

Activity Report of
Radiation Science Center
in Fiscal 2010

KEK

Radiation Science Center
Applied Research Laboratory



High Energy Accelerator Research Organization

© **High Energy Accelerator Research Organization (KEK), 2012**

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
2010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. The Chemical Safety Control Office was positioned under the Director General, and renamed to the Environmental Safety Office, and is in charge of the publication of the environmental report. This Office is responsible for the management of environment at KEK in addition to the chemical security of the laboratory.

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 our activities including awards, name of outside committees we are engaged in, workshops and symposia, publications, and funds we got.

Due to an electric power failure after the big earthquake on March 11 2011, our radiation monitors did not work. But some at the KEK site boundary were powered from outside. In early morning on March 15, we found a steep increase of gamma-ray dose rate. KEK is located at 160 km distance from Fukushima nuclear power plants. We started to show online dose-rate data in KEK web page. KEK, in conjunction with National Institute for Environmental Study (NIES), measured airborne radioactive-nuclide. These results were also shown in the web page. We started several measurements, and some of them are shown in this report.

Syuichi Ban

Head, Radiation Science Center

High Energy Accelerator Research Organization

Contents

Chapter 1 Research Activity

1. Research in Radiation Physics and Detector Development	2
2. Experimental Technology and Monte Carlo Simulation Related to Radiation Shielding	13
3. Radiation Protection Study in Accelerator Facilities	15
4. Nuclear Chemistry and Radiochemistry	18
5. Environmental and Analytical Chemistry at Accelerators	21
6. Measurements related to Accident of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station	23

Chapter 2 研究支援活動

1. 体制	26
1.1 放射線管理体制	26
1.2 放射線業務分担	29
1.3 化学安全管理体制	31
2. 放射線安全管理関係	32
2.1 区域管理関連	32
2.2 横断的業務関連	34
2.3 J-PARC に関わる支援業務と設計開発、研究活動	38
3. 化学安全・環境関係	42
3.1 依頼分析	42
3.2 環境管理	42
3.3 RI 廃水管理	43

Chapter 3 資料

1. 外部資金導入状況	45
1.1 科学研究費補助金	45
1.2 受託研究等	45
2. 共同研究等	46
2.1 共同開発研究	46
2.2 大学等との共同研究	46
2.3 民間との共同研究	48
2.4 大学等連携支援事業	48

2.5 共同利用研究(施設利用)	48
3. 大学院生等の人材育成	49
3.1 学位論文の指導(総合大学院大学)	49
3.2 学位論文の指導 (他大学)	49
4. センター開催の研究会及びシンポジウム	50
4.1 研究会「放射線検出器とその応用」	50
4.2 EGS 研究会	50
4.3 「環境放射能」研究会	50
5. 教育活動	51
5.1 総合大学院大学	51
5.2 非常勤講師等	51
6. 機構外活動・社会貢献活動等	51
6.1 外部委員会等委員	51
6.2 学会等委員	52
6.3 その他	52
6.4 社会貢献等	52
7. 受賞記録	52
8. 放射線科学センター名簿	53

Chapter 4 Publication List

1. Papers	54
2. Publication in Japanese	55
3. Proceedings	55
4. Reports	56
5. Presentation at Conferences	56
5.1 International Conference	56
5.2 Invited Talk at Domestic Meetings	57
5.3 Domestic Conference	57
6. 編集	60
7. Internal Reports of Radiation Science Center	60
7.1 放射線関係の部内レポート	60
7.2 化学安全関係の部内レポート	61
7.3 RAD-A	61
7.4 RAD-D	61
7.5 RAD-S	61
7.6 CHEM-A	62

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 current status of these research activities carried out in fiscal year 2010 are described.

1. Research in Radiation Physics and Detector Development

1.1 Application of scintillation in helium mixed with xenon to a position-sensitive detector

K. Saito¹, S. Sasaki¹, H. Tawara¹ and E. Shibamura²

¹KEK, ²Saitama Prefectural University

A position-sensitive ³He proportional counter cannot be applied to high intensity neutron fields because the time resolution of the detector is on the order of several microseconds. An efficient solution to this problem is the use of scintillation. However, scintillation photons in helium more than atmospheric pressure, where the most part of excited helium forms He₂^{*}, lie in the VUV region (60-100 nm) and have long decay times (10 μs). Therefore, it is difficult to use helium as a scintillator. To solve these problems, we have been testing the exchange of luminescence origin from helium to xenon by adding a small amount of xenon to helium, and have been studying scintillation properties of He/Xe, such as luminescence spectra, time profile and scintillation yield, and the scintillation mechanism. The peak wavelength in the luminescence spectra in the He/Xe mixture is 174 nm. The shape of the luminescence spectra in He/Xe is almost the same as that in pure xenon. The rise time of scintillation in He/Xe is faster than 4 ns, and the decay time of that is shorter than the decay time of an excited helium dimer. The scintillation yields increase with increasing partial pressure of xenon. However, scintillation yields under the electric field enough to prevent the recombination of ion pairs completely, are saturated above 0.06 MPa of partial xenon pressure. When the partial pressure of xenon was 0.066 MPa for a total pressure of 1.0 MPa with the electric field, the scintillation yield was comparable to that in 0.1 MPa pure xenon. Increasing the rate of scintillation yields depends on not only the xenon pressure but also the helium pressure. The purpose of this study is to develop a position-sensitive detector on the basis of these experimental results.

Presented at 2010 IEEE Nuclear Science Symposium, (Knoxville, USA, 30 Oct.-6 Nov. 2010).

1.2 Development of current readout type neutron monitor for burst neutron field

K. Iijima, T. Sanami, M. Hagiwara, K. Saito, and S. Sasaki

KEK

A current readout type neutron monitor was developed for the measurement of dose rate of burst neutrons generated due to beam loss of an accelerator within a short time. This neutron monitor

consists of a commercially available neutron proportional counter, a 6.5 cm thick polyethylene moderator and a newly developed charge integrate circuit. The monitor was tested under mono-energetic neutron standard fields ($E_n=8\text{keV}\sim 15\text{MeV}$) in comparison with a conventional pulse readout type monitor. These two different readout type monitors show identical energy response in this energy range. The current readout monitor was able to measure neutron dose up to 4.5 mSv/h without count loss when pulse readout type monitor failed due to count loss. The contribution from gamma-ray to measured dose rate was 5-10 % of the actual dose rate of the gamma-ray.

1.3 W_s -values in several inorganic scintillation crystals for gamma rays

S. Sasaki^a, H. Tawara^a, K. Saito^a, E. Shibamura^b

^a*High Energy Accelerator Research Organization (KEK),*

^b*Saita Prefectural University*

The average energies required to produce one scintillation photon W_s were determined for 662keV gamma rays in CsI(Tl), CsI(Na), PWO, BGO, YAP(Ce), LSO(Ce), GSO(Ce), CWO, and LaBr₃(Ce) crystals from the number of photoelectrons measured by a combination of a crystal and a photomultiplier tube (PMT). The number of scintillation photons was obtained by calculating the collection and conversion efficiency of photons at the PMT photocathode using Monte Carlo simulations and by determining experimentally the photon-to-photoelectron conversion efficiency at the photocathode. W_s determined for CsI(Tl) in the present study agrees well with the theoretical value presented recently.

This study was partly supported by “the scientific research fund from the Ministry of Education, Science & Culture in Japan”.

Published in IEEE Trans. Nucl. Sci., 57 (2010) 1282.

1.4 Average energies to produce an ion-pair (W -values) for heavy charged particles in gases

S. Sasaki, T. Sanami, H. Tawara, K. Iijima, K. Saito, T. Murakami¹

KEK, ¹NIRS

The average energy to create an ion pair, W , for heavy charged particles (heavy ions) is known to show dependence on the particle energy. However, there are still few experimental data about W for heavy ions, and W is one of indefinite parameters in the

dose evaluation or in the presumption of absorbed energy for heavy ions. The systematic measurements are proposed. In such backgrounds, we aim to determine W for heavy ions as a function of energy and to provide data to application fields, such as the heavy ion therapy and the radiation dosimetry in space, and for explicating mechanisms of the Z and energy dependence in W . In the previous works, the values of W were measured for several kinds of heavy ions including He^{2+} from HIMAC (Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba) in NIRS with energies for 1 to 6MeV/n in argon, air and propane-base tissue-equivalent gases of atmospheric pressure as a function of the energy of ions. For heavy ions other than He^{2+} , the energy dependence of W was clearly observed, while W for He^{2+} was approximately constant over a wide range of the energy.

In the present study we attempt to examine the presence of energy dependence of W in the energy region of 10-200MeV/n. For this purpose, the ionization chamber used so far was improved so as to have a large detection volume ($82 \times 82 \times 500 \text{ mm}^3$) and to keep gases of pressure up to 10 atmospheres (1MPa). A time-of-flight energy spectrometer (TOF) equipped with the chamber to measure the deposit energy of incident ions was also improved. To measure the number of charges created per heavy ion incidence, we used a slow-pulse mode with ion collection using a parallel-plate chamber and a fast current amplifier. We made the measurements for C^{6+} (100MeV/n) and Ar^{20+} (290MeV/n) in argon, air and tissue-equivalent gases with pressure up to 5 atmospheres (0.5MPa), and determined the differential values of W (w -value). The preliminary results show that the values of W (w -value) for C^{6+} (100MeV/n) and Ar^{20+} (290MeV/n) agree with the constant value for He^{2+} ($< 6\text{MeV/n}$).

This study was partly supported by "the scientific research fund from the Ministry of Education, Science & Culture in Japan".

1.5 Position-sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber (PS-TEPC) for space dosimetry

S. Sasaki, K. Saito, H. Tawara, K. Takahashi, T. Doke¹, K. Miuchi², T. Komiyama³, H. Matsumoto³,
N. Higashio³, Y. Uchihori⁴ and K. Terasawa⁵,
KEK, ¹Waseda Univ., ²Kyoto Univ., ³JAXA, ⁴NIRS, and ⁵Keio Univ.

In December 2009, Astronaut Soichi Noguchi arrived at the International Space Station (ISS) aboard the Russian Soyuz spaceship to carry out research activities during 5-month mission. Astronaut Noguchi is the second Japanese astronaut to spend a prolonged period in space. He follows Koichi

Wakata, who stayed for four and a half months at the space station. Six month stays aboard the ISS for two other Japanese astronauts, Satoshi Furukawa and Akihiko Hoshide, are scheduled for 2011 and 2012, respectively. Consequently it is becoming ordinary for Japanese astronauts to stay on the ISS for a long time. In the near future, we will be able to travel to and stay on the moon. In such cases, however, we must take into serious consideration the effects of space radiation due to cosmic rays. The radiation are electrons and protons from solar cosmic rays and the Van Allen radiation belt, heavy ions from galactic cosmic rays, and neutrons that are generated by the interaction between cosmic rays and the structural materials of the spacecraft. These affect human health. On the other hand, solar activity always changes, so we need to measure them in real time. In the past, we measured space radiation using RRMD-III and BBND, but we needed a device that measures more accurately. This led us to developing the Positron-Sensitive Tissue-Equivalent Proportional Chamber (PS-TEPC) as a new space dosimeter.

PS-TEPC is designed as a time projection chamber (TPC) using a micro-pixel chamber (μ -PIC) so as to measure the energy deposition and the track length of radiation simultaneously. The μ -PIC consists of a double-sided printed circuit board (PCB). The anode and the cathode strip electrodes are orthogonally arranged with a pitch of $400\mu\text{m}$ on the both side of $100\mu\text{m}$ thick polyimide insulator. Pixel-like anode pillars of $50\mu\text{m}$ diameter are formed at the center of each cathode opening through the insulator. Due to an electrical field between the anode and the cathode, a gas gain of $\sim 10^4$ is obtained without any additional gas multiplication devices.

The performance of PS-TEPC has been examined using a prototype (Ver.1), where we designed newly the μ -PIC with a size of $26 \times 26 \text{ mm}^2$, and manufactured a small-type TPC (effective detection volume; $26 \times 26 \times 50 \text{ mm}^3$) constructed with tissue equivalent materials such as A-150 plastic and acrylic acid resin, by the experiments using heavy-ion beams from Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba (HIMAC) in National Institute of Radiological Sciences (NIRS). We have tested this prototype by measuring the LET distributions in propane-base tissue equivalent gas for He^{2+} (230MeV/n), C^{6+} (400MeV/n), Si^{14+} (800MeV/n), and Fe^{26+} (500MeV/n) in HIMAC. The measured LET distributions were in good agreement with the calculated values. Recently, to obtain better energy resolution, we introduced low-noise hybrid multi-stage preamplifier systems, which are attached directly to the readouts of μ -PIC in place of ASD (Amplifier Shaper Discrimination) circuits, and we could obtain the energy resolution of 10% in fwhm for Fe^{26+} (500MeV/n).

This study was partly supported by "Joint Development Research at High Energy Accelerator Research Organization (KEK)".

Presented at the 24th workshop on "Radiation detectors and their Uses", KEK 1-3 February 2010.

Published in the proceedings of Radiation Detectors and Their Uses, KEK Proceedings 2010-10, (2010)172.

1.6 Microdosimetry for heavy ion beams using a wall-less tissue equivalent proportional counter

1.6.1 Measurement of microdosimetric spectra with a wall-less tissue equivalent proportional counter for 290 MeV/u ¹²C beam

S. Tsuda¹, T. Sato¹, F. Takahashi¹, D. Satoh¹, A. Endo¹, S. Sasaki², Y. Namito², H. Iwase²,
S. Ban² and M. Takada³
¹JAEA, ²KEK, ³NIRS

The frequency distribution of the lineal energy, y , of 290 MeV/u carbon beam was measured to obtain the dose-mean of y and compare it with the linear energy transfer, LET. In the experiment a wall-less tissue equivalent proportional counter, TEPC, in a cylindrical volume with simulated diameter 0.72 μm was used. The measured frequency distribution of y as well as its dose-mean value agrees fairly well with the corresponding data from microdosimetric calculations using the PHITS code within the experimental uncertainty. The ratio of the measured dose-mean lineal energy to the LET of the 290 MeV/u carbon beam is 0.73, which is much smaller than the corresponding data obtained by a wall TEPC. This result demonstrates that a wall-less TEPC is necessary to precisely measure the dose-mean of y for energetic heavy ion beams.

Published in Phys. Med. Biol. 55 5089 (2010).

1.6.2 Analysis of the effect of structural materials in a wall-less tissue equivalent proportional counter irradiated by 290 MeV/u carbon beam.

S. Tsuda¹, T. Sato¹, F. Takahashi¹, D. Satoh¹, A. Endo¹, S. Sasaki², Y. Namito², H. Iwase²,
S. Ban² and M. Takada³
¹JAEA, ²KEK, ³NIRS

Effects of structural materials in a wall-less tissue-equivalent proportional counter were evaluated based on the calculation of energy deposits by EGS5 and the measurement of lineal energy distributions using 290 MeV/u carbon beams. It is found that the correction of measured data based on simulation is necessary for understanding the energy deposition spectra in the homogeneous condition in tissues.

To be published in Radiation Protection Dosimetry.

1.7 Space radiation damage to HDTV camera CCDs onboard the International Space Station

A. Nagamatsu¹, K. Murakami¹, A. Yokota², J. Yamazaki³, M. Yamauchi³, K. Kitajo⁴,
H. Kumagai⁴, H. Tawara^{1,5}

¹ Japan Aerospace Exploration Agency, ² JGC Corporation, ³ Japan Broadcasting Corporation, ⁴ Advanced Engineering Services Co., Ltd., ⁵ High Energy Accelerator Research Organization

We studied the space radiation damage to HDTV CCDs (2×10^6 pixels per chip) loaded in the Russian service module (SM) of the International Space Station (ISS) from August 2001 to November 2002. We used the “Passive Dosimeter for Lifescience Experiments in Space” (PADLES), which consists of CR-39 plastic nuclear track detectors (PNTDs) and thermoluminescent dosimeters, to measure space radiation doses received by the HDTV CCDs. The average production rates of white defects for output voltage greater than 0.5 mV were 2.366 ± 0.055 pixels/day in Si and 5.213 ± 0.071 pixels/mGy in Si. We also investigated the correlation between the position of the white defects and tracks of high-energy particles with LET_{∞} , Si of approximately 300 keV/ μ m or more using stacks of CR-39 PNTDs and the HDTV CCD chips. We found that approximately 30% of these high-energy high-LET particles coincided with the position of white defects on the HDTV CCDs in the SM.

To be Published in Radiat. Meas.

1.8 Experimental studies of light fragment production cross section for nucleon induced reaction at intermediate energies

T.SANAMI, M.HAGIWARA, H. IWASE, M.TAKADA¹, D.SATOH², H.YASHIMA³, T. KAJIMOTO⁴, Y.IWAMOTO², S.KAMADA¹, Y.NAKANE², S.KUNIEDA², A.TAMII⁵,
K.HATANAKA⁵

KEK-APL, ¹NIRS, ²JAEA, ³Kyoto University, ⁴Kyushu University, ⁵Osaka University

Energy, angular double differential cross section (DDX) data for fragment production from intermediate energy proton induced reactions were measured using a Bragg Curve Counter (BCC) for light to medium mass target nuclei. Systematic experimental data have been obtained for C, N, O, Al, Ti and Cu targets, incident energies from 40 to 300 MeV, fragments from Li to O with energies down to 0.5 MeV/u, at 30,60,90,120° laboratory angles. Typical examples of results are presented for the Al(p,x) reaction at 200 MeV, 30,60,90,120° and the C(p,xLi) at 40-200 MeV at 30°.

To be published in Proceedings of Nuclear data symposium, JAEA-Conf-2011-002.

1.9 Fragment DDX measurement of proton induced reactions on light-medium nuclei for energy range from reaction threshold to a few hundred MeV

T. Sanami, M. Hagiwara, H. Iwase, M. Takada¹, D. Satoh², Y. Iwamoto², S. Kunieda², H. Yashima³
A. Tamii⁵ and M. Baba⁴

KEK-APL, ¹NIRS, ²JAEA, ³Kyoto University, ⁴Tohoku University, ⁵Osaka University

The experimental program to measure double differential cross section (DDX) data for fragment production is launched to establish reaction models and parameters for proton induced reaction on light-medium nuclei for the energy range from threshold to a few hundred MeV. In this program, a Bragg Curve Counter (BCC) that is improved to cover entire energy range of the fragment is employed as a detector. DDXs of lithium, beryllium, boron and carbon emission at 30, 60, 90 and 135 degree were measured for 40, 50, 70 and 80 MeV proton on carbon, nitrogen, oxygen and aluminium. Theoretical calculation results using three different intra-nuclear cascade models were compared with experimental data. By choosing appropriate model, the calculation generally reproduces the DDXs except for fragments having relatively high energy and small emission angle, and fragments from two body reaction.

To be published in Proceedings of ND2010, J. Korean Phys. Soc. 59.

1.10 Neutron energy spectrum from 120 GeV protons on a thick copper target

N. Shigyo, T. Sanami¹, T. Kajimoto, Y. Iwamoto², M. Hagiwara¹, K. Saito¹, K. Ishibashi, H. Nakashima², Y. Sakamoto², HS Lee³, E. Ramberg⁴, A. Meyhoefer⁴, R. Coleman⁴, D. Jensen⁴,
A. Leveling⁴, D. Boehnlein⁴, K. Vaziri⁴, N. Mokhov⁴
Kyushu University, ¹KEK-APL, ²JAEA, ³PAL, ⁴FNAL

Neutron energy spectrum from 120 GeV protons on a thick copper target was measured at the Meson Test Beam Facility (MTBF) at Fermi National Accelerator Laboratory. The data allows for evaluation of neutron production process implemented in theoretical simulation codes. It also helps exploring the reasons for some disagreement between calculation results and shielding benchmark data taken at high energy accelerator facilities, since it is evaluated separately from neutron transport. The experiment was carried out using a 120 GeV proton

beam of $3E5$ protons/spill. Since the spill duration was 4 seconds, proton-induced events were counted pulse by pulse. The intensity was maintained using diffusers and collimators installed in the beam line to MTBF. The protons hit a copper block target the size of which is 5cm x 5cm x 60 cm long. The neutrons produced in the target were measured using NE213 liquid scintillator detectors, placed 7 m away from the target at 30° and 5 m 90° with respect to the proton beam axis. The neutron energy was determined by time-of-flight technique using timing difference between the NE213 and a plastic scintillator located just before the target. A detection efficiency of NE213 was determined on basis of experimental data from the high energy neutron beam line at Los Alamos National Laboratory. The neutron spectrum was compared with the results of multi-particle transport codes, PHITS, FULKA and MARS, to validate the implemented theoretical models. The apparatus would be applied to future measurements to obtain a systematic data set for secondary particle production on various target materials.

Published as Proc. on Shielding Aspects of Accelerators, Target and Irradiation Facilities, 10th Meeting (SATIF-10), CERN, Swiss, (2010) .

1.11 Measurement of neutron yields from thick targets bombarded with 18 MeV protons

M. Hagiwara¹, T. Sanami¹, K. Masumoto¹, N. Matsuda², Y. Iwamoto², Y. Nakane²,
H. Nakashima², Y. Sakamoto²

¹High Energy Accelerator Research Organization (KEK), ²Japan Atomic Energy Agency

Nuclear data on neutron production is important to estimate the shield design and clearance of low-energy proton accelerator for medical use such as and a neutron source of an accelerator based Boron Neutron Capture Therapy (BNCT). The data is however very scarce in the energy range from 10 MeV to 20 MeV protons of which most cyclotrons use for production of radiopharmaceuticals in PET. Thus, we have measured double-differential thick target neutron yields (TTY) on proton- and deuteron-induced reaction of the accelerator structural elements in the energy range from 10 MeV to 20 MeV. In the present experiments, TTY for the ^9Be , $^{\text{nat}}\text{C}$, ^{27}Al , $^{\text{nat}}\text{Cu}$ and $^{181}\text{Ta}(p, xn)$ reactions induced by 18 MeV proton were measured. The $^9\text{Be}(p,n)$ reaction is one of possible neutron sources used in an accelerator-based BNCT. Carbon, aluminum, copper and tantalum are very popular elements for beam-dumps, beam-lines and beam-collimators used in accelerators.

The experiment was carried out at the Takasaki Ion Accelerators for Advanced Radiation Application (TIARA) facility, Japan atomic energy agency (JAEA) with the K=110 AVF cyclotron. TTY were measured by a time-of-flight (TOF) technique with four NE213 scintillators set at a position of 2.0 m

from the target for eight laboratory angles between 15- and 150-deg. The detector efficiency was calculated by a Monte Carlo code SCINFUL-QMD, and the detector bias was set about 1.5 MeV. Neutron events were separated from gamma-ray events by the pulse-shape-discrimination (PSD) technique. The measured TTYs were compared with MCNP calculations with the LA150 data library. The calculated TTYs with LA150 generally show good agreements with the measured data.

Presented at the 2010 International Conference on Nuclear Data for Science and Technology (ND2010).

1.12 Measurements and Monte Carlo calculations of neutron production cross-sections at 180° for the 140 MeV proton incident reactions on carbon, iron, and gold

Y. Iwamoto¹, D. Satoh¹, M. Hagiwara², H. Yashima³, Y. Nakane¹, A. Tamii⁴, H. Iwase²,
A. Endo¹, H. Nakashima¹, Y. Sakamoto¹, K. Hatanaka⁴, K. Niita⁵

¹Japan Atomic Energy Agency, ²High Energy Accelerator Research Organization (KEK),

³Research Reactor Institute, Kyoto University, ⁴Research Center for Nuclear Physics, Osaka University, ⁵Research Organization for Information Science & Technology

The neutron production cross-sections of carbon, iron, and gold targets with 140 MeV protons at 180° were measured at the RCNP cyclotron facility. The time-of-flight technique was used to obtain the neutron energy spectra in the energy range above 1 MeV. The carbon and iron target results were compared with the experimental data from 113 MeV (p,xn) reactions at 150° reported by Meier et al. Our data agreed well with them in spite of different incident energies and angles. Calculations were then performed using different intra-nuclear cascade models (Bertini, ISOBAR, and JQMD) implemented with PHITS code. The results calculated using the ISOBAR and JQMD models roughly agreed with the experimental iron and gold target data, but the Bertini could not reproduce the high-energy neutrons above 10 MeV.

Published in Nucl. Instrum. Meth., A 620, (2010)484.

1.13 Measurement of neutron elastic scattering cross sections for carbon at 134 MeV

D. Satoh¹, Y. Iwamoto¹, M. Hagiwara², H. Iwase², H. Yashima³, T. Sato¹, A. Endo¹, Y. Sakamoto¹,
Y. Nakane¹, H. Nakashima¹, T. Nakamura⁴, A. Tamii⁵, K. Hatanaka⁵

¹Japan Atomic Energy Agency, ²High Energy Accelerator Research Organization (KEK),
³Research Reactor Institute, Kyoto University, ⁴Research Center for Nuclear Physics, Osaka
University, ⁵Research Organization for Information Science & Technology

Angular differential neutron elastic scattering cross sections have been measured by using a ⁷Li(p,n) quasi-monoenergetic neutron beam. The neutron beam whose peak energy is 134 MeV was incident upon a natural carbon sample, and the scattering neutrons were measured by liquid organic scintillators with the time-of-flight (TOF) technique. The results were compared with the existing experimental data measured by a recoil-proton telescope, and the evaluated nuclear data of JENDL/HE-2007 and ENDF/B-VII.0.

Published in Rad. Meas., 45, (2010)1159.

1.14 Characterization of TEPC survey meter REM500

H. Nakamura, Y. Namito, M. Hagiwara,
KEK

Neutron survey meter REM500 is based on tissue equivalent proportional counter. We can get both count and LET (Linear energy transfer) using REM500. We tested response of REM500 in the following 3 accelerator radiation field;

- 1) Neutron from p-Li quasi-monoenergetic neutron source (Proton energy = 140 MeV).
Neutron fluence is highest at 135-140 MeV. No shield is installed.
- 2) ATF accelerator at KEK. Electron beam of 1.28 GeV is injected.
Measurement was performed outside concrete shield.
- 3) KEKB accelerator at KEK. Electron beam of 8 GeV and positron beam of 3.5 GeV were injected.
Measurement was performed at outside concrete shield.

Presented at 25th Workshop on Radiation Detector and Their Uses.

1.15 Applying organic photodiodes to X-ray measurements

E. Takada¹, A. Takada¹, A. Inoue¹, H. Imai¹, H. Okada², S. Naka², J. Kawarabayashi³,
T. Nakamura⁴ and Y. Namito⁵
¹Toyama National College of Technology, ²Univ. of Toyama, ³Nagoya Univ.,
⁴Tohoku Univ., ⁵KEK

To elucidate the applicability of organic photodiodes (OPDs) to radiation measurements, three OPDs were fabricated, where two of them with a heterojunction structure (OPD-a and OPD-b) and the other with a bulk heterojunction structure (OPD-c). OPD-a and OPD-b have a structure of ITO / -NPD / td-PTC / Al with sensing area of 4 mm × 4 mm, on the other hands, OPD-c was with a 300-nm-thick mixed organic layer between -NPD and td-PTC layers. All of these three OPDs showed rectifying properties under forward and reverse voltage. X-ray irradiation experiments have been carried out with these OPD devices. Results revealed that X-rays increased the output current, although some problems persist, such as low photon-to-current conversion efficiency.

When irradiating mono-energy X-rays at 20 keV on OPD-a and OPD-b, the current increased to about 6 pA from about 0.5 pA in a dark condition.

The X-ray-induced current increased concomitantly with increasing X-ray intensity with a little nonlinearity. Measurements of X-ray induced current with OPD-c showed that it could yield 3.5-times-higher X-ray-induced current than that observed from OPD-a and OPD-b.

Submitted to J. Nucl. Sci. and Tech.

1.16 Study on continuous monitoring device of low-level tritium using gas separation membrane

R. Kurata, S. Sasaki¹, M. Hagiwara¹, M. Kobayashi, J. Osuo, M. Suzuki, A. Hamada,
K. Matsuoka, Y. Miyahara and K. Okuno
Shizuoka Univ. and ¹KEK

The separation efficiency of hollow-filament polyimide membranes for ³H and ⁴¹Ar is preliminarily examined for a potential application to continuous gas monitoring systems for analysis of stack emission from accelerator facilities. The basic gas monitor design is proposed. The results indicated that the membranes are capable of selectively enriching hydrogen by more than 25 times, with negligible variation with respect to the species of isotope.

Presented at the 12th Workshop on Environmental Radioactivity, KEK, Tsukuba.

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

2.1 Measurement and calculation of Compton spectrometer response function for 10–60-keV monoenergetic photons

A. MOHAMMADI¹, M. BABA¹, T. OISHI¹, Y. YAMAGUCHI¹ and M. HAGIWARA²

¹*Cyclotron and Radioisotope Center, Tohoku University,*

²*High Energy Accelerator Research Organization (KEK)*

The accuracy and suitability of two Monte Carlo codes for the simulation of a Compton spectrometer response function were studied. The Compton-scattered photon spectra were measured with a Schottky CdTe detector for 10–60-keV monoenergetic primary beams, and compared with the calculations, using EGS5 and MCNP4C codes. The results confirmed the accuracy of the simulations; however, the accuracy of EGS5 was significantly higher due to its ability to simulate the Doppler broadening effect.

Published in Journal of Nuclear Science and Technology, Vol. 47, No. 6, (2010)570.

2.2 Neutron energy spectrum from 120 GeV protons on a thick copper target

N. Shigyo¹, T. Sanami², T. Kajimoto¹, Y. Iwamoto³, M. Hagiwara², K. Saito², K. Ishibashi¹,

H. Nakashima³, Y. Sakamoto³, H. S. Lee⁴, E. Ramberg⁵,

¹*Kyushu University,* ²*High Energy Accelerator Research Organization (KEK),*

³*Japan Atomic Energy Agency,* ⁴*Pohang Accelerator Laboratory,*

⁵*Fermi National Accelerator Laboratory*

Neutron energy spectrum from 120 GeV protons on a thick copper target was measured at the Meson Test Beam Facility (MTBF) at Fermi National Accelerator Laboratory. The data allows for evaluation of neutron production process implemented in theoretical simulation codes. It also helps exploring the reasons for some disagreement between calculation results and shielding benchmark data taken at high energy accelerator facilities, since it is evaluated separately from neutron transport. The experiment was carried out using a 120 GeV proton beam of 3E5 protons/spill. Since the spill duration was 4 seconds, proton induced events were counted pulse by pulse. The intensity was maintained using diffusers and collimators installed in the beam line to MTBF. The protons hit a copper block target the size of which is 5cm x 5cm x 60 cm long. The neutrons produced in the

target were measured using NE213 liquid scintillator detectors, placed about 5.5 m away from the target at 30-deg. and 5 m 90-deg. with respect to the proton beam axis. The neutron energy was determined by time-of-flight technique using timing difference between the NE213 and a plastic scintillator located just before the target. Neutron detection efficiency of NE213 was determined on basis of experimental data from the high energy neutron beam line at Los Alamos National Laboratory. The neutron spectrum was compared with the results of multiparticle transport codes to validate the implemented theoretical models. The apparatus would be applied to future measurements to obtain a systematic data set for secondary particle production on various target materials.

Presented in Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities - SATIF 10: Workshop.

2.3 Development of multi purpose Monte Carlo code

H. Iwase, Y. Namito, H. Hirayama

KEK

An integrated Monte Carlo code, which includes the general purpose particle and heavy ion transport code PHITS and the electron and gamma shower EGS5, is under developing.

2.4 Study of high energy neutron shielding

H. Iwase, M. Hagiwara, S. Ban, H. Hirayama

KEK

Neutron shielding experiment was done at RCNP using mono- high energy neutron beams. Attenuation of high energy neutron in shielding materials is studied.

Presented at SATIF-10, Tenth meeting of the task force on Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities, 2010/6/2-4, at CERN.

3. Radiation Protection Study in Accelerator Facilities

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

K. Masumoto, H. Nakamura, A. Toyoda, K. Takahashi, K. Iijima, K. Kosako¹, K. Oishi¹
KEK, ¹Shimizu Co.

In order to construct a new regulation of activation issue in the law of radiation safety, it is very important to collect the data of various types of accelerators and classify the activation level based on the results of measurement. About 80% of accelerators are medical use and their operation methods are almost fixed. In this work, we selected the 10 and 15 MeV linear electron accelerator facility. After water phantom was irradiated by the fixed dose of X-rays, the residual radioactivity of water sample was measured. During irradiation, aerosols were also collected by HEPA filters using air samplers in the irradiation room and maze. After irradiation, air samples were collected from the irradiation chamber, irradiation room and maze. Each radioactivity of collected samples were measured by a ionization chamber, GM survey meter, NaI survey meter, Gamma-ray spectrometer and so on. The neutron flux and its spatial distribution were also measured by activation detector, TLD and CR-39. The results were compared with Monte Carlo method using MCNP code. By the detailed input of shielding condition surrounding a target, calculated results of X-ray and neutron dose are almost good agreement with the measured data. Although the measured data of radioactivity in air was higher than the calculated value, obtained results were much lower than the activity limit of air and water controlled by the law.

3.2. Activation of air and water in the particle accelerator facility for medical use

K. Masumoto, H. Nakamura, A. Toyoda, M. Hagiwara, M. Sakama¹ and T. Saze¹,
K. Kosako², K. Oishi²
KEK, ¹Tokyo Nuclear Service Co., ²Dokkyo Medical Univ.

Recently, the particle accelerator has been used as the powerful tool of cancer therapy. Protons and heavy ions are accelerated by synchrotron or cyclotron. Almost similar measurement as medical electron accelerator facility was performed in Univ. of Tsukuba, NIRS and Shizuoka Cancer Center. Neutron dose obtained by CR-39 is higher than that by TLD and inconsistent with the calculated value. Therefore, the effect of secondary particle such as proton might be considered in dose rate evaluation of CR-39. The measured data of radioactivity in air was higher than the calculated value as in the case of electron linear accelerator. Obtained results were much lower than the activity limit in air and water regulated by the law.

3.3 Evaluation of residual radioactivity in various types of accelerator components by in-situ monitoring

K. Masumoto, H. Nakamura, A. Toyoda, T. Sanami, H. Tawara, H. Matsumura
KEK

After the decommissioning of KEKB electron synchrotron rings, we evaluated the activation of many typed of magnet, vacuum chamber and other components. The materials of accelerator components are composed of stainless steel, iron, aluminum, copper and so on, several radionuclides were induced by high-energy photonuclear reactions and secondary neutron reactions. In case of clearance of such materials, several tons of components should be evaluated. Therefore, in order to make a plan for clearance, dose rate and residual radioactivity of accelerator components were monitored by using NaI, LaBr₃ scintillation survey meter and portable Ge-detector, respectively. It was confirmed that the relationship between dose rate and activity showed good linearity. Now, we are trying to use the ISOCCS software for the in-situ determination of radioactivity in several types of components.

3.4 JASMIN: Japanese-American Study of Muon Interactions and Neutron Detection

H. Nakashima¹, N.V. Mokhov², Y. Kasugai¹, N. Matsuda¹, Y. Iwamoto¹, Y. Sakamoto¹, A.F. Leveling², D.J. Boehnlein², K. Vaziri², T. Sanami³, H. Matsumura³, M. Hagiwara³, H. Iwase³, S. Ban³, H. Hirayama³, T. Nakamura⁴, K. Oishi⁵, N. Shigyo⁶, H. Arakawa⁶, T. Kajimoto⁶, K. Ishibashi⁶, H. Yashima⁷, S. Sekimoto⁷, N. Kinoshita³, H-S. Lee⁸, K. Niita⁹

¹*Japan Atomic Energy Agency*, ²*Fermi National Accelerator Laboratory*

³*High Energy Accelerator Research Organization (KEK)*, ⁴*Cyclotron and Radioisotope Center*,

Tohoku University, ⁵*Shimizu corporation*, ⁶*Kyushu University*,

⁷*Research Reactor Institute, Kyoto University*, ⁸*Pohang Accelerator Laboratory*,

⁹*Research Organization for Information Science & Technology*

Experimental studies of shielding and radiation effects at Fermi National Accelerator Laboratory (FNAL) have been carried out under collaboration between FNAL and Japan, aiming at benchmarking of simulation codes and study of irradiation effects for upgrade and design of new high-energy accelerator facilities. The purposes of this collaboration are (1) acquisition of shielding data in a proton beam energy domain above 100GeV; (2) further evaluation of predictive accuracy of the PHITS and MARS codes; (3) modification of physics models and data in these codes if needed;

(4) establishment of irradiation field for radiation effect tests; and (5) development of a code module for improved description of radiation effects. A series of experiments has been performed at the Pbar target station and NuMI facility, using irradiation of targets with 120 GeV protons for antiproton and neutrino production, as well as the M-test beam line (M-test) for measuring nuclear data and detector responses. Various nuclear and shielding data have been measured by activation methods with chemical separation techniques as well as by other detectors such as a Bonner ball counter. Analyses with the experimental data are in progress for benchmarking the PHITS and MARS15 codes.

Presented at Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities - SATIF 10: Workshop.

4. Nuclear Chemistry and Radiochemistry

4.1 Activity measurements of radionuclides associated with colloids in cooling-waters in FNAL

H. Matsumura¹, S. Sekimoto², Y. Kasugai³, H. Yashima², A. Toyoda¹, N. Matsuda³, N. Mokhov⁴,
A. Leveling⁴, D. Boehnlein⁴, K. Vazili⁴, L. Gary⁴, S. Wayne⁴, K. Oishi⁵,
Y. Sakamoto³, and H. Nakashima³

¹KEK, ²Kyoto University Research Reactor Institute, ³Japan Atomic Energy Agency,

⁴Fermi National Accelerator Laboratory, ⁵Shimizu Corporation

Colloid formation of radionuclides in cooling-water for high energy accelerators causes serious problem for drain because the colloid cannot be collected completely in demineralizer. Therefore, we investigated colloid formation rates of radionuclides produced in cooling-water at the NuMI and Pbar beam facility in FNAL. Measured colloid formation rates of ⁷Be are shown in Fig. 3.2-1. Formation rates of colloids associated with ⁷Be were different among the cooling-waters.

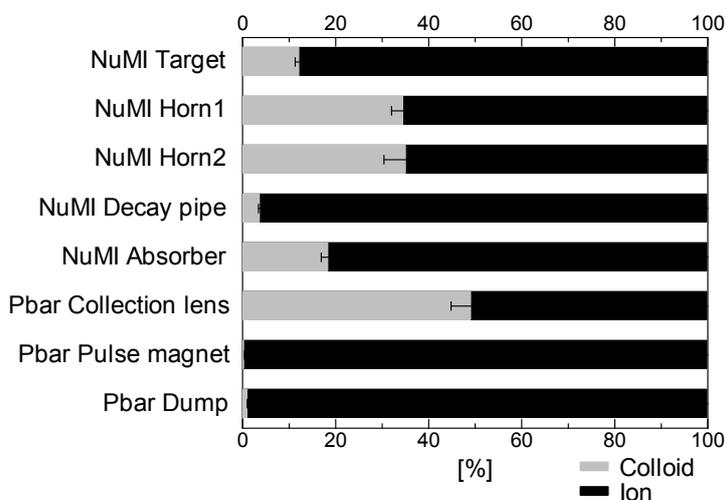


Fig.3.2-1 Colloid and ion rates of ⁷Be in cooling-waters for the accelerators in FNAL at December 09, 2010.

4.2 Colloid formation rates of radionuclides produced from Cu foils in water bombarded with 120-GeV protons

H. MATSUMURA¹, S. SEKIMOTO², H. YASHIMA², A. TOYODA¹, Y. KASUGAI³,
N. MATSUDA³, K. OISHI⁴, K. BESSHO¹, Y. SAKAMOTO³, H. NAKASHIMA³,

D. BOEHNLEIN⁵, G. LAUTEN⁵, A. LEVELING⁵, N. MOKHOV⁵, K. VAZIRI⁵

¹KEK, ²Kyoto University Research Reactor Institute, ³Japan Atomic Energy Agency, ⁴Shimizu Corporation, ⁵Fermi National Accelerator Laboratory

The cooling-water systems for J-PARC accelerators are drained and refilled at regular intervals. When radionuclides partially form radio-colloids, the radio-colloids are not efficiently captured by ion-exchange resins. That leads to unsatisfactory recovery of the radioactivity into the demineralizers. In this study, we investigated the radio-colloid formation in a simple experimental apparatus. An HDPE bottle containing Cu foils immersed in pure water was irradiated with a 120-GeV proton beam at Fermilab in USA. After irradiation, radioactivities of various radionuclides in the water, in the Cu foil, and in colloidal form removed from the water by post-irradiation ultrafiltration were measured by γ -ray spectrometry. The colloid formation rates of the Mg, Mn, Co, Ni, and Cu isotopes were found to be about 30%. The colloid formation rates of other isotopes were found to be about 4%. We conclude that colloid formation rates strongly depend on elemental characteristics.

4.3 Gamma-ray measurements of radioactive materials from Fukushima Daiichi Nuclear Power Station on the expressways on March 15, 16, and 17, 2011

H. MATSUMURA¹, K. SAITO¹, J. ISHIOKA², Y. UWAMINO³

¹ KEK, ² Safety Division, RIKEN, ³ Nishina Center for Accelerator Based Science, RIKEN

In Fukushima and neighboring prefectures, distributions of dose rate and γ -ray count rate of radionuclides from Fukushima Daiichi Nuclear Power Station were measured on the expressways on March 15, 16, and 17, 2011 by using an NaI(Tl) detector and a LaBr₃ detector. A radioactive plume that contained ¹³³Xe, ¹³²Te, ¹³²I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, and ¹³⁶Cs was observed at Koriyama afternoon on March 15. The plume arrived in the Nakadori region of Fukushima prefecture surrounded by two mountain ranges deposited most of radioactivity there by a drizzle. Although the distributions of ¹³²Te, ¹³²I, ¹³⁴Cs, ¹³⁶Cs, and ¹³⁷Cs were similar, the distribution of ¹³¹I was different from others.

4.4 Development of magnetite dissolution in oxalate for dating of rocks on earth surface

Y. Wong¹, H. Matsumura², K. Sueki¹, K. Bessho²

¹ Univ. of Tsukuba, ² KEK

Using commercial magnetite, tests of magnetite dissolution in oxalate were begun. Dissolution rates

of magnetite in oxalate were measured by ICP-AES after dissolution. This is under examination.

4.5 Analysis of colloidal ^7Be species formed in the cooling water for magnetic horns at the J-PARC Neutrino Facility.

K. Bessho, H. Matsumura, A. Takahashi, K. Takahashi, M. Hagiwara, A. Toyoda,
K. Masumoto, H. Monjushiro, Y. Oyama, Y. Yamada

KEK

At the J-PARC Neutrino Facility, ^7Be is induced in the cooling water for magnetic horns by spallation of oxygen in water molecules. Colloid formation behavior of ^7Be in the cooling water was investigated in relation to the adsorptivity of ^7Be on ion-exchange resins. After circulating the cooling water through the ion-exchange resin units for several-ten hours, a part of ^7Be remained in the circulating water and could not be removed quickly by ion-exchange resins. Colloidal fraction of ^7Be in the water after circulation through the ion-exchange resin units was found to be 15 to 40 % depending on the beam operations. The colloidal ^7Be species were dissociated into soluble species by addition of dilute sulfuric acid in water. Adsorptivity of ^7Be on cation-exchange resins also increased in acidic conditions. These results imply that adsorptivity of colloidal ^7Be species on ion-exchange resins is lower than that of soluble ^7Be species and it can be easily increased by adding dilute sulfuric acid in circulating water.

4.6 Pressure dependence of muonic X-ray intensity patterns for nitrogen oxide samples

K. Ninomiya, T. U. Ito, W. Higemoto, M. Kita¹, A. Shinohara¹, T. Nagatomo², M. K. Kubo²,
P. Strasser³, N. Kawamura³, K. Shimomura³, Y. Miyake³ and T. Miura³

JAEA, ¹Osaka Univ., ²ICU, ³J-PARC(KEK)

The study of muonic atom formation process is an important theme in the field of atomic physics. A muonic atom is an atomic system that has one negatively charged muon instead of an electron. The muonic atom emits some muon characteristic X-rays (muonic X-rays) and loses a number of electrons by muon-electron and electron-electron Auger processes after formation of muonic atom. At the same time, electron refilling processes also occur by collision of the muonic atom with surrounding material. The cross section of electron refilling process can be investigated by examination of muonic atom formation and muon cascading processes.

In this study, we performed muon irradiation for low pressure di-nitrogen mono-oxide samples with

0.1 – 1.0 bar at J-PARC/MUSE, and the pressure dependence of intensity patterns of muonic X-rays such as K_{α} - K_{β} X-ray ratio were investigated. The obvious pressure effects were found among 0.2, 0.4 and 1.0 bar conditions, that is, the rate of electron refilling process (atomic collision rate) competes with that of muon de-excitation process. On the other hand, no pressure dependence was found between 0.1 and 0.2 bar conditions. From this result, we conclude that the rate of electron refilling process is no longer fast with that of muon cascading process. We are now estimating the rate of electron refilling process quantitatively in each pressure condition.

5. Environmental and Analytical Chemistry at Accelerators

5.1 Effect of intense radiation on corrosion of metals and colloid formation in water

K. Bessho, H. Matsumura, K. Masumoto, Y. Oki¹, N. Akimune¹, S. Sekimoto¹
KEK, ¹Kyoto University

Corrosion of metals and colloid formation in water were investigated under intense radiation fields. Pure water samples sealed into the metal containers (Cu, Fe, Al) were irradiated by bremsstrahlung generated by a 30 MeV electron beam striking a Ta target assembly. High concentrations of metal elements were transferred to the water phase, and creation of particles was clearly observed. The particle-size profiles are dependent on the metal materials. The results suggest that the irradiation of high-energy photons promotes the corrosion of metal surfaces and the generation and growth of colloidal species in water. A similar behavior was observed for Cu metal particles dispersed in water irradiated by several doses (0–3.3 kGy/h, 87 h) of γ -rays from a ⁶⁰Co radiation source. Creation of large colloids was facilitated by high doses of γ -ray irradiation.

Presented at the 59th Annual Meeting of the Japan Society for Analytical Chemistry, Tohoku Univ.

5.2 Analysis of adsorption behavior of Be(II) on copper-oxide colloid in water

K. Bessho, S. Shimada¹, S. Katsuta¹, H. Monjushiro
KEK, ¹Chiba University

Adsorption of Be(II) ions on CuO colloids was investigated by placing the model of ⁷Be in the cooling-water for electromagnets. Aqueous Be(II) solution was mixed with several kinds of CuO

nanoparticles, and the adsorption behavior of Be(II) on CuO was quantitatively examined. The detailed analysis of adsorption data measured as a function of pH confirmed that Be(II) adsorbs on CuO particles by a complex formation with –OH groups terminated in at the CuO surface according to the following equation.



Equilibrium constants for stepwise complex-formation between CuO nanoparticles and Be(II) ions were determined. Comprehensive investigation considering physical properties of CuO nanoparticles, such as surface densities of –OH groups, particle size distributions, and zeta potentials, is underway.

Presented at the 59th Annual Meeting of the Japan Society for Analytical Chemistry, Tohoku Univ.

5.3 Migration and separation of photo-absorbing microparticles using laser-photophoresis in aqueous solution

H. Monjushiro¹, M. Takahashi², and H. Watarai²

¹*Radiation Science Center, High Energy Accelerator Research Organization(KEK), Japan*

²*Osaka University, Japan*

The laser photophoretic migration behavior of photo-absorbing polystyrene micro-particles suspended in water was examined by irradiating a cw Nd:YAG laser (532 nm). The photophoretic velocities of the particles were compared with those calculated by using a Mie scattering model. The observed photophoretic velocity increases dramatically with increasing the absorption coefficient of the particle. The velocity of the highly photo-absorbing particle is much larger than that calculated due to the temperature rise of surrounding medium by photothermal effect. The obtained results are important for better understanding of laser-photophoresis that can be applied to the separation of colored micro-particles in a liquid medium.

This study was partially supported by the Ministry of Education, Science, Sports and Culture, Grant-in-Aid for Scientific Research (B), 18350042 and 21350046.

Published as Proceedings of The 14th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (2010).

5.4 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) 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 composition (H_2SO_4 : HF : H_2O) were collected and analyzed by using chemometrics. It is found that the chemical composition of EP solutions could be determined by NIR spectroscopy.

5.5 Identification of chemical species in electro-polishing solution ($\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HF}$) during niobium surface treatment by Raman scattering 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 electrochemical and the chemical reactions and the chemical products during the EP process have been still ambiguous. In this study, chemical species in the EP solutions before and after EP process were elucidated by Raman scattering spectroscopy. In the EP solution before EP procedure, chemical species of HSO_4^- , SO_4^{2-} , and SO_3F^- were observed. While in the EP solution after EP procedure, there observed NbF_6^- species instead of NbOF_5^{2-} which was reported as the electrochemical reaction product so far.

6. 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 vegetable samples.

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

To be published in Trans. At. Energy Soc. Japan.

The data are available at "<http://www.kek.jp/ja/Research/ARL/RSC/Radmonitor/>".

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

放射線取扱主任者	伴 秀一
放射線取扱主任者代理	佐々木 慎一
放射線管理室長	榎本 和義
放射線管理室長代理	俵 裕子、波戸 芳仁

管理区域	氏名	職名等
陽子加速器施設（第 1,2,3,6 区域） 電子加速器施設（第 4,5 区域）	榎本 和義 俵 裕子 波戸 芳仁	総括責任者 総括責任者 総括責任者
第 1 区域 陽子シンクロトロン施設 (PS エネセンを含む)	飯島 和彦 佐々木慎一 飯島 和彦	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	松村 宏 佐々木 慎一 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 中性子ミュオン科学研究施設	飯島 和彦 佐々木 慎一 飯島 和彦	管理区域責任者 管理区域業務担当 管理区域業務担当
第 4 区域 放射光科学研究施設 電子陽電子入射器	穂積 憲一 岩瀬 広 豊田 晃弘 佐波 俊哉 岩瀬 広 中村 一	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当 管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当
第 5 区域 KEKB 施設	中村 一 岩瀬 広	管理区域責任者 管理区域副責任者、

BT ライン	佐波 俊哉	管理区域副責任者
	中村 一	管理区域業務担当
	佐波 俊哉	管理区域責任者
	岩瀬 広	管理区域副責任者
大強度放射光施設	中村 一	管理区域業務担当
	岩瀬 広	管理区域責任者
	穂積 憲一	管理区域副責任者
	飯島 和彦	管理区域業務担当
アSEMBリーホール	波戸 芳仁	管理区域責任者
	豊田 晃弘	管理区域副責任者、兼業務担当
第6区域		
超伝導リニアック試験施設棟	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 実験施設、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、 熱中性子棟、PS エネン排水設備	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

平成 23 年(2011 年) 3 月現在

1.1.2 東海地区

放射線取扱主任者	三浦 太一
放射線管理室長代理	沼尻 正晴

50GeV シンクロトロン施設 MR 放射線測定棟	沼尻 正晴 齋藤 究 高橋 朝子 高橋 一智	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域責任者 管理区域副責任者
ハドロン実験施設	齋藤 究 萩原 雅之	管理区域責任者 管理区域副責任者
ニュートリノ実験施設	萩原 雅之 高橋 一智	管理区域責任者 管理区域副責任者

平成 23 年(2011 年) 3 月現在

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 (管理事務・従事者登録)	榊本 和義 俵 裕子 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 高橋 一智
放射性物質等 (非密封 RI) (密封 RI) (核燃) (廃棄物) (チェックングソース) (放射化物)	榊本 和義 豊田 晃弘 穂積 憲一 波戸 芳仁 豊田 晃弘 豊田 晃弘 岩瀬 広 中村 一
業務 (つづき)	担当氏名
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 佐波 俊哉 穂積 憲一 飯島 和彦
放射能測定器等 (Ge 検出器) (2πガスフロー型及び GM 型測定器) (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

放射線校正施設 (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 佐波 俊哉
線量計等 (個人線量計) (TLD) (内部被ばく評価)	俵 裕子 中村 一 豊田 晃弘
機構長の指定する発生装置等 (電子系) (ハドロン系)	俵 裕子 佐々木 慎一 佐波 俊哉 岩瀬 広
安全教育	伴 秀一 近藤 健次郎
出版物等 (安全の手引き、パンフレット等) (安全ビデオ)	穂積 憲一 俵 裕子 波戸 芳仁
情報管理 (WEB 製作等)	榊本 和義 佐波 俊哉 佐藤 充 豊田 晃弘 岩瀬 宏

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 朝子
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、チェックングソース）	萩原 雅之
放射線安全管理設備（出入管理システム、放射線モニター、監視システム）	斉藤 究 萩原 雅之 高橋 一智 高橋 朝子 穂積 憲一 飯島 和彦

1.3 化学安全管理体制

化学安全管理業務（総括）	文珠四郎 秀昭
水質検査	古宮 綾
化学薬品管理	佐藤 充
依頼分析	平 雅文
実験廃液処理	別所 光太郎
RI 廃水処理	吉岡 綾
作業環境管理	別所 光太郎 吉岡 綾
環境管理	平 雅文
広報	佐藤 充 吉岡 綾

2. 放射線安全管理関係

2.1 区域管理関連

2011年3月11日に発生した東日本太平洋沖地震は各地に甚大な被害をもたらしたが、本機構の放射線施設では、遮蔽体、構造体、照明器具等の落下があったものの、人的被害はなく、地震発生直後の対応も落ち着いたものであった。この地震による放射性物質自体やその保管状況への影響は無かった。

2.1.1 P S 関連施設 (第1及び第2管理区域)

以下の業務を行った。

- (1) 陽子加速器施設における放射線安全対策及び放射線安全管理の実施。
 - ・デジタル加速器の構築が開始され、ビームラインの表面線量率が高い箇所において作業が行われるため、作業者に注意を与えると共に作業者の外部被ばく等を管理基準内(1日0.3mSv以下、1週間1mSv以下)となるように放射線安全管理を実施した。

2.1.2 第3区域

中性子・ミュオン科学研究施設では、以下の業務を行った。

- (1) 中性子科学研究施設における放射線安全対策の策定及び放射線安全管理の実施
- (2) ミュオン科学研究施設における放射線安全対策の策定及び放射線安全管理の実施
- (3) 陽子ビーム利用実験棟における放射線安全対策の実施及び放射線安全管理の実施
- (4) NML、P4 ビームラインにおける放射線安全対策の実施及び放射線安全管理の実施

2.1.3 第4区域

[電子陽電子入射器]

- (1) 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取扱施設変更申請を行った。当該変更申請では電子入射器と電子陽電子加速器の間の遮へい厚を計算し、またインターロックシステムの分割、運転モードの構築などについて助言を行った。変更申請は8月に許可され、12月に施設検査を受けて合格した。
- (2) SKB 陽電子収束部を超伝導ソレノイドコイルとするための基礎実験に参加し、GeV 電子とタンゲステンターゲットからの二次粒子によるソレノイドコイルの発熱量のシミュレーションを行った。第3スイッチヤードとB8ダンプで2回の実験を行い、シミュレーションの結果を用いて実験で得られたクエンチリミットについて検討を行った。
- (3) SKB の LER チェンバーの素材についてアルミニウムと銅の実効厚さの違いに起因する

放射線遮へいへの影響と、放射光の透過に係わるシミュレーションと実験を行った。遮へい計算は MARS コードを用い、入射角を mrad 単位で数パターンに対して典型的な遮へい厚の外側線量について影響を調べた。放射光は EGS コードを用いてシミュレーションを行うとともに、KEKB リングに TLD とルクセルバッチを貼り付けて測定値を得て、計算値を検証した。

(4) SKB のための陽電子ダンピングリングの基本設計、詳細設計を行い、入射器からの分岐部、ダンピングリング入射路コリメータ、ダンピングリング入射部、ダンピングリング室搬入口、ケーブル導入口、導波管導入口などの設計に係わる放射線遮へいの設計を行った。

(5) 入射器トンネル室に AE リニアックを設定・設置するための放射線安全設計を行った。設計を確認するために AE リニアック室に TLD と TLD レムカウンターを設置し、運転時の線量率について測定を行い、実運転時のビームロスの推定を行った。

[放射光実験施設]

光源棟は 6 ヶ月に 1 回の定期測定及び長期運転停止後の運転開始時に実験フロア及び地下トレンチの空間線量率測定を行った。放射光アイソトープ施設では、法定の定期点検を月に一度行った。また、密封 RI や核燃を受け入れた実験が行われ、それに伴う放射線管理業務を行った。そのほか光源棟において XAFS (X-ray Absorption Fine Structure : X 線吸収微細構造) 講習会が開催され、それに伴う管理業務を行った。

2.1.4 第 5 区域

[KEKB 施設]

KEKB 施設は 6 月 30 日に運転を終了した。今後しばらくは施設改造のため停止状態となる。6 月 30 日の停止までに定期的な測定としてクイクセルバッジを利用した管理区域境界での積算空間線量測定、シャットダウン時の加速器の表面空間線量測定を行った。停止後の 10 月から 2 月にかけて、真空チェンバー、電磁石等の放射化物の測定を行った。測定件数は約 2500 件だった。

[大強度放射光リング関係]

PF-AR 電子ビーム入射時に生成する中性子の一部が実験ホール内へ到達することを確認した。線量が増えるのはビームを入射する一分程度の時間で、かつ最大でも $1.0 \mu \text{Sv/h}$ と少ない量であるが、再現性の確認等、引き続き調査を行う。

[ATF, その他]

- (1) 小型電子加速器の施設検査の準備として、同加速器の運転時の放射線レベルの測定を行った。
- (2) ATF 加速器の使用方法の変更に伴い、「ATF の変更使用に伴う放射線安全対策」というタイトルの変更申請書を作成した。

2.1.5 第6区域

- (1) STF 加速器の使用開始のために「STF の変更使用に伴う放射線安全対策」のタイトルの変更申請書を作成した。
- (2) STF 空洞縦測定設備から中性子が発生し、エリアモニタで測定されている可能性があったため、エリアモニタの中性子部分での波高分布を調べた。また、中性子遮へいを行う場合の必要な遮へい厚の計算を行った。

2.1.6 第7区域

- (1) 8月に試料測定棟の正面玄関の扉をカードキー管理にし、24時間施錠することとした。
- (2) 9月に J-PARC で使用した放射化 FX キッカー5台（内、非放射化4台）を放射化物使用棟に搬入した。
- (3) 放射化物使用棟の収納されている放射化物について、データベース化する準備として、収納物のリストを電子ファイル化した。

2.2 横断的業務関連

2.2.1 原発事故に伴う環境放射線・放射能の測定

2011年3月11日14時56分に発生した東日本太平洋沖地震とこれによる津波により、福島第一原子力発電所は全交流電源喪失という事態に陥った。その結果、冷却材喪失、燃料棒露出が原因とみられる原子炉建屋での爆発、火災に伴い放射能が環境中に放出された。このような事態に対応し、放射線科学センターでは、震災直後から放射線・放射能の測定を行い、結果の公表を始めた。また、国や県、市などの地方公共団体、学会等学術団体・他の研究機関と連携して、環境中放射能等の測定や評価に協力している。以下に、発生直後から3月31日までの状況をまとめる。

[地震発生時の状況]

2011年3月11日は年度末の加速器停止日に当たっており、電子陽電子加速器、PFリング、PF-ARリングは朝9:00に運転を終えて、メンテナンスに入っていた。一方ATF加速器は運転を継続していた。14時56分の東日本太平洋沖地震発生時にATFは運転員が非常停止スイッチにより停止され、その他の加速器では数十名が作業でトンネルに入域中であった。地震発生後すぐに機構内の受電設備の損壊により、機構内は全停電となったが、共同利用宿舎等を含む一部範囲は非常用ディーゼル発電機により直ちに復電された。トンネル入域者は無停電電源でバックアップされている出入監視装置により退域し、非常時集合場所において点呼を受けて全員退出が確認された。その後職員等には帰宅と翌週3日間の自宅勤務の指示がされた。

[福島第一原子力発電所事故後の対応]

(1) 空間線量率と NaI スペクトルの連続測定

高エネルギー加速器研究機構は福島第一原子力発電所から直線距離で 165 km 離れた位置にあり、機構内の加速器からの放射線の監視のために 200 台を超える放射線・放射能モニターを 24 時間連続測定で運用している (NORM)。この NORM システムは地震による機構内停電で停止したが、敷地境界の限られた測定場所では非常電源による給電が継続されていた。福島第一原子力発電所での非常事態を受けて、3 月 14 日の 14 時 13 分から NaI シンチレーション検出器(以下 NaI 検出器)を用いた空間線量率と波高分布の連続測定を開始した。そして 3 月 15 日の未明より 3 回の急峻な線量率上昇と、3 月 21 日の降雨に伴う線量上昇、その際のガンマ線のエネルギースペクトルが観測された。測定結果は直ちに機構 web ページに掲載し、その後県と市への情報提供のためにリアルタイムの線量率を掲載する web ページも作成された。高エネルギー加速器研究機構で測定されたピーク状の線量率の最大値は 3 月 15 日の $1.3 \mu\text{Sv/h}$ と 3 月 22 日頃の $0.4 \mu\text{Sv/h}$ であった。

(2) 空气中放射能濃度の測定

空間線量率の推移とともに、空气中の放射性物質の種類と濃度を求めるために、国立環境研究所の協力を得て、2011 年 3 月 15 日から空气中放射能濃度の測定を開始した。採取場所は国立環境研究所敷地内であり、ハイボリュウムエアサンプラーを用いて毎分 600 l で空気を吸引し、石英繊維ろ紙および活性炭ろ紙の 2 段組で捕集を行った。採取期間中の環境放射線レベルは 0.1 から $0.3 \mu\text{Sv/h}$ で推移していた。採取したろ紙は、高エネルギー加速器研究機構において鉛遮へいを施した高分解能 Ge 検出器を用いて、核種分析された。ほぼ 1-2 日ごとにフィルターを交換し、測定を継続している。測定では ^{132}Te , ^{132}I , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{136}Cs , ^{137}Cs , $^{129\text{m}}\text{Te}$, $^{99\text{m}}\text{Te}$ 等の核種が計測されている。3 月 15 日と 3 月 20 日にヨウ素 131 がそれぞれ 3.2×10^{-5} と $2.3 \times 10^{-5} \text{Bq/m}^3$ 測定された。

(3) 線量計の貸与と事故直後の福島県内の放射線分布測定

3 月 15 日の文部科学省と福島県災害対策本部の要請により、電子式個人線量計とサーベイメータを貸与するとともに、NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータと LaBr₃ シンチレーションスペクトロメータを福島県に持参し、2011 年 3 月 15 日から 3 日間、福島県及び近県の、福島第一原子力発電所から 30 km 圏外における放射性物質の飛散状況の調査を行った。測定は NaI(Tl)検出器および LaBr₃ 検出器の検出部を自動車の左側の窓に当てて高速道路上进行移動しながら行った。検出器高さは地表から 130cm である。高速道路のサービスエリア(SA)等では、LaBr₃ 検出器によってガンマ線スペクトルの測定も行った。LaBr₃ 検出器のスペクトルから ^{132}Te , ^{132}I , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{136}Cs , ^{137}Cs のガンマ線ピークの計数率を求めた。このデータは事故直後の福島県内の放射能・線量分布を同一の検出器で測定した貴重なものである。

(4) 機構内の分布測定と地域・社会貢献

これまでに得られた測定データは遅滞なく公開するとともに、機構内においても継続的に線量率、放射能分布、飲用水・雨水中の放射能濃度の測定を開始した。また、政府機関

への協力情報提供と共に、つくば市をはじめとする地域社会の要請を受ける形で、スクリーニング測定調査等への協力を行っている。また、NPO 法人に協力し、福島県内の耕作地及び山林の除染試験、山間地の線量分布調査等について協力を始めた。

2.2.2 放射線安全教育用手引きの改訂

「放射線安全の手引き(別冊)」(2010年度版)の改訂を行った。

2.2.3 放射線モニタリングシステムの設計開発

(1) 放射線連続集中監視システム(NORM)の保守、管理及び開発

- ・ 現行システムは第3世代(NORM3)にあたり、1999年の導入以来特に大きな不具合もなく順調に稼働している。しかしながら、保守等に問題が発生し始めていることから、サーバーを中心として段階的に機器並びにソフトウェア(OS及びアプリケーション)の更新を行ってNORM4への転換の準備を進めている。今年度は、新規サーバーの導入並びにアプリケーションソフトウェアの開発に着手した。
- ・ 運転を停止した12GeVPS関連施設は、放射線施設として存続しているために、これらの施設に於ける放射線モニタの撤去はほとんどなかった。従って、モニター総数については昨年度と比べて大きな変動はない。

(2) モニタ等 NORM 構成機器の開発

- ・ 電荷積分型中性子線量モニターの開発を行っている。中性子線の標準照射線場において校正照射を行った機器を実際に稼働する加速器室内においてフィールド測定を実施した。
- ・ 1ch型モニター(A1160系)は、NORMが導入された1980年に初めて設計製作されて以来、これまでGM計数管、電離箱、中性子用比例計数管を検出器とした空間線量測定のみならず、排気排水中放射線濃度測定に使用するシンチレーション検出器用の回路として使用されてきた。今年度からこれに変わるモニターとして、小型化したA3000系を設計製作し、まずJ-PARC関連の排気モニター用回路として導入を開始した。

2.2.4 放射線照射棟・照射装置の保守作業

放射線照射棟は、放射線モニターをはじめとする放射線測定機器の校正や特性把握、標準照射、遮蔽実験等を行う目的で、1985年に建設された。放射線照射棟では、5種類の放射線線源、X線発生装置、及び中性子発生装置が配置され、照射装置により遠隔自動操作により照射実験が行える。これらの装置は一体化された安全装置により制御される。経年変化によりいくつかの装置で故障等の不具合が起こるようになったため、18年度から段階的且つ継続して以下の改修を行っている。

X線発生装置の更新(18年度)

放射線照射装置の改修(18年度～19年度)、

安全装置並びに照射装置用シーケンサーの取り替え(19年度)、

出入管理用鍵システム交換(20年度)、
施設内監視用 ITV 装置の更新(20～21年度)、

これらにより、移動装置及び照射線源を除くほぼ放射線照射棟関係設備全体にわたる改修を終了した。

2011年3月11に発生した震災において、地震発生直後に、照射棟内に保管している線源や遮へい容器の所在、健全性等の安全確認を実施した。人的並びに物的損害は無かったが、停電並びに節電対策のため、機器の動作確認は2011年4月以降に持ち越された。

2.2.5 出入監視装置関連

(1) 出入監視システムの更新に係わる R&D

放射線科学センターでは現在の磁気カードによる管理区域出入監視システムを非接触型機器を用いたシステムに置き換えるための検討を進めている。これは

- ・ 現在の磁気カードが一般建物の出入りに利用され、放射線業務従事者以外にもカードを発行することになった
- ・ 機構におけるセキュリティ向上のために、ユーザーにカードを渡しきりにする構想がある
- ・ ユーザーの利便性のために、ユーザーズオフィスでのカードの貸し出しが検討されている

といった動きに、現在の ID カードシステムのコード体系と読み取りシステムが対応できなくなるためである。非接触型への移行および磁気カードの情報体系からの分離のメリットとしては、

- ・ 読み取り機器の長寿命化、
- ・ 格納データ量を増やすことができる
- ・ 期限付きのデータとすることによる渡し切りへの対応

といった点が上げられる。現在非接触型のハードウェアとしては、JPARC 等で用いている RFID と線量計に付随している QR コードが候補に挙がっており、他の管理情報との接続性、データのハンドリング、読み取りの方法などについて、それぞれの利点と欠点を検討している。その検討の一貫として、PF 光源等他の出入監視装置を手がけている小菅氏の協力を得て、PF 実験フロアの現システムである stars を用いたシステムについて非接触型放射線管理区域出入認証システムに係わる R&D を行った。Stars は高エネ開発の制御システムの一つであり、柔軟な拡張性を有し、プラットフォームを選ばない、などの特徴があり、今回の R&D のように多様な装置を接続し、試験するために適当であると考えられる。小菅氏の協力の下、現在使用しているシステムに併置して R&D を行うことにより、現有ハードウェアの活用、ロギング、故障時の対応が容易であるだけでなく、その運用経験を生かした他の出入監視装置への応用可能性も期待できる。本年度は、

- ・ 非接触型認証機器の stars への組み込み

- ・ 非接触型認証機器から Ethernet を通じた放射線との認証・出入データ共有に関する検討
- ・ 非接触型認証機器のインストレーション
- ・ 非接触型認証機器の安定運用に係わる検討と試験

について検討した。

2)ユーザー・業者用貸出カードのオンデマンド発行システム

これまで使用していたユーザー・業者用貸出カードは印刷済み台紙をパウチで挟む形式であり、デザインの自由度がなく、また、耐久性がよくないという問題があった。そこでプラスチックカードプリンタを購入し、貸出カードのデザインをパーソナルコンピュータ上で画像データとして保持し、カード発行データベースとリンクさせることにより、必要なカードをそれぞれのデザインで必要なだけ作成するシステムを構築した。

3)KEKB ファクトリートンネル室の個人鍵無し入域に係わるシステムの改造

KEKB ファクトリーの運転停止に伴い、個人鍵無し入域を行うためのシステムの改造について検討し、実施した。

2.2.6 その他

(1) クリアランス関連研究の一環として、加速器生成核種からのβ線スペクトルを調査した。β線スペクトルは核種毎に異なり、しかもICRUレポートなどには、限られた核種のスペクトルのみが掲載されている。そこで、β線スペクトルのデータベースや計算コードを調査し、その中で最も多くの核種が掲載されている"Radar"データベースの信頼性を調べ、RadarのスペクトルをEGS5で使用可能な形式にまとめた。

(2) 共同利用者・業者用被ばく管理システムと、業者用従事者登録システムの機能拡張と、登録業務の効率化のための改造を行った。主な改造項目は、被ばく管理システムでは帳票機能の機能拡充、登録システムでは年度切れで失効する業者のアカウント管理機能の拡充を行った。

2.3 J-PARC に関わる支援業務と設計開発、研究活動

2.3.1 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、建設プロジェクトが施設の建設を担っている。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三浦、沼尻、齋藤、萩原、高橋（一）、高橋（朝）の6名が専任として所属し、穂積、飯島、松村が兼任として所属している。

2.3.2 J-PARC センターの現状 (センター会議資料から)

今年度は、放射線測定棟の管理区域設定(5/12)を行うとともに測定機器等を整備し、放射

線管理用試料の測定を開始した。

物質・生命科学施設の運転前施設検査が6/10に行われ、6/11付で合格した。J-PARC施設の一般公開が8/31に行われた。物質・生命科学施設、ハドロン実験施設の施設検査が、10月22日に行われ合格した。ニュートリノ施設の廃液による第2排水溝の放射性核種濃度が上昇するようになり、地元説明や濃度上昇を抑えるための対応等を行った。3/11、14時46分に東北地方太平洋地震が発生し、水戸で震度6弱を観測した。J-PARCにおいては加速器ビーム運転停止中であり、死者、負傷者等の人的被害はなかったが、この地震によって加速器機器、建屋及び設備機器等に被害を受けた。復旧作業は3月22日から始まった。

2.3.3 放射線申請関係

2010年度は2回、変更許可申請を行った。1回目の申請内容は、各加速器の出力増強（リニアック、3 GeVシンクロトロン、物質・生命科学実験施設：250kW→320kW、50 GeVシンクロトロン、ニュートリノ実験施設：100kW→300kW）とそれに伴うビームロスや線量評価値の変更、3-NBT電流モニタをPPSへ追加、3-50BTビームコリメータ装置周辺に遮へい体の追加とそれに伴うビームロス仮定の変更、物質・生命科学実験施設における中性子実験装置（BL03, BL05, BL10, BL16）の遮へい体変更、中性子実験装置（BL11, BL15）の新設、中性子実験装置の設置準備工事（BL02, BL17, BL18）、ミュオン実験エリア内でのビーム偏向の追加、ハドロン実験施設におけるビームダンプへの遮へい体の増強、一次ビームラインの遮へい体の随時追加または材料の変更について、中間子実験装置実験エリアの遮へい体構造・材料の変更についてである。この変更申請は6月24日に行い、8月27日許可を取得した。

2回目の申請内容は、50 GeVシンクロトロンの入射ダンプ廃止、物質・生命科学実験施設における中性子実験装置（BL02, BL17, BL18）の新設等、ハドロン実験施設の出力増強（5→50kW）と1次ビームライン遮へい体増強、各施設の様式ハの統合、発生装置インターロックの整理、様式から評価点に関する遮へい構造を記載する文章、表、図の削除、既設の中性子、ミュオン及び中間子実験装置の改造について申請及び検査対象から除外、別添書類記載の共通項について全体を示す書面への移行である。この変更申請は12月15日に行い、2月25日（2011年）に許可を取得した。それぞれの申請は、申請前に放射線安全検討会、J-PARC放射線安全委員会で審議された。

原安技センターによる定期検査・定期確認が1/5-7, 1/24-26（2011年）に行われ、2/16（2011年）付で合格した。また、前年度の2009年11月-3月に管理下でないRI等の一斉点検を行ったが、特に問題はなかった。調査報告は4/23付で文科省放射線規制室に提出した。

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文科省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る。申請前には文部科学省放射線規制室（文科省）とのヒ

アリング、県や村の担当者とのヒアリングを行った。

2.3.4 各施設の安全設計

本機構が建設を担当した、50GeV シンクロトロン施設、ハドロン実験施設、ニュートリノ実験施設を中心に、施設の遮蔽設計、インターロックシステム、放射線計測システムなどの構築等の安全設計を行った。

J-PARCセンター放射線安全セクション定例会は隔週毎に放射線安全セクションの会議室で開催されている。

2.3.5 Energy Solutions 社 (旧Duratek 社) 製リサイクル鉄の利用

米国 Energy Solutions 社が供給するリサイクル鉄については、5月12日、2月23日(2011年)にハドロン実験ホールへ搬入された。

2.3.6 放射化物の搬入・搬出

J-PARC では、本機構で使用していた放射化している電磁石、遮蔽体等をビームライン構築のために再利用する。茨城県との原子力安全協定では、放射性同位元素の輸送に関し、茨城県及び地方自治体へ届けることが義務づけられている。加速器放射化物に関しても茨城県より放射性同位元素に準じて届け出るよう指導があり、今年度数回の電磁石、電磁石付属部品及び遮蔽体の輸送に関し、放射能等の資料を作成し、茨城県及び東海村に届け出た。また、放射化鉄や速い取り出し用キッカー等をつくばキャンパスへ搬出した。

2.3.7 J-PARC放射線作業ハンドブックの作成

「J-PARC放射線作業ハンドブック」を作成し、発行した。

2.3.8 放射線安全管理設備の開発

J-PARC 施設における放射線安全管理設備は、

- (1) 連続放射線集中監視装置
- (2) 出入監視管理装置
- (3) 統括システム
- (4) 人員安全保護システム (Personal Protection System: PPS)

からなる。これらのうち、連続放射線集中監視装置は施設の放射線レベルを連続監視するために設置され、出入監視管理装置は作業者の管理区域や加速器室等のインターロック区域への作業者の出入を監視管理するとともに汚染測定を行う。また、統括システムは安全管理設備全体を管理・監視し、原科研側の安全監視設備と接続し、一体的な運用を図るための計算機ネットワークシステムとして導入されている。PPSは、インターロックドアやパーソナルキー等、作業者の放射線被曝を防止し作業者自身の安全を担保する目的で設置され

るもので、独立した安全設備として位置づけられ、放射線安全セクションとは別の組織（加速器施設、実験施設）によって管理・運営されている。

連続放射線集中監視装置、出入監視管理装置、及び統括システムについては、基本設計・試運転を完了し、50GeVシンクロトン施設の運転開始と共に運用を開始した。連続放射線集中監視装置は、つくばで稼働中のNORM3 をベースにしたシステムとして設計開発した。NORM3 からの主たる変更点は、より安定した動作を補償するため、直接ネットワークに接続されるCAMAC・クレートコントローラの導入、ステーション停止時に自動的に代替運転を開始する補完ステーションシステムの導入等が挙げられる。管理区域放射線レベル監視用のYEL系モニタ11台（中性子及び光子線測定用として22系統）、BLUの呼称で呼ばれる排気モニタ8台（ガンマ線補償型で1台2系統独立したモニタとなっており、1系統が排気中放射能濃度を測定し、他方はバックアップとしてガンマ線バックグラウンドを測定する。ポンプ等の故障が発生した場合はバックアップが濃度測定するように自動的に切り替わるシステムが搭載されている）で稼働を開始している。またJ-PARCの加速器室は放射線・放射能レベルが高くなると予想されるために、標準の個人線量計（ガラス線量計）に加えてAPD（アラーム警報器付き線量計）の携行が不可欠である。これら線量計とゲートモニタ、IDリーダー等の出入管理機器、並びにパーソナルキー装置とが総合的に連係動作するように、出入管理装置を設計した。ID素子は、RFID素子を用いた非接触型で、個人線量計とともにガラスバッジに内包されて一体化し、トンネル入出のための扉やパーソナルキーの取得は、ID素子で制御されるとともに、APDの携行状態（借り出し、返却を含む）を本システムで制御管理し、細かな配慮がなされた出入管理の実現を目指した。統括システムについては、そのソフトウェアの製作を完了し、原科研側システムとの接続を開始している。

2.3.9 環境放射能の測定

周辺地域を含めた環境保全の観点から、加速器施設から放出された放射性核種が周辺環境に影響を及ぼしていない事を確認するため、J-PARC敷地内に観測井戸を設置し、地下水や土壌の放射性核種濃度の測定を行っている。また、加速器トンネルや実験施設の躯体コンクリートにコアボーリングを行い、コンクリート中に生成する放射性核種濃度の測定もを行っている。以上の測定によって、周辺環境に影響ないことが確認されている。

3. 化学安全・環境関係

3.1 依頼分析

環境安全管理室では、機構職員、共同利用者から種々の化学分析の依頼、相談などを受け付けており、本年度は35件の分析依頼を受け付けた。J-PARC、KEKBの冷却水、腐食に関連した依頼が多かった。代表的な分析内容を以下に示す。

(1) KECB BHIP_2 電磁石コイル腐食部の分析

部分的にピンホールが発生して水漏れを起こした電磁石コイル（銅製）について、蛍光X線分析により腐食部、腐食を起こしていない部分の定性分析を行った。また、コイルは透明の樹脂テープ、エポキシ樹脂で絶縁固定して使用されていたが、新品のテープ、使用後エポキシ樹脂、新品のエポキシ樹脂についても分析を行った。

その結果、腐食の著しい部分からはClが強く検出された。また、テープ、樹脂からも微量のClが検出された。本来エポキシ樹脂にはClは含まれないが、一般にエポキシ樹脂の生成過程でエピクロロヒドリンという塩素を含む原材料を使用するため、不純物として樹脂中に残留しているものと思われる。この残留塩素がガス化して銅と反応して、塩化銅が生成され、腐食につながった可能性が示唆された。(CHEM-A-10/02)

(2) J-PARC MR 高周波加速空洞金属磁性体カットコア表面酸化層の分析

J-PARC 50GeV シンクロトロン高周波加速空洞では金属磁性体カットコアが使われている。このコアは脱酸素した純水で直接冷却されるが、カットコアのカット面は防錆処理をしていないため、その表面に酸化層が形成される。この酸化が予想以上に進行し損傷を受けた部分、損傷を受けていない部分から採取した酸化物の分析を行った。また、採取した試料の鉄、銅の総量の測定を行った。

X線回折分析の結果、 Fe_3O_4 、 Fe_2O_3 、 $FeOOH$ 、 Cu_2O が確認され、 Fe_2O_3 は損傷を受けた部分から検出される傾向が見られた。(CHEM-A-10/08, 26, 29)

(3) 電子陽電子入射器施設湧水および比較水試料のイオン組成分析

震災の影響により電子陽電子入射器施設への湧水流入量が著しく増加した。湧水の起源を調査する目的で建物内の主な流入箇所5か所の水、RI-廃液処理施設流入水及び水道水、井水、周辺の地下水、調整池等の水についてpH、導電率、陽イオン、陰イオン濃度、マンガン濃度、鉄濃度の測定を行った。

湧水及び周辺地下水からのみ、マンガンが検出され、陽イオン、陰イオンの組成の特徴から、入射器施設への湧水は周辺の地下水由来ではないかと思われる。(CHEM-A-10/35)

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2010」を作成し、機構HP上に公開した。本年度は、ダイジェスト版に加えて詳細版も少し印刷し、関係機関に送付した。ダイジェスト版については、全機構職員に配布するとともに、本機構への見学者への配布を行っている。

3.3 RI 廃水管理

PS 系統の RI 廃水において、ホウ素濃度が 8.8 mg/L と排水基準値 10 mg/L に近い値を示した。これは東カウンターホール内の側溝に中性子減速材としてホウ酸を含むポリエチレンビーズが充填されており、それが湧水や廃水中に流出し、溶け出してきたことが原因である。ビーズの回収及び流出防止の堰を設置し、平常通り 1 mg/L を下回る値になった。

PF 系統の RI 廃水において、3 月 11 日の東日本大震災の影響で電子・陽電子入射器棟から湧き出した大量の水が RI 廃水ピットに流れ込んだ。この湧水は RI 廃水処理施設の処理能力を大きく超えていたため、廃水受槽から溢れ、床のピットに蓄えられた。この状況に対し、PF 系統の廃水で過去に高い放射能濃度が観測されていないこと及び、加速器の運転が停止中であり、廃水の放射能濃度が基準値を超える恐れがないことから、事後測定にて水質を確認することとし、未処理のまま放流を行った。測定の結果、放射能濃度が基準値を超えることはなかったが、マンガン濃度が 1~2 mg/L あり、排水基準値 1 mg/L を超えていた。調査した結果、実験や設備に伴う廃水ではなく、湧水中にマンガンが約 3 mg/L 含まれていることが確認された。この廃水は機構内の他の排水と共に公共下水道接点-2 から排出されるため、最終的な接点-2 におけるマンガン濃度は基準値を下回った。実験が再開される前に止水対策を施し、RI 廃水処理を再開できるよう止水対策を急いでいる。

Chapter 3 資料

ここでは、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示す。また、本章の最後に2010年度における放射線科学センタースタッフの名簿を示した。

1. 外部資金導入状況

1.1 科学研究費補助金

- ・ 基盤研究 (C) 課題番号 19560055
「重荷電粒子に対する気体の W 値の総合的研究」
研究代表者：佐々木慎一
- ・ 基盤研究 (B) 課題番号 21350046
「レーザーの作る電磁場を利用した多元分離場による微粒子の分離分析法の研究」
研究代表者：文珠四郎秀昭
研究分担者：別所光太郎
- ・ 若手研究(B)) 課題番号 21760716
「希ガス蛍光を利用したパルス中性子 2 次元位置検出器の開発」
研究代表者：齋藤 究
- ・ 若手研究(B) 課題番号 22760686
「陽子入射に伴う全放出粒子測定システムの開発と包括的な反応機構の研究」
研究代表者：萩原雅之

1.2 受託研究等

- ・ 宇宙開発機構 (JAXA) 宇宙環境利用科学委員研究ワーキンググループ
「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
研究分担者：俵裕子、齋藤究
- ・ 「原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ」戦略的原子力共同研究プログラム テーマ 3 : 環境放射線・被ばく線量の評価に係る安全研究、
「白色中性子源を用いた中性子線量計の革新的校正法に関する研究」
研究代表者：原野英樹 (産総研)、
研究分担者：萩原雅之 (連携機関代表者)、佐波俊哉
- ・ 「原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ」若手原子力研究プログラム
「中高エネルギー陽子による核破砕片の系統測定に関する研究」
研究代表者：佐波俊哉、
研究分担者：岩瀬広、萩原雅之

2. 共同研究等

2.1 共同開発研究

- ・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-2010-01
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）

- ・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
研究代表者：佐々木慎一
研究分担者：佐波俊哉、萩原雅之、齋藤究、飯島和彦
共同研究先：静岡大学理学部
- ・Shielding and Radiation Effect Experiments - Japanese-American Study of Muon Interactions and Neutron detection - (JASMIN),
Sponsor : Hiroshi Nakashima, Yukio Sakamoto(JAEA), Nikolai Mokhov (FNAL)
研究分担者：Toshiya Sanami, Hiroshi Matsumura, Hiroshi Iwase, Masayuki Hagiwara, Norikazu Kinoshita, Hideo Hirayama (KEK)
- ・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）
- ・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
研究分担者：榎本 和義，別所光太郎，松村 宏
共同研究先：筑波大学

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）

- ・Measurement of elastic neutron-scattering cross sections on heavy nuclei in intermediate energy region,
共同研究先：大阪大学・RCNP
参加者：Daiki Sato, Yosuke Iwamoto, Tatsuhiko Sato, Akira Endo, Yukio Sakamoto (JAEA), Masayuki Hagiwara, Hiroshi Iwase (KEK), Hiroshi Yashima (RRI Kyoto university), Takashi Nakamura (Tohoku university), Atsushi Tamii (RCNP, Osaka university)
- ・Double differential cross section of fragment production on light and medium nuclei from proton induced reactions in intermediate energy range(E345)
共同研究先：大阪大学・RCNP

- 参加者：Toshiya Sanami (KEK), Masayuki Hagiwara, Hiroshi Iwase (KEK)
- Measurement of High-Energy Neutron Cross Sections for Cosmic Ray Produced Nuclides and Nuclear Chemistry(E361),
共同研究先：大阪大学・RCNP
Spokesperson：K. Nishiizumi (UC Berkeley),
参加者：Hiroshi Matsumura, Masayuki Hagiwara (KEK)
 - Characterization of quasi-monoenergetic neutron field and radiation instruments with spectrometry using 140 and 200 MeV ${}^7\text{Li}(p,n)$ reaction(E362),
共同研究先：大阪大学・RCNP
Spokesperson：Yosuke Iwamoto(JAEA),
参加者：Toshiya Sanami, Masayuki Hagiwara, Hiroshi Iwase (KEK)
 - 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（別所光太郎、文珠四郎秀昭）
共同研究先：千葉大学大学院理学研究科
 - 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（別所光太郎、松村宏、榎本和義）
共同研究先：京都大学原子炉実験所、京都大学工学部
 - 医療用小型加速器施設の放射線安全に関わる研究（榎本、松村、中村）
共同研究先：徳島大学アイソトープ総合センター
 - 加速器施設の放射線安全および化学安全に関わる研究（榎本、別所）
共同研究先：京都大学原子炉実験所
 - 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（榎本）
共同研究先：東北大
 - 汎用モンテカルロコード PHITS コードの開発（伴、波戸、岩瀬）
共同研究先：（財）高度情報科学技術研究機構、日本原子力研究開発機構
 - シンチレータの絶対蛍光効率に関する研究（佐々木、俵、齋藤）
共同研究先：埼玉県立大
 - 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研究グループ）
共同研究先：早稲田大学理工学総合研究所、京都大学、JAXA

2.3 民間との共同研究

- ・中性子検出器の小型化・軽量化のための基礎研究
富士電機システムズ（株） 東京工場 放射線装置部
伴秀一、佐々木慎一、萩原雅之
- ・固体飛跡検出器による環境中性子線量測定法の研究
株式会社千代田テクノル 大洗研究所
伴秀一、佐々木慎一、萩原雅之、穂積憲一
- ・放射線発生装置使用施設に係るクリアランス検認技術の開発
東京ニュークリア・サービス株式会社 つくば開発センター
伴秀一、榎本和義、松村宏
- ・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
財団法人 日本宇宙フォーラム
佐々木慎一、俵裕子、斎藤究、高橋一智
- ・加速器放射化物のクリアランスに関する研究
清水建設株式会社
伴秀一、榎本和義、松村宏

2.4 大学等連携支援事業

- ・マルチタンデム静電加速器による重イオンビーム学際利用への新展開
筑波大学研究基盤総合センター応用加速器部門
伴秀一

2.5 共同利用研究（施設利用）

- ・日本原子力研究開発機構 高崎量子応用研究所 TIARA 施設、
 - 1) 低エネルギー加速器施設における加速器構造材等からの中性子生成スペクトルの測定
(課題番号：91064)
研究代表者：坂本幸夫(JAEA)
参加者：佐波俊哉、萩原雅之
 - 2) 低エネルギー重イオン入射核反応による放出荷電粒子、中性子及び γ 線生成二重微分断面積の測定 (課題番号：101056)
研究代表者：岩元洋介(JAEA)
参加者：佐波俊哉、萩原雅之
- ・東北大学サイクロトロン・RI センター、
 - 1) Li(p,n)中性子源の低エネルギー部スペクトルの測定、
研究代表者：馬場護(東北大 CYRIC)、

参加者：佐波俊哉、萩原雅之

・放射線医学総合研究所 HIMAC 共同利用研究

1) 気体の W-値の系統的研究(21P111)

研究代表者：佐々木慎一

研究分担者：佐波俊哉、飯島和彦、俵裕子、齋藤究

2) 位置有感比例計数管の重イオンに対する応答 (20P189)

研究代表者：寺沢和洋 (早大)

研究分担者：道家忠義 (早大)、永吉勉 (早大)、藤田康信 (早大)、身内賢太郎 (京大)、佐々木慎一、俵裕子、齋藤究、松本晴久 (JAXA)、込山立人 (JAXA)

・京都大学原子炉実験所共同利用研究

1) 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 2 (22P9-3)

研究代表者：別所光太郎

研究分担者：松村宏、梶本和義 (KEK)、沖雄一、関本俊、長田直之 (京大炉)

3. 大学院生等の人材育成

3.1 学位論文の指導 (総合大学院大学)

・津田秀一

「重荷電粒子線のマイクロドジメトリーを目的とした Wall-less 型組織等価比例計数管の開発に関する研究」

総合研究大学院大学 加速器科学専攻 博士後期課程(学位論文指導)

指導教官：佐々木慎一、波戸芳仁

2010年9月 学位(工学博士)取得

3.2 学位論文等の指導 (他大学)

・片田夕貴

「キセノンの赤外シンチレーションの研究」(俵、齋藤、佐々木)

横浜国立大学大学院工学府物理情報工学専攻 (修士論文指導)

2011年3月 学位(修士)取得

・鳥越 唯

「電荷積分型 ADC を用いた発光スペクトルの測定方法の研究」(俵、齋藤、佐々木)

横浜国立大学大学院工学府物理情報工学専攻 (修士論文指導)

2011年3月 学位(修士)取得

・大山修平

「液体キセノンの特性評価実験に向けたプリアンプの製作」(俵、斎藤、佐々木)
横浜国立大学工学部知能物理工学科（卒業論文指導）

・倉田理恵

「中空糸分離膜による環境中トリチウムの分離測定に関する研究」(佐々木、萩原、斎藤)
静岡大学大学院理学研究科（修士論文指導）
2011年3月 学位(修士)取得

・島田紗希

「水中における酸化銅コロイドとベリリウム(II)の錯生成挙動に関する研究」(別所光太郎、
文珠四郎秀昭)
千葉大学大学院理学研究科化学専攻修士課程1年（修士論文指導）

・秋宗尚弥「放射線場における金属の溶出挙動の研究」(別所光太郎、松村宏、榎本和義)
京都大学工学部工業化学科（卒業論文指導）

4. センター開催の研究会及びシンポジウム

4.1 研究会「放射線検出器とその応用」(第24回)

主催：高エネルギー加速器研究機構・放射線科学センター
応用物理学会放射線分科会
日時：2011年2月1日～2月3日
場所：高エネルギー加速器研究機構
参加者数：114
プロシーディングス：KEK Proceedings 2011-8

4.2 第16回 EGS4 研究会

主催：高エネルギー加速器研究機構・放射線科学センター
日時：2010年8月2日～8月4日
参加者数：99名（うち講習参加者：84名）
プロシーディングス：KEK Proceedings 2010-9

4.3 第12回「環境放射能」研究会

主催：高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター、
日本放射化学会 α 放射体・環境放射能分科会
共催：日本原子力学会保健物理・環境科学部会、
日本放射線影響学会、
日本放射線安全管理学会

日時：2011年3月1日～3月3日
場所：高エネルギー加速器研究機構
参加者：110名
プロシーディングス：KEK Proceedings 2011-7

5. 教育活動

5.1 総合大学院大学

加速器科学専攻「加速器概論」
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

(氏名略)

宇宙航空研究開発機構宇宙基幹システム本部宇宙環境利用センター招聘研究員
首都大学東京大学院人間健康科学研究科非常勤講師
首都大学東京健康福祉学部非常勤講師
茨城県立医療大学非常勤講師
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

(氏名略)

- ・ 大学等環境安全協議会外部理事
- ・ J-PARC 放射線安全委員会委員
- ・ 大学等放射線施設協議会常議員
- ・ 大学等放射線施設協議会加速器放射線安全検討委員会委員
- ・ 日本アイソトープ協会クリアランス検討委員会委員
- ・ 日本アイソトープ協会主任者部会 本部運営委員、関東支部長、第1種主任者試験問題解答例作成委員会委員長
- ・ 放射化分析研究会 幹事
- ・ 原子力安全技術センター RI法クリアランス放射能濃度確認調査委員会 委員
- ・ 原子力安全技術センター「放射化物の安全規制に係る調査」委員会委員長
- ・ (株) ヴィジブルインフォメーションセンター「放射線障害防止法に規定するクリアランスレベルの設定に関する調査」委員会委員長

6.2 学会等委員

(氏名略)

- ・日本原子力学会 編集委員
- ・日本原子力学会 保健物理環境科学部会運営委員
- ・日本放射線安全管理学会会長
- ・原子力学会北関東支部若手研究発表会実行委員
- ・応用物理学会 放射線分科会幹事
- ・日本分析化学会 代議員
- ・日本分析化学会X線分析研究懇談会 幹事
- ・日本分光学会 代議員

6.3 その他

- ・遮へい国際会議 ICRS12 運営委員会企画部会委員
- ・ISORD-5 プログラム委員
- ・スーパーコンピューティング&モンテカルロ 2010 国際会議(SNA+MC2010) プログラム委員
- ・放射線安全講習会講師
 - (1) 日本アイソトープ協会主催講習会：5月24日 放射線障害防止に関する法令
 - (2) 日本アイソトープ協会主催第17回中国・四国支部主任者研修会：9月24日 クリアランスと放射線管理
 - (3) 事業所講習会：武田薬品工業4月15日、宇宙航空研究開発機構筑波宇宙センター6月1日、産業技術総合研究所10月18日

6.4 社会貢献等

- ・茨城大学工学部 放射線安全教育講師
- ・産総研つくばセンター 放射線安全教育講師

7 受賞記録

- ・日本原子力学会北関東支部若手研究発表会「優秀ポスター賞」2010年4月
萩原雅之

8. 放射線科学センター名簿 (平成 22 年度)

伴 秀一(*)	松村 宏	飯島 和彦
榊本 和義	齋藤 究(#)	高橋 一智(#)
佐々木 慎一	岩瀬 広	豊田 晃弘
三浦 太一(#)	萩原 雅之(#)	古宮 綾
文珠四郎 秀昭	近藤 健次郎(a)	高橋 朝子(#)
俵 裕子	沢辺 元明(a)	豊島 規子(b)
波戸 芳仁	穂積 憲一	佐藤 充(b)
沼尻 正晴(#)	平 雅文	道川 太一(c)
別所 光太郎	中村 一	津田 修一(d)
佐波 俊哉	高原 伸一	

平成 23 年 3 月 31 日現在

(*) 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) 共同研究員

(d) 総合研究大学院大学

Chapter 4 Publication List

1. Papers (2010.1.1~2010.12.31)

- (1) K. Fujii, S. Nakamura, Y. Katada, Y. Torigoe, Y. Endo, K. Yagisawa, K. Kasami, K. Saito, S. Sasaki, H. Tawara, T. Haruyama, "Measurements for Emission Spectrum of Liquid Xenon", Proceedings of the 24th Workshop on Radiation Detectors and Their Uses, p82-88 (2010).
- (2) Y.Kirihara, Y.Namito, H.Iwase, and H.Hirayama: "Monte Carlo Simulation of Tabata's Electron Backscattering Experiments", Nucl. Instrum. and Meth. 268, 2384-2390 (2010) (KEK Preprint 2009-39).
- (3) Y.Kirihara, Y.Namito and H.Hirayama: "Incorporation of Landau-Pomeranchuk-Migdal effect and dielectric suppression in EGS5 code", Nucl. Instrum and Meth. 268, 2426-2432 (2010) (KEK Preprint 2010-2) .
- (4) S. Tsuda, T. Sato, F. Takahashi, D. Satoh, A. Endo, S. Sasaki, Y. Namito, H. Iwase, S. Ban and M. Takada, "Measurement of microdosimetric spectra with a wall-less tissue equivalent proportional counter for 290 MeV/u ^{12}C beam", Phys. Med. Biol. 55, 5089-5101 (2010).doi: 10.1088/0031-9155/55/17/013 (KEK Preprint 2010-34)
- (5) S. Tsuda, T. Sato, F. Takahashi, D. Satoh, A. Endo, S. Sasaki, Y. Namito, H. Iwase, S. Ban and M. Takada, "Analysis of the effect of structural materials in a wall-less tissue equivalent proportional counter irradiated by 290 MeV/u carbon beam", Radiat. Prot. Dosim. 143, 450-454, (2011). doi:10.1093/rpd/ncq536, (2010).
- (6) S. Sasaki, H. Tawara, K. Saito and E. Shibamura, " W_s Values in Several Inorganic Scintillation Crystals for Gamma Rays", *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, **57** No.3, 1282-1286 (2010).
- (7) N. Higashio, S. Sasaki, T. Doke, T. Komiyama, K. Terasawa, H. Tawara, K. Saito, K. Takahashi, K. Miuchi, H. Matsumoto, H. Kubo, T. Tanimori, T. Nagayoshi, Y. Fujita, K. Takeuchi, J. Kikuchi, Y. Uchihori, H. Kitamura, "Present Status of Position-Sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber (PS-TEPC)", *Radiation Detectors and Their Uses, KEK Proceedings 2010-10*, 172-178(2010).
- (8) K. Sasa, T. Takahashi, Y. Tosaki, Y. Matsushi, K. Sueki, M. Tamari, T. Amano, T. Oki, S. Mihara, Y. Yamato, Y. Nagashima, K. Bessho, N. Kinoshita, H. Matsumura, "Status and research programs of the multinuclide accelerator mass spectrometry system at the University of Tsukuba.", *Nucl. Instr. Meth. B*, **268**, 871-875 (2010).

- (9) Y. Tosaki, G. Massmann, N. Tase, K. Sasa, T. Takahashi, Y. Matsushi, M. Tamari, Y. Nagashima, K. Bessho, H. Matsumura, “Distribution of $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ in a river-recharged aquifer: Implications for the fallout rate of bomb-produced ^{36}Cl .”, *Nucl. Instr. Meth. B*, **268**, 1261-1264 (2010).
- (10) F. Kaneko, H. Monjushiro, M. Nishiyama, and T. Kasai, “Photoacoustic Experimental System To Confirm Infrared Absorption Due to Greenhouse Gases”, *J. Chem. Edu.*, 87(2), 2010, 202-204.

2. Publication in Japanese (2010.1.1~2010.12.31)

該当無し

3. Proceedings (2010.1.1~2010.12.31)

- (1) H. Yashima, T. Kajimoto, Y. Iwamoto, S. Kamada, Y. Nakane, S. Kuneda, A. Tamii, K. Hatanaka, “Experimental studies of light fragment production cross section for nucleon induced reaction at intermediate energies”, *Proceedings of 2010 Nuclear data symposium* (2010).
- (2) T. Sanami, M. Hagiwara, H. Iwase, M. Takada, D. Satoh, Y. Iwamoto, S. Kunieda, H. Yashima, A. Tamii and M. Baba, “FRAGMENT DDX MEASUREMENT OF PROTON INDUCED REACTIONS ON LIGHT-MEDIUM NUCLEI FOR ENERGY RANGE FROM REACTION THRESHOLD TO A FEW HUNDRED MEV”, *Proceeding of ND2010* (2010).
- (3) N. Shigyo, T. Sanami, T. Kajimoto, Y. Iwamoto, M. Hagiwara, K. Saito, K. Ishibashi, H. Nakashima, Y. Sakamoto, H. S. Lee, E. Ramberg, A. Meyhoefer, R. Coleman, D. Jensen, A. Leveling, D. Boehnlein, K. Vaziri, N. Mokhov, “Neutron energy spectrum from 120 GeV protons on a thick copper target”, *Proceeding of SATIF-10* (2010).
- (4) 布施哲人、永松愛子、大森昭義、松本晴久、込山立人、寺沢和洋、道家忠義、佐々木慎一、俵裕子、齋藤究、高橋一智、身内賢太郎、窪秀利、谷森達、内堀幸夫、北村尚、“位置有感生体組織等価物質比例係数箱 (PS-TEPC) の開発とそれによる宇宙ステーション内での線量当量計測技術の確立”, *Space Utilization Research Vol.27* (2011)
- (5) 別所光太郎・松村宏・木下哲一・榎本和義・文珠四郎秀昭・平雅文・佐藤充・沢辺元明・古宮綾・沖雄一・島田紗希・勝田正一：“高エネルギー加速器施設の各種冷却水中に生成されるコロイド化学種の解析”，第11回環境放射能研究会報告集 (KEK Proceedings 2010-8), 19-26 (2010)
- (6) H. Monjushiro, M. Takahashi, and H. Watarai, “Migration and Separation of Photo-Absorbing Micro-Particles Using Laser-Photophoresis in Aqueous Solution”, *Proceedings of The 14th*

International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences, 1739-1741 (2010).

4. Reports (2010.1.1.1~2010.12.31)

- (1) 伴他、“放射線管理報告2008” KEK Internal 2010-1 (2010).
- (2) 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－2009年度－”, KEK Internal 2010-3.

5. Presentation at Conferences (2010.4~2011.3)

5.1 International Conference

• 9th Asian International Seminar on Atomic and Molecular Physics (AISAMP 9), Seoul, Korea 2010/10/3-8

- (1) K. Ninomiya, T. U. Ito, W. Higemoto, M. Kita, A. Shinohara, T. Nagatomo, M. K. Kubo, P. Strasser, N. Kawamura, K. Shimomura, Y. Miyake and T. Miura, ”Negative Muon Coulomb Capture on Nitrogen Oxide Molecules”.

• The 14th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (Micro-TAS 2010) (University of Groningen, Groningen, The Netherlands, October 3 - 7, 2010).

- (1) H. Monjushiro, M. Takahashi, and H. Watarai, “Migration and Separation of Photo-Absorbing Micro-Particles Using Laser-Photophoresis in Aqueous Solution”.

• 2010 IEEE Nuclear Science Symposium, (Knoxville, Tennessee, USA, October 25-31, 2010)

- (1) Kiwamu Saito, Shinichi Sasaki, Hiroko Tawara and Eido Shibamura, “Application of Scintillation in Helium Mixed with Xenon to A Position-sensitive Detector”.

• 2010 Nuclear data symposium (2010)

- (1) H. Yashima, T. Kajimoto, Y. Iwamoto, S. Kamada, Y. Nakane, S. Kuneda, A. Tamii, K. Hatanaka, “Experimental studies of light fragment production cross section for nucleon induced reaction at intermediate energies”

・ The 2010 International Conference on Nuclear Data for Science and Technology (ND2010), Jeju, Korea April 26-30, 2010

(1) T. Sanami, M. Hagiwara, H. Iwase, M. Takada, D. Satoh, Y. Iwamoto, S. Kunieda, H. Yashima, A. Tamii and M. Baba, "FRAGMENT DDX MEASUREMENT OF PROTON INDUCED REACTIONS ON LIGHT-MEDIUM NUCLEI FOR ENERGY RANGE FROM REACTION THRESHOLD TO A FEW HUNDRED MEV"

・ SATIF-10 (2010) Tenth meeting of the task force on Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities, 2010/6/2-4, at CERN

(1) N. Shigyo, T. Sanami, T. Kajimoto, Y. Iwamoto, M. Hagiwara, K. Saito, K. Ishibashi, H. Nakashima, Y. Sakamoto, H. S. Lee, E. Ramberg, A. Meyhoefer, R. Coleman, D. Jensen, A. Leveling, D. Boehnlein, K. Vaziri, N. Mokhov, "Neutron energy spectrum from 120 GeV protons on a thick copper target"

(2) H. Iwase, M. Hagiwara, S. Ban, H. Hirayama, "Study of high energy neutron shielding".

5.2 Invited Talk at Domestic Meetings

(1) 波戸芳仁, "EGS5コードで扱う電子・光子と物質との相互作用", 第4回関西EGS5 ワークショップ in 関西 キャンパスプラザ京都 2011年2月26日.

(2) 波戸芳仁, "放射線の計算や測定における統計誤差", 第4回関西EGS5 ワークショップ in 関西 キャンパスプラザ京都 2011年2月26日.

(3) 梶本和義, 公開シンポジウム「放射線作業者の被ばくの一元管理」大型共同利用施設における被ばく管理の現状、日本学術会議 2011年1月25日

(4) 高橋一智, "宇宙で放射線を測る-位置有感生体組織等価物質比例係数箱 (PS-TEPC) の開発", 第20回技術士の夕べ, 日本技術士会 葦手第二ビル, 2010年10月1日

5.3 Domestic Conference

・ 日本原子力学会 2010 秋の大会 北海道大学 2010年9月15日~17日

(1) 佐波俊哉、萩原雅之、高田真志、馬場護、"窒素、酸素における数 10MeV 陽子入射反応からの核破砕片生成二重微分断面積"

(2) 津田修一、佐藤達彦、佐藤大樹、高橋史明、佐々木慎一、波戸芳仁、岩瀬広、伴秀一、高田真志, "壁なし組織等価比例計数管を用いた 290MeV/u 炭素線に対するエネルギー付与分布測定"

(3) 高橋一智、佐々木慎一、斉藤究、寺沢和洋、込山立人、松本晴久、身内賢太郎、道家忠義, "位置有感生体組織等価物質比例計数箱 (PS-TEPC) の開発"

・ 日本原子力学会 2011 春の年会, 福井大学, 2011年3月28日~30日 【地震のため、講演

は中止】

(1) 佐波俊哉、萩原雅之、岩瀬広、高田真志、佐藤大樹、梶本剛、八島浩、岩元洋介、鎌田創、中根佳宏、國枝賢、民井淳、畑中吉治、“数 100MeV 陽子入射に対する核破砕片生成二重微分断面積測定”

・平成 22 年度東京大学宇宙線研究所共同利用研究成果発表会、東京大学宇宙線研究所、2010 年 12 月.

(1) 中村正吾、鳥越唯、藤井景子、遠藤雄也、片田夕貴、高木雄太、村山育子、中畑雅行、佐々木慎一、齋藤究、俵裕子、春山富義、三原智、笠見勝祐、“液体キセノンの発光スペクトルの研究”。

・研究会「放射線検出器とその応用」(第 25 回)、高エネルギー加速器研究機構、2011 年 2 月 1 日～3 日.

(1) 鳥越唯、藤井景子、遠藤雄也、中村正吾、俵裕子、三原智、笠見勝祐、齋藤究、佐々木慎一、春山富義、“液体キセノンの発光スペクトルの測定”。

(2) 津田修一、佐藤達彦、高橋史明、佐藤大樹、佐々木慎一、波戸芳仁、岩瀬広、伴秀一、高田真志、“重荷電粒子線のマイクロドシメトリを目的とした Wall-less 型組織等価比例計数管の開発に関する研究”

(3) 中村一、波戸芳仁、萩原雅之、“TEPC サーベイメータ REM500 の特性調査”

(4) 柴村英道、佐々木慎一、齋藤究、俵裕子、“ウルトラバイアルカリ PMT(浜松ホトニクス)の特性について”

(5) 寺沢和洋、道家忠義、佐々木慎一、高橋一智、齋藤究、俵裕子、身内賢太郎、谷森達、松本晴久、布施哲人、込山立人、永松愛子、内堀幸夫、北村尚、“ISS 船内での宇宙放射線線量計測器 PS-TEPC の開発”

・2011 年春季第 58 回応用物理学関係連合講演会、2011 年 3 月【地震のため、講演は中止】

(1) 中村正吾、遠藤雄也、片田夕貴、鳥越唯、藤井景子、笠見勝祐、齋藤究、佐々木慎一、俵裕子、春山富義、三原智、“液体キセノンの発光スペクトルの測定-3”。

・日本分析化学会第 59 年会、東北大学 (仙台)、2010 年 9 月 15 日(水)～17 日(金)

(1) 別所光太郎、松村宏、木下哲一、沖雄一、梶本和義、文珠四郎秀昭、平雅文、古宮綾、佐藤充、沢辺元明、“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”

(2) 島田紗希、別所光太郎、勝田正一、文珠四郎秀昭、工藤義広、武田裕行、“水中における酸化銅コロイドとベリリウム(II)の錯生成挙動の解析”

(3) 文珠四郎秀昭、別所光太郎、渡會 仁、“光電磁場と直流電場を組み合わせた複合場における水中微粒子の泳動挙動の解析”

・第5回高崎量子応用研究シンポジウム、高崎シティギャラリー、2010年10月4日-15日

(1) M. Hagiwara, T. Sanami, Y. Iwamoto, N. Matsuda, Y. Sakamoto, Y. Nakane, H. Nakashima, K. Masumoto, Y. Uwamino and H. Kaneko, "Systematic Measurement of Neutron and Gamma-ray Yields on Thick Targets Bombarded with 18 MeV Protons",

・日本物理学会 2010年秋季大会、堺市（大阪）、2010/9/23-26

(1)二宮和彦、伊藤孝、髭本亘、喜多真琴、篠原厚、長友傑、久保謙哉、Strasser P、河村成肇、下村浩一郎、三宅康博、三浦太一、“酸化窒素に捕獲された負ミュオンの初期状態”

・日本物理学会第66回年次大会（講演は中止）、新潟市（新潟）、2011/3/25-28

(1)二宮和彦、伊藤孝、髭本亘、Strasser P、河村成肇、下村浩一郎、三宅康博、三浦太一、喜多真琴、篠原厚、長友傑、久保謙哉、“酸化窒素におけるミュオン特性エックス線構造の圧力依存”。

・第2回 MLF シンポジウム、つくば市（茨城）、2011/1/17-18

(1)二宮和彦、伊藤孝、髭本亘、Strasser P、河村成肇、下村浩一郎、三宅康博、三浦太一、喜多真琴、篠原厚、長友傑、久保謙哉、“酸化窒素分子に対するミュオン捕獲における分子効果”。

・日本放射線安全管理学会 第9回 学術大会、広島、平成21年12月1日～12月3日

- (1) 中村一、高橋一智、豊田晃弘、飯島和彦、高橋朝子、榎本和義、延原文祥、畔柳誠、小迫和明、大石晃嗣、“医療用加速器における周辺放射線場の調査 (1)空間線量”。
- (2) 延原文祥、畔柳誠、中村一、豊田晃弘、高橋一智、飯島和彦、高橋朝子、榎本和義、“医療用加速器における周辺放射線場の調査 (2) 放射線場のシミュレーション”
- (3) 高橋一智、中村一、豊田晃弘、飯島和彦、高橋朝子、榎本和義、延原文祥、畔柳誠、小迫和明、大石晃嗣、“医療用加速器の周辺放射線場の調査 (3) 空気中の放射化”
- (4) 豊田晃弘、中村一、高橋一智、飯島和彦、高橋朝子、榎本和義、延原文祥、畔柳誠、小迫和明、大石晃嗣、“医療用加速器における周辺放射線場の調査 (4)水と周辺機器の放射化”
- (5) 榎本和義、“日本学術会議からの「放射線作業者の被ばくの一元管理」の提言について”
- (6) 高橋朝子、萩原雅之、高橋一智、三浦太一、山田善一、大山雄一、光野冬樹、“J-PARC ニュートリノ実験施設における冷却系(水、空気、He ガス)の放射化と安全管理”

・第7回 JRS6月シンポジウム (6月24,25日、東工大)

- (1) 榎本和義、“[クリアランス制度への対応]放射線安全管理学会の立場”
- (2) 榎本和義、“[放射線管理計測の最前線] 廃止に係わる測定手順”

・第12回環境放射能研究会, KEK, 平成22年3月8-10日

- (1) 高橋一智, 中村一, 豊田晃弘, 飯島和彦, 高橋朝子, 梶本和義, 延原文祥, 畔柳誠, 小迫和明, 大石晃嗣, “医療用加速器周辺の空気中に発生する放射性同位元素の調査”
- (2) 豊田 晃弘、三浦 太一、高原 伸一、高橋 一智、穂積 憲一、国府田 保、石浜 茂夫、福田 剛之、鈴木 伸之, “高エネ研敷地内および周辺河川の環境放射能測定
- (3) 倉田理恵、佐々木慎一、萩原雅之、小林真、押尾純也、鈴木優斗、濱田明公子、松岡和志、宮原祐人、奥野健二, “気体分離膜の環境トリチウム連続モニタリング装置への応用に関する研究”

6. 編集 (2010.4 – 2011.3)

- (1) Y. Namito, H. Hirayama, S. Ban, edited: “Proceedings of the Seventeenth EGS Users' Meeting in Japan”, KEK Proc. 2010-9, (2010).
- (2) S. Sasaki, M. Hagiwara, T. Sanami, K. Saito, K. Iijima, H. Tawara and H. Takahashi: “Radiation Detectors and Their Uses”, Proc. 24th Workshop on Radiation Detectors and Their Uses, KEK Proceedings 2010-10 (2010).
- (3) K. Bessho, T. Miura : “Proceedings of the Eleventh Workshop on Environmental Radioactivity”, KEK Proceedings 2010-8 (2010).

7. Internal Reports of Radiation Science Center (2010.4 – 2011.3)

放射線科学センターでは以下のような放射線関連、並びに科学安全関連の「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3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
- (3) RAD-S-
日常的な作業環境の測定を含めた各施設において実施した放射線測定に関する事項

7.2 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 廃水処理業務に関連して行った検討事項の記録

7.3 RAD-A

RAD-A-2010/1 アセンブリホールにおける放射線障害防止法施行規則 第22の3の適用について

RAD-A-2010/2 放射線安全監視員の変更について

RAD-A-2010/3 年末年始管理区域出入りの管理業務の一部変更について

7.4 RAD-D

RAD-D-2010/1 平均の誤差

7.5 RAD-S

RAD-S-2010/1 ATF-ORG901 付近での中性子サーベイメータの比較

RAD-S-2010/2 小型電子加速器サーベイ結果

RAD-S-2010/3 TEPC 出力スペクトル

RAD-S-2010/4 小型電子加速器サーベイ結果

RAD-S-2010/5 KEKB-BT の運転停止後の表面線量率測定結果

RAD-S-2010/6 TEPC の KEKB での測定

RAD-S-2010/7 STF 空洞縦側測定設備運転時の ORG1031N のエネルギースペクトル

RAD-S-2010/8 小型電子加速器からの漏洩線量(10.4%)

RAD-S-2010/9 電子陽電子加速器ビームライン線量率測定

RAD-S-2010/10 ATF 運転終了後の表面線量測定

RAD-S-2010/11 KEKB の運転停止後の表面線量率測定

RAD-S-2010/12 PF-AR 運転停止後の AR リング表面線量率測定

RAD-S-2010/13 Na-22 1 線源の線量率測定

RAD-S-2010/14 低速用電子生成ターゲット交換時の放射線測定

RAD-S-2010/15 入射器高電界試験装置 B の運転時の放射線測定

RAD-S-2010/16 電子陽電子加速器 3T シールド表面線量率測定

RAD-S-2010/17 定期放射線線量率等測定結果 (PS 施設関連)

RAD-S-2010/18 定期放射線線量率等測定結果 (中性子科学研究施設、ミュオン科学研究施設関連)

RAD-S-2010/19 定期放射線測定結果 (NMLRI 6 ヶ月毎測定)

- RAD-S-2010/20 定期放射線線量率等測定結果 (PS 施設関連)
- RAD-S-2010/21 ライナック B セクターダンプ時のテストホールでの空間線量測定
- RAD-S-2010/22 PF-AR 運転停止後の AR リング表面線量率測定
- RAD-S-2010/23 液シンの相互比較(1)

7.6 CHEM-A

	依頼者所属	内容
CHEM-A-10/01	放射線	TS ホーン冷却水 He 中の水素の分析
CHEM-A-10/02	加速器	KEKB BHIP_2 電磁石コイル腐食部の分析
CHEM-A-10/03	加速器	腐食試験チラー冷却水の分析
CHEM-A-10/04	加速器	STF 純水の分析
CHEM-A-10/05	加速器	STF 純水の分析 2
CHEM-A-10/06	加速器	入射器棟旧クライストロン準備室冷却水の分析
CHEM-A-10/07	加速器	ヘリウム冷凍機熱交換器前活性炭中の油量の分析
CHEM-A-10/08	加速器	J-PARC MR 高周波加速空洞金属磁性体カットコア表面酸化層の分析
CHEM-A-10/09	素核研	東カウンターホールポリエチレンビーズの分析
CHEM-A-10/10	加速器	J-PARC MR 加速空洞ストレナー残存物の分析
CHEM-A-10/11	加速器	KEKB 直接入射路電磁石冷却水用脱酸素装置に滞留した水中の銅系微粒子の粒径分布評価
CHEM-A-10/12	加速器	東カウンターホールピット内砂中のホウ素の分析
CHEM-A-10/13	加速器	KEKB 直接入射路電磁石冷却水用脱酸素装置に滞留した水試料・酸洗浄水中の銅濃度の測定
CHEM-A-10/14	放射線	J-PARC ニュートリノターゲットステーション・ビームダンプ排水の水質分析
CHEM-A-10/15	加速器	J-PARC MR トンネル冷却水の分析
CHEM-A-10/16	放射線	J-PARC ニュートリノターゲットステーション周囲の地下水の水質分析
CHEM-A-10/17	加速器	入射器棟 M0 機械室 B 系統冷却水マグネットストレナー内固形物
CHEM-A-10/18	加速器	光モニタ BL4C 上流電極の付着物
CHEM-A-10/19	安衛室	加速器南実験棟 断熱材 (ひも状白色物質) アスベスト分析
CHEM-A-10/20	素核研	J-PARC ニュートリノ第 3 設備棟・廃水処理用イオン交換樹脂の Na 吸着特性試験
CHEM-A-10/21	加速器	STF 棟断熱材 (ダクト通し穴で使用) のアスベスト分析
CHEM-A-10/22	素核研	J-PARC 超伝導ニュートリノビームライン内液体ヘリウム冷

		却配管内ガスの分析
CHEM-A-10/23	加速器	KEKB 超伝導空洞熱シールド (Cu) 付着物の分析
CHEM-A-10/24	加速器	小型コンデンサ内の絶縁油の PCB 含有分析
CHEM-A-10/25	素核研	J-PARC ニュートリノ実験施設・電磁ホーン冷却水中の硝酸濃度の分析
CHEM-A-10/26	加速器	J-PARC 50GeV シンクロトロン RF 空洞金属磁性体コア付着物の分析
CHEM-A-10/27	加速器	MEGA Industries 社製銅導波管内付着物の分析
CHEM-A-10/28	加速器	KEKB 直接入射路電磁石用冷却水フィルター付着物の分析
CHEM-A-10/29	加速器	金属磁性体コア切断面サンプルの分析
CHEM-A-10/30	加速器	MEGA Industries 社製銅導波管内付着物の分析 2
CHEM-A-10/31	加速器	アルミニウム製導波管内付着物の分析
CHEM-A-10/32	放射線	J-PARC ニュートリノ実験施設・電磁ホーン冷却 He 用ストレーナー析出物の元素組成分析
CHEM-A-10/33	加速器	LC 用導波管内面付着物の分析
CHEM-A-10/34	加速器	アルカリイオン水の分析
CHEM-A-10/35	放射線	電子陽電子入射器施設湧水および比較水試料のイオン組成分析