016.11.30～12.2）

賞区分：優秀プレゼンテーション賞

演題：タングステンターゲットへの3.3 GeV電子入射によって生成されるAr-41の実験的評価

メンバー：大山 隆弘、岩瀬 宏、豊田 晃弘、佐波 俊哉

8. 放射線科学センター名簿

波戸 芳仁*	岸本 祐二	榎本 和義
三浦 太一	穂積 憲一	伴 秀一
文珠四郎 秀昭	平 雅文	近藤 健次郎 ^(c)
佐波 俊哉	中村 一 ^(#)	平山 英夫 ^(e)
松村 宏	高原 伸一	桐原 陽一
沼尻 正晴 ^(#)	飯島 和彦	沢辺 元明 ^(a)
別所 光太郎 ^(#)	高橋 一智 ^(#)	藤原 一哉 ^(#)
山崎 寛仁 ^(#)	豊田 晃弘	佐藤 充 ^(b)
齋藤 究 ^(#)	古宮 綾	豊島 規子
岩瀬 宏	大山 隆弘	道川 太一 ^(f)
萩原 雅之 ^(#)	長畔 誠司 ^(#)	橋詰 拓弥 ^(d)
		Tran Ngan ^(d)

(*) 放射線科学センター長

(#) J-PARC センター所属

(a) 特別技術専門職

(b) 研究支援員

(c) ダイヤモンドフェロー

(d) 総合研究大学院大学

(e) 研究員

(e) 協力研究員

Chapter 4 Publication List

1. Papers (2016.1.1 ~ 2016.12.31)

- (1) D. Satoh, T. Kajimoto, N. Shigyo, Y. Itashiki, Y. Imabayashi, Y. Koba, N. Matsufuji, T. Sanami, N. Nakao, Y. Uozumi, “Distributions of neutron yields and doses around a water phantom bombarded with 290-MeV/nucleon and 430-MeV/nucleon carbon ions”, Nucl. Instrum. Meth., **B 387** (2016)10-19.
- (2) M. Nandy, P K Sarkar, T Sanami, M Takada, T Shibata, “Neutron emission and dose distribution from natural carbon irradiated with a 12 MeV amu⁻¹ ¹²C⁵⁺ ion beam”, J. Radiol. Prot., **36** (2016)456-473.
- (3) Y. Unno, T. Sanami, S. Sasaki, M. Hagiwara, A. Yunoki, “Simulation technique for extrapolation curves in 4πβ-γ coincidence counting method using EGS5 code”, Appl. Radiat. Isotopes, **109** (2016)363-368.
- (4) K.Terasawa, T.Fuse, M.Katsuta, Y.Kishimoto, H.Kitamura, T.Komiyama, H.Kubo, H.Matsumoto, K.Miuchi, A.Nagamatsu, K.Saito, S.Sasaki, K.Takahashi, T.Tanimori H.Tawara, “Development of Position Sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber (PS-TEPC) for Space Dosimetry on board the International Space Station”, Space Util. Res. **30** (2016) 1-3.
- (5) M. Hagiwara, Y. Iwamoto, H. Iwase, H. Yashima, D. Satoh, T. Matsumoto, A. Masuda, Y. Nakane, A. Tamii, T. Shima, K. Hatanaka, T. Nakamura, “Characterization of Hundreds of MeV ⁷Li(p,n) Quasi-Monoenergetic Neutron Source at RCNP Using a Proton Recoil Telescope and TOF Technique”, JPS Conf. Proc. **11**, 050004 (2016)
- (6) T. Ishikawa, H. Fujimura, H. Hamano, R. Hashimoto, Y. Honda, T. Ishida, S. Kaida, H. Kanda, S. Kido, Y. Matsumura, M. Miyabe, K. Mizutani, I. Nagasawa, A. Nakamura, K. Nanbu, K. Nawa, S. Ogushi, Y. Shibasaki, H. Shimizu, H. Sugai, K. Suzuki, K. Takahashi, S. Takahashi, Y. Taniguchi, A.O. Tokiyasu, Y. Tsuchikawa, H. Yamazaki, “A fast profile monitor with scintillating fiber hodoscopes for high-intensity photon beams”, Nucl. Instrum. Meth. **A811** (2016) 124–132.
- (7) T. Ishikawa, H. Fujimura, H. Fukasawa, R. Hashimoto, T. Ishida, S. Kaida, J. Kasagi, A. Kawano, S. Kuwasaki, K. Maeda, F. Miyahara, K. Mochizuki, T. Nakabayashi, A. Nakamura,

- K. Niwa, S. Ogushi, Y. Okada, K. Okamura, Y. Onodera, Y. Saito, Y. Sakamoto, M. Sato, H. Shimizu, H. Sugai, K. Suzuki, S. Takahashi, Y. Tsuchikawa, H. Yamazaki, H. Yonemura, “The FOREST detector for meson photoproduction experiments at ELPH”, Nucl. Instrum. Meth. **A832** (2016) 108–143.
- (8) T. Ishikawa, H. Fujimura, D.N. Grigoriev, R. Hashimoto, S. Kaida, R. Kitazawa, G.N. Kuznetsov, A. Nakamura, H. Shimizu, K. Suzuki, S. Takahashi, Y. Tsuchikawa, Ya.V. Vasiliev, H. Yamazaki, “Testing a prototype BGO calorimeter with 100-800 MeV positron beams”, Nucl. Instrum. Meth. **A837** (2016) 109–122.
- (9) B. Beckford, P. Bydžovský, A. Chiba, D. Doi, T. Fujii, Y. Fujii, K. Futatsukawa, T. Gogami, O. Hashimoto, Y. C. Han, K. Hirose, R. Honda, K. Hosomi, T. Ishikawa, H. Kanda, M. Kaneta, Y. Kaneko, S. Kato, D. Kawama, C. Kimura, S. Kiyokawa, T. Koike, K. Maeda, K. Makabe, M. Matsubara, K. Miwa, S. Nagao, S. N. Nakamura, A. Okuyama, K. Shirotori, K. Sugihara, K. Suzuki, T. Tamae, H. Tamura, K. Tsukada, F. Yamamoto, T. O.Yamamoto, F. Yonemoto, H. Yamazaki, “Near threshold angular distributions for the $2H(g,L)X$ reaction”, Prog. Theor. Exp. Phys. (2016) 063D01 (9 pages).
- (10) S. Tsuda, T. Sato, T. Ogawa, S. Sasaki, “Review of the Microdosimetric Studies for High-Energy Charged Particle Beams using a Tissue-Equivalent Proportional Counter”, JPS Conf. Proc. **11**, 060004 (2016).
- (11) E. Shibamura, S. Sasaki, N. N. T. Tran, “Systematic Study of Inorganic and Organic Scintillator Light Yields”, JPS Conf. Proc. **11**, 020004 (2016).
- (12) K. Masumoto, H. Matsumura, K. Kosako, K. Bessho, A. Toyoda, “Reevaluation of Photon Activation Yields of ^{11}C , ^{13}N , and ^{15}O for the Estimation of Activity in Gas and Water Induced by the Operation of Electron Accelerators for Medical Use,” J. Radiat. Prot. Res., **41**(2016)286-290.
- (13) G. Yoshida, K. Ninomiya, M. Inagaki, W. Higemoto, N. Kawamura, K. Shimomura, Y. Miyake, T. Miura, K. M. Kubo, A. Shinohara, “Chemical Environmental Effects on Muon Transfer Process in Low Pressure Mixture Gases; $H_2 + CO$ and $H_2 + CO_2$ ”, Radioisotopes **65** 113-118 (2016) . DOI: 10.3769/radioisotopes.65.113

2. Publication in Japanese (2016.1.1 ~ 2016.12.31)

- (1) 平山 英夫, 松村 宏, 波戸 芳仁, 佐波 俊哉, “福島県モニタリングポストの NaI(Tl) 検出器波高分布データを用いたプルーム中 Xe-135, I-131, I-132, I-133 及び Te-132 放射能濃度の推定”, 日本原子力学会和文論文誌, **16** (2016) 1-14, doi:10.3327/taesj.J16.014.
- (3) 寺沢和洋, 道家忠義, 佐々木慎一, 谷森達, 松本晴久, 俵裕子, 窪秀利, 込山立人, 北村尚, 身内賢太郎, 中村裕広, 永松愛子, 伊藤裕一, 布施哲人, 岸本祐二, 齋藤究, 高橋一智, 寺門康男, 中澤道夫, 江口信次郎, 鈴木朋憲, 佐藤祐貴, 桑田金佳, 河本泰成, 位置有感比例計数管の重イオンに対する応答 (H27), 平成 27 年度放射線医学総合研究所・重粒子線がん治療装置等共同利用研究報告書, (2016).
- (4) 八島浩, 萩原雅之, 佐波俊哉, 米内俊祐, “重粒子によるしきいエネルギー付近の核反応に関する研究”, 平成 27 年度放射線医学総合研究所・サイクロトロン利用報告書, NIRS-M-290.
- (5) 松村 宏, “放射性核種の生成と放射線防護”, 高エネルギー加速器セミナー OHO'16 テキスト, 高エネルギー加速器研究機構 (2016).
- (6) 松村 宏, “高エネルギー陽子加速器の冷却水中の放射性核種の挙動”, Isotope News 2016 年 10 月号 No.747 「展望」欄 (2016).
- (7) 別所光太郎, 松村宏, 三浦太一編集, 「“東京電力福島第一原子力発電所事故以降の 5 年間における環境放射能研究のとりまとめ - 「環境放射能」研究会における発表を中心に -”, KEK Report 2016-3 (2016).

3. Proceedings (2016.1.1 ~ 2016.12.31)

- (1) Q. He, H. Fujimura, H. Fukasawa, R. Hashimoto, Y. Honda, T. Ishikawa, T. Iwata, S. Kaida, J. Kasagi, A. Kawano, S. Kuwasaki, K. Maeda, S. Masumoto, M. Miyabe, F. Miyahara, K. Mochizuki, N. Muramatsu, A. Nakamura, K. Nawa, S. Ogushi, Y. Okada, Y. Onodera, K. Ozawa, Y. Sakamoto, M. Sato, H. Shimizu, H. Sugai, K. Suzuki, Y. Tajima, S. Takahashi, Y. Taniguchi, Y. Tsuchikawa, H. Yamazaki, R. Yamazaki, H.Y. Yoshida, Double neutral pion photoproduction off the proton with FOREST at ELPH, EPJ Web of Conf. 109 (2016) 04004 (6page).

- (2) H. Matsumura, A. Toyoda, S. Sakanaka, K. Haga, T. Obina, T. Miura, K. Hozumi, S. Nagaguro, T. Oyama, N. Yoshihara, “Beam Loss Estimation by Measurement of Secondarily Produced Photons under High Average-Current Operations of Compact ERL in KEK,” Proceedings of IPAC2016, Busan, Korea, May 8-13, 2016.
- (3) S. Sakanaka, K. Haga, Y. Honda, H. Matsumura, T. Miyajima, T. Nogami, T. Obina, H. Sagehashi, M. Shimada, M. Yamamoto, “Measurement and control of beam losses under high average-current operation of the compact ERL at KEK,” Proceedings of IPAC2016, Busan, Korea, May 8-13, 2016.
- (4) T. Obina, M. Adachi, S. Adachi, T. Akagi, M. Akemoto, D. Arakawa, S. Araki, S. Asaoka, M. Egi, K. Enami, K. Endo, S. Fukuda, T. Furuya, K. Haga, K. Hara, K. Harada, T. Honda, Y. Honda, H. Honma, T. Honma, K. Hosoyama, K. Hozumi, A. Ishii, X. Jin, E. Kako, Y. Kamiya, H. Katagiri, H. Kawata, Y. Kobayashi, Y. Kojima, Y. Kondou, T. Konomi, A. Kosuge, T. Kume, T. Matsumoto, H. Matsumura, H. Matsushita, S. Michizono, T. Miura, T. Miyajima, H. Miyauchi, S. Nagahashi, H. Nakai, H. Nakajima, N. Nakamura, K. Nakanishi, K. Nakao, K. Nigorikawa, T. Nogami, S. Noguchi, S. Nozawa, T. Ozaki, F. Qiu, H. Sagehashi, H. Sakai, S. Sakanaka, S. Sasaki, K. Satoh, Y. Seimiya, T. Shidara, M. Shimada, K. Shinoe, T. Shioya, T. Shishido, M. Tadano, T. Tahara, T. Takahashi, R. Takai, H. Takaki, T. Takenaka, O. Tanaka, Y. Tanimoto, N. Terunuma, M. Tobiyama, K. Tsuchiya, T. Uchiyama, A. Ueda, K. Umemori, J. Urakawa, K. Watanabe, M. Yamamoto, N. Yamamoto, Y. Yamamoto, Y. Yano, M. Yoshida, R. Hajima, M. Mori, R. Nagai, N. Nishimori, M. Sawamura, T. Shizuma, M. Kuriki, “Recent developments and operational status of the compact ERL at KEK” , Proceedings of IPAC2016, Busan, Korea, May 8-13, 2016.

4. Reports (2016.1.1 ~ 2016.12.31)

- (1) Y. Kiriwara, H. Hirayama, Y. Namito, “Beta-ray Spectrum Data for egs5 based on ICRU-56 and RADAR”, KEK Report 2016-2, (2016).

5. Presentation at Conferences (2016.4.1 ~ 2017.3.31)

5.1 International Conference

- (1) 18th International Conference on Solid State Dosimetry (SSD 18), Munich, Germany, 3-8, July 2016
 - i) T. Hashizume, T. Okazaki, H. Hayashi, I. Kobayashi, “Uncertainty evaluation of fluorescent nuclear track detectors (FNTDs) for neutron dose measurements”.

- (2) International Conference on Nuclear Data For Science and Technology (ND2016), Bruges, Belgium, 11-16, Sep. 2016
 - i) S. Araki, Y. Watanabe, M. Kitajima, H. Sadamatsu, K. Nakano, T. Kin, Y. Iwamoto, D. Satoh, M. Hagiwara, H. Yashima, T. Shima, “Neutron production in deuteron-induced reactions on Li, Be, and C at an incident energy of 100 MeV”.
 - ii) T. Sanami, Y. Yamaguchi, Y. Uozumi, M. Hagiwara, Y. Koba, “Double differential cross section for light mass fragment production on tens of MeV proton, deuteron, helium and carbon induced reactions”.
 - iii) M. Hagiwara, Y. Iwamoto, N. Matsuda, T. Sanami, N. Shigyo, T. Nishizawa, H. Nakashima, Y. Sakamoto, “Measurements of neutron and charged particle production cross sections on beryllium, carbon and iron bombarded with 13MeV/nucleon neon beam”.

- (3) 13th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13) & 19th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of the American Nuclear Society -2016 (RPSD-2016), Paris, France
 - i) Y.Kirihara, T.Itoga, T.Sanami, H. Nakashima, Y. Namito, S. Miyamoto, A. Takemoto, M. Yamaguchi, Y. Asano, “Measurement of neutron spectra for photonuclear reaction with linearly polarized photons”.
 - ii) T. Itoga, H. Nakashima, T. Sanami, Y. Namito, Y. Kirihara, S. Miyamoto, A. Takemoto, M. Yamaguchi, Y. Asano, “Measurement of neutron energy spectra for $E_\gamma=23.1$ and 26.6 MeV mono-energetic photon induced reaction on ^{nat}C using laser electron photon beam at NewSUBARU”.
 - iii) T. Matsumoto, A. Masuda, J. Nishiyama, H. Iwase, Y. Iwamoto, D. Satoh, M. Hagiwara, H. Yashima, T.Shima, “Shielding experiments of concrete and iron for the 244 MeV and 387 MeV quasi-mono energetic neutrons using a Bonner sphere spectrometer (at RCNP, Osaka Univ.)”.
 - iv) C. Theis, P.Carbonez, E. Feldbaumer, D. Forkel-Wirth, L. Jaegerhofer, M. Pangallo, D.

- Perrin, C. Urscheler, S. Roesler, H. Vincke, M. Widorski, Y. Iwamoto, M. Hagiwara, D. Satoh, H. Iwase, H. Yashima, T. Matsumoto, A. Masuda, J. Nishiyama, H. Harano, T. Itoga, T. Nakamura, T. Sato, Y. Nakane, H. Nakashima, Y. Sakamoto, S. Taniguchi, N. Nakao, A. Tamii, T. Shima, K. Hatanaka, “Characterization of the PTW 34031 ionization chamber (PMI) at RCNP with high energy neutrons ranging from 100 – 392 MeV”.
- v) Y. Iwamoto, T. Sato, D. Satoh, M. Hagiwara, H. Yashima, A. Masuda, T. Matsumoto, H. Iwase, T. Shima, T. Nakamura “Experimental analysis of neutron and background gamma-ray energy spectra of 80-400 MeV ${}^7\text{Li}(p,n)$ reactions under the quasi-monoenergetic neutron field at RCNP, Osaka University”.
- vi) V. Mares, S. Trinkl, Y. Iwamoto, A. Masuda, T. Matsumoto, M. Hagiwara, D. Satoh, H. Yashima, T. Shima, T. Nakamura, “Neutron spectrometry and dosimetry in 100 and 300 MeV quasi-monoenergetic neutron field at RCNP, Osaka University, Japan”.
- vii) M. Hagiwara, H. Iwase, Y. Iwamoto, D. Satoh, T. Matsumoto, A. Masuda, H. Yashima, Y. Nakane, H. Nakashima, Y. Sakamoto, T. Shima, A. Tamii, K. Hatanaka, T. Nakamura, “Shielding experiments of concrete and iron for the 244 MeV and 387 MeV quasi-monoenergetic neutrons using an organic scintillator (at RCNP, Osaka Univ.)”.
- viii) R. Muto, K. Agari, K. Aoki, K. Bessho, M. Hagiwara, E. Hirose, M. Ieiri, R. Iwasaki, Y. Katoh, JI. Kitagawa, M. Minakawa, Y. Morino, K. Saito, Y. Sato, S. Sawada, Y. Shirakabe, Y. Suzuki, H. Takahashi, K. Tanaka, A. Toyoda, H. Watanabe, Y. Yamanoi, “Monitoring system for the gold target by radiation detectors in Hadron experimental facility at J-PARC”.
- ix) Y. Nakane, Y. Iwamoto, M. Hagiwara, H. Iwase, T. Sato, A. Masuda, T. Matsumoto, T. Nunomiya, H. Yashima, D. Satoh, H. Nakashima, T. Shima, A. Tamii, K. Hatanaka, T. Nakamura, “Dose measurements through the concrete and iron shields under the 100 to 400 MeV quasi-monoenergetic neutron field (at RCNP, Osaka Univ.)”.
- x) H. Hirayama, K. Kondo, S. Suzuki, Y. Tanimura, K. Iwanaga, H. Nagata, “Investigation of Main Radiation Source above Shield Plug of Unit 3 at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station”.
- xi) H. Hirayama, K. Kondo, S. Suzuki, S. Hamamoto, K. Iwanaga, “Investigation on Main Source on Operation Floor of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 4”.
- xii) H. Matsumura, H. Nakamura, A. Toyoda, K. Hozumi, H. Sakai, K. Enami, T. Furuya, K. Shinoe, K. Umemori, K. Haga, S. Sakanaka, M. Sawamura, E. Cenni, “Indirect measurement of field emission electron current from the main superconducting cavities of compact ERL at KEK”

- (4) 13th Meeting of the task- force on Shielding aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities, 10-12 October 2016 Dresden, Germany
- i) T.Sanami, K.Iijima, T.Oyama, “Radiation safety studies on Super KEKB Phase 1 operation”.
 - ii) H.Hirayama, T.Sanami, “Inter comparison of particle production (2)”.
 - iii) E. Iliopoulou, R. Froeschl, M. Brugger, S. Roesler, A. Infantino, N. Nakao, T. Sanami, T. Kajimoto, A. Siountas, P. Bamidis, “Measurements and FLUKA Simulations of Bismuth and Aluminum Activation at the CERN Shielding Benchmark Facility(CSBF)”.
 - iv) A. Fassò, A. Ferrari, A. Ferrari, N. V. Mokhov, S. E. Müller, W. R. Nelson, S. Roesler, T. Sanami, S. I. Striganov, R. Versaci, “Update on the code intercomparison and benchmark for muon fluence and absorbed dose induced by an 18 GeV electron beam after massive iron shielding”.
- (5) 7th International Particle Accelerator Conference, Busan Korea, 8-13, May 2016
- i) T.Toyama, K.Satou, H.Kuboki, H.Nakamura, B.Yee-Rendon, M.J.Shirakata, “Residual Radiation Monitoring by Beam Loss Monitors at the J-PARC Main Ring”.
 - ii) N.Ikeda, T.Sugano, K.Genba, M.Komeda, Y.Kuroda, D.M.Matsuura, A.Harayama, T.Takahashi, S.Watanabe, H.Nakamura, K.Niki, C.Ohmori, M.J.Shirakata, “Residual Radiation Measurements at J-PARC MR Using the ASTROCAM 7000HS, Newly Developed Radioactive Substance Visualization Camera”.
 - iii) H. Matsumura, A. Toyoda, S. Sakanaka, K. Haga, T. Obina, T. Miura, K. Hozumi, S. Nagaguro, T. Oyama, N. Yoshihara, “Beam Loss Estimation by Measurement of Secondarily Produced Photons under High Average-Current Operations of Compact ERL in KEK”
 - iv) S. Sakanaka, K. Haga, Y. Honda, H. Matsumura, T. Miyajima, T. Nogami, T. Obina, H. Sagehashi, M. Shimada, M. Yamamoto, “Measurement and control of beam losses under high average-current operation of the compact ERL at KEK”
 - v) T. Obina, M. Adachi, S. Adachi, T. Akagi, M. Akemoto, D. Arakawa, S. Araki, S. Asaoka, M. Egi, K. Enami, K. Endo, S. Fukuda, T. Furuya, K. Haga, K. Hara, K. Harada, T. Honda, Y. Honda, H. Honma, T. Honma, K. Hosoyama, K. Hozumi, A. Ishii, X. Jin, E. Kako, Y. Kamiya, H. Katagiri, H. Kawata, Y. Kobayashi, Y. Kojima, Y. Kondou, T. Konomi, A. Kosuge, T. Kume, T. Matsumoto, H. Matsumura, H. Matsushita, S. Michizono, T. Miura, T. Miyajima, H. Miyauchi, S. Nagahashi, H. Nakai, H. Nakajima, N. Nakamura, K. Nakanishi, K. Nakao, K. Nigorikawa, T. Nogami, S. Noguchi, S. Nozawa, T. Ozaki, F. Qiu, H. Sagehashi, H. Sakai, S. Sakanaka, S. Sasaki, K. Satoh, Y. Seimiya, T. Shidara, M.

Shimada, K. Shinoe, T. Shioya, T. Shishido, M. Tadano, T. Tahara, T. Takahashi, R. Takai, H. Takaki, T. Takenaka, O. Tanaka, Y. Tanimoto, N. Terunuma, M. Tobiyama, K. Tsuchiya, T. Uchiyama, A. Ueda, K. Umemori, J. Urakawa, K. Watanabe, M. Yamamoto, N. Yamamoto, Y. Yamamoto, Y. Yano, M. Yoshida, R. Hajima, M. Mori, R. Nagai, N. Nishimori, M. Sawamura, T. Shizuma, M. Kuriki, “Recent developments and operational status of the compact ERL at KEK”

- (6) The 6th Yamada workshop on Muonic X and Gamma ray Spectroscopy 2016 (MXG16), Osaka University, Suita Osaka Japan, Sep. 26-28, 2016.
- i) G. Yoshida, K. Ninomiya, M. Inagaki, T.U. Ito, W. Higemoto, T. Nagatomo, P. Strasser, N. Kawamura, K. Shimomura, Y. Miyake, T. Miura, K. Kubo, A. Shinohara, “Muonic atom formation processes through muon transfer process for low pressure carbon oxide molecules”

5.2 Invited Talk

- (1) The 3rd International Workshop on Radiation Effects in Nuclear Technology, Hefei, China, June 21-22, 2016
- i) H. Matsumura, ” Radionuclides in Cooling Water for High Energy Accelerators”,

5.3 Domestic Conference

- (1) 第13回加速器学会年会（幕張メッセ国際会議場，2016年8月8日～10日）
- i) 坂中章悟，芳賀開一，羽島良一，原田健太郎，本田洋介，河田洋，小林幸則，許斐太郎，松村宏，宮島司，中村典雄，西森信行，野上隆史，帯名崇，下ヶ橋秀典，阪井寛志，島田美帆，田中オリガ，高井良太，梅森健成，山本将博，“コンパクト ERL におけるビーム電流約 1 mA の運転”
- (2) 日本原子力学会 2016 年秋の大会（久留米シティプラザ，2016 年 9 月 7 日～9 日）
- i) 平山英夫，松村宏，波戸芳仁，佐波俊哉，“福島県モニタリングポイントの NaI(Tl) 波高分布データを用いた 2011 年 3 月における I-131, I-132, I-133 および Te-132 の挙動の研究”
- ii) 橋詰拓弥，岡崎徹，佐波俊哉，萩原雅之，林裕晃，小林育夫，蛍光飛跡検出器(FNTD) の中性子線量測定における測定精度の評価およびその改善策”
- iii) 桐原陽一，糸賀俊朗，佐波俊哉，中島宏，波戸芳仁，宮本修治，武元亮頼，山口将志，浅野芳裕，“17MeV 入射光子からの光核反応による中性子スペクトルの偏光依存性”。

- iv) 中尾徳晶, 佐波俊哉, 梶本剛, 李恩智, 執行信寛, 八島浩, 萩原雅之, 山崎寛仁, Froeschl Robert, Brugger Markus, “CERN/CHARM における 24GeV 陽子を用いた遮蔽実験 (1) 実験概要と放射化検出器による測定”.
 - v) 梶本剛, 佐波俊哉, 中尾徳晶, 李恩智, 執行信寛, 萩原雅之, 八島浩, 山崎寛仁, Froeschl Robert, Brugger Markus, “CERN/CHARM における 24GeV 陽子を用いた遮蔽実験 (2) 有機液体シンチレータによる中性子エネルギースペクトルの測定”.
 - vi) 李恩智, 執行信寛, 佐波俊哉, 中尾徳晶, 梶本剛, 萩原雅之, 八島浩, 山崎寛仁, Froeschl Robert, Brugger Markus, “CERN/CHARM における 24GeV 陽子を用いた遮蔽実験 (3) 放射化検出器のアンフォールディング法による中性子エネルギースペクトル”.
- (3) 2016 日本放射化学会年会・第 60 回放射化学討論会 (新潟大学, 2016 年 9 月 10 日～12 日)
- i) 吉田剛, 二宮和彦, 伊藤孝, 髭本亘, 長友傑, ストラッサー・パトリック, 河村成肇, 下村浩一郎, 三宅康博, 三浦太一, 久保謙哉, 篠原厚, “低圧の CO, CO₂, COS を試料に用いたミュオン原子形成過程の研究”
- (4) 日本放射線安全管理学会 第 15 回学術大会 (岡山大, 2015 年 11 月 30 日～12 月 2 日)
- i) 豊田晃弘, 榎本和義, 松村宏, “ISOCS による放射化物の放射能濃度と濃度分布に関する評価”
 - ii) 中村一, 萩原雅之, 長畔誠司, 豊田晃弘, 吉富寛, “J-PARC 陽子シンクロトロン のトンネル内でのファントムを用いた被ばく量の測定”.
 - iii) 橋詰拓弥, 岡崎徹, 佐波俊哉, 萩原雅之, 林裕晃, 小林育夫, “蛍光飛跡検出器 (FNTD) の飛跡読み取りにおける光子線の影響”.
 - iv) 長畔誠司, 佐々木慎一, 飯島和彦, 岸本祐二, 萩原雅之, 齋藤究, 大山隆弘, “端窓型 GM 検出器を用いたダストモニタの開発”.
 - v) 大山隆弘, 岩瀬広, 豊田晃弘, 佐波俊哉, “タングステンターゲットへの 3.3GeV 電子入射によって生成される ⁴¹Ar の実験的評価”.
 - vi) 飯島和彦, 佐波俊哉, 大山隆弘, 岸本祐二, 穂積憲一, 佐々木慎一, “KEK つくばにおける放射線集中監視システム (NORM) の現状”.
- (5) KEK スチューデント・デイ 2016 (KEK 小林ホール) 2016 年 10 月 25 日
- i) 橋詰拓弥, 岡崎徹, 萩原雅之, 文珠四朗秀昭, 小林育夫, 佐波俊哉, “Research of fluorescent nuclear track detectors (FNTDs) for practical use as personal neutron dosimeters”.

- ii) Tran Nguyen Thuy Ngan, Shinichi Sasaki, Toshiya Sanami, Yuji Kishimoto, Eido Shibamura “Measurements of Electron Response and Average Energy Required per Scintillation Photon in Plastic Scintillators for Gamma Rays”.
- (6) 2016 年度核データ研究会, 高エネルギー加速器研究機構, 2016 年 11 月 17 日～18 日
- i) Y. Yamaguchi, T. Sanami, Y. Uozumi, “Measurement of Double Differential Cross Section for Evaporated Charged Particles from Proton-Induced Reactions”.
 - ii) H. Yashima, M. Hagiwara, T. Sanami, S. Yonai, “Measurement of residual activities induced in copper by 148 MeV carbon”.
- (7) 第 13 回 Micro Pattern Gas Detector 研究会, 神戸大学先端融合研究環統合研究拠点コンベンションホール, 2016 年 12 月 9 日
- i) 岸本祐二, 佐々木慎一, 高橋一智, 齋藤究, 寺沢和洋, 身内賢太郎, 永松愛子, 勝田真登, 松村祐介, 伊藤裕一, 松本晴久, 森國城, 谷森達, 窪秀利, 内堀幸夫, 北村尚, “位置有感型比例計数箱 PS-TEPC の開発 ～ISS 機上試験に向けて～”,
- (8) 第 31 回宇宙環境利用シンポジウム, 宇宙科学研究所, 2017 年 1 月 17 日
- i) 寺沢和洋, 身内賢太郎, 窪秀利, 谷森達, 佐々木慎一, 俵裕子, 高橋一智, 齋藤究, 岸本祐二, 松本晴久, 込山立人, 布施哲人, 永松愛子, 勝田真登, 北村尚, “ISS 内における宇宙放射線線量計測用・位置有感生体組織等価物質比例計数箱 (PS-TEPC) の開発”.
- (9) 放射線検出器とその応用 (第 31 回) (KEK 小林ホール) 2016 年 1 月 23 日～25
- i) 橋詰拓弥, 岡崎徹, 佐波俊哉, 萩原雅之, 林裕晃, 小林育夫, “FNTD 中性子線量計の実用化に向けた研究と課題－X/γ 線の FNTD 飛跡読取りへの影響－”.
- (10) 第 31 回固体検出器研究会 (量子科学技術研究開発機構 関西光科学研究所・多目的ホール) 2017 年 3 月 9 日～10 日
- i) 橋詰拓弥, 岡崎徹, 佐波俊哉, 萩原雅之, 林裕晃, 小林育夫, “蛍光飛跡検出器 (FNTD) の粒子飛跡読取りにおける X/γ 線照射の影響”.
 - ii) 桐原 陽一, 糸賀俊朗, 佐波俊哉, 中島宏, 波戸芳仁, 宮本修治, 武元亮頼, 山口将志, 浅野芳裕, “17 MeV 偏光光子を用いた光核反応による中性子エネルギースペクトルの角度依存”.
 - iii) 山口雄司, 佐波俊哉, 魚住裕介, “陽子入射核反応蒸発過程の荷電粒子生成二重微分断面積の測定”.

6. 編集 (2016.4.1 ~ 2017.3.31)

- (1) K. Bessho, K. Tagami, K. Takamiya, H. Matsumura, T. Miura: “Proceedings of the 17th Workshop on Environmental Radioactivity”, KEK Proceedings 2016-8 (2016)

7. Internal Reports of Radiation Science Center (2016.4.1 ~ 2017.3.31)

放射線科学センターでは化学安全関連の「放射線科学センター部内レポート」を発行している。

7.1 化学安全関係の部内レポート

内容により2種のカテゴリーに分類し、それぞれ年度ごとに通し番号を付けている。

- (1) CHEM-A

機構職員, 共同利用研究者等から寄せられた依頼分析の記録

- (1) CHEM-W-

水質検査業務, 実験廃液処理業務, RI 排水処理業務に関連して行った検討事項の記録

7.2 CHEM-A

	依頼者所属	
chem-A-16-01	加速器	流量計フロート付着物の分析
chem-A-16-02	加速器	ストレーナ付着物, 異物の分析
chem-A-16-03	加速器	研磨シートの分析
chem-A-16-04	加速器	ストレーナ内析出物の分析
chem-A-16-05	加速器	フランジ複合材の定性分析
chem-A-16-06	加速器	ストレーナ詰まり成分の分析
chem-A-16-07	加速器	SuperKEKB 主リングアレス空洞内金属粒子の定性分析
chem-A-16-08	加速器	ハンダ 2 種の定性・定量分析
chem-A-16-09	加速器	ロータリーポンプオイル中の不純物の分析
chem-A-16-10	加速器	入射器棟テストスタンド用冷却水（純水）ストレーナ内の混入物の分析
chem-A-16-11	物構研	PF 研究棟準備室内廃棄物のアスベスト含有調査
chem-A-16-12	加速器	KEKB MR 各電源棟のサーキュレータ冷却水の分析
chem-A-16-13	加速器	高圧絶縁油の劣化分析（界面張力測定）
chem-A-16-14	加速器	サンプルチューブ内面付着物の分析
chem-A-16-15	加速器	ビームパイプ内付着ダスト成分の分析
chem-A-16-16	加速器	BT トンネルマグネット冷却水ストレーナ付着物の分析
chem-A-16-17	加速器	J-PARC 電磁石銅製コイル間の異物の分析
chem-A-16-18	加速器	SF6 の放電による粉末状生成物の分析
chem-A-16-19	加速器	PF-AR 電磁石電流端子への付着物の分析
chem-A-16-20	加速器	電解研磨時の生成物の分析
chem-A-16-21	加速器	ビームパイプ内付着ダスト成分の分析
chem-A-16-22	物構研	二結晶分光器内部黒色付着物の分析
chem-A-16-23	加速器	J-PARC リニアック純水冷却水系における粉体異物の分析
chem-A-16-24	加速器	ビームパイプ内付着ダスト成分の分析
chem-A-16-25	共通	電子ビーム溶接室内で電子ビーム溶接した際の蒸着物の分析

8. 手引き等

- (1) 放射線安全の手引き（別冊）2016年7月
- (2) 穂積憲一, 飯島和彦, 岩瀬広, 岸本祐二, 近藤健次郎, 榎本和義, 松村宏, 三浦太一, 波戸芳仁, 佐々木慎一, 佐波俊哉, 高原伸一, 豊田晃弘, 豊島規子, "放射線管理報告-2014年度-", KEK Internal 2016-19 (2016).
- (3) 大山隆弘, 豊田晃弘, 松村宏, 「放射線管理棟における密封された放射性同位元素の使用目的及び使用方法の変更に係わる放射線安全対策」, KEK Internal 2016-6, Jun 2016, Japanese, 34 p.
- (4) 松村宏, 岸本祐二, 豊田晃弘, 穂積憲一, 宇佐美徳子「放射光科学研究施設における密封された放射性同位元素及び密封されていない放射性同位元素の使用の変更に係わる放射線安全対策」, KEK Internal 2016-3, Jun 2016, Japanese, 89 p.
- (5) 松村宏, 豊田晃弘, 「放射性試料測定棟における密封された放射性同位元素及び密封されていない放射性同位元素の使用の変更に係わる放射線安全対策」, KEK Internal 2016-2, Jun 2016, Japanese, 65 p.
- (6) 松村宏, 岸本祐二, 三浦太一, 穂積憲一, 芳賀開一, 坂中章悟, 濁川和幸, 長橋進也, 帯名崇, 中村典雄, 「ERL 開発棟におけるコンパクト ERL の出力増強に伴う放射線安全対策」, KEK Internal 2015-6, Feb 2016, Japanese, 83 p.

