

**KEK Progress Report 2008-5**  
**March 2009**  
**R**

**Activity Report of**  
**Radiation Science Center**  
**in Fiscal 2007**

**KEK**

**Radiation Science Center**  
**Applied Research Laboratory**



**High Energy Accelerator Research Organization**

© **High Energy Accelerator Research Organization (KEK), 2009**

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](mailto:irdpub@mail.kek.jp)

Internet: <http://www.kek.jp>

**Activity Report of  
Radiation Science Center  
in Fiscal 2007**

**KEK**

**Radiation Science Center**

**Applied Research Laboratory**

**High Energy Accelerator Research Organization**

放射線科学センター  
2007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

## **P 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 from the beginning of FY2007, and renamed to the Environmental Safety Office. The Environment and Chemical Safety 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.

In FY2007, the radiation safety system in J-PARC was extensively developed especially for the Hadron Experimental hall. That has been designed and constructed based on great store of knowledge and experience of the monitoring system in Tsukuba. We hope that the activity report is useful for all people who are working in the field of the safety of accelerator facilities.

Syuichi Ban  
Head, Radiation Science Center  
High Energy Accelerator Research Organization

# Contents

## Chapter 1 Research Activity

1. Radiation Protection Technology in Accelerator Facilities	2
2. Research in Radiation Physics and Detector Development	9
3. Experimental Technology and Monte Carlo Simulation Related to Radiation Shielding	14
4. Nuclear Chemistry and Radiochemistry	19

## Chapter 2 研究支援活動

1. 体制	23
1.1 放射線管理体制	23
1.2 放射線業務分担	24
1.3 化学安全管理体制	25
2. 放射線安全管理関係	26
2.1 区域管理関連	26
2.2 横断的業務関連	28
2.3 J-PARC に関わる支援業務と設計開発、研究活動	30
2.4 その他の研究支援業務	33
3. 化学安全・環境関係	34
3.1 依頼分析	34
3.2 環境管理	34

## Chapter 3 資料

1. 外部資金導入状況	36
1.1 科学研究費補助金	36
1.2 受託研究等	36
2. 共同研究等	36
2.1 共同開発研究	36
2.2 大学等との共同研究	36
2.3 民間との共同研究	37
2.4 大学等連携支援事業	38
2.3 共同利用研究(施設利用)	38
3. 大学院生等の人材育成	39

3.1 学位論文の指導(総合大学院大学在学中指導)	39
3.2 学位論文の指導 (他大学)	39
4. センター開催の研究会及びシンポジウム	40
5. 教育活動	41
6. 機構外委員会等活動	41
7 社会貢献	42
8 放射線科学センター名簿	43

#### **Chapter 4 Publication List**

1. Periodical Journals (2006.1-2006.12)	44
2. Publication in Japanese (2006.1-2006.12)	45
3. Proceedings (2006.1-2006.12)	46
4. Reports (2006.1-2006.12)	47
5. Presentation at Conferences (2006.4-2007.3)	48
5.1 International Conference	48
5.2 Invited talk at Domestic Meetings	50
5.3 Domestic Conference	50
6. 編集	54
7. Internal Reports of Radiation Science Center (2006.4 – 2007.3)	54
7.1 放射線関係の部内レポート	54
7.2 化学安全関係の部内レポート	54
7.3 RAD-A	54
7.4 RAD-D	55
7.5 RAD-S	55
7.6 CHEM-A	56

## **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. Nuclear engineering, radiation physics, radiation measurements, radiochemistry, health physics, chemistry and radiation shielding are included in the research fields of the RSC's staff members. The current status of these research activities carried out in fiscal year 2007 are described here.

# 1. Radiation Protection Technology in Accelerator Facilities

## 1.1 Radiation Safety Issue for Recent Progress of KEK Electron Accelerators

K. Takahashi, H. Tawara, T. Sanami, Y. Namito, H. Nakamura, K. Saito, S. Ban

*KEK*

High energy accelerator research organization (KEK) have conducted operation of the four storage rings, Photon Factory (PF), Advanced Ring of Photon Factory (PF-AR), low energy and high energy ring of KEKB factory (LER, HER-KEKB) following single injector Linac (8 GeV/2.5 GeV e<sup>-</sup>, 3.5 GeV e<sup>+</sup>). In addition, there are the 0.05 GeV linac for slow positron production, 0.04 GeV linac for telescope array calibration and 1.5 GeV linac and dumping ring for low emittance beam test. In 2005, beam transport line of injector Linac is updated to allow continuous injection of KEKB and PF at same time. From autumn of 2006, continuous injection of PF was started after several machine study and improvement of radiation safety design around the ring. The main features of the improvement are 1) placement of beam charge control slit in front of the ring and 2) localization of injection beam loss to be shielded.

In this report, changes of these accelerators are described with detail of radiation safety design for continuous injection of KEKB and PF at same time.

*Presented at Proc 4th International Workshop on Radiation Safety at Synchrotron Radiation Sources, Canadian Light Source, June 6-8 2007.*

## 1.2 Estimation of Radioactivity Produced in Superconducting Niobium Cavities in Electron Linear Accelerators

S. Ban, H-S. Lee<sup>1</sup>

*KEK, <sup>1</sup>Pohang Accelerator Laboratory /POSTECH (Korea)*

Superconducting RF cavities are widely used in high-energy electron linear accelerators for X-ray free electron lasers and e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> linear colliders. RF cavities are made of niobium, and irradiated by high-energy electrons. Many kinds of radioactive nuclei are induced in the cavities. But it is difficult to measure the amount of the activity in a complicated geometry. To estimate the amount of activity, measurements were done in simplified geometry. Thick electron beam dumps were irradiated by 2.5 GeV electrons at the KEKB Linac in the High Energy Accelerator Research Organization (KEK), and also irradiated by 2.04 GeV electrons at the injection linac in the Pohang Accelerator Laboratory. Nb foils were placed at several depths in a beam dump. The radioactivity in Nb was measured by activation gamma-ray spectroscopy. When nuclei with half-lives greater than one day were considered, Y-88 and Zr-89 were the most important ones compared to IAEA exemption level of these nuclei.

*Presented at Proc. Conference on Accelerator & Low level Radiation Safety Inter University Accelerator Centre (IUAC), NEW DELHI India, APRIL 26-27, 2007.*

### **1.3 Prompt Dose in Front-end-enclosure of the LCLS facility for Beam Losses at BYD, ST1 and Safety Dump**

T. Sanami<sup>1,2</sup>, X. S. Mao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KEK, <sup>2</sup>SLAC

Prompt dose rates in front-end-enclosure (FEE) for beam losses at vertical bending magnet (BYD), stopper 1 (ST1) and safety dump are described for the shielding design of the LCLS 13.64 GeV-5 kW electron beam line. By using MARS15 code with MCNP option and subsection technique, results with good statistics were obtained in reasonable calculation time. Prompt dose rate distributions are represented using two dimensional plots.

*Reported in SLAC Radiation Physics note RP-07-1*

### **1.4 Radiation Safety Analysis for the Accelerator cell of E-163**

T. Sanami<sup>1,2</sup>, H. Tran<sup>2</sup>, X. S. Mao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KEK, <sup>2</sup>SLAC

The prompt dose rate outside E-163 experimental hall is described for allowing of devices to be mounted inside the accelerator cell of E-163 facility. The prompt dose rates were estimated using not only analytical method with thick target but also Monte-Calro method with 2.0 radiation length copper target. The combinations of additional 3 ft concrete wall and 30 mW power limitation or 6 ft fence around the enclosure provide sufficient dose rate reduction for the shielding design criteria.

*Reported in SLAC Radiation Physics note RP-07-2*

### **1.5 Safety Analysis for Safety Dump Line of the LCLS Facility**

T. Sanami<sup>1,2</sup>, X. S. Mao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KEK, <sup>2</sup>SLAC

Safety analysis of the safety dump line of the LCLS facility was performed to evaluate the preliminary design of PPS and BCS system. Dose rates for this evaluation were not only cited from previous reports but also calculated additionally with detail geometries from the beam dump hall to the near experimental hall. Dose rates of accessible areas during operation were estimated for normal and failure cases including 1 BCS, 2BCS, 1BCS+1PPS and 2PPS failure. As a result, dose rates in FEE and NEH are less than criteria for all failure.

*Reported in SLAC Radiation Physics note RP-07-3.*

### **1.6 Evaluation of Shielding Performance through the Comparison of Results between Commissioning Survey and Calculation for E163 Facility**

T. Sanami<sup>1,2</sup>, H. Tran<sup>2</sup>, A. Dill<sup>2</sup>, X. S. Mao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KEK, <sup>2</sup>SLAC

The shielding structure of the E163 facility for 70 MeV, 0.6W electron beam, is evaluated through the comparison of results between commissioning survey and calculations. The dose rates obtained from the calculations are in good agreement with one from the survey except for a few cases on the surface of E-163 enclosure. Owing to additional 3 ft concrete shielding blocks and fences, the dose rates at the boundary of accessible areas meet SLAC requirement for all beam loss conditions.

*Reported in SLAC Radiation Physics note RP-07-14.*

### **1.7 Code Benchmark of Muon Flux after Several Meter Iron from 14 and 18 GeV Electron Induced Reactions in Forward Direction**

T. Sanami<sup>1,2</sup>, W. R. Nelson, N. V. Mokhov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>KEK, <sup>2</sup>SLAC, <sup>3</sup>FNAL

Muon fluence after several meter iron from 14 and 18 GeV electron induced reactions are calculated by multi-particle transport Monte Carlo codes, MARS and Fluka. Both of the codes reproduce not only magnitude but also angular distribution reasonably well.

*Reported in SLAC Radiation Physics note RP-07-15.*

### **1.8 Evaluation of Beam Loss Model in BYD and its Effect to the Downstream Regions for the LCLS Radiation Safety Design**

T. Sanami<sup>1,2</sup>, M. Santana Leitner<sup>2</sup>, X. S. Mao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KEK, <sup>2</sup>SLAC

The differences on Bremsstrahlung power and dose rate in FEE and NEH are studied between two types of beam loss models in BYD1. The point loss model gives us 40 times larger Bremsstrahlung power than the uniform loss. The dose rates in FEE and NEH caused from muon generated in BYD do not show significant difference.

*Reported in SLAC Radiation Physics note RP-07-16.*

## **1.9 Radiation Safety Evaluation for Engineering Implementation of the LCLS 5 kW Electron Dump and Shielding**

T. Sanami<sup>1,2</sup>, X. S. Mao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KEK, <sup>2</sup>SLAC

The engineering implementation of the LCLS 5 kW electron beam dump and its shielding were evaluated from the view point of radiation safety. The iron surrounding the dump will consist of stack of 3" thick iron plates with the layout avoiding the gap which can reach from the dump to the concrete wall directly. The gap is filled with concrete. The thicknesses from the dump to the outside are same as previous for all direction. Only prompt dose rate in front end enclosure is reevaluated for new configuration with changing the primary electron energy to 17 GeV using revised MARS code, which could be strongly affected by muon. As a result, it becomes obvious that the engineering implementation has enough capability of radiation shielding.

*Reported in SLAC Radiation Physics note RP-07-17.*

## **1.10 Calculation of Energy Deposition Distribution and Instantaneous Temperature Rise to Design LCLS Electron Beam Dump and Stoppers**

T. Sanami<sup>1,2</sup>, M. Santana Leitner<sup>2</sup>, X. S. Mao<sup>2</sup>, W. R. Nelson<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>KEK, <sup>2</sup>SLAC

The temperature rise of LCLS 5 kW electron beam dump and 2 kW beam stoppers were estimated using EGS and Fluka codes, respectively. In order to gain confidence in the computations, the former methodology was also adopted to calculate SLC tune-up dump and stopper, where experimental values were available for comparison. A sensitivity analysis of the beam spot size and material was performed over the candidate beam dump materials.

*Reported in SLAC Radiation Physics note RP-07-18.*

## **1.11 Safety Analysis of the Safety Dump Line of the LCLS Facility with Geometries of Engineering Specification Design for NEH Phase1 Operation**

T. Sanami<sup>1,2</sup>, X. S. Mao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KEK, <sup>2</sup>SLAC

Safety analysis of the safety dump line of the LCLS facility was performed to evaluate the design described in the LCLS engineering specification documents (ESDs). In Monte Carlo calculations which are to estimate the impact on dose rate in several failure scenarios for the safety analysis, geometries are depicted for shielding wall, iron shields, magnets, beam pipes as possible as realistic based on ESD from the beam dump hall, front end enclosure (FEE) to the near experimental hall

(NEH). Dose rates in FEE and NEH were summarized for the cases of 1 BCS, 2BCS, 1BCS+1PPS and 2PPS failure. Dose rates in FEE and NEH for all of the cases are less than design criteria of miss steering situation, 400 mrem/h.

*Reported in SLAC Radiation Physics note RP-07-19.*

### **1.12. Induced Radioactivity in Concrete Shield of EP-1 Beam Line at 12GeV Proton Synchrtron Facility**

N. Kinoshita, H. Matsumura, A. Toyoda, K. Masumoto

*KEK*

It is very important to study secondary particle production from thick target and spallation nuclear reaction induced in concrete shield by secondary particles for the designing radiation protection and decommissioning process of high-energy and high intensity accelerator facility. Fifteen core samples were obtained from shielding concrete along 12 GeV proton beam-line (EP1 beam-line, KEK) and sliced in appropriate thickness. Specific activity of  $\gamma$ -ray emitters of nuclear spallation products and thermal neutron capture products and  $\beta$ -ray emitters such as  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  and  $^{36}\text{Cl}$  in concrete shield were determined. Depth profile of activity of each nuclide in 6-m-thick concrete obtained along the beam lines were compared with each other, to discuss the direction and energy of secondary particle by the data of induced nuclear reactions.

*Published in J. Nucl. Radiochem. Sci., 8, suppl. p.112 and presented at 9th Workshop on Environmental Radioactivity (KEK, March 2008).*

### **1.13 Assessment of Activation at Small Accelerator Facilities of Medical Purpose**

K. Masumoto, T. Suzuki, H. Nakamura, A. Toyoda, M. Hagiwara

*KEK*

In Japan, about 1,300 accelerators are operated and about 80% of them are small accelerators, which are mainly used for the X-ray treatment and the diagnostic purpose in the field of nuclear medicine. In order to apply the clearance system for radioactive waste, it is very important to classify the activation level and activated area based on the results of measurement and calculation. In this work, we searched several electron accelerators for X-ray treatment and small cyclotron for radioisotope production using PET on commission by the Ministry of education, science and culture. In case of electron linear accelerators, we can generally classify them into three types, such as 6, 10 and 15 MeV. In case of small cyclotron, 10, 12 and 18 MeV protons are mainly used. As the criterion for activation of small cyclotron, the shield design surround a cyclotron is very important.

*Presented at the 6th symposium on Japan Society of Radiation Safety Management, Sendai, 5-7 Dec, 2007.*

#### **1.14 In-situ Determination of Specific Activity Induced in Accelerator Components**

A. Toyoda, N. Kinoshita, H. Matsumura, K. Masumoto

*KEK*

In case of the maintenance and decommissioning of accelerator facilities, various types and huge volume of materials should be handled. In order to evaluate the specific radioactivity in such materials for sorting them into non-radioactive level, clearance level and activated level, validation test of the measurement system is very important. A portable and vertical type Ge-detectors have been used for the non-destructive determination of radioactivity without calibration sources. We tried to use the software ISOCS and LabSOCS made by Canberra Co.Ltd. for calibration of detection efficiency and several calibration standards and various types of materials have been measured to evaluate the accuracy. Results show the good agreement with the measured efficiency, except for the low energy gamma-rays less than 100keV and for the close geometry between source to detector.

*Presented at 6th Symposium of the Society of Radiation Safety Management , Dec., 2007, Sendai.*

#### **1.15 Adsorption Behavior of Radionuclides on Ion-exchange Resin from Cooling Water for the K2K Target and Magnetic Horns**

H. Matsumura, N. Kinoshita, A. Toyoda, K. Masumoto, K. Bessho, M. Hagiwara, Y. Yamanoi

*KEK*

In a water cooling system for target and magnetic horns in a long-baseline neutrino oscillation experiment from KEK to Kamioka (the K2K experiment), we determined the activities of  $^7\text{Be}$ ,  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{88}\text{Y}$ ,  $^{101\text{g}}\text{Rh}$ ,  $^{102\text{m}}\text{Rh}$ , and  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  collected on ion-exchange resin in a demineralizer by  $\gamma$ -ray spectrometry. The total activity of the individual nuclides was estimated to range from 0.9 MBq to 0.7 GBq at the end of the machine operation. The distributions of the activities in the column were different for different nuclides and were classified into three types:  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{57}\text{Co}$ , and  $^{60}\text{Co}$  were distributed near the inlet of the column;  $^{22}\text{Na}$  and  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  were distributed at the middle of the column; and  $^7\text{Be}$ ,  $^{88}\text{Y}$ ,  $^{101\text{g}}\text{Rh}$ , and  $^{102\text{m}}\text{Rh}$  were uniformly distributed over the entire column. We clarified the adsorption behavior of the radioactive nuclides on the ion-exchange resin from the cooling water.

*Presented at the 11th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-11) and 15th Topical Meeting of the Radiation Protection & Shielding Division of ANS (RPSD-2008), Apr. 13-18, 2008, Atlanta, USA.*

### **1.16 Detailed Spatial Measurements and Monte Carlo Analysis of the Transportation Phenomena of Thermal and Epithermal Neutrons from the 12-GeV Proton Transport Line to an Access Maze**

H. Matsumura, T. Miura, A. Toyoda, N. Matsuda, M. Numajiri, H. Nakashima,  
K. Masumoto, T. Suzuki, K. Saito

*KEK*

In order to investigate the neutron transportation from a beam-line tunnel to an access maze at a 12-GeV proton accelerator, we measured the spatial distribution of thermal and epithermal neutrons by using the Au activation method in detail. Gold foils were placed at about 70 positions in the maze in the case of the insertion (or extraction) of a copper target of 1 mm thickness into (or from) the beam axis in front of the maze. After the end of accelerator operation, relative activities of the Au foils were simultaneously measured by using an imaging plate technique and the radioactivity of one reference foil was also measured with a HPGe detector to convert to the absolute activities of all foils.

It was found that the neutrons reach to the depth of the maze in the case of the insertion of the copper target. This result reflects higher proportion of high energy particles from the copper target to that from other beam loss points and high energy particles become the successive source of low energy neutrons. Furthermore, it was found that several circumstances such as door walls and electric wire cables obviously affect the absorption effect of thermal neutrons. The reaction rates obtained in this study were also used for the benchmark of the Monte Carlo simulation code, MARS15 (version of February 2008). The results of the MARS15 calculations precisely reproduced experimental results and significant effects of the electric wire cables and door walls.

## 2. Research in Radiation Physics and Detector Development

### 2.1 Average Energies Required per Scintillation Photon and Energy Resolutions in Inorganic and Organic Scintillation Crystals for Gamma-rays

S. Sasaki, H. Tawara, K. Saito, M. Miyajima<sup>1</sup>, E. Shibamura<sup>2</sup>  
*KEK, <sup>1</sup>Waseda Univ, <sup>2</sup>Saitama Prefectural Univ.*

The determination of  $W_s$ -value, an average energy to produce one scintillation photon, has been attempted for gamma-rays in inorganic scintillators and plastic scintillators from the absolute numbers of photoelectrons measured for several combinations of a scintillator and a photo-multiplier tube (PMT) used as a vacuum photodiode. In succession from the previous work, where  $W_s$  for CsI(Tl) was determined to be 15.0 eV and that for NaI(Tl) 13.3 eV, the values of  $W_s$  have been measured for the crystals of LSO, BGO, YAP(Ce), PWO, CWO, GSO, CsI(Na), and LaBr(Ce). The measurements were also performed for organic crystals of p-terphenyle and anthracene, and for plastic scintillators (EJ-2000 and pure-CVT).

*Presented at the 68<sup>th</sup> meeting of Japanese Society of Applied Physics.*

### 2.2 Energy Dependence of W-values for Heavy Charged Particles in Gases.

S. Sasaki, T. Sanami, H. Tawara, K. Iijima, K. Saito, T. Murakami<sup>1</sup>  
*KEK, <sup>1</sup>NIRS*

For determination of  $W$ , an average energy to produce an ion pair, in gases at atmospheric pressures for heavy ions, an apparatus consisting of a particle-energy degrader, an ionization chamber and a time-of-flight energy spectrometer was constructed, where two types of pulse operation modes in an ionization chamber were employed. Using heavy-ion beams from an accelerator, the values of  $W$  were measured for He<sup>2+</sup>, C<sup>6+</sup>, and N<sup>7+</sup> ions in air and tissue-equivalent gas of the pressures of 500 to 760 Torr as a function of the energy of ions. For C<sup>6+</sup> and N<sup>7+</sup> ions, the energy dependence of  $W$  was clearly observed in both gases, while  $W$  for He<sup>2+</sup> ions was approximately constant over a wide range of the energy. The differential  $W$ -values were also measured in two gases. In air, the differential  $W$ -values for C<sup>6+</sup> and N<sup>7+</sup> ions are almost equal to the value of  $W$  for high energy electrons.

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

*Presented at 2007 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, Oct.27-Nov.3, 2007 Honolulu, Hawaii, USA.*

*Published in IEEE Nucl. Sci. Symp. Conf. Record, 606-609 (2007).*

## 2.3 Development of Position Sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber (PS-TEPC)

### 2.3.1 Development of Position Sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber (PS-TEPC) for Dosimetry in Space and around Accelerators

S. Sasaki, H. Tawara, K. Terasawa<sup>1,3</sup>, T. Doke<sup>1,3</sup>, K. Miuchi<sup>2</sup>, T. Nagayoshi<sup>2</sup>, H. Matsumoto<sup>3</sup>  
*KEK, <sup>1</sup>Waseda Univ., <sup>2</sup>Kyoto Univ., <sup>3</sup>JAXA*

Radiation effects on human body are evaluated using dose equivalent  $H$ , defined as the product of the absorbed dose and the quality factor given as a function of LET. In space, there exist many kinds of radiations, such as galactic cosmic rays and geomagnetic trapped particles, where charged particles and neutrons are the main components contributing to radiation dose in space. Since LET of these radiations widely distributes, it is essential to measure directly LET for evaluation of  $H$  in space. The Tissue Equivalent Proportional Counter (TEPC) has been used as a standard space dosimeter, which is a simple gas counter made of tissue equivalent materials. In TEPC, since no position information is given, a lineal energy is measured instead of LET. Obviously the lineal energy does not represent LET accurately. The dose obtained using TEPC is reported to be inconsistent with those measured with real LET spectrometers. We started to develop a new dosimeter named as Position Sensitive Tissue Equivalent Chamber (PS-TEPC), which is based on a time projection chamber using Micro Pixel Chamber ( $\mu$ -PIC) as twodimensional position-sensitive detector. In this study, we aim to demonstrate feasibility of PS-TEPC and to complete a prototype of PS-TEPC usable in space. The performance was tested by using the heavy ion beams to examine its abilities of 3D-tracking and energy measurement.

*Presented partly at 2007 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, Oct.27-Nov.3, 2007 Honolulu, Hawaii, USA, and the 22th Workshop of Radiation Detectors and Their Uses, Feb.5-7, 2007.*

*Published in IEEE Nucl. Sci. Symp. Conf. Record, 1826-1829 (2007), and partly in KEK Proceedings 2007-12, 213-219 (2007).*

### 2.3.2 Response of a Micro Pixel Chamber to Heavy ions with the Energy of Several Hundreds of MeV/n

T. Nagayoshi<sup>1</sup>, T. Doke<sup>1</sup>, Y. Fujita<sup>1</sup>, K. Hattori<sup>2</sup>, K. Ishida<sup>2</sup>, J. Kikuchi<sup>1</sup>, H. Kitamura<sup>2</sup>, H. Kubo<sup>2</sup>, H. Matsumoto<sup>3</sup>, K. Miuchi<sup>2</sup>, H. Nishimura<sup>2</sup>, K. Saito, S. Sasaki, H. Sekiya<sup>2</sup>, A. Takada<sup>2</sup>, T. Tanimori<sup>2</sup>,  
K. Terasawa<sup>1</sup>, H. Tawara, Y. Uchihori<sup>4</sup>, K. Ueno<sup>2</sup>  
*KEK, <sup>1</sup>Waseda Univ., <sup>2</sup>Kyoto Univ., <sup>3</sup>JAXA, <sup>4</sup>NIRS*

Beam tests were performed for a Micro Pixel Chamber ( $\mu$ -PIC) with a detection volume of 10 x 10 x

10 cm<sup>3</sup> to investigate the response to heavy ions. The three-dimensional tracks of carbon, silicon, and iron beams were successfully observed and their track lengths were measured. Additionally, Linear Energy Transfer (LET) distributions of each ion were obtained, and the mean LET values were consistent with the theoretical calculation of mass stopping power within an error of ~10%. This detector is a candidate for an ideal dosimeter in space.

*Published in Nucl. Instr. Meth. A 581, 110-114 (2007).*

#### **2.4 Study of Scintillation in Helium Mixed with Xenon to Development Thermal Neutron Detectors**

K. Saito, S. Sasaki, H. Tawara, T. Sanami, E. Shibamura<sup>1</sup>

*KEK, <sup>1</sup>Saitama Prefectural Univ.*

We have been studying transfer of luminescence origin from helium to xenon by adding a small amount of xenon to helium. Luminescence spectra, scintillation yields and time profiles in the mixture were measured. From the measurements of luminescence spectra, we observed scintillation photons emitted in the 140-210 nm wavelength region with a peak around 173 nm in the He/Xe mixture. The scintillation yields and time profiles were measured using a PMT sensitive to photons with wavelengths of 115-300nm. Decay time of scintillation in He/Xe is shorter than the decay time of He<sub>2</sub><sup>\*</sup>. The scintillation yield increased with increasing xenon fraction. However, scintillation yield without recombination light is saturated above 0.06 MPa of xenon pressure.

*Published in Nucl. Instr. Meth. A 581 (2007) 119-122*

#### **2.5 Development of Neutron Monitors with Wide Range Dose Response from Thermal to GEV**

M. Hagiwara, T. Sanami, T. Michikawa, S. Sasaki

*KEK*

We developed neutron dosimeters with sufficient sensitivity for high-energy neutron and for area monitoring around high-energy accelerator facility on the basis of a rem counter technique. We designed and fabricated two different types of extended range rem counters for their practical purposes: 1) high-sensitivity fixed type, 2) lighter-weight survey meter type. These designs were carried out using two 3-D Monte-Carlo neutron transport codes (MCNPX and PHITS). The results of the calculation show a good agreement with the dose conversion functions. Although the sensitivity of 2) is comparable to a conventional AB rem counter, for 1) twenty-five times higher sensitivity is achieved.

*Published in KEK proceedings 2007-12 "Proceedings of the 21h Symposium on Radiation detector and their use", December 2007.*

## 2.6 Differential Cross Sections of Neutron-Induced Fragment-Emission Reactions for a Microdosimetry Study

M. Hagiwara, T. Sanami, T. Oishi<sup>1</sup>, S. Kamada<sup>1</sup>, T. Okuji<sup>1</sup>, S. Tanaka<sup>2</sup>, H. Nakashima<sup>3</sup> and M. Baba<sup>1</sup>  
*KEK, <sup>1</sup>Tohoku Univ., <sup>2</sup>NIRS, <sup>3</sup>JAEA*

Experimental differential cross sections of fragment emission (p, d, t, alpha, Li, Be and B), which were obtained for tens of mega electron volt neutrons on carbon and aluminum, using a counter telescope array and a Bragg-curve counter specially developed for neutron-induced reactions, are presented and compared with theoretical calculations using various reaction models. A calculation with the ISOBAR and GEM models was found to reproduce the experimental data except for an underestimation in non-equilibrium processes. Calculations of the energy deposition by neutrons in a thin silicon layer show significant differences among the model employed.

*Published in Rad. Pro. Dos., Vol 126 No. 1-4. pp.104-108 (2007).*

## 2.7 Development of a Multi-sample Analysis System for CR-39 PNTDs and the Application for High-energy Neutron Dosimetry

H. Tawara<sup>a</sup>, T. Doke<sup>b</sup>, N. Hasebe<sup>b</sup>, S. Kodaira<sup>b</sup>, N. Yasuda<sup>c</sup>  
*<sup>a</sup>KEK, <sup>b</sup>Waseda Univ., <sup>c</sup>NIRS*

We have developed an automatic multi-sample analysis system for track-etch detectors such as CR-39 plastic and BP-1 glass. The performance test of the system was conducted for the application of fast neutron dosimetry. The system allows us to analyze etched tracks of neutron-induced secondary charged particles on the surfaces of CR-39 samples with an analysis field of about 4 cm<sup>2</sup>/sample at a scan rate of ~100 sample/day.

## 2.8 Ultra-heavy Cosmic Ray Observation for Nuclear Astrophysics

N. Hasebe, T. Doke, M. Hareyama, K. Sakurai, O. Okudaira, S. Torii, M. Takano,  
T. Miyachi, M. Miyajima, S. Kodaira<sup>1</sup>, N. Yamashita, N. Yasuda<sup>1</sup>, H. Tawara<sup>2</sup>, S. Nakamura<sup>3</sup>,  
K. Ogura<sup>4</sup>, H. Shibuya<sup>5</sup>  
*Waseda Univ., <sup>1</sup>NIRS, <sup>2</sup>KEK, <sup>3</sup>Yokokana National Univ., <sup>4</sup>Nihon Univ., <sup>5</sup>Toho Univ.*

Ultra-Heavy COSmic-Ray Observation Program for nuclear astrophysics (UHCOCROP) using solid state nuclear track detectors (CR-39 plastic and BP-1 glass) was newly proposed for measuring nuclear composition of galactic cosmic rays with high mass resolution.

## 2.9 Development of a Space Radiation Dosimetry System 'PADLES'

A. Nagamatsu, M. Masukawa, S. Kamigaichi, M. Masaki<sup>1</sup>, H. Kumagai<sup>1</sup>, N. Yasuda<sup>2</sup>,

H. Yasuda<sup>2</sup>, T. Hayashi<sup>3</sup>, E. Benton<sup>4</sup>, H. Tawara<sup>5</sup>  
*JAXA, <sup>1</sup>AES, <sup>2</sup>NIRS, <sup>3</sup>Waseda Univ., <sup>4</sup>ERI, <sup>5</sup>KEK*

We have developed a passive dosimeter for life science experiments in space (PADLES). The PADLES package consists of CR-39 plastic nuclear track detectors and a thermoluminescent Dosimeter. PADLES is to be utilized for monitoring radiation doses in the Japanese Experiment Module 'Kibo' of the ISS and personal dosimetry of Japanese astronauts.

### **3. Experimental Technology and Monte Carlo Simulation Related to Radiation Shielding**

#### **3.1 Research Related to EGS Code**

##### **3.1.1 Investigation of Electron Backscattering Experiments**

Y. Kirihara<sup>1</sup>, Y. Namito<sup>2</sup>, H. Hirayama<sup>2</sup>, M. Hagiwara<sup>2</sup>, H. Iwase<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*The Graduate University for Advanced Studies*, <sup>2</sup>*KEK*

We have investigated eight typical experiments of electron backscattering, and have compared experimental data. Electron backscattering coefficients  $\eta$  were measured for a few keV to tens of MeV monoenergetic electrons on targets of  $Z=4$  to 92 materials in the experiments. A Faraday cup, an ionization chamber, a silicon detector and an electron probe micro analyzer (EPMA) were used as a detector. In a few keV to hundreds keV, the experiment data had the difference within 22 %. The experiment data except Dressel's had the difference within 14 % for Al, Cu, Ag, Au and U target in a few to tens of MeV. In contrast, Dressel's data are significantly higher than other data.

*Presented at the Fourteenth EGS User's Meeting in Japan (7- 9 Aug. 2007, KEK, Tsukuba), and published in KEK Proc.2007-5 (2007).*

##### **3.1.2 Testing the K, L Shell Fluorescence Yield and Coster-Kronig Coefficients from EADL and from Campbell's Paper**

I. Orion, Y. Namito<sup>1</sup>, Y. Kirihara<sup>2</sup>, H. Hirayama<sup>1</sup>

*Ben-Gurion University of the Negev (Beer-Sheva, Israel)*, <sup>1</sup>*KEK*,

<sup>2</sup>*The Graduate University for Advanced Studies*

The latest data of fluorescence and Coster-Kronig yields in use in EGS5 was adopted from The Table of Isotopes eighth edition. Since the fluorescence and Coster-Kronig yields from the Table of Isotopes were taken from several previous sources, it became reasonable to inspect these yields with a more updated database. In this work, we report the results of the fluorescence yields comparisons performed between the data from The Table of Isotopes and EADL the data from the Livermore Evaluated Atomic Data Library. The EADL data, in general, showed several percents difference in comparison with the previously used data and in some points the difference was tremendous. The updated database in EGS5 was tested and compared to previous simulation results for K-X-rays emission spectra of copper titanium and iron targets. The total counts of each fluorescence emission was calculated using EGS5 and was compared with experimental measurements results for polarized photon beams with incident energies of 20, 30 and 40 keV. The use of EADL database for atomic fluorescence K X-rays emission in the simulations, improved the matching between measured-to-calculated counts ratios. The EADL L subshell fluorescence emissions led to some

discrepancies, and therefore alternative L subshell and Coster-Kronig yields were examined to be used in the EGS5 Monte Carlo simulation code system. Campbell summarized the differences in the L shell fluorescence yields and Coster-Kronig yields from several databases and provided recommended values. The use of the Campbells' yields values in the EGS5 simulations resulted improved measured-to-calculated counts ratios for the L fluorescence emission in gadolinium, tungsten and lead targets.

*Presented at the Fourteenth EGS User's Meeting in Japan (7- 9 Aug. 2007, KEK, Tsukuba), and published in KEK Proc.2007-5 (2007).*

### **3.1.3 Upgrade of CGVIEW (Particle Trajectory and Geometry Display Program)**

T. Sugita, A. Takamura, Y. Namito<sup>2</sup>, H. Hirayama<sup>2</sup>  
*Science System Laboratory, <sup>1</sup>KEK*

In a calculation using the EGS code, it is important and convenient to check geometry for calculation and particle trajectory visually for validating of the calculation conditions. Also, a graphical interface is useful for understanding the interactions. For these purposes, EGS particle trajectory and geometry 3D-display program CGVIEW has made.

*Presented at the Fourteenth EGS User's Meeting in Japan (7- 9 Aug. 2007, KEK, Tsukuba), and published in KEK Proc.2007-5 (2007).*

### **3.1.4 Measurement of Monochromatic Radiation Using a Proportional Counter and Comparison with EGS5 Simulations**

Y. Kirihara, Y. Namito<sup>1</sup>, H. Hirayama<sup>1</sup>, M. Hagiwara<sup>1</sup> and H. Iwase<sup>1</sup>  
*The Graduate University for Advanced Studies, <sup>1</sup>KEK*

We have performed a mono-energetic photon scattering experiment at the BL-14C in KEK Photon Factory (PF experiment). Photons scattered by C, Cu and Ti target were measured by a proportional counter located at theta = 90. The experimental data were compared with calculations using the EGS5 code. The calculation and measurement of Compton peaks had the difference within 7%, and K-X peak had the difference within 24% for Cu and 7% for Ti target. In addition, we have performed Cu, Rb, Mo and Ag K-X ray measurements from variable energy X-ray source using a Ge detector and a proportional counter and compared the measurement data of the two detectors (RI experiment). The intensities of K-X peaks of the two measurements had difference within 16%.

*Presented at the Fourteenth EGS User's Meeting in Japan (7- 9 Aug. 2007, KEK, Tsukuba), and published in KEK Proc.2007-5 (2007).*

### **3.1.5 Evaluation of External Radiation Exposure of Human Involved in Equine Bone Scintigraphy (No.2)**

E. Kobayashi, K. Oono, M. Nishioka, T. Kakizaki, S.Wada, M. Natsuhori<sup>1</sup>,  
Y. Namito<sup>2</sup>, H. Hirayama<sup>2</sup>, N. Ito

*School of Veterinary Medicine, Kitasato University, <sup>1</sup>The University of Tennessee, Department of  
Small Animal Clinical Sciences C247 Veterinary Teaching Hospital, <sup>2</sup> KEK*

The purpose of this study is to obtain the basic data for radiation safety in the veterinary nuclear medicine. Therefore, human external radiation dose in equine bone scintigraphy was evaluated by using EGS4. Using CGview, we made mathematical phantom of a horse. The phantom has heart, liver, kidney, bladder, lungs, muscle (water equivalent) and bone. The phantom radiation detectors were set up in a position of 0 m, 1 m and 2 m from surface of the body. An effective dose was calculated using a conversion factor by the energy and the fluence of the photon which pass through a detector. The equine bone scintigraphy used radiopharmaceutical labeled with 99mTc. The biodistribution of the medicine differs at the time after administration, and it influences on dose rate around the horse.

Therefore we assumed that the pattern of biodistribution changed into three kinds with the passage of time, and we compared the calculation result and the actual measured value. In addition, created scattered radiation by mesurer himself may effect on dose rate when he stands near a horse. For this evaluation, we put a human phantom to left 30 cm of the horse phantom, and compared dose rate with the right side and the left side. Exposure dose of the general public is a problem after a horse left the hospital. It was assumed that there was a man in a position of 0m and 1m from surface of a horse until radioactivity became extinct after release. The cumulative radiation exposure dose after 24 hours was 42  $\mu$ Sv. It was about 4% of 1 mSv (the radiation dosage safety limit of the general public of the ICRP advice) and supposed that this dose was low enough.

*Presented at the Fourteenth EGS User's Meeting in Japan (7- 9 Aug. 2007, KEK, Tsukuba), and published in KEK Proc.2007-5 (2007).*

### **3.1.6 External Dose Distribution of the Canine Body in Veterinary Nuclear Medicine Estimated by Using EGS4**

M. Nishioka, K. Oono, E. Kobayashi, A. Shibata, T. Kakizaki, S. Wada, T. Sano, Y. Namito<sup>1</sup>,  
H. Hirayama<sup>1</sup>, N. Ito

*School of Veterinary Medicine, Kitasato University, <sup>1</sup>KEK*

Human external exposure dose from the dog which administered radiopharmaceutical in veterinary nuclear medicine was evaluated. The mathematical phantom that modeled a real dog was made

anatomical faithfully to examine canine internal exposure in the future. External dose rate of the canine body in veterinary nuclear medicine was estimated by using EGS4. It was guessed that the existence of urine influenced the dose rate. Therefore the simple urinary mathematical phantom was made, to evaluate the exposure to the human from the canine excreted urine. Using CGview, the canine and urinary mathematical phantoms were made.  $^{99m}\text{Tc}$  was used as a radioisotope (RI) in this study.

The RI distribution of canine body was assumed the two cases. One is the distribution in proportion to the weight of the internal organs, and another is considering the kinetic distribution of the pharmacy. Furthermore, the differences of dose rate by the occurrence of urination were evaluated. The detectors were installed in the position of 0 cm, 30 cm and 100 cm from the body surface of the dog in the vicinity of head, heart, liver, bladder, and trunk center. The dose rate was greatly different because of two kinds of inside of the body distribution at two hrs after administration. Moreover, there was a great difference at the dose rate from the dog at nearer position when urine existed in the bladder.

In the stage of the early period of RI dosage, the exposure dose from urine was the problem as human external dose.

*Presented at the Fourteenth EGS User's Meeting in Japan (7- 9 Aug. 2007, KEK, Tsukuba), and published in KEK Proc.2007-5 (2007).*

### **3.2 The EGS Workshop, Class and User Support**

H. Hirayama, Y. Namito

*KEK*

The fourteenth EGS workshop in Japan was held and 85 persons participated in the workshop from outside KEK. As the parts of the 14th EGS workshop, EGS short course was held.

As one of the center of EGS distribution, we continue supports concerning EGS including outside Japan, They are distributed in wide range from primitive questions of beginners to complicated ones from EGS experts. Instructions were made using e-mail.

### **3.3 Calculation of Secondary Neutron Spectra from 2 GeV Electron-induced Reactions Using MARS15 Code**

T. Sanami, S. Ban, H.S. Lee<sup>1</sup>, K. Takahashi, T. Sato

*KEK, <sup>1</sup>Pohang Accelerator Laboratory /POSTECH (Korea)*

The secondary neutron spectra from 2-GeV electron-induced reactions for various thicknesses of materials were calculated by using the latest 9 version of the MARS Monte-Carlo code to evaluate its applicability for shielding calculation of high-energy electron accelerator by comparing with

experimental results. The results of the calculation in simplified geometry reproduce well the energy dependence of the experimental results. The agreement in magnitude between the experiment and the calculation is very good for thick targets and becomes worse on decreasing the target thickness. These results will be helpful for further improvements around 1 GeV in the photo-nuclear model of the CEM03 event 13 generator used in MARS15; however, the effects of surrounding materials should be estimated.

*Published in Radiat. Meas. (2007), 41, S283-S288.*

## 4. Nuclear Chemistry and Radiochemistry

### 4.1 Detection of $p$ -process $^{146}\text{Sm}$ Nuclide by Accelerator Mass Spectrometry

N. Kinoshita<sup>1</sup>, T. Hashimoto<sup>2</sup>, T. Nakanishi<sup>2</sup>, A. Yokoyama<sup>2</sup>, H. Amakawa<sup>3</sup>, T. Mitsugashira<sup>4</sup>, T. Ohtsuki<sup>4</sup>, N. Takahashi<sup>5</sup>, J.P. Greene<sup>6</sup>, D.J. Henderson<sup>6</sup>, C.L. Jiang<sup>6</sup>, H.Y. Lee<sup>6</sup>, M. Notani<sup>6</sup>, R.C. Pardo<sup>6</sup>, N. Patel<sup>6</sup>, K.E. Rehm<sup>6</sup>, R. Scott<sup>6</sup>, R. Vondrasek<sup>6</sup>, L. Jisonna<sup>7</sup>, P. Collon<sup>8</sup>, D. Robertson<sup>8</sup>, C. Schmitt<sup>8</sup>, X.D. Tang<sup>8</sup>, Y. Kashiv<sup>9</sup>, M. Paul<sup>9</sup>

<sup>1</sup>KEK, <sup>2</sup>Kanazawa Univ., <sup>3</sup>The Univ. of Tokyo, <sup>4</sup>Tohoku University, <sup>5</sup>Osaka University, <sup>6</sup>Argonne National Laboratory, <sup>7</sup>Northwestern Univ., <sup>8</sup>Univ. of Notre Dame, <sup>9</sup>Hebrew University

The  $^{146}\text{Sm}$  nuclide (half-life= $1.03 \times 10^8$  a) belongs to the small family of nuclides produced by the nucleosynthesis  $p$ -process. Its presence as live radionuclide in the Early-Solar System was established by the study of isotopic anomalies of its  $^{142}\text{Nd}$  a daughter in meteorites. Interestingly, a different in  $^{142}\text{Nd}$  isotopic signatures has been also discovered between terrestrial and chondritic material, leading to new insight in the chronology of planetary formation. We have developed a method for  $^{146}\text{Sm}$  detection by positive-ion high-energy accelerator mass spectrometry (AMS) at the Argonne ATLAS facility, using a gas-filled magnet for the isobaric  $^{146}\text{Sm}$ -Nd separation.  $^{146}\text{Sm}$  samples were produced by  $(\gamma, n)$ ,  $(n, 2n)$  and  $(p, 2n\epsilon)$  activation of enriched  $^{147}\text{Sm}$  target. A new determination of the  $^{146}\text{Sm}$  half-life is in progress, based on the measurement of the  $^{146, 147}\text{Sm}$   $\alpha$  activity ratio of the irradiated targets and the AMS determination of their  $^{146}\text{Sm}/^{147}\text{Sm}$  atom ratio. Special attention is given to the absolute determination of this ratio and methods under development will be described. The present detection sensitivity of the  $^{146}\text{Sm}/^{147}\text{Sm}$  ratio of the order of  $10^{-12}$  will allow us to measure the  $^{147}\text{Sm}(\gamma, n)^{146}\text{Sm}$  reaction cross section, of importance in the  $p$ -process synthesis of  $^{146}\text{Sm}$ .

*Presented at the Conf. on Nuclear Astrophysics, Indiana, 19-21 Aug. 2007.*

### 4.2 Incorporation Rate Measurements of $^{10}\text{Be}$ , $^{230}\text{Th}$ , $^{231}\text{Pa}$ , and $^{239, 240}\text{Pu}$ Radionuclides in Manganese Crust in the Pacific Ocean: A Search for Extraterrestrial Material

N. Kinoshita<sup>1</sup>, Y. Sato<sup>2</sup>, T. Yamagata<sup>3</sup>, H. Nagai<sup>3</sup>, A. Yokoyama<sup>2</sup>, T. Nakanishi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KEK, <sup>2</sup>Kanazawa Univ., <sup>3</sup>Nihon University

In order to estimate the deposition rate of extraterrestrial material onto a manganese crust in a search for supernova debris, we analyzed the contents of  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{231}\text{Pa}$ , and  $^{239, 240}\text{Pu}$  in a sample of manganese crust collected from the North Pacific Ocean. On the basis of the depth profile of  $^{10}\text{Be}$ , the growth rate of the manganese crust was determined to be 2.3 mm Myr<sup>-1</sup>. The uptake rates of  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{230}\text{Th}$ , and  $^{231}\text{Pa}$  onto the manganese crust were estimated to be 0.22–0.44%, 0.11–0.73%, and 1.4–4.5%, respectively, as compared to the deposition rates onto the deep-sea sediments near the

sampling station, while that for  $^{239,240}\text{Pu}$  was 0.14% as compared to the total inventory of seawater and sediment column. Assuming that sinking particles represent 0.11–4.5% of the uptake rates, the deposition rate of extraterrestrial material onto the manganese crust was estimated to be 2–800  $\mu\text{g cm}^{-2}\text{Myr}^{-1}$  according to the uptake of  $^{10}\text{Be}$  onto the manganese crust. Further, our estimate is similar to the value of 9–90  $\mu\text{g cm}^{-2}\text{Myr}^{-1}$  obtained using the integrated global production rate of  $^{10}\text{Be}$  and the deposition rate of  $^{10}\text{Be}$  onto the manganese crust.

*Published in J. Oceanography, 63, 2007, 813 – 820.*

#### **4.3 List-mode Coincidence Data Analysis for Highly Selective and Low Background Detection of Gamma-nuclides in Activated Samples**

H. Matsumura, K. Masumoto, A. Toyoda, N. Kinoshita

*KEK*

Highly selective and sensitive  $\gamma$ -ray detection was performed by coincidence and anticoincidence event analysis after list-mode data acquisition using an HPGe spectrometer equipped with NaI(Tl) and plastic scintillation detectors. In order to obtain the most suitable detection of specific nuclides, coincidence or anticoincidence spectra could be freely constructed by extracting events with particular time and energy correlations. Although the detector arrangement of this system was the same as that of a typical Compton suppression spectrometer, background counts were drastically reduced and  $\gamma$ -rays of particular nuclides could be selectively detected by using  $\gamma$ - $\gamma$ ,  $\gamma$ -X,  $\gamma$ -X-X, and  $\gamma$ - $\beta^+$  coincidences.

*Presented at the 12th International Conference on Modern Trends in Activation Analysis (MTAA-12), Sep. 16-21, 2007, Tokyo, Japan.*

#### **4.4 Yield Measurements of Spallation Nuclides Produced by Fast Muons on Al and Cu in the NuMI Secondary Beam Course of FNAL**

The JASMIN collaboration

We measured the yields of spallation nuclides produced by fast muons on Al and Cu targets in the NuMI secondary beam course of the Fermi National Accelerator Laboratory (FNAL). The yields of various spallation products could be measured, and the relative variations in the yield up to a depth of ~70 m in rock were almost the same, regardless of the products. The yields displayed a steep decrease between the depths of 0 m and 10 m in the rock. However, beyond 10 m, the yields displayed a gradual decrease. The yields on Cu were fitted to Rudstam's empirical formula for estimating spallation yields. The Rudstam parameter P for the muon reaction obtained at the rock surface is similar to that for a photonuclear reaction in which the energy transfer to a nucleus is

saturated.

*Presented at the 9th Workshop on Environmental Radioactivity, Mar. 27-28, 2008, Tsukuba, Japan.*

#### **4.5 Yield Measurements of Spallation Nuclides on Au Irradiated by Neutrons that Penetrated a Thick Iron Shield at AP0 of FNAL**

The JASMIN collaboration

In order to detect high energy neutrons that penetrated a thick iron shield at AP0 of FNAL, yields of various spallation products in Au activation detectors were measured by gamma-ray spectrometry after machine operation. We successfully measured the yields of Au-196 to Yb-169, which have nuclear reaction thresholds up to several hundred MeV.

## 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及び化学安全を含めた環境問題に責任を持つ。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

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

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	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）	穂積 憲一 飯島 和彦	管理区域責任者 管理区域業務担当
第 2 区域 PS 実験施設	松村 宏 萩原 雅之 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	佐々木 慎一 飯島 和彦	管理区域責任者 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	高橋 一智 佐波 俊哉 高橋 一智 佐波 俊哉 高橋 一智 岩瀬 宏	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  BT ライン  大強度放射光施設  アセンブリーホール	齋藤 究 松村 宏 中村 一 佐波 俊哉 中村 一 中村 一 波戸 芳仁 中村 一 波戸 芳仁 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 管理区域責任者 管理区域副責任者、兼業務担当 管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当 管理区域責任者 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 豊田 晃弘	管理区域責任者 管理区域副責任者、兼業務担当

<p>第7区域</p> <p>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</p>	<p>榎本 和義 豊田 晃弘</p>	<p>管理区域責任者 管理区域副責任者、兼業務担当</p>
--	------------------------	-----------------------------------

平成19年(2007年)11月現在

## 1.2 放射線業務分担

業務	氏名
<p>管理事務</p> <p>(区域立入記録) (被曝管理) (管理事務・従事者登録)</p>	<p>榎本 和義 穂積 憲一 俵 裕子 豊島 規子</p>
<p>出入管理システム</p>	<p>穂積 憲一 佐波 俊哉 齋藤 究 高橋 一智</p>
<p>放射性物質等</p> <p>(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)</p>	<p>榎本 和義 豊田 晃弘 飯島 和彦 波戸 芳仁 松村 宏 豊田 晃弘 萩原 雅之 中村 一</p>
<p>環境放射能</p>	<p>豊田 晃弘 高原 伸一</p>
<p>集中放射線監視システム (放射線モニター、監視システム)</p>	<p>佐々木 慎一 佐波 俊哉 齋藤 究 穂積 憲一 飯島 和彦</p>
<p>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)</p>	<p>豊田 晃弘 高原 伸一 飯島 和彦 高橋 一智 豊田 晃弘</p>
<p>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)</p>	<p>佐々木 慎一 穂積 憲一 飯島 和彦</p>

	(アラームメータ、ポケット線量計)	齋藤 究 高橋 一智
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 高橋 一智
機構長の指定する発生装置等	(電子系) (ハドロン系)	俵 裕子 佐波 俊哉 松村 宏
安全教育		伴 秀一 近藤 健次郎 鈴木 健訓
出版物等	(安全の手引き、パンフレット等)  (安全ビデオ)	鈴木 健訓 千田 朝子 俵 裕子 波戸 芳仁
情報管理	(WEB 製作等)	榎本 和義 佐波 俊哉 松村 宏 豊田 晃弘 岩瀬 宏

### 1.3 化学安全管理体制

化学安全管理業務 (総括) (事務)	平 雅文 吉岡 綾
水質検査	吉岡 綾
化学薬品管理システム	平 雅文
危険物、毒劇物の管理	別所 光太郎
実験廃液処理	別所 光太郎
RI 排水処理	平 雅文 吉岡 綾
作業管理	平 雅文 吉岡 綾
環境管理	平 雅文 別所 光太郎

## 2. 放射線安全管理関係

### 2.1 区域管理関連

#### 2.1.1 第1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。

以下の申請が行われた。

陽子加速器施設（PS とする）の一部廃止、並びに同施設に於ける加速粒子及び加速エネルギー等に関する変更申請を行い、承認された。内容は以下の通りである。

a) 主リングの廃止及びインターロックの変更

b) ブースターダンプラインの廃止

c) ブースターダンプの新設

d) 加速エネルギーの変更

・リニアックの最大出力を  $1.35\text{MeV} \cdot \text{mA}$  から  $2.25\text{MeV} \cdot \mu\text{A}$  に、最大ビーム強度を  $30.0\mu\text{A}$   $1.87 \times 10^{14}$  個/秒から  $0.05\mu\text{A}$   $3.12 \times 10^{11}$  個/秒に変更。

・ブースターの最大出力を  $4.80\text{GeV} \cdot \mu\text{A}$  から  $8.00\text{MeV} \cdot \mu\text{A}$  に、最大ビーム強度を  $9.60\mu\text{A}$   $6.00 \times 10^{13}$  個/秒から  $0.016\mu\text{A}$   $1.00 \times 10^{11}$  個/秒に変更。

e) PS 盛土上の管理区域変更

PS 盛土上にある PS パルス第2電源室及び PS パルス第3電源室周辺の管理区域を廃止して周辺監視区域とする。

f) PS エネルギーセンターの管理区域変更

PS エネルギーセンターの一部を管理区域から一般区域に変更。

#### 2.1.2 第2区域

以下の申請が承認された。

a) 北カウンターホールにおける管理区域の一部及び周辺監視区域の廃止。

#### 2.1.3 第3区域

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、及び放射線管理の実施

(3)陽子ビーム実験棟における放射線安全対策の策定、及び放射線管理の実施

詳細については、「2007年度放射線管理報告」を参照のこと。

以下の申請が行われ承認された。

a) NML ビームラインを廃止

・NML ビームラインにビームが輸送されなくなったため、NML ビームライン及び

P4 ビームラインを廃止す

b) 使用目的・方法の変更、インターロック・自動運転表示を廃止

・NML に付随するビームインターロック・自動運転表示及び非常停止スイッチを廃止する。また、使用の目的・方法を「加速器放射化物の使用と保管」に変更する。

c) 遮へいを変更し、管理区域を縮小。

・冷中性子実験室を一般区域とする。中性子実験室と冷中性子実験室の間には区画壁と搬入用のシャッターを新設し、区域境界とする。陽子ビーム利用実験棟の管理区域側を一般区域とする。

#### 2.1.4 第4区域

##### [電子陽電子入射器棟]

機構長の指定する放射線発生装置として、TA リニアック加速管、TA リニアック電子銃、Xバンドクライストロン、Xバンド高電解試験装置が新設され、それぞれ運転前検査、試運転時放射線サーベイなどを行った。

##### [放射光実験施設]

Top-up 運転のためのスリットの新設、入射路に新しくビームダンプラインを新設し、ダンプモードでの運転を可能にするための変更申請が行われた。これにより放射光科学研究施設・ストレージリングの2階搬入前室、サービスヤード、ダクトスペースが新たに管理区域となった。リングの入射点の屋上の管理区域境界にあり、線量上昇時に自動的に入射を停めていた放射線モニタは、この場所が管理区域内に変わったことから、インターロック・システムからは除かれた。代わりに新設された入射路のダンプの影響を見るために、放射線モニタがダンプの前方の管理区域境界に追加された。top-up 運転が、一部開始し、二次ビームラインのシャッターを開けた状態で入射した場合の放射線レベルの測定を行った。放射線レベルの高かった BL-14 付近にはエリアモニタを増設して線量を常時監視するとともに、ビームライン上の遮蔽を増強して放射線レベルを低減した。また、PF リング・テストビームラインのためのダンプと top-up 入射用のスリットの遮蔽の検討を開始した。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。

#### 2.1.5 第5区域

##### [KEKB 施設]

KEKB 加速器富士直線部トンネルにおいて、加速器の運転に伴って発生する2次電子を富士実験棟実験フロアに導き、利用するための富士テストビームラインが新設された。富士テストビームラインの新設に伴い、放射線発生装置室の拡大、新たな放射線管理区域の設定を行った。また、富士テストビームラインに係わるインターロックの検査、運転中の空間線量率の測定を行い、問題がないことを確認した。

「KEKB ファクトリー日光実験棟における管理区域の拡大にかかわる放射線安全対策」として日光実験棟の管理区域の拡大するための変更許可申請の準備を進めている。

夏期長期シャットダウン中に施行規則第 22 条の 3 を適用する区域に対し、適用前の空間線量率測定・表面汚染測定を行った。全区域において問題は無く、施行規則第 22 条の 3 を適用した。

ルクセルバッジを使用した管理区域境界での積算空間線量測定、夏期・冬期の長期シャットダウンに伴うビームライン表面線量率測定を継続して行っている。

#### [アSEMBリーホール関連]

変更承認申請の作成：

「ATF の使用方法変更に伴う放射線安全対策」

ATF の出力変更、発生装置室拡張、運転モードとインターロックの変更のための申請。

#### [大強度放射光リング関係]

定期的な測定として、夏期・冬期の長期シャットダウン時の加速器の表面空間線量測定、ルクセルバッジによる実験フロア（北西棟、北棟、北東棟）の積算空間線量測定を行った。また調査のための測定として、入射時の各実験棟における空間線量測定を行った

北東棟のビームライン改造のために 3 月 1 日付けで NE1A1、NE1A2、NE3A、NE5A、NE5B ビームラインの使用を中止にした。

### 2.1.6 第 6 区域

変更承認申請の作成：

超伝導リニアック試験施設棟における S T F 廃止に伴う放射線安全対策 S T F 廃止のための申請書を作成した。使用開始のための申請を行った。

(1)「発生装置に関わる管理区域（アSEMBリーホール）に立ち入る者の特例の適用に伴う放射線安全対策」

アSEMBリーホールの ATF 室以外の部分について管理区域を一時的に解除するための申請を行った。

(2)ATF の使用方法変更に伴う放射線安全対策

可動ダンプの撤去および ATF のインターロックの一部変更に関する申請書を作成した。

## 2.2 横断的業務関連

### 2.2.1 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、特にトリチウムが周辺環境に影響をおよぼしていないことを確認するため、本機構敷地内地下水及び周辺河川水中の放射性核種濃度を測定した。管理区域内の地下水からは、環境レベルよりやや高い濃度のトリチウムが検出されたが、本機構敷地内の一般区域の地下水及び機

構周辺河川水中のトリチウム濃度は、ニュートリノ崩壊領域周辺を含め環境水のレベルであり、周辺環境に影響をおよぼしていないことを確認した。

### 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－平成19年度版」を発行した。

### 2.2.3 放射線モニタリングシステムの設計開発

#### (1) 連続放射線集中監視装置（NORM）関係

現行システムは第3世代（NORM3）にあたり、導入以来約9年を超えたが特に大きな不具合もなく順調に稼働している。

放射光施設や電子線形加速器入射路等でモニタの増設並びに新設がいつか行われた。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

電荷積分型中性子検出器、広エネルギー域レム対応中性子線モニタ等のモニタの開発、インターロック統括モジュールからのデータ処理装置等モジュールの開発を継続している。特に電荷積分型中性子検出器及び広エネルギー域レム対応中性子線モニタについては、標準放射線場での校正照射ばかりでなく、実際の加速器周辺の放射線場で測定するフィールドテストが行われている。

長年試験を行ってきた、核種分析型ガスモニターはJ-PARCでの使用が開始された。現段階では発生放射能濃度が低く、核種分析が確実にできる量ではないので、従来通りの係数率からの換算で濃度を求めている。加速器の運転が本格化次第、核種毎の濃度を求めるためモードに切り替える予定でいる。温度対策、塩害対策を施した新型屋外モニタ用筐体が設計され、J-PARCのMR用のYELモニター（管理区域境界測定用）に導入された。

### 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。最近、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り、円滑な運転の障害となりつつあったため、昨年度から、シーケンサーの取り替えをはじめとして、改修作業を行っている。本年は、出入に関わる鍵システムの交換を行った。

### 2.2.5 出入監視装置関連

既設ゲートモニタの故障交換部品の欠品に対応し、機能向上を図るための改造について仕様をまとめた。

## 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（原科研）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、千田の 3 名が所属している。また、従来からの建設プロジェクトには、鈴木、佐々木、三浦、沼尻、斎藤、萩原、穂積、飯島、千田が所属し、リニアック、3 GeV シンクロトロン、崩壊表面ミュオン 2 次ライン、ハドロン実験ホール、スイッチヤード等の放射線管理、50 GeV 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の安全設計を担当してきた。また、地下水共同開発研究を行うために、産総研の丸井、高倉、加野の 3 名が当センターからプロジェクトチーム員に参加している。

### 2.3.2 J-PARC センターの現状

リニアックは、昨年度から運転を開始しているが、今年度は 3 GeV シンクロトロンが試運転を開始した。3 GeV シンクロトロン運転に関する申請書を 1 月 23 日に提出し、2007 年 6 月 30 日に許可証を受領した。9 月 6 日には運転前検査が行われ、10 月末に 3 GeV ビームの加速に成功した。11 月 29 日と 12 月 20 日には運転時検査が行われ、その後、加速器運転を行い、2008 年 2 月には、5 kW/パルス加速に成功した。

### 2.3.3 放射線申請

2007 年 5 月には物質・生命科学実験施設及び 50 GeV シンクロトロン施設について文部科学省放射線規制室（文科省）のヒアリングを開始し、6 月にはこれらの新增設等計画書に関する県や村のヒアリングを開始した。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県に提出し、県の承諾を得る必要がある。文科省に申請する前に、これらの施設の新増設等計画書を提出し、9 月 20 日に茨城県と東海村の承諾を得た。9 月 27 日に、これらの施設の許可使用に係る申請を文科省に行った。

物質・生命科学実験施設及び 50 GeV シンクロトロン施設についてアドバイザー会合が開催されることになり、第 1 回目の会合は 10 月 26 日に行われた。委員によるこれら施設の現地視察は 11 月 15 日に行われ、2008 年 3 月 11 日に開催された第 6 回目の会合をもって結審した。これらの施設の運転許可証は 4 月に出る予定である。

当センターは申請書や新增設等計画書に記載される安全設計を担当した。

#### 2.3.4 各施設の安全設計

本機構が建設を担当する、50GeV シンクロトロン施設、原子核素粒子実験施設、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。

各施設の建設を担当するグループとは、

- ・各施設で毎週開催されるワーキンググループへの出席、
- ・施設部と素核研・加速器と合同で開催される施設打ち合わせ、
- ・安全グループと素核研・加速器との建設担当者との打ち合わせ

などに定期的に出席することにより、協力して安全設計を実施している。また、J-PARC センター放射線セクション及び建設プロジェクト安全グループ定例会は隔週毎に原科研の安全グループ会議室で開催されている。

#### 2.3.5 Duratek 社製リサイクル鉄の利用

米国 Duratek 社が供給するリサイクル鉄については、昨年度までにハドロングループと協力し、Duratek 社から入手した鉄の小片及び本機構で試験的に購入した約 9 トンの遮蔽体ブロック 22 個の放射能測定の結果を基に、茨城県及び東海村に説明し、理解と協力を得た。今年度その第一陣としてに 86 個の鉄ブロックを搬入し、12 月にハドロン実験ホールへ搬入された。

#### 2.3.6 J-PARC への放射化物の搬入

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、放射線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。

#### 2.3.7 地下水動態共同開発研究

J-PARC が建設される日本原子力開発研究機構・原子力科学研究所の南地区は海岸部で、内陸とは異なり、大型建造物の建設工事や建物そのものによる影響で、海水の影響がどのように現れるかを調査し、一級保安林が海水の浸入により枯れることがないようにしなければならない。また、J-PARC のような大型施設の建設に伴う地下水動態の変動が、周辺住宅地の井戸の水位にどのような影響を与えるかを把握する必要があり、産業総合技術研究所、原科研、KEK の 3 者で共同開発研究を行うことにした。平成 16 年度、共同開発研究協定が結ばれ、平成 19 年 3 月で、協定は終了した。

これまで、当センターが中心となって、協定のとりまとめをしてきたが、地下水の調査

は、周辺地域への影響を考えると恒久的に継続することが望ましく、調査の内容から J-PARC センターが中心となって協定を継続することになった。

### 2.3.8 放射線安全管理機器整備の設計開発

J-PARC 施設における放射線安全管理機器設備は、

- (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) 加速器安全系インターロックシステム (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。加速器安全系インターロックシステムは、インターロックドアやパーソナルキー等の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、放射線安全管理設備とは独立した加速器安全設備として位置づけられ、放射線安全グループとは別の組織によって管理・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、基本設計を完了し、50GeVMR の運転開始に備えたハードウェア並びにソフトウェアの製作、機器据え付け、各種装置の試験運転を開始した。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 4 台 (中性子及び光子線測定用として 8 系統)、BLU の呼称で呼ばれる排気モニタ 4 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) で稼働を開始した。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、カード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携動作するように、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 (ガラスバッジの予定) 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 素子で制御されるのはもちろんのこととして、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終了した。

## 2.4 その他の研究支援業務

### 2.4.1 SLAC における研究支援業務

#### (1)リニアックコヒーレント光源(LCLS)の 17GeV, 5kW 電子ビームに対する放射線安全設計

SLAC で建設が進められている 17GeV-5kW の電子ビームを利用した自由電子レーザー施設は世界初の X 線自由電子レーザー施設である。この施設では自由電子レーザーの利用のために、電子ビームの進行方向に実験者が立ち入るので、機器の異常時においても電子ビームを如何に安全にダンプするかが重要である。個々の機器の異常及びその組み合わせについて、立ち入り可能場所に対しての線量率の推定をモンテカルロコードを用いて行った。また、モンテカルロコード自体の妥当性を検証するために、実験値との比較も行った。

#### (2)レーザー加速試験加速器の放射線安全設計

SLAC に新設された 70MeV-0.6W のレーザー加速試験用加速器について、実験装置チェンバーに対する放射線安全設計を行った。このチェンバーにはレーザー加速のために様々な光学機器がおかれるが、ビームと光学機器との距離が近いことからビーム損失の恐れがある。このビーム損失に対して実験場の要請を満たすような遮蔽を設計した。加速器のコミッショニング時の線量率測定結果から設計の妥当性を確認した。

#### (3)ILC に係わる支援業務と放射線安全設計

ILC の衝突点を取り囲む IR ホール内の放射線線量評価を行った。昨年度の内容に加え、検出器と BDS トンネルを結ぶ構造体(pacman)の貫通口に対する評価を行い、これらをまとめて ILC Interaction Region Engineering Design Workshop ( Stanford Linear Accelerator Center, US, Sep. 17-21,2007) において報告した。

## 3 化学安全・環境関係

### 3.1 依頼分析

環境安全管理室では、機構職員、共同利用者から種々の化学分析の依頼、相談などを受け付けており、本年度は 21 件の依頼分析を受け付けた。以下に内容の一部を示す。

#### (1) ダミーロード冷却水中の汚れの分析

フィルター及び、SUS サポートに付着した物質を蛍光 X 線分析により含まれる元素の定性分析を行った。その結果、フィルターからは Cu, S, Fe が、SUS サポートからは Ni, O, S, C が多量に検出された。更に SUS サポートから掻き取った物質を粉末 X 線回折法により測定を行ったところ、 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  の回折パターンと良い一致がみられた。(CHEM-A-07/8)

#### (2) Nb 空洞外面に生成した白色物質の定性分析

PLD 法で Nb 空洞に  $\text{MgB}_2 + \text{Mg}$  の薄膜を着け、その熱処理中に Nb 空洞外面に生成した白色物質について定性分析を行った。試料を粉末にし、蛍光 X 線分析及び粉末 X 線回折法により分析を行った結果、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  であると推測された。PLD 法は真空中で処理を行うため、O は  $\text{MgB}_2 + \text{Mg}$  ペレット由来であると思われるが、どのような状態で存在するかについては確認できなかった。(CHEM-A-07/16)

#### (3) イオン源内堆積物の分析

J-PARC に  $\text{LaB}_6$  を電極とした負水素イオンビームを発生させる装置がある。そのイオン源内に黒色の粉末が堆積しており、その定性分析を行った。蛍光 X 線分析及び粉末 X 線回折法により、粉末の候補として  $\text{LaB}_6$ ,  $\text{LaB}_4$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{LaH}_3$  などの複数の物質が挙げられた。電極である  $\text{LaB}_6$  がイオン源内に充填されていた  $\text{H}_2$  と反応して粉末が堆積した可能性があるかと推測される。(CHEM-A-07/21)

### 3.2 環境管理

2005 年 4 月に環境配慮促進法（環境情報の提供の促進等による特定事業者等の環境に配慮した事業活動の促進に関する法律）が施行され、本機構においても、2005 年度以降の環境配慮等の状況について毎年、環境報告書を作成し公表することが義務付けられた。これに対応するため、2007 年 4 月から環境安全管理室は機構長の下に置かれる室として位置付けられ、環境報告書作成のための実務組織となった。2006 年度分の環境報告書の作成にあたっては、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、2007 年 9 月に「環境報告 2007」として機構 HP 上に公開した。

## 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 2007 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

- ・若手研究（B）17760688

希ガス蛍光を利用したパルス中性子イメージング検出器開発のための基礎研究

研究代表者：齋藤究

- ・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

### 1.2 受託研究等

- ・受託業務 文部科学省科学技術学術政策局原子力安全課放射線規制室

「小規模放射線発生装置使用施設における放射化状況に関する調査」

研究代表者： 榎本和義

研究分担者：伴秀一、三浦太一、沼尻正晴、別所光太郎、松村宏、岩瀬広、中村一、  
穂積憲一、飯島和彦、豊田晃弘、高橋一智、千田朝子

## 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

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：近藤健次郎、齋藤究、飯島和彦

共同研究先：静岡大学理学部

- ・中性子が基礎構造を有する半導体素子に誘起する電荷の発生および伝播機構解明

研究代表者：伴秀一

研究分担者：佐波俊哉

共同研究先：日本原子力研究開発機構 高崎量子応用研究所 イオン照射研究施設

- ・加速器構造物中の Cl-36 濃度測定

三浦太一、榎本和義、別所光太郎、松村宏、木下哲一

共同研究先：筑波大学 AMS グループ

## 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)

- ・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[宇宙フォーラム受託研究](佐々木、俵)  
共同研究先：早稲田大学理工学総合研究所、京都大学、JAXA
- ・放射線場におけるコロイド生成挙動に関する研究（総研大海外先進教育研究支援制度調査研究）（別所光太郎）  
共同研究先：Laboratory for Waste Management, Paul Scherrer Institut, Switzerland
- ・宇宙用積算型線量計システムの開発と国際宇宙ステーションの放射線量計測（俵裕子）  
共同研究先：宇宙航空研究開発機構、その他
- ・BP-1 ガラス X 線コリメータの開発（俵裕子）  
共同研究先：宇宙航空研究開発機構、横浜国大、その他
- ・医療用小型加速器施設の放射線安全に関わる研究（榎本和義、松村宏、中村一）  
共同研究先：国立大学法人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に関わる放射化学的研究（松村宏、榎本和義）  
共同研究先：学校法人日本大学文理学部、東京大学大学院理学系研究科、金沢大学大学院自然科学研究科、(独) 理化学研究所
- ・加速器施設の放射線安全および化学安全に関わる研究（榎本和義、神田征夫、三浦太一）  
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（榎本和義、鈴木健訓）  
共同研究先：東北大
- ・加速器コンクリート中の Cl-36 の定量（別所光太郎、松村宏）  
共同研究先：筑波大 AMS グループ
- ・AMS 開発（松村宏）  
共同研究先：東大、日大など
- ・核反応に関する研究（松村宏）  
共同研究先：東大
- ・シンチレータの絶対蛍光効率に関する研究（佐々木慎一、俵裕子、齋藤究）  
共同研究先：埼玉県立大

## 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

## 2.4 大学等連携支援事業

- ・マルチタンド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）

- ・放射光科学研究施設共同利用研究

- 1) 医療利用における X 線の線量評価用検出器の低エネルギー光子に対する応答関数の測定と特性評価、課題番号 (2007G017)

研究代表者：中村尚司（東北大学サイクロトロン・RI センター）

研究分担者：波戸芳仁、萩原雅之、岩瀬広（KEK）、山村精仁、布宮智也、小島尚美（富士電機）、牧大介、太田朗生（千代田テクノル）、飯本武志、阿部琢也（東大）、馬場護（東北大学）等

- ・東大宇宙線研究所 H19 年度共同利用研究

- 1) 「雷雲中における放射線強度変動に関する研究」

研究代表者：鳥居建男

研究分担者：佐々木慎一、萩原雅之、田口静雄（JREC）、杉田武志（科学システム研）等

- ・大阪大学核物理研究センター（RCNP）共同利用実験

- 1) Measurement of intermediate energy neutron transport through shielding materials、課題番号 (E229)

研究代表者：谷口真吾（JASRI）

研究分担者：中尾徳晶、萩原雅之、岩瀬広、波戸芳仁、（KEK）、大石晃嗣、山川裕司（清水建設）、岩元洋介、中島宏、中根佳弘、佐藤大樹（JAEA）、八島浩（京大炉）、中村尚司、馬場護（東北大学）、民井淳、畑中吉治（RCNP）等

- 2) Measurement of neutron energy spectra from thick target bombarded by high energy protons、課題番号 (E230)

研究代表者：中尾徳晶（KEK）

研究分担者：谷口真吾（JASRI）、萩原雅之、岩瀬広、波戸芳仁、（KEK）、大石晃嗣、山川裕司（清水建設）、岩元洋介、中島宏、中根佳弘、佐藤大樹（JAEA）、八島浩（京大炉）、中村尚司、馬場護（東北大学）、民井淳、畑中吉治（RCNP）等

3) Measurements of intermediate energy neutron transport through the low activation concrete、  
課題番号 (E269)

研究代表者：谷口真吾 (JASRI)

研究分担者：中尾徳晶、萩原雅之、岩瀬広、波戸芳仁、(KEK)、大石晃嗣、山川裕司 (清水建設)、岩元洋介、中島宏、中根佳弘、佐藤大樹 (JAEA)、八島浩 (京大炉)、中村尚司、馬場護 (東北大学)、民井淳、畑中吉治 (RCNP) 等

・原子力研究開発機構施設共用研究

1) 広エネルギー領域中性子線量モニターの開発、課題番号 (07B-G04)

研究代表者：萩原雅之

研究分担者：佐波俊哉、飯島和彦、道川太一、佐々木慎一、谷村嘉彦 (JAEA)、堤正博 (JAEA)

・放射線医学総合研究所 HIMAC 共同利用研究

1) 気体の W-値の総合的研究(19P111)

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 (17P189)

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)、身内賢太朗 (京大)、佐々木慎一、俵裕子、齋藤究、松本晴久 (JAXA)、込山立人 (JAXA)

### 3. 大学院生等の人材育成

#### 3.1 学位論文の指導 (総合大学院大学在学中指導)

・永松愛子

「受動積算型検出器による宇宙放射線計測の研究」

総合研究大学院大学加速器科学専攻 博士後期課程

・桐原陽一

「放射光実験施設を用いた散乱 X 線の測定」

総合研究大学院大学 加速器科学専攻 博士後期課程

・津田秀一

「Wall-less 型組織等価型比例計数管の開発」

総合研究大学院大学 加速器科学専攻 博士後期課程

#### 3.2 学位論文の指導 (他大学)

・胡浩

「高エネルギー電子加速器におけるコンクリート放射化の研究」

東京大学大学院工学研究科 修士課程

・小宮秀一

「高エネルギー電子加速器におけるコンクリート放射化の研究」

東京大学大学院工学研究科 修士課程

・大石卓司

「デジタル信号処理手法を用いた放射線検出器における重畳信号分離手法の開発」

2007年博士学位論文（東北大学工学研究科量子エネルギー工学専攻）

・Mohammadi Akram

“MEASUREMENT AND CALCULATION OF RESPONSE FUNCTION OF COMPTON SPECTROMETER FOR MONOENERGETIC PHOTONS FROM 10 KEV TO 60 KEV”、

東北大学工学研究科量子エネルギー工学専攻（博士課程2年）

・藤田康信

「マイクロピクセルガス検出器を用いた宇宙放射線線量計の開発」

早稲田大学大学院理工学研究科 修士論文

#### 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22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

共催：東京大学工学部原子力工学研究施設

日時：2008年2月5日～2月7日

場所：高エネルギー加速器研究機構

参加者数：100名

プロシーディングス：KEK Proceedings 2007-12（2007）

##### 4.2 第12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：2007年8月7日～8月9日

参加者数：82名（うち講習参加者：65名）

プロシーディングス：KEK Proceedings 2007-5

##### 4.3 第8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  $\alpha$ 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：2007年3月22日～3月24日  
場所：高エネルギー加速器研究機構  
参加者：140名  
プロシーディングス：KEK Proceedings 2007-16 (2008)

## 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「放射線計測特論」  
加速器科学専攻「加速気工学特別演習」(学位論文指導)

### 5.2 非常勤講師等

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主幹研究員  
首都大学東京非常勤講師  
茨城県立医療大学非常勤講師(2名)

## 6. 機構外委員会等活動

### 6.1 外部委員会等委員

(氏名略)

- ・大強度陽子加速器施設放射線等安全検討委員会委員
- ・J-PARC 放射線安全委員会委員
- ・国際リニアコライダーGDE メンバー
- ・大学等放射線施設協議会理事
- ・Linac Coherent Light Source (LCLS) の遮へいのレビュー委員会委員(SLAC)
- ・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
- ・第12回「放射化分析における最近の動向」国際会議(MTAA-12)組織委員会 Co-Chair
- ・放射線利用振興協会「放射線利用試験研究データベース検討委員会・放射線技術専門部会」委員
- ・電子情報技術産業協会<JEITA>「窒素濃度測定標準化ワーキンググループ」幹事
- ・日本学術振興会「結晶加工と評価技術第145委員会」委員
- ・放射線と放射性同位元素の工業的な計測応用に関する国際会議(IRRMA-7)プログラム委員 (IRRMA-7: 7th International Topical Meeting on Industrial Radiation and Radioisotope

### Measurement Application)

- ・新エネルギー・産業技術総合開発機構テーマ公募型事業評価者(ピアレビューア)
- ・日本アイソトープ協会ライフサイエンス部会獣医核医学専門委員会ワーキンググループ委員
- ・大学等環境安全協議会理事

## 6.2 学会等委員

(氏名略)

- ・日本原子力学会 北関東支部幹事
- ・日本放射線安全管理学会 理事
- ・日本放射線安全管理学会 編集委員長
- ・日本放射線安全管理学会「放射線施設廃止のための確認手順と測定法検討専門委員会」委員長
- ・放射化分析研究会 幹事
- ・日本アイソトープ協会ライフサイエンス部会獣医核医学専門委員会ワーキンググループ委員
- ・米国原子力学会「計算医学物理 Working Group」委員
- ・日本原子力学会「放射線遮蔽データ」研究専門委員会委員
- ・応用物理学会プログラム編集委員
- ・応用物理学会企画編集委員

## 7. 社会貢献

- ・EGS 講習会講師 2008年8月
- ・原子力人材育成事業特別講演会「放射線の基礎と放射線挙動シミュレーションについて」  
2008.3.3 八戸工業高等専門学校.
- ・”EGS5 コード”, 放射線利用技術データベース、放射線利用振興協会 (2007).

## 8. 放射線科学センター名簿

* 伴 秀一	沼尻 正晴	高原 伸一
鈴木 健訓 <sup>(#)</sup>	佐波 俊哉 <sup>(a)</sup>	飯島 和彦
神田 征夫	松村 宏	高橋 一智
榊本 和義	齋藤 究	豊田 晃弘
佐々木 慎一	岩瀬 宏	吉岡 綾
三浦 太一 <sup>(#)</sup>	萩原 雅之	千田 朝子
俵 裕子	穂積 憲一	豊島 規子
波戸 芳仁	平 雅文	近藤 健次郎 <sup>(b)</sup>
別所 光太郎	中村 一	道川 太一 <sup>(c)</sup>

平成 19 年 4 月 1 日現在

\* 放射線科学センター長

(#) 大強度陽子加速器計画推進部所属

(a) 長期出張(平成 18 年 9 月～19 年 8 月)

(b) 研究支援推進員

(c) 協力研究員

## Chapter 4      Publication List

### 1. Periodical Journals (2007.1.1~2007.12.31)

- (1) Y.Kanda, A.Yoshioka: "Physical and chemical forms of radionuclides of  $^{38}\text{S}$ ,  $^{38}\text{Cl}$ ,  $^{39}\text{Cl}$ , and  $^{82}\text{Br}$ , produced at a high-energy proton accelerator facility", *J. Radioanal. Nucl. Chem.* , 273 , 507-512 (2007).
- (2) T. Sanami, S. Ban, H.S. Lee, K. Takahashi, T. Sato: "Calculation of secondary neutron spectra from 2 GeV electron-induced reactions using MARS15 code", *Radiat. Meas.* 41, S283-S288, (2007).
- (3) V. P. Shantarovich, T. Suzuki, Y. Ito, K. Kondo, R. S. Yu, P. M. Budd, Y. P. Yampolskii, S. S. Berdonosov, A. A. Eliseev: "Structural heterogeneity in glassy polymeric materials revealed by positron annihilation and other supplementary techniques", *physica status solidi (c)* 4, 3776-3779(2007).
- (4) T. Suzuki, R.S. Yu, V. Shantarovich, Y.Ito, K. Kondo: "Effect of hydrogen bonding on low-temperature positronium formation in frozen hexanol", *physica status solidi (c)* 4, 3706-3709 (2007).
- (5) S. H. Kim, J. W. Chung, T. J. Kang, S.-Y. Kwak, T. Suzuki: "Determination of the Glass Transition Temperature of Polymer/Layered Silicate Nanocomposites from Positron Annihilation Lifetime Measurements", *Polymer* 48, 4271-4277(2007).
- (6) L. E. Starannikova, N. A. Belov, V. P. Shantorovich, T. Suzuki, T. G. Golenko, K. L. Makovetskii, Yu. P. Yampol: "Transport and Physicochemical Parameters of Polypentenamer", *Polymer Science A* 49, 509-516 (2007).
- (7) N. Djourelov, Z. Ate, O. Guven, M. Misheva, T. Suzuki: "Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy of Molecularly Imprinted Hydroxyethyl Methacrylate Based Polymers", *Polymer* 48, 2692-2699 (2007).
- (8) V. P. Shantarovich, T. Suzuki, Y. Ito, K. Kondo, V. W. Gustov, A. V. Pastukhov, L. V. Sokolova, A. V. Polyakova, E. V. Belousova, Yu. P. Yampolskii: "Structural heterogeneity in elastic and glassy polymeric materials revealed by positron annihilation and other supplementary techniques", *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 272, 645-650 (2007).
- (9) J. Kansy, T. Suzuki: "A non-conventional method of polymer PAL spectrum analysis by the LT computer program", *Radiation Physics and Chemistry* 76, 291-296 (2007).
- (10) J. Dryzek, T. Suzuki, R. S. Yu: "Detection of the positron annihilation in flight process in condensed matter", *Radiation Physics and Chemistry* 76, 297-299 (2007).
- (11) M. Debowska, J. Pigeowski, C. Elusarczyk, J. Rudzieska-Girulska, T. Suzuki, R. S. Yu:

- "Influence of morphology on ortho-positronium annihilation characteristics in polyamide 6", *Radiation Physics and Chemistry* 76, 325-329 (2007).
- (12) V.P. Shantarovich, T. Suzuki, Y. Ito, R.S. Yu, K. Kondo, Yu. P. Yampolskii, A.Yu. Alentiev: "Vanishing structural effects of temperature in polymer glasses close to the glass-transition temperature", *Radiation Physics and Chemistry* 76, 134-137 (2007).
- (13) V.P. Shantarovich, T. Suzuki, Y. Ito, K. Kondo, V.W. Gustov, I.V. Melikhov, S.S. Berdonosov, L.N. Ivanov, R.S. Yu: "A study of inter-crystallite spaces in some polycrystalline inorganic systems using positron annihilation lifetime spectroscopy", *Radiation Physics and Chemistry* 76, 257-262 (2007).
- (14) J. Kansy, T. Suzuki: "Delayed formation and localisation of positronium in polymers at low temperatures", *Radiation Physics and Chemistry* 76, 759-765 (2007).
- (15) K.Bessho, H.Matsumura, T.Miura, Q.Wang, K.Masumoto, H.Hagura, Y.Nagashima, R.Seki, T.Takahashi, K.Sasa, K.Sueki, T.Matsuhira, Y.Tosaki: "Estimation of thermal neutron fluences in the concrete of proton accelerator facilities from  $^{36}\text{Cl}$  production", *Nucl. Instr. Meth. B.*, 259, 702-707 (2007).
- (16) K. Saito, S. Sasaki, H. Tawara, T. Sanami and E. Shibamura: "Study of Scintillation in Helium Mixed with Xenon to Develop Thermal Neutron Detectors" *Nucl. Instr. Meth. A* 581, 119-122 (2007).
- (17) T. Nagayoshi, T. Doke, Y. Fujita, K. Hattori, K. Ishida, J. Kikuchi, H. Kitamura, H. Kubo, H.Matsumoto, K. Miuchi, H. Nishimura, K. Saitop, S. Sasaki, H. Sekiya, A. Takada, T. Tanimori, K. Terasawa, H. Tawara, Y. Uchihori, and K. Ueno: "Response of a Micro Pixel Chamber to Heavy Ions with the Energy of Several Hundreds of MeV/n" *Nucl. Instr. Meth. A* 581, 110-114 (2007).
- (18) M. Hagiwara, T. Sanami, T. Oishi, S. Kamada, T. Okuji, S. Tanaka, H. Nakashima and M. Baba, "Differential Cross Sections of Neutron-induced Fragment Emission Reactions for a Microdosimetry Study" *Rad. Pro. Dos.*, Vol 126 No. 1-4. pp.104-108 (2007)
- (19) K.Michikawa, T.Sanami, M Hagiwara, S. Sasaki, H. Kadotani: "Absolute Calibration of Radioactive Neutron Source Strength by Geometrical Integration of Thermal Neutrons in Graphite Pile", *Jpn. J. Appl. Phys.* Vol.47, No.5 page 3635-3637 (2008).

## **2. Publication in Japanese (2007.1.1~2007.12.31)**

- (1) 佐々木慎一: "測定器の種類と特徴 (初級放射線教育講座⑦)", *FB News* No.370, 14-17 (2007).
- (2) 佐々木慎一(分担執筆): "「原子力ハンドブック」第3章「放射線と放射線計測の基礎」"

原子力ハンドブック編集委員会編 オーム社 pp87-108 (2007).

- (3) 佐々木慎一、佐波俊也、俵裕子、飯島和彦、斎藤究、村上健: “重荷電粒子に対する気体のW値に関する研究” 平成18年度放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置等共同利用研究報告書 NIRS-M-203, HIMAC-125 pp174-175 (2007).
- (4) 寺沢和洋、道家忠義、佐々木慎一、谷森達、松本晴久、俵裕子、内堀幸夫、窪秀利、込山立人、身内健太郎、永吉勉、関谷洋之、高田淳史、西村広展、服部香里、藤田康信、石田幸司: “位置有感比例計数管の重イオンに対する応答” 平成18年度放射線医学総合研究所重粒子線がん治療装置等共同利用研究報告書 NIRS-M-203、HIMAC-125、pp214-215 (2007).
- (5) 寺沢和洋、道家忠義、永吉勉、藤田康信、石田幸司、菊池順、身内健太郎、高田淳史、西村広展、窪秀利、谷森達、佐々木慎一、俵裕子、斎藤究、松本晴久、込山立人、内堀幸夫、北村尚: “生体組織等価位置有感比例計数管による宇宙放射線線量当量計測器の開発” 平成19年度宇宙利用シンポジウム
- (6) 道川太一、佐波俊哉、萩原雅之、飯島和彦、佐々木慎一: “黒鉛パイルの熱中性子束空間積分法による中性子線源強度の絶対校正”, KEK Internal 2007-6.

### **3. Proceedings (2007.1.1~2007.12.31)**

- (1) E. Kobayashi, K. Oono, M. Nishioka, T. Kakizaki, S. Wada, M. Natsuhori, Y. Namito, H. Hirayama, N. Ito: "Evaluation of External Radiation Exposure of Human Involved in Equine Bone Scintigraphy (No.2)", Proc of the Fourteenth EGS User's Meeting in Japan, KEK Proc. 2007-5, 137-141, (KEK, Tsukuba, 7 - 9 Aug. 2007).
- (2) S. Ban and Hee-Seock Lee: "Estimation of radioactivity produced in Superconducting Niobium Cavities in Electron Linear Accelerators", roc. Conference on Accelerator & Low level Radiation Safety Inter University Accelerator Centre (IUAC), NEW DELHI India APRIL 26-27, 2007
- (3) M. Nishioka, K. Oono, E. Kobayashi, A. Shibata, T. Kakizaki, S. Wada, T. Sano, Y. Namito, H. Hirayama, and N. Ito: "External Dose Distribution of the Canine Body in Veterinary Nuclear Medicine Estimated by Using EGS4", Proc of the Fourteenth EGS User's Meeting in Japan, KEK Proc.2007-5, 137-141, (KEK, Tsukuba, 7 - 9 Aug. 2007).
- (4) S. Sasaki, H. Tawara, T. Nagayoshi, Y. Fujita, T. Doke, K. Terasawa, K. Miuchi, H. Matsumoto, Y. Uchihori; "Development of Position-Sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber for Space Dosimetry", IEEE Nucl. Sci. Symp. Conf. Record, 1826-1829 (2007).
- (5) S. Sasaki, T. Sanami, K. Saito, K. Iijima, H. Tawara, T. Murakami: "Energy Dependence of W-Values for Heavy Charged Particles in Gases", IEEE Nucl. Sci. Symp. Conf. Record,

606-609 (2007).

- (6) K. Saito, S. Sasaki, T. Sanami, H. Tawara and E. Shibamura: “Basic Properties of Scintillation in Helium Mixed with Xenon and Their Application to a Position- sensitive Neutron Detector”, IEEE Nucl. Sci. Symp. Conf. Record, 1429-1431 (2007).
- (7) Y. Fujita, T. Nagayoshi, J. Kikuchi, T. Doke, K. Terasawa, K. Miuchi, T. Tanimori, H. Kubo, A. Takada, H. Nishimura, S. Sasaki, K. Saito, H. Tawara, T. Komiyama, H. Matsumoto, Y. Uchihori, H. Kitamura: “Development of Drift cage for PS-TEPC”, Radiation Detectors and Their Uses, KEK Proceedings 2007-12, 213-219 (2007).
- (8) M. Hagiwara, T. Sanami, T. Michikawa and S. Sasaki: “Development of Neutron Monitors with Wide Range Dose Response from Thermal to GeV”, KEK proceedings 2007-12 (2007).

#### **4. Reports (2007.1.1.1~2007.12.31)**

- (1) 別所光太郎、平雅文、吉岡綾、神田征夫、“高エネ研敷地内地下水の水位・水質”，KEK-Internal 2007-2 (2007).
- (2) 吉岡綾、平雅文、別所光太郎、神田征夫、“化学安全管理報告 - 2006年度-”，KEK-Internal 2007-3 (2007).
- (3) T. Sanami and X. S. Mao: Safety analysis of the safety dump line of the LCLS facility with geometries of engineering specification design for NEH phase1 operation, SLAC Radiation Physics Note, RP-07-19.
- (4) T. Sanami, M. Santana Leitner, X. S. Mao and W. R. Nelson: Calculation of energy deposition distribution and instantaneous temperature rise to design LCLS electron beam dump and stoppers, SLAC Radiation Physics Note, RP-07-18.
- (5) T. Sanami and X. S. Mao: Radiation safety evaluation for engineering implementation of the LCLS 5 kW electron dump and shielding, SLAC Radiation Physics Note, RP-07-17.
- (6) T. Sanami M. Santana Leitner and X. S. Mao: Evaluation of beam loss model in BYD and its effect to the downstream regions for the LCLS radiation safety design, SLAC Radiation Physics Note, RP-07-16.
- (7) T.Sanami, W.R.Nelson and N.V.Mokhov: Code benchmark of muon flux after a several meters of iron from 14 and 18 GeV electron induced reactions in forward direction, SLAC Radiation Physics Note, RP-07-15.
- (8) T. Sanami, H. Tran, A. Dill and X.S.Mao: Evaluation of shielding performance through the comparison of results between commissioning survey and calculation for E163 facility, SLAC Radiation Physics Note, RP-07-14.
- (9) T. Sanami, and X.S. Mao: Safety analysis for safety dump line of the LCLS facility, SLAC

Radiation Physics Note, RP-07-03.

- (10) T. Sanami, H. Tran and X.S. Mao: Radiation Safety Analysis for accelerator cell of E-163, SLAC Radiation Physics Note, RP-07-02.
- (11) T. Sanami, and X.S. Mao: Prompt Dose in Front-end-enclosure of the LCLS facility for beam losses at BYD, ST1 and Safety dump, SLAC Radiation Physics Note, RP-07-01.
- (12) I.Yamane, M.Hagiwara, (KEK, Tsukuba), T.Saito (AIST, Tsukuba) (JST-PRESTO): “Effective thickness distribution of carbon nanotube foils” , KEK-Report 2007-5.
- (13) 榎本他 : 小規模放射線発生装置使用施設における放射化状況に関する調査報告書(2006年3月).

## **5. Presentation at Conferences (2007.4~2008.3)**

### **5.1 International Conference**

• 4th International Workshop on Radiation Safety at Synchrotron Radiation Sources, Jun6-8 2007, CLS, Canada

- (1) K.Takahashi, H.Tawara, T.Sanami, Y.Namito, H.Nakamura, K.Saito, H.Honma, T.Mitsuhashi and S.Ban: Radiation Safety Issues for Progress of KEK Photon Factory
- (2) T.Sanami, X.S.Mao, M.Santana, A.Fasso, J.C.Liu, A.Prinz, J.Bauer, N.Nakao, H.Vickle, S.Roesler and S.Rokni: Safety Analysis for the safety dump line of the LCLS facility,

• ILC Interaction Region Engineering Design Workshop, September 17-21, 2007, Stanford Linear Accelerator Center, Menlo Park, California

- (1) T.Sanami: Radiation physics requirements for the IR.
- (2) T.Sanami and M.Santana: Summary of radiation physics study and criteria development.

• 2008 HPS Midyear Meeting- Oakland, California- January 27-30, 2008

- (1) T.Sanami, X.S.Mao, H.Tran: Radiation Safety Analysis for high gradient laser acceleration test facility (E163).
- (2) X.S.Mao, T.Sanami, M.Satana, A.Fasso, J.C.Liu, S.Rokni: The Linac Coherent Light Source at SLAC and Its Radiological Considerations.

• The12th Workshops on Radiation Monitoring for the International Space Station, Oklahoma State University in Stillwater, Oklahoma, USA, Sept. 10-12, 2007

- (1) A. Nagamatsu, K. Murakami, S. Araki, M. Koyama, H. Tawara, S. Tshuda, M. Casolino, H. Kumagai, K. Kitajo: "Space radiation dosimetry by PADLES in the ISS Russian segment to evaluate the effect of crew-cabin shielding (ALTCRISS Project Phase 1 and 2)"
- Particle Accelerator Conference, 22nd PAC Conference. Albuquerque, New Mexico, USA, June 25-29, 2007
  - (1) T. Kasuga, T. Agoh, A. Enomoto, S. Fukuda, K. Furukawa, T. Furuya, K. Haga, K. Harada, S. Hiramatsu, T. Honda, K. Hosoyama, M. Izawa, E. Kako, H. Kawata, M. Kikuchi, Y. Kobayashi, M. Kuriki, T. Mitsuhashi, T. Miyajima, T. Naito, S. Nagahashi, T. Nogami, S. Noguchi, T. Obina, S. Ohsawa, M. Ono, T. Ozaki, S. Sakanaka, H. Sasaki, S. Sasaki, K. Satoh, M. Satoh, T. Shioya, T. Shishido, T. Suwada, M. Tadano, T. Takahashi, Y. Tanimoto, M. Tawada, M. Tobiyama, K. Tsuchiya, T. Uchiyama, K. Umemori, S. Yamamoto, R. Hajima, H. Iijima, N. Kikuzawa, E. J. Minehara, R. Nagai, N. Nishimori, M. Sawamura, A. Ishii, I. Ito, H. Kudoh, N. Nakamura, H. Sakai, T. Shibuya, K. Shinoe, H. Takaki, M. Katoh, A. Mochihashi, M. Shimada, H. Hanaki, H. Tomizawa, "STATUS OF R&D EFFORTS TOWARD THE ERL-BASED FUTURE LIGHT SOURCE IN JAPAN".
  - 2007 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, Oct.27-Nov.3, 2007 Honolulu, Hawaii, USA
  - (1) S. Sasaki, H. Tawara, T. Nagayoshi, Y. Fujita, T. Doke, K. Terasawa, K. Miuchi, H. Matsumoto, Y. Uchihori; "Development of Position-Sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber for Space Dosimetry"
  - (2) S. Sasaki, T. Sanami, K. Saito, K. Iijima, H. Tawara, T. Murakami: "Energy Dependence of W-Values for Heavy Charged Particles in Gases"
  - (3) K. Saito, S. Sasaki, T. Sanami, H. Tawara and E. Shibamura: "Basic Properties of Scintillation in Helium Mixed with Xenon and Their Application to a Position- sensitive Neutron Detector".
  - Conference on Accelerator and Low Level Radiation Safety, IUAC, New Delhi, India, 2007/04/26-/04/27
  - (1) H. Matsumura, N. Nakao, K. Masumoto, K. Oishi, M. Kawai, T. Aze, A. Toyoda, M. Numajiri, K. Takahashi, M. Fujimura, Q. Wang, K. Bessho, T. Sanami : "Shielding experiment for high-energy neutrons produced in zero degrees direction by 500-MeV protons".
  - 12th International Conference on Modern Trends in Activation Analysis, Tokyo Metropolitan University, Tokyo, JAPAN, 2007/09/16-2007/09/21

(1) H. Matsumura, K. Masumoto, A. Toyoda, and N. Kinoshita :”List-mode coincidence data analysis for highly selective and low background detection of gamma-nuclides in activated samples”.

(2) K. Masumoto, H. Matsumura, A. Toyoda :”Roles of activation analysis for radiation control in accelerator facilities”.

• 2nd East Asian AMS conference, Seoul National University, Seoul, Korea, 2007/10/22-2007/10/23

(1) K. Sasa, Y. Nagashima, T. Takahashi, Y. Tosaki, M. Tamari, S. Mihara, T. Oki, K. Sueki, Y. Matsushi, H. Matsumura, K. Bessho, N. Kinoshita :”Measurement of  $^{36}\text{Cl}$  with the Tsukuba AMS system: its applications in earth and environmental sciences”.

• 12th Modern Trends in Activation Analysis, Tokyo, 16-21 Sep. 2007

(1) K. Masumoto, H. Matsumura: “A. Toyoda, Roles of Activation Analysis for Radiation Control in Accelerator Facilities”

(2) H. Matsumura, K. Masumoto, A. Toyoda, N. Kinoshita: “List-Mode Coincidence Data Analysis for Highly Selective and Low Background Detection of Gamma-Nuclides in Activated Samples”

## 5.2 Invited Talk at Domestic Meetings

(1) 波戸芳仁, “電磁カスケード計算コード EGS5 の現状”, 第 3 回 PHITS 研究会 (2007.1.24 原科研東海).

(2) S. Ban: “Radiation Safety Issue for Recent KEK High-Energy Accelerators Saha Institute of Nuclear Physics”, Kolkata, India, April 24, 2007.

(3) 伴秀一、委員会セッション「原子力オープンスクール -15 年の活動と今後の展望-」北関東支部におけるオープンスクール活動の報告、原子力学会 2008 年春の年会 2008 年 3 月 26 日-28 日 大阪大学

## 5.3 Domestic Conference

• 原子力学会 2008 年春の年会 2008 年 3 月 26 日-28 日 大阪大学

(1) 伴秀一: 委員会セッション「原子力オープンスクール -15 年の活動と今後の展望-」北関東支部におけるオープンスクール活動の報告

• 研究会「放射線検出器とその応用」(第 22 回)、2 月 5-7 日 2008 年、KEK, Tsukuba, Japan

(1) 佐波俊哉、萩原雅之、岩本洋介、荒川弘之、執行信寛、Fermi 日本放射線物理共同実験グループ: “ボナーボールを用いた 120GeV 用紙によるパルス状二時中性子遮蔽透過スペクトルの測定”

(2) 飯島和彦、佐波俊哉、萩原雅之、齋藤究、中村一、佐々木慎一: ”パルス中性子場における線量モニターの開発とその応用”

- (3) 永松愛子、村上敬司、荒木秀二、小山正人、俵裕子、“受動積算型線量計 PADLES による LEO (Low Earth Orbit) 宇宙放射線計測”
- (4) 佐波俊哉、萩原雅之、岩元洋介、荒川弘之、執行信寛、FERMI・日本放射線物理共同実験グループ: ボナーボールを用いた 120GeV 要旨によるパルス状 2 次中性子線の遮蔽透過スペクトル測定

・放射線安全管理学会第 6 回学術大会 2007 年 12 月 5 日～7 日

- (1) 榎本和義, 中村 一, 松村 宏: 小規模放射線発生装置使用施設における放射化状況調査
- (2) 大石晃嗣, 小迫和明, 園木一誠, 小林有希, 中村 一, 松村 宏, 榎本和義: 10MeV 医療用電子リニアック施設におけるコンクリートの放射化状況
- (3) 中村 一, 榎本和義, 松村 宏, 緒方良至, 石樽信人, 伊藤健吾, 簗野健太郎, 阿部潤一郎, 宮原洋: 小型サイクロトロン室内の中性子測定
- (4) 中村一, 北島和彦: 高エネ研における TLD システムの運用について

・平成 19 年度核融合科学研究所技術研究会、土岐市、2008 年 3 月 10 日,11 日

- (1) 平 雅文、蛍光 X 線分析における微量粉体試料の固定法の検討
- (2) 飯島和彦、佐波俊哉、萩原雅之、齋藤究、中村一、佐々木慎一: ”中性子比例計数管用電荷積分器の開発とその応用”

・第 23 回固体飛跡検出器研究会、早稲田大学、2008 年 3 月 24 日・25 日。

- (1) 俵裕子、北城圭一、熊谷秀則、永松愛子、“CR-39 プラスチック中の二次荷電粒子 LET 分布測定による速中性子線量計測”
- (2) 北城圭一、俵裕子、永松愛子、熊谷秀則、“TD-1 プラスチックを用いた LET 分布測定法の再検討”
- (3) 熊谷秀則、北城圭一、俵裕子、永松愛子、“国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」への搭載に向けた PADLES の開発”
- (4) 永松愛子、北城圭一、俵裕子、熊谷秀則、“受動積算型線量計 PADLES による低地球軌道での宇宙放射線計測”

・第 68 回応用物理学会学術講演会 2007 年 9 月

- (1) 永吉勉, 道家忠義, 寺沢和洋, 藤田康信, 石田幸司, 身内賢太郎, 佐々木慎一, 俵裕子, 齋藤 究, 松本晴久, 込山立人: “マイクロピクセルガス検出器を用いた宇宙放射線線量計の開発 V”

・佐々木慎一、佐波俊哉、俵裕子、齋藤究、飯島和彦、村上健: “重荷電粒子に対する気体の W 値 — 生体組織等価ガス—”

- (2) 藤田康信, 永吉勉, 道家忠義, 寺沢和洋, 石田幸司, 身内賢太郎, 齋藤究, 佐々木慎一,

俵裕子, 込山立人, 松本晴久: “マイクロピクセルガス検出器を用いた宇宙放射線線量計の開発 IV”

- (3) 齋藤究, 佐々木慎一, 俵裕子, 佐波俊哉, 柴村英道: “希ガスシンチレーションの発光スペクトル測定”
- (4) 柴村英道, 佐々木慎一, 俵裕子, 齋藤究, 宮島光弘: “各種無機シンチレータの発光効率”

・ 2007 日本放射化学会年会, 第 51 回放射化学討論会, 静岡, 平成 19 年 9 月 24 日~26 日

- (1) 大浦泰嗣, 山崎俊輔, 橋詰二三雄, 海老原充, 戸崎裕貴, 笹公和, 長島泰夫, 高橋努, 松四雄騎, 玉理美智子, 末木啓介, 松村 宏, 別所光太郎, 三浦太一: “石質隕石中の Cl-36 生成率”
- (2) 二宮和彦, 中垣麗子, 杉浦啓規, 中塚敏光, 佐藤渉, 吉村崇, 松村宏, 久保謙哉, 三浦太一, 西山樟生, 篠原厚 : “パイ中間子原子およびミュオン原子形成後の原子過程の解明”
- (3) 中垣麗子, 二宮和彦, 杉浦啓規, 中塚敏光, 佐藤渉, 吉村崇, 松村宏, 三浦太一, 篠原厚: パイオニック X 線測定によるパイ中間子捕獲初期過程の解明
- (4) 木下哲一, 松村 宏, 別所光太郎, 豊田晃弘, 榎本和義: “加速器環境で生成する二次中性子のコンクリート遮蔽体中における分布”
- (5) 荒井美和子, 南里朋洋, 浅野敦史, 木下哲一, 大江一弘, 高橋成人, 齋藤直, 横山明彦, Ba+:<sup>16</sup>O, La+:<sup>16</sup>O系重イオン核融合反応による重元素合成の研究(II)
- (6) 木下翔一, 木野康志, 関根勉, 鈴木健訓, ヘキサノール中におけるポジトロニウム生成の温度依存性
- (7) 南里朋洋, 荒木幹生, 鈴木大介, 木下哲一, 菊永英寿, 羽場宏光, 横山明彦, 超アクチニド元素溶液化学のための極微量濃度における逆相クロマトグラフィーの研究
- (8) 山崎逸郎, 伊原清, 木下哲一, 片岡邦重, 横山明彦, 村上幸弘, 佐藤渉, 大久保嘉高, <sup>111</sup>Ag を用いた PAC 法による金属錯体と生体分子中の超微細場測定
- (9) 隅貴弘, 木下哲一, 横山明彦, 中西孝, 東部太平洋における海水柱中の <sup>239,240</sup>Pu の分布
- (10) 荒井美和子, 南里朋洋, 浅野敦史, 木下哲一, 大江一弘, 高橋成人, 齋藤直, 横山明彦, Ba+:<sup>16</sup>O, La+:<sup>16</sup>O系重イオン核融合反応による重元素合成の研究(II)

・ 日本放射線安全管理学会第 6 回学術大会, 仙台, 2007 年 12 月 5 日~7 日

- (1) 榎本和義, 中村一, 松村宏: 小規模放射線発生装置使用施設における放射化状況調査
- (2) 豊田晃弘, 榎本和義, 松村 宏, 木下哲一: Ge 検出器用効率計算ソフト ISOCS, LabSOCS を用いた放射化物中の放射能濃度測定
- (3) 中村一, 榎本和義, 松村宏, 緒方良至, 石樽信人, 伊藤健吾, 籾野健太郎, 阿部潤一郎,

宮原 洋：小型サイクロトロン室内の中性子測定

- (4) 大石晃嗣、小迫和明、園木一誠、小林有季、中村一、松村宏、榎本和義：10MeV 医療用リニアック施設におけるコンクリートの放射化状況
- (5) 榎本和義、松村宏、木下哲一、豊田晃弘、別所光太郎、萩原雅之、山野井豊：ニュートリノ標的冷却水用デミネライザーでの放射性核種の捕集について
- (6) 中村一、北島和彦、高エネ研における TLD システムの運用について

・日本地球惑星科学連合 2007 年大会，幕張メッセ，2007 年 5 月 19 日～24 日

- (1) 戸崎裕貴，田瀬則雄，Gudrun Massmann，笹公和，高橋努，松四雄騎，玉理美智子，長島泰夫，末木啓介，別所光太郎，松村宏：ドイツ・Oderbruch 地域における地下水中の Cl-36 の分布
- (2) 笹公和，松四雄騎，戸崎裕貴，玉理美智子，高橋努，末木啓介，長島泰夫，別所光太郎，松村宏，堀内一穂，柴田康行，本山秀明：南極ドームふじ氷床コア中の宇宙線生成核種 Cl-36 の変動と放射壊変減衰による年代推定

・第 2 回東京大学原子力シンポジウム，東京大学，平成 19 年 4 月 24 日

- (1) 松村 宏，佐波俊哉，榎本和義，中尾徳晶，阿瀬貴博，豊田晃弘，高橋一智，沼尻正晴，川合将義，永井尚生，松崎浩之，高田真志，村上健：中高エネルギー軽核生成の研究
- (2) 阿瀬貴博，藤村匡胤，松村宏，榎本和義，中尾徳晶，松崎浩之，永井尚生，川合将義：高エネルギー中性子によってコンクリート遮蔽体中に生成する Cl-36 の測定

・第 9 回環境放射能研究会，KEK，平成 20 年 3 月 27～28 日

- (1) 木下哲一、松村宏、豊田晃弘、別所光太郎、榎本和義、萩原雅之、山野井豊：ニュートリノ標的冷却水用デミネライザー中の放射性核種
- (2) 国府田保、豊田晃弘、松村宏、榎本和義：高エネルギー陽子加速器施設内で生じる表面汚染の測定
- (3) 松村宏、木下哲一ら、JASMIN collaboration：FNALのNuMIビームライン中のAl及びCu標的中で速ミューオンによって誘起される核反応
- (4) 和泉拓朗、隅貴弘、永岡美佳、木下哲一、山田正俊、横山明彦、中西孝：Pu-239、240、Am-241の海水中濃度分布：1997年東部インド洋、2003年東部太平洋
- (5) 玉理美智子、末木啓介、戸崎裕貴、松四雄騎、高橋努、笹公和、大木俊征、三原正三、長島泰夫、松村宏、木下哲一：AMSを用いた土壌中の<sup>36</sup>Clの分析

・原子力学会北関東支部 若手研究者発表会 テクノ交流館リコッティー 東海村 2007 年 4 月 20 日

- (1) 萩原雅之、佐波俊哉、道川太一、佐々木慎一： 広エネルギー領域中性子線量モニタの開発

## 6. 編集

- (1) Y. Namito, H. Hirayama and S. Ban, edited: "Proceedings of the Fourteenth EGS Users' Meeting in Japan", KEK Proc. 2007-5 (2007).
- (2) S.Sasaki, M. Hagiwara, T. Sanami, K.Saito, K. Iijima, H. Tawara and H. Takahashi: "Radiation Detectors and Their Uses", Proc. 21 th Workshop on Radiation Detectors and Their Uses, KEK Proceedings 2007-12 (2007).

## 7. Internal Reports of Radiation Science Center (2007.4 – 2008.3)

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 排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-2007/1 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 条の 3 の適用について (榎本)

- RAD-A-2007/2 管理区域を一時的に解除した区域内での作業について (榎本)  
 RAD-A-2007/3 年末年始管理区域出入り管理業務の一部変更について (榎本)

#### 7.4 RAD-D

- RAD-D-2007/1 クルックス管からの X 線の線量測定 (萩原、波戸、飯島)

#### 7.5 RAD-S

- RAD-S-2007/1 KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量 (4 月分) (中村)  
 RAD-S-2007/2 KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量 (5 月分) (中村)  
 RAD-S-2007/3 PF-AR 運転停止後の表面空間線量率測定 (中村)  
 RAD-S-2007/4 ATF 運転終了後の表面線量率測定 (豊田)  
 RAD-S-2007/5 KEKB-BT の運転停止後の表面線量率測定結果 (中村)  
 RAD-S-2007/6 KEKB 加速器運転停止後の表面線量率測定 (中村)  
 RAD-S-2007/7 D1 クライストロンサーベイ (中村)  
 RAD-S-2007/8 KEKB クラブ空洞エージング時の放射線測定 (中村)  
 RAD-S-2007/9 D1 クライストロンサーベイ 2 (中村、齋藤)  
 RAD-S-2007/10 PF-AR 入射時の可動マスクを入れた時の放射線測定 (中村)  
 RAD-S-2007/11 ミュオン第 2 実験室 鉄シールド搬出サーベイ結果報告 (飯島)  
 RAD-S-2007/12 ミュオン第 2 実験室 電磁石等搬出サーベイ結果報告 (飯島)  
 RAD-S-2007/13 ミュオン第 2 実験室 電磁石ダクト切断作業結果報告 (飯島)  
 RAD-S-2007/14 KEK-BT 運転停止後ビームライン表面線量率測定 (佐波、岩瀬)  
 RAD-S-2007/15 KEKB 加速器運転停止後の表面線量率測定 (齋藤)  
 RAD-S-2007/16 PF-AR 運転停止後の表面空間線量率測定 (中村)  
 RAD-S-2007/17 ATF 運転時の遮蔽体周辺の線量測定 (豊田)  
 RAD-S-2007/18 ATF 運転終了後の表面線量測定 (豊田)  
 RAD-S-2007/19 小型電子加速器運転時の遮蔽体表面線量測定 (豊田)  
 RAD-S-2007/20 PF-AR 運転停止後の表面空間線量率測定 (中村)  
 RAD-S-2007/21 PF-AR 入射時の各実験棟での空間線量率測定 (中村)  
 RAD-S-2007/22 ニュートリノホーン冷却水用イオン交換樹脂塔の表面線量率測定結果 (萩原)  
 RAD-S-2007/23 KEK から J-PARC へ譲渡するコンクリートブロック及び鉄ブロックの放射能測定、汚染測定、輸送型の判定について (松村)  
 RAD-S-2007/24 放射性鉄の加工作業に伴う測定記録(まとめ) (松村)  
 RAD-S-2007/25 ミュオン第 2 実験室 鉄シールド搬出サーベイ結果報告 (飯島)  
 RAD-S-2007/26 定期放射線線量率等測定結果(中性子・ミュオン研究施設) 前期 (飯島)  
 RAD-S-2007/27 定期放射線線量率等測定結果(中性子・ミュオン研究施設) 後期 (飯島)

RAD-S-2007/28	定期放射線測定結果（陽子ビーム利用実験棟）	4月分（飯島）
RAD-S-2007/29	定期放射線測定結果（陽子ビーム利用実験棟）	5月分（飯島）
RAD-S-2007/30	定期放射線測定結果（陽子ビーム利用実験棟）	6月分（飯島）
RAD-S-2007/31	定期放射線測定結果（陽子ビーム利用実験棟）	7月分（飯島）
RAD-S-2007/32	定期放射線測定結果（陽子ビーム利用実験棟）	8月分（飯島）
RAD-S-2007/33	定期放射線測定結果（陽子ビーム利用実験棟）	9月分（飯島）
RAD-S-2007/34	定期放射線測定結果（陽子ビーム利用実験棟）	10月分（飯島）
RAD-S-2007/35	定期放射線測定結果（陽子ビーム利用実験棟）	11月分（飯島）
RAD-S-2007/36	定期放射線測定結果（陽子ビーム利用実験棟）	12月分（飯島）
RAD-S-2007/37	定期放射線測定結果（陽子ビーム利用実験棟）	1月分（飯島）
RAD-S-2007/38	定期放射線測定結果（陽子ビーム利用実験棟）	2月分（飯島）
RAD-S-2007/39	定期放射線測定結果（陽子ビーム利用実験棟）	3月分（飯島）
RAD-S-2007/40	ミュオン第1実験室 ソレノイドコイルタップ立て加工に伴う内部被ばく評価（飯島）	
RAD-S-2007/41	ミュオン第1実験室 ソレノイドコイル輸送コンテナ搬出測定（飯島）	
RAD-S-2007/42	冷中性子実験室管理区域解除のためのスミア測定結果（飯島）	
RAD-S-2007/43	冷中性子実験室管理区域解除のための表面汚染測定結果（飯島）	
RAD-S-2007/44	陽子ビーム利用実験棟 一般管理区域解除のためのスミア測定結果(飯島)	
RAD-S-2007/45	陽子ビーム利用実験棟 一般管理区域解除のための表面汚染測定結果(飯島)	
RAD-S-2007/46	定期放射線線量率等測定結果（P S 関連施設）	前期（飯島）
RAD-S-2007/47	定期放射線線量率等測定結果（P S 関連施設）	後期（飯島）

## 7.6 CHEM-A

### 依頼者所属

CHEM-A-07/01	放射線	ビス（3種類）の定性分析
CHEM-A-07/02	加速器	HOM dumper 冷却水
CHEM-A-07/03	素核研	PSI のチラー水分析
CHEM-A-07/04	加速器	ストレーナ付着物
CHEM-A-07/05	素核研	PSI のチラー水分析
CHEM-A-07/06	加速器	絶縁油の表面張力
CHEM-A-07/07	加速器	冷却水の水質分析
CHEM-A-07/08	加速器	ダミーロード冷却水中の汚れの分析
CHEM-A-07/09	加速器	EM 絶縁体の分析
CHEM-A-07/10	加速器	冷却水中フィルターの分析
CHEM-A-07/11	加速器	KEKB 超伝導キャビティ HOM ダンパー冷却水の分析

CHEM-A-07/12	物構研	PF X線ビームライン分光器内分光結晶付着物
CHEM-A-07/13	加速器	電磁石冷却水ゴムホースの分析
CHEM-A-07/14	建築課	アスベスト含有調査
CHEM-A-07/15	建築課	アスベスト含有調査
CHEM-A-07/16	加速器	Nb 空洞外面に生成した白色物質の分析
CHEM-A-07/17	加速器	ストレーナ付着物の分析
CHEM-A-07/18	物構研	フィルター付着物の分析
CHEM-A-07/19	加速器	クーリングタワー循環水中の浮遊物の分析
CHEM-A-07/20	加速器	冷却水フィルターの分析
CHEM-A-07/21	加速器	イオン源内堆積物の定性分析