

Activity Report of
Radiation Science
Center in Fiscal 2012-14

KEK

Radiation Science Center
Applied Research Laboratory



High Energy Accelerator Research Organization

© High Energy Accelerator Research Organization (KEK), 2016

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
2012-2014 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 2012 to 2014, 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, estimation of radioactivity in air just after the accident, 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	21
3. Nuclear Chemistry and Radiochemistry	28
4. Environmental and Analytical Chemistry at Accelerator	38
5. Research related to Accident of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station	43
Chapter 2 研究支援活動	56
1. 体制	57
1.1 放射線管理体制	57
1.2 放射線業務分担	60
1.3 化学安全管理体制	63
2. 放射線安全管理関係	64
2.1 つくばキャンパス	64
2.2 東海キャンパス (J-PARC)	68
3. 化学安全・環境関係	70
3.1 2012 年度	70
3.2 2013 年度	70
3.3 2014 年度	71
Chapter 3 資料	73
3.1 2012 年度資料	74
1. 外部資金導入状況	74
1.1 科学研究費補助金	74
1.2 受託研究等	74
2. 共同研究等	74
2.1 共同開発研究	74
2.2 大学等との共同研究	75
2.3 民間との共同研究	76
2.4 大学等連携支援事業	76

2.5 共同利用研究（施設利用）	76
3. 大学院生等の人材育成	77
3.1 学位論文の指導（総合研究大学院大学）	77
3.2 学位論文等の指導（他大学）	77
4. センター開催の研究会及びシンポジウム	77
4.1 第19回 EGS4 研究会	77
4.2 研究会「放射線検出器とその応用」（第27回）	77
4.3 第14回「環境放射能」研究会	78
4.4 SATIF11, Eleventh Meeting of the Task-Force on Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities	78
5. 教育活動	78
5.1 総合研究大学院大学	78
5.2 非常勤講師等	78
6. 機構外活動・社会貢献活動等	78
6.1 外部委員会等委員	78
6.2 学会等委員	79
6.3 その他（講習会等）	79
6.4 社会貢献等	80
7. 受賞記録	81
8. 放射線科学センター名簿（2012年度）	81
3.2 2013年度資料	82
1. 外部資金導入状況	82
1.1 科学研究費補助金	82
1.2 受託研究等	82
2. 共同研究等	82
2.1 共同開発研究	82
2.2 大学等との共同研究	83
2.3 民間との共同研究	84
2.4 大学等連携支援事業	84
2.5 共同利用研究（施設利用）	84
3. 大学院生等の人材育成	85
3.1 学位論文の指導（総合研究大学院大学）	85

3.2 学位論文等の指導（他大学）	85
4. センター開催の研究会及びシンポジウム	85
4.1 第20回 EGS4 研究会	85
4.2 研究会「放射線検出器とその応用」（第28回）	85
4.3 第15回「環境放射能」研究会	85
5. 教育活動	86
5.1 総合研究大学院大学	86
5.2 非常勤講師等	86
6. 機構外活動・社会貢献活動等	86
6.1 外部委員会等委員	86
6.2 学会等委員	86
6.3 その他（講習会等）	87
6.4 社会貢献等	87
7. 受賞記録	87
8. 放射線科学センター名簿（2013年度）	88
3.3 2014年度資料	89
1. 外部資金導入状況	89
1.1 科学研究費補助金	89
1.2 受託研究等	89
1.3 その他	89
2. 共同研究等	90
2.1 共同開発研究	90
2.2 大学等との共同研究	90
2.3 民間との共同研究	90
2.4 大学等連携支援事業	91
2.5 共同利用研究（施設利用）	91
3. 大学院生等の人材育成	92
3.1 学位論文の指導（総合研究大学院大学）	92
3.2 学位論文等の指導（他大学）	92
4. センター開催の研究会及びシンポジウム	92
4.1 第21回 EGS4 研究会	92
4.2 研究会「放射線検出器とその応用」（第29回）	92

4.3 第16回「環境放射能」研究会	93
5. 教育活動	93
5.1 総合研究大学院大学	93
5.2 非常勤講師等	93
6. 機構外活動・社会貢献活動等	93
6.1 外部委員会等委員	93
6.2 学会等委員	94
6.3 その他（講習会等）	94
6.4 社会貢献等	95
7. 受賞記録	95
8. 放射線科学センター名簿（2014年度）	96
Chapter 4 Publication List	97
4.1 2012年度	97
1. Papers (2012.1.1～2012.12.31)	97
2. Publication in Japanese (2012.1.1～2012.12.31)	98
3. Proceedings (2012.1.1～2012.12.31)	99
4. Reports (2012.1.1～2012.12.31)	100
5. Presentation at Conferences (2012.4.1～2013.3.31)	100
5.1 International Conference	100
5.2 Invited Talk	102
5.3 Domestic Conference	103
6. 編集（2012.4.1～2013.3.31）	106
7. Internal Reports of Radiation Science Center	106
7.1 放射線関係の部内レポート	106
7.2 放射線関係（2012年度）	106
7.3 化学安全関係の部内レポート	107
7.4 CHEM-A（2012年度）	107
8. 手引き等	108
4.2 2013年度	109
1. Papers (2013.1.1～2013.12.31)	109
2. Publication in Japanese (2013.1.1～2013.12.31)	110

3. Proceedings (2013.1.1～2013.12.31)	110
4. Reports (2013.1.1～2013.12.31)	111
5. Presentation at Conferences (2013.4.1～2014.3.31)	111
5.1 International Conference	111
5.2 Invited Talk	112
5.3 Domestic Conference	112
6. 編集 (2013.4.1～2014.3.31)	113
7. Internal Reports of Radiation Science Center	114
7.1 放射線関係の部内レポート	114
7.2 放射線関係 (2013 年度)	114
7.3 化学安全関係の部内レポート	114
7.4 CHEM-A (2013 年度)	115
8. 手引き等	115
4.3 2014 年度	116
1. Papers (2014.1.1～2014.12.31)	116
2. Publication in Japanese (2014.1.1～2014.12.31)	119
3. Proceedings (2014.1.1～2014.12.31)	120
4. Reports (2014.1.1～2014.12.31)	121
5. Presentation at Conferences (2014.4.1～2015.3.31)	122
5.1 International Conference	122
5.2 Invited Talk	125
5.3 Domestic Conference	125
6. 編集 (2014.4.1～2015.3.31)	127
7. Internal Reports of Radiation Science Center	127
7.1 放射線関係の部内レポート	127
7.2 放射線関係 (2014 年度)	128
7.3 化学安全関係の部内レポート	128
7.4 CHEM-A (2014 年度)	128
8. 手引き等	129

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 2012 to 2014 are described.

1. Research in Radiation Physics and Detector Development

1.1 Measurements of Cross Sections for Neutron-induced Reactions on Chromium and Yttrium Targets at 197 MeV

S. Sekimoto^a, H. Suzuki^a, H. Yashima^a, K. Ninomiya^b, Y. Kasamatsu^b, T. Shima^c, N. Takahashi^b,
A. Shinohara^b, H. Matsumura^d, M. Hagiwara^d, K. Nishiizumi^c, M.W. Caffee^f, S. Shibata^a
^aKyoto Univ., ^bOsaka Univ., ^cRCNP, ^dKEK, ^eUniv. of California, Berkeley, ^fPurdue Univ.

Reaction cross sections for Cr and Y induced by neutrons at 197 MeV were measured by using ${}^7\text{Li}(p,n)$ reaction at N0 beam line in the Research Center for Nuclear Physics (RCNP), Osaka Univ.. To estimate quasi-monoenergetic neutron cross sections, Cr and Y samples were irradiated on the two angles of 0° and 25° relative to the axis of the primary proton beam. The measured cross section data in the ${}^{\text{nat}}\text{Cr}(n,x)$ and ${}^{89}\text{Y}(n,x)$ reactions are compared to the JENDL high-energy file and the literature proton values, respectively. The results obtained are also compared to the cross section data for the same target materials with 287 and 386 MeV neutrons in our previous work.

Published as Nuclear Data Sheets, 119, 197-200 (2014)

1.2 New capabilities of the Liège intranuclear-cascade model for particle-transport codes

D. Mancusi¹, A. Boudard¹, J. Cugnon², J.-C. David¹, M. Hagiwara^{1,3}, A. Leprince¹ and S. Leray¹
¹CEA, ²Univ. of Liège, ³KEK

We review and discuss the latest developments of the Liège Intranuclear Cascade model. The new capabilities are illustrated by comparisons with selected experimental data. We also present examples of thick-target calculations performed using particle-transport codes.

Published as Proceedings of SNA + MC 2013 - Joint International Conference on Supercomputing in Nuclear Applications + Monte Carlo, 02106 (2014)

1.3 Measurement of gamma rays under the high-energy p-Li neutron fields in RCNP

S. Kamada^a, M. Takada^a, M. Hagiwara^b, Y. Iwamoto^c, T. Shima^d, A. Tamii^d and K. Hatanaka^d
^aNIRS, ^bKEK, ^cJAEA, ^dOsaka Univ.

We measured gamma-ray pulse-height spectrum of quasi-mono energetic neutron beam produced by the p-Li reaction by using a NaI(Tl) scintillation detector, which has 7.62-cm diameter and 7.62-cm length, with time of flight (TOF) methods in Research Center for Nuclear Physics, Osaka, Japan. Prompt gamma-ray events in the TOF distribution are used to confirm our particle discrimination method. We can measure gamma ray events separately from neutrons in the neutron field.

Published as Progress in Nuclear Science and Technology (Internet), 4, 745 - 747, 2014/04

1.4 Time-of-flight measurement of low-energy components of quasi-monoenergetic high-energy neutron field

A. Masuda¹, T. Matsumoto¹, H. Harano¹, Y. Tanimura², Y. Shikaze², S. Kurashima², M. Hagiwara³,
Y. Unno¹, J. Nishiyama¹, M. Yoshizawa⁵, H. Seito²
AIST¹, JAEA², KEK³,

A quasi-monoenergetic neutron field generated in the ${}^7\text{Li}(p,n)$ reaction consists of a high-energy monoenergetic peak and a continuum to the low-energy region. The continuum is a background for the response measurements of neutron detectors for the high-energy-peak neutrons and the effect of the continuum should be properly considered. A spectral fluence of the continuum is typically measured by time-of-flight (TOF) methods with an organic liquid scintillation detector. The lowest energy of this method is limited to several MeV because of a high repetition rate of proton beams generated by the AVF cyclotron. Recently, a new beam chopping system available at the TIARA AVF cyclotron facility achieved 1/80 reduction of the beam repetition rate and the lower limit energy of the TOF method has decreased to 20 keV. A Li-glass scintillation detector was also used for measurements of keV region, which is below the working range of the organic liquid scintillation detector. The spectral fluence of the quasi-monoenergetic high-energy neutron field measured by the TOF method using the two scintillation detectors is reported in this presentation.

Presented at Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC) 2013 IEEE (unpublished)

1.5 Response Measurement of a Bonner Sphere Spectrometer for High-Energy Neutrons

A. Masuda¹, T. Matsumoto¹, H. Harano¹, J. Nishiyama¹, Y. Iwamoto², M. Hagiwara³, D. Satoh²,
H. Iwase³, H. Yashima⁴, T. Nakamura⁵, T. Sato², T. Itoga⁶, Y. Nakane², H. Nakashima², Y. Sakamoto²,

C. Theis⁷, E. Feldbaumer⁷, L. Jaegerhofer⁷, C. Pioch⁸, V. Mares⁸, A. Tamii⁹ and K. Hatanaka⁹
AIST¹, JAEA², KEK³, KURRI⁴, CYRIC⁵, RIKEN⁶, CERN⁷, Helmholtz Zentrum München
Neuherberg⁸, RCNP⁹,

Response measurements of a Bonner sphere spectrometer (BSS) were performed for high-energy neutrons up to 400 MeV in quasi-monoenergetic neutron fields at the Research Center for Nuclear Physics (RCNP), Osaka University. The quasi-monoenergetic neutron field was generated by a ${}^7\text{Li}(p,n)$ reaction with the resulting spectra consisting of a monoenergetic high-energy peak followed by an unwanted continuum tail down to the low-energy region. Two-angle differential measurements for a variety of Bonner spheres were performed to obtain monoenergetic responses by subtracting the tail contributions. Discussions were made on data analysis for tail subtraction. While each Bonner sphere had a different energy response, good agreements were seen in the responses between the MCNPX calculations and the measurements with a suitable subtraction. Response calculations were also made for the whole spectra obtained by unfolding the measured BSS data, with results that reproduce well the measured responses.

Published as Nuclear Science, IEEE Transactions on 59 (1), 161-166 (2012).

1.6 Measurements and Monte Carlo calculations of forward-angle secondary-neutron-production cross-sections for 137 and 200 MeV proton-induced reactions in carbon

Y. Iwamoto¹, M. Hagiwara², T. Matsumoto³, A. Masuda³, H. Iwase², H. Yashima⁴, T. Shima⁵,
A. Tamii⁵ and T. Nakamura⁶
JAEA¹, KEK², AIST³, KURRI⁴, RCNP⁵, CYRIC⁶

Secondary neutron-production double-differential cross-sections (DDXs) have been measured from interactions of 137 MeV and 200 MeV protons in a natural carbon target. The data were measured between 0° and 25° in the laboratory. DDXs were obtained with high energy resolution in the energy region from 3 MeV up to the maximum energy. The experimental data of 137 MeV protons at 10° and 25° were in good agreement with that of 113 MeV protons at 7.5° and 30° at LANSCE/WNR in the energy region below 80 MeV. Benchmark calculations were carried out with the PHITS code using the evaluated nuclear data files of JENDL/HE-2007 and ENDF/B-VII, and the theoretical models of Bertini-GEM and ISOBAR-GEM. For the 137 MeV proton incidence, calculations using JENDL/HE-2007 generally reproduced the shape and the intensity of experimental spectra well including the ground state of the ${}^{12}\text{N}$ state produced by the ${}^{12}\text{C}(p,n){}^{12}\text{N}$ reaction. For the 200 MeV proton incidence, all calculated results

underestimated the experimental data by the factor of two except for the calculated result using ISOBAR model. ISOBAR predicts the nucleon emission to the forward angles qualitatively better than the Bertini model. These experimental data will be useful to evaluate the carbon data and as benchmark data for investigating the validity of the Monte Carlo simulation for the shielding design of accelerator facilities.

Published as Nucl. Instrum. Meth. A, 690, 10-16 (2012).

1.7 Radiation Protection Study for the J-PARC Neutrino Experimental Facility

M.Hagiwara¹, K.Takahashi¹, A.Takahashi¹, T. Miura¹, A. Kanai², F. Kouno² Y. Oyama¹, T. Ishida¹ and
Y. Yamada¹
KEK¹, TNS²

The characteristics of radiation and radioactivity in the Japan Proton Accelerator Research Complex (J-PARC) neutrino experimental facility have been investigated under the 30-GeV proton beam operation below 145 kW in order to estimate the maintenance scenario and the environmental impact for the future high power operation up to 750 kW. The radioactivity produced in the magnetic horn cooling water and helium gas in the helium vessel which were installed around the target and the concrete and soil behind the beam dump has been measured in relation to the beam power. These activity concentrations under the high power operation (750 kW for 20 days) are estimated from the measured results to be up to two hundred times of the regulation value for the disposal in Japan. The depth profiles of the radioactivity produced in the concretes behind the beam dump show constant distributions on the beam axis, while those at off-beam axis show exponential attenuation with increasing the concrete depth.

Published as Progress of Nuclear Science and Technology, 3, p.56-59 (2012)

1.8 Recent Progress in Experimental and Theoretical Studies of Proton-induced Fragment Cross Section at Intermediate Energies

M.Hagiwara¹, T.Sanami¹, D.Mancusi², A. Boudard², J. Cugnon³, S. Leray² and M.Baba⁴
KEK¹, CEA², Univ. of Liège³, Tohoku Univ.⁴

Energy and angular double-differential cross sections (DDXs) for nucleon-induced reactions at incident energies from tens of MeV to GeV resulting to the emission of light mass fragments (LMFs) heavier than α -particles are of particular importance in the microscopic analysis of radiation effects such as soft errors of micro-electronic devices, material damage and human dose. The radiation effects and damage should

be carefully considered in the design of high-energy accelerator applications such as accelerator-based neutron sources, proton radiotherapy and so on. In this paper, recent progress in the experimental and theoretical studies corresponding the DDXs for the LMF production are briefly summarized, especially focusing on the Liège intra-nuclear cascade model (INCL4.6) which gave most encouraging results for prediction of the DDXs for composite particle emissions when coupled with an appropriate evaporation model such as the generalized evaporation model (GEM) which describes heavier nuclei emissions up to Mg in the evaporation process. To improve further the prediction accuracy for the production of LMFs, we revised the INCL4.6 based on the recent experimental data systematically obtained in a wide range of targets and reactions. Besides, we incorporated the statistical multi-fragmentation model (SMM) into GEM to reproduce high multiplicity reactions. The typical calculation results are presented with comparison with the relevant experimental data.

Published as JAEA-Conf 2014-002, 63

1.9 Differential cross sections on fragment ($2 \leq Z \leq 9$) production for carbon, aluminum and silicon induced by tens-of-MeV protons

M. Hagiwara¹, T. Sanami¹, T. Oishi², M. Baba², M. Takada³

¹KEK, ²Tohoku Univ., ³NIRS

The double-differential cross sections (DDXs) for the inclusive reactions producing heavy nuclei with $Z = 2-9$ (fragments) from carbon, aluminum, and silicon targets induced by 50 and 70 MeV protons are systematically measured at several angles (30° , 60° , 90° , and 135°) using a specially developed Bragg curve counter and the energy-time-of-flight method. The DDXs of a silicon target for the proton-induced reaction producing fragments heavier than lithium were measured for the first time. The present results are compared with past experimental data, the LA150 evaluated data by the Los Alamos group and several intranuclear cascade models (Bertini and ISOBAR), and the JAEA-version quantum molecular dynamics model (JQMD) coupled with the Generalized Evaporation Model (GEM), which are implemented in the Particle and Heavy Ion Transport code System (PHITS). The present results agree well with the past experimental data and LA150 data for α -particle production. For the fragments heavier than lithium, the present results show forward-peak angular distributions rather than isotropic ones stored in LA150. Calculations with the ISOBAR and GEM models well reproduced our experimental results except for light fragments especially in the high-energy region.

Published as Journal of Nuclear Science and Technology 49(6) 571-587 · June 2012.

1.10 Target Mass Dependency of Light Mass Fragment Energy Spectra for Intermediate Energy Proton Induced Reactions

T. Sanami, M. Hagiwara
KEK

Double differential fragment production cross sections were measured for intermediate energy protons using a specially designed Bragg Curve Counter. Target mass dependency of Lithium and Beryllium energy spectra were obtained by fitting of the equation describing a Maxwellian distribution with a Coulomb barrier effect. Two parameters of the equation, s and T , which corresponds to absolute normalization and temperature of the Maxwellian respectively, show clear dependency on target mass.

Published as Nuclear Data Sheets, 119(05) 241-244, (2014).

1.11 Target Dependency of Light Mass Fragment Production DDX for 6 MeV/u Carbon Induced Reaction

T. Sanami
KEK

Double differential cross section (DDX) data of light mass fragment (LMF) production for 6 MeV/n carbon induced reaction have been measured for light to medium mass targets for evaluation of LMF production model at tens of MeV energy region. The data are useful not only to understand contribution of nuclear reactions during slowing down process of incident energetic ions in a matter, but also to study cluster like behavior of nucleus that was observed for proton induced LMF production around reaction threshold energy. The experiments were carried out at cyclotron facility of national institute of radiological sciences. Bragg curve counters at 30, 60 and 90 degrees were employed as fragment detector. DDXs for Li, Be, B, C, N, O production were measured for Be, C, Al, Ti and Cu targets. From the obtained DDXs, several features on DDX become obvious for description of LMF production in this energy range.

Published as JAEA-Conf 2013-002, 185

1.12 Measurement of 100 MeV/u carbon incident neutron production cross sections on a carbon target

N. Shigyo¹, Y. Uozumi¹, H. Uehara¹, T. Nishizawa¹, T. Mizuno¹, D. Satoh², T. Sanami³, Y. Koba⁴,
M. Takada⁴ and N. Matsufuji⁴

¹ Kyushu Univ., ² JAEA, ³ KEK, ⁴ NIRS

Double differential neutron production cross sections down to 0.6 MeV of neutron energy from 100 MeV/u carbon ion incidence on a carbon target were measured at HIMAC facility. Two sizes of NE213 organic scintillators were adopted to detect neutrons in a wide energy range. Measurement angles were 15°, 30°, 45°, 60°, 75° and 90°. Neutron energy was determined by the time-of-flight technique between the target and the detector. Neutron flight paths were 1.7 to 3.7 m. In order to reduce neutrons from the beam dump, an iron and a concrete shield was placed between the detectors and the beam dump. The measured neutron energy spectra were compared with calculation results by the PHITS code.

Published as JAEA-Conf 2013-002, 137

1.13 Study of neutron and photon production cross sections for second cancer risk assessment in heavy-ion therapy

Y. Uozumi¹, H. Iwamoto¹, Y. Koba¹, N. Matsufuji², T. Sanami³, D. Satoh⁴, N. Shigyo¹, M. Takada²,
M. Ueyama¹, M. Yoshioka¹ and M. Baba⁵

¹Kyushu Univ., ²NIRS, ³KEK, ⁴JAEA, ⁵Tohoku Univ.

In the heavy-ion radiotherapy, considerable discussion has been attracted regarding the potential for second cancer induction by secondary neutrons produced in primary heavy-ion fragmentation. It is needed to develop a Monte-Carlo simulation tool to estimate neutron doses and the photon contribution. Since it is notoriously hard to reproduce the spectral cross sections of neutrons and photons by simulations, we have planned experiments to measure energy-angle double-differential cross sections of nuclear reactions. Several simulation studies have been conducted to realize experiments at the synchrotron HIMAC of NIRS, Japan. Expected spectral cross sections of neutrons and photons are discussed by using Monte-Carlo simulation codes, PHITS and EGS5.

Published as Progress in Nuclear Science and Technology (Internet), 1, 114 - 117, (2011)

1.14 Shielding benchmark experiment using hundreds of MeV quasi-monoenergetic neutron source by a large organic scintillator

M. Hagiwara^a, H. Iwase^a, Y. Iwamoto^b, D. Satoh^b, T. Matsumoto^c, A. Masuda^c, H. Yashima^d, Y. Nakane^b,
H. Nakashima^b, Y. Sakamoto^b, A. Tamii^e, K. Hatanaka^e and T. Nakamura^f
^aKEK, ^bJAEA, ^cAIST, ^dKyoto Univ., ^eOsaka Univ., ^fTohoku Univ.

A shielding benchmark experiment has been performed using a quasi-monoenergetic ${}^7\text{Li}(p,n)$ neutron source with 246 and 389 MeV protons at the Research Center for Nuclear Physics (RCNP) of Osaka University, in order to investigate the accuracy of nuclear data libraries and calculation codes for hundreds of MeV neutrons. Time-of-flight and 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. A time-of-flight and an unfolding method are applied to obtain the energy spectra transmitted through the shields for the peak energy region and continuous energy region, respectively. The simulations with the PHITS code coupled with the JENDL-HE nuclear data library are performed for comparison with the measured data. The measured attenuation lengths of peak neutrons with energies of 244 and 387 MeV are in good agreement with the calculation result by the PHITS code within 6 %.

Published as Progress in Nuclear Science and Technology (Internet), 4, 327 – 331, (2014)

1.15 Measurement of neutron energy spectra behind shields for quasi-monoenergetic neutrons generated by 246-MeV and 389-MeV protons using a Bonner sphere spectrometer

T. Matsumoto^a, A. Masuda^a, J. Nishiyama^a, H. Harano^a, H. Iwase^b, Y. Iwamoto^c, M. Hagiwara^b,
D. Satoh^c, H. Yashima^d, Y. Nakane^c, H. Nakashima^c, Y. Sakamoto^c, C. Pioch^e, V. Mares^e, A. Tamii^f,
K. Hatanaka^f, T. Nakamura^g
^aAIST, ^bKEK, ^cJAEA, ^dKyoto Univ., ^eHelmholtz Zentrum München Neuherberg, ^fOsaka Univ.,
^gTohoku Univ.

Recently, many high-energy accelerators are used for various fields. Shielding data for high-energy neutrons are therefore very important from the point of view of radiation protection in high energy accelerator facilities. However, the shielding experimental data for high energy neutrons above 100 MeV are very poor both in quality and in quantity. In this study, neutron penetration spectral fluence and ambient dose through iron and concrete shields were measured with a Bonner sphere spectrometer (BSS).

Quasi-monoenergetic neutrons were produced by the ${}^7\text{Li}(p,xn)$ reaction by bombarding a 1-cm thick Li target with 246-MeV and 389-MeV protons in the Research Center for Nuclear Physics (RCNP) of the Osaka University. Shielding materials are iron blocks with a thickness from 10 cm to 100 cm and concrete blocks with a thickness from 25 cm to 300 cm.

Published as Progress in Nuclear Science and Technology (Internet), 4, 332 -336,(2014)

1.16 Response measurement of various neutron dose equivalent monitors in 134-387 MeV neutron fields

Y. Nakane^a, M. Hagiwara^b, Y. Iwamoto^a, H. Iwase^b, D. Satoh^a, T. Sato^a, H. Yashima^c, T. Matsumoto^d, A. Masuda^d, T. Nunomiya^e, Y. Sakamoto^a, H. Nakashima^a, A. Tamii^f, K. Hatanaka^f, T. Nakamura^g
^aJAEA, ^bKEK, ^c Kyoto Univ., ^dAIST, ^eFuji electric, ^fOsaka Univ., ^gTohoku Univ.

In order to verify the accuracy of dose monitors for the measurements of high-energy neutrons, energy responses of seven neutron dose equivalent monitors, four kinds of wide-energy range monitors applied to high-energy neutron fields above 20 MeV, and three kinds of conventional type monitors for neutrons up to 20 MeV, were measured for 134-, 197-, 244- and 387-MeV quasi-monoenergetic neutron fields. Measured dose rates were compared one another, and with those in the fields obtained from neutron energy spectra and flux-to-dose conversion coefficients considered on design of the monitors. Dose rates measured with the wide-energy range monitors were in agreement or overestimate with evaluated ones, though those measured with the conventional type monitors underestimate. It was found that the wide-energy range monitors used in the present work will give the dose rates with a safety side at several hundred MeV neutron fields, though the conventional type monitors underestimate the dose rate in the fields.

Published as Progress in Nuclear Science and Technology (Internet), 4, 704 - 708, (2014)

1.17 Characterization of quasi-monoenergetic neutron source using 137, 200, 246 and 389 MeV ${}^7\text{Li}(p,n)$ reactions

Y. Iwamoto^a, M. Hagiwara^b, H. Iwase^b, H. Yashima^c, D. Satoh^a, T. Matsumoto^d, A. Masuda^d, C. Pioch^e, V. Mares^e, T. Shima^f, A. Tamii^f, K. Hatanaka^f and T. Nakamura^g
^aJAEA, ^bKEK, ^c Kyoto Univ., ^dAIST, ^eHelmholtz Zentrum München Neuherberg, ^fOsaka Univ., ^gTohoku Univ.

The authors measured the neutron energy spectra of a quasi-monoenergetic ${}^7\text{Li}(p,n)$ neutron source with 137, 200, 246 and 389 MeV protons set at seven angles (0° , 5° , 10° , 15° , 20° , 25° and 30°), using a time-of-flight (TOF) method employing organic scintillators NE213 at the Research Center for Nuclear Physics (RCNP) of Osaka University. The energy spectra of the source neutrons were precisely deduced down to 2 MeV at 0° and 10 MeV at other angles. Neutron energy spectra below 100 MeV at all angles were comparable, but the shapes of the continuum above 150 MeV changed considerably with the angle. In order to consider the correction required to derive the response in the peak region from the measured total response for high-energy neutron monitors, the authors showed the subtractions of $\text{H}^*(10)$ obtained at larger angles from the 0° data in the continuum part. It was found that subtracting the dose equivalent at larger angles (21° for 389 MeV, 25° for 246 MeV and 26° for 200 MeV) from the 0° data almost eliminates the continuum component. This method has potential to eliminate problems associated with continuum correction for high-energy neutron monitors.

Published as Progress in Nuclear Science and Technology 4, 327-331 (2014)

1.18 Measurements of the neutron activation cross sections for Bi and Co at 386 MeV

H. Yashima¹, S. Sekimoto¹, K. Ninomiya², Y. Kasamatsu², T. Shima³, N. Takahashi², A. Shinohara², H. Matsumura⁴, D. Satoh⁵, Y. Iwamoto⁵, M. Hagiwara⁴, K. Nishiizumi⁶, M.W. Caffee⁷ and S. Shibata¹
¹Kyoto Univ., ²Osaka Univ., ³Osaka Univ., ⁴KEK, ⁵JAEA, ⁶Univ. of California, ⁷Purdue Univ.

Neutron activation cross sections for Bi and Co at 386 MeV were measured by activation method. A quasi-mono energetic neutron beam was produced using the ${}^7\text{Li}(p,n)$ reaction. The energy spectrum of these neutrons has a high-energy peak (386 MeV) and a low-energy tail. Two neutron beams, 0° and 25° from the proton beam axis, were used for sample irradiation, enabling a correction for the contribution of the low-energy neutrons. The neutron-induced activation cross sections were estimated by subtracting the reaction rates of irradiated samples for 25° irradiation from those of 0° irradiation. The measured cross sections were compared with the findings of other studies, evaluated in relation to nuclear data files and the calculated data by Particle and Heavy Ion Transport code System code.

Published as Radiat. Prot. Dosimetry 161, 139-143 (2014)

1.19 Measurements of cross sections for production of light nuclides by 300 MeV proton bombardment of Cu and Y

S. Sekimoto^a, T. Omoto^b, H. Joto^a, T. Utsunomiya^a, H. Yashima^a, K. Ninomiya^c, K.C. Welten^d,
M.W. Caffee^e, Y. Matsushi^f, H. Matsuzaki^f, R. Nakagaki^b, T. Shima^g, N. Takahashi^b, A. Shinohara^b,
H. Matsumura^h, D. Satoh^c, Y. Iwamoto^c, M. Hagiwara^h, K. Nishiizumi^d, S. Shibata^a
^aKyoto Univ., ^bOsaka Univ., ^cJAEA, ^dUniv. of California, Berkeley, ^ePurdue Univ., ^fUniv. of Tokyo,
^gOsaka Univ., ^hKEK

The production cross sections of ¹⁰Be, ²⁶Al and ³⁶Cl produced from Cu and Y targets irradiated with 300 MeV protons were measured by accelerator mass spectrometry. Using these cross section values in conjunction with those of the spallation products we confirm that nuclear fragmentation contributes to production of ¹⁰Be in the 300 MeV proton-induced reactions for Cu and Y. These cross sections obtained are compared to cross sections of ¹⁰Be, ²⁶Al and ³⁶Cl from 300 MeV proton-induced reactions for other target elements. We also confirm that the cross section values of ¹⁰Be and ³⁶Cl for Cu and Y are consistent with the tendency of those cross section values to decrease with increasing target mass.

Published as Nucl. Instrum. Meth. B 294, 475-478 (2013).

1.20 Neutron Dosimetry in Quasi-Monoenergetic Fields of 244 and 387 MeV

V. Mares¹, C. Pioch¹, W. Rühm¹, H. Iwase², Y. Iwamoto³, M. Hagiwara², D. Satoh³, H. Yashima⁴, T. Itoga⁵,
T. Sato³, Y. Nakane³, H. Nakashima³, Y. Sakamoto³, T. Matsumoto⁶, A. Masuda⁶, H. Harano⁶,
J. Nishiyama⁶, C. Theis⁷, E. Feldbaumer⁷, L. Jaegerhofer⁷, A. Tamii⁸, K. Hatanaka⁸ and T. Nakamura⁹
¹Helmholtz Zentrum München Neuherberg, ²KEK, ³JAEA, ⁴Kyoto Univ., ⁵JASRI, ⁶AIST, ⁷CERN,
⁸Osaka Univ., ⁹Tohoku Univ.

This paper describes the results of neutron spectrometry and dose measurements using a Bonner Sphere Spectrometer (BSS) at the ring cyclotron facility of the Research Center for Nuclear Physics (RCNP), Osaka University, Japan. Quasi-monoenergetic neutron fields were generated using the reaction and 246 and 389 MeV protons. Neutrons produced at 0 and 30 emission angles were extracted into a time-of-flight (TOF) tunnel, and the energy spectra were measured at a distance of 35m from the target. To deduce the corresponding neutron spectra from thermal to the nominal maximum energy, the BSS data were unfolded using the MSANDB code and response functions were calculated by Monte Carlo (MC) methods. These spectra are compared to spectral measurements using NE213 organic liquid scintillators applying the TOF method. The results are discussed in terms of ambient dose equivalent and compared with the readings of

other instruments operated during the experiment

Published as Nuclear Science, IEEE Transactions on 60 (1), 299-304 (2013).

1.21 Experimental Method for Neutron Elastic Scattering Cross-Section Measurement in Intermediate Energy Region at RCNP

D. Satoh¹, Y. Iwamoto¹, M. Hagiwara², H. Iwase², H. Yashima³, T. Sanami², T. Sato¹, A. Endo¹,
Y. Sakamoto¹, Y. Nakane¹, H. Nakashima¹, T. Nakamura⁴, A. Tamii⁵ and Hatanaka⁵
¹ JAEA, ² KEK, ³ Kyoto Univ., ⁴ Tohoku Univ., ⁵ Osaka Univ.

The applicability of an experimental method for neutron elastic scattering cross-section measurement using liquid organic scintillators and time-of-flight (TOF) technique was examined for quasi-monoenergetic neutron beams in the intermediate energy region above 100 MeV at the Research Center for Nuclear Physics (RCNP) of Osaka University, Japan. The elastic scattering neutrons were discriminated from the inelastic ones by the difference of their TOF. The results for carbon at 134 MeV were compared with the other experimental data obtained by a proton-recoil telescope. It was found that the experimental method proposed in this study is applicable to the measurement of elastic scattering cross sections with sufficient precision.

Published as Progress in Nuclear Science and Technology (Internet), 1, 20 - 23, 2011/021

1.22 Methodology for the neutron time of flight measurement of 120-GeV proton-induced reactions on a thick copper target

T. Sanami¹, Y. Iwamoto², T. Kajimoto³, N. Shigyo³, M. Hagiwara¹, H. S. Lee⁴, E. Ramberg⁵, R. Coleman⁵,
A. Soha⁵, D. Jensen⁵, A. Leveling⁵, N. V. Mokhov⁵, D. Boehnlein⁵, K. Vaziri⁵, K. Ishibashi³, Y. Sakamoto²,
H. Nakashima²
¹ KEK, ² JAEA, ³ Kyushu Univ. ⁴ PAL, ⁵ FANL

A methodology for the time-of-flight measurement of the neutron energy spectrum for a high-energy proton-beam-induced reaction was established at the Fermilab Test Beam Facility of the Fermi National Accelerator Laboratory. The 120-GeV proton beam with 3×10^5 protons/spill was prepared for event-by-event counting of incident protons and emitted neutrons for time-of-flight energy determination. An NE213 organic liquid scintillator (12.7 cm in diameter by 12.7 cm in length) was employed with a veto plastic scintillator and a pulse-shape discrimination technique to identify neutrons. Raw waveforms of

NE213, veto and beam detectors were recorded to discriminate the effects of multi-proton beam events by considering different time windows. The neutron energy spectrum ranging from 10 to 800 MeV was obtained for a 60-cm-long copper target at 90° with respect to the beam axis. The obtained spectrum was consistent with that deduced employing the conventional unfolding technique as well as that obtained in a 40-GeV/c thin-target experiment.

Published as Nucl. Instrum. Meth. B 274 26-35(2014)

1.23 Measurements and parameterization of neutron energy spectra from targets bombarded with 120 GeV protons

T. Kajimoto¹, N. Shigyo¹, T. Sanami², Y. Iwamoto³, M. Hagiwara², H.S. Lee⁴, A. Soha⁵, E. Ramberg⁵,
R. Coleman⁵, D. Jensen⁵, A. Leveling⁵, N.V. Mokhov⁵, D. Boehnlein⁵, K. Vaziri⁵, Y. Sakamoto³,
K. Ishibashi¹, H. Nakashima³

¹Kyushu univ., ²KEK, ³JAEA, ⁴PAL, ⁵FANL

The energy spectra of neutrons were measured by a time-of-flight method for 120 GeV protons on thick graphite, aluminum, copper, and tungsten targets with an NE213 scintillator at the Fermilab Test Beam Facility. Neutron energy spectra were obtained between 25 and 3000 MeV at emission angles of 30°, 45°, 120°, and 150°. The spectra were parameterized as neutron emissions from three moving sources and then compared with theoretical spectra calculated by PHITS and FLUKA codes. The yields of the theoretical spectra were substantially underestimated compared with the yields of measured spectra. The integrated neutron yields from 25 to 3000 MeV calculated with PHITS code were 16–36% of the experimental yields and those calculated with FLUKA code were 26–57% of the experimental yields for all targets and emission angles.

Published as Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B 337(15) 68-77(2014)

1.24 Research activities on JASMIN: Japanese and American Study of Muon Interaction and Neutron detection

H. Nakashima^a, N. V. Mokhov^b, Y. Kasugai^a, N. Matsuda^a, Y. Iwamoto^a, Y. Sakamoto^a, D. Boehnlein^b,
A. Leveling^b, K. Vaziri^b, R. Coleman^b, D. Jensen^b, E. Ramberg^b, A. Soha^b, T. Sanami^c, H. Matsumura^c,
M. Hagiwara^c, A. Toyoda^c, H. Iwase^c, H. Hirayama^c, T. Nakamura^d, S. Sekimoto^c, H. Yashima^c,
T. Kajimoto^f, N. Shigyo^f, K. Ishibashi^f, N. Nakao^g, N. Kinoshita^g, K. Oishi^g, H. S. Lee^h and K. Niitaⁱ

^a JAEA, ^b FNAL, ^c KEK, ^d Tohoku Univ., ^e Kyoto Univ., ^f Kyushu Univ., ^g Shimizu Corporation, ^h PAL,

ⁱ RIST

In order to investigate the accuracy of high-energy radiation transport codes based on experimental data, the collaboration; Japanese and American Study of Muon Interaction and Neutron detection (JASMIN), has been formed among many institutions and universities of Japan and U.S.A. A series of experiments have been conducted at the Fermilab Pbar target station, the NuMI beam line and the Fermilab Test Beam Facility (FTBF). In this paper the research activities are reviewed.

Published as Progress in Nuclear Science and Technology (Internet), 4, 191 - 196, 2014/04

1.25 Measurement of thick target neutron energy spectra at 15 and 90 degrees bombarded with 120-GeV protons

Y. Iwamoto¹, T. Sanami², T. Kajimoto³, N. Shigyo³, M. Hagiwara², H.S. Lee⁴, A. Soha⁵, E.Ramberg⁵,
R.Coleman⁵, D.Jensen⁵, A. Leveling⁵, N.V. Mokhov⁵, D.Borehen⁵, K. Vazli⁵, Y. Sakamoto¹ and
H. Nakashima¹

¹JAEA, ²KEK, ³Kyushu Univ., ⁴PAL, ⁵FNAL

Neutron energy spectra at 15° and 90° produced from aluminum, copper and tungsten targets bombarded with 120-GeV protons were measured at Fermilab Test Beam Facility. The target thicknesses were 50 cm for aluminum, 20 cm and 40 cm for copper, and 10 cm for tungsten, respectively. The neutron time-of-flight measurements were performed using an NE213 organic liquid scintillator (12.7 cm diameter, 12.7 cm long) at 5.2 m for 90° and 8.0 m for 15° measuring from the center of the target to the surface of the detector. The raw signals (waveforms) obtained from photomultiplier tubes were recorded using the 10 bit digitizer (Agilent-Acqiris DC282) with 0.5 ns sampling and 500 ns duration. To compare the experimental results, Monte Carlo calculations with the PHITS, FLUKA and MARS codes were performed. It was found that these calculated results at 90° underestimate the experimental results due to the strong forward emission of particles in the models, while calculated results at 15° gives good agreement with the data.

Published as Progress in Nuclear Science and Technology (Internet), 3, 65 - 68, 2012/10

1.26 Shielding Experiments at High Energy Accelerators of Fermilab(I) - Dose Rate Around High Intensity Muon Beam -

T. Sanami¹, Y. Iwamoto², N. Shigyo³, M. Hagiwara¹, H. S. Lee⁴, A. Leveling⁵, K. Vazili⁵,
D. Boehnlein⁵, N. Mokhov⁵, Y. Sakamoto², H. Nakashima² and members of JASMIN collaboration

¹KEK, ²JAEA, ³Kyushu Univ., ⁴PAL, ⁵FNAL

JASMIN - Japanese and American Study of Muon Interaction and Neutron detection - a program for studies of shielding and irradiation effect around high energy accelerators has been started since 2007 using high energy proton accelerators located in Fermi National Accelerator Laboratory (FNAL) as a collaboration of JAPAN and FNAL. The series of the presentations entitled “Shielding experiments at high energy accelerators of Fermilab” describes the part of the results of this collaboration regarding transport of secondary particles, neutron and muon, from 120 GeV proton induced reactions through experimental data and simulation. In this paper, behavior and associated radiation dose of high energy muons in tens of meter thick rock are measured using OSLs, CR39s, TLDs and an ionization chamber. The doses for the same geometrical condition of the experiment are calculated using multi-particle Monte Carlo simulation code, MARS, to check its predictive power for muon transport and the dose. From this comparison, consistency between the experiment and calculation is confirmed in 60 m thick rock. The calculation enables to separate contributions of each particle to the dose. The result shows considerable amount of the contribution to the dose from electrons, photons and neutrons from electro-magnetic cascade due to interaction of high energy muon.

Published as Progress in Nuclear Science and Technology (Internet), 1, 44 - 47, 2011/02

1.27 Shielding Experiments at High Energy Accelerators of Fermilab (III): Neutron Spectrum Measurements in Intense Pulsed Neutron Fields of The 120-GeV Proton Facility Using A Current Bonner Sphere Technique

M. Hagiwara¹, T. Sanami¹, Y. Iwamoto², H. Arakawa³, N. Shigyo³, N. Mokhov⁴, A. Leveling⁴,
D. Boehnlein⁴, V. Kamran⁴, T. Nakamura^{5,6}, K. Oishi⁶, H. Hirayama¹, H. Nakashima², Y. Sakamoto²
and members of JASMIN collaboration

¹KEK, ²JAEA, ³Kyushu Univ., ⁴FNAL ⁵Tohoku Univ., ⁶Shimizu Co.

Neutron energy spectra behind iron and concrete shields have been measured at the anti-proton production target station in Fermi National Accelerator Laboratory to provide shielding benchmark data of neutrons produced from 120-GeV proton induced reaction. To measure neutron spectra in the radiation bursts accompanied by the injection of intense pulsed proton beam into the target, we have developed a current readout technique of a multi-moderator spectrometer. We employed a pair of BF₃ proportional counters filled with different ¹⁰B isotope enrichment gases, ^{nat}BF₃ (18% enrichment) and ¹⁰BF₃ (96% enrichment) and used them as current readout ionization chambers to avoid signal pile-up problem. The spectrometer is aimed to discriminate neutrons from other particles such as gamma-rays and muons incoming in short bursts by subtracting results of the ^{nat}BF₃ counter from that of the ¹⁰BF₃ counter. The neutron spectrum obtained with the present technique is generally consistent with results of

neutron-induced activation measurements.

Published as Progress in Nuclear Science and Technology (Internet), 1, 52 - 56, 2011/02

1.28 Shielding Experiments at High Energy Accelerators of Fermilab (IV) - Calculation Analyses -

N. Matsuda¹, Y. Kasugai¹, H. Matsumura², H. Yashima³, H. Iwase², N. Kinoshita², T. Sanami²,
N. Mokhov⁴, A. Leveling⁴, D. Boehnlein⁴, K. Vazili⁴, L. Gary⁴, S. Wayne⁴, T. Nakamura⁵, K. Oishi⁶,
H. Hirayama², K. Ishibashi⁷, K. Niita⁸, Y. Sakamoto¹, H. Nakashima¹ and members of JASMIN collaboration
¹JAEA, ²KEK, ³Kyoto Univ., ⁴FNAL, ⁵Tohoku Univ., ⁶Shimizu Co.,
⁷Kyushu Univ., ⁸RIST

JASMIN - Japanese and American Study of Muon Interaction and Neutron detection - a program for studies of shielding and irradiation effect around high energy accelerators has been started until 2007 using high energy proton accelerators located in Fermi National Accelerator Laboratory (FNAL) as a collaboration of JAPAN and FNAL. The series of the presentations entitled “Shielding experiments at high energy accelerators of Fermilab” describes the part of the results of this collaboration regarding transport of secondary particles, neutron and muon, from 120 GeV proton induced reactions through experimental data and simulation. In this paper, calculation analyses using high energy particle transport Monte Carlo calculation codes, PHITS, MARS and MCNPX, for the experiments carried out at the anti-proton production target station were performed with a simplified two-dimensional geometry to validate the accuracy of spatial distribution of reaction rate in iron shield and the attenuation length. The calculation results were good agreement with the obtained experimental data for the spatial distribution. Neutron attenuation lengths of iron were also given by the data. Tendencies of the attenuation length of iron were found the PHITS and MARS values were larger and the MCNPX values were smaller than the data.

Published as Progress in Nuclear Science and Technology (Internet), 1, 57 - 60, 2011/02

1.29 Quasi-monoenergetic 200 keV photon field using a radioactive source with backscatter layout

S. M. Tajudin¹, Y. Namito^{1,2}, T. Sanami^{1,2}, H. Hirayama²
¹SOKENDAI, ²KEK

A quasi-monoenergetic photon field with energy of ~ 200 keV was obtained using a radioactive source with a backscatter layout. The backscatter layout allows the calibration of a dosimeter for two different energies with a single radioactive source. The setup was optimized through calculations and experiments to minimize the low energy component and to obtain field uniformity. The optimal backscatter layout was found to comprise a 1×1 m² steel floor, a radioactive source placed 20 cm above the floor, and a 10-cm cubic lead block placed directly above the source. Under the proposed layout and using a 208-MBq Cs-137 source, a monoenergetic photon field with 190 ± 9.6 keV (FWHM) and a dose rate of 3.18 ± 0.18 μ Sv/h was obtained within a $10 \times 10 \times 10$ cm³ area, at a distance of 15 to 25 cm above the lead block.

Published as Japanese Journal of Applied Physics, 53 116401 (2014).

1.30 Radioactivity measurement of Sr/Y-90 mixed with Cs-134 and Cs-137 using large solid angle detectors without chemical separation

Y. Unno^{1,2}, T. Sanami^{1,3}, M. Hagiwara^{1,3}, S. Sasaki^{1,3}, A. Yunoki²,

¹SOKENDAI, ²AIST, ³KEK

We proposed a method to measure the radioactivity of Sr/Y-90 in the mixture of Cs-134 and Cs-137 without chemical pretreatment. It was realized by subtracting the electrons produced in Cs-134 and Cs-137 from entire electron emission rate that can be determined by the efficiency tracer technique in the $4\pi\beta\text{-}\gamma$ coincidence counting method. The radioactivity of Cs-134 and Cs-137 can be determined by gamma ray spectrometry. The measurements were conducted using plastic and NaI(Tl) scintillation detector with a large solid angle. The validity of the measurement method was shown by agreement of the results with the known radioactivities.

Published as Journal of Nuclear Science and Technology, 51(3) 376-384 (2014).

1.31 Application of beta coincidence to nuclide identification of radioactive samples contaminated by the accident at the Fukushima Nuclear Power Plant

Y. Unno^{1,2}, T. Sanami^{1,3}, M. Hagiwara^{1,3}, S. Sasaki^{1,3}, A. Yunoki²,

¹SOKENDAI, ²AIST, ³KEK

We proposed a new method to determine the activity of each nuclide in a mixture of Cs-134, Cs-137 and Sr/Y-90. The point of this new measurement method is simultaneous counting between beta and gamma ray detection. We assembled a setup that employs plastic and NaI(Tl) scintillation detectors for beta- and

gamma-ray detection, respectively. The obtained result shows that discrimination of Cs-134 and Cs-137 was successfully achieved. Radioactivity determined by measurement was in agreement with one prepared as a mixture. The results show that the method can be adapted to measure the radioactivity of samples contaminated by the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant.

Published as Progress in Nuclear Science and Technology, 4, 90-93(2014)

1.32 Basic performance of a position-sensitive tissue-equivalent proportional chamber (PS-TEPC)

Y. Kishimoto¹, S. Sasaki¹, K. Saito¹, K. Takahashi¹, T. Doke², K. Miuchi³, T. Fuse⁴, A. Nagamatsu⁴,
Y. Uchihori⁵, H. Kitamura⁵, K. Terasawa^{6,4}
¹KEK, ²Waseda Univ., ³Kobe Univ., ⁴JAXA, ⁵NIRS, ⁶Keio Univ.

The characteristics and performance of the prototype of a Position-Sensitive Tissue-Equivalent Proportional Chamber (PS-TEPC), consisting of a miniaturized micro-pixel chamber (μ -PIC), were investigated. The gas-gain curve of the μ -PIC and an approximate function with which to convert measured collected charge into the primary charge ionized by incident heavy-ion particles were obtained. The measured Linear Energy Transfer (LET) indicated good agreement with that of the injected beam calculated using SRIM2008 code in the LET range from 0.4 to 180 keV/ μ m, which roughly covers the whole LET range required for space dosimeters. As expected, the measured energy resolution improved with increasing LET of the injected beam. It was estimated to be 27% for 0.4 keV/ μ m, which is just about the LET of minimum-ionizing particles. Consequently, it was confirmed that the PS-TEPC exhibits no significant undesirable feature but is well suited for space dosimetry.

Published as Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 732, 591-594 (2013)

1.33 Systematic Measurement of Lineal Energy Distributions for Proton He and Si Ion Beams over A Wide Energy Range Using A Wall-less Tissue Equivalent Proportional Counter

S. Tsuda¹, T. Sato¹, F. Takahashi¹, D. Satoh¹, S. Sasaki², Y. Namito², H. Iwase²,
S. Ban², M. Takada³,
¹JAEA, ²KEK, ³NIRS

The frequency distributions of the lineal energy, y , of 160 MeV proton, 150 MeV/u helium, and 490

MeV/u silicon ion beams were measured using a wall-less tissue equivalent proportional counter (TEPC) with a site size of 0.72 μm . The measured frequency distributions of y as well as the dose-mean values, agree with the corresponding data calculated using the microdosimetric function of the particle and heavy ion transport code system PHITS. The values of increase in the range of LET below $\sim 10 \text{ keV } \mu\text{m}^{-1}$ because of discrete energy deposition by delta rays, while the relation is reversed above $\sim 10 \text{ keV } \mu\text{m}^{-1}$ as the amount of energy escaping via delta rays increases. These results indicate that care should be taken with the difference between and LET when estimating the ionization density that usually relates to relative biological effectiveness (RBE) of energetic heavy ions.

Published in J. Radiat. Res., 53, 264-271(2012).

1.34 Present Status of the Experimental Determination of W-value

S. Sasaki, T. Sanami, K. Saito, K. Iijima, Y. Kishimoto

KEK

The experimental determinations of W-value, the average energy required to produce an ion pair by a charged particle in gases, have been attempted by many researchers since just after the discovery of radiation. From these experiments, W has become to be established in many gases, and to be known as being almost constant for electrons and protons over a wide range of energy. Still at present, however, some of gases have no established values of W , and there are few data of W for heavy charged particles (ions), which is known to show the dependence on particle energies. Some important properties of W , such as dependences of particle Z and the gas pressure, are not sufficiently clear. In this article, the present status of W is reviewed, and the problems in measurements of W are discussed.

Published in RADIOISOTOPES, Vol.61, No.8, 415-427 (2012).

The related topics were presented as "Experimental Determination of W for High Energy Heavy Charged Particles in Gases" at IEEE 2013 Nuclear Science Symposium (COEX, Seoul, Korea, Oct.27-Nov.2, 2013).

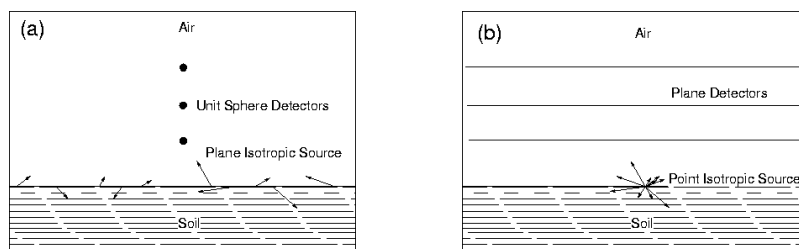
2. Experimental Technology and Monte Carlo Simulation Related to Radiation Shielding

2.1 Transformation of a system consisting of plane isotropic source and unit sphere detector into a system consisting of point isotropic source and plane detector in Monte Carlo radiation transport calculation

Y. Namito, H. Nakamura, A. Toyoda, K. Iijima, H. Iwase, S. Ban and H. Hirayama

KEK

In a nuclear power plant accident, radioactive nuclides may be released which are distributed uniformly on the ground. If estimation of dose rate from such a source by a Monte Carlo calculation is attempted, some difficulty is encountered because the calculation efficiency is very low (Fig. (a)). To solve this low efficiency problem, we show that a plane isotropic source can be transformed into a point isotropic source by changing the detector shape from a unit sphere to a plane (Fig. (b)). We verified the validity of this transformation by the numerical comparison of unscattered photon fluence. As an example of this transformation, the ambient dose rate D_i was calculated from the uniform radioactive nuclide distribution on the ground using the EGS5 Monte Carlo code. We also measured the radioactivity and ambient dose rate (M) on the KEK campus within a month after the releases from the Fukushima No. 1 Nuclear Power Plant accident. Using radioactivity data and D_i , we calculated the ambient dose rate (C). The calculated and measured ambient dose rates agreed reasonably well; their ratio (C/M) was 0.62 to 1.28.



Published in J. Nucl. Sci. Technol, Vol. 49, 167-172 (2012) (KEK Preprint 2011-13).

2.2 Progress and prospects of calculation methods for radiation shielding

H. Hirayama¹, H. Nakashima², M. Morishima³, M. Uematsu⁴ and O. Sato⁵

¹KEK, ²JAEA, ³Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., ⁴Toshiba Corporation Power Systems Company,

⁵Mitsubishi Research Institute, Inc.

Progress in calculation methods for radiation shielding are reviewed based on the activities of research committees related to radiation shielding fields established in the Atomic Energy Society of Japan. A technological roadmap for the field of radiation shielding; progress and prospects for specific shielding calculation methods such as the Monte Carlo, discrete ordinate Sn transport, and simplified methods; and shielding experiments used to validate calculation methods are presented in this paper.

In this review, the “Technological Roadmap in the Radiation Shielding Field,” prepared by the “Radiation Shielding” research committee established in the AESJ, is first presented for considering future prospects, technological levels that need to be confirmed in light of current needs, and remaining issues that need to be resolved for technological development. Subsequently, the progress and prospects of individual calculation methods for radiation shielding, such as the Monte Carlo, discrete ordinate Sn transport, and simplified calculation methods, are presented. Finally, shielding experiments used to establish benchmarks for shielding calculation methods are presented.

Activities of the standardization of shielding codes recently appear for licensing in Japan. Currently, old shielding design codes developed and imported a few decades ago have been used mainly for licensing in Japan, although many codes have been modified and newly developed. Thus, the newest knowledge has not been applied for licensing except for some special cases. Moreover, code copyright and export control problems have come to the forefront in the last few years. To overcome these problems, it is better that a protocol to accept new codes is defined and stated clearly by an authority. The protocol may include processes to develop codes, evidence of reliability of the codes provided by the developers, an endorsement of the codes by authorities, and a demonstration that the code is standardized. Additionally to guarantee reliability, validation and verification of the codes may be carried out in the processes of development and maintenance.

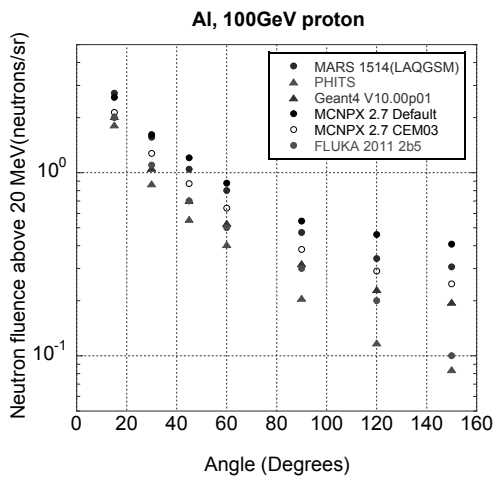
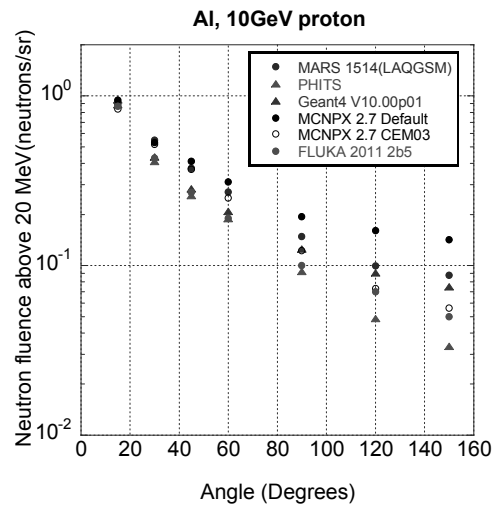
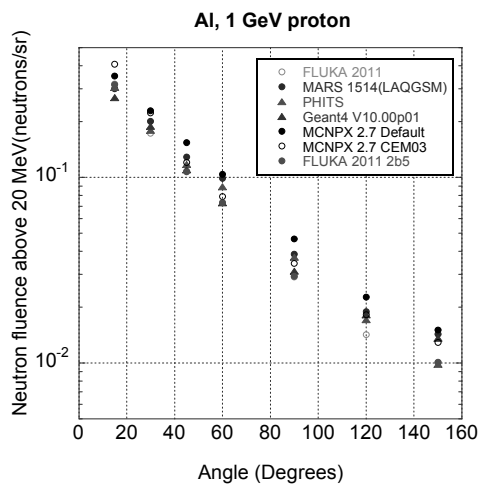
Published in J. Nucl. Sci. Technol, 52 (2015) 1139-1362.

2.3 Inter-comparison of particle production

H. Hirayama and T. Sanami

KEK

In accordance with the discussion at SATIF-11, the inter-comparison was performed on neutron production by 1, 10 and 100 GeV protons from thick targets of Al, Cu and Au. This paper presents a comparison of the neutron angular spectrum and fluence above 20 MeV provided by six groups.



Neutron angular fluence above 20 MeV from the Al target

Summary of Contributors

Name of participants and organizations	Code	Data Base	Physical model
Lucia Sarchiapone and Demetre Zafiroopoulos (INFN)	FLUKA 2011[9,10]	Physical Models and Event generators inside the FLUKA code	
Stefan Roesler (CERN)	FLUKA Version 2011.2b.5 [9,10]		Peanut model
Toshiya Sanami (KEK)	MARS 1514 [11-14]	Original MARS	LAQGSM
Norihiro MATSUDA (JAEA) and PHITS development team	PHITS [15,16]	Original (PHITS)	INCL4.6(<3GeV)+JAM(>3GeV)+GEM
Koi, Tatsumi (SLAC)	Geant4 v10.00.p01 (use "Shielding" physics list) [17,18]		BERT style cascade up to 5GeV and from 4 GeV Fritof (FTF) string model
Irina Popova (ORNL)	MCNPX version 2.7 [19]	ENDF7	default CEM03

Presented at Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities - SATIF 12", April 23-30(2014), FNAL, Batabia, Illinois, United State.

2.4 Dosimetric properties of radiophotoluminescent glass detector in low-energy photon beams

N. Kadoya¹, K. Shimomura¹, S. Kitoh¹, Y. Shiota¹, Y. Fujita¹, S. Dobashi¹, K. Takeda¹, Y. Namito²,
S. Ban², S. Koyama¹, K. Tabushi¹

¹Nagoya Univ., ²KEK

Purpose: A radiophotoluminescent glass rod dosimeter (RGD) has recently become commercially available. It is being increasingly used for dosimetry in radiotherapy to measure the absorbed dose including scattered low-energy photons on the body surface of a patient and for postal dosimetry audit. In this article, the dosimetric properties of the RGD, including energy dependence of the dose response, reproducibility, variation in data obtained by the RGD for each energy, and angular dependence in low-energy photons, are discussed.

Methods: An RGD (GD-301, Asahi Techno Glass Corporation, Shizuoka, Japan) was irradiated with monochromatic low-energy photon beams generated by synchrotron radiation at Photon Factory, High Energy Accelerator Research Organization (KEK). The size of GD-301 was 1.5 mm in diameter and 8.5 mm in length and the active dose readout volume being 1 mm diameter and 0.6 mm depth located 0.7 mm from the end of the detector. The energy dependence of the dose response and reproducibility and variation were investigated for RGDs irradiated with a plastic holder and those irradiated without the

plastic holder. Response of the RGD was obtained by not only conventional single field irradiation but also bilateral irradiation. Angular dependence of the RGD was measured in the range of 0° to 90° for 13, 17, 40, and 80 keV photon beams by conventional single field irradiation.

Results: The dose responses had a peak at around 40 keV. For the energy range of less than 25 keV, all dose response curves steeply decreased in comparison with the ratio of mass energy absorption coefficient of the RGD to that of air. As for the reproducibility and variation in data obtained by the RGD, the coefficient of variance increased with decrease in photon energy. Furthermore, the variation for bilateral irradiation was less than that for single field irradiation. Regarding angular dependence of the RGD, for energies of 13 and 17 keV, the response decreased with increase in the irradiation angle, and the minimum values were 93.5% and 86%, respectively (Figure).

Conclusions: Our results showed the dosimetric properties of the RGD, including the energy dependence of the dose response, reproducibility, variation, and angular dependence in low-energy photons and suggest that the accuracy of the absorbed dose in low-energy photons is affected by the readout method and the distribution of radiophotoluminescence centers in the RGD.

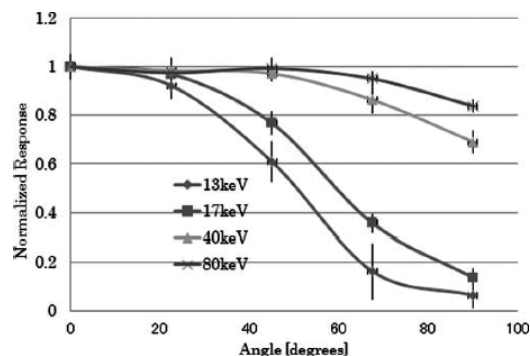


Fig. Angular dependence results of the RGD.

Published in Med. Phys. Vol 39 5910-5916 (2012)

2.5 Monte Carlo transport calculation of photon and electron --- Its Contents and Application

Y. Namito and H. Hirayama

KEK

When we calculate transport of photon and electron in matter, energy is transferred from photon to electron and vice versa, then number of photon and electron increases quickly. This kind of calculation is conveniently done using Monte Carlo method rather than using deterministic method. We describe on the

contents and use of Monte Carlo photon and electron transport code in this article. The description is mainly on EGS5 code, which authors have been participate in the development.

Published in Radioisotopes Vol.63 443-451 (2014) (In Japanese).

2.6 Current status of EGS5 code

Y. Namito¹, H. Hirayama¹, A. F. Bielajew², S. J. Wilderman², and W. R. Nelson³

¹KEK, ²U. Michigan, ³SLAC

The EGS (Electron-Gamma Shower) code system is a general purpose package for the Monte Carlo simulation on the coupled transport of electrons and photons in the energy region from a few keV up to several hundred GeV. In the EGS5 Code System, the radiation transport of electrons/positrons or photons can be simulated in any element, compound, or mixture. The dynamic range of photon energies is between 1 keV and several thousand GeV. In EGS5 the geometry is specified by a user-written subroutine with auxiliary geometry routines for planes, cylinders, cones, spheres and so on, and the MORSE-CG Combinatorial Geometry package. EGS5 takes into account various physics processes: (1) Bremsstrahlung production, (2) Positron annihilation in flight and at rest, (3) Moliere multiple scattering, (Goudsmit-Saunderson multiple scattering which can be included by means of an option) (4) Moller and Bhabha scattering, (5) Continuous energy loss applied to charged-particle tracks between discrete interactions, (6) Total stopping power which consists of soft bremsstrahlung and collision loss terms, (7) Collision loss determined by the restricted Bethe-Bloch stopping power with Sternheimer treatment of the density effect, (8) Pair production, (9) Compton scattering, (10) Coherent (Rayleigh) scattering and (11) Photoelectric effect. About bias reduction in EGS5, using of phase space file is the most popular way.

Presented at IEEE Nuclear Science Symposium, (27 Oct.-2 Nov 2013, Seoul, Korea).

2.7 Fundamental study on applying organic photodiodes fabricated on plastic scintillator to X-ray distribution measurement

E. Takada¹, K. Fujii¹, H. Imai¹, Y. Namito², T. Nakamura³ and H. Okada⁴,

¹ National Institute of Technology Toyama College, ² KEK, ³ Tohoku Univ., ⁴ Univ. of Toyama

Organic photodiodes (OPDs) have attracted considerable interest in the field of photonics devices because they can be used for large-area and flexible photodetectors. To increase their applicability to radiation measurement, the authors have been trying to enhance their measuring efficiency to X-ray. In a previous

study, it has been shown that X-ray induced current was increased by fabricating the bulk hetero junction structure directly on plastic scintillator. In the present study, the authors have fabricated several sensing areas on a single plastic scintillator plate and studied its applicability to X-ray distribution measurement. The device structure of bulk hetero junction OPD was plastic scintillator plate (1 mm or 5 mm)/ IZO (200nm)/ PEDOT: PSS (30 nm) / PCBM: P3HT (300 nm) / Al (70 nm) with sensing area of 2 mm × 4 mm. We fabricated three or five sensing areas on one plastic scintillator plate. From the experimental results with collimated mono energy X-ray, it has been shown that X-ray distribution measurement is possible with these simple device structure.

Presented at IEEE Nuclear Science Symposium, (8-15 Nov 2014, Seattle USA).

3. Nuclear Chemistry and Radiochemistry

3.1 Study for muon capture phenomena for low-pressure CO, CO₂ and COS molecules

G. Yoshida, K. Ninomiya, M. Inagaki, A. Shinohara, W. Higemoto¹, T. U. Ito¹,
M. K. Kubo², P. Strasser³, N. Kawamura³, K. Shimomura³, Y. Miyake³ and T. Miura³
Osaka Univ., ¹JAEA, ²ICU, ³J-PARC(KEK)

Muonic atom is an atomic system that has one negatively charged muon instead of an electron. It is known that muonic atom formation processes are strongly influenced by the chemical environment of muon capturing atom. In this study, to examine chemical environmental effect in muonic atom formation process, we performed muon irradiation experiment for low pressure simple gaseous molecules; CO, CO₂ and COS, with 0.1 – 0.4 bar at D1 experimental area in J-PARC/MUSE, and measured muonic X-ray intensities emitted after muonic atom formation.

We determined muon capture probabilities for each element and initial state of captured muon from muonic X-ray spectra. In this study, we found that muon capture phenomena in O atoms among these molecules are very similar. On the other hand, muon capture phenomena in C atoms among these molecules are very different. The muon captured in C atom for CO molecule has small angular momentum quantum number than these for CO₂ and COS molecules.

3.2 Chemical environmental effect in muon transfer process for C₆H₆ and C₆H₁₂ molecules

M. Inagaki, K. Ninomiya, G. Yoshida, Y. Kasamatsu, A. Shinohara, W. Higemoto¹, T. U. Ito¹,
M. K. Kubo², P. Strasser³, N. Kawamura³, K. Shimomura³, Y. Miyake³ and T. Miura³
Osaka Univ., ¹JAEA, ²ICU, ³J-PARC(KEK)

Muon transfer reaction is one of the muonic atom formation processes that observed only in hydrogen containing system. In muon transfer reaction, firstly, muon hydrogen atom is formed, and then the muon transfers to the other nucleus because the muonic hydrogen can approach to the nucleus without nuclear repulsion. In this study, muonic atom formation process via muon transfer reaction has studied for benzene (C₆H₆) and cyclohexane (C₆H₁₂) molecules to examine chemical environmental effect in muon transfer reaction.

The muon irradiation experiments were performed in two experimental condition; high density liquid and low density gaseous samples. Muonic X-rays emitted after muonic atom formation were measured, and

muon transfer rate were determined from muonic X-ray intensities. In high density samples, we found muon transfer rate in C₆H₆ system was approximately 1.5 times higher than that in C₆H₁₂. On the other hand, there were no differences in low density samples. We conclude that chemical environmental effect in muon transfer was appeared only in high density condition, that was also reported in pion transfer reaction in the same sample system.

3.3 Comparison of Particle Size of Radiation-induced Radioactive Aerosols between Two Proton Accelerators

Y. Oki, N. Osada¹, T. Miura², Y. Ishi, T. Uesugi, Y. Kuriyama and M. Sakamoto

KURRI, ¹Okayama Univ., ²KEK

Particle size of radiation-induced aerosols in air of accelerator rooms is very important information on radiation protection because the aerosols become carriers of radioactive atoms produced through nuclear reactions in the air. In this work, the size distributions of the radioactive aerosols was measured in the 150-MeV FFAG proton accelerator in KURRI using a graded screen array or a screen-type diffusion battery. The particle diameter was found to be in the range of 20 to 80 nm for the ⁷Be aerosol particles. It was compared with that previously obtained in the former 12-GeV proton synchrotron (PS) in KEK, and the formation mechanism of the aerosols was discussed.

3.4 Particle Size of Aerosols Generated from Molten Activated Metals in High-Energy Proton Accelerator Facilities

Y. Oki, T. Miura¹, H. Matsumura¹ and K. Masumoto¹

KURRI, ¹KEK

Radioactive aerosols formed by heating of activated metals were studied using an induction furnace. The metal samples containing various radionuclides were prepared by activation in a high-energy proton accelerator. They were melted under an argon atmosphere using the high-frequency induction furnace system. The generated radioactive aerosols were collected with a cascade impactor to analyze their particle size distribution. The preliminary results for the radioactive iron sample showed that volatile radionuclides, such as ²²Na and ⁵⁴Mn, were easily concentrated in the aerosols, and that all radionuclides except for ⁴⁶Sc had similar particle size distributions. These results have a similar tendency to those for thermal cutting of the activated metals reported previously. This work may give us useful information about the generation mechanism of the radioactive aerosols in the J-PARC accident in 2013 and the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident.

3.5 Concentration of radionuclides in J-PARC accelerator tunnel and the surrounding area.

J. Kitagawa^{1,2}, M. Hagiwara^{1,2}, T. Miura^{1,2}, A. Kanai³, K. Seki^{1,4}

¹J-PARC, ²KEK, ³TNS, ⁴JAEA

J-PARC is constructed to enabling studies on the latest basic science and the advancement of nuclear technology using secondary particle such as neutrons, muons, kaons, neutrinos generated by high-energy proton accelerator complex with the world's highest instantaneous intensity. J-PARC consists of three accelerator: LINAC (linear accelerator), RCS (3 GeV rapid-cycling synchrotron), MR (50 GeV main ring). J-PARC started operation on November 2006 and beam power was gradually increased. Therefore it's increasingly important for radiation protection to evaluate radioactivity produced in J-PARC accelerator tunnel and the surrounding area with increasing the beam power of J-PARC.

In this study, concrete walls and soils in the accelerator tunnel and the surrounding area, respectively were sampled to measure the radioactivity by a γ ray detector. Radioactivity was significantly detected in the concrete samples at C1 (around RCS), C5 (injection of MR) and C11 (neutrino beam dump). The attenuation length λ is obtained by fitting of depth profiles of radioactivity in the concrete samples. The measured attenuation lengths were generally classified into two categories depending on the excitation functions for the radionuclide production. We found that the attenuation lengths of several radionuclide produced by neutron capture reaction shift to lower values in the locations deeper than 60 cm from the concrete surface. The shift of attenuation lengths in the deeper locations is thought to be due to the thermal neutrons production in the concrete by fast neutrons. PHITS code simulation is performed to compare the experimental results. The history of radioactivity concentration in the concrete and soil samples was recorded for five years with the beam power of J-PARC to estimate the radioactivity in future.

3.6 Yield measurements of radioactive nuclides produced by muon in J-PARC Neutrino experimental facility.

J. Kitagawa^{1,2}, M. Hagiwara^{1,2}, T. Miura^{1,2}, A. Kanai³, K. Seki^{1,4}

¹J-PARC, ²KEK, ³TNS, ⁴JAEA

We have measured the radioactivity of Al, Fe and Cu samples irradiated by high-energy positive and negative muons at the Muon pit in the J-PARC Neutrino experimental facility. Irradiation was performed in two operational modes (neutrino mode and anti-neutrino mode) of the magnetic horns which were used to supply neutrinos and anti-neutrinos toward the Super-Kamiokande detector by focusing the charged pions before the decay as $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$ and $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}$. The effective cross-sections of Al, Fe and Cu

induced by positive and negative muons in the neutrino and anti-neutrino mode, respectively, were estimated using the muon flux characterized by the muon monitor installed in front of the irradiation samples. Negative muons generally produced higher yield of radioactive nuclides than positive muons. The effective cross-sections experimentally obtained are compared to the semi-empirical charge-distribution and mass-distribution (CDMD) formula of Rudstam which can describe spallation yields and cross sections with a few parameters. The measured data of positive muons agrees well with the CDMD estimation using parameters of photonuclear spallation reaction, but the measured data of negative muons don't agree with the CDMD estimation. The discrepancy between measured data and the CDMD estimation for negative muons indicates the possibility of other reaction mechanisms than spallation reaction to contribute to the production of the radioactive nuclides.

3.7 Activation of air and water in the electron linear accelerator facility for medical use

K. Masumoto¹, H. Nakamura¹, A. Toyoda¹, K. Takahashi¹, T. Shimoyoshi²,
¹KEK, ²NUSTEC

Since 2012, the radiation control of activated materials in accelerator facility has been regulated by the radiation protection law in Japan. About 80% of accelerators are medical use. Therefore, we selected a 20 MeV linear electron accelerator (Varian 23EX), which is the highest energy linear electron accelerator for medical use in Japan, in order to check the activation of air and water. Copper is mainly used for the target material and bremsstrahlung from target is used for cancer therapy. In this work, water sample in a plastic phantom ($40 \times 40 \times 25 \text{ cm}^3$) was irradiated at the dose rate of 50 Gy. The water sample (20L) was transferred to polyethylene tank to measure the surface dose by LaBr₃ spectrometer. Activity in water was calculated and nuclides were determined by decay curve analysis. O-15 was only produced in water and the activity was decayed out at 25 min after irradiation. Air was irradiated in the globe box ($50 \times 50 \times 100 \text{ cm}^3$) set in front of the beam exit window. After irradiation, air samples were collected from the globe box and the irradiation room in an ionization chamber. Radioactivity of O-15 and N-13 in the globe box was $2.2 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-3}$ at the end of irradiation. No activity was detected in the air sample of irradiation room. As another experiment, aerosol was collected on a HEPA filter by using an portable air sampler in the irradiation room and from the globe box during irradiation and the activity corrected on the filter was measured with GM counter. By the decay curve analysis, N-13, Cl-34m and Ar-41 were detected in the globe box and N-13 was only detected in the irradiation room. It was concluded the observed activity was below the 10% of the limit of activity regulated by law in the irradiation room. Cooling water sample was also obtained from the accelerator. No activity was detected by the Ge-spectrometry and the liquid scintillation counter. It was concluded that water and air radiation control system is not necessary to use in the hospital.

3.8 Activation of the facility of PET cyclotrons

K. Masumoto¹, H. Nakamura¹, A. Toyoda¹, T. Shimoyoshi²

¹KEK, ²NUSTEC,

Neutron activation of cyclotron room for medical use was studied. Measurements were performed by the activation of Au foils, TLD UD-813 PQ4 and personal dosimeter "Quixel Badge" with CR-39 at five facilities. Thermal neutron flux near the target box during the production of ¹⁸F was $10^7 \text{ cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. In the cyclotron room, neutron flux was $10^5 \text{ cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Seven cores (50mm ϕ , 50cm) were sampled from wall and floor in the cyclotron room. The depth profile of activity was measured. Eu-152 and Co-60, which are produced by the neutron capture reaction from trace amount of Eu and Co in concrete, are major activity. It was found that the activity of surface concrete near the target box was slightly higher than the clearance level.

3.9 Measurement of photonuclear reaction yield of light elements

K. Masumoto, K. Bessho, H. Matsumura, A. Toyoda

KEK

There are about 900 of electron linear accelerators for medical use in Japan. Electron energy from 6 to 15 MeV was popularly used in the cancer therapy. We found that the measurement results of induced activity air and water were not consistent with the value obtained by the Monte Carlo calculation. Then, we measured the yields of photonactivation of C, N and O at the electron linear accelerator facilities of Tohoku Univ. and Kyoto Univ. Discs of C, Si₃N₄, SiO₂ and Au foil are irradiated by bremsstrahlung(Max. energy 6 to 20 MeV) for 10 min.. As the results, most important thing is which nuclear reaction library was selected in case of activation calculation.

3.10 A simple evaluation method of radioactivity in activated materials in the accelerator facilities.

K. Masumoto¹, F. Nubuhara²

¹KEK, ²TNS

In case of accelerator facilities, every activated material must be checked and recorded as nuclides and activity in materials, in case of storage, transfer to other facility and radioactive waste. We propose a simple evaluation method for radioactivity from the surface dose rate using survey meters by the

following relation.

$$Q_i = H \times K_i \times F,$$

where i : Principal nuclide was defined in each materials

Q_i : Activity (Bq)

H : Dose rate ($\mu\text{Sv/h}$)

K_i : Conversion factor [(Bq)/($\mu\text{Sv/h}$)]

F : Weight correction factor

K and F were calculated by the Monte Carlo method in each materials, such as iron, steel, brass, copper, tungsten and lead. Many samples were collected from the electron linear accelerator facilities for medical use. Calculated value was compared with the value obtained by the gamma spectrometry using Ge-detector. It was confirmed that the calculated value was mostly agreement with the measured value.

3.11 Development of a database system for activated materials in an accelerator facility

A. Toyoda, H. Nakamura, K. Masumoto

KEK

In KEK, various amounts of activated materials should be controlled in case of maintenance or reconstruction work. We developed the database system for activated materials suited for the new regulation law. When activated materials are moved to the storage facility for reuse and the waste storage facility from the accelerator facility, we record the data of activated materials, such as the history, characteristics, surface dose rate, size, weight, material and photo by the handy terminal(Casio DT5300L50SC) and this recorded label is automatically print out with barcode by the mobile printer(Zebra P4T) for pasting on the activated materials or the container. Database server (Windows Professional 64bit, Access2010) in the radiation control office obtain the record via the USB memory from the handy terminal.

3.12 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,

¹N. Yoshihara

KEK, ¹TNS

The Compact Energy Recovery Linac—an electron accelerator with a maximum energy of 26 MeV—has been under development at KEK, Tsukuba, Japan. The first successful energy recovery operation was conducted in 2014, and subsequently in 2015, the beam energy and current reached 20 MeV and 0.08 mA, respectively. However, for the next planned 1-mA operation, the beam loss must be reduced to lower than 0.01% during the transportation of 20 MeV electrons, in order to suppress the radiation dose in the outside of the accelerator room. Therefore, information of beam loss was required. The beam loss locations were identified using gold activation method, which is an offline measurement of Au-196 activity produced in gold foils attached to the surface of the beam duct by beam-loss-induced bremsstrahlung. The activity variation could indicate the beam loss locations. The identified locations were then used for the computer simulation of beam loss. The beam loss rate was estimated by comparing an actual measured dose rate with a simulated dose rate on the ceiling of the accelerator room. Based on the obtained beam loss information, the best beam transport condition could be determined.

Presented in IPAC2016, Busan, Korea, May 8-13, 2016.

3.13 Colloid Rates of Radionuclides in Cooling Water of The 120-GeV Proton Accelerator Facilities At Fermilab, USA

H Matsumura¹, S. Sekimoto², and the JASMIN collaborators¹⁻⁵

¹KEK, ²KUR, ³JAEA, ⁴FNAL, ⁵Shimizu Co

In cooling water systems for a high-energy accelerator, effect of colloid formation of radionuclides on removal of the radionuclides using deionizers was investigated. Water samples were collected from eight cooling water systems for a 120-GeV proton accelerator at the NuMI beamline and the antiproton production target station in Fermilab, USA, immediately after the shutdown of the accelerators for maintenance. Then, the colloid formation rates of the radionuclides in the water samples were measured by ultrafiltration and γ -ray spectrometry. The colloid formation rates of the radionuclides in cooling water systems with a deionizer were higher than in those without a deionizer. This indicated that the incomplete removal of the radionuclides is caused by the weak retention of the colloids on the ion-exchange resin. In particular, the remaining ⁷Be was due to the weak retention of positively charged colloids on cation-exchange resins in the deionizer.

presented in ANS Annual meeting in San Antonio, Texas, USA, June 7-11, 2015

Presented in 18th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of ANS, September 14-18, 2014, Hilton Downtown, Knoxville, TN, USA.

3.14 Indirect Measurement of Field Emission Electron Current from the Main Superconducting Cavities of Compact ERL at KEK

Hiroshi Matsumura¹, Hajime Nakamura¹, Akihiro Toyoda¹, Ken-ichi Hozumi¹, Hiroshi Sakai¹, Kazuhiro Enami¹, Takaaki Furuya¹, Masato Satoh¹, Kenji Shinoe¹, Kensei Umemori¹, Kaiichi Haga¹, Shogo Sakanaka¹, Masaru Sawamura² and Enrico Cenni³

¹KEK, ²JAEA, ³The Graduate University for Advanced Studie

The field emission currents from the main superconducting cavities (Cavities #3 and Cavity #4) of compact ERL at KEK, Japan could be estimated indirectly from photon dose rates measured around the cavities and on the roof of the compact ERL room. The field emission current estimated from the photon dose rates measured around the cavities agreed well with those on the roof of the compact ERL room. The field emission currents increased steeply with the applied voltage. The field emission currents corresponding to the applied voltages were different between Cavities #3 and Cavity #4. It was found that the field emission current that exceeded 1 μ A was observed at 13.5 MV for Cavity #3 and at 15.5 MV for Cavity #4. This result was used for considering unexpected loss of the field emission electrons.

3.15 Initial Test Determination of Cosmogenic Nuclides in Magnetite

Hiroshi Matsumura¹, Marc W. Caffee², Keisuke Nagao³, Kunihiko Nishiizumi⁴

¹KEK, ²Purdue University, ³University of Tokyo, ⁴UC Berkeley

Long-lived radionuclides, such as ¹⁰Be, ²⁶Al, and ³⁶Cl, are produced by cosmic rays in surficial materials on Earth, and used for determinations of cosmic-ray exposure ages and erosion rates. Quartz and limestone are routinely used as the target minerals for these geomorphological studies. Magnetite also contains target elements that produce abundant cosmogenic nuclides when exposed to the cosmic rays.

Magnetite has several notable merits that enable the measurement of cosmogenic nuclides: (1) the target elements for production of cosmogenic nuclides in magnetite comprise the dominant mineral form of magnetite, Fe₃O₄; (2) magnetite can be easily isolated, using a magnet, after rock milling; (3) multiple cosmogenic nuclides are produced by exposure of magnetite to cosmic-ray secondaries; and (4) cosmogenic nuclides produced in the rock containing the magnetite, but not within the magnetite itself, can be separated using nitric acid and sodium hydroxide leaches.

As part of this initial study, magnetite was separated from a basaltic sample collected from the Atacama Desert in Chili (2,995 m). Then Be, Al, Cl, Ca, and Mn were separated from ~2 g of the purified magnetite. We measured cosmogenic ¹⁰Be, ²⁶Al, and ³⁶Cl concentrations in the magnetite by accelerator mass spectrometry at PRIME Lab, Purdue University. Cosmogenic ³He and ²¹Ne concentrations of aliquot

of the magnetite were measured by mass spectrometry at the University of Tokyo. We also measured the nuclide concentrations from magnetite collected from a mine at Ishpeming, Michigan as a blank. The ^{10}Be and ^{36}Cl concentrations as well as ^3He concentration produce concordant cosmic ray exposure ages of ~ 0.4 Myr for the Atacama basalt. However, observed high ^{26}Al and ^{21}Ne concentrations attribute to those nuclides incorporation from silicate impurity.

Presented in 2014 AGU Fall Meeting, December 15-19, 2014, San Francisco, CA, USA.

3.16 Design for the Radiation Protection of the compact ERL in KEK

H. Matsumura, Y. Kishimoto, T. Miura, K. Hozumi, K. Haga, S. Sakanaka, K. Nigorikawa,
S. Nagahashi and N. Nakamura
KEK

Energy-recovery linac (ERL) is a promising device for future X-ray light sources. In KEK, a 3-GeV ERL facility is planned to be built for the X-ray light source. Before the construction of the 3-GeV ERL facility, the new accelerator technology for ERL has to be demonstrated. For the demonstration, therefore, a compact ERL was constructed on the ground level at the ERL test facility in KEK. The compact ERL consists of Injector and Recirculating Loop. In this April, test operation of Injector was started. Further test operation of the entire compact ERL combined with the Recirculating Loop is going to be started in this fall. In this presentation, designs for the radiation protection of the compact ERL and measured results of radiation from Injector and the main cavity in the test operation will be shown.

Presented in Seventh International Workshop on Radiation Safety at Synchrotron Radiation Sources (RadSynch13) at the National Synchrotron Light Source, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY 11973 USA May 8-10, 2013.

3.17 Material activation benchmark experiments at the NuMI hadron absorber hall in Fermilab

H. Matsumura¹, N. Matsuda², Y. Kasugai², A. Toyoda¹, H. Yashima³, S. Sekimoto³, H. Iwase¹,
K. Oishi⁴, Y. Sakamoto², H. Nakashima², A. Leveling⁵, D. Boehnlein⁵, G. Lauten⁵, N. Mokhov⁵, and K.
Vaziri⁵

¹KEK, ²JAEA, ³KUR, ⁴Shimizu Co., ⁵FNAL

The NuMI hadron absorber, which consists of aluminum core plates and large iron and concrete blocks, is located in the NuMI absorber hall at the Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab). Hadrons that are produced by the bombardment of a graphite target with 120-GeV protons pass through a 675-meter pion decay pipe and are stopped in the hadron absorber. In our previous study, distributions of radiation fluxes behind the hadron absorber were indirectly measured by using metal foil activation method [1]. Radiation distribution contours on the back of the absorber showed two large radiation peaks. Those were unexpected in the original radiation simulations of the absorber design. Voids between blocks and/or the cooling-water pipes gaps are expected to be the cause of these two peaks. In this study, the distribution of activation was calculated by using the latest version of MARS15 in order to explain the production the two peaks. Furthermore, recoil radionuclides in the activation reactions were analyzed by gamma-ray spectrometry and the results were compared with the MARS results.

presented in ND2013, New York, USA, March 4-8, 2013.

3.18 An optimization of magnetite dissolution method using oxalic acid for cosmogenic nuclide exposure age dating

H. Matsumura¹, K. Sueki², M. Matsumura², K. Sasa², K. Nishiizumi³

¹KEK, ²Univ. of Tsukuba, ³UC Berkeley

The cosmogenic nuclide exposure age dating by accelerator mass spectrometry (AMS) of the long half-life radionuclides produced in the rock on the earth surface by secondary cosmic rays is used for geomorphological study etc. The determination of ¹⁰Be and ²⁶Al in quartz is a main method for the cosmogenic nuclide exposure age dating. Here, we suggested the cosmogenic nuclide exposure age dating using magnetite as a new method. In the magnetite method, it is possible that five nuclides (¹⁰Be, ²⁶Al, ³⁶Cl, ⁴¹Ca, and ⁵³Mn) more than quartz method can be measured by AMS. In our previous study, concentrations of ¹⁰Be and ³⁶Cl in magnetite separated from a basalt obtained at the Atacama Desert in Chili were measured. A cosmic-rays exposure age could be obtained from the ¹⁰Be and ³⁶Cl concentrations and it was confirmed that the magnetite method is effective. However, improvement in initial magnetite dissolution was required due to long dissolution time and large solution volume.

Therefore, in this study, magnetite dissolution conditions were optimized by dissolution examinations using commercial magnetite. The optimized solution, temperature, and time for 1-g magnetite are 15-mL aqueous solution of 5-g oxalic acid dihydrate, 70°C, and 6 days, respectively.

Presented in 2014 Annual Meeting of the Japan Society of Nuclear and Radiochemical Sciences/ The 58th Symposium on Radiochemistry, Nagoya, Japan, Sep11-13, 2014.

4. Environmental and Analytical Chemistry at Accelerators

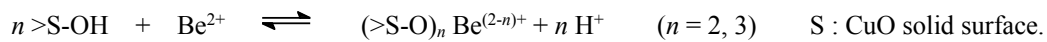
4.1 Adsorption Behavior of Metal Ions on Metal-Oxide Colloids in Water.

N. Kanaya¹, K. Bessho², S. Katsuta¹, H. Monjushiro²

¹Chiba Univ., ²KEK

At high-energy accelerator facilities, it is an important subject that metal-oxide colloids in cooling-water collect radionuclides and circulate through the cooling-water systems. The adsorption behavior of Be(II) on CuO nanoparticles dispersed in water was studied as a model for colloid formation of radioactive ⁷Be nuclides in the cooling water used for electromagnets at high-energy proton accelerator facilities.

An aqueous Be(II) solution and commercially available CuO nanoparticles were mixed, and the adsorption of Be(II) on CuO was quantitatively examined. From a detailed analysis of the adsorption data measured as a function of the pH, it was confirmed that Be(II) is adsorbed on the CuO nanoparticles by complex formation with the hydroxyl groups on the CuO surface (>S-OH) according to the following equation:



The surface-complexation constants corresponding to the above equilibrium, $\beta_{(s,2)}$ and $\beta_{(s,3)}$, were determined for four types of CuO nanoparticles. The $\beta_{(s,2)}$ value was almost independent of the type of nanoparticle, whereas the $\beta_{(s,3)}$ values varied with the particle size. These complexation constants successfully explain ⁷Be colloid formation in the cooling water for electromagnets at the 12-GeV proton accelerator facility, KEK.

Furthermore the partition behavior of various metal ions to nanoparticles of several metal oxides (Al₂O₃, TiO₂, Fe₂O₃, CoO) and SiO₂ in water was quantitatively evaluated. The distribution ratio of metal ions between the nanoparticle phase and the aqueous solution phase was measured as a function of pH, and the complexation equilibria between metal ions and the surface hydroxyl sites were analyzed. Based on the complexation constants obtained, the factors governing the interaction of metal ions with metal oxides were discussed. The characteristics obtained by our study are useful for understanding the mechanism in complexation between metal-oxide colloids and metal ions in water.

Table 1 Surface complexation constants ($\beta_{(s,2)}$, $\beta_{(s,3)}$) for the adsorption of Be(II) on four kinds of CuO nanoparticles dispersed in water. [Ref. 1]

	CIK	2810NH	US3063	US3065
$\log \beta_{(s,2)}$	-4.03 ± 0.12	-3.82 ± 0.09	-4.36 ± 0.22	-4.03 ± 0.06
$\log \beta_{(s,3)}$	-5.17 ± 0.05	-5.44 ± 0.11	-6.13 ± 0.13	-6.10 ± 0.08

[1] K. Bessho, N. Kanaya, S. Shimada, S. Katsuta, H. Monjushiro, *Anal Sci.*, **30**, 1069-1074 (2014)

4.2 Development of UV Photoelectron Yield Microscope for Photoemission Imaging of Metal Surface

H. Monjushiro

KEK

Work function of metals and semiconductors is an important physical quantity to reflect the surface state of electronic devices and metallic materials and is sensitive to defects and surface compositions. However, it is difficult to measure a two-dimensional image of work function of materials under air. The purpose of this study is to develop a UV photoelectron yield microscope for the work function imaging of materials under air condition.

The schematic illustration of the constructed microscope system is shown in figure. Ultraviolet light from UV lamp is focused by a reflective objective lens and irradiating the sample surface. Photoelectrons emitted from the sample surface is detected by a pico-ammeter. The UV photo-emission yield image is obtained by collecting the photocurrent from sample surface with synchronized X-Y stage scanning.

The UV photo-emission images were obtained for several kinds of metals such as gold, copper, and aluminum etc. The spatial resolution is determined by the pinhole size and the objective lens and was estimated to be less than 10 micrometer.

This study was partially supported by the Ministry of Education, Science, Sports and Culture, Grant-in-Aid for Challenging Exploratory Research, 23655075.

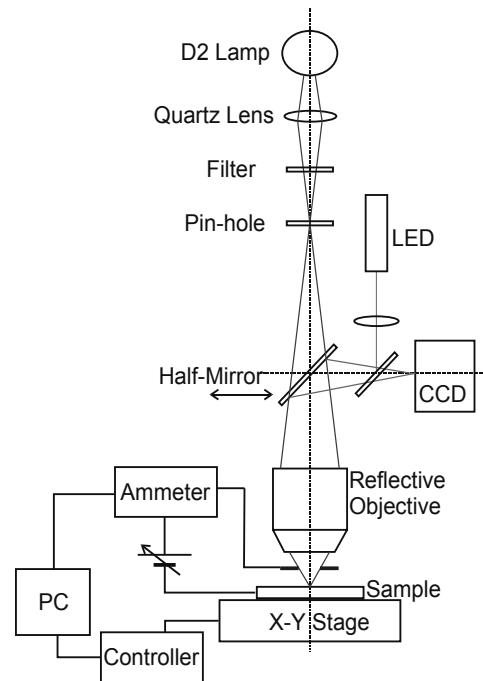


Figure : Schematic illustration of ultraviolet photoelectron yield microscope

4.3 Development of Direct Raman Imaging Microscopy by using a Pair of Tunable Band-Pass Filters

H. Monjushiro
KEK

Raman imaging spectroscopy has become one of the key analytical tools for an extremely diverse range of applications such as biology, material sciences, etc. However, with a point mapping method, it takes enormous amount of time to get an image with high-resolution and wide spacial range. In this study, a Raman direct imaging system with global laser illumination was constructed by using a pair of tunable band-pass filters and a CCD camera. The schematic diagram of the constructed imaging system is shown

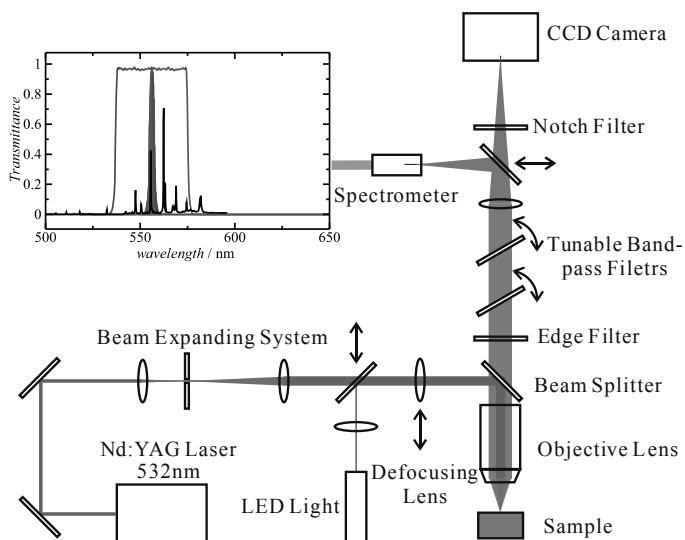


Figure : Direct Raman imaging system

in figure. The global illumination of sample surface was achieved by a defocusing lens, and Raman scattering image was captured by a CCD camera. A pair of tunable band pass filters was used to select the transmission wavelength and its range. In this system, the transmission wavelength range was tuned by controlling the angles of tunable band-pass filters. The direct Raman images at different wavelength were successfully obtained for the mixed sample of sulfur and niobium oxide on mionium metal surface.

This study was partially supported by the Ministry of Education, Science, Sports and Culture, Grant-in-Aid for Challenging Exploratory Research, 25620120.

4.4 Quantitative Analysis of Chemical Composition of Electro-polishing Solution for Niobium Surface Treatment by FT-Near-Infrared Absorption Spectroscopy

H. Monjushiro, M. Sato, and M. Sawabe

KEK

Electro-polishing (EP) procedure is one of the most important process in the fabrication of superconducting radio frequency accelerators, because the performance of the accelerator is strongly dependent on the surface finishing of the niobium cavity. However, the quality control of the electrolyte solution (conc. H_2SO_4 + conc. HF, volume ratio = 9 : 1) for EP process is difficult to realize due to the difficulty in *in-situ* chemical analysis of the solution. In this study, Near-Infrared (NIR) absorption spectroscopy is applied to the chemical composition analysis of the EP solution. The NIR spectra of EP solutions with various compositions (changing H_2SO_4 : HF : H_2O ratio) were collected by using a home-made liquid flow cell with sapphire windows. The obtained spectra were analyzed by using chemometrics software “TQ Analyst”. Figures show the relation between chemical compositions of HF, H_2O and H_2SO_4 and those determined by PLS analysis of NIR spectra. It is clear that the chemical composition of EP solutions could be precisely determined by NIR spectroscopy.

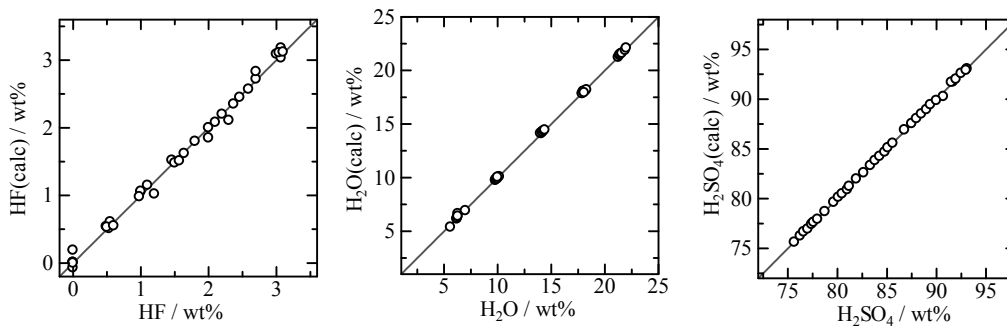


Figure : Relation between chemical compositions of HF, H_2O and H_2SO_4 and those determined by PLS analysis of NIR spectra

4.5 Identification of Chemical Species in Chemical-Polishing Solution ($\text{HNO}_3/\text{HF}/\text{H}_3\text{PO}_4$) during Niobium Surface Treatment by Raman Scattering Spectroscopy

H. Monjushiro, M. Sato, and M. Sawabe

KEK

Chemical-polishing (CP) procedure is one of the most important process in the fabrication of superconducting radio frequency accelerators, because the performance of the accelerator is strongly dependent on the surface finishing of the niobium cavity. However, the chemical reactions and the chemical products during the CP process have been still ambiguous. In this study, chemical species in the CP solutions immediately after CP process were identified by Raman scattering spectroscopy. In the CP solution just after CP procedure, chemical species of N_2O_4 and N_2O_3 were identified as reaction products and these species gradually decreased in the solution as shown in figure. Also there observed NbF_6^- species as the main chemical etching reaction product. It is clear that the chemical species and the reaction scheme of CP process could be determined by Raman spectroscopy.

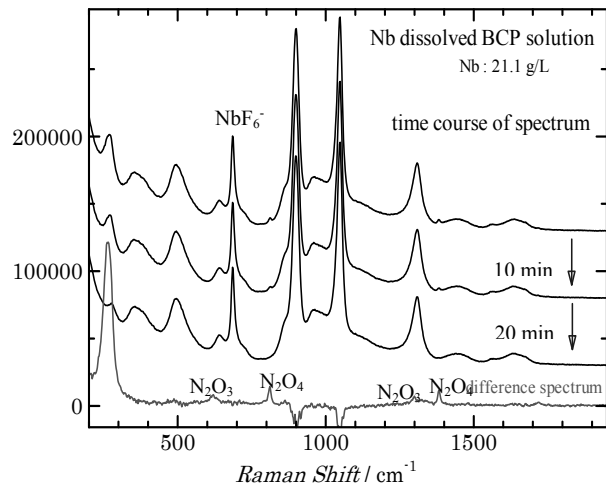


Figure : Time-course of Raman spectra of CP solution after etching procedure of Nb metal

5 Research related to Accident of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

5.1 Measurements related to Accident of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

Radiation Science Center, KEK

Just after the accident of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, the Radiation Science Center, KEK, began several measurements to monitor radioactivities originating from the power station. The measurements were as follows.

- 1) Realtime monitoring of time variations in dose rate and gamma-ray spectrum of radionuclides originating from the power station.
- 2) Measurements and analysis of radionuclides in air sampled with filters.
- 3) Measurements of dose levels along the Joban, Banetsu and Tohoku Expressways from Tsukuba city to Fukushima city.
- 4) Measurements and analysis of radionuclides in drinking water and rains in KEK.
- 5) Measurements and analysis of food and environmental materials collaborated with Fukushima Agricultural Technology Center, Fukushima Prefectural Forestry Research Center and Fukushima Prefectural Fisheries Experimental Station.

The results of these were published in real time or periodically on the Web pages of KEK.

5.2 Radiation measurement related to Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident in KEK Tsukuba campus

Y. Namito, K. Iijima, A. Toyoda, T. Sanami, S. Sasaki, K. Masumoto, S. Ban and H. Hirayama
KEK

Radiation measurements related to Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident in KEK Tsukuba campus were performed since 14 March 2011. Dose rate inside the campus were measured using survey meter and the effect of surface condition was investigated. Activity in soil, dry grass, filter paper for smearing was measured to obtain activity of each radioactive nuclide. Continuous measurement of dose rate was done using area monitor. Measurement of activity in air was done in collaboration with National Institute for Environmental Studies

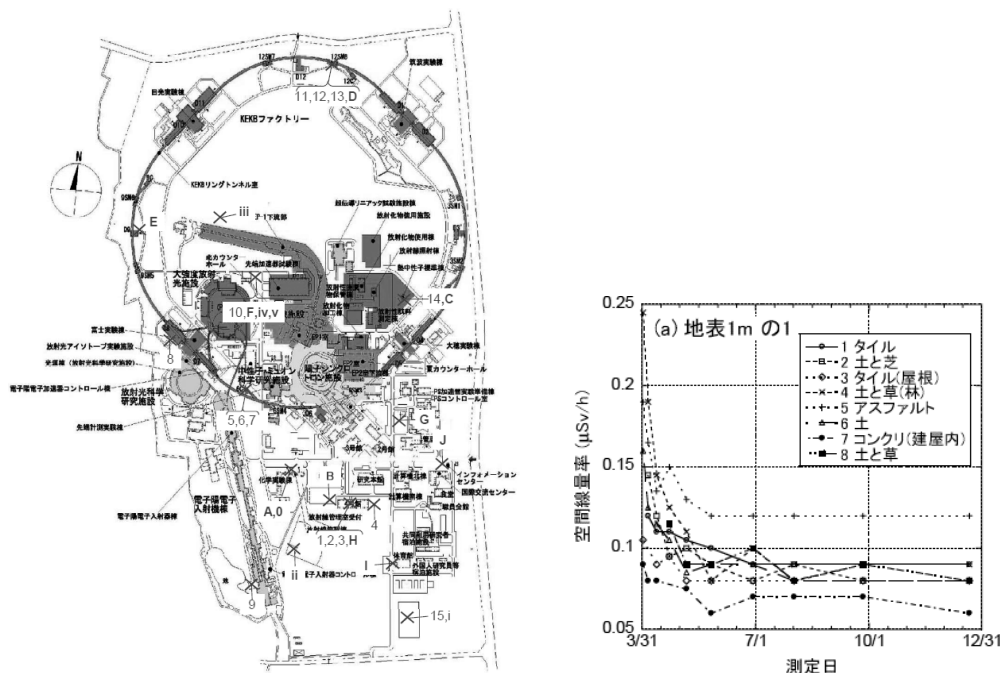


Fig. Map of KEK Tsukuba campus. Dose rate was measured at points 1 to 15, smearing was done at points A to J, and soil sample was obtained at points 0 and i to v. Figure of right-hand-side shows variation of dose rate from Mar 2011 to December 2011.

Published in Isotopenews Vol. 698 No.6, 8-14 (2012). In Japanese.

5.3 Measurement of radiation and radioactivity in KEK Tsukuba-campus after Fukushima No. 1 Nuclear Power Plant accident

H. Nakamura, Y. Namito, A. Toyoda, K. Iijima and K. Hozumi

KEK

The radioactivity released by the Fukushima Daiichi No.1 Nuclear Plant accident was measured at the Tsukuba-campus of the High Energy Accelerator Research Organization (KEK). The Tsukuba-campus is located ~165 km south-southwest of the Fukushima nuclear plant. We set up several measurement points in the Tsukuba-campus and measured the time variation of the radiation dose over a year by using a NaI survey meter and a LaBr3 spectrometer. We measured the radioactivity concentrations in soils and dried grasses by using a germanium semiconductor detector with In-Situ Object Calibration Software (ISOCS). On April 1, 2011, the dose rate without a roof was ~50% higher than that with a roof owing to rain. With regard to the difference on the ground surface, on April 11, 2011, the dose rate on turf was 20% higher than that on tiles. However, since the end of May 2011, it became lower than that on tiles. On March 18,

2011, the radioactivity concentration of ^{131}I in dried grasses and in soils was 109 and 0.8 Bq/g, respectively. On March 18, 2011, the radioactivity concentration of ^{134}Cs and ^{137}Cs in soils was 0.04 and 0.03 Bq/g, respectively; on April 1, 2011, the radioactivity concentration was 0.11 and 0.11 Bq/g, respectively.

Presented at ICRS-12

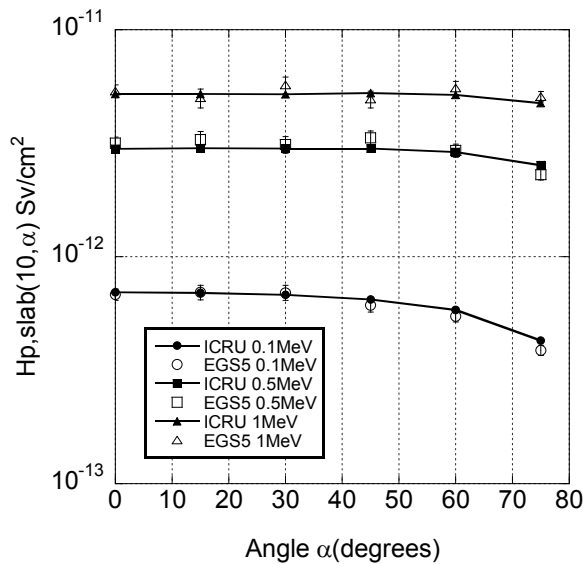
5.4 A Study on Personal Dosimeter for Widely Distributed ^{134}Cs and ^{137}Cs

H. Hirayama

KEK

Personal dosimeters used at Fukushima et al. to measure exposure dose of individuals was studied by using electron photon Monte Carlo code EGS5.

Personal dosimeters are used to measure the operation quantity, $\text{Hp}(10)$. However, in the case of exposure from radionuclide like ^{134}Cs or ^{137}Cs distributed widely near the ground surface, photons enter to the human body with mainly slightly small angle than 90 degrees uniformly from all directions. From this study, it was found that the recorded dose in personal dosimeter was corresponding to equivalent dose as the results.



Comparison of $\text{Hp,slab}(10,\alpha)$ between egs5 result and ICRU data.

Error bars mean statistical uncertainty of calculation.

Personal dosimeter response in front of adult Cristy phantom
from widely distributed ^{134}Cs and ^{137}Cs .

Errors in table are statistical uncertainty of calculation.

Cs-134 1Bq/cm², μSv/h

at 100cm height, β=1 g/cm ²		
$H^*(10)$ (A)	0.0558 ± 3.3E-05	Ratio to A
Rotation Effective Dose	0.0369 ± 2.2E-05	0.661
Isotropic Effective Dose	0.0308 ± 1.9E-05	0.553
Personal Dosimeter on Adult Cristy phantom	0.0385 ± 0.00061	0.690
Effective Dose	0.0385	0.690
at 100cm height, surface distribution		
$H^*(10)$ (A)	0.0857 ± 5.7E-05	Ratio to A
Rotation Effective Dose	0.0569 ± 3.9E-05	0.664
Isotropic Effective Dose	0.0478 ± 3.3E-05	0.558
Personal Dsimeter on Adult Cristy phantom	0.0595 ± 0.00087	0.694
Effective Dose	0.0589	0.687

Cs-137 1Bq/cm², μSv/h

at 100cm height, β=1 g/cm ²		
$H^*(10)$ (A)	0.0206 ± 1.1E-05	Ratio to A
Rotation Effective Dose	0.0135 ± 7.5E-06	0.655
Isotropic Effective Dose	0.0112 ± 6.3E-06	0.544
Personal Dsimeter on Adult Cristy phantom	0.0142 ± 0.00022	0.689
Effective Dose	0.0140	0.680
at 100cm height, surface distribution		
$H^*(10)$ (A)	0.0313 ± 1.0E-05	Ratio to A
Rotation Effective Dose	0.0207 ± 1.3E-05	0.661
Isotropic Effective Dose	0.0173 ± 1.1E-05	0.553
Personal Dsimeter on Adult Cristy phantom	0.0214 ± 0.00032	0.684
Effective Dose	0.0212	0.677

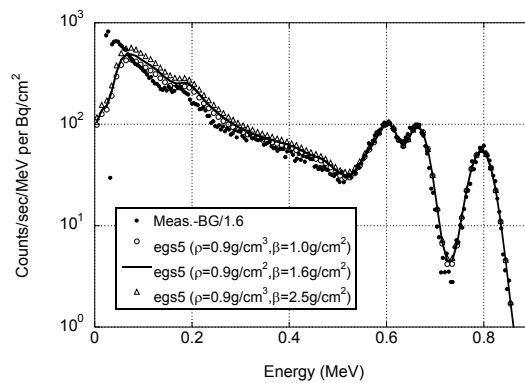
Published in RADIOISOTOPES, Vol.62, No.6, pp335-345 (2013). (in Japanese)

5.5 Study of Gamma-ray Spectrum at 1m from Radionuclide Widely Distributed on Soil Surface Region by using egs5 Monte Carlo Code

H. Hirayama, T. Sanami and Y. Namito

KEK

Gamma-ray Pulse-height distribution from widely distributed Cs-134 and Cs-137 calculated by egs5 using transformation of a system of plane isotropic source and unit sphere detector into a system consisting of point isotropic source and plane detector was compared with measured one. Results almost agree well both in the spectrum shape and absolute value. Spectra at 1m height from widely distributed I-131, Cs-134 and Cs-137 were studied by using egs5 calculation. It becomes clear that the contribution of scattered gamma-rays is dominant within total gamma-ray flux. Contribution of scattered gamma-ray to ambient dose equivalents and effective dose was also studied.



Comparison of pulse-height distribution between measurement and egs5 calculation.

Gamma-ray flux at 1m height from radionuclide distributed widely with density of 1Bq/cm².

Radionuclide		Gamma-ray(photons/cm ² /sec)				
		Distributed on surface	Exponential depth distribution with attenuation length β (g/cm ²)			
			$\beta=0.5$	$\beta=1.0$	$\beta=3.0$	
I-131	Total	3.91 (0.05%)	3.18 (0.05%)	2.90 (0.05%)	2.31 (0.05%)	
	Un-scattered	1.95 (0.07%)	1.28 (0.05%)	1.05 (0.05%)	0.668 (0.06%)	
	Scattered	1.96 (0.07%)	1.90 (0.07%)	1.85 (0.06%)	1.64 (0.07%)	
Cs-134	Total	8.81 (0.06%)	7.22 (0.05%)	6.61 (0.05%)	5.38 (0.05%)	
	Un-scattered	4.60 (0.07%)	3.11 (0.06%)	2.59 (0.06%)	1.71 (0.06%)	
	Scattered	4.21 (0.08%)	4.11 (0.07%)	4.02 (0.07%)	3.67 (0.07%)	
Cs-137	Total	3.36 (0.06%)	2.76 (0.05%)	2.52 (0.05%)	2.05 (0.05%)	
	Un-scattered	1.75 (0.07%)	1.18 (0.06%)	0.98 (0.06%)	0.646 (0.06%)	
	Scattered	1.61 (0.07%)	1.58 (0.07%)	1.54 (0.06%)	1.41 (0.07%)	

Ambient dose equivalent rate at 1m height from radionuclide distributed widely with density of 1Bq/cm².

Radionuclide		Ambient dose equivalent rate(μSv/h)							
		Distributed on surface		Exponential depth distribution with attenuation length β(g/cm ²)					
				β=0.5		β=1.0		β=3.0	
I-131	Total	0.0228	(0.06%)	0.0172	(0.05%)	0.0151	(0.05%)	0.0112	(0.05%)
	Un-scattered	0.0159	(0.09%)	0.0104	(0.06%)	0.00857	(0.06%)	0.00548	(0.06%)
	Scattered	0.00697	(0.1%)	0.00672	(0.09%)	0.00650	(0.08%)	0.00570	(0.08%)
Cs-134	Total	0.0852	(0.07%)	0.0636	(0.06%)	0.0558	(0.06%)	0.0414	(0.06%)
	Un-scattered	0.0647	(0.08%)	0.0437	(0.06%)	0.0365	(0.06%)	0.0241	(0.06%)
	Scattered	0.0205	(0.1%)	0.0198	(0.1%)	0.0193	(0.1%)	0.0173	(0.09%)
Cs-137	Total	0.0312	(0.06%)	0.0233	(0.05%)	0.0204	(0.05%)	0.0152	(0.06%)
	Un-scattered	0.0235	(0.07%)	0.0159	(0.06%)	0.0132	(0.06%)	0.00870	(0.06%)
	Scattered	0.00768	(0.1%)	0.00746	(0.1%)	0.00725	(0.09%)	0.00651	(0.1%)

Published in Trans. At. Energy. Soc. Jpn., Vol.12(2013)222-230. (in Japanese)

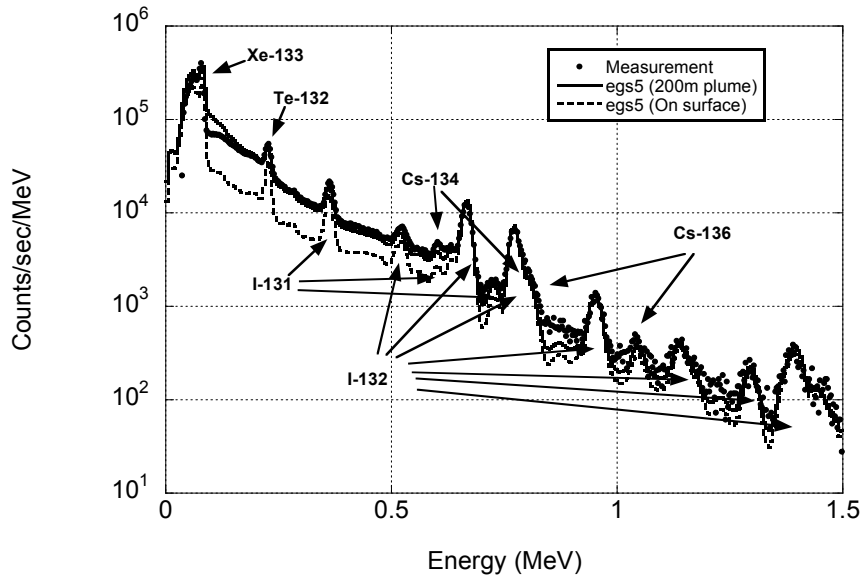
5.6 Estimation of Radionuclide Concentration in Plume by using Measured Pulse Height Distribution of LaBr₃ Scintillation Detector and Response for Radionuclide in Plume Calculated with egs5

Hideo Hirayama, Hiroshi Matsumura, Yoshihito Namito and Toshiya Sanami

KEK

Method was presented to estimate radionuclide concentrations included in plume by using measured pulse height distribution of LaBr₃ scintillation detector and its calculated response in plume with egs5. Radionuclide concentration was estimated from the ratio between the peak counts rate corresponding to each radionuclide in measured pulse height distributions on expressway on March 15 and calculated one from each radionuclide included uniformly in plume by using egs5 Monte Carlo code. The pulse height distribution reconstructed based on estimated concentrations agrees well with measured one at the time that the contribution from radionuclides deposited on ground surface et al. is negligible.

Published in Trans. At. Energy. Soc. Jpn., Vol.12 (2013) 304-310. (in Japanese)



Comparison of LaBr3 pulse-height distribution between measurement at Koriyama-higashi IC at 15:25 May 15, 2011 and egs5 calculations.

Estimated upper limit concentration of radionuclides inside plume

Nuclide	Concentration of radionuclide Bq/cm ³					
	Adatara SA (15:03)			Motomiya IC (15:11)		
	100m plume	200m plume	500m plume	100m plume	200m plume	500m plume
Te-132	0.00224	0.00209	0.00206	0.00732	0.00683	0.00675
I-131	0.00190	0.00173	0.00169	0.00564	0.00514	0.00503
I-132	0.00290	0.00245	0.00226	0.00966	0.00814	0.00749
Xe-133	0	0	0	0	0	0
Cs-136	0.000102	0.0000867	0.0000810	0.000418	0.000355	0.000331
Cs-134	0.000268	0.000237	0.000227	0.00105	0.000924	0.000888

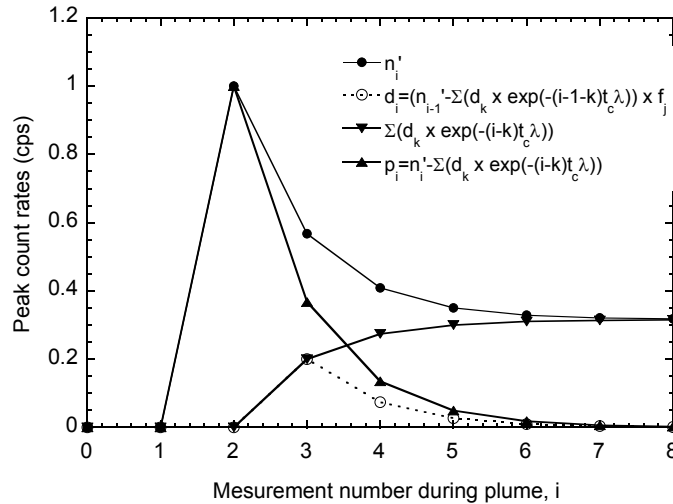
Nuclide	Concentration of radionuclide Bq/cm ³					
	Koriyama-higasi IC (15:25)			Miharu PA (15:33)		
	100m plume	200m plume	500m plume	100m plume	200m plume	500m plume
Te-132	0.0103	0.00962	0.00952	0.00425	0.00396	0.00392
I-131	0.00847	0.00772	0.00755	0.00374	0.00340	0.00333
I-132	0.0138	0.0116	0.0107	0.00559	0.00471	0.00434
Xe-133	0.120	0.118	0.118	0.03306	0.03238	0.03238
Cs-136	0.000418	0.000355	0.000331	0.000158	0.000134	0.000125
Cs-134	0.00170	0.00150	0.00145	0.000945	0.000835	0.000802

Nuclide	Concentration of radionuclide Bq/cm ³					
	Funahiki-Miharu IC (15:42)			Abukuma-kogen SA (15:51)		
	100m plume	200m plume	500m plume	100m plume	200m plume	500m plume
Te-132	0.00353	0.00329	0.00325	0.00285	0.00266	0.00263
I-131	0.00329	0.00300	0.00293	0.00212	0.00193	0.00189
I-132	0.00478	0.00402	0.00370	0.00345	0.00291	0.00268
Xe-133	0.0317	0.0311	0.0311	0.0124	0.0122	0.0122
Cs-136	0.000195	0.000166	0.000155	0.000102	0.0000867	0.0000810
Cs-134	0.000733	0.000647	0.000622	0.000697	0.000616	0.000592

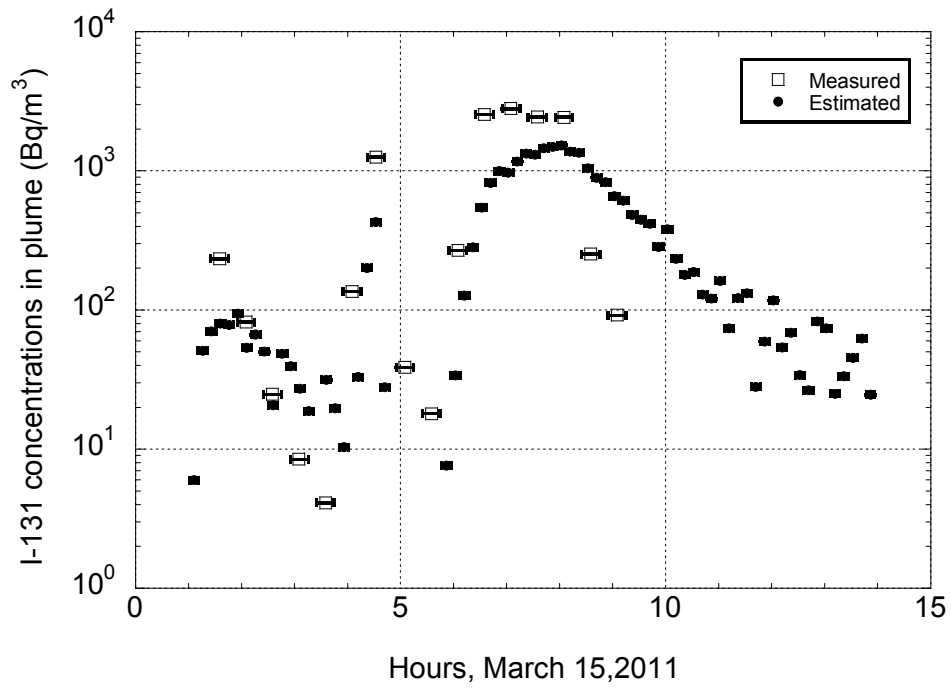
5.7 Estimation of I-131 Concentration by using Time History of Pulse Height Distribution at Monitoring Post and Detector Response for Radionuclide in Plume

H. Hirayama¹, M. Kawasaki¹, H. Matsumura¹, T. Ohkura², Y. Namito¹, T. Sanami¹, M. Taki²,
T. Oishi² and Yoshizawa²
¹KEK, ²JAEA,

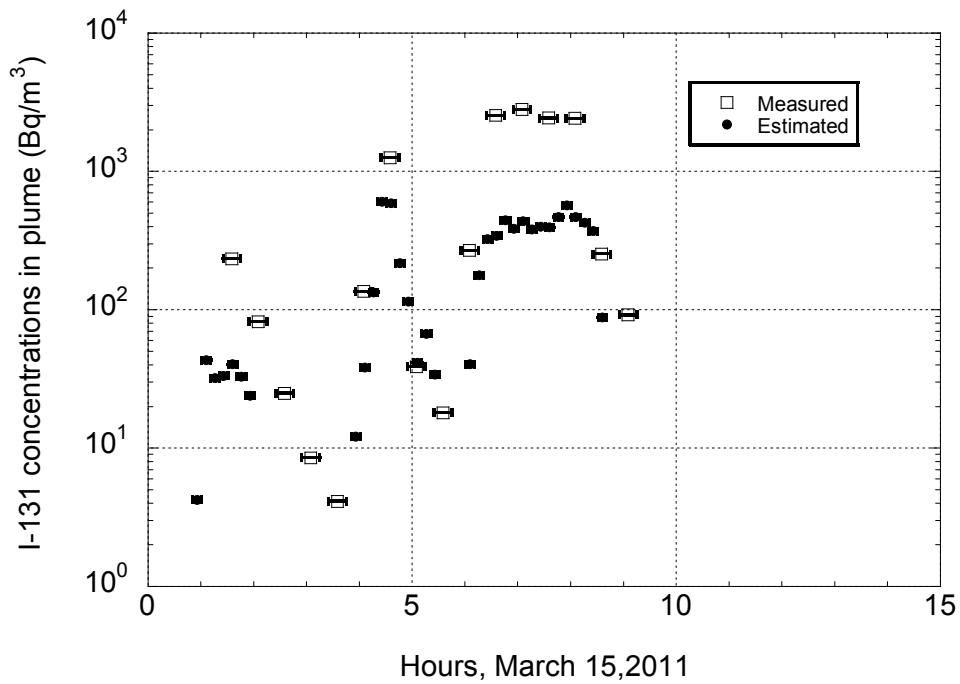
A method was presented to deduce I-131 concentration contained in a radioactive plume from time history of peak count rates that were obtained from pulse height spectra of NaI(Tl) scintillation detector employed as a detector of a monitoring post. The contribution on the count rates from I-131 attached around the monitoring post was subtracted according to the time history with considering cumulative attachment and its decay. The concentrations of I-131 contained in the plumes were estimated from the count rates by using calculated response of the NaI(Tl) detector with egs5 for a model of a plume containing I-131 uniformly. This method was applied to the data of the monitoring posts at Nuclear Science Research Institutes of Japan Atomic Energy Agency (JAEA). Estimated time history variation of I-131 concentrations in plumes was in fair agreement with those measured directly by an air sampling method. The difference was less than a factor of 4 for plumes that arrived at March 15 and at March 21 showing relatively high I-131 concentrations among the others studied in this paper.



Schematic relation between n_i' , d_i , $\sum_{k=3}^i (d_k \times \exp(-(i-k) \times t_c \times \lambda))$ and p_i .



(a) MP-21



(b) MP-24

Comparison of estimated I-131 concentrations in the plume at
 (a) MP-21 and (b) MP-24 with those measured with air sampling at March 15, 2011.

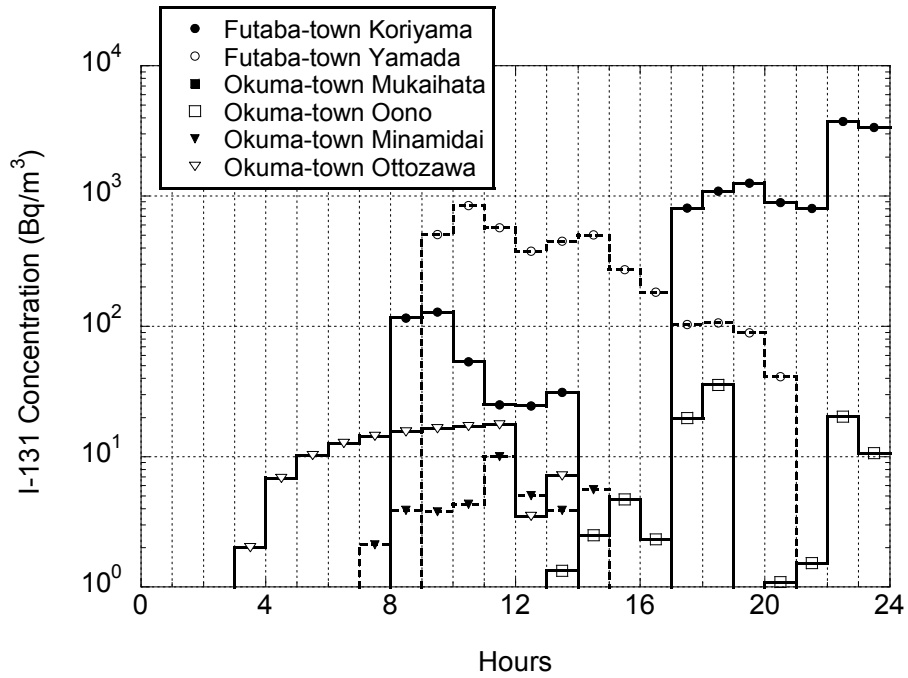
5.8 Estimation of Time History of I-131 Concentration in Air Using NaI(Tl) Pulse Height Distribution at Monitoring Posts of Fukushima Prefecture

H. Hirayama, H. Matsumura, Y. Namito, T. Sanami

KEK

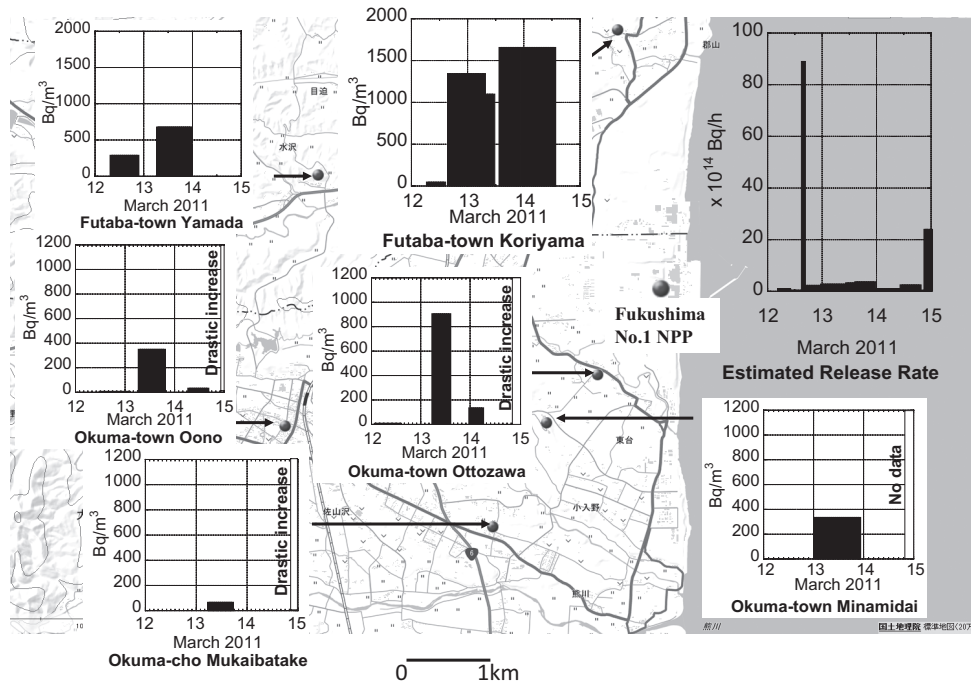
Time histories of I-131 concentration in air at the monitoring posts of Fukushima prefecture during March 2011 were estimated using pulse height distribution of NaI(Tl) detector which was opened to the public. Several corrections to the pulse height distribution were necessary due to high count rates. The contribution on the count rates from I-131 attached around the monitoring post was estimated according to the time history of peak count rate with the method proposed by the authors et al. The concentrations of I-131 in air were converted from the peak count rates using calculated response of the NaI(Tl) detector with egs5 for a model of a plume containing I-131 uniformly. The obtained time histories of I-131 concentration in air at the fixed point in March 2011 were first ones in Fukushima prefecture. The results at 3 monitoring posts, Naraha-town Shyoukan, Hirono-town Futatunuma and Fukushima-city Momijiyama, which can be analyzed during almost whole March show that the plume including I-131 was arrived after March 15. The results at other monitoring posts near Fukushima Daiichi Nuclear Power Station are used to understand the plume diffusing at the beginning period of the accident before March 15.

The I-131 time-integrated concentration in air at several monitoring posts were compared with those given in UNSCEAR 2013 ANNEX A which were obtained using estimated time dependent release rates to atmosphere. Agreement between both results varies depending on each place compared due to the large uncertainties in the estimated release rate used in UNSCEAR. The results obtained in this study can be used to increase the accuracy of the time dependent release rate estimation.



(a) March 12, 2011

Time histories of I-131 concentration in air at Monitoring posts
in Futaba-town and Okuma-town. (a) March 12, 2011



Average concentration of I-131 (Bq/m^3) in air at Monitoring posts
in Futaba-town and Okuma-town and I-131 estimated release rate ($10^{14} Bq/h$).

Published in *Trans. At. Energy. Soc. Jpn.*, Vol. 14(2015)1-11. (in Japanese)

5.9 Filtering effect to radioactive plume in evergreen forest

K. Takahashi And T. Miura

J-PARC, KEK

A lot of Fission Product was released to environment from Fukushima No.1 nuclear power plant. After the disaster, radioactive material within Fission Product moved in radioactive plume. Radioactive plume came to Japan Proton Accelerator Research Complex (J-PARC) site in Tokai village on March 15. Observed dose rate was 5 $\mu\text{Sv/h}$ or more at radiation monitoring post. J-PARC site was contaminated by radioactive materials that deposited from radioactive plume.

Generally, main cause of radioactive materials deposition is wet deposition by rainfall with radioactive plume. But, wet deposition can't explain radioactive material deposition in some case. For example, high density deposition exists around forests. Because we measured dose rate on our site, we knew high dose rate area exists around evergreen forests. We guess, forest has effect to the deposition. So, we measured evergreen forests particularly.

We confirmed radioactive materials deposition about one tree. We think high dose rate area around forest might be caused by dry deposition. It might be related to surface area of objects inside stream of radioactive plume. Evergreen forests have big surface area by leaf in March on Japan. So we measured there.

We measured a characteristic pine tree. This tree is short, has high density leaf, has no shield around tree. We can get detail of dose rate distribution easily about this tree. Nevertheless we couldn't get significant dose rate data around the leaf. On the other hand, we found high dose rate area on soil under the tree. The distribution was off-centered distribution. High Dose rate area was 3 $\mu\text{Sv/h}$. Low dose rate area under the tree was 1.5 $\mu\text{Sv/h}$. Surface of soil around tree not covered by leaf dose rate was 1.5 $\mu\text{Sv/h}$ or less. And high dose rate area was North-East part of the tree. Some radiation monitoring data and weather monitoring data indicate radioactive plume came there with North-East wind.

We surveyed in evergreen forest. Dose rate on soil surface was 1 $\mu\text{Sv/h}$. Though, dose rate in North-East edge of the forest was higher than other area. The dose rate was 2 $\mu\text{Sv/h}$ or more.

In conclusion, radioactive plume was caught by shallow position of forest. And the radioactive materials drop on soil under the tree by rain wash. We could check the filtering effect by soil surface survey.

5.10 Radioactive cesium concentration of pond smelt (*Hypomesus nipponesis*) in Lake Hibara, northern Fukushima Prefecture.

A. Tomiya¹, M. Enoto¹, G. Kawata¹, T. Iwakami¹, T. Ishida², and K. Masumoto³

¹Fukushima Pref. Inland Water Fisheries Experimental Station, ²Fukushima Pref. Fishery Div.

³KEK

Huge amount of radionuclides containing radioactive cesium (¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs) were emitted into environment by the accident of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant of the Tokyo Electric Power Company. Radioactive cesium concentrations above the Japanese regulatory limit 100 Bq/kg-wet have been detected from the pond smelt (*Hypomesus nipponesis*) caught in Lake Hibara after the accident. Therefore, we started monitoring the radioactive cesium concentrations of water, sediments and aquatic organisms (e.g., zooplankton, larvae of benthic animal and pond smelt) sampled from Lake Hibara and its adjacent river to understand the radioactive cesium contamination the food chain.

¹³⁷Cs concentrations of river water were almost under detection limit, while those of lake water ranged from 0.007 to 0.091 Bq/L. ¹³⁷Cs concentrations of river sediments in rivers and the lake respectively ranged from 42 to 1,901 Bq/kg-wet and from 23 to 3,600 Bq/kg-wet. Radioactivity in various samples such as zooplankton, benthic animal and benthic animal excrement were detected by using the Imaging Plate. Data in the Imaging Plate suggested that the higher ¹³⁷Cs concentrations of pond smelt were found in samples with larger total length.

¹³⁷Cs concentrations of pond smelt in Lake Hibara showed the maximum of 460 Bq/kg-wet in May, 2011 and rapidly decreased to a few tens of Bq/kg-wet after October 2012. The negative linear correlation between ¹³⁷Cs concentrations of pond smelt and percent age-0 fish suggests that the change of generation was the major factor of this rapid decreased of ¹³⁷Cs concentrations.

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 つくば地区（2014年度）

放射線取扱主任者	佐々木 慎一
放射線取扱主任者代理	波戸 芳仁
放射線管理室長	榎本 和義
放射線管理室長代理	佐波 俊哉

管理区域	氏名	職名等
PS 施設（1,2,3,7 区域）	松村 宏	統括責任者
電子加速器施設（4B,5A,5B 区域）	佐波 俊哉	統括責任者
放射光・試験加速器施設（4A,5C,5D,6 区域）	波戸 芳仁	統括責任者
第 1 区域		
PS 施設 （前段加速器+デジタル加速器）	飯島 和彦 三浦 太一 飯島 和彦 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 三浦 太一 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
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 三浦 太一 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
陽子ビーム利用実験棟 （含む NEDO-ERL）	松村 宏 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
第 4 区域		
放射光科学研究施設（4A）	穂積 憲一 岸本 祐二 豊田 晃弘	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当
電子陽電子入射器（4B）	岩瀬 広 穂積 憲一	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		
KEKB 施設 (5A)	佐波 俊哉	管理区域責任者
	岩瀬 広	管理区域副責任者、
	飯島 和彦	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)	波戸 芳仁	管理区域責任者
	岸本 祐二	管理区域副責任者
	飯島 和彦	管理区域業務担当
ATF (5D)	波戸 芳仁	管理区域責任者
	豊田 晃弘	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	波戸 芳仁	管理区域責任者
	豊田 晃弘	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 東海地区 (2014年度)

放射線取扱主任者代理	沼尻 正晴
放射線安全セクションサブリーダー	沼尻 正晴

MR (50GeV シンクロトロン 施設)	管理区域責任者 管理区域責任者代理	中村 一 北川 潤一 (2014年11月以前) 山崎 寛仁 (2014年11月以降)
-----------------------------	----------------------	--

放射線測定棟	管理区域責任者 管理区域責任者代理	北川 潤一 (2014年11月以前) 中村 一 (2014年11月以降) 中村 一 (2014年11月以前) 山崎 寛仁 (2014年11月以降)
ハドロン実験施設	管理区域責任者 管理区域責任者代理	萩原 雅之 斎藤 究 (2014年10月以前) 北川 潤一 (2014年10月以降)
ニュートリノ実験施設	管理区域責任者 管理区域責任者代理	高橋 一智 萩原 雅之 北川 潤一 (2014年10月以降)

1.2 放射線業務分担

1.2.1 つくば地区

業 務	担当氏名
管理事務 (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)	榊本 和義 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) (チェックソース) (放射化物)	榊本 和義 豊田 晃弘 穂積 憲一 波戸 芳仁 松村 宏 豊田 晃弘 岸本 祐二 佐波 俊哉 豊田 晃弘
環境放射能	豊田 晃弘 高原 伸一
集中放射線監視システム (放射線モニター、監視システム)	佐々木 慎一 岸本 祐二 飯島 和彦
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) (イメージングプレート)	豊田 晃弘 高原 伸一 飯島 和彦 高原 伸一 豊田 晃弘
サーベイメータ等 (ゲートモニタ、物品モニタ) (サーベイメータ) (アラームメータ、ポケット線量計)	佐々木 慎一 穂積 憲一 飯島 和彦 飯島 和彦

放射線較正施設 (放射線照射棟) (熱中性子標準棟)	佐々木 慎一 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) (内部被ばく評価)	梶本 和義 豊田 晃弘 豊田 晃弘
機構長の指定する発生装置等 (PS 系) (電子系)	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)	佐々木 慎一 波戸 芳仁 岸本 祐二 近藤 健次郎
出版物等 (安全ビデオ) (安全の手引き、パンフレット等)	穂積 憲一 波戸 芳仁 佐々木 慎一
広報 (WEB 製作等)	梶本 和義 佐波 俊哉 松村 宏 佐藤 充 豊田 晃弘 岩瀬 宏
作業環境測定	豊田 晃弘 梶本 和義 佐々木 慎一 佐波 俊哉 三浦 太一

1.2.2 東海地区

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 北川 潤一

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 北川 潤一
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）	斎藤 究 萩原 雅之 高橋 一智 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	中村 一 山崎 寛仁

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	佐藤 充
依頼分析	平 雅文 文珠四郎 秀昭 別所 光太郎 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 2012 年度

陽子加速器施設では、デジタル加速器の試運転が行われている。東カウンターホールでは cERL の入射部が設置された。管理区域を拡大した。これに伴い、電気錠付きの管理区域出入口の位置が変更された。東カウンターホールの名称を ERL 開発棟とした。遮蔽体、電磁石等の J-PARC への移動も前年に引き続き行われた。EP-1 下流部は、電磁石の準備などの場として利用された。

電子加速器では、Super-KEKB の建設に向けての作業が続いた。これに伴い、KEKB 改造関連の搬出物が多く搬出された。電子入射器・電子陽電子加速器については、リニアック全体を用いた KEKB への入射は KEKB 運転停止とともに実施されなくなり、下流部のみを使用しての PF と PF-AR への入射が主な運転形態となっている。超伝導リニアック試験施設において STF 加速器の施設検査が行われ合格した。

[変更申請]

(イ) 電子陽電子入射器棟トンネル室上流部と同下流部の遮へい壁を移動する

第 11 回放射線安全審議委員会で議論された内容を、平成 24 年 12 月 26 日付けで変更承認申請し、平成 25 年 3 月 12 日に承認された。

(ロ) ERL 開発棟

- ・施設名を「東カウンターホール」から「ERL 開発棟」に変更する。
- ・ERL 開発棟にコンパクト ERL 入射部を新設する。
- ・ERL 開発棟周辺を管理区域として拡大する。

(ハ) 直線加速装置入射路

- ・LER 入射路および HER 入射路の使用休止
- ・BT トンネル室を BT トンネル室上流部、BT トンネル室下流部に区分する。
- ・変更に係わるインターロックシステムを変更する。

[検査]

平成 24 年 6 月 14 日付けをもって申請があった使用施設等（超伝導リニアック試験施設棟）について平成 24 年 7 月 24 日づけて施設検査に合格した

[教育]

本年度新規認定者に対する放射線安全教育・訓練、既認定者に対する再教育は都合 45 回行った。機構全体での放射線安全講習会を、2012 年 11 月 28 日、2013 年 2 月 8 日に開催した。既認定者に対する再教育、新規認定者に対する追加教育のため、講習参加者は 2 回を合わせて 520 名であった。

2.1.2 2013 年度

陽子加速器施設では、デジタル加速器の出力の変更が行われ、陽子リング、EP-1、開発共用棟に放射化物保管設備が新設された。ERL 開発棟では cERL の入射部の出力増強が行われると共に、周回部が設置された。遮蔽体、電磁石等の J-PARC への移動も前年に引き続き行われた。EP-1 下流部は、電磁石の準備などの場として利用された。

電子加速器では、Super-KEKB の建設に向けての作業が続いた。これに伴い、KEKB 改造関連の搬出物が多く搬出された。電子入射器・電子陽電子加速器については、リニアック全体を用いた KEKB への入射は KEKB 運転停止とともに実施されなくなり、下流部のみを使用する PF と PF-AR への入射が主な運転形態となっている。超伝導リニアック試験施設では STF 加速器のうちフォトカソード RF 電子銃のみを運転する変更が行われた。

[変更申請]

変更の内容は下記の通りである。(イ) から (ホ) は第 12 回放射線安全審議会で議論され、平成 25 年 6 月 17 日に変更申請、同 9 月 4 日に許可され、(へ) は第 13 回放射線安全審議会で議論され、平成 25 年 11 月 28 日に変更申請、平成 26 年 1 月 31 日に許可された。

(イ) 1.電子陽電子入射器棟において、陽電子生成ターゲットの 2-1 セクターから 1-4 セクターに移設、ダンピングリング入射調整のためのダンプを新設、ビーム調整用ダンプの新設、ビームダンプ 2 を移設、使用中止とし、第 3 スイッチヤードの遮へいの変更を行う。

(ロ) 直線加速装置入射路において、トンネル室下流部に脱出口を新設し、PF-AR 入射路ダンプを廃止する。

(ハ) KEKB ファクトリーにおいて、筑波実験室地下 4 階における管理区域を縮小する。

(ニ) STF リニアック試験施設において、STF 加速器の内フォトカソード RF 電子銃のみ運転を行い、超伝導加速器モジュールの運転は行わず、最大エネルギーを 75MeV から 7.5MeV に変更する。

(ホ) ERL 開発棟において、コンパクト ERL 入射部にコンパクト ERL 周囲部を増設し、コンパクト ERL とし、周囲部は最大エネルギー 35MeV まで加速する直線加速装置で、最大出力は $350\text{MeV} \cdot \mu\text{A}$ として、遮へい及びインターロックを変更する。また、コンパクト ERL 入射部の最大ビーム電流を $10\mu\text{A}$ に変更する。

(へ) デジタル加速器の加速イオンをアルゴンイオンとし、最大エネルギーを 14.6MeV から 2MeV に、最大出力を $0.44\text{MeV} \cdot \text{p}\mu\text{A}$ から $0.0125\text{MeV} \cdot \text{p}\mu\text{A}$ にそれぞれ減じる。

主リング室、ブースターダンプ室、リニアック室、NML ビームライン室、P4 ビームライン室、陽子ビーム実験室、ブースタービームダンプ室、ミュオン第 1 実験室、北カウンターホール、EPI 室、EPI 室天井部、EPI 下流部、放射化物使用棟、放射化物使用施設に放射化物保管設備を設定する。第 2 放射化物使用施設を管理区域に設定し、放射化物保管設備を設ける。放射化物の保管廃棄設備として、第 2 廃棄物保管棟、第 3 廃棄物保管棟、第 4 廃棄物保管棟を新設し、放射化物保管廃棄設備とする。

[検査]

(イ) 平成 25 年 4 月 10 日付けをもって申請があった使用施設等 (DR 入射路、DR 出射路) について平成 25 年 5 月 16 日付けで施設検査に合格した。

(ロ) 平成 25 年 10 月 31 日付けをもって申請があった使用施設等 (ATF ダンピングリング室) について平成 25 年 12 月 16 日付けで施設検査に合格した。

(ハ) 平成 26 年 2 月 21 日付けをもって申請があった使用施設等 (ERL 開発棟直線加速装置) について平成 26 年 3 月 12 日付で施設検査に合格した。

(ニ) 平成 25 年 12 月 2 日から平成 25 年 12 月 6 日、平成 25 年 12 月 24 日から平成 25 年 12 月 26 日の日程により、5 年に一度の定期検査・定期確認を受け合格した。

[教育]

本年度新規認定者に対する放射線安全教育・訓練、既認定者に対する再教育は都合 37 回行った。機構全体での放射線安全講習会を、2013 年 11 月 19 日、2014 年 2 月 3 日に開催した。既認定者に対する再教育、新規認定者に対する追加教育のため、講習参加者は 2 回を合わせて 607 名であった。

2.1.3 2014 年度

陽子加速器施設では、調整運転が継続して行われている。ERL 開発棟では cERL の最大出力が増強され、フォトン実験室が新設され、ビーム調整が行われた。EP-1 下流部は、電磁石の準備などの場として利用された。コンクリートや電磁石は J-PARC などへ送られた。

電子加速器では、Super-KEKB に建設に向けての作業が続いた。電子陽電子入射器棟ではビームダンプ 2 の使用再開、新しい機械室が管理区域化された。PF と PF-AR への入射運転を継続しつつ、改造が行われている。直線加速装置入射路では新設の PF-AR 直接入射路トンネルの上流部が管理区域として設定された。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 加速器の準備が行われ、運転はなかった。

[変更申請]

(防止法関係)

第 14 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 26 年 7 月 6 日付で変更承認申請を行い、平成 26 年 9 月 8 日付けで承認された。変更の内容は下記の通りである。

(イ) 直線加速装置入射路の使用方法の変更

- ・新設された PF-AR 直接入射路トンネルの上流部に管理区域を設定する。この管理区域に出入りするための通常の入出口と脱出口を各 1 箇所追加する。

(ロ) ERL 開発棟におけるコンパクト ERL の出力増強及び使用の目的の変更

- ・コンパクト ERL の最大出力を 350MeV・ μA (最大エネルギー35MeV (主ビームダンプには 6MeV)、最大電流 10 μA) から 2600MeV・ μA (最大エネルギー26MeV (主ビームダンプには 6MeV)、最大電流 100 μA) に変更する。ただし、入射ビームダンプへ輸送

するビームの最大エネルギー6MeV 及び最大電流 10 μ A には変更はない。

- ・コンパクト ERL の使用目的を「エネルギー回収リニアック開発研究」から「エネルギー回収リニアック開発研究及び応用研究」に変更する。
- ・放射線発生装置室の東外側にフォトン実験室を設置し、遮蔽壁に加速器で生成させたフォトンを利用する実験のための貫通孔を設定する。また、これらの貫通孔に対する追加遮蔽を設置する。
- ・フォトン実験室の設置に伴い、インターロックを一部変更する。

(ハ) 電子入射器・電子陽電子加速器の使用方法の変更

- ・ビームダンプ 2 をビームダンプ室に戻し、使用を再開する。
- ・冷却水循環装置を設置するため新設した機械室 (M2-2 及び M4-2) を管理区域にする。

第 15 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 27 年 3 月 20 日付で変更承認申請を行った。変更の内容は下記の通りである。

(イ) 電子陽電子入射器の使用法の変更

- ・電子陽電子加速器の出力を電子 10GeV 0.5GeV $\cdot\mu$ A,陽電子 5GeV 0.5GeV $\cdot\mu$ A から電子 10GeV 2.0GeV $\cdot\mu$ A,陽電子 5GeV 1.0GeV $\cdot\mu$ A へ増強する。
- ・電子入射器後半部の電流量を 50nA から 200nA に増強する。
- ・電子入射器後半部に位置する陽電子生成ターゲットへ遮へいを追加する。

(ロ) 大強度放射光リング (PF-AR) の使用方法変更

- ・PF-AR での密封線源の使用と貯蔵を廃止し、密封線源貯蔵箱を廃止する。
- ・PF-AR 放射光実験施設、北実験棟、北西実験棟、南実験棟の管理区域を第 22 条の 3 適用区域にする

[検査]

(防止法関係)

- イ) 平成 26 年 6 月 19 日付けをもって申請があった使用施設等 (電子陽電子加速器) について平成 26 年 7 月 2 日付けで施設検査に合格した。
- ロ) 平成 27 年 1 月 13 日付けをもって申請があった使用施設等 (ERL 開発棟コンパクト ERL 加速器室) について平成 27 年 2 月 13 日付けで施設検査に合格した。

(規制法関係)

- イ) IAEA の核燃料物質管理状況 (つくばキャンパス) に関わる査察が平成 26 年 4 月 17 日に IAEA の 1 名の査察官及び核物質管理センターの 2 名の査察員により実施された。在庫現物管理、帳簿管理等を中心とした査察が行われ、平成 26 年 9 月 17 日付けで適正な核燃料物質管理が行われているとの評定を IAEA より受けた。
- ロ) 茨城県による核燃料物質使用保管状況に関わる現地調査が平成 26 年 10 月 7 日に 2 名の県安全担当職員により実施された。書類調査のあと、放射光アイソトープ実験施設、放射性試料測定棟並びにターゲット保管棟について現場での検査が行われ、適切な管理がなされているとの評価を得た。

[教育]

本年度新規認定者に対する放射線安全教育・訓練、既認定者に対する再教育は都合 59 回行った。機構全体での放射線安全講習会を、平成 26 年 11 月 13 日、平成 27 年 2 月 16 日に開催した。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おり、講習参加者は 2 回を合わせて 637 名であった。東海キャンパスでも TV 中継を行い受講可能とした。

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、高橋、北川、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。ハドロン実験施設における放射能漏えい事故を受けて、施設検査、点検、訓練、講習会、規程改訂等の対応が活発に行われた。また、放射線安全委員会とともに、センターとして実質的な安全を議論するために放射線安全評価委員会が発足することになった。

2.2.3 放射線申請関係

2012年から14年にかけて、6回の変更申請が行われた。事故を受けての変更としては、多くの施設で「汚染検査を行える設備」の記載を追加した。また、ハドロン実験施設では実験ホールの排気設備、放射化物保管設備の設置を行った。

J-PARCの各施設は、原科研敷地内に建設するため、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時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り、2014年には、物質生命科学実験施設の中性子実験装置新設 (BL22)、ミュオン実験装置 (Hライン) 設置準備のための遮蔽体変更、ハドロン実験施設の第3機械棟新設について提出した。

以上の変更申請のうち、実験装置の新設や遮蔽体の変更については原子力安全技術センターの施設検査を受け、全て合格した。また、ハドロン実験施設については事故対応として原子力安全技術センターの点検支援を受けて、再発防止策の適合状況の確認を受けた。

2.2.4 内部規程の改訂、委員会活動

2012年から2014年にかけて放射線安全に関する内部規程の見直しを進め、予防規程3回、予防規程細則7回、運搬規則2回、エックス線規則1回、事故通報規則1回の改訂を行った。また、諸手続及び様式等をまとめた「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」を制定し、毎年度改訂を行ってきた。

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、2012年から2014年にかけて10回開催した。放射線安全検討会は、2013年末に放射線安全評価委員会に改組された。評価委員会ではさらに作業部会も設けられることになった。2012年から2014年にかけて、検討会は17回、評価委員会は8回開催された。作業部会としては、運転手引専門部会、インターロック専門部会、ハドロン標的交換作業特別部会、High-p/COMET特別部会、水銀標的交換特別部会、実験ホール等管理区域区分特別部会が設けられ、活動した。

2.2.5 放射線安全教育

2014年度の入域前教育訓練は、職員57名、外来業者1689名、ユーザー1005名が受講した。職員等の再教育訓練は2014年度2回実施し、年度内に対象者全員の560名が受講をした。

3. 化学安全・環境関係

3.1 2012 年度

3.1.1 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 33 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エネルギー分散型 X 線分析装置を使用した。個々の分析内容については部内レポート CHEM-A にまとめてある。

3.1.2 環境管理

環境安全管理室員の他、総務部、財務部、施設部、広報室、各研究所等からの委員による環境報告書作成ワーキンググループを設置し、「環境報告 2012」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。

3.1.3 実験廃液処理

機構内で発生する実験廃液（無機廃液、有機廃液）、洗浄廃水（実験室、暗室等の流しから排出される洗浄水）、有害固形廃棄物のうち無機廃液、洗浄廃水は実験廃液処理施設で処理し、有機廃液、高濃度の酸廃液等処理が困難な無機廃液、有害固形物、廃試薬は外部の専門業者に処理を委託している。

電解研磨処理設備から排出されるフッ化水素酸を含む洗浄廃水（EP 洗浄廃水）は 100～500 mg/L 程度のフッ化物イオンを含む廃水であるが、石灰化処理（500 L / 回）を行った後、さらに一般の洗浄廃水に体積比 1/5～1/10 の割合で混合して凝集沈殿処理及び樹脂塔に通水処理することで効率的に処理できることを確認した。これまで、廃液受入槽が小さいため、処理が完全に終わらないと次の廃液を受け入れることができず、非効率的であった。そこで、使用していない廃水タンクを増結し、受入量を増強する工事を 5 月に行った。これにより、効率的に処理作業を進めることが可能になった。

3.2 2013 年度

3.2.1 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いる。本年度は 23 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、元素分析手法としてエネルギー分散型 X 線分析装置及び EDX を使用した。個々の分析内容については部内レポート CHEM-A にまとめてある。

3.2.2 環境管理

環境安全管理室員の他、総務部、財務部、施設部、広報室、各研究所等からの委員による環境報告書作成ワーキンググループを設置し、「環境報告 2013」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。

3.2.3 実験廃液処理

2010年度以降、電解研磨処理設備から毎年80～130 m³のフッ化物イオンを含む洗浄廃水（EP洗浄廃水）が発生している。EP洗浄廃水は100～500 mg/L程度のフッ化物イオンを含む廃水であるが、これまでの検討により、石灰化処理（500 L/回）を行った後、さらに一般の洗浄廃水に体積比1/5～1/10の割合で混合して凝集沈殿処理及び樹脂塔に通水処理することで、フッ化物イオン濃度を最終的に5 mg/L未満まで下げられることを確認している。効率的な処理法の検討や設備整備などの対策を行った結果、実験廃液処理施設で処理できるEP洗浄廃水の量は年々増加し、本年度は概ね2ヶ月に1度9.5 m³ずつ、合計47.5 m³のEP洗浄廃水を受け入れ、57.0 m³の処理を行った。なお、実験廃液処理施設での処理能力を超える部分については、やむなく、産廃業者による委託処理を行っている。

3.3 2014年度

3.3.1 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11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。元素分析手法としては、老朽化によりエネルギー分散型X線分析装置が不調となったため主にEDXを使用した。また、新たに導入した近赤外ラマン分光装置による定性分析も行っている。個々の分析内容については部内レポートCHEM-Aにまとめてある。

3.3.2 環境管理

環境安全管理室員の他、総務部、財務部、施設部、広報室、各研究所等からの委員による環境報告書作成ワーキンググループを設置し、「環境報告2014」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。

3.3.3 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を処理している。処理水は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、KEKB地区冷房試運転に伴う大穂、日光、富士、筑波の各機械室の冷水フラッシング作業により発生した廃水が排水基準値を超える重金属を含むことがわかり、6月から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61.4 m³を受け入れ、処理を行った。

廃液処理装置の保守としては、12月に砂ろ過塔、活性炭塔、フッ素吸着塔のろ材交換を行った。また、フッ素反応槽周辺設備について、耐フッ酸用pH電極への更新やフッ素反応槽移送ポンプのダイヤフラム交換を行った。フェライト化処理設備については、ボイラー

蒸気管の修理を行ったが、処理の再開のためには溶解槽移送ポンプの修理が必要である。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、2012年度から2014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、年度毎の放射線科学センター名簿を示した。

3.1 2012 年度資料

1. 外部資金導入状況

1.1 科学研究費補助金

(1) 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

(2) 基盤研究 (A)

研究テーマ名：「加速器質量分析法を用いた人為起源の長寿命放射性核種分析による環境影響評価」

研究代表者：笹公一

研究分担者：松村宏

(3) 基盤研究 (C)

研究テーマ：「入射粒子に捉われない核破砕片生成モデルのための実験的研究」

研究代表者：佐波俊哉

(4) 基盤研究 (C)

研究テーマ：「高エネルギー重荷電粒子に対する W 値の系統的研究」

研究代表者：佐々木慎一

(5) 挑戦的萌芽研究

研究テーマ：「紫外光電子放射を利用する大気下仕事関数イメージング装置の開発」

研究代表者：文珠四郎秀昭

1.2 受託研究等

(1) 平成 24 年度 宇宙開発機構 (JAXA) 宇宙環境利用科学委員会研究チーム

研究テーマ：「位置有感比例電離箱による宇宙放射線線量当量計測器の開発とそれによる宇宙ステーション内での線量計測技術の確立に関する研究グループ」

研究代表者：佐々木慎一

2. 共同研究等

2.1 共同開発研究

(1) 研究テーマ：「位置有感型生体組織等価比例計数電離箱の開発と加速器混合放射線場測定への応用」 (課題番号：AR-2012-01)

研究代表者：佐々木慎一

2.2 大学等との共同研究

2.2.1 共同研究（覚え書き等によるもの）

- (1) 研究テーマ：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：筑波大学数理物質科学研究科
- (2) 研究テーマ："JASMIN in NuMI," H. Matsumura, Nikolai Mokhov, S. Sasaki, Fermilab との
研究協定締結, 2013 年 1 月, T-993-A1
- (3) 研究テーマ："JASMIN in MTest," H. Matsumura, Nikolai Mokhov, S. Sasaki, Fermilab との
研究協定締結, 2013 年 1 月, T-994-A1
- (4) 研究テーマ：位置有感比例電離箱（PSTEPC）の開発
研究代表者：佐々木慎一
共同研究先：JAXA（研究開発本部）
- (5) 研究テーマ：中空糸分離膜を用いたトリチウム分離に関する基礎研究と応用
研究期間：2010 年度～2013 年度
研究代表者：佐々木慎一
共同研究先：静岡大学・理学部

2.2.2 大学、研究所等との共同研究（2.2.1 によらないもの）

- (1) 研究テーマ：加速器冷却水中の中における金属酸化コロイドと金属イオンの錯生成
挙動解析
共同研究先：千葉大学大学院理学研究科
研究代表者：別所光太郎
メンバー（センター職員）：文珠四郎秀明
- (2) 加速器冷却水中の放射性核種及びコロイド化学種の挙動解析
共同研究先：京都大学原子炉実験所、京都大学大学院工学研究科
共同研究者：別所光太郎、松村宏、榎本和義、文珠四郎秀昭
- (3) 研究テーマ：位置有感比例電離箱による宇宙放射線線量当量計測器の開発とそれによ
る宇宙ステーション内での線量計測技術の確立（JAXA 宇宙環境利用科学委員会 WG）
研究代表者：佐々木慎一
共同研究先：早稲田大学理工学総合研究所、京都大学、JAXA
- (4) 研究テーマ：シンチレータの絶対蛍光効率に関する研究
共同研究者：埼玉県立大
共同研究者：佐々木慎一、俵裕子、齋藤究
- (5) 研究テーマ：磁鉄鉱による年代測定法の開発研究

共同研究先：UC Berkeley, USA and Purdue Univ, USA.

研究代表者：松村宏

2.3 民間との共同研究

(1) 研究テーマ：中性子検出器の小型化・軽量化のための基礎研究

共同研究先：富士電機システムズ（株）東京工場 放射線装置部

共同研究者：伴秀一、佐々木慎一、萩原雅之

(2) 研究テーマ：固体飛跡検出器による環境中性子線量測定法の研究

共同研究先：株式会社千代田テクノロ 大洗研究所

共同研究者：伴秀一、佐々木慎一、萩原雅之、穂積憲一

(3) 研究テーマ：位置有感生体等価比例計数箱による宇宙ステーション内での線量計測技術の確立

共同研究先：財団法人 日本宇宙フォーラム

共同研究者：佐々木慎一、俵裕子、斎藤究、高橋一智

(4) 研究テーマ：加速器放射化物のクリアランスに関する研究

共同研究先：（株）清水建設

共同研究者：榊本和義

2.4 大学等連携支援事業

(1) 「加速器科学総合支援事業」筑波大学

2.5 共同利用研究（施設利用）

(1) 研究テーマ：「高線量放射線場における水中金属材料の腐食およびコロイド生成挙動の解析」（プロジェクト採択課題 24P11-3）

共同研究先：京都大学原子炉実験所

利用実験施設：46 MeV 電子線型加速器施設、コバルト 60 ガンマ線照射施設

研究代表者：別所光太郎

共同研究者：松村宏、榊本和義、佐波俊哉、萩原雅之、飯島和彦

(2) 医療利用などでの放射線防護における X 線の線量評価用検出器の特性評価（課題番号:2011G081）

共同研究先：物質構造科学研究所放射光共同利用

研究代表者：波戸芳仁

共同研究者：伴秀一、萩原雅之、岩瀬広、高橋一智

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) 海野泰裕（D2）、化学分離を必要としない迅速な放射性ストロンチウムの絶対測定法の研究、佐々木慎一、佐波俊哉、萩原雅之
- (2) Suffian bin Mohanmad Tajudin（大学院 3 年次、研究テーマ名：Measurement and calculation of accelerator related medical physics）

指導教官：波戸芳仁、副指導教官：佐波俊哉

3.2 学位論文等の指導（他大学）

- (1) 金谷 直樹

研究テーマ：「水中における金属酸化物コロイドと金属イオンの錯生成挙動に関する研究」
千葉大学大学院理学研究科化学専攻博士課程 1 年（博士論文指導）

指導教官名（担当した放セ職員）：別所光太郎

- (2) 秋宗 尚弥

研究テーマ：「ガンマ線照射環境下における水中金属材料の溶出・コロイド生成挙動の研究」

京都大学大学院工学研究科物質エネルギー化学専攻修士課程 2 年（修士論文指導：2013 年 3 月課程修了）

指導教官名（担当した放セ職員）：別所光太郎

4. センター開催の研究会及びシンポジウム

4.1 第 19 回 EGS4 研究会

開催場所：高エネルギー加速器研究機構（茨城県つくば市大穂 1-1）

開催期間：2012 年 8 月 1 日～8 月 3 日

主催：高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター

出版物：KEK proceedings 2012-7 (October 2012) R

4.2 研究会「放射線検出器とその応用」（第 27 回）

開催場所：高エネルギー加速器研究機構（茨城県つくば市大穂 1-1）

開催期間：2013 年 2 月 5 日～2 月 7 日

主催：高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター

出版物：KEK proceedings 2013-9 (January 2014) H/R

4.3 第14回「環境放射能」研究会

開催場所：高エネルギー加速器研究機構（茨城県つくば市大穂 1-1）

開催期間：2013年2月26日～28日

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

出版物：KEK proceedings 2013-7 (November 2013) R

4.4 SATIF11, Eleventh Meeting of the Task-Force on Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities

開催場所：高エネルギー加速器研究機構（茨城県つくば市大穂 1-1）

開催期間：2012年9月11～13日

主催：OECD/NEA, KEK

共催：日本原子力学会放射線分科会

参加者：30名

5. 教育活動

5.1 総合研究大学院大学

- (1) 加速器科学専攻「加速器概論」
- (2) 加速器科学専攻「加速器工学特別演習」（学位論文指導）

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) 千葉大学理学部 集中講義「環境化学」 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) つくば市環境都市推進委員会 オブザーバー委員
- (2) 遮へい国際会議 ICRS12 運営委員会企画部会委員
- (3) 文部科学省放射線規制室 「国際放射線防護調査」の一般競争入札に係る技術審査専門員

- (4) 文部科学省放射線規制室 「放射線発生装置から発生した放射線によって汚染された物の安全規制のための運用基準に関する調査」の一般競争入札に係る技術審査専門員
- (5) 三菱総合研究所 作業に係る作業員の放射線管理に関する検討会委員
- (6) 放射線審議会、同基本部会委員（～2012.6.26）
- (7) 日本環境安全事業株式会社 福島県内の PCB 廃棄物の放射能測定に関する専門委員会委員
- (8) 公益法人原子力安全技術センター 放射化物調査委員会委員長
- (9) 原子力規制委員会「原子力災害事前対策等に関する検討チーム」委員
- (10) 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
- (11) (独) 科学技術振興機構 (JST) 先端計測分析・機器開発推進委員会委員 (放射線計測領域分科会)
- (12) J-PARC 放射線安全委員会委員
- (13) International School EDIT2013 (Excellence in Detectors and Instrumentation Technologies) (12-22 March, 2013 KEK Tsukuba) : Member of Local Organization Committee.
- (14) 日本学術振興会 産学協力研究委員会 放射線科学とその応用第 186 委員会委員

6.2 学会等委員

- (1) 日本分析化学会 X線分析研究懇談会 幹事
- (2) 日本分光学会 代議員
- (3) 日本放射線安全管理学会顧問 (2012.4.1～2014.3.31)
- (4) 日本放射線安全管理学会法令検討委員会委員長 (2012.4.1～2014.3.31)
- (5) 日本原子力学会「遮蔽ハンドブック」研究専門委員会委員
- (6) JENDL 委員会 核データ測定戦略検討 WG
- (7) 日本原子力学会放射線工学部会運営委員
- (8) 電気学会 技術調査専門委員会委員
- (9) 日本保健物理学会 放射線防護標準化委員会
- (10) 日本放射線安全管理学会 法令検討委員会委員
- (11) 科学技術・学術審議会専門委員 技術士分科会

6.3 その他（講習会等）

- (1) 放射線安全フォーラム公開講座 (4月7日、東京)
「放射能の測定」

- (2) 日本放射線安全管理学会主催「改正法令勉強会」(5月30日、東京)
「放射化物取扱と換算表の考え方」
- (3) 日本放射線安全管理学会(JRSM)6月シンポジウム「福島 of 早期復興に向けて」
(6月28日～29日、郡山)
「福島県における放射能汚染の現状と対策について」座長
- (4) 除染情報プラザ第2回県民講座「放射線教室」(7月18日、福島市)
「福島の放射線量はどのように変わり、これからはどうなるの」
- (5) 放射線安全講習(6月1日、宇宙航空研究開発機構つくば宇宙センター)
「放射線の人体に与える影響」「放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱」「放射線障害の防止に関する法令」
- (6) 放射線安全講習(6月6日、産業技術総合研究所つくばセンター)
「放射線の人体に与える影響」「放射線障害の防止に関する法令」(英語講習)
- (7) 放射線安全講習(7月6日、物質・材料研究機構千現地区)
「放射線障害の防止に関する法令」
- (8) NPO法人放射線安全フォーラム2012年度サマーセミナー(8月24日、御殿場)
「放射線に係る定量と判定の品質管理」—「分析化学・放射化学を背景としてのコメント」
- (9) 第11回放射線計測セミナー(11月26日、物質・材料研究機構千現地区)
「放射能モニタリングの取り組みと課題」

6.4 社会貢献等

- (1) 原子力規制委員会技術参与
- (2) 株式会社アトックス 「総合的線量低減計画の策定」実施委員会委員
- (3) 福島支援活動
 - ・福島派遣者に放射線測定器、線量計貸出
 - ・福島の事業所に放射線測定器、線量計貸出
 - ・福島県内井戸水放射能測定
 - ・福島県農業総合センター測定支援
 - ・福島県内水面水産試験場測定支援
 - ・内閣府原子力被災者生活支援チーム、文部科学省及び環境省への協力
避難指示解除準備区域への帰還・復興を支援するための放射線モニタリングアクションプラン(南相馬市、田村市、川内村)—飲用の井戸水や沢水等の引き水のモニタリング

7. 受賞記録

- (1) 第45回(平成24年度)日本原子力学会賞(論文賞)

論文題目:「Differential cross sections on fragment ($2 \leq Z \leq 9$) production for carbon, aluminum and silicon induced by tens-of-MeV protons」

受賞者: 萩原雅之、佐波俊哉、馬場護

- (2) 第11回日本放射線安全管理学会学術大会(大阪大学 平成24年 12/4-6)優秀プレゼンテーション賞

論文題目:「放射化物登録システムの開発」

受賞者: 豊田晃弘、榎本 和義、中村 一

8. 放射線科学センター名簿(2012年度)

佐々木 慎一*	齋藤 究 ^(#)	古宮 綾
榎本 和義	岩瀬 宏	北川 潤一 ^(#)
三浦 太一 ^(#)	萩原 雅之 ^(#)	近藤 健次郎 ^(a)
文珠四郎 秀昭	穂積 憲一	平山 英夫
俵 裕子	平 雅文	沢辺 元明 ^(a)
波戸 芳仁	中村 一	佐藤 充 ^(b)
沼尻 正晴 ^(#)	高原 伸一	豊島 規子 ^(b)
別所 光太郎	飯島 和彦	道川 太一 ^(c)
佐波 俊哉	高橋 一智 ^(#)	Suffuan TAJUDIN ^(d)
松村 宏	豊田 晃弘	岸本 祐二 ^(e)

(*) 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) 協力研究員

(d) 総合研究大学院大学

(e) 研究員

3.2 2013 年度資料

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：「加速器質量分析法を用いた人為起源の長寿命放射性核種分析による環境影響評価」

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) 基盤研究 (C)

研究テーマ名：「入射粒子に捉われない核破砕片生成モデルのための実験的研究」

研究代表者：佐波俊哉

(4) 基盤研究 (C)

研究テーマ：「高エネルギー重荷電粒子に対する W 値の系統的研究」

研究代表者：佐々木慎一

(5) 挑戦的萌芽研究 課題番号 23655075

研究テーマ名：「紫外光電子放射を利用する大気下仕事関数イメージング装置の開発」

研究代表者：文珠四郎秀昭

1.2 受託研究等

(1) 平成 25 年度 宇宙開発機構 (JAXA) 宇宙環境利用科学委員会研究チーム

「位置有感比例電離箱による宇宙放射線線量当量計測器の開発とそれによる宇宙ステーション内での線量計測技術の確立に関する研究グループ」

研究代表者：佐々木慎一

2. 共同研究等

2.1 共同開発研究

(1) 研究テーマ：「位置有感型生体組織等価比例計数電離箱の開発と加速器混合放射線場測定への応用」(課題番号：AR-2012-01)

研究代表者：佐々木慎一

2.2 大学等との共同研究

2.2.1 共同研究（覚え書き等によるもの）

- (1) 研究テーマ：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：筑波大学数理物質科学研究科
- (2) 研究テーマ："JASMIN in NuMI," H. Matsumura, Nikolai Mokhov, S. Sasaki, Fermilab との
研究協定締結, 2013 年 1 月, T-993-A1
- (3) 研究テーマ："JASMIN in MTest," H. Matsumura, Nikolai Mokhov, S. Sasaki, Fermilab との
研究協定締結, 2013 年 1 月, T-994-A1
- (4) 研究テーマ：位置有感比例電離箱（PSTEPC）の開発
研究代表者：佐々木慎一
共同研究先：JAXA（研究開発本部）
- (5) 研究テーマ：中空糸分離膜を用いたトリチウム分離に関する基礎研究と応用
研究期間：2010 年度～2013 年度
研究代表者：佐々木慎一
共同研究先：静岡大学・理学部

2.2.2 協定研究（協定・契約等に基づく大学等との共同研究）

- (1) 研究テーマ名：核破砕反応に関する研究
共同研究先:フランス原子力庁 サクレ研究所 (CEA/Saclay)
研究代表者:S. Leray
共同研究者：萩原雅之

2.2.3 大学、研究所等との共同研究（2.2.1 によらないもの）

- (1) 研究テーマ名：加速器冷却水中の放射性核種及びコロイド化学種の挙動解析
共同研究先：京都大学原子炉実験所、京都大学大学院工学研究科
研究代表者：別所光太郎
研究分担者：松村宏、榎本和義、文珠四郎秀明
- (2) 研究テーマ名：水中における金属酸化物コロイドと放射性核種の錯生成挙動解析
共同研究先：千葉大学大学院理学研究科
研究代表者：別所光太郎
研究分担者：文珠四郎秀昭
- (3) 研究テーマ：陽電子消滅法によるアルコール分子などの有機分子固体の物性研究
共同研究先：東北大学

研究代表者：榎本和義

研究期間：H19.7.18～H26.3.31

2.3 民間との共同研究

- (1) 研究テーマ：加速器室の構造体放射化を低減する材料および施工方法の開発

共同研究先：(株) アトックス

研究代表者：榎本和義

研究分担者：松村宏、豊田晃弘

- (2) 研究テーマ：中性子線量計の開発と加速器施設モニタリングへの適用

共同研究先：長瀬ランダウア

研究代表者：榎本和義

研究分担者：伴秀一、佐々木慎一

- (3) 研究テーマ：超伝導加速空洞表面処理技術の開発

共同研究先：マルイ鍍金工業株式会社

研究分担者：早野仁司、加藤茂樹、佐伯学行、文珠四郎秀昭、沢辺元明

2.4 大学等連携支援事業

- (1) 「加速器科学総合支援事業」筑波大学

2.5 共同利用研究（施設利用）

- (1) 研究テーマ：「高線量放射線場における水中金属材料の腐食およびコロイド生成挙動の解析」（プロジェクト採択課題 24P11-3）

共同研究先：京都大学原子炉実験所

利用実験施設：46 MeV 電子線型加速器施設、コバルト 60 ガンマ線照射施設

研究代表者：別所光太郎

共同研究者：松村宏、榎本和義、佐波俊哉、萩原雅之、飯島和彦

- (2) 医療利用などでの放射線防護における X 線の線量評価用検出器の特性評価（課題番号:2011G081）

共同研究先：物質構造科学研究所放射光共同利用

研究代表者：波戸芳仁

共同研究者：伴秀一、萩原雅之、岩瀬広、高橋一智

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) 海野泰裕（D2）、化学分離を必要としない迅速な放射性ストロンチウムの絶対測定法の研究、佐々木慎一、佐波俊哉、萩原雅之
- (2) Suffian bin Mohanmad Tajudin（大学院4年次、研究テーマ名：Measurement and calculation of accelerator related medical physics）
指導教官：波戸芳仁、副指導教官：佐波俊哉

3.2 学位論文等の指導（他大学）

- (1) 金谷 直樹
研究テーマ：「水中における金属酸化物コロイドと金属イオンの錯生成挙動に関する研究」
千葉大学大学院理学研究科化学専攻博士課程2年（博士論文指導）
指導教官名（担当した放セ職員）：別所光太郎

4. センター開催の研究会及びシンポジウム

4.1 第20回 EGS4 研究会

開催場所：高エネルギー加速器研究機構（茨城県つくば市大穂 1-1）
開催期間：2013年8月8日～8月9日
主催：高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター
出版物：KEK proceedings 2013-6 (October 2013) R

4.2 研究会「放射線検出器とその応用」（第28回）

開催場所：高エネルギー加速器研究機構（茨城県つくば市大穂 1-1）
開催期間：2014年1月28日～30日、
主催：高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター
出版物：KEK proceedings 2014-11 (January 2015) H/R

4.3 第15回「環境放射能」研究会

開催場所：高エネルギー加速器研究機構（茨城県つくば市大穂 1-1）
開催期間：2014年3月6日～8日
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

出版物：KEK proceedings 2014-7 (November 2014) R

5. 教育活動

5.1 総合研究大学院大学

- (1) 加速器科学専攻「加速器概論」
- (2) 総研大講義 「放射線計測学」
- (3) 加速器科学専攻「加速器工学特別演習」(学位論文指導)

5.2 非常勤講師等

- (1) 千葉大学理学部 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) 公益社団法人原子力安全技術センター 放射化物調査委員会委員長
- (2) 大学等環境安全協議会外部理事
- (3) つくば市環境都市推進委員会 オブザーバー委員
- (4) 原子力規制委員会技術参与
- (5) 岐阜県核融合科学研究所安全監視委員会委員
- (6) 株式会社アトックス「総合的線量低減計画の策定」実施委員会委員
- (7) 原子力規制庁 25 年度委託調査事業「放射化物」検討委員会委員

6.2 学会等委員

- (1) 日本放射化学会 理事 (2012.9.1～2014.8.31)
- (2) 日本放射線安全管理学会顧問 (2012.4.1～2014.3.31)
- (3) 日本放射線安全管理学会法令検討委員会委員長 (2012.4.1～2014.3.31)
- (4) 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
- (5) JENDL 開発検討小委員会
- (6) JENDL委員会 核データ測定戦略検討WG
- (7) 日本原子力学会放射線工学部会運営委員
- (8) 日本分析化学会 X線分析研究懇談会 幹事

- (9) 日本分光学会 代議員
- (10) 日本原子力学会「遮蔽ハンドブック」研究専門委員会委員
- (11) 電気学会 技術調査専門委員会委員
- (12) 科学技術・学術審議会専門委員 技術士分科会

6.3 その他（講習会等）

- (1) 放射線安全講習（6月6日、産業技術総合研究所つくばセンター）
「放射線の人体に与える影響」「放射線障害の防止に関する法令」（英語講習）講師
- (2) 公益社団法人原子力安全技術センター主催「放射化物研修会」（10月13日、大阪、10月19日、東京）「放射化物について」講師
- (3) 平成25年度放射性同位元素等取扱施設安全管理担当教職員研修（10月3-4日、東北大学サイクロトロンラジオアイソトープセンター）
「加速器施設における放射化物の管理と改正法令への対応」講師
- (4) 「施設利用・農水産物放射能セミナー」（石巻専修大学、12月12日）
「放射能の測定」講師
- (5) 東京工業大学放射線安全講習会講師

6.4 社会貢献等

- (1) KEK キャラバン講師（入間市）（2013.6.16）
- (2) 大穂中学校 職場体験（放射線管理業務）対応（2013年6月11日）
- (3) KEK キャラバン（松戸青少年会館）（2013年6月15日）
- (4) 原子力規制庁25年度委託調査事業「放射化物」検討委員会委員

7. 受賞記録

- (1) 日本原子力学会歴史構築賞
受賞タイトル：「米国原子力標準 ANSI/ANS-6.4.3（1991）に採用された γ 線ビルドアップ係数データ」受賞者：（独）日本原子力研究開発機構、東京工業大学原子炉工学研究所、高エネルギー加速器研究機構
- (2) 日本放射線安全管理学会 功労賞 受賞者：榎本和義

8. 放射線科学センター名簿（2013年度）

佐々木 慎一*	萩原 雅之 (#)	近藤 健次郎 (e)
榊本 和義	岸本 祐二	平山 英夫 (e)
三浦 太一 (#)	穂積 憲一	沢辺 元明 (a)
文珠四郎 秀昭	平 雅文	佐藤 充 (b)
波戸 芳仁	中村 一	豊島 規子
沼尻 正晴 (#)	高原 伸一	道川 太一 (c)
別所 光太郎 (#)	飯島 和彦	俵 裕子 (c)
佐波 俊哉	高橋 一智 (#)	Suffuan TAJUDIN (d)
松村 宏	豊田 晃弘	海野 泰裕 (d)
齋藤 究 (#)	古宮 綾	
岩瀬 宏	北川 潤一 (#)	

(*) 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) 協力研究員

(d) 総合研究大学院大学

(e) 研究員

3.3 2014 年度資料

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：「加速器質量分析法を用いた人為起源の長寿命放射性核種分析による環境影響評価」

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) 基盤研究 (C)

研究テーマ名：「入射粒子に捉われない核破砕片生成モデルのための実験的研究」

研究代表者：佐波俊哉

(4) 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

(5) 挑戦的萌芽研究

研究テーマ名：「チューナブルフィルターを利用する高速、高精細ラマン直接イメージング装置の開発」

研究代表者 : 文珠四郎秀昭

1.2 受託研究等

(1) 平成 23 年度 宇宙開発機構 (JAXA) 宇宙環境利用科学委員会研究チーム

研究テーマ名：「位置有感比例電離箱による宇宙放射線線量当量計測器の開発とそれによる宇宙ステーション内での線量計測技術の確立に関する研究グループ」

研究代表者：佐々木慎一

1.3 その他

(1) 寄付金 放射セ-佐波俊哉-佐波俊哉

(2) 寄付金 放射セ-佐波俊哉 2 [加速器奨励会] -佐波俊哉 2 [加速器奨励会]

2. 共同研究等

2.1 共同開発研究

なし

2.2 大学等との共同研究

2.2.1 共同研究（覚え書き等によるもの）

- (1) H. Matsumura, Nikolai Mokhov, S. Sasaki ら, Fermilab との研究協定継続, T-993-A1, JASMIN in NuMI。2013 年から継続。
- (2) H. Matsumura, Nikolai Mokhov, S. Sasaki ら, Fermilab との研究協定継続, T-994-A1, JASMIN in MTest。2013 年から継続。

2.2.2 大学、研究所等との共同研究（2.2.1 によらないもの）

- (1) 研究テーマ名：陽電子消滅法によるアルコール分子などの有機分子固体の物性研究
共同研究先：東北大学
研究代表者：榎本和義
- (2) 研究テーマ名：水中における金属酸化物コロイドと放射性核種の錯生成挙動解析
共同研究先：千葉大学大学院理学研究科
研究代表者：別所光太郎
研究分担者：文珠四郎秀昭
- (3) 研究テーマ名：加速器冷却水中の放射性核種及びコロイド化学種の挙動解析
共同研究先：京都大学原子炉実験所、京都大学大学院工学研究科
研究代表者：別所光太郎
研究分担者：松村宏、榎本和義、文珠四郎秀明
- (4) 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

2.3 民間との共同研究

- (1) 研究テーマ名：中性子検出器の小型化・軽量化のための基礎研究
共同研究先：富士電機株式会社
研究代表者：伴秀一
研究分担者：萩原雅之、佐波俊哉、穂積憲一、飯島和彦
- (2) 研究テーマ名：加速器室の構造体放射化を低減する材料および施工方法の開発
共同研究先：(株) アトックス

研究代表者：榎本和義

研究分担者：松村宏、豊田晃弘

- (3) 研究テーマ：中性子線量計の開発と加速器施設モニタリングへの適用

共同研究先：長瀬ランダウア

研究代表者：榎本和義

研究分担者：伴秀一、佐々木慎一

- (4) 研究テーマ名：超伝導加速空洞表面処理技術の開発

共同研究先：マルイ鍍金工業株式会社

研究分担者：早野仁司、加藤茂樹、佐伯学行、文珠四郎秀昭、沢辺元明

2.4 大学等連携支援事業

- (1) 「加速器科学総合支援事業」筑波大学

2.5 共同利用研究（施設利用）

- (1) 研究テーマ名：医療等で利用可能な放射線検出器の X 線照射特性評価

共同研究先：物質構造科学研究所放射光共同利用

研究代表者：高田英治

研究分担者：波戸芳仁、中村尚司、田中創大、河原林順、富田英生、

小林拓矢、高橋時音、岩崎拓也、山下史隆、藤原健、田儀和浩

- (2) 研究テーマ名：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

研究代表者：佐波俊哉

- (3) 研究テーマ名：電子ライナック照射実験

共同研究先：東北大学電子光理学研究センター

研究代表者：榎本和義

研究分担者：松村宏、豊田晃弘

- (4) 研究テーマ名：「加速器冷却水中における放射性核種およびコロイド化学種の挙動解析 3」（プロジェクト採択課題 25P5-3）

共同研究先：京都大学原子炉実験所共同利用研究

利用実験施設：電子線型加速器施設、コバルト 60 ガンマ線照射装置

研究代表者：別所光太郎

研究分担者：松村宏、榎本和義

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) Suffian bin Mohanmad Tajudin（大学院5年次、研究テーマ名：Measurement and calculation of accelerator related medical physics）

指導教官：波戸芳仁、佐波俊哉

3.2 学位論文等の指導（他大学）

- (1) 大学院生：金谷 直樹

指導先：千葉大学大学院理学研究科

研究テーマ：Study on Surface Complexation of Trace Metal Ions with Metal Oxide Nanoparticles,（金属酸化物ナノ粒子による微量金属イオンの表面錯生成に関する研究）、
（2015年3月 博士（理学） 千葉大学大学院理学研究科 取得）

指導教官名（担当した放セ職員）：別所光太郎、文珠四郎秀明

- (2) 学部学生：山口雄二

指導先：九州大学 学部学生実習

研究テーマ名：実験データのデータ処理手法の基本について

指導者：佐波俊哉

- (3) 大学院生：Leila MOKHTARI ORANJ

指導先：韓国浦項工科大学

研究テーマ名：MARS コードによる二重微分断面積と放射化の計算とベンチマーク

指導者：佐波俊哉

4. センター開催の研究会及びシンポジウム

4.1 第21回 EGS4 研究会

開催場所：高エネルギー加速器研究機構（茨城県つくば市大穂 1-1）

開催期間：2014年8月4日～5日

主催：高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター

出版物：KEK proceedings 2014-6 (October 2014) R

4.2 研究会「放射線検出器とその応用」（第29回）

開催場所：高エネルギー加速器研究機構（茨城県つくば市大穂 1-1）

開催期間：2015年2月3日～5日

主催：高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター

出版物：KEK proceedings 2015-8 (December 2015) H/R

4.3 第16回「環境放射能」研究会

開催場所：高エネルギー加速器研究機構（茨城県つくば市大穂 1-1）

開催期間：2015年3月9日～11日

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

出版物：KEK proceedings 2015-4 (November 2015) R

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」
- (2) 総研大 加速器実習（放射線計測）講師（10月30日）
- (3) 総研大講義・加速器科学特別研究 VA
- (4) 加速器科学専攻「加速器概論」
- (5) 総研大講義 「放射線計測学」
- (6) 加速器科学専攻「加速器工学特別演習」（学位論文指導）

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 原子のエネルギー 非常勤講師
- (4) 千葉大学理学部 集中講義「環境化学」 非常勤講師
- (5) 石巻専修大学 講義 2014年11月26,27日「環境放射能の測定」

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 放射線安全評価委員会委員
- (2) J-PARC 放射線安全評価委員会 High-p /COMET 特別部会委員
- (3) J-PARC 放射線安全評価委員会ハドロン標的交換特別部会特別部会委員
- (4) J-PARC 放射線安全評価委員会実験ホール等管理区域区分特別部会委員

- (5) 東北大炉物理・核データ研究会世話人
- (6) つくば市環境都市推進委員会 オブザーバー委員
- (7) 原子力規制委員会原子力災害事前対策等に関する検討チーム
- (8) 放医研原子力災害時における汚染検査等マニュアル作成委員会
- (9) 岐阜県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) 日本放射化学会 理事 (2012.9.1～2014.8.31)
- (2) 日本放射線安全管理学会 法令検討委員会委員
- (3) 日本保健物理学会 放射線防護標準化委員会委員
- (4) 日本原子力学会 「2015 春の年会」現地委員
- (5) 日本原子力学会放射線高額部会運営委員、線量概念検討 WG 幹事
- (8) 日本原子力学会北関東支部幹事、2014 年度
- (6) 日本原子力学会放射線工学部会・副部長、2014 年度
- (7) 日本原子力学会代議員、2014.4.1-2017.3.31
- (8) 日本分析化学会 X 線分析研究懇談会 幹事
- (9) 日本分光学会 代議員
- (10) 次期 JENDL 委員会核データ測定戦略検討 WG 委員
- (11) JENDL 開発検討小委員会委員
- (12) 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
- (13) 日本アイソトープ協会放射線取扱部会法令検討委員化委員長
- (14) 第 107 回日本医学物理学会学術大会プログラム委員 (H25.6.1-H26.4.13)
- (15) ISORD-8 (The 8th International Symposium on Radiation Safety and Detection Technology) 実行委員、2014-2015 年度
- (16) 科学技術・学術審議会専門委員 技術士分科会

6.3 その他 (講習会等)

- (1) 総研大オープンキャンパス講師、2014 年 7 月 8 日
- (2) ウィンターサイエンスキャンプ講師、2014 年 12 月 23 日～26 日 (4) 第 17 回 AMS シンポジウム (JAMS-17) 実施委員
- (3) 総研大セミナー加速器スクール 講師

- (4) 公益社団法人原子力安全技術センター主催「放射化物研修会」講師（7月19日、大阪、7月6日、東京）「放射化物について」
- (5) 放射線障害防止中央協議会 平成26年度秋期「放射線安全管理研修会」講師、「医療用加速器施設における放射化の実態と評価方法」
- (6) 「施設利用・農水産物放射能セミナー」講師（石巻専修大学、12月26-27日）
「放射能の測定」

6.4 社会貢献等

- (1) 原子力規制委員会技術参与

7. 受賞記録

- (1) 高エネルギー加速器科学研究会奨励賞諏訪賞

受賞タイトル:「エネルギー回収型リニアックの基幹技術確立をめざした試験加速器の建設とビーム加速による性能の実証実験」

受賞者: コンパクト ERL 加速器建設チーム (代表: 河田 洋)

8. 放射線科学センター名簿（2014年度）

佐々木 慎一*	岩瀬 宏	北川 潤一 (#)
榊本 和義	萩原 雅之 (#)	近藤 健次郎 (e)
三浦 太一	岸本 祐二	平山 英夫 (e)
文珠四郎 秀昭	穂積 憲一	沢辺 元明 (a)
波戸 芳仁	平 雅文	佐藤 充 (b)
沼尻 正晴 (#)	中村 一	豊島 規子
別所 光太郎 (#)	高原 伸一	道川 太一 (c)
佐波 俊哉	飯島 和彦	俵 裕子 (c)
松村 宏	高橋 一智 (#)	Suffuan TAJUDIN (d)
山崎 寛仁 (#)	豊田 晃弘	
齋藤 究 (#)	古宮 綾	

(*) 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) 協力研究員

(d) 総合研究大学院大学

(e) 研究員

Chapter 4 Publication List

4.1 2012年度

1. Papers (2012.1.1~2012.12.31)

- (1) K. Shiba, Y. Kitamura, T. Kozaka, I. Uno, K. Shimizu, M. Hirota, S. Higaki, K. Masumoto. "Characteristics of radioactive contamination of vegetables derived from the Fukushima nuclear accident.", Radiation Safety Management, 11P19-P22 (2012).
- (2) M. Hagiwara, T. Sanami, T. Oishi, M. Baba, and M. Takada, "Differential cross sections on fragment ($2 \leq Z \leq 9$) production for carbon, aluminum and silicon induced by tens-of-MeV protons," Journal of Nuclear Science and Technology, vol. 49, pp. 571-587, 2012.
- (3) Y. Iwamoto, M. Hagiwara, T. Matsumoto, A. Masuda, H. Iwase, H. Yashima, T. Shima, A. Tamii, and T. Nakamura, "Measurements and Monte Carlo calculations of forward-angle secondary-neutron-production cross-sections for 137 and 200 MeV proton-induced reactions in carbon," Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, vol. 690, pp. 10-16, 2012.
- (4) A. Masuda, T. Matsumoto, H. Harano, J. Nishiyama, Y. Iwamoto, M. Hagiwara, D. Satoh, H. Iwase, H. Yashima, T. Nakamura, T. Sato, T. Itoga, Y. Nakane, H. Nakashima, Y. Sakamoto, C. Theis, E. Feldbaumer, L. Jaegerhofer, C. Pioch, V. Mares, A. Tamii, and K. Hatanaka, "Response Measurement of a Bonner Sphere Spectrometer for High-Energy Neutrons," *Nuclear Science, IEEE Transactions on*, vol. 59, pp. 161-166, 2012.
- (5) Y.Namito, H.Nakamura, A.Toyoda, K.Iijima, H.Iwase, S.Ban and H.Hirayama, "Transformation of a system consisting of plane isotropic source and unit sphere detector into a system consisting of point isotropic source and plane detector in Monte Carlo radiation transport calculation", J. Nucl. Sci. Technol, Vol 49, P167-P172 (2012) (KEK Preprint 2011-13).
DOI:10.1080/00223131.2011.649079
- (6) S.Tsuda, T.Sato, F.Takahashi, D.Satoh, S.Sasaki, Y.Namito, H.Iwase, S.Ban and M.Takada, "Systematic

Measurement of Lineal Energy Distributions for Proton, He and Si Ion Beams Over a Wide Energy Range Using a Wall-less Tissue Equivalent Proportional Counter", J. Radiat. Res., Vol 53, P264-P271 (2012).

- (7) N.Kadoya, K.Shimomura, S.Kitoh, Y.Shiota, Y.Fujita, S.Dobashi, K.Takeda, Y.Namito, S.Ban, S.Koyama, K.Tabushi, "Dosimetric properties of radiophotoluminescent glass detector in low-energy photon beams", Med.Phys. Vol 39, P5910-P5916 (2012)
- (8) T. Sanami, Y. Iwamoto, T. Kajimoto, N. Shigyo, M. Hagiwara, H.S. Lee, E. Ramberg, R. Coleman, A. Soha, D. Jensen, A. Leveling, N.V. Mokhov, D. Boehnlein, K. Vaziri, K. Ishibashi, Y. Sakamoto, H. Nakashima, "Methodology for the neutron time of flight measurement of 120-GeV proton-induced reactions on a thick copper target", Nucl. Instrum. Meth. B274 (2012), 26-35
- (9) M.Hagiwara, T.Sanami et al., Differential cross sections on fragment ($2 \leq Z \leq 9$) production for carbon, aluminum and silicon induced by tens-of-MeV protons, Journal of Nuclear Science and Technology, Volume 49, No. 6, June (2012) pp. 571-587
- (10) Y. Kasugai, N. Matsuda, Y. Sakamoto, H. Nakashima, H. Yashima, H. Matsumura, H. Iwase, H. Hirayama, N. Mokhov, A. Leveling, D. Boehnlein, K. Vaziri, G. Lauten, K. Oishi, and T. Nakamura, "Fitting Method for Spectrum Deduction in High-Energy, Neutron Field Induced by GeV-Protons Using Experimental Reaction-Rate Data", Journal of ASTM International, Vol. 9, No. 4, Paper ID JA1104074(2012).

2. Publication in Japanese (2012.1.1~2012.12.31)

- (1) 佐々木慎一, "気体の W 値測定の実状と問題点", RADIOISOTOPES, Vol.61, No.8, 415-427 (2012). (総説)
- (2) 榎本和義, 延原文祥, 藤淵俊王, 米内俊祐, 下吉拓治: "改正された放射線障害防止法での放射化物の管理のための換算表の考え方について, 日本放射線安全管理学会誌 11 巻 P86-P91(2012).
- (3) 波戸芳仁, 中村一, 飯島和彦, 豊田晃弘, 佐波俊哉, 佐々木慎一, 榎本和義, 伴秀一, 平山英夫, "KEK つくばキャンパスにおける福島第一原子力発電所事故関連の測定", アイソトープニュース, 698 巻 (2012 年 6 月号), P8-P14 (2012).

3. Proceedings (2012.1.1~2012.12.31)

- (1) K. Bessho, H. Matsumura, M. Hagiwara, K. Takahashi, A. Takahashi, H. Iwase, K. Masumoto, H. Monjushiro, Y. Oyama, T. Sekiguchi, Y. Yamada, “Origin and chemical behavior of radionuclides observed in the cooling water for magnetic horns at the J-PARC neutrino experimental facility”, Proceedings of the Eleventh Meeting of the Task-Force on Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities (SATIF11), 61, 2012.
- (2) M. Hagiwara, T. Sanami, Y. Iwamoto, N. Matsuda, Y. Sakamoto, Y. Nakane, H. Nakashima, K. Masumoto, Y. Uwamino, “Measurement of Neutron and Gamma-ray Yields on Thick Targets Bombarded with 12 MeV Protons”, Proceedings of the 2011 Symposium on Nuclear Data, JAEA-Conf 2012-001 (November 16-17, 2011, Ricotti, Tokai, Japan) p. 111.
- (3) T. Sanami, M. Hagiwara, H. Iwase, “Angular distribution of light fragments for proton induced reaction at intermediate energies”, Proceedings of the 2011 Symposium on Nuclear Data, JAEA-Conf 2012-001 (November 16-17, 2011, Ricotti, Tokai, Japan) p. 189
- (4) Y. Kishimoto, S. Sasaki, K. Saito, K. Takahashi, H. Tawara, K. Terasawa, T. Fuse, A. Nagamatsu, Y. Ito, H. Matsumoto, K. Mori, K. Miuchi, T. Tanimori, Y. Uchihori, T. Doke, “Response of PS-TEPC Filled with Propane Based Tissue-Equivalent Gas to Proton Beam with Energy of 230 MeV”, Proceedings of the 26th Workshop on Radiation Detectors and Their Uses, P1-P7(2013)
- (5) H. Uehara, D. Moriguchi, T. Kajimoto, K. Hirabayashi, H. Hirano, T. Nishizawa, N. Shigyo, Y. Uozumi, D. Satoh, T. Sanami, Y. Koba, M. Takada, N. Matsufuji, “Measurement of γ -ray-Production Double-Differential Cross Sections for 290 MeV/u Oxygen Ion Incidence, Proceedings of the 2011 Symposium on Nuclear Data, November 16-17, 2011, Ricotti, Tokai, Japan, JAEA-Conf 2012-001, pp135.
- (6) Y. Unno, T. Sanami, M. Hagiwara, S. Sasaki, T. Kurosawa, “Application and Validation of EGS5 Code to Estimate Detection Efficiency of Multi-cascade Nuclides”, Proc. the 19th EGS Users’ Meeting in Japan, KEK Proceedings 2012-7, 10-15 (2012).
- (7) A. Kanai, Hagiwara, K. Seki, T. Miura, “Measurements of radioactivity in the concrete wall of the J-PARC accelerator tunnel and their distribution in depth”, Proc. The 13th Workshop on Environmental Radioactivity, KEK Proceedings 2012-6 (2012) p.263, in Japanese

4. Reports (2012.1.1~2012.12.31)

- (1) 古宮綾, 平雅文, 佐藤充, 別所光太郎, 文珠四郎秀明: “化学安全管理報告-2011 年度-”, KEK-Internal 2012-3
- (2) 伴秀一, 穂積憲一, 飯島和彦, 岩瀬広, 近藤健次郎, 榎本和義, 松村宏, 中村一, 波戸芳仁, 佐波俊哉, 佐々木慎一, 高原伸一, 高橋一智, 俵裕子, 豊田晃弘, 豊島規子, “放射線管理報告-2011 年度-”, KEK Internal 2012-8 (2013).
- (3) T. Matsumoto, A. Masuda, H. Harano, Y. Unno, M. Hagiwara, T. Sanami, Y. Shikaze, Y. Tanimura, M. Yoshizawa, M. Baba and K. Mizuhashi, “Measurements of Low Energy Neutron Spectra of Quasi-Monoenergetic Neutron Fields at TIARA”, JAEA-Review 2012-046, p. 147.
- (4) Y. Iwamoto, M. Hagiwara, N. Matsuda, N. Shigyo, T. Nishizawa, T. Sanami, H. Nakashima and Y. Sakamoto, “Measurements of Neutron and Charged Particle Production Cross Sections on Be and Fe Bombarded with 13 MeV/nucleon ^{20}Ne Beam”, JAEA-Review 2012-046, p. 148.
- (5) N. Shigyo, T. Nishizawa, K. Ishibashi, Y. Iwamoto, N. Matsuda, Y. Sakamoto and M. Hagiwara, “Measurement of Thick Target Neutron Yields by 10 MeV Deuteron Incidence on Tungsten”, JAEA-Review 2012-046, p. 149

5. Presentation at Conferences (2012.4.1~2013.3.31)

5.1 International Conference

- (1) VCI2013, Vienna University of Technology(Gusshausstrasse 27-29 A-1040, Vienna, Austria, 2/11-15, 2013
 - 1) S. Sasaki, Y. Kishimoto, K. Saito, K. Takahashi, T. Doke, K. Miuchi, T. Fuse, A. Nagamatsu, Y. Uchihori, K. Terasawa, "Development of PS-TEPC (Position Sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber)"
- (2) Eleventh Meeting of the Task-Force on Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities (SATIF11), September 11-13, 2012, KEK, Tsukuba, Japan
 - 1) K. Bessho, H. Matsumura, M. Hagiwara, K. Takahashi, A. Takahashi, K. Masumoto, H. Monjushiro, Y. Oyama, T. Sekiguchi, Y. Yamada, “Origin and chemical behavior of radionuclides observed in the cooling water for magnetic horns at the J-PARC neutrino experimental facility”

- 2) K. Masumoto, K. Takahashi, H. Nakamura, A. Toyoda, K. Iijima, K. Kosako, K. Oishi, F. Nobuhara,, “Measurement of induced radioactivity in air and water for medical accelerators“
 - 3) T.Sanami et al., “Neutron energy spectra for 120 GeV proton on target”
- (3) 12th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-12) & 17th Topical Meeting of the Radiation Protection and Shielding Division of the American Nuclear Society (RPSD-2012), Nara, Japan, September 2-7, 2012
- 1) K. Masumoto, H. Iiduka, S. Sato, K. Kuga, T. Fujibuchi, M. Sasaki, T. Fukumura, H. Nakamura, A. Toyoda: “Shielding Effect of Self-Shielding Type Cyclotrons”
 - 2) H. Matsumura, S. Sekimoto, H. Yashima, A. Toyoda, Y. Kasugai, N. Matsuda, K. Oishi, K. Bessho, Y. Sakamoto, H. Nakashima, D. Boehnleine, G. Lautene, A. Leveling, N. Mokhov, K. Vaziri, "Radionuclides in the Cooling Water Systems for the NuMI Beamline and the Antiproton Production Target Station at Fermilab"
 - 3) M. Hagiwara, H. Iwase, Y. Iwamoto, D. Satoh, T. Matsumoto, A. Masuda, H. Yashima, Y. Nakane, H. Nakashima, Y. Sakamoto, A. Tamii, K. Hatanaka, T. Nakamura, “Shielding benchmark experiment using hundreds of MeV quasi-monoenergetic neutron source by a large organic scintillator.
 - 4) A. Toyoda, H. Matsumura, K. Masumoto, S. Sekimoto, H. Yashima, N. Matsuda, Y. Kasugai, Y. Sakamoto, H. Nakashima, G. Lauten, A. Leveling, N. Mokhov, K. Vaziri, K. Oishi, M. Kuroyanagi, F. Nobuhara, K. Takahashi, "Comparison of Activity among Fluorescent Lamps and Light Emitting Diodes Lamps Exposed to Secondary Particles in Accelerator Rooms" .
 - 5) N. Matsuda, H. Matsumura, et al., "Activation detector measurements at the hadron absorber of the NuMI neutrino beam line at Fermilab".
 - 6) H. Nakashima, H. Matsumura, et al., "Research Activities on JASMIN: Japanese and American Study of Muon Interaction and Neutron Detection"
 - 7) Y. Namito, H. Nakamura, A. Toyoda, K. Iijima, Y. Kishimoto, T. Sanami, S. Ban and H. Hirayama, "Calculation of gamma ray dose from ground surface source using the EGS5 code".
 - 8) H. Nakamura, Y. Namito, A. Toyoda, K. Iijima, K. Hozumi, "Measurement of radiation and radioactivity in KEK Tsukuba-site after the accident of Fukushima No.1 nuclear power plant".
 - 9) H. Iwase, Y. Namito, H. Hirayama, "Implementation of egs5 physics into EM part of PHITS code".
 - 10) M.Takada, Y.Namito, H.Hirayama, "Radiation scatter effect around public houses compared between measurement and EGS simulation".
 - 11) K. Takahashi, T. Miura, "Filtering effect to radioactive plume in evergreen forest".

- (4) Workshop on Computational Medical Physics, (2 Sep 2012, Nara Japan).
- 1) Y. Namito, H. Iwase, and H. Hirayama, "Current status of EGS5 code".
- (5) IEEE 2012 Nuclear Science Symposium (Anaheim, USA, Nov.1, 2012)
- 1) S. Sasaki, Y. Kishimoto, K. Saito, K. Takahashi, T. Doke, K. Miuchi, T. Fuse, A. Nagamatsu, H. Matsumoto, Y. Uchihori and K. Terasawa, "A New Space Dosimeter, PS-TEPC: Position-Sensitive Tissue-Equivalent Proportional Chamber".
- (6) ND2013, New York, USA, March 4-8, 2013.
- 1) H. Matsumura, N. Matsuda, Y. Kasugai, A. Toyoda, H. Yashima, S. Sekimoto, H. Iwase, K. Oishi, Y. Sakamoto, H. Nakashima, A. Leveling, D. Boehnlein, G. Lauten, N. Mokhov, and K. Vaziri, "Material Activation Benchmark Experiments at the NuMI Hadron Absorber Hall in Fermilab"
 - 2) S. Sekimoto, H. Suzuki, H. Yashima, K. Ninomiya, Y. Kasamatsu, T. Shima, N. Takahashi, A. Shinohara, H. Matsumura, M. Hagiwara, K. Nishiizumi, M. W. Caffee, and S. Shibata, "Measurements of neutron cross sections for chromium and yttrium at 197 MeV" .

5.2 Invited Talk

- (1) T. Sanami, Radiation safety aspects for KEK electron accelerator complex and ongoing upgrade, Seminar at Pohang Accelerator Laboratory, April 27, 2012
- (2) T. Sanami, Radiation shielding analysis and relevant data for electron accelerator, 2012 Japan-Korea Joint Summer school on Accelerator and Beam Science, Nuclear Data, Radiation Engineering and Reactor Physics
- (3) T. Sanami et al., "Systematics of Thick Target Neutron Yield for Reactions of Hundred GeV Proton on Target", ICRS12/RPSD-2012, 2-7 September 2012, Nara, Japan
- (4) T. Sanami, Radiation safety aspects for KEK electron accelerator complex and ongoing upgrade, DAE-BRNS theme meeting on the Physics Aspects of Accelerator Radiation Protection, February 20-22, 2013, Multipurpose Hall, BARC Training School Hostel, Anushaktinagar, Mumbai 400094, India.
- (5) T. Sanami, M. Hagiwara, Target mass dependency of light mass fragment energy spectra for

intermediate energy proton induced reaction, International conference on Nuclear data for science and technology, Sheraton New York Hotel & Towers, New York USA, March 4-8, 2013

5.3 Domestic Conference

- (1) 環境放射能除染学会第1回環境放射能除染研究発表会 (福島, 5/19-21)
 - 1) 柴田康行, 田中敦, 土井妙子, 豊田晃弘, 榎本和義, S. Xu, S. Freeman, “大気捕集試料中ヨウ素 129 の分析方法の検討”
 - 2) 北川潤一, 末木啓介, 笹公和, 高橋努, 木下哲一, 松四雄騎, 松崎浩之: “放射性核種 ^{137}Cs , ^{129}I の土壌中の分布に関する研究”

- (2) 第56回放射化学討論会 (東京工業大学, 2012年10月)
 - 1) 吉田剛, 二宮和彦, 篠原厚, 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, “低圧の CO , CO_2 , COS を試料に用いたミュオン原子形成過程の研究”

- (3) 第4回 J-PRAC/MLF シンポジウム (東京, 2012年10月)
 - 1) 二宮和彦, 伊藤孝, 髭本亘, 長友傑, 河村成肇, ストラッサー・パトリック, 下村浩一郎, 三宅康博, 三浦太一, 吉田剛, 喜多真琴, 篠原厚, 久保謙哉, “二酸化窒素から放出されるミュオン特性エックス線の圧力依存”

- (4) 平成24年度 KUR 専門研究会「不安定原子核の理工学と物性応用研究II」(京大炉, 2012年12月)
 - 1) 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, “ CO 結合を持つ分子へのミュオン捕獲過程の研究”

- (5) 物構研サイエンスフェスタ (つくば市, 2013年3月)
 - 1) 稲垣誠, 藤原一哉, 吉田剛, 二宮和彦, 笠松良崇, 篠原厚, 久保謙哉, 髭本亘, 三宅康博, 三浦太一, “炭化水素混合液体におけるミュオン転移過程”
 - 2) 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, “ CO 結合を持つ分子へのミュオン捕獲における化学効果”

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

- 1) 二宮和彦, 吉田剛, 篠原厚, 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, “酸化窒素分子を対象としたミュオン特性 X 線構造の測定”

(7) 大気環境学会第 53 回年会 (9/12-14, 神奈川)

- 1) 土井妙子, 榎本和義, 豊田晃弘, 田中 敦, 柴田康行, 廣瀬勝己, “筑波で観測された大気中の福島第一原子力発電所事故由来の放射性核種”

(8) 日本放射線安全管理学会第 11 回学術大会 (阪大, 12/4-6)

- 1) 豊田晃弘, 榎本和義, 中村 一, “放射化物登録システムの開発”
- 2) 榎本和義, 延原文祥, 藤淵俊王, 米内俊祐, 下吉拓治, “加速器放射化物における放射能評価法について”
- 3) 中村 一, 俵 裕子, 豊田晃弘, “KEKB 加速器の解体に伴う放射線測定”
- 4) 高橋一智, 榎本和義, 中村 一, 飯島和彦, 豊田晃弘, “15MV 治療用電子リニアックの運転に伴う放射化の調査”

(9) 日本分析化学会第 61 年会, (金沢大学角間キャンパス, 2012 年 9 月 19 日~21 日)

- 1) 文珠四郎秀昭, 佐藤充, 沢辺元明, “チューナブルバンドパスフィルターを用いた材料表面の直接ラマンイメージング分析”

(10) 第 14 回「環境放射能」研究会 (KEK, 2/26-2/28)

- 1) 富谷敦, 榎本昌宏, 川田暁, 岩上哲也, 石田敏則, 榎本和義, “福島県桧原湖におけるワカサギの放射線調査”
- 2) 土井妙子, 榎本和義, 豊田晃弘, 田中敦, 柴田康行, 廣瀬勝己, “筑波で観測された大気中の放射性核種—福島第一原子力発電所事故由来の放射性核種の特徴”
- 3) 北川潤一, 三浦太一, 萩原雅之, 関一成, 金井敦史, “J-PARC 加速器トンネル内, 及びその周辺における放射化とその時間変化”

(11) 第 73 回応用物理学会学術講演会 (愛媛大学, 9 月 11~14 日, 2012 年)

- 1) 岸本 祐二, 佐々木 慎一, 高橋 一智, 俵 裕子, 齋藤 究, 寺沢 和洋, 布施 哲人, 永松 愛子, 伊藤 裕一, 松本 晴久, 森 國城, 身内 賢太郎, 谷森 達, 窪 秀利, 内堀 幸夫, 北村

尚, 道家 忠義, "位置有感型比例計数箱 PS-TEPC ver.2 の開発状況(III)"

(12) 第 27 回「放射線検出器とその応用」研究会 (KEK, 2 月 5~7 日, 2013 年)

- 1) 岸本 祐二, 佐々木 慎一, 高橋 一智, 齋藤 究, 俵 裕子, 寺沢 和洋, 布施 哲人, 永松 愛子, 伊藤 裕一, 松本晴久, 森 國城, 身内 賢太郎, 谷森 達, 内堀幸夫, 道家 忠義, "ISS 船内での利用に向けた位置有感型比例計数箱 PS-TEPC の開発"

(13) 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 (神奈川工科大学, 3 月 27~30 日, 2013 年)

- 1) 岸本 祐二, 佐々木 慎一, 高橋 一智, 齋藤 究, 俵 裕子, 寺沢 和洋, 布施 哲人, 永松 愛子, 伊藤 裕一, 松本 晴久, 森 國城, 身内 賢太郎, 谷森 達, 窪 秀利, 内堀 幸夫, 北村 尚, 道家 忠義, "位置有感型比例計数箱 PS-TEPC ver.2 の開発状況(IV)"

(14) 日本原子力学会秋の大会 (広島大学 2012/9/18-20)

- 1) 佐波他, "低エネルギー炭素入射によるフラグメント生成二重微分断面積の測定"

(15) 2012 Symposium on Nuclear Data (November 15,16, 2012, KURRI, Osaka)

- 1) T.Sanami et al., "Target dependency of light mass fragment production DDX for 6 MeV/u Carbon induced reaction"

(16) 原子炉物理及び核データに関する研究会 (東北大学, 2012 年 12 月 21 日)

- 1) 佐波他, "中高エネルギー核子入射による二次粒子生成断面積の測定"

(17) 秋田県立脳血管研究センター, 2013 年 2 月 15 日

- 1) 佐波, "医療用加速器に関する話題: 線量と放射化の測定"

(18) 日本原子力学会 2013 春の年会 (近畿大学 東大阪キャンパス, 2013/3/26-28)

- 1) 佐波他, 72MeV 炭素に対する Be,C,Al,Ti,Cu の軽核破砕片生成二重微分断面積の測定
- 2) 平山英夫, 佐波俊哉, "地表に広く分布した ^{134}Cs 及び ^{137}Cs による光子スペクトル"

(19) 日本物理学会 2012 年 秋季大会 (京都産業大学, 2012 年 9 月 10 日)

- 1) 岩瀬広, "DCBA による二重ベータ崩壊実験の現状報告 XIV",

6. 編集 (2012.4.1～2013.3.31)

- (1) (Edited) K. Bessho, K. Tagami, K. Takamiya, T. Miura: “Proceedings of the 13th Workshop on Environmental Radioactivity, KEK Proceedings 2012-6 (2012).
- (2) (Edited) Y. Namito, H. Hirayama, S. Ban,: “Proceedings of the 19h EGS Users’ Meeting in Japan, KEK Proceedings 2012-7(2012).
- (3) (Edited) S. Sasaki, Y. Kishimoto, M. Hagiwara, T. Sanami, K. Saito, K. Iijima, H. Tawara: “Radiation Detectors and their Users, KEK Proceedings 2012-8(2012).

7. Internal Reports of Radiation Science Center

放射線科学センターでは以下のような放射線関連、並びに化学安全関連の「放射線科学センター部内レポート」を発行している。

7.1 放射線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) RAD-A-

管理区域の設定、管理区域責任者の交代、手続き等、放射線安全に関連して、主任者や管理区域責任者、或いは放射線管理室から出された通達

(2) RAD-D-

新しい施設の放射線安全に関連して検討した結果、センター外からの依頼によって行った計算等の評価、そのほか放射線に関連する事項に対して検討した結果

7.2 放射線関係 (2012年度)

a. RAD-D

RAD-D-2012-1	広く分布した線源によるスペクトルの高度変化
RAD-D-2012-2	山（山の樹木を含む）ksrs の寄与の推定について
RAD-D-2012-3	地表に分布した線源からの高さ・角度依存のスペクトルの検討
RAD-D-2012-4	地表に分布した線源からの高さ・角度依存のスペクトルの検討 (Cs-134)
RAD-D-2012-5	任意の角度 θ の平行ビームに対する NaI 検出器の応答計算
RAD-D-2012-6	NaI 検出器波高分布計算モデルによる影響 (改定)
RAD-D-2012-7	周辺線量当量率への外部平面及び山からの寄与の推定

RAD-D-2012-8	線量計の遮へいについて
RAD-D-2012-9	土壌中の沈着モデルと土壌中の周辺線量当量率
RAD-D-2012-10	土壌中での測定により土壌中の放射能密度及び深度分布状況を得る可能性
RAD-D-2012-11	ファントムに装着した個人被ばく線量計による評価について
RAD-D-2012-12	ファントム表面の個人被ばく線量の評価

7.3 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

(2) 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

7.4 CHEM-A (2012年度)

依頼者所属

CHEM-A-12/01	加速器	六角ボルト黒変部の分析
CHEM-A-12/02	施設部	建材中のアスベスト分析
CHEM-A-12/03	施設部	保温材中のアスベスト分析
CHEM-A-12/04	加速器	部品中白金含有の有無の分析
CHEM-A-12/05	加速器	絶縁油中のPCBの分析
CHEM-A-12/06	加速器	インピーダンス整合ボックス内緑色の物質の分析
CHEM-A-12/07	加速器	電磁石電源の絶縁オイル中の黒色粉末の分析
CHEM-A-12/08	物構研	液体窒素循環装置冷凍機ユニット冷却塔ユニット部品に付着する黒色粉末の分析
CHEM-A-12/09	加速器	入射キッカー電磁石整合用抵抗器放電部分の分析
CHEM-A-12/10	加速器	建材中のアスベスト分析
CHEM-A-12/11	加速器	パッキン中のアスベスト分析
CHEM-A-12/12	総研大	カーボンファイバー洗浄後アセトン中の溶解成分の分析
CHEM-A-12/13	加速器	抵抗器放電部分の分析
CHEM-A-12/14	加速器	抵抗器塗料成分の分析
CHEM-A-12/15	加速器	電磁石冷却水中の不純物の分析
CHEM-A-12/16	加速器	フロリナート中の不純物の分析

CHEM-A-12/17	施設部	補助機械室 12SM8 湧水および比較用水試料の主成分組成分析
CHEM-A-12/18	加速器	純水中のタンタルの分析
CHEM-A-12/19	加速器	Al フランジ表面付着物の分析
CHEM-A-12/20	加速器	真空導入端子変色部分の分析
CHEM-A-12/21	加速器	静電セプタムフィードスルーセラミック内面付着物の分析
CHEM-A-12/22	加速器	静電セプタムフィードスルーセラミック内面付着物の分析
CHEM-A-12/23	加速器	ウィグラー冷却水中の沈殿物, 配管内付着物の分析
CHEM-A-12/24	加速器	クライストロンサーキュレーター部粉末の分析
CHEM-A-12/25	加速器	配管内粒状付着物の分析
CHEM-A-12/26	共通基盤	グラファイト製アパーチャーの分析 KEKB MR セプタムのベーキング用配管のフランジ部付着物の分析
CHEM-A-12/27	加速器	の分析
CHEM-A-12/28	加速器	TiN コーティング装置窓付着物の分析
CHEM-A-12/29	加速器	配管金属部付着物の分析
CHEM-A-12/30	加速器	ロシア製アルミチェンバーフランジ付着物の分析
CHEM-A-12/31	物構研	シリコン接合面よりふきだした白色粉末の分析
CHEM-A-12/32	加速器	HER 用真空ダクトブランクフランジ付着物の分析
CHEM-A-12/33	共通基盤	EBW 冷却水中の浮遊物, フィルター詰まり成分の分析

8. 手引き等

(1) Radiation and Life 2nd Ed. 2012 年 6 月

4.2 2013年度

1. Papers (2013.1.1~2013.12.31)

- (1) H. Yashima, S. Sekimoto, K. Ninomiya, Y. Kasamatsu, T. Shima, N. Takahashi, A. Shinohara, H. Matsumura, D. Satoh, Y. Iwamoto, M. Hagiwara, K. Nishiizumi, M. W. Caffee, and S. Shibata, “Measurements of The Neutron Activation Cross Sections for Bi And Co at 386 MeV”, *Radiat Prot Dosimetry* first published online December 24, 2013 doi:10.1093/rpd/nct334
- (2) S. Sekimoto, T. Omoto, H. Joto, T. Utsunomiya, H. Yashima, K. Ninomiya, K. C. Welten, M. W. Caffee, Y. Matsushi, H. Matsuzaki, R. Nakagaki, T. Shima, N. Takahashi, A. Shinohara, H. Matsumura, D. Satoh, Y. Iwamoto, M. Hagiwara, K. Nishiizumi and S. Shibata, “Measurement of cross sections for production of light nuclides by 300 MeV proton bombardment of Cu and Y”, *Nucl. Instrum. Meth. B* 294, 475-478 (2013).
- (3) V. Mares, C. Pioch, W. Ruhm, H. Iwase, Y. Iwamoto, M. Hagiwara, D. Satoh, H. Yashima, T. Itoga, T. Sato, Y. Nakane, H. Nakashima, Y. Sakamoto, T. Matsumoto, A. Masuda, H. Harano, J. Nishiyama, C. Theis, E. Feldbaumer, L. Jaegerhofer, A. Tamii, K. Hatanaka and T. Nakamura, “Neutron dosimetry in quasi-monoenergetic fields of 244 and 387 MeV”, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 60 (1), 299-304 (2013).
- (4) H. Monjushiro, Y. Tanahashi, H. Watarai “Laser-photophoretic migration and fractionation of human blood cells.”, *Analytica Chimica Acta*, 777, 86–90 (2013).
- (5) Haettner E, Iwase H, Krämer M, Kraft G, Schardt D., “Experimental study of nuclear fragmentation of 200 and 400 MeV/u (12)C ions in water for applications in particle therapy”, *Phys Med Biol*. 58(23), 8265-79.(2013)
- (6) T. Sato, K. Niita, N. Matsuda, S. Hashimoto, Y. Iwamoto, S. Noda, T. Ogawa, H. Iwase, H. Nakashima, T. Fukahori, K. Okumura, T. Kai, S. Chiba, T. Furuta and L. Sihver, “Particle and Heavy Ion Transport Code System PHITS, Version 2.52”, *J. Nucl. Sci. Technol.* 50:9, 913-923 (2013)

2. Publication in Japanese (2013.1.1~2013.12.31)

- (1) 平山英夫, 中島宏, 佐波俊哉, 山口恭弘, 佐藤理, 高木俊二, 鈴木敏和, 岩井敏, “放射線防護に用いられる線量概念”, 日本原子力学会誌, Vol.55, No.2(2013).
- (2) 平山英夫, “EGS5 による地表に広く分布した ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の環境における個人線量計の評価”, RADIOISOTOPES, Vol.62, No.6, pp335-345(2013).
- (3) 平山英夫, 佐波俊哉, 波戸芳仁, “モンテカルロコード egs5 を用いた地表に広く分布した放射性物質による地表 1m でのガンマ線スペクトルの評価”, 日本原子力学会和文論文誌 Vol.12(2013)222-230.
- (4) 平山英夫, 松村宏, 波戸芳仁, 佐波俊哉, “ LaBr_3 シンチレーション検出器の波高分布測定値と egs5 によるプルーム中放射性核種の検出器応答を用いたプルーム中放射性核種濃度の推定”, 日本原子力学会和文論文誌 Vol.12(2013)304-310.

3. Proceedings (2013.1.1~2013.12.31)

- (1) Y. Ida, K. Nii, K. Ishimi, Y. B. Iwabuchi, H. Hayano, S. Kato, H. Monjushiro, T. Saeki, M. Sawabe, “Study on Vertical Electro-Polishing by Cathode with Variable-Geometry Wings.”, SRF2013: Proceedings of the 16th International Conference on RF Superconductivity, Paris, France, TUP052 (2013).
- (2) T. Sanami, “Target Dependency of Light Mass Fragment Production DDX for 6 MeV/u Carbon Induced Reaction”, JAEA-Conf 2013-002, 185
- (3) N. Shigyo, Y. Uozumi, H. Uehara, T. Nishizawa, T. Mizuno, D. Satoh, T. Sanami, Y. Koba, M. Takada and N. Matsufuji, “Measurement of 100 MeV/u carbon incident neutron production cross sections on a carbon target”, JAEA-Conf 2013-002, 137
- (4) J. Kitagawa, M. Hagiwara, T. Miura, A. Kanai and K. Seki, "Concentration of radionuclides in J-PARC accelerator tunnel and the surrounding area," Proceedings of the 14th Workshop on Environmental Radioactivity, KEK Proceedings 2013-7, (February 26-28, 2013, Tsukuba, KEK, Japan) p. 386 (in Japanese).

4. Reports (2013.1.1~2013.12.31)

- (1) Sanami, T.; Ban, S.; Iwase, H.; Nakamura, H.; Sasaki, S.; Ono, M.; Mimashi, T., “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”, KEK Internal 2013-8
- (2) Sanami, T.; Ban, S.; Iwase, H.; Nakamura, H.; Sasaki, S.; Honma, H., “電子入射器・電子陽電子加速器の使用方法の変更に係わる放射線安全対策”, KEK Internal 2013-7
- (3) Sanami, T.; Ban, S.; Iwase, H.; Nakamura, H.; Sasaki, S.; Ono, M.; Mimashi, T., “直線加速装置入射路の変更の概要と放射線安全対策”, KEK Internal 2013-3
- (4) 飯島和彦, 松村宏, 豊田晃弘, 穂積憲一, 榎本和義, 佐々木慎一, 高山健, “陽子加速器施設の使用変更に関わる放射線安全対策”, KEK Internal 2013-13
- (5) 伴秀一, 穂積憲一, 飯島和彦, 岩瀬広, 近藤健次郎, 榎本和義, 松村宏, 中村一, 波戸芳仁, 佐波俊哉, 佐々木慎一, 高原伸一, 高橋一智, 俵裕子, 豊田晃弘, 豊島規子, “放射線管理報告-2011年度-”, KEK Internal 2012-8 (2013).
- (6) 古宮綾, 平雅文, 佐藤充, 別所光太郎, 文珠四郎秀昭: “化学安全管理報告-2012年度-”, KEK-Internal 2013-2

5. Presentation at Conferences (2013.4.1~2014.3.31)

5.1 International Conference

- (1) APSORC'13 - 5th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry Kanazawa, Japan, 22-27 September 2013
 - 1) K. Masumoto, A. Toyoda, H. Matsumura, T. Kunifuda, “Air-born contamination caused in a high-energy proton accelerator room”
 - 2) K. Masumoto, K. Takahashi, H. Nakamura, A. Toyoda, K. Iijima, K. Kosako, K. Oishi, F. Nobuhara, “Induced radioactivity in air and water at medical accelerators”
 - 3) K. Bessho, Y. Oki, N. Akimune, H. Matsumura, K. Masumoto, S. Sekimoto, N. Osada, N. Kinoshita, H. Monjushiro, S. Shibata, “Corrosion of copper in water and colloid formation under intense radiateon field”
 - 4) G. Yoshida, K. Ninomiya, A. Shinohara, T.U. Ito, W. Higemoto, T. Nagatomo, P. Strasser, N. Kawamura, K. Shimomura, Y. Miyake, T. Miura, M. K. Kubo “Study on muon capture process for

gaseous molecules containing C and O atoms”

- 5) M. Inagaki, K. Fujihara, G. Yoshida, K. Ninomiya, Y. Kasamatsu, M. K. Kubo, W. Higemoto, N. Kawamura, T. Nagatomo, Y. Miyake, T. Miura, A. Shinohara “Muonic Atom Formation by the Muon Transfer Process in $C_6H_6 / C_6H_{12} + CCl_4$ Mixtures”

(2) The 16th International Conference on RF Superconductivity, Paris, France, September 23-27, 2013.

- 1) Y. Ida, K. Nii, K. Ishimi, Y. B. Iwabuchi, H. Hayano, S. Kato, H. Monjushiro, T. Saeki, M. Sawabe, “Study on Vertical Electro-Polishing by Cathode With Variable-Geometry Wings.”

5.2 Invited Talk

(1) 日本物理学会春の大会領域 1 放射線物理分科会シンポジウム（早稲田大学早稲田キャンパス, 22, Mar. 2014 (1)

- 1) 岩瀬広, “PHITS コードの放射線物理計算とその利用”

(2) 2013 Symposium on Nuclear Data (Fukui University/Tsuruga), 15, Nov. 2013

- 1) Masayuki Hagiwara, “Recent progress in experimental and theoretical studies of proton-induced fragment production cross section at intermediate energies”

5.3 Domestic Conference

(1) 日本放射線安全管理学会 (JRSM) 6月シンポジウム (郡山, 6月13日 (木))

- 1) 榎本和義, “放射能モニタリングの課題と放射線安全管理学会の取り組み”

(2) 日本放射線安全管理学会第12回学術大会(11/27-29, 札幌)

- 1) 豊田晃弘, 榎本和義, “加速器施設内の照明器具の放射化について”
- 2) 榎本和義, 延原文祥, “放射化物の管理記録の作成での核種と数量の算定”
- 3) 中村一, 榎本和義, 豊田晃弘, 高橋一智, 下吉拓治, “医療用20MeV電子リニアックの周辺放射線場の調査”
- 4) 高橋一智, 榎本和義, 豊田晃弘, 中村一, 下吉拓治, “医療用20MeV電子リニアック施設での空気・水の放射化測定”

(3) 原子衝突学会第38回年会(理化学研究所, 2013年11月)

- 1) 吉田剛, 二宮和彦, 稲垣誠, 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, “低圧気体サンプル(CO,

CO₂, COS)を対象としたミュオン原子形成時の化学的環境の影響に関する研究”

- (4) 日本原子力学会秋の大会(八戸工業大学, 2013/9/3-5)
- 1) 佐波他, 70MeVヘリウム入射に対するフラグメント生成二重微分断面積の測定,
 - 2) 平山英夫, 松村宏, 波戸芳仁, 佐波俊哉, “LaBr₃波高分布を用いた空气中放射能濃度の推定”
- (5) 2013 Symposium on Nuclear Data (Research Institute of Nuclear Engineering, University of Fukui, Fukui, 2013/11/14,15)
- 1) T. Sanami et al., “Light mass fragment production DDXs of 70 MeV proton, helium and carbon induced reactions”
- (6) 第73回分析化学討論会, (北海道大学函館キャンパス, 2013年5月18-19日)
- 1) 文珠四郎秀昭, “紫外光電子放射イメージング装置の開発”
- (7) 日本分析化学会第62年会, (近畿大学東大阪キャンパス, 2013年9月10-12日)
- 1) 文珠四郎秀昭, “チューナブルバンドパスフィルターを用いた直接ラマンイメージング装置の開発”
- (8) 日本化学会第94春季年会, (名古屋大学東山キャンパス, 2014年3月27-30日)
- 1) 金谷直樹, 別所光太郎, 勝田正一, 文珠四郎秀昭, “水中における種々の金属酸化物ナノ粒子によるベリリウムイオンの捕捉挙動”
- (9) 日本物理学会 2013年 秋季大会, (高知大学, 2013年9月20日)
- 1) 岩瀬広, “DCBAによる二重ベータ崩壊実験の現状報告XV”,
- (10) 日本物理学会 2014年 年次大会, 東海大学, 2014年3月28日
- 1) 岩瀬広, “DCBAによる二重ベータ崩壊実験の現状報告XVI”,

6. 編集 (2013.4.1~2014.3.31)

- (1) (Edited) K. Bessho, K. Tagami, K. Takamiya, T. Miura: “Proceedings of the 14th Workshop on Environmental Radioactivity”, KEK Proceedings 2013-7 (2013).

- (2) (Edited) Y. Namito, H. Hirayama, S. Ban,; “Proceedings of the 20h EGS Users’ Meeting in Japan, KEK Proceedings 2013-6 (2013).
- (3) (Edited) S. Sasaki, Y. Kishimoto, M. Hagiwara, T. Sanami, K. Saito, K. Iijima, H. Tawara: “Radiation Detectors and their Users, KEK Proceedings 2013-9 (2014).

7. Internal Reports of Radiation Science Center

放射線科学センターでは以下のような放射線関連、並びに化学安全関連の「放射線科学センター部内レポート」を発行している。

7.1 放射線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) RAD-A-

管理区域の設定、管理区域責任者の交代、手続き等、放射線安全に関連して、主任者や管理区域責任者、或いは放射線管理室から出された通達

(2) RAD-D-

新しい施設の放射線安全に関連して検討した結果、センター外からの依頼によって行った計算等の評価、そのほか放射線に関連する事項に対して検討した結果

7.2 放射線関係 (2013 年度)

a. RAD-D

RAD-D-2013-1 「円柱体積線源→点検出器」と「円盤面線源→円筒検出器」の対応

7.3 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。

(3) 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

(4) 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

7.4 CHEM-A (2013 年度)

依頼者所属		
CHEM-A-13/02	加速器	ストレーナー表面付着物の分析
CHEM-A-13/03	加速器	引き出し電極表面付着物の分析
CHEM-A-13/04	加速器	銅管内付着物の分析
CHEM-A-13/05	加速器	クライストロン冷却水, 沈殿物の分析
CHEM-A-13/06	加速器	銅-セラミック接合部の分析
CHEM-A-13/07	施設部	建材中のアスベスト分析
CHEM-A-13/08	共通施設	J-PARC 各種 DP タンク貯留廃水のイオン組成分析
CHEM-A-13/09	共通施設	J-PARC ニュートリノ実験施設ビームダンプ付近の土壌, 地下水の分析
CHEM-A-13/10	加速器	冷却水パッキン中のアスベスト含有の有無
CHEM-A-13/11	共通施設	EBW 冷却水中の固形物の分析
CHEM-A-13/12	加速器	RF フィンガーの摩耗粉の分析
CHEM-A-13/13	加速器	チラー冷却水, 配管内付着物の分析
CHEM-A-13/14	物構研	分光器真空チェンバー内白色付着物の分析
CHEM-A-13/15	加速器	J-PARC MR 冷却水ストレーナー内面付着物の分析
CHEM-A-13/16	施設部	建材中のアスベスト分析
CHEM-A-13/17	加速器	コリメータ RF フィンガー部の摩耗粉の分析
CHEM-A-13/18	加速器	東トンネル(3SM)エアコンダクト内粉塵のアスベスト分析
CHEM-A-13/19	素核研	フランジ付着物の分析
CHEM-A-13/20	加速器	低磁場セプタム導体ろう付け部の分析
CHEM-A-13/21	加速器	MR 電源棟 D7, D8, D10 冷却水, 析出物の分析
CHEM-A-13/22	加速器	U-タイトシール銅腐食部の分析の分析
CHEM-A-13/23	加速器	SX 低磁場セプタム冷却水配管内面の分析

8. 手引き等

- (1) 放射線安全の手引き 2013 年 12 月
- (2) 放射線安全の手引き (別冊) 2013 年 12 月

4.3 2014年度

1. Papers (2014.1.1~2014.12.31)

- (1) K. Bessho, N. Kanaya, S. Shimada, S. Katsuta, and H. Monjushiro, "Adsorption behavior of beryllium(II) on copper-oxide nanoparticles dispersed in water, "A model for ^7Be colloid formation in the cooling water for electromagnets at high-energy accelerator facilities", *Anal. Sci.*, 30 (11), 1069-1074 (2014).
- (2) T. Kajimoto, N. Shigyo, T. Sanami, Y. Iwamoto, M. Hagiwara, H.S. Lee, A. Soha, E. Ramberg, R. Coleman, D. Jensen, A. Leveling, N.V. Mokhov, D. Boehnlein, K. Vaziri, Y. Sakamoto, K. Ishibashi, H. Nakashima, "Measurements and parameterization of neutron energy spectra from targets bombarded with 120 GeV protons", *Nuclear Instrum. Meth. Phys. Res. B*, 337(15) 68-77(2014).
- (3) M. Hagiwara, H. Iwase, Y. Iwamoto, D. Satoh, T. Matsumoto, A. Masuda, H. Yashima, Y. Nakane, H. Nakashima, Y. Sakamoto, A. Tamii, K. Hatanaka and T. Nakamura, "Shielding benchmark experiment using hundreds of MeV quasi-monoenergetic neutron source by a large organic scintillator", *Prog. Nucl. Sci. Technol.*, 4, 327-331 (2014).
- (4) Y. Iwamoto, M. Hagiwara, H. Iwase, H. Yashima, D. Satoh, T. Matsumoto, A. Masuda, C. Pioch, V. Mares, T. Shima, A. Tamii, K. Hatanaka and T. Nakamura, "Characterization of quasi-monoenergetic neutron source using 137, 200, 246 and 389 MeV $^7\text{Li}(p,n)$ reactions", *Prog. Nucl. Sci. Technol.*, 4, 657-660 (2014).
- (5) N. Matsuda, Y. Kasugai, H. Matsumura, H. Iwase, A. Toyoda, H. Yashima, S. Sekimoto, K. Oishi, Y. Sakamoto, H. Nakashima, T. Nakamura, D. Boehnlein, G. Lauten, A. Leveling, N. Mokhov, K. Vaziri, "Activation detector measurements at the hadron absorber of the NuMI neutrino beam line at Fermilab", *Prog. Nucl. Sci. Technol.*, 4, 337-340 (2014).
- (6) T. Matsumoto, A. Masuda, J. Nishiyama, H. Harano, H. Iwase, Y. Iwamoto, M. Hagiwara, D. Satoh, H. Yashima, Y. Nakane, H. Nakashima, Y. Sakamoto, C. Pioch, V. Mares, A. Tamii, K. Hatanaka and T. Nakamura, "Measurement of neutron energy spectra behind shields for quasi-monoenergetic neutrons generated by 246-MeV and 389-MeV protons using a Bonner sphere spectrometer", *Prog. Nucl. Sci. Technol.* 4, 332-336 (2014).

- (7) H. Matsumura, S. Sekimoto, H. Yashima, A. Toyoda, Y. Kasugai, N. Matsuda, K. Oishi, K. Bessho, Y. Sakamoto, H. Nakashima, D. Boehnlein, G. Lauten, A. Leveling, N. Mokhov, K. Vaziri, "Radionuclides in the Cooling Water Systems for the NuMI Beamline and the Antiproton Production Target Station at Fermilab", *Prog. Nucl. Sci. Technol.* 4, 372-375 (2014).
- (8) Y. Nakane, M. Hagiwara, Y. Iwamoto, H. Iwase, D. Satoh, T. Sato, H. Yashima, T. Matsumoto, A. Masuda, T. Nunomiya, Y. Sakamoto, H. Nakashima, A. Tamii, K. Hatanaka and T. Nakamura, "Response measurement of various neutron dose equivalent monitors in 134-387 MeV neutron fields", *Prog. Nucl. Sci. Technol.*, 4, 704-708 (2014).
- (9) H. Nakashima, N. V. Mokhov, Y. Kasugai, N. Matsuda, Y. Iwamoto, Y. Sakamoto, D. Boehnlein, A. Leveling, K. Vaziri, R. Coleman, D. Jensen, E. Ramberg, A. Soha, T. Sanami, H. Matsumura, M. Hagiwara, A. Toyoda, H. Iwase, H. Hirayama, T. Nakamura, S. Sekimoto, H. Yashima, T. Kajimoto, N. Shigyo, K. Ishibashi, N. Nakao, N. Kinoshita, K. Oishi, H.-S. Lee and K. Niita, "Research activities on JASMIN: Japanese and American Study of Muon Interaction and Neutron detection", *Prog. Nucl. Sci. Technol.*, 4, 191-196 (2014).
- (10) K. Oishi, K. Kosako, Y. Kasugai, N. Matsuda, H. Yashima, S. Sekimoto, H. Matsumura, A. Toyoda, H. Iwase, N. Mokhov, A. Leveling, D. Boehnlein, K. Vaziri, H. Nakashima, Y. Sakamoto, "Measurement and analysis of neutron and photon dose rate in concrete shield of 120-GeV proton accelerator facility", *Prog. Nucl. Sci. Technol.*, 4, 197-200 (2014).
- (11) S. Kamada, M. Takada, M. Hagiwara, Y. Iwamoto, T. Shima, A. Tamii and K. Hatanaka, "Measurement of gamma rays under the high-energy p-Li neutron fields in RCNP", *Prog. Nucl. Sci. Technol.*, 4, 745-747(2014).
- (12) K. Masumoto, H. Iiduka, S. Sato, K. Kuga, T. Fujibuchi, M. Sasaki, T. Fukumura, H. Nakamura, A. Toyoda, "Effectiveness of self-shielding type cyclotrons", *Prog. Nucl. Sci. Technol.* 4, 223-227(2014).
- (13) H. Matsumura, N. Matsuda, Y. Kasugai, A. Toyoda, H. Yashima, S. Sekimoto, H. Iwase, K. Oishi, Y. Sakamoto, H. Nakashima, A. Leveling, D. Boehnlein, G. Lauten, N. Mokhov, and K. Vaziri, "Material Activation Benchmark Experiments at the NuMI Hadron Absorber Hall in Fermilab,"

Nuclear Data Sheets, 120, 219-221 (2014).

- (14) T. Sanami and M. Hagiwara, "Target Mass Dependency of Light Mass Fragment Energy Spectra for Intermediate Energy Proton Induced Reactions", Nuclear Data Sheets, 119, 241-244 (2014).
- (15) T. Sanami, Y. Iwamoto, T. Kajimoto, N. Shigyo, M. Hagiwara, H.-S. Lee, E. Ramberg, A. Soha, D. Jensen, A. Leveling, N. Mokhov, D. Boehnlein, K. Vaziri, K. Ishibashi, Y. Sakamoto and H. Nakashima, "Systematics of thick target neutron yields for reactions of hundred GeV protons on target", Prog. Nucl. Sci. Technol., 4, 341-344 (2014).
- (16) N. Shigyo, Y. Uozumi, H. Uehara, T. Nishizawa, K. Hirabayashi, D. Satoh, T. Sanami, Y. Koba, M. Takada, N. Matsufuji, "Measurement of neutron yields from a water phantom bombarded by 290 MeV/u carbon ions", Prog. Nucl. Sci. Technol., 4, 709-712 (2014).
- (17) A. Toyoda, H. Matsumura, K. Masumoto, S. Sekimoto, H. Yashima, N. Matsuda, Y. Kasugai, Y. Sakamoto, H. Nakashima, G. Lauten, A. Leveling, N. Mokhov, K. Vaziri, K. Oishi, M. Kuroyanagi, F. Nobuhara, K. Takahashi, "Comparison of Activity among Fluorescent Lamps and Light Emitting Diodes Lamps Exposed to Secondary Particles in Accelerator Rooms", Prog. Nucl. Sci. Technol., 4, 384-387 (2014).
- (18) Y. Unno, T. Sanami, M. Hagiwara, S. Sasaki and A. Yunoki, "Application of beta coincidence to nuclide identification of radioactive samples contaminated by the accident at the Fukushima Nuclear Power Plant", Prog. Nucl. Sci. Technol., 4, 90-93 (2014).
- (19) Y. Uwamino, H. Matsumura, K. Saito and J. Ishioka, "Gamma survey in Fukushima prefecture right after the accident at Fukushima nuclear power plant", Prog. Nucl. Sci. Technol., 4, 23-26 (2014).
- (20) Y. Unno, T. Sanami, M. Hagiwara, S. Sasaki, A. Yunoki, "Radioactivity measurement of Sr/Y-90 mixed with Cs-134 and Cs-137 using large solid angle detectors without chemical separation", J. of Nucl. Sci. Technol. 51(3), 376-384(2014)
- (21) H. Yashima, S. Sekimoto, K. Ninomiya, Y. Kasamatsu, T. Shima, N. Takahashi, A. Shinohara, H. Matsumura, D. Satoh, Y. Iwamoto, M. Hagiwara, K. Nishiizumi, M. W. Caffee and S. Shibata,

“Measurements of the Neutron Activation Cross Sections for Bi and Co at 386 MeV”, Radiation Protection Dosimetry 161, 139-43 (2014).

- (22) Hiroshi Nakashima, Nikolai V. Mokhov, Yoshimi Kasugai, Norihiro Matsuda, Yosuke Iwamoto, Yukio Sakamoto, David Boehnlein, Anthony Leveling, Kamran Vaziri, Richard Coleman, Douglas Jensen, Erik Ramberg, Aria Soha, Toshiya Sanami, Hiroshi Matsumura, Masayuki Hagiwara, Akihiro Toyoda, Hiroshi Iwase, Hideo Hirayama, Takashi Nakamura, Shun Sekimoto, Hiroshi Yashima, Tsuyoshi Kajimoto, Nobuhiro Shigyo, Kenji Ishibashi, Noriaki Nakao, Norikazu Kinoshita, Koji Oishi, Hee-Seock Lee and Koji Niita, Research activities on JASMIN: Japanese and American Study of Muon Interaction and Neutron detection, Progress in Nuclear Science and Technology 4 191-196(2014).
- (23) S. Sekimoto, H. Suzuki, H. Yashima, K. Ninomiya, Y. Kasamatsu, T. Shima, N. Takahashi, A. Shinohara, H. Matsumura, M. Hagiwara, K. Nishiizumi, M.W. Caffee, and S. Shibata, "Measurements of Cross Sections for Neutron-induced Reactions on Chromium and Yttrium Targets at 197 MeV", Nuclear Data Sheets, 119, 197-200 (2014).
- (24) S. M. Tajudin, Y. Namito, T. Sanami, H. Hirayama, “Quasi-monoenergetic 200 keV photon field using a radioactive source with backscatter layout”, Jpn. J. Applied Phys., 53,116401(2014).
- (25) H. Iwase, H. Kakuno, N. Ishihara et al., “The DCBA/MTD Experiments for Neutrinoless Double Beta Decay Search”, JPS Conf. Proc. 1, 013023 (2014).
- (26) A. Kohama, K. Iida, K. Oyamatsu, S. Hashimoto, H. Iwase, K. Niita, “Current status of the Hybrid Kurotama model for total reaction cross sections”, Nucl. Instrum. Meth. B, 334, 34-39(2014).
- (27) T. Kurosawa, H. Iwase, N. Saito, “Field photon energy spectra in Fukushima after the nuclear accident”, J. Nucl. Sci. Technol., 51, No. 5, 730-734 (2014).

2. Publication in Japanese (2014.1.1～2014.12.31)

- (1) 政池明, 岩瀬広, ”ハイゼンベルク原子炉の謎”, 物理学会誌 歴史の小径, 日本物理学会誌, 69, No.4, 227-229 (2014).

- (2) 平山 英夫, 川崎 将垂, 松村 宏, 大倉 毅史, 波戸 芳仁, 佐波 俊哉, 滝 光成, 大石 哲也, 吉澤 道夫, “モニタリングポストでの波高分布の時系列変化とプルーム中放射性核種に対する検出器応答を用いた I-131 濃度の推定, 日本原子力学会和文論文誌, 13, 119-126 (2014), doi:10.3327/taesj.J14.006.
- (3) 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)波高分布データを用いた空气中 I-131 放射能濃度時間変化の推定", 日本原子力学会和文論文誌, 14, 1-11 (2015), doi:10.3327/taesj.J14.027.
- (4) 波戸芳仁, 平山英夫, "光子・電子のモンテカルロ輸送計算コードの内容と利用", Radioisotope, Vol 63, P443-P451 (2014).
- (5) 佐波俊哉, 「FAS だより」2014.11 第9号, "International Workshop on Future Linear Colliders (LCWS14)"
- (6) 佐波 俊哉, 平山 英夫, "SATIF12 報告"「加速器」Vol.11, No.2 (2014.7.31 発行)

3. Proceedings (2014.1.1～2014.12.31)

- (1) V. Chouhan, Y. I. Ida, K. N. Nii, T.Y. Yamaguchi, H. Hayano, S. Kato, H. Monjushiro, T. Saeki, M. Sawabe, K. Ishimi, “Vertical Electropolishing of Nb Coupon Cavity and Surface Study of the Coupon Samples.”, Proceedings of the 27th International Linear Accelerator Conference (LINAC2014), Geneva, Switzerland, TUPP098, p.1080 (2014).
- (2) M.Hagiwara, T.Sanami, D.Mancusi et al., Recent progress in experimental and theoretical studies of proton-induced fragment production cross section at intermediate energies, Proceedings of the 2013 Symposium on Nuclear Data, November 14-15, 2013, JAEA-Conf 2014-002, 63-68
- (3) D. Mancusi, A. Boudard, J. Cugnon, J.-C. David, M. Hagiwara, A. Leprince and S. Leray, "New capabilities of the Liège intranuclear-cascade model for particle-transport codes", Proceedings of SNA + MC 2013 - Joint International Conference on Supercomputing in Nuclear Applications + Monte Carlo, 02106 (2014).

- (4) K. N. Nii, V. Chouhan, Y. I. Ida, T. Y. Yamaguchi, H. Hayano, S. Kato, H. Monjushiro, T. Saeki, M. Sawabe, K. Ishimi, “Vertical Electro-Polishing of Nb Nine-Cell Cavity Using Cathode with Variable-Geometry Wings.”, Proceedings of the 27th International Linear Accelerator Conference (LINAC2014), Geneva, Switzerland, MOPP108, p.307 (2014).
- (5) K. N. Nii, V. Chouhan, Y. I. Ida, T.Y. Yamaguchi, P. Carbonnier, F. Éozénou, C. Servouin, H. Hayano, S. Kato, H. Monjushiro, T. Saeki, M. Sawabe, K. Ishimi, C. Madec, L. Maurice, “Vertical Electro-Polishing of Nb Single-Cell Cavity Using Cathode with Variable-Geometry Wings and Its Results of Vertical Test.”, Proceedings of the 27th International Linear Accelerator Conference (LINAC2014), Geneva, Switzerland, TUPP101, p.662 (2014).
- (6) T.Sanami, Light mass fragment production DDXs of 70 MeV proton, helium and carbon induced reactions, Proceedings of the 2013 Symposium on Nuclear Data November 14-15, 2013, JAEA-Conf 2014-002, 139-144
- (7) K. Masumoto, K. Takahashi, H. Nakamura, A. Toyoda, K. Iijima, K. Kosako, K. Oishi, F. Nobuhara “Measurement of induced radioactivity in air and water for medical accelerators”, Workshop Proceedings of SATF-11, Tsukuba, Japan, 11-13 September 2012, (2014),p.125-132.
- (8) K. Bessho, H. Matsumura, M. Hagiwara, K. Takahashi, A. Takahashi, H. Iwase, K. Masumoto, H. Monjushiro, Y. Oyama, T. Sekiguchi, Y. Yamada, “Origin and chemical behaviour of radionuclides observed in the cooling water for magnetic horns at the J-PARC Neutrino Experimental Facility”, Workshop Proceedings of SATF-11, Tsukuba, Japan, 11-13 September 2012, (2014), p.61-70
- (9) H. Nakamura, Y. Namito, A. Toyoda, K. Iijima and K. Hozumi, Measurement of radiation and radioactivity in KEK Tsukuba-campus after Fukushima No. 1 Nuclear Power Plant accident”, The 12th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-12) and the 17th Topical Meeting of the Radiation Protection and Shielding, Prog. Nucl. Sci. Technol. 4,P72-75, (2014), DOI: 10.15669/pnst.4.72

4. Reports (2014.1.1～2014.12.31)

- (1) 平山英夫, 近藤健次郎, 松村 宏, 波戸芳仁, 佐波俊哉, 「モニタリングポストでの波高分布の時系列変化からブルーム中と沈着した放射性核種のピーク計数率への寄与と分

離する方法」, KEK Internal 2014-7

- (2) 平山英夫, 近藤健次郎, 海野泰裕, 松村 宏, 岩瀬 広, 柚木 彰, 佐々木慎一, 「ボトル法による水中 Sr-90 濃度測定で使用する β 線検出器の校正」, KEK Internal 2014-6
- (3) 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, 中村典雄, 「ERL 開発棟におけるコンパクト ERL の出力増強及び使用の目的の追加に伴う放射線安全対策」, KEK Internal 2014-5
- (4) 伴秀一, 穂積憲一, 飯島和彦, 岩瀬広, 近藤健次郎, 榎本和義, 松村宏, 中村一, 波戸芳仁, 佐波俊哉, 佐々木慎一, 高原伸一, 高橋一智, 俵裕子, 豊田晃弘, 豊島規子: "放射線管理報告 -2012 年度-", KEK Internal 2013-12.(2014)
- (5) 古宮綾, 平雅文, 佐藤充, 別所光太郎, 文珠四郎秀昭: "化学安全管理報告-2013 年度-", KEK-Internal 2014-2

5. Presentation at Conferences (2014.4.1~2015.3.31)

5.1 International Conference

- (1) The 27th International Linear Accelerator Conference (LINAC2014), 31 August - 5 September, Geneva, Switzerland, MOPP108, p.307 (2014).
 - 1) K. N. Nii, V. Chouhan, Y. I. Ida, T. Y. Yamaguchi, H. Hayano, S. Kato, H. Monjushiro, T. Saeki, M. Sawabe, K. Ishimi, "Vertical Electro-Polishing of Nb Nine-Cell Cavity Using Cathode with Variable-Geometry Wings.", TUPP101, p.662 (2014).
 - 2) K. N. Nii, V. Chouhan, Y. I. Ida, T. Y. Yamaguchi, P. Carbonnier, F. Éozénou, C. Servouin, H. Hayano, S. Kato, H. Monjushiro, T. Saeki, M. Sawabe, K. Ishimi, C. Madec, L. Maurice, "Vertical Electro-Polishing of Nb Single-Cell Cavity Using Cathode with Variable-Geometry Wings and Its Results of Vertical Test." TUPP101, p.662 (2014).
 - 3) V. Chouhan, Y. I. Ida, K. N. Nii, T. Y. Yamaguchi, H. Hayano, S. Kato, H. Monjushiro, T. Saeki, M. Sawabe, K. Ishimi, "Vertical Electropolishing of Nb Coupon Cavity and Surface Study of the Coupon Samples.", TUPP098, p.1080 (2014).
- (2) International Workshop on Future Linear Colliders (LCWS14), Belgrade / Serbia, 5-10 October 2014

- 1) T. Saeki, V. Chouhan, K. Nii, S. Kato, T. Yamaguchi, Y. Ida, H. Hayano, M. Sawabe, and H. Monjushiro, "VEP Status at Marui Galvanizing Co. Ltd/KEK.",
- (3) 2nd International Symposium on Science at J-PARC (J-PARC 2014), July 13-15, 2014, Tsukuba, Japan
 - 1) K. Bessho, M. Hagiwara, H. Matsumura, A. Takahashi, K. Takahashi, J. Kitagawa, K. Masumoto, H. Monjushiro, Y. Oyama, T. Sekiguchi, Y. Yamada, "Production of radionuclides in the cooling water for electromagnetic horns at the J-PARC neutrino experimental facility",
 - 2) J. Kitagawa, K. Bessho, M. Hagiwara, M. Numajiri, T. Miura, K. Takahashi, K. Saito, Y. Miyamoto, K. Seki, "Removal of spallation products in water by ion-exchange method"
 - 3) M. Hagiwara, K. Saito, M. Numajiri, K. Takahashi, J. Kitagawa, H. Matsumura, T. Sanami, T. Miura, K. Masumoto, M. Ieiri, Y. Sato, A. Toyoda, "Investigation on Radionuclides Released in the Radioactive Material Leak Incident at the J-PARC Hadron Experimental Facility."
 - 4) M. Inagaki, K. Fujihara, G. Yoshida, K. Ninomiya, Y. Kasamatsu, M. K. Kubo, W. Higemoto, N. Kawamura, T. Nagatomo, Y. Miyake, T. Miura, A. Shinohara "Muon Capture Processes for Carbon Atoms in C₆H₆ and C₆H₁₂ through the Muon Transfer Processes".
 - 5) Y. Oki, N. Osada, S. Sekimoto, M. Numajiri, T. Miura, Y. Ishi, T. Uesugi, Y. Kuriyama, and M. Sakamoto "Radioactivity in Aerosols Formed in Accelerator Facilities"
 - 6) G. Yoshida, K. Ninomiya, M. Inagaki, T. U. Ito, W. Higemoto, T. Nagatomo, P. Strasser, N. Kawamura, K. Shimomura, Y. Miyake, T. Miura, M. K. Kubo, and A. Shinohara "Muonic atom formation on low pressure carbon oxide samples by using low energy negative muon beam"
 - (4) ILC CFS-ADI joint meeting, Univ. of Tokyo, 4/8~10, 2014
 - 1) T. Sanami et al, "Radiation shielding"
 - (5) Twelfth Meeting of Task-Force on Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities (SATIF-12), Fermilab, 4/28-4/30 2014
 - 1) T. Sanami et al, "Radiation safety study for conventional facility and siting pre project phase of International Linear Collider"
 - 2) T. Sanami et al, "Radiation safety design of Super KEKB factory"
 - 3) H. Hirayama. and T. Sanami, "Inter-comparison of particle production".
 - (6) AWLC14 Americas Workshop on Linear Colliders 2014, Fermilab 5/12-16, 2014
 - 1) T. Sanami et al, "Current Shielding Status"

- (7) 11th Asian International Seminar on Atomic and Molecular Physics (AISAMP11), October, 8, 2014, Sendai, Japan
- 1) G. Yoshida, K. Ninomiya, M. Inagaki, T.U. Ito, W. Higemoto, T. Nagatomo, P. Strasser, N. Kawamura, K. Shimomura, Y. Miyake, T. Miura, M.K. Kubo, and A. Shinohara "Initial quantum states of captured muon for CO, CO₂ and COS molecules"
 - 2) M. Inagaki, K. Fujihara, G. Yoshida, K. Ninomiya, Y. Kasamatsu, M. K. Kubo, W. Higemoto, N. Kawamura, T. Nagatomo, Y. Miyake, T. Miura, A. Shinohara "Muonic atom formation by muon transfer process in benzene and cyclohexane"
- (8) 18th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of ANS, September 14-18, 2014, Hilton Downtown, Knoxville, TN, USA.
- 1) H. Matsumura, S. Sekimoto, Y. Kasugai, H. Yashima, A. Toyoda, N. Matsuda, K. Bessho, N. Mokhov, A. Leveling, D. Boehnlein, G. Lauten, W. Schmitt, K. Oishi, Y. Sakamoto, H. Nakashima, "Colloid Formation Rates of Radionuclides in Cooling Waters of 120-GeV Proton Accelerator Facilities at Fermilab, USA,"
- (9) 2014 AGU Fall Meeting, December 15-19, 2014, San Francisco, CA, USA.
- 1) H. Matsumura, M. W. Caffee, K. Nagao, K. Nishiizumi, "Initial Test Determination of Cosmogenic Nuclides in Magnetite,"
- (10) AOCRP-4 (Kuala Lumpur, Malaysia, 12 May 2014).
- 1) S. M. Tajudin, Y. Namito, T. Sanami, and H. Hirayama, "A few hundred of keV mono-energetic photon field using filtered X-ray",
- (11) IEEE Nuclear Science Symposium, (8-15 Nov 2014, Seattle USA)
- 1) E. Takada, K. Fujii, H. Imai, Y. Namito, T. Nakamura and H. Okada, "Fundamental Study on Applying Organic Photodiodes Fabricated on Plastic Scintillator to X-ray distribution Measurement"
- (12) ANS RPSD 2014, 18th Topical Meeting of the Radiation Protection and Shielding Division of American Nuclear Society, (Knoxville, USA, 14-18 Sep 2014)
- 1) S. M. Tajudin, Y. Namito, T. Sanami, and H. Hirayama, "Plastic Scintillator Response and Its Properties for Radioactive Sources Dosimetry".

5.2 Invited Talk

なし

5.3 Domestic Conference

- (1) 日本放射線安全管理学会第13回学術大会, 徳島大学 大塚講堂, 2014年12月3~5日
 - 1) 飯島和彦, 萩原雅之, 佐波俊哉, 齋藤究, 佐々木慎一, 別所光太郎, 沖雄一, 関本俊, 堀順一, 阿部尚也, “高強度バースト中性子場における電流読み出し型中性子線量モニターの特
定試験”
 - 2) 榎本 和義, “加速器施設の放射化の評価について”
 - 3) 豊田 晃弘, 榎本 和義, 中村 一, 下吉 拓治, ”PET用サイクロトロン室内の放射化量評価
のための中性子測定”
 - 4) 下吉 拓治, 榎本 和義, 仁井田 浩二, 萩原 雅之, 米内 俊祐, 杉田 克彦, ”PET用サイクロ
トロンの運転によるコンクリート放射化量のシミュレーション結果と測定値との比較”
 - 5) 高橋一智, 萩原雅之, 関一成, 沼尻正晴, ”J-PARCにおける放射線管理の現状と課題”
- (2) 総合技術研究会, 北海道大学, 2014.9.4-5,
 - 1) 北川潤一, 萩原雅之, 三浦太一, 関一成, 金井敦史: "J-PARC 加速器トンネル壁面コンクリ
ートの放射能濃度深度分布とシミュレーション計算との比較"
- (3) 日本原子力学会 2014 年秋の大会, 京都大学, 2014 年 9 月 8 日—10 日.
 - 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イントの NaI(Tl)波高分布
データを用いたプルーム中 I-131 放射能濃度の推定”,
 - 2) 平山英夫, “シーベルトとは?”
 - 3) 佐波俊哉他, "軽荷電粒子の同時測定のためのブラックカーブカウンターの改良"
 - 4) 萩原雅之, D. Mancusi, A. Boudard, S. Leray, J. Cugnon, “核内カスケード模型によるフラグメ
ント生成過程の記述”
- (4) 2014 年度核データ研究会, 北海道大学, 2014 年 11 月 27 日 - 28 日
 - 1) 佐波俊哉他, "国際リニアコライダー計画の放射線遮蔽設計と核データ"
- (5) 東北大学電子光理学研究センター研究会「電子加速器を用いた RI 製造とその利用」, 2014
年 3 月 25 日, 東北大学金属材料研究所
 - 1) 松村 宏, ”光核反応とミューオン核反応”

- (6) 2014 日本放射化学会年会・第 58 回放射化学討論会, 2014 年 9 月 11-13 日, 名古屋大学工学部 IB 館
- 1) 松村 宏, 末木啓介, 松村万寿美, 笹 公和, 西泉邦彦, ”宇宙線表面照射年代測定のためのマグネタイト試料のシュウ酸溶液への溶解方法の検討”
 - 2) 土井妙子, 高木麻衣, 田中敦, 菅原宗夫, 土器屋由紀子, 榊本和義, “つくばと飯舘村大気中の福島第一原発事故の放射性核種”
 - 3) 木下哲一, 関本 俊, 大槻 勤, 榊本和義, 浜島靖典, 横山明彦, “質量数140付近におけるpプロセス解明に向けた素過程の研究① — $^{147}\text{Sm}(\gamma, p)$ 反応と逆過程—”
 - 4) 稲垣誠, 吉田剛, 二宮和彦, 久保謙哉, 髭本亘, 河村成肇, 三宅康博, 三浦太一, 篠原厚, “気体ベンゼンおよびシクロヘキサンに対するミュオン水素原子からのミュオン転移過程”
 - 5) 吉田剛, 二宮和彦, 稲垣誠, 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 H_2+CO および H_2+CO_2 混合ガスにおけるミュオン転移過程の研究”
- (7) 2014 年度質量分析学会・同位体比部会研究集会, 2014 年 11 月 26-28 日, 筑波山温泉旅館 彩香の宿 一望
- 1) 松村 宏, 末木啓介, 松村万寿美, 笹 公和, 西泉邦彦, ”マグネタイト中の長半減期宇宙線生成核種の分析法の検討 —加速器質量分析のための試料作製法の確立を目指す—”
- (8) 第 74 回分析化学討論会, 日本大学工学部, 郡山市, 2014 年 5 月 24-25 日,
- 1) 文珠四郎秀昭, “テレセントリック光学系を利用したフィルター方式直接ラマンイメージング装置の開発”
- (9) 日本分析化学会第 63 年会, 広島大学東広島キャンパス, 東広島, 2014 年 9 月 17-19 日,
- 1) 文珠四郎秀昭, “チューナブルバンドパスフィルターを用いた高速, 高精細ラマン直接イメージング装置の開発”
 - 2) 武田千広, 重永達彦, 金谷直樹, 別所光太郎, 文珠四郎秀昭, 勝田正一, “イオン液体抽出による水中の酸化銅ナノ粒子の除去”
 - 3) 金谷直樹, 別所光太郎, 勝田正一, 文珠四郎秀昭, “金属酸化物ナノ粒子による種々の微量金属イオン捕捉挙動の解明”
- (10) 第 33 回溶媒抽出討論会, 神戸, 2014 年 12 月 11-12 日,
- 1) 武田千広, 重永達彦, 金谷直樹, 別所光太郎, 文珠四郎秀昭, 勝田正一, “イオン液体/水界面

への吸着による水中の酸化銅(II)ナノ粒子の分離除去”

(11) 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 北海道大学 札幌キャンパス, 2014 年 9 月 17 日～20 日

1) 岸本祐二 他, “位置有感型比例計数箱 PS-TEPC フライトモデルの開発”

(12) つくば国際会議場, SAT テクノロジー・ショーケース 2015, 2015 年 1 月 21 日,

1) 岸本祐二, 「宇宙環境用線量計 PS-TEPC の開発」

(13) 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 東海大学 湘南キャンパス, 2015 年 3 月 11 日～14 日,

1) 岸本祐二, 他, “位置有感型比例計数箱 PS-TEPC フライトモデルの開発”

(14) 第 3 回物構研サイエンスフェスタ 2015-3/17-18 エポカルつくば (つくば市)

1) 二宮和彦, 吉田剛, 稲垣誠, 髭本亘, 伊藤孝, 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, “低圧気体試料における CO 分子へのミュオン転移現象”

6. 編集(2014.4.1～2015.3.31)

(1) (Edited) K. Bessho, K. Tagami, K. Takamiya, T. Miura: “Proceedings of the 15th Workshop on Environmental Radioactivity”, KEK Proceedings 2014-7 (2014).

(2) (Edited) Y. Namito, H. Hirayama, S. Ban,: “Proceedings of the 20th EGS Users’ Meeting in Japan, KEK Proceedings 2014-6(2014).

(3) (Edited) S. Sasaki, Y. Kishimoto, M. Hagiwara, T. Sanami, K. Saito, K. Iijima, H. Tawara: “Radiation Detectors and their Users, KEK Proceedings 2014-11(2014).

7. Internal Reports of Radiation Science Center

放射線科学センターでは以下のような放射線関連, 並びに化学安全関連の「放射線科学センター部内レポート」を発行している。

7.1 放射線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) RAD-A-

管理区域の設定，管理区域責任者の交代，手続き等，放射線安全に関連して，主任者や管理区域責任者，或いは放射線管理室から出された通達

(2) RAD-D-

新しい施設の放射線安全に関連して検討した結果，センター外からの依頼によって行った計算等の評価，そのほか放射線に関連する事項に対して検討した結果

なし

7.2 放射線関係 (2014 年度)

なし

7.3 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

(2) 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

7.4 CHEM-A (2014 年度)

	依頼者所属	
CHEM-A-14/02	加速器	Ti 製チェンバー側面付着物の分析
CHEM-A-14/03	加速器	アルミ合金フランジ部内表面付着物の分析
CHEM-A-14/04	加速器	同軸ケーブル中心導体，外部導体，シールドの分析
CHEM-A-14/05	加速器	冷却水中の重金属の分析
CHEM-A-14/06	加速器	研磨液の液体成分の分析
CHEM-A-14/07	加速器	フェライト表面の分析
CHEM-A-14/08	素核研	プラズマチェンバー内面付着物の分析
CHEM-A-14/09	加速器	クリダイン溶液循環水中の重金属の分析
CHEM-A-14/10	加速器	ストレーナー内付着物の分析
CHEM-A-14/11	加速器	D4WL 用冷却水循環装置未処理水側ストレーナー内異物の分析

8. 手引き等

なし

