

**KEK Progress Report 2007-5**  
**February 2008**  
**R**

Activity Report of  
Radiation Science Center  
in Fiscal 2006

KEK

Radiation Science Center  
Applied Research Laboratory



High Energy Accelerator Research Organization

© High Energy Accelerator Research Organization (KEK), 2008

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 2006**

**KEK**

**Radiation Science Center**

**Applied Research Laboratory**

**High Energy Accelerator Research Organization**

放射線科学センター  
2006年度 活動報告

高エネルギー加速器研究機構  
共通基盤研究施設 放射線科学センター

## **PREFACE**

The Radiation Science Center is concerned with the management of both radiation and chemical safety in KEK. The Chemical Safety Control Office will be positioned under the Director General from the beginning of FY2007, and be renamed to the Environmental Safety Office. The Environment and Chemical Safety Office will be 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 FY2006, the radiation safety system in J-PARC was extensively developed. 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	1
2. Basic Research in Radiation Physics and Detector Development	5
3. Experimental Technology and Monte Carlo Simulation Related to Radiation Shielding	13
4. Nuclear Chemistry and Radiochemistry	14

## Chapter 2 研究支援活動

1. 体制	21
1.1 放射線管理体制	21
1.2 放射線業務分担	22
1.3 化学安全管理体制	23
2. 放射線安全管理関係	24
2.1 区域管理関連	24
2.2 横断的業務関連	27
2.3 J-PARC に関わる支援業務と設計開発、研究活動	29
2.4 SLAC における支援研究業務	32
3. 化学安全・環境関係	34
3.1 依頼分析	34
3.2 変圧器の油漏れ	34

## Chapter 3 資料

1. 外部資金導入状況	35
1.1 科学研究費補助金	35
1.2 受託研究等	35
2. 共同研究等	35
2.1 共同開発研究	35
2.2 大学との共同研究	36
2.3 民間との共同研究	36
3. 大学院生等の人材育成	37
3.1 学位論文の指導	37
3.2 その他	37
4. センター開催の研究会及びシンポジウム	37

5. 教育活動	38
6. 機構外委員会等活動	39
7. 放射線科学センター名簿	40

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

1. Periodical Journals (2006.1-2006.12)	41
2. Publication in Japanese (2006.1-2006.12)	42
3. Proceedings (2006.1-2006.12)	42
4. Reports (2006.1-2006.12)	43
5. Presentation at Conferences (2006.4-2007.3)	44
5.1 International Conference	44
5.2 Invited talk at Domestic Meetings	45
5.3 Domestic Conference	46
6. Internal Reports of Radiation Science Center (2006.4 – 2007.3)	50
6.1 放射線関係の部内レポート	50
6.2 化学安全関係の部内レポート	50
6.3 RAD-A	50
6.4 RAD-D	50
6.5 RAD-S	51
6.6 CHEM-A	55
6.7 CHEM-W	56

## **Chapter 1 Research Activity**

The feature of the research activities in the Radiation Science Center is a wide coverage of the research fields. Nuclear engineering, radiation physics, radiochemistry, health physics, chemistry and radiation shielding are included in the research fields of the staff members. The present status of these research activities carried out in fiscal year 2006 are described here.

### **1. Radiation Protection Technology in Accelerator Facilities**

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

A. Toyoda, R. Sonkawade, 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. We tried to use the software ISOCS 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 obtained by ISOCS 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 5<sup>th</sup> Annual Symposium of the Society of Radiation Safety Management (29 Nov.- 1 Dec., 2006, Nagoya univ.)*

#### **1.2 Surface Contamination Observed in the High-Energy Accelerator room**

A. Toyoda, H. Matsumura, K. Masumoto  
*KEK*

In the highly activated area of the high-energy accelerator facilities, it can be usually observed the surface contamination of accelerator components and floor. The study of the source of contamination and mechanism is very important for the radiation control. We have sampled from the surface of accelerator components and floor using Scotch tape flag in the 12-GeV proton synchrotron and developed the radio-image of tape flags using an imaging plate. It was found that this method is very useful to observe the situation and types of contamination. On the other hand, the PSL value had no relation to the activities of gamma-emitting nuclides,  $^7\text{Be}$ ,  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  and so on. Then, we sampled surface contamination by the filter paper just after the shutdown and measured the radio-image repeatedly. The PSL values of all filters show the decay curves of about 2 weeks half-life. The result

means that the  $\beta$ -emitter was produced by the secondary beams and deposited on the surface of beam pipe or wall through the aerosol production.

*Presented at 5<sup>th</sup> Annual Symposium of the Society of Radiation Safety Management (29 Nov.- 1 Dec., 2006, Nagoya univ.)*

### **1.3 Separation of $^{14}\text{C}$ from Concrete Samples**

Y. Izumi<sup>1</sup>, Y. Ando<sup>1</sup>, K. Matsumura<sup>1</sup>, T. Ohtsuki<sup>2</sup>, H. Yuki<sup>2</sup>, K. Masumoto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Japan Environment Research, <sup>2</sup>Tohoku University and <sup>3</sup>KEK

In order to determine the activity of  $^{14}\text{C}$  induced in the concrete obtained from various accelerator facilities, we studied the oxidative combustion method for extraction of  $^{14}\text{C}$  from concrete samples quantitatively. Separation conditions, such as maximum heating temperature and time were examined using  $^{11}\text{C}$  produced by the  $^{12}\text{C}(\gamma, n) ^{11}\text{C}$  reaction as a radioactive tracer instead of  $^{14}\text{C}$ . Samples were irradiated with 30MeV-bremsstrahlung at Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University. After irradiation, samples were heated in an IR-furnace under  $\text{O}_2$  stream (flow rate; 100ml/min). After decomposition of sample, gas was sequentially guided to another furnace (catalyst;  $\text{CuO}$ , temperature; 1073K) for oxidation of  $\text{CO}$  to  $\text{CO}_2$ . Radioactive carbon dioxide was collected in 2-amino-ethanol solution of an alkali trap. Addition of oxidants was effective to improve  $^{11}\text{C}$  yields and yields of  $^{11}\text{C}$  from standard rock samples were over than 70% heated at 1373K for 20 minutes. It was concluded that the yields of  $^{14}\text{C}$  from concrete samples were also more than 70%.

*Presented at 5<sup>th</sup> Annual Symposium of the Society of Radiation Safety Management (29 Nov.- 1 Dec., 2006, Nagoya univ.)*

### **1.4 Assessment of Activation in Small Accelerator Facilities in Japan for the Introduction of Clearance System**

K. Masumoto, H. Nakamura, H. Matsumura, T. Miura

KEK

In Japan, there are about 1,300 accelerators in operation 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. The introduction of clearance system to these accelerator facilities, the survey of the present status of these facilities is very important for grouping of activation level and activated area by the 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 groups, 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 shielding condition is the important factor comparing with particle energy.

### **1.5 Measurement of $^{36}\text{Cl}$ induced in the Concrete of Various Accelerator Facilities**

K. Bessho, H. Matsumura, T. Miura, K. Masumoto, T. Suzuki, K., Y. Nagashima<sup>1</sup>, K. Sasa<sup>1</sup>,  
T. Takahashi<sup>1</sup>, K. Sueki<sup>1</sup>, Y. Tosaki<sup>1</sup>, M. Tamari, Y. Matsushi  
*KEK, <sup>1</sup>University of Tsukuba*

In our previous work, we have developed a method for AMS of  $^{36}\text{Cl}$  in concrete samples and demonstrated that AMS measurements of isotope ratios of  $^{36}\text{Cl}$  to  $^{35}\text{Cl}$  ( $^{36}\text{Cl}/^{35}\text{Cl}$ ) is suitable for monitoring the thermal neutron fluence in the concrete. In this year, we investigated the thermal neutron fluences in concrete walls, floors, and shields at the various types of hadron and electron accelerators. Thermal neutron fluences at the concrete surface were in the range of  $10^{12}$  to  $10^{14}$  n/cm<sup>2</sup>, and the maxima in thermal neutron fluences were observed at approximately 5 to 10 cm in depth at most of accelerator facilities. Increasing the acceleration energy of proton shifted the maximum in the thermal neutron fluences to deeper positions, and it increased the attenuation lengths of thermal neutrons. On the other hand at electron accelerator-facilities, depth profiles of thermal neutrons showed similar tendency independently of the acceleration energies between 45 MeV to 1.2 GeV. These results reflect the energy spectra of secondary neutrons emitted by the nuclear reaction at the beam-loss points.

*Presented at "The 8th AMS symposium", January 27-28, 2006, the University of Tsukuba.*

### **1.6 Characteristics of Radionuclides Induced in the Magnet Cooling-water and the Target Cooling-water at the Proton Accelerator Facilities at KEK**

K. Bessho, A. Chida, H. Matsumura, K. Hozumi, T. Miura and K. Masumoto  
*KEK*

At the proton accelerator facilities at KEK, radionuclides, such as  $^7\text{Be}$  and  $^{11}\text{C}$ , were induced in the cooling water of the magnets. Further in the cooling water of the spallation neutron source at KENS, various nuclides, such as  $^{43}\text{Sc}$ ,  $^{44\text{m}}\text{Sc}$ ,  $^{46}\text{Sc}$ ,  $^{47}\text{Sc}$ ,  $^{88}\text{Y}$ ,  $^{89}\text{Zr}$ ,  $^{169}\text{Yb}$ ,  $^{172}\text{Lu}$ ,  $^{173}\text{Lu}$ ,  $^{170}\text{Hf}$ , and  $^{173}\text{Hf}$ , were induced by recoil reactions of the Ta and SUS materials supporting the target. Ion-exchange and

colloid-formation behavior of the induced radionuclides were examined by adsorption on cationic/anionic exchange resin column and collection on ultra-filtration membranes of several pore sizes. These experiments clarified that these radionuclides partially exist in colloid particles. The colloid formation and the ion-exchange behaviors of these radionuclides were found to be quite different between the elements. These characteristics of the induced nuclides in the cooling-water will be important for radiation safety at high-energy and high-intensity accelerator facilities.

### **1.7 Characterization of Surface Contamination of a High-energy Accelerator Facility Using IP Technique**

K. MASUMOTO, A. TOYODA, T. KUNIFUDA and H. MATSUMURA

*KEK and TNS*

Surface contamination is always detected at the highly activated area of 12GeV-Proton synchrotron facility, KEK. In order to evaluate the nuclides attached on the surface of accelerator components during operation, we measured the half-life of radioactivity of filter paper after wiping from the surface of accelerator components. It was found that P-32 is a major source of contamination.

*Presented at "The 4th Annual Meeting of Japan Radiation Safety Management", November 23-25, Kyoto University.*

### **1.8 Radionuclides Observed in Various Materials Carried out from Accelerator Facilities**

K. MASUMOTO, A. TOYODA, S. ISHIHAMA<sup>1</sup> and K. KITAJIMA<sup>1</sup>

*KEK and <sup>1</sup>TNS*

During the maintenance in the accelerator facility, various materials, such as fluorescent lamp, battery, fire sensor, antenna and so on, are carried out. Surface dose of these materials should be checked, in order to release no radioactive ones from the radiation control area. For the radiation control, it is very useful to determine the radionuclides induced in these substances. Because we can obtain the elemental composition, compare with the materials made by several companies and estimate the radioactive decay in future. A major nuclides were <sup>124</sup>Sb in fluorescent lamps, <sup>60</sup>Co and <sup>54</sup>Mn in batteries, <sup>124</sup>Sb, <sup>54</sup>Mn, <sup>65</sup>Zn in fire sensors, <sup>182</sup>Ta in PHS antennae. These nuclides are mainly produced by neutron capture reactions.

*Presented at “The 4th Annual Meeting of Japan Radiation Safety Management”, November 23-25, Kyoto University.*

## **2. Basic Research in Radiation Physics and Detector Development**

### **2.1 Average Energies Required per Scintillation Photon and Energy Resolutions in NaI(Tl) and CsI(Tl) Crystals for Gamma-rays**

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

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. The values of  $W_s$  for NaI(Tl) and CsI(Tl) crystals were determined to be 15.0 eV and 13.3 eV, respectively. The numbers of scintillation photons were obtained by calculating the collection efficiency of scintillation photons at the photo-cathode using Monte-Carlo simulations and by experimentally determining the conversion efficiency from photons to photoelectrons at PMT photocathode. The values of  $W_s$  determined in the present study are in good agreement with the theoretical values presented recently. The factors affecting energy resolutions were also examined. The calculated resolution agrees well with that obtained in the measurement.

*Published in Jpn. J. Appl. Phys, Vol.45 (2006) 6240-6430.*

*Published partly in “SCINT 2005”, A. Gektin and B. Gronyov eds., National Academy of Science of Ukraine, 2006, pp279-281.*

### **2.2 Angular Response of Photomultiplier Tubes**

#### **2.2.1 Angular Response of Photomultiplier Tubes: Photon-to-electron Conversion Efficiency and Reflectance of Photomultiplier Tubes as a Function of Incidence Angle of Photon**

S.Sasaki, H.Tawara, K.Saito, M.Miyajima<sup>1</sup> and E.Shibamura<sup>2</sup>

KEK, Waseda Univ.<sup>1</sup>, Saitama Prefectural Univ.<sup>2</sup>

Reflectance and photon-to-electron conversion efficiency have been measured for several photomultiplier tubes (PMTs) using three-color light-emitting diode (LED) emitting photons with central wavelengths of 470, 525, and 640 nm. The use of a light guide with a refractive index similar to that of a photomultiplier window enabled the measurement at the angle of incidence to a photocathode up to 75 degrees. An appreciably large reflectance and conversion efficiency were obtained at the angles of approximately 45 and 60 degrees, respectively. It was shown that these PMTs work with a higher photon-to-electron conversion efficiency than the quantum efficiency given by the manufacturer in many cases of scintillation counting. The reflectance measured in this study is consistent with that calculated using an optical model, where the photocathode was a thin film with a complex refractive index.

*Published in Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 45, No. 7, 2006, pp. 5990–5995*

### **2.2.2 Photon-to-electron conversion efficiency and reflectance of photomultiplier tubes as a function of incidence angle of photon**

E. Shibamura<sup>1</sup>, S. Sasaki<sup>2</sup>, H. Tawara<sup>2</sup>, K. Saito<sup>2</sup>, and M. Miyajima<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Saitama Prefectural University, School of Health and Social Services,*

<sup>2</sup>*High Energy Accelerator Research Organization,*

<sup>3</sup>*Advanced Research Center for Science and Engineering, Waseda University*

The photon-to-photoelectron conversion efficiency and the reflectance of a photomultiplier have been measured as a function of the photon incident angle. Appreciably large conversion efficiency and reflectance were obtained for a incident angle near 45°. A calculation was made for an optical model of a photomultiplier. The results were consistent with the experimental results.

*Published in Nucl. Instr. Meth. A A567 (2006) 192-195.*

### **2.3 Average Energy to Produce An Ion Par in Gases for Heavy Charged Particles in Gases Measured as a Function of Particle Energy**

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

In order to determine  $W$ , 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  $\text{He}^{2+}$ ,  $\text{C}^{6+}$ , and  $\text{N}^{7+}$  ions in air and tissue-equivalent gas of the pressures of 500 to 760 Torr as a function of the energy of ions. For  $\text{C}^{6+}$  and  $\text{N}^{7+}$  ions, the energy dependence of  $W$  was clearly observed in both gases, while  $W$  for  $\text{He}^{2+}$  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  $\text{C}^{6+}$  and  $\text{N}^{7+}$  ions are almost equal to the value of  $W$  for high energy electrons.

#### **2.4 Development of Position Sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber (PS-TEPC) and Establishment of Dosimetric Technique in International Space Station (ISS) with PS-TEPC\***

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> and H. Matsumoto<sup>3</sup>  
*KEK, Waseda Univ.<sup>1</sup>, Kyoto Univ.<sup>2</sup>, and JAXA<sup>3</sup>*

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 two-dimensional 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.

*\*This study is carried out as a part of "Ground-based Research Announcement for Space*

*Utilization” promoted by Japan Space Forum.*

*Presented partly at the 21<sup>th</sup> Workshop of Radiation detectors and Their Uses, the 67<sup>st</sup> Conference of the Physical Society of Japan, the 23<sup>nd</sup> Symposium of Space Utilization, and so on.*

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

K. Saito, S. Sasaki, H. Tawara, T. Sanami and E. Shibamura<sup>1</sup>  
*KEK, <sup>1</sup>Saitama Prefectural University*

When scintillation in rare gases is used in radiation detectors, it is expected that the detectors show better time resolution in comparison with radiation detectors measuring charge signals caused by ionization. Although <sup>3</sup>He, one of isotopes of helium, is widely used as medium to detect neutrons, it is difficult to apply to a scintillation detector as a gas scintillator because of a long decay time (about 10 μs) and luminescence wavelengths lying in vacuum ultraviolet (60-100 nm). In order to solve these problems, we have been studied a possibility to exchange a luminescence origin from helium to xenon by adding a small amount of xenon to helium. The reasons we selected xenon are that a decay time of an excited xenon dimer is fastest (about 99 ns) among rare gases and its peak wavelength in luminescence spectra of that is about 173 nm.

Luminescence spectra from helium mixed with xenon were measured using an X-ray generator and a VUV monochromator. The scintillation yields and time profiles in the mixture were measured using alpha particles. From measurements of the luminescence spectra, it became clear that the scintillation photons in He/Xe mixture were emitted in the wavelength region of 150-200nm. The scintillation intensities were measured using a PMT sensitive to photons with wavelength of 115-300nm as a function of the ratio of the xenon pressure to the total pressure. The scintillation intensity increases with increasing the ratio.

*Presented at The 11th Vienna Conference on Instrumentation, Vienna, 2007/02/20.*

## **2.6 Development of Bragg Curve spectrometer**

### **2.6.1 A Bragg Curve Counter with an Active Cathode to Enhance an Energy Acceptance in Fragment Measurements**

T. Sanami, M. Hagiwara, T. Oishi<sup>1</sup>, M. Baba<sup>1</sup> and M. Takada<sup>2</sup>  
*KEK, Tohoku Univ.<sup>1</sup> and NIRS<sup>2</sup>*

We have developed a Bragg curve counter (BCC) equipped with an active cathode to extend the energy acceptance to lower energy than in conventional BCC to measure differential cross-sections of fragment production induced by tens of MeV protons. The cathode signal provides the timing signal of fragment incidence and the time difference signal between the cathode and anode, gives information on the fragment range in BCC on the basis of electron drift time. By using this signal, it became possible to identify fragments using the range information even for low energy fragments which cannot be identified with conventional BCC technique. Further, coincidence between cathode and anode signals improves signal to noise ratio significantly. After investigations for fundamental properties of newly constructed BCC using heavy ion beams and  $\alpha$  particles, this method was applied successfully to a fragment production measurement for 70 MeV proton induced reactions on carbon. By the technique, the energy acceptance of BCC was improved significantly without introducing additional detector or energy loss.

### **2.6.2 Extension of Energy Acceptance of Bragg Curve Counter to High Energy**

M. Hagiwara, T. Sanami, T. Oishi<sup>1</sup>, M. Baba<sup>1</sup>, M. Takada<sup>2</sup>  
*KEK, Tohoku Univ.<sup>1</sup> and NIRS<sup>2</sup>*

We developed a data correction method to extend the high energy end of Bragg curve counter (BCC) to apply BCC to the measurements of differential fragment production cross sections induced by ten's of MeV protons. In this method, we estimate the primary energy of the fragment on the basis of experimental information obtained by BCC on the energy loss and Z of fragments. The energy extension method was applied to measurements of double-differential cross-sections of fragments emission from carbon induced by 70 MeV protons, and validity was confirmed. Combined with our method for energy extension to lower side using an active cathode technique, the energy acceptance was improved up to two times in comparison with a conventional method.

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

M. Hagiwara, T. Sanami, T. Michikawa and 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.

*Presented at 21st Symposium on Radiation detector and their use, KEK, January 31- February 2 2007*

## **2.8 Development of Low-Energy X-Ray Survey-Meter**

K. Aoyama<sup>1</sup>, K. Masui<sup>1</sup>, S. Yamamura<sup>1</sup>, T. Nakamura<sup>2</sup>, T. Yabutani<sup>1</sup>, and Y. Namito<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Fuji Electric Sys. Co,* <sup>2</sup> *Tohoku Univ,* and <sup>3</sup> *KEK*

The X-ray radiation produced from various X-ray generating machines, which are widely used in medical purposes such as X-ray CT, mammography, X-ray radiographs of chest, teeth, stomach and so on, has energies between 10 to 150 keV. For measuring the stray X-ray radiation leaked from these machines, the conventional ionization-chamber type survey-meter has been world-widely used. But, this type of survey-meter has poor accuracy coming from low sensitivity, especially almost no sensitivity to X rays of energy below 25 keV. Here, we have developed a NaI(Tl) scintillation-type survey-meter which can measure the ambient dose equivalent H\*(10) with high sensitivity for X rays in the energy range of 10 to 150 keV. In this paper, the characteristics of the survey-meter, linearity, energy response, temperature dependence etc. were investigated using the radioisotope gamma rays and the synchrotron radiation.

*Published in Radiation Detectors and Their Uses, KEK Proceedings 2006-7, 2006 ,pp57-67*

## **2.9 Nuclear Data**

### **2.9.1 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, Tohoku Univ.<sup>1</sup>, NIRS<sup>2</sup> and JAEA<sup>3</sup>*

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.

*Presented at 10th Symposium on Neutron Dosimetry (NEUDOS10), Uppsala, Sweden, June 12-16 2006*

## 2.9.2 Doble Differential Cross Section of Fragment Production by Ten's of MeV Protons and Neutrons

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

Double differential cross sections (DDXs) of fragment production from neutron and proton- induced reactions have been measured in the intermediate-energy region to confirm the applicability of theoretical models. A Bragg curve counter with an enhanced energy dynamic range and detection efficiency was developed to measure the DDXs. DDXs of Li, Be, B and C production were obtained for 70 MeV proton-induced reactions on C, Al and Si. DDXs of Li, Be and B were obtained for 65 MeV neutron-induced reactions on C. These results were compared with theoretical calculations with different intra nuclear cascade models.

*Presented in Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities, Eighth Meeting, May 22-24, 2006 POSTEC, Nam-Bu Pohang, Gyonbuk, Republic of Korea*

## 2.10 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.

*Published in Space Radiation, 5-1(2006)55-56.*

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

N. Hasebe<sup>a</sup>, T. Doke<sup>b</sup>, M. Hareyama<sup>a</sup>, K. Sakurai<sup>a</sup>, O. Okudaira<sup>a</sup>, S. Torii<sup>a</sup>, M. Takano<sup>a</sup>,  
T. Miyachi<sup>a</sup>, M. Miyajima<sup>a</sup>, S. Kodaira<sup>b</sup>, N. Yamashita<sup>a</sup>, N. Yasuda<sup>b</sup>, H. Tawara<sup>c</sup>, S. Nakamura<sup>d</sup>,  
K. Ogura<sup>e</sup>, H. Shibuya<sup>f</sup>  
<sup>a</sup>Waseda Univ., <sup>b</sup>NIRS, <sup>c</sup>KEK, <sup>d</sup>Yokokana National Univ., <sup>e</sup>Nihon Univ., <sup>f</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.

*Published in Space Radiation, 5-1 (2006) 3-37.*

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

Nagamatsu<sup>a</sup>, M. Masukawa<sup>a</sup>, S. Kamigaichi<sup>a</sup>, M. Masaki<sup>b</sup>, H. Kumagai<sup>b</sup>, N. Yasuda<sup>c</sup>,  
H. Yasuda<sup>c</sup>, T. Hayashi<sup>d</sup>, E. Benton<sup>e</sup>, H. Tawara<sup>f</sup>  
<sup>a</sup>JAXA, <sup>b</sup>AES, <sup>c</sup>NIRS, <sup>d</sup>Waseda Univ., <sup>e</sup>ERI, <sup>f</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.

*Published in KEK Proceedings 2006-7 (2006) 26-36.*

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

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

Y. Namito<sup>1</sup>, H. Hirayama<sup>1</sup>, A. F. Bielajew<sup>2</sup>, S. J. Wilderman<sup>2</sup> and W. R. Nelson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KEK and <sup>2</sup>Stanford Linear Accelerator Center

The EGS5 (Electron-Gamma Shower) code system is a general purpose package for the Monte Carlo simulation of the coupled transport of electrons and photons in an arbitrary geometry for particles with energies above a few keV up to several hundred GeV (depending on the atomic numbers of the target materials). EGS5 calculation result concerning electron back scatter was presented. Effort to verify egs5 code by comparing with electron back scattering experiment was mentioned.

*Present as Invited talk at ANS 2006 Winter Meeting, (12-16 Nov. 2006 Albuquerque USA).*

*Presented as Invited talk at The Japan Taiwan Symposium on Simulation in Medicine (12-15 Dec. 2006 Tsukuba Japan).*

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

##### **3.2.1 The EGS Short Course**

H. Hirayama and Y. Namito

KEK

EGS short courses were held at Pohang Accelerator Laboratory in Korea. 25 persons were involved. As the parts of the 13th EGS workshop. 104 researchers were joined to workshop from outside KEK.

##### **3.2.2 User Support Concerning EGS**

H. Hirayama and Y. Namito

*KEK*

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.

## **4. Nuclear Chemistry and Radiochemistry**

### **4.1 Measurements of Hadron Induced Production Rates of Light Nuclei at Intermediate Energies**

H. Matsumura, T. Sanami, K. Masumoto, N. Nakao, A. Toyoda, M. Kawai, T. Aze<sup>3</sup>, H. Nagai<sup>1</sup>,  
K. Murakami, M. Takada<sup>2</sup> and H. Matsuzaki<sup>3</sup>  
*KEK, <sup>1</sup>Nihon Univ., <sup>2</sup>NIRS, <sup>3</sup>The University of Tokyo*

In 400- and 720-MeV alpha nuclear-reactions, fragment mass and Z number were identified by time-of-flight and dE-E method using a counter telescope at 30 degree. We measured energy spectra for each light nuclide from Al, Ni, and Au targets. Furthermore, the cross sections of <sup>24</sup>Na production by 400 and 720 MeV alphas from various targets measured by  $\gamma$ - $\gamma$  coincidence spectrometry with Ge-Ge detectors and Ge-NaI detectors.

### **4.2 Calculation of Yields of the Radionuclides Produced in Au Activation Detectors Fixed in Concrete Shield at the 500-MeV Neutron Irradiation Facility of KENS**

H. Matsumura, K. Masumoto, K. Oishi<sup>1</sup>, M. Kawai, T. Aze<sup>2</sup>, A. Toyoda, M. Numajiri,  
K. Takahashi, K. Bessho, T. Sanami  
*KEK, <sup>1</sup>Shimizu Co., <sup>2</sup>The Univ. of Tokyo*

We simulated the shielding experiment with high-energy neutrons by MARS15 code. The calculation results were compared with the experimental results. The calculated yields of spallation products in Au activation detectors were smaller than the experimental results. Therefore, it was

found that the calculation fluxes of high energy neutrons were underestimated.

*Presented at the 50<sup>th</sup> Symposium on Radiochemistry, Oct. 24-27, 2006, Mito, Japan.*

### **4.3 Spallation Products of <sup>197</sup>Au Induced by Secondary Particles from 12-GeV Proton Bombardment of a Thick Aluminum Target**

H. Matsumura, T. Suzuki, T. Miura, K. Masumoto, S. Ishihama<sup>1</sup>, N. Matsuda<sup>2</sup>, and T. Aze<sup>3</sup>  
KEK, <sup>1</sup>TNS, <sup>2</sup>JAERI, <sup>3</sup>the Univ of Tokyo

We measured the production rates of the spallation of <sup>197</sup>Au, of which plates were attached on the wall of the neutrino target station of KEK, induced by the secondary particles emitted from the 12-GeV proton bombardment of a thick aluminum target. The spallation production rates of <sup>197</sup>Au were also calculated using the newly issued MARS15 code system in order to compare the experimental and theoretical production rates. The calculated production rates agreed with the experimental ones. Products with mass numbers close to that of <sup>197</sup>Au were produced by the prominent low-energy neutrons. Although, at energies higher than 300 MeV, the fluxes among neutrons, protons,  $\pi^+$ , and  $\pi^-$  were comparable, the pionic nuclear reactions were highly effective in producing lighter-mass products (<~190) in Au plates placed at large-angle directions. At the forward angle positions, where particles with energies higher than 1 GeV were highly populated, the contribution of the lighter mass production from neutrons and protons becomes comparable to that of pions, because the 140-MeV gain in the pionic nuclear reactions is not significant.

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

H. Matsumura, K. Masumoto, and A. Toyoda  
*KEK*

Highly selective and low background  $\gamma$ -ray detection was performed by the coincidence and anticoincidence event analysis after list-mode data acquisition with a HPGe spectrometer, which is surrounded by three NaI(Tl) scintillation detectors for the detection of coincidence events and plastic scintillation detectors for cosmic component suppression. The pulse heights and the occurrence time of all amplifier outputs from these detectors are stored by a list-mode system. After acquisition,

coincidence or anticoincidence spectra for the detection of specific nuclides can be freely constructed by extracting events of particular occurrence time and energy correlations. Although the detector arrangement of this system was a typical Compton suppression spectrometer, background counts were drastically reduced and  $\gamma$ -ray of particular nuclides ( $^{22}\text{Na}$ ,  $^{24}\text{Na}$ ,  $^{44}\text{Ti}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{169}\text{Yb}$ ,  $^{173}\text{Lu}$ ,  $^{194}\text{Au}$ , etc.) in samples activated at accelerator facilities could be selectively detected by using several coincidence patterns, which were  $\gamma$ - $\gamma$ ,  $\gamma$ -X,  $\gamma$ -X-X, and  $\gamma$ - $\beta^+$  coincidences.

#### **4.5 Improvement of the $^{36}\text{Cl}$ -AMS System at MALT Using a Monte Carlo Ion-trajectory Simulation in a Gas-filled Magnet**

Takahiro Aze<sup>1</sup>, Hiroyuki Matsuzaki<sup>1</sup>, Hiroshi Matsumura, Hisao Nagai<sup>2</sup>, Masatsugu Fujimura<sup>2</sup>,  
Mayumi Noguchi<sup>2</sup>, Yayoi Hongo<sup>1</sup>, and Yusuke Yokoyama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*The University of Tokyo*, <sup>2</sup>*Nihon Univ., KEK*

We developed and experimentally confirmed a Monte Carlo simulation code to describe the trajectories of  $^{36}\text{Cl}$  and  $^{36}\text{S}$  ions in a gas-filled magnet (GFM) at the MALT, the University of Tokyo. The simulation revealed that the central trajectories of the ions in the GFM are almost spiral and most of the  $^{36}\text{S}$  ions collided with the interior wall of the GFM. Based on this property of the trajectories, we have found a more advantageous condition for suppressing  $^{36}\text{S}$ . As a result, the background level of the  $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$  ratio was lowered to  $10^{-15}$ .

#### **4.6 Measurements of Electronic X-ray Energies Following the Formation of Pionic Atoms.**

Kazuhiko Ninomiya<sup>1</sup>, Hironori Sugiura<sup>1</sup>, Toshimitsu Nakatsuka<sup>1</sup>, Yoshinori Itsuki<sup>1</sup>, Keiji Nakashima<sup>1</sup>, Takuya Ikai<sup>1</sup>, Wataru Sato<sup>1</sup>, Takashi Yoshimura<sup>1</sup>, Hiroshi Matsumura, Taichi Miura, and Atsushi Shinohara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Osaka University*, <sup>2</sup> *International Christian University, KEK*

In the research on a pionic atom, pionic X rays and gamma rays induced by the decay of neutral pion have been well measured to investigate pion behavior in the pionic atom. On the other hand, the electron state during the pion cascade has not been examined fully. Our group has measured the electronic X-ray energies by using HPGe detectors for various elements to investigate electron rearrangement process after the formation of pionic atom. All measurements were performed at  $\pi\mu$ -channel of EP-2 beam-line at KEK-PS. In this study, we prepared metal and/or oxide samples for

23 elements ranging from  $Z=29$  to 92 as target.

If the pion screens the nuclear charge completely, the electronic X-ray energy of the pionic atom (we define its atomic number as “ $Z$ ”) is the same of that of  $Z-1$  atom. In fact, the screening effect is not complete and in addition, the electron state of the pionic atom influences the electronic X-ray energies. We call the difference between the electronic X-ray energy of the pionic atom and that of  $Z-1$  atom as “energy shift”. It is expected theoretically that the energy shift becomes larger monotonously with increasing atomic number. However, we found that the energy shift is approximately constant in the region of  $Z=60$  to 70.

#### **4.7 Measurement of Electronic X rays Emitted from Muonic Atom and Luminescence from Chemical Reactions Including Muonic Atom**

Toshimitsu Nakatsuka<sup>1</sup>, Kazuhiko Ninomiya<sup>1</sup>, Hironori Sugiura<sup>1</sup>, Wataru Sato<sup>1</sup>, Takashi Yoshimura<sup>1</sup>, Michael Kenya Kubo<sup>2</sup>, Hiroshi Matsumura, Taichi Miura, Kusuo Nishiyama and Atsushi Shinohara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Osaka University*, <sup>2</sup> *International Christian University, KEK*

Muonic atoms are formed when negative muons stopped in matter. Because of their long lives ( $\sim 2\mu\text{s}$ ), muonic atoms are the only species in exotic atoms that have a potentiality for new chemical species. In this study, two researches are conducted in order to investigate the chemical property of muonic atoms. All experiments were performed at the  $\mu$ -port of the Muon Science Laboratory in High Energy Accelerator Research Organization. The purpose of the first research is an investigation of the electronic structure of muonic atoms. In this study, electronic X-rays were measured for 7 elements: Sn, Ba, Ta, Ir, Pb, Th, and U. the experimental system for the X-ray measurement consists of four germanium detectors. It is known that the eX-ray energy is affected by the electronic structure of the muonic atom. In this research, we found that muonic atoms are highly ionized because of the existence of inner shell holes formed by Auger process during the muon cascade in the low  $Z$  region ( $Z$  is the atomic number of the target atom).

A preliminary experiment to examine the chemical reactivity of muonic atoms was also performed by detecting chemical luminescence originating from the gas-phase chemical reaction of muonic atoms. In this experiment, a mixture of the Ar and  $\text{CH}_4$  gases were used as the targets. If the chemical property of a muonic  $Z$  atom is similar to that of a  $Z-1$  atom radical, a muonic Ar would behave as a Cl radical. We attempted to detect chemical luminescence for the evidence of the chemical reaction between muonic Ar and  $\text{CH}_4$ .

## 4.8 Separation of Radioactive Materials from Activated Sample

### 4.8.1 Separation of Radioactive Carbon from Activated Samples

K. Masumoto, T. Ohtsuki<sup>1</sup>, H. Yuki<sup>1</sup>, Y. Ando<sup>2</sup> and Y. Izumi<sup>2</sup>  
*KEK, <sup>1</sup>Tohoku Univ., <sup>2</sup>JER*

In order to obtain the activity of <sup>14</sup>C in concrete samples obtained from accelerator facilities, it is necessary to establish the separation method of radioactive carbon in concrete and rock samples induced by nuclear reaction. We studied the separation of radioactive carbon by <sup>11</sup>C produced by the bremsstrahlung irradiation.

Silicate rocks and concrete samples were irradiated with 30-MeV bremsstrahlung of 120μA for 20 min. at the 300-MeV electron linear accelerator of Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University. Decomposition and oxydizing was performed in an infrared furnace under oxygen gas flow. In order to remove radioactive nitrogen gas, a column containing SiO<sub>2</sub> doped with Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub> was inserted between furnace and an bubbler for carbon trap respectively. The radioactivity of each column was measured with a couple of BGO-detector.

This technique is also useful to separate <sup>14</sup>C induced in accelerator facility. Therefore, separation conditions, such as heating temperature, time, gas flow rate and oxidizing agents, have been carefully studied.

### 4.8.2 Separation of Nickel from Activated Concrete Samples

K. Masumoto, T. Ohtsuki<sup>1</sup> Y. Ando<sup>2</sup> and Y. Izumi<sup>2</sup>  
*KEK, <sup>1</sup>Tohoku Univ., <sup>2</sup>JER*

In order to measure the activity of <sup>63</sup>Ni in concrete samples obtained from accelerator facilities, it is necessary to separate Ni from concrete samples quantitatively. We traced the separation behavior of Ni by photon activation analysis. Concrete samples were decomposed into HNO<sub>3</sub> and HCl in a pressurized decomposition vessel, and residual substances were attacked by HF again. Then, concrete samples, residual substances were irradiated with 30-MeV bremsstrahlung to determine the abundance of Ni in them. Nickel concentration of acid solution extracted from concrete samples were also determined by the atomic absorption spectrometry. It was confirmed that nickel was separated from concrete samples by the decomposition of HNO<sub>3</sub> and HCl.

#### 4.9 Determination of Nitrogen in CZ Silicon by Charged Particle Activation Analysis

K. Masumoto, T. Nozaki<sup>1</sup>, H. Yagi<sup>2</sup>, Y. Minai<sup>3</sup>, Y. Saito<sup>4</sup> and N. Inoue<sup>5</sup>  
*KEK, <sup>1</sup>Purex Co., <sup>2</sup>SHIEI, <sup>3</sup>Musashi Univ., <sup>4</sup>JRIA, <sup>5</sup>Osaka Pref. Univ*

Recently, it has been paid attention that the presence of ultra trace amount of nitrogen in high purity silicon reduces the lattice defect of silicon crystal. A working group of JEITA has made efforts to establish standard procedures of plural methods for the determination of nitrogen concentration in CZ silicon. In cooperation with this working group, we try to establish the reference procedure of charged particle activation analysis of nitrogen. We adopted the  $^{14}\text{N}(p, \alpha) ^{11}\text{C}$  reaction for the activation of nitrogen, and the two separation procedures of  $^{11}\text{C}$ , i.e. dry fusion and wet chemistry, were examined. Nitrogen of  $10^{14}$  atoms/cm<sup>3</sup> level in CZ silicon has proved to be determined by both methods, which gave results agreeing fairly well with each other and with the result of SIMS.

## 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、上記のような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	榊本 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)	榊本 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 穂積 憲一 穂積 憲一	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当
第 3 区域 中性子ミュオン科学研究施設	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	俵 裕子 高橋 一智 佐波 俊哉 高橋 一智	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、兼業務担当
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 俵 裕子 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、兼業務担当 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
第 7 区域 RI 実験施設、放射化物加工棟、 放射性廃棄物第 2,3,4 保管棟、 電子陽電子放射性排水処理施設、 12GeVPS 放射性廃液処理施設、 放射線管理棟、放射性試料測定棟、 放射線照射棟、放射化物使用棟、 熱中性子棟	榊本 和義 豊田 晃弘	管理区域責任者 管理区域副責任者、兼業務担当

## 1. 2 放射線業務分担

業務	氏名
管理事務 (事務管理) (区域立入記録) (被曝管理) (管理事務・従事者登録)	榊本 和義 穂積 憲一 俵 裕子 豊島 規子
出入管理システム	穂積 憲一 佐波 俊哉 齋藤 究 高橋 一智
放射性物質等 (非密封 RI) (密封 RI) (核燃) (廃棄物) (チェックングソース) (放射化物)	榊本 和義 豊田 晃弘 飯島 和彦 波戸 芳仁 松村 宏 豊田 晃弘 齋藤 究 中村 一
環境放射能	三浦 太一 高原 伸一
集中放射線監視システム (放射線モニター、監視システム)	佐々木 慎一 佐波 俊哉 齋藤 究 穂積 憲一 飯島 和彦 千田 朝子
放射能測定器等 (Ge 検出器) (2 $\pi$ ガスフロー型及び GM 型測定器) (液体シンチレーションカウンタ) (イメージングプレート)	豊田 晃弘 高原 伸一 飯島 和彦 高橋 一智 豊田 晃弘
サーベイメータ等 (全体) (ゲートモニタ、物品モニタ) (サーベイメータ) (アラームメータ、ポケット線量計)	佐々木 慎一 穂積 憲一 飯島 和彦 齋藤 究 千田 朝子 高橋 一智
放射線較正施設 (放射線照射棟) (熱中性子標準棟)	佐々木 慎一 穂積 憲一 飯島 和彦 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 千田 朝子

### 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

陽子加速器施設主リングのダンプ新設に係る変更申請資料作成のための線量評価等を行った。

#### 2.1.2 第2区域

以下の申請が承認された。

##### 1. 北カウンターホールの EP1 ビームライン廃止に伴う変更承認申請

###### (1) EP1-A ビームライン及び EP1-B ビームラインの廃止

主リング室内にビームダンプが設置されることに伴い、EP1-A 及び EP1-B ビームラインにはビームが輸送されなくなるため、EP1-A 及び EP1-B ビームラインを廃止する。関連するインターロックシステム・自動運転表示を廃止する。

###### (2) EP1-B 実験エリアの廃止

EP1-B 実験エリアを廃止する。

###### (3) EP1 ビームライン室の名称変更

EP1 ビームライン室を EP1 室と名称変更する。

###### (4) EP1 室の遮蔽構造・使用形態・管理方法等の変更

残される放射化物からの放射線の遮蔽の構造を変更する。EP1 室は放射線発生装置使用室ではなくなるが、電磁石等が高レベルに放射化しているため、これまで通り本機構の定める立入制限管理区域として管理する。ただし、EP1 室内の放射化した電磁石等付近では、本機構の定める常時人が立ち入る場所の基準(20  $\mu$  Sv/h 以下)を上回る場所が存在するため、フェンス等により常時人が立ち入る場所との区分を行い、基準を超える場所にみだりに人が入れないような措置をとる。

###### (5) EP1 下流部の搬入口の新設

EP1 下流部に北カウンターホールからの搬入口を新設する。

(KEK Internal 2006-4)

##### 2. 東カウンターホールの EP2 ビームライン廃止に伴う変更承認申請

###### (1) EP2 ビームラインの廃止

EP2 ビームライン(EP2 本流ライン, EP2-A ライン, EP2-C ライン, P1 上流部, P1 下流部)を廃止する。関連するインターロックシステム・自動運転表示を廃止する。

###### (2) 二次ビームラインの廃止

EP2 ビームライン付属の二次ビームラインを廃止する。関連するインターロックシステム

を廃止する。

(3) EP2 ビームライン室の名称変更

EP2 ビームライン室を EP2 室と名称変更する。

(4) EP2 室の遮蔽構造・使用形態・管理方法等の変更

残される放射化物からの放射線の遮蔽の構造を変更する。EP2 室は放射線発生装置使用室ではなくなるが、電磁石等が高レベルに放射化しているため、これまで通り本機構の定める立入制限管理区域として管理する。ただし、EP2 室内の放射化した電磁石等付近では、本機構の定める常時人が立ち入る場所の基準(20  $\mu$  Sv/h 以下)を上回る場所が存在するため、フェンス等により常時人が立ち入る場所との区分を行い、基準を超える場所にみだりに人が入れないような措置をとる。

(5) EP2 ビームライン室下流部の名称変更と縮小

EP2 ビームライン室下流部を EP2 室下流部とし、部屋を縮小する。

(KEK Internal 2006-5)

3.東カウンターホールの FFAG シンクロトロン廃止に伴う変更届出(軽微変更)

東カウンターホールサイクロトロン及び東カウンターホール FFAG シンクロトロンの使用を廃止する。これに伴いインターロック、自動表示を廃止する。

### 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、「2006 年度放射線管理報告」を参照のこと。

### 2.1.4 第4区域

[電子陽電子入射器棟]

電子陽電子入射器棟における放射線発生装置の変更、(1)TA リニアックを新設する。(2)電子入射器・電子陽電子加速器の最大出力をそれぞれ 7.5GeV・microA、12.5GeV・microA に変更する。(3)加速器研究施設・テストリニアックの最大出力を 2.0GeV・microA に変更する。(4)放射光リング入射路の最大出力を 3.5GeV、65W とする、についての放射線安全設計を行い変更申請を行った。

[放射光実験施設]

PF リング直線部増強計画に伴うビームラインの改変・廃統合や、平成 18 年度の top-up 運転開始に向けてのマシNSTAディが行われた。時に入射時の放射線レベル、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などを行った。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、利用するためのテストビームラインを新設するため、富士実験棟門型遮へい体の構造の変更、放射線発生装置室の拡大、新たな放射線管理区域の設定に関する変更承認申請を行った。

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・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。ルクセルバッチ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。

[大強度放射光リング関係]

F-AR のビームライフ急落に伴う線量上昇時の対処の一つとして、夏期シャットダウン中にエリアモニタ3台（AR 北東棟 NE1、AR 北西棟 NW2、AR 北西棟 NW12 付近）を各ビームラインのメインハッチ側面に移動した。これに伴いこれらのエリアモニタの発報レベルを  $1 \mu\text{Sv/h}$  から  $20 \mu\text{Sv/h}$  に再設定した。

[アSEMBリーホール関連]

変更承認申請の作成：

(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。

### 2.1.6 第6区域

変更承認申請の作成：

(1)超伝導リニアック試験施設棟における S T F 変更使用に伴う放射線安全対策

S T F の使用開始のための申請を行った。S T F は最大エネルギー320 MeV、最大ビーム出力 0.256 W の直線加速装置である。加速粒子は電子、加速には超伝導空洞が用いられる。

## 2.1.7 第7区域

[放射線照射棟]

放射線取扱施設変更申請

放射線照射棟に設置されている中性子発生装置の運転管理方法を時間管理から、ビームパルスでの管理に変更するために必要な変更申請を行った。また、これにあわせて線源の変更を行った。

## 2.2 横断的業務関連

### 2.2.1 核燃料物質管理関連

以下の申請を行い承認された。

(A) 既許可目的番号1の「劣化ウランターゲットに陽子線を照射して中性子を発生させ、各種物理実験を行う。」を削除、使用の場所（使用）から「ブースタービームダンプ照射室」を削除、「ブースタービームダンプ室」の年間予定使用量を削除する。

(B) 既許可目的番号2の「劣化ウラン(中性子発生用ターゲット)を長期貯蔵用鉛キャスク等で保管する」ための保管場所「中性子科学研究施設、放射性廃棄物第3保管棟」を「ターゲット保管棟」（新設）に変更する。その際、既許可目的番号3のフィッションチェンバー（18%低濃縮ウラン）も同時に「ターゲット保管棟」において保管する。使用の場所（貯蔵）から「中性子科学研究施設、放射性廃棄物第3保管棟」を削除するとともに、それらの年間予定使用量を削除する。

(C) 既許可目的番号3の「フィッションチェンバーを中性子ビームモニタとして使用する。」を削除する。なお、使用目的が終了したフィッションチェンバー（18%低濃縮ウラン）は、(B)に記載したように「ターゲット保管棟」（新設）において、「貯蔵箱に保管する」に変更する。

(D) 既許可目的番号4の「天然ウラン及び劣化ウランを中性子検出器として使用する。」および既許可目的番号5の「天然ウラン、劣化ウラン及びトリウムを中性子散乱実験の試料として使用する。」を削除する。使用の場所（使用）から「中性子科学研究施設」を削除、「中性子科学研究施設」の年間予定使用量を削除する。

(E) 既許可目的番号6の「劣化ウラン、天然ウラン及びトリウムにミュオンビームを照射し、超伝導性や磁性等の物性、化学的特性を研究する。」を削除する。使用の場所（使用）から「ミュオン科学研究施設」を削除、「ミュオン科学研究施設」の年間予定使用量を削除する。

(F) 既許可目的番号7の使用設備に放射光ビームラインNW10を追加する。使用の結果発生する廃棄物の保管廃棄の場所を「放射性廃棄物第3保管棟」から、「ターゲット保管棟」（新設）に変更する。その他、「大強度放射光実験施設」の建屋名を「大強度放射光実験施設実験棟」、「試料検査測定室」を「試料検査分析室」に訂正、取扱数量を「1作業あたり」と記

載し、内容の明確化をはかる。使用の場所（固体廃棄）から「放射性廃棄物第 3 保管棟」を削除、それらの年間予定使用量を削除する。「放射光科学研究施設放射光アイソトープ実験施設」の年間予定使用量の適正化をはかる。

(G) 既許可目的番号 8 の「トリウム 230, プルトニウム 238, 劣化ウラン, 天然ウラン及びトリウムを放射線測定器等の校正用線源として利用する。」の使用の場所から、「ミュオン科学研究施設, 中性子科学研究施設, ブースタービームダンプ照射室」を削除する。既許可目的番号 8-3 の劣化ウラン, 天然ウラン及びトリウムの取扱数量を 1 作業あたりとする。

(H) 既許可目的番号 9 の使用の目的「天然ウラン, 劣化ウラン及びトリウムの放射光照射用(目的 7), 校正用(目的 8), あるいは照射試料用(目的 10)の線源を作成する。」から照射試料用(目的 10)を削除する。劣化ウラン, 天然ウラン及びトリウムの取扱数量を 1 作業あたりとする。これに伴う、放射性試料測定棟の年間予定使用量を減少する。

(I) 既許可目的番号 10 の「天然ウラン, 劣化ウラン及びトリウムにパイ中間子を照射し, 化学的特性を研究する。」を削除する。使用の場所（使用）から「東カウンターホール」を削除し、その年間予定使用量を削除する。

(J) 既許可目的番号 11 の使用の結果発生する廃棄物の保管廃棄の場所を「放射性廃棄物第 3 保管棟」から、「ターゲット保管棟」（新設）に変更する。劣化ウランの取扱数量を 1 作業あたりとする。

(K) 放射性試料測定棟の管理区域境界を変更する。

(L) 事業所全体および各施設の年間予定使用量の適正化を図る。

(M) 「中性子科学研究施設」、「放射性廃棄物第 3 保管棟」での貯蔵及び廃棄をやめ、「ターゲット保管棟」を新設し、貯蔵施設及び固体廃棄施設とする。

(N) 誤記の訂正、最新の図面への差し替え、目的番号、施設番号、図番の整理など所要の見直し。

## 2.2.2 環境放射能の測定

### 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。

### 2.2.3 放射線安全教育ビデオ基礎編の改訂

放射線管理室勉強会での指摘を受け、台詞と写真を一部入れ替えた。

## 2.2.4 放射線安全教育用手順書の改訂

「放射線安全の手引き別冊－平成18年度版」を発行した。

## 2.2.5 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世代目 (NORM3) にあたり、導入以来約8年になるが、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。長年試験を行ってきた、核種分析型ガスモニターはJ-PARCでの使用が予定されている。また、温度、塩害対策を施した新型屋外モニタ用筐体を設計し、試験を行っている。この新型筐体は、まずJ-PARCで導入され、使用される予定である。

## 2.2.6 放射線照射棟・照射装置の改修

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。最近、経年変化により照射装置に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、本年度シーケンサーの取り替えをはじめとして、大々的な改修作業を行った。その改修内用の詳細については、2006年度放射線管理室報告で記述した。

## 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、また従来からの建設プロジェクト安全グループには、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、

スイッチヤードの放射線管理、3GeV シンクロトロン入射部の遮蔽設計、50GeV シンクロトロン施設、ハドロン実験施設、ニュートリノ実験施設の安全設計等を担当している。また、地下水共同開発研究を行うため、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

J-PARC は、多少の行程の遅れはあったものの建設等が順調に進み、2006年9月に初段の加速器であるリニアックは、原子力安全技術センターの運転前検査を受け、試運転を開始し、2007年1月当初の加速エネルギーである、181MeVまで陽子を加速することに成功した。また同年2月に運転時検査を受け合格した。

### 2.3.3 放射線申請

3GeVシンクロトロン、ハドロン実験ホールの一部、ニュートリノ一次ビームラインの一部及び物質・生命科学実験施設内のミュオンビームラインの一部について、2007年1月に文部科学省放射線規制室に許可使用に係る申請を行った。3GeVシンクロトロン以外の施設は、高エネ研で使用していた放射化電磁石及び遮蔽体を再使用するため、管理区域を設定するものである。

3GeVシンクロトロン等の申請については、アドバイザー会合が開催されることとなり、3回の会合で審査され、現在審査結果に基づき修正した補正申請書を作成中である。

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部科学省への申請時に新增設等計画書を県に提出し、県の承諾を受けなければならない。3GeVシンクロトロン、ハドロン実験施設、ニュートリノビームライン及びミュオンビームラインの申請においても新增設等計画書を、茨城県及び東海村に提出し承諾を得た。当センターはこれら新增設計画書に記載される安全設計を担当し、新增設計画書を作成した。

### 2.3.4 各施設の安全設計

本年度も50GeVシンクロトロン施設、ハドロン実験施設及びニュートリノ実験施設を中心にJ-PARCの各施設の遮蔽設計、インターロックシステムの構築等安全設計を行った。

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 社製リサイクルの利用

J-PARC では、遮蔽体として大量の鉄を使用する予定であり、安価な鉄の供給が必要となる。米国 Duratek 社が供給するリサイクル鉄は、日本の製鉄メーカーが供給する鉄ブロックに比べ遙かに安価であり、一般物品として供給されるが、米国原子力施設で使用していた鉄のリサイクル品であるため、放射線障害防止法で規定する下限数量以下ではあるがわずかに放射能を含むものである。当センターでは、ハドロングループと協力し、Duratek 社から入手したリサイクル鉄の小片及び高エネ研で試験的に購入した約 9 トンの遮蔽体ブロック 2 2 個の放射能測定を行い、下限数量以下であることを確認し、これらの資料を基に茨城県及び東海村にも説明し、理解と協力を得た。

### 2.3.6 J-PARC への放射化物の搬入

J-PARC では、高エネ研で使用していた放射化している電磁石、遮蔽体等を再使用し、ビームラインを構築する。茨城県との原子力安全協定では、放射性同位元素の輸送に関し、茨城県及び地元自治体へ届け出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及び付属部品の輸送に関し、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 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るとあり、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っている。今年度もこの共同開発研究の一環として、地下水の分析等を行い、産総研による宿地区や東海村への観測状況報告に協力した。

### 2.3.8 放射線安全管理機器設備の設計開発

J-PARC 施設における放射線安全機器設備は、

- 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、出入監視管理設備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出入を管理するために、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システムとして導入される。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ばく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施設安全設備として位置づけられ、所轄する組織が別にある。

連続放射線集中監視装置並びに出入監視管理装置について、基本設計を完了し、ハードウェア並びにソフトウェアの製作を行っている。J-PARC 用連続放射線集中監視装置として NORM 3 をベースにしたシステムの設計開発を開始した。NORM 3 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。

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、出入管理装置の設計が進められた。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。現在、長期安定した運転を確保するため、長時間にわたる動作試験を行っている。

統括システムについては、そのソフトウェアの製作をほぼ完了し、原科研側システムとの接続試験を行っている。

参考文献：佐々木慎一、”大強度陽子加速器施設 (J-PARC) の放射線安全管理システム - 基本設計と概要 -”、KEK Internal 2006-3 (2006).

## 2.4 SLAC における支援研究業務

放射線科学センターのスタッフが SLAC において約 1 年にわたり行った支援研究業務について述べる。

### 2.4.1 リニアックコヒーレント光源(LCLS)の 5kW ビームダンプにおける放射線安全設計

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、電子ビームを如何に実験者に影響なくダンプするかが放射線安全設計のポイントである。ビームダンプ周辺の鉄、コンクリートからなる遮蔽構造を、即発線量率および周辺地下水のトリチウム濃度をモンテカルロコードで推定することにより決定した。

#### 2.4.2 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放射線安全設計を行った。この加速器ではバルク遮蔽がコンクリート60cmと十分でなく、mis-steering等の状況下で電子ビームが直接バルク遮蔽をたたくと遮蔽外での線量が上昇する可能性がある。このために、ビームラインを取り囲むように鉄板の遮蔽を設置し、コリメータで電子ビームの方向を制限する設計として、想定されるビームロスに対する線量評価を行った。また、実験の自由度を確保するために唯一遮蔽のできない実験チェンバーに対しては、最大線量を与えるターゲットを仮定し、必要厚の追加コンクリートを遮蔽外に設置した。

#### 2.4.3 ILCに係わる支援業務と放射線安全設計

2006年12月に取りまとめられたReference Design Report (RDR)について、Beam Delivery System (BDS) グループおよびAvailability グループと共に、必要とされる放射線安全設計を行った。

Availabilityに関連して、各研究所で用いられている空間線量基準を調査し、ILCのサイトが決定していないことから、もっとも厳しいサイトの基準値を用いて放射線安全設計を行うこととした。この線量基準に対してILC主リニアックトンネルとサービストンネル間の脱出口および導波管接続孔の放射線安全設計を行い、RDRで用いられるトンネル間距離の決定に寄与した。

BDSに関連してはRDRでもっとも大きな基本設計の変更点である、衝突点の数の減少とそれに伴うpush-pull schemeの実現性に関連して、(1)衝突点での必要遮蔽量とInteraction region (IR) Hall内および縦搬入シャフト上部での線量評価、(2)IRホールにおける鉄ヨークを有する2種の検出器の遮蔽性能の評価、(3)鉄ヨークを用いない検出器の必要遮蔽量と構造の推定、(4)検出器とBDSトンネルを結ぶ構造体(pacman)の遮蔽厚と構造の評価を行った。これらの結果からpush-pull schemeの実現可能性が確認され、RDRに正式に採用されることとなった。その他BDSに関連し、(5)ILC主ビームダンプおよび調整用ビームダンプからのIRホールへの即発線量への寄与の推定、(6)ILC主リニアック上部遮蔽の最小必要厚に関する検討等についても放射線安全設計を行った。

## 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 30 件の依頼分析を受け付けた。以下に内容の一部を示す。

#### (1) 車両窓ガラス付着物質の分析

PF エネルギーセンター隣の駐車場において、車両に粘性のある物質が付着していたため、その定性分析を行った。車両付着物質の赤外吸収スペクトルを測定した結果、ホスフィノポリアクリル酸共重合体であると推測された。これは PF エネルギーセンターのクーリングタワーで使用されているコンドライム M-1000 (Ca 析出防止剤) の主成分と同じであった。(CHEM-A-06/05)

#### (2) イオンポンプコネクタ部析出物の分析

PF-AR リング内のイオンポンプコネクタ部に析出した青色の結晶について分析を行った。蛍光 X 線分析法 (PP フィルムで固定) による定性分析及び粉末 X 線回折法による化学種の同定を行った。その結果、 $\text{Ni}_2(\text{NO}_3)_2(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cu}_2(\text{NO}_3)(\text{OH})_3$  等の塩基性硝酸塩及び NiO であることがわかった。(CHEM-A-06/12)

#### (3) 浄化系樹脂塔上澄み水及び沈殿物と循環水の分析

J-PARC リニアック棟ホット機械室 (2) RI 温調 3 系の浄化系樹脂塔の上澄み水について定性・定量分析を行った。試料水中の沈殿物は樹脂と黒色粉末に分けられ、黒色粉末については粉末 X 線回折法により測定した結果、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  のパターンとよい一致を示した。また、上澄み液及び循環水は原子吸光法により重金属の定量を行い、Fe、Cu の濃度が、それぞれ上澄み液では 0.84 ppm、0.16 ppm、循環水では 0.05 ppm、0.01 ppm であった。その他の金属の濃度は双方で大きな差異は見られなかった。(CHEM-A-06/23)

### 3.2 変圧器の油漏れ

PS 地区 S-3 変電所の変圧器から油漏れがあり、周辺の土壌が汚染され、油臭が問題になった。汚染箇所は、設備課により「油汚染対策ガイドライン」に従って状況調査及び活性バクテリアによる処理が行われた。環境安全管理室では、設備課に聞き取り調査を行い、汚染の実態について詳細な報告書の提出を求めた。また、このような問題が生じた場合は速やかに環境安全管理室と連携して問題の解決に当たることを要望した。

## Chapter 3 資料

### 1. 外部資金導入状況

#### 1. 1 科学研究費補助金

(1) 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

#### 1. 2 受託研究等

(1) 宇宙フォーラム 18-D-9

位置有感生体組織等価物質比例計数箱の開発とそれによる宇宙ステーション内での線量当量計測技術の確立

研究代表者：佐々木慎一

研究分担者：俵裕子、道家忠義、寺沢和洋、身内賢太郎、松本晴久

(2) 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

(1) 大強度陽子加速器施設建設場所における地下水動態の研究(IV)

研究代表者：永宮正治

研究分担者：神田征夫、沼尻正晴、平雅之、鈴木健訓

共同研究先：産業技術総合研究所、日本原子力研究開発機構、

(2) 液体キセノンの屈折率の測定

研究代表者：中村正吾 (横浜国立大)

研究分担者：俵裕子、佐々木慎一、齋藤究

共同研究先：横浜国立大学

## 2. 2 大学等との共同研究

### (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

### (2) 共同研究（その他）

- ・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

- ・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

- ・加速器コンクリート中の Cl-36 の定量 [三浦太一、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

### (1) 中性子検出器の小型化・軽量化のための基礎研究

研究代表者：伴秀一

研究分担者：佐々木慎一、萩原雅之、穂積憲一

共同研究先：富士電機（株）

### (2) 加速器放射化物のクリアランスに関する研究

研究代表者：松村

共同研究先：清水建設(株)

### 3. 大学院生等の人材育成

#### 3. 1 学位論文の指導

- ・尾崎雄一

「BP-1ガラスマルチコリメータを用いたX線CCDの電荷雲測定」

横浜国立大学大学院工学府物理情報工学専攻 2006年度修士論文

- ・長瀬達洋

「キセノンシンチレータの発光スペクトルの研究」

横浜国立大学大学院工学府物理情報工学専攻 2006年度修士論文

- ・奥地俊夫

「フラッシュADCにおけるデータ収集特性とその向上に関する研究」

東北大学工学部量子エネルギー工学科 2006年卒業論文

#### 3. 2 その他（在学中指導等）

- ・宮本健司

「金属蒸着したBP-1ガラス製X線コリメータの研究」

横浜国立大学工学部知能物理工学科 2006年度卒業論文

- ・浦山健太

「キセノンの蒸気圧曲線の測定における誤差の評価」

横浜国立大学工学部知能物理工学科 2006年度卒業論文

- ・佐藤友厚

「真空紫外光検出のための蛍光板の製作」

横浜国立大学工学部知能物理工学科 2006年度卒業論文

- ・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（在学中）

### 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20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：2007年2月1日～2月3日  
場所：高エネルギー加速器研究機構  
参加者数：106名  
プロシーディングス：KEK Proceedings 2007-12

#### 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：2006年8月9日～8月11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 2005-10  
上級コース  
日時：2006年2月11日～12日 ㊦  
参加者：14名

#### 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

### 5. 教育活動

#### 5. 1 総合大学院大学

加速器科学専攻「コアカリキュラム」  
加速器科学専攻「放射線計測特論」

#### 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

(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  
日本放射化学会 編集委員  
放射化分析研究会 幹事  
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  
日本放射化学会理事・ネットワーク委員  
日本原子力学会放射線工学部会運営委員  
電気学会、放射線分布計測技術調査専門委員会委員  
応用物理学会代議員  
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  
応用物理学会放射線分科会幹事  
応用物理学会プログラム編集委員

## 7. 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	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	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	海老原 寛 <sup>(b)</sup>
別所 光太郎	中村 一	道川 太一 <sup>(c)</sup>

\* 放射線科学センター長

(a) 長期出張中(06年9月～)

(b) 研究支援推進員

(c) 協力研究員

## Chapter 4      Publication List

### 1. Periodical Journals      (2006.1.1~2006.12.31)

- (1) K. Bessho, H. Matsumura, T. Miura, Q. B. Wang, K. Masumoto, T. Matsuhiro, Y. Nagashima, R. Seki, T. Takahashi, K. Sasa and K. Sueki, "AMS Analysis of  $^{36}\text{Cl}$  Induced in Concrete of Accelerator Facilities", *Radiochim. Acta*, 94(2006)801-805.
- (2) E. Sh. Finkelshtein, K. L. Makovetskii, M. L. Gringolts, Yu. V. Rogan, T. G. Golenko, L. E. Starannikova, Yu. P. Yampolskii, V. P. Shantarovich, T. Suzuki, "Addition-Type Polynorbornenes with  $\text{Si}(\text{CH}_3)_3$  Side Groups: Synthesis, Gas Permeability, and Free Volume", *Macromolecules*, 39(2006)7022-7029.
- (3) S. H. Kim, S. Y. Kwak, T. Suzuki, "Photocatalytic degradation of flexible PVC/ $\text{TiO}_2$  nanohybrid as an eco-friendly alternative to the current waste landfill and dioxin-emitting incineration of post-use PVC", *Polymer*, 47 (2006) 3005-3016.
- (4) R. S. Yu, Y. Ito, T. Suzuki, V. P. Shantarovich, K. Kondo, "External electric field effect on positronium formation in some polar and nonpolar polymers at different temperatures", *Chemical Physics*, 327(2006) 278-282.
- (5) B. Ganguly, N. Djourelov, T. Suzuki, S. Kundu, "Surface modification of mica due to titanium sputtering as studied by positron annihilation", *Applied Radiation and Isotopes*, 64(2006) 651-655.
- (6) J. Dryzek, D. Singleton, T. Suzuki, R. S. Yu, "An undergraduate experiment to test relativistic kinematics using in flight positron annihilation", *Am. J. Phys.*, 74(2006)49-53.
- (7) R. S. Yu, T. Suzuki, N. Djourelov, K. Kondo, Y. Ito, "Study of irradiation effect on positronium formation in polypropylene", *Radiat. Phys. Chem.*, 75(2006) 247-252.
- (8) E. Shibamura, S. Sasaki, H. Tawara, K. Saito, M. Miyajima, "Angular Response of Photomultiplier Tubes - Photon-to-electron Conversion Efficiency and Reflectance -", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol.45, No.7 (2006) 5990-5995.
- (9) S. Sasaki, H. Tawara, K. Saito, M. Miyajima and E. Shibamura, "Determination of  $W_s$  in inorganic scintillation crystals for gamma-ray", *SCINT 2005, the 8th International Conference on Inorganic Scintillators and their Use in Scientific and Industrial Applications*, A. Gektin and B. Gromyov eds., National Academy of Science of Ukraine, 2006, pp279-281.
- (10) E. Shibamura, S. Sasaki, H. Tawara, K. Saito, and M. Miyajima, "Photon to electron conversion efficiency and reflectance of photomultipliers as a function of photon incident angle", *SCINT 2005, the 8th International Conference on Inorganic Scintillators and their Use in Scientific and*

Industrial Applications, A. Gektin and B. Gronyov eds., National Academy of Science of Ukraine, 2006, pp289-291.

- (11) E. Shibamura, S. Sasaki, H. Tawara, K. Saito, M. Miyajima, "Photon-to-electron Conversion Efficiency and Reflectance of Photomultiplier Tubes as a Function of Incidence Angle of Photon, Nucl. Instr. Meth., A567 (2006) 192-195.
- (12) S. Sasaki, H. Tawara, K. Saito, M. Miyajima, E. Shibamura, "Average Energies Required per Scintillation Photon and Energy Resolutions in NaI(Tl) and CsI(Tl) Crystals for Gamma-rays", Jpn. J. Appl. Phys., Vol.45 (2006) 6240-6430.
- (13) M. Numajiri, "Evaluation of the Radioactivity of the Pre-dominant Gamma Emitters in Components used at High-Energy Proton accelerator Facilities", Radiat. Prot. Dosim., doi:10.1093/rpd/nc1475, Advance Access published online on Dec.12,2006.
- (14) E. Sh. Finkelshtein, K. L. Makovetskii, M. L. Gringolts, Yu. V. Rogan, T. G. Golenko, L. E. Starannikova, Yu. P. Yampolskii, V. P. Shantarovich, T. Suzuki, "Addition-Type Polynorbornenes with Si(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub> Side Groups: Synthesis, Gas Permeability, and Free Volume", Macromolecules, 39(2006) 7022-7029.

## **2. Publication in Japanese (2006.1~2006.12)**

- (1) 佐々木慎一、"第66回応用物理学会学術講演会 放射線・プラズマエレクトロニクス", 応用物理、Vol.75, No.1 (2006)87-88.
- (2) 佐々木慎一、"第53回応用物理学関係連合講演会 放射線・プラズマエレクトロニクス", 応用物理、Vol.75, No.6 (2006)726-727.
- (3) 榎本和義(分担執筆)、"放射線安全管理の実際"、2006年、日本アイソトープ協会。
- (4) 榎本和義(分担執筆)、"実験化学講座 第20-1巻 分析化学 10章 高エネルギー分光分析"、2006年、丸善。

## **3. Proceedings (2006.1.1~2006.12.31)**

- (1) A. Nagamatsu, M. Masukawa, S. Kamigaichi, H. K., M. Masaki, E. Benton, T. Hayashi, H. Tawara, "Development of the space radiation dosimetry system 'PADLES'", KEK Proceedings 2006-7 (2006) 26-36.
- (2) T. Nagayoshi, Y. Fujita, J. Kikuchi, T. Doke, K. Terasawa, K. Miuchi, T. Tanimori, H. Kubo, H. Sekiya, A. Takada, H. Nishimura, K. Hattori, K. Ueno, S. Sasaki, H. Tawara, T. Komiyama, H. Matsumoto, and Y. Uchihori, "DEVELOPMENT OF POSITION-SENSITIVE TISSUE

EQUIVALENT PROPORTIONAL COUNTER”, *Radiation Detectors and Their Uses*, Proceedings of the 20<sup>th</sup> Workshop on Radiation Detectors and Their Use, KEK Proceedings 2006-7 (2006) 1-7.

#### **4. Reports (2006.1.1~2006.12.31)**

- (1) 波戸芳仁、"EGS5 の開発", ラドネットニュース No 15 (2006.8)
- (2) 波戸芳仁、豊田晃弘、平山英夫、福田将史、照沼信浩、浦川順治、"小型電子加速器の加速電圧増強に伴う放射線安全対策", KEK Internal 2006-7 (2006).
- (3) 波戸芳仁、中村一、平山英夫、佐藤昌史、野村昌治、小林克己、小野正明、"大強度放射光リング(PF-AR)の使用方法変更に関する放射線安全対策", KEK Internal 2006-8 (2006).
- (4) 波戸芳仁、豊田晃弘、伴秀一、早野仁司、"超伝導リニアック試験施設における STF 変更使用に伴う放射線安全対策", KEK Internal 2006-10 (2006).
- (5) H. Matsumura, T. Suzuki, T. Miura, K. Masumoto, S. Ishihama, N. Matsuda, T. Aze, "Spallation products of Au-197 induced by secondary particles from 12-GeV proton bombardment of a thick aluminum target", KEK Preprint 2006-60 (2006).
- (6) H. Matsumura, T. Mimura, A. Chida, K. Nakamura, T. Sato, M. Takasaki, K. Takahashi, M. Ieiri, Y. Yamada, H. Noumi, Y. Sato, A. Toyoda, H. Takahashi, H. Watanabe, Y. Suzuki, Y. Kato, Y. Yamanoi, Y. Minakawa, E. Hirose, K. Agari, Y. Mori, H. Nakayama, A. Takagi, A., "Design for the Radiation Protection of the KEK-PS East Counter Hall after the Disuse of EP2 Beam Line", KEK Internal 2006-5.
- (7) H. Matsumura, T. Mimura, A. Chida, T. Sato, M. Takasaki, H. Takahashi, M. Ieiri, Y. Yamada, H. Noumi, Y. Sato, A. Toyoda, H. Takahashi, H. Watanabe, Y. Suzuki, Y. Kato, Y. Yamanoi, M. Minakawa, E. Hirose, and K. Agari, "Design for the Radiation Protection of the KEK-PS North Counter Hall after the Disuse of EP1 Beam Line", KEK Internal 2006-4 (2006).
- (8) 永吉勉、道家忠義、寺沢和洋、藤田康信、佐々木慎一、俵裕子、身内賢太郎、西村広展、松本晴久、込山立人、"位置有感生体組織等価比例計数管の開発", UNTL-R-0449、東京大学、(2006)1-2.
- (9) 佐々木慎一、佐波俊哉、俵裕子、飯島和彦、斉藤究、福村明史、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 17 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-181、HIMAC-1、2006、 pp262-264.
- (10) 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、"位置有感比例計数管の重イオンに対する応答", 平成 17 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-181、HIMAC-1、2006、pp357-359.

- (11) 齊藤究、佐々木慎一、友澤秀征、賞雅寛而、波津久達也、高野充代、福村明史、村上健、“放射線誘起表面活性現象を利用した放射線検出器の開発”、平成 17 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-181、HIMAC-1、2006、pp348-350.
- (12) 中村 正吾 他 6 名、“高エネルギー宇宙現象を捉える、次世代シリコンピクセル偏光検出器の研究開発”、宇宙航空研究開発機構 平成 17 年度 搭載機器基礎開発費 成果報告書.
- (13) 永松愛子、俵裕子、熊谷秀則、“宇宙放射線計測システム PADLES の開発”、UNTL-R-0449、東京大学、(2006)9-10.
- (14) 佐々木慎一、“大強度陽子加速器施設 (J-PARC) の放射線安全管理システム —基本設計と概要—”、KEK Internal 2006-3 (2006).

## **5. Presentation at Conferences (2006.4~2007.3)**

### **5.1 International Conference**

▪ ANS 2006 Winter Meeting, (12-16 Nov. 2006, Albuquerque, USA).

- (1) Y. Namito, H. Hirayama, A. F. Bielajew, S. J. Wilderman and W. R. Nelson, "Outline of the EGS5 Code System" .

▪ The Japan Taiwan Symposium on Simulation in Medicine, (12-15 Dec. 2006, Tsukuba, Japan).

- (1) Y. Namito, H. Hirayama, A. F. Bielajew, S. J. Wilderman and W. R. Nelson, "Outline of the EGS5 Code System" .

▪ Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities Eighth Workshop (SATIF-8), (Pohang Accelerator Laboratory POSTECH, Korea, 2006/05/22-24)

- (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, “Production yields of the radionuclides induced from various targets in concrete shield at the 500-MeV neutron irradiation facility of KENS”.
- (2) Y. Sakamoto, O. Sato, H. Hirayama, ” Standard Data of Dose Conversion Coefficients in Japan”
- (3) T. Sanami, M. Hagiwara, T. Oishi, S. Kamada, T. Okuji, M. Baba, M. Takada, N. Miyahara, H. Nakashima, Y. Iwamoto, S.Tanaka, T. Kaneko, “Double Differential Cross Section of Fragment Production by Ten’s of MeV Proton and Neutron”
- (4) H. Nakashima, T. Shibata, Y. Nakane, F. Masukawa, N. Matsuda, Y. Iwamoto M. Harada, H.

Hirayama, T. Suzuki, T. Miura, M. Numajiri N. Nakao, "Radiation Shielding Design for the J-PARC Project"

(5) H. Hirayama, "Inter-comparison of the Medium-Energy Neutron Attenuation in Iron and Concrete"

▪ XIV International Conference on Positron Annihilation, (23-28 July, 2006, McMaster University, Hamilton, Canada, POS.95)

(1) V. P. Shantarovich, T. Suzuki, Y. Ito, K. Kondo, R. S. Yu, P. M. Budd, Yu. P. Yampolskii, S. S. Berdonosov, A. A. Eliseev, "Structural heterogeneity in glassy polymeric materials revealed by positron annihilation and other supplementary techniques".

(2) T. Suzuki, R. S. Yu, V. P. Shantarovich, Y. Ito, K. Kondo, "Effect of hydrogen bonding on low-temperature positronium formation in frozen hexanol".

▪ The 11th Viena Conference on Instrumentation (VIENNA 2007), (Vienna, Austria, Feb.19-24, 2007)

(1) T. Nagayoshi, T. Doke, K. Terasawa, J. Kikuchi, Y. Fujita, K. Ishida, K. Miuchi, T. Tanimori, H. Kubo, H. Sekiya, A. Takada, H. Nishimura, K. Hattori, K. Ueno, S. Sasaki, H. Tawara, K. Saito, T. Komiyama, H. Matsumoto, Y. Uchihori, H. Kitamura., "Response of Micro Pixel Chamber to heavy ions with the energy of several hundred of MeV/n".

(2) K. Saito, S. Sasaki, H. Tawara, T. Sanami and E. Shibamura, "Study of Scintillation in Helium Mixed with Xenon to Develop Thermal Neutron Detectors".

▪ 10th Symposium on Neutron Dosimetry (NEUDOS10), (Uppsala, Sweden, June 12-16 2006),

(1) M. Hagiwara, T. Sanami, T. Oishi, S. Kamada, T. Okuji, S. Tanaka, H. Nakashima and M. Baba, "Differential cross sections on neutron-induced fragment emission reactions for microdosimetry study".

## 5.2 Invited Talk at Domestic Meetings

(1) 波戸芳仁、"EGS5 コードの開発", 日本原子力学会「放射線遮蔽データ」研究専門委員会 (2006年06月27日 東京).

(2) 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).

(3) 伴秀一、"Radiation Safety in Electron Accelerators", 第2回日韓原子力学会サマースクール (Daejon, 2006年8月7日~11日).

(4) 伴秀一、"ILC ビームダンプとコリメータ", The Beam Dump and Collimator Technical

group meeting at SLAC, SLAC, CA, USA, May 3-5 2006).

- (5) 三浦太一、“放射線防護の観点から見た J-PARC の特徴”、第 118 回放射線防護研究会例会、原科研、6 月 17 日 (2006) .

### 5.3 Domestic Conference

・ EGS4 ワークショップ in 関西、大阪大学 2006 年 9 月 9 日

- (1) 波戸芳仁、“EGS に関する最近の動向”.

・ 研究会「放射線検出器とその応用」(第 21 回)、高エネ研、 2007 年 1 月 31 日～2 月 2 日)

- (1) 藤田康信, 永吉勉, 石田幸司, 菊池順, 寺沢和洋, 道家忠義, 身内賢太郎, 高田淳史, 西村広展, 窪秀利, 谷森達, 佐々木慎一, 俵裕子, 齋藤究, 松本晴久, 込山立人, 内堀幸夫, 北村尚、“位置有感比例計数管による宇宙放射線線量等量計測器の開発”.
- (2) 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ーの開発”
- (3) 宮本健司, 阿部幸二, 内田佳宏, 内堀幸夫, 尾崎雄一, 鎌田真太郎, 亀井拓也, 菊地正人, 北村尚, 倉田真吾, 高島健, 俵裕子, 中村正吾, 平賀純子、“BP-1 ガラス製マルチコリメータを用いた X 線 CCD の電荷雲測定”.

・ 第 67 応用物理学会学術講演会、立命館大学、 京都 2006 年 8 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 1”.
- (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 2”.
- (3) 齋藤究, 佐々木慎一, 俵裕子, 佐波俊哉, 柴村英道、“光電子増倍管の光電面不均一性の評価”
- (4) 柴村英道, 佐々木慎一, 俵裕子, 齋藤究, 宮島光弘、“無機シンチレータの発光効率”.
- (5) 中村正吾, 尾崎雄一, 齋藤究, 佐々木慎一, 俵裕子, 長瀬達洋, 中畑雅行, 萩原宙樹, 春山富義、“液体キセノンの発光スペクトルの測定”.
- (6) 北城圭一, 永松愛子, 熊谷秀則, 俵裕子、“宇宙放射線計測システム Auto PADLES の開発 (I) -CR-39 エッチピット自動検出法の検討-”.
- (7) 永松愛子, 熊谷秀則, 北城圭一, 俵裕子、“PADLES による国際宇宙ステーション(ISS)

船外曝露部の線量測定“.

- (8) 熊谷秀則, 永松愛子, 北城圭一, 俵裕子, 安田仲宏, “TD-1 飛跡生成感度に対する雰囲気中水分量の影響”.
- (9) 小平聡, 安田仲宏, 長谷部信行, 道家忠義, 太田周也, 俵裕子, 小倉紘一, “CR-39 を用いた鉄核同位体弁別のための高精度厚さ計測法の開発”.
- (10) 亀井拓也, 内田佳宏, 尾崎雄一, 小平聡, 俵裕子, 道家忠義, 中村正吾, 長谷部信行, 安田仲宏, “BP-1 ガラス飛跡検出器の感度と製法の研究”.
- (11) 長瀬達洋, 中村正吾, 菊地正人, 富田賢典, 橋本安章, 小田晋太郎, 小林尚史, 福田泰二, 春山富義, 俵裕子, 斉藤究, 佐々木慎一, 笠見勝祐, 道家忠義, 森俊則, “液体キセノンの屈折率の精密測定”.
- (12) 平賀純子, 中村正吾, 尾崎雄一, 阿部幸二, 高島 健, 内堀幸夫, 北村尚, 俵裕子, 玉川徹, “BP-1 ガラス製微細コリメータの発明と X 線 CCD への応用”.

・平成 17 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報告会、 ホテルポ  
ートプラザちば、2006 年 4 月 3 日～4 日

- (1) 佐々木慎一、佐波俊也、俵裕子、飯島和彦、斉藤究、福村明史、村上健、“重荷電粒子  
に対する気体の W 値に関する研究”.
- (2) 斉藤究、佐々木慎一、友澤秀征、賞雅寛而、波津久達也、高野充代、福村明史、村上健、  
“放射線誘起表面活性現象を利用した放射線検出器の開発”.
- (3) 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、“位  
置有感比例計数管の重イオンに対する応答”.
- (4) 村井正、矢部志津、宮澤義典、北城圭一、小平聡、安田仲宏、“宇宙放射線個人被ばく  
線量計測における CR-39 感度の酸素分圧影響評価”.

・第 23 回宇宙利用シンポジウム、日本学術会議、東京、2007 年 1 月

- (1) 寺沢和洋、道家忠義、永吉勉、藤田康信、身内賢太郎、高田淳史、西村広展、佐々木慎  
一、俵裕子、松本晴久、込山立人、内堀幸夫、“生体等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 III”.

・第 54 回応用物理学関係連合講演会、青山学院大学・相模原キャンパス、2007 年 3 月

- (1) 藤田康信、永吉勉、道家忠義、菊池順、寺沢和洋、身内賢太郎、齋藤究、佐々木慎一、  
俵裕子、松本晴久、込山立人、内堀幸夫、北村尚、“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 III”.

・2006 日本放射化学会年会・第 50 回放射化学討論会、水戸、平成 18 年 10 月 24-27 日

- (1) 中塚敏光、二宮和彦、杉浦啓規、佐藤渉、吉村崇、久保謙哉、松村宏、三浦太一、西山樟生、篠原厚、“ミュオン原子の気相反応実験のための基礎研究”。
- (2) 二宮和彦、杉浦啓規、中塚敏光、斎宮芳紀、中嶋啓二、猪飼拓哉、佐藤渉、吉村崇、松村宏、三浦太一、篠原厚、“電子 KX 線エネルギー測定によるパイ中間子原子形成後の電子状態”。
- (3) 松村宏、中尾徳晶、榎本和義、大石晃嗣、川合将義、阿瀬貴博、豊田晃弘、沼尻正晴、高橋一智、藤村匡胤、王慶斌、別所光太郎、佐波俊哉、“KENS 高エネルギー中性子遮蔽実験”。
- (4) 別所光太郎、千田朝子、松村宏、穂積憲一、三浦太一、榎本和義、“高エネルギー陽子加速器のマグネット冷却水中に生成する Be-7, C-11 の化学挙動”。
- (5) 八木宏親、榎本和義、葉袋佳孝、野崎 正、斎藤義弘、井上直久、“荷電粒子放射化分析によるシリコン半導体中の  $10^{-14}\text{cm}^{-3}$  レベルの窒素濃度評価法の検討”。

・日本放射線安全管理学会 第 5 回 学術大会, 名古屋大 2006 年 11 月 29 日～12 月 1 日

- (1) 豊田晃弘、榎本和義、松村宏、Sonkawade R、“加速器から発生する放射化物中の放射能の評価法の検討”。
- (2) 沖雄一、沼尻正晴、“高エネルギー加速器施設における放射化物溶断作業時の作業環境”。
- (3) 中村一、松村宏、松田規宏、豊田晃弘、三浦太一、榎本和義、中島宏、“12GeV 陽子加速器施設の迷路場における放射線ストリーミング測定”。
- (4) 千田朝子、別所光太郎、松村宏、穂積憲一、三浦太一、榎本和義、“12GeV 陽子加速器施設のマグネット冷却水循環経路におけるイオン交換樹脂塔の放射能測定”。
- (5) 泉雄一、安藤佳明、松村一博、大槻勤、結城秀行、榎本和義、“C-11 をモデルとしたコンクリート試料中 C-14 回収率評価”。

・第 8 回環境放射能研究会, KEK, 平成 19 年 3 月 22～24 日

- (1) 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”。

・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、2006 年 4 月 21 日)

- (1) 萩原雅之、佐波俊哉、大石卓司、馬場護、鎌田創、奥地俊夫、田中進、中島宏、岩本洋介、高田真志、“数 10 MeV 核子(陽子・中性子)によるフラグメント生成微分断面積の測定”。

・平成 18 年度日本火災学会研究発表会、東京、2006 年 5 月 18、19 日

- (1) 上野浩志、前川麻弥、鈴木克裕、長谷川晃一、能美隆、草野譲一、沼尻正晴、川久保忠通、“放射線雰囲気における火災感知について III”。

・第 73 回 2005 年秋季低温工学・超電導学会、 朱鷺メッセ、2006 年 5 月

- (1) 中村正吾 他 15 名, “液体キセノンの屈折率の測定 (2) ”.

・日本物理学会 2006 年秋季大会、千葉大学、2006 年 9 月 23-26 日

- (1) 中村正吾, 俵裕子, 春山富義, 佐々木慎一, 斎藤究, 中畑雅行, 尾崎雄一, 長瀬達洋, 萩原宙樹, “液体キセノンの発光スペクトルの測定”.
- (2) 尾崎雄一, 阿部幸二, 内田佳宏, 内堀幸夫, 鎌田真太郎, 亀井拓也, 菊地正人, 北村尚, 倉田真吾, 高島健, 俵裕子, 中村正吾, 平賀純子, “BP-1 ガラス製マルチコリメータを用いた X 線 CCD の詳細診断”.
- (3) 小平聡, 長谷部信行, 晴山慎, 道家忠義, 桜井邦朋, 宮島光弘, 鷹野正利, 奥平修, 浅枝真行, 太田周也, 佐藤匡, 安田仲宏 A, 俵裕子, 中村正吾, 小倉紘一, 渋谷寛, “銀河宇宙線中の超鉄核成分観測に向けた高性能粒子検出器システムの開発 II”.
- (4) 中村正吾, 内田佳宏, 尾崎雄一, 亀井拓也, 小平聡, 俵裕子, 道家忠義, 長谷部信行, 安田仲宏, “宇宙線超重核観測のための BP-1 ガラス飛跡検出器の感度と製法の研究”.

・日本原子力学会 日本原子力研究所 大洗工学センター、2006年9月

- (1) 萩原雅之、大石卓司、馬場護、佐波俊哉、高田真志、宮原信幸、“数10 MeV粒子入射反応に対するフラグメント生成微分断面積 –50,70MeV陽子入射反応-”.
- (2) 佐波俊哉、萩原雅之、大石卓司、鎌田創、馬場護、“数10 MeV粒子入射反応に対するフラグメント生成微分断面積 –65MeV中性子入射反応-”.

・大気球シンポジウム、宇宙研究開発機構 宇宙化学研究本部、相模原市、平成 19 年 1 月 15~16 日

- (1) 晴山慎、太田周也、小平聡、桜井邦朋、佐藤匡、鷹野正利、道家忠義、長谷部信行、宮島光弘、宮地孝、俵裕子、渋谷寛、安田仲宏、小倉紘一、尾崎雄一、亀井拓也、中村正吾, “宇宙線中の超重核成分観測に向けた気球実験計画”.
- (2) 小平聡、太田周也、桜井邦朋、佐藤匡、鷹野正利、道家忠義、長谷部信行、晴山慎、宮島光弘、宮地孝、尾崎雄一、亀井拓也、中村正吾、安田仲宏、俵裕子、小倉紘一、渋谷寛, “宇宙線中の超重核成分観測のための高性能粒子検出システムの開発”.

## 6. Internal Reports of Radiation Science Center (2005.4 – 2006.3)

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。

### 6.1 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

### 6.2 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

### 6.3 RAD-A

RAD-A-2006/1 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)

### 6.4 RAD-D

RAD-D-2006/1 Fundamental design for ILC tunnels(1) (T.Sanami, S.Ban)  
RAD-D-2006/2 PF ダンプ・入射点スリットに対する遮蔽計算 (1) (俵)  
RAD-D-2006/3 PF ダンプの対する遮蔽計算 (俵)  
RAD-D-2006/4 Fundamental design for ILC tunnels(2) (T.Sanami, S.Ban)

RAD-D-2006/5	Fundamental design for ILC tunnels(3)	(T.Sanami, S.Ban)
RAD-D-2006/6	Fundamental design for ILC tunnels(4)	(T.Sanami, S.Ban)
RAD-D-2006/7	Achievement of 0.014mSv/h/kW for 5.2m distance	(T.Sanami, S.Ban)
RAD-D-2006/8	PF スリットに対する遮蔽計算	(俵)
RAD-D-2006/9	線状線源からの線量率の評価式について	(波戸)

## 6.5 RAD-S

RAD-S-2006/1	PF-BT・PF セプタムマグネット周辺	入射時空間線量率測定(佐波、高橋)
RAD-S-2006/2	光源棟地下機械室蓄積時	空間線量率測定 (高橋)
RAD-S-2006/3	光源棟地下機械室蓄積時	空間線量率測定 (高橋)
RAD-S-2006/4	光源棟実験フロア蓄積時サーベイ	(高橋)
RAD-S-2006/5	NML ビームダクト表面線量率測定	(飯島)
RAD-S-2006/6	KEKB 筑波実験室中性子照射実験(中性子用個人被ばく線量計の現場校正)	
RAD-S-2006/7	KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (4 月分)	(中村)
RAD-S-2006/8	KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (5 月分)	(中村)
RAD-S-2006/9	クラブ空洞 (D10) の放射線測定	(中村)
RAD-S-2006/10	PF-AR 運転停止後の表面空間線量率測定	(中村)
RAD-S-2006/11	KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (6 月分)	(中村)
RAD-S-2006/12	KEKB 加速器運転停止後の表面線量率測定	(中村)
RAD-S-2006/13	KEKB 加速器運転停止後の表面線量率測定	(中村)
RAD-S-2006/14	X-band クライストロン運転時サーベイ	(佐波、伴)
RAD-S-2006/15	KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (9 月分)	(中村)
RAD-S-2006/16	クラブ空洞 (D10) の放射線測定	(中村)
RAD-S-2006/17	クラブ空洞 (D10) の放射線測定 (その 2)	(中村)
RAD-S-2006/18	KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (10 月分)	(中村)
RAD-S-2006/19	KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (11 月分)	(中村)
RAD-S-2006/20	クラブ空洞 (D10) の放射線測定 (その 3)	(中村)
RAD-S-2006/21	PF-AR 運転停止後の表面空間線量率測定	(中村)
RAD-S-2006/22	KEKB-BT の運転停止後の表面線量率測定結果	(中村)
RAD-S-2006/23	KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (12 月分)	(中村)
RAD-S-2006/24	KEKB クラブ空洞エージング時の放射線測定	(中村)
RAD-S-2006/25	KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (1 月分)	(中村)
RAD-S-2006/26	KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (2 月分)	(中村)

RAD-S-2006/27	KEKB 加速器運転停止後の表面線量率測定 (中村)
RAD-S-2006/28	KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (3 月分) (中村)
RAD-S-2006/29	KEKB 地上部の管理区域境界等での積算線量 (2006 年度) (中村)
RAD-S-2006/30	PF-AR 実験フロアの積算空間線量測定 (2006 年度) (中村)
RAD-S-2006/31	KEK カウンタ実験ホール→J-PARC IP-2 コンテナ型搬出測定 (穂積)
RAD-S-2006/32	J-PARC 搬出物品サーベイ (穂積)
RAD-S-2006/33	搬出物品サーベイ記録 (穂積)
RAD-S-2006/34	放射性鉄の加工作業に伴う測定記録 (まとめ) (松村)
RAD-S-2006/35	搬出物品表面線量率測定結果 (松村、穂積)
RAD-S-2006/36	電磁石 表面線量率測定結果 (松村)
RAD-S-2006/37	EP1A BS1 電磁石加工前 表面線量率測定結果 (松村)
RAD-S-2006/38	EP1A BS1 電磁石加工前 表面線量率測定結果 (松村)
RAD-S-2006/39	EP1A q12(Q330)電磁石 表面線量率測定結果 (松村)
RAD-S-2006/40	PS, $\pi 2$ ライン、D1, D2 マグネット 北カウンターホールシールド上マグネット加工 (穂積)
RAD-S-2006/41	搬出物品サーベイ記録 (穂積)
RAD-S-2006/42	搬出物品サーベイ記録 (穂積)
RAD-S-2006/43	搬出物品サーベイ記録 (松村)
RAD-S-2006/44	搬出物品サーベイ記録 (松村)
RAD-S-2006/45	搬出物品サーベイ記録 (松村)
RAD-S-2006/46	搬出物品サーベイ記録 (松村、千田)
RAD-S-2006/47	搬出物品サーベイ記録 (千田)
RAD-S-2006/48	搬出物品サーベイ記録 (穂積)
RAD-S-2006/49	搬出物品サーベイ記録 (松村、千田、穂積)
RAD-S-2006/50	搬出物品サーベイ記録 (松村、千田)
RAD-S-2006/51	搬出物品サーベイ記録 (松村、千田)
RAD-S-2006/52	搬出物品追加サーベイ (松村、千田)
RAD-S-2006/53	東カウンターホール 搬出物品サーベイ (松村)
RAD-S-2006/54	FFAG サイクロトロン停止時サーベイ (運転終了後約 29 時間経過) (穂積、千田)
RAD-S-2006/55	搬出物品サーベイ記録 (松村)
RAD-S-2006/56	表面密度測定記録 ( $\beta \cdot \gamma$ 放出核種) (松村)
RAD-S-2006/57	搬出物品サーベイ記録 (松村)
RAD-S-2006/58	$\Pi \mu$ エリアシールド解体時の小型シールド類サーベイ (松村、千田、穂積)
RAD-S-2006/59	東カウンターホール $\pi 2$ 二次ビームラインマグネットサーベイ (千田)

RAD-S-2006/60	Duratek 鉄サーベイ (松村、千田、穂積)
RAD-S-2006/61	東カウンターホール Duratek 鉄ブロック保管場所サーベイ (松村)
RAD-S-2006/62	EP1 ビームライン表面線量率測定結果 (穂積)
RAD-S-2006/63	EP1 ビームライン表面線量率測定結果 (穂積)
RAD-S-2006/64	EP-1,EP-1 下流部表面線量率測定結果 (穂積)
RAD-S-2006/65	EP-1,ニュートリノビームライン表面線量率測定結果 (穂積、千田)
RAD-S-2006/66	ターゲットステーション空間線量率測定 (停止後約 34 ヶ月) (穂積)
RAD-S-2006/67	ターゲットステーション空間線量率測定 (停止後約 26 ヶ月) (穂積、千田)
RAD-S-2006/68	スミア法による表面密度測定結果 (EP-1 ビームライン定期スミア) (穂積)
RAD-S-2006/69	スミア法による表面密度測定結果 (EP-1 下流部定期スミア) (穂積、千田)
RAD-S-2006/70	搬出物品サーベイ記録 (松村)
RAD-S-2006/71	搬出物品サーベイ記録 (松村)
RAD-S-2006/72	りん銅ろう部加工作業に伴う測定記録 (まとめ) (松村)
RAD-S-2006/73	EP-1 下流部 VD4(7D220)電磁石加工前 表面線量率測定結果 (穂積)
RAD-S-2006/74	放射性鉄の加工作業に伴う測定記録 (まとめ) (松村)
RAD-S-2006/75	IP-2 放射化電磁石測定シート (沼尻、穂積)
RAD-S-2006/76	KEK カウンタ実験ホール→J-PARC 2m3 コンテナ搬出測定 (穂積、千田)
RAD-S-2006/77	J-PARC 搬出予定物品サーベイ (松村、千田、穂積)
RAD-S-2006/78	原研搬出予定 電磁石表面線量率測定結果 (松村)
RAD-S-2006/79	表面密度測定記録 ( $\beta \cdot \gamma$ 放出核種) (松村)
RAD-S-2006/80	原研搬出予定 電磁石表面線量率測定結果 (松村)
RAD-S-2006/81	原研搬出予定 電磁石表面線量率測定結果 (松村)
RAD-S-2006/82	EP-2 ビームライン表面線量率測定結果 (穂積)
RAD-S-2006/83	EP-2 ビームライン表面線量率測定結果 (穂積)
RAD-S-2006/84	スミア法による表面密度測定結果 (EP-2 ビームラインスミア) (穂積)
RAD-S-2006/85	スミア法による表面密度測定結果 (EP-2 ビームラインスミア) (穂積)
RAD-S-2006/86	表面密度測定記録 ( $\beta \cdot \gamma$ 放出核種) (松村)
RAD-S-2006/87	陽子ビーム利用実験棟 定期放射線測定 (4 月分) (飯島)
RAD-S-2006/88	陽子ビーム利用実験棟 定期放射線測定 (5 月分) (飯島)
RAD-S-2006/89	陽子ビーム利用実験棟 定期放射線測定 (6 月分) (飯島)
RAD-S-2006/90	陽子ビーム利用実験棟 定期放射線測定 (7 月分) (飯島)
RAD-S-2006/91	陽子ビーム利用実験棟 定期放射線測定 (8 月分) (飯島)
RAD-S-2006/92	陽子ビーム利用実験棟 定期放射線測定 (9 月分) (飯島)

RAD-S-2006/93	陽子ビーム利用実験棟	定期放射線測定 (10 月分)	(飯島)
RAD-S-2006/94	陽子ビーム利用実験棟	定期放射線測定 (11 月分)	(飯島)
RAD-S-2006/95	陽子ビーム利用実験棟	定期放射線測定 (12 月分)	(飯島)
RAD-S-2006/96	陽子ビーム利用実験棟	定期放射線測定 (1 月分)	(飯島)
RAD-S-2006/97	陽子ビーム利用実験棟	定期放射線測定 (2 月分)	(飯島)
RAD-S-2006/98	陽子ビーム利用実験棟	定期放射線測定 (3 月分)	(飯島)
RAD-S-2006/99	PS エネルギーセンター	物品搬出スミア測定結果	(飯島)
RAD-S-2006/100	ミュオン第 1 実験室	ルノイド <sup>®</sup> 周辺スミア測定結果	(飯島)
RAD-S-2006/101	中性子・ミュオン科学研究施設	関連定期放射線測定結果 (前期)	(飯島)
RAD-S-2006/102	PS ビームライン	スミア測定結果 (後期)	(飯島)
RAD-S-2006/103	PS ビームライン	表面線量率測定結果 (後期)	(飯島)
RAD-S-2006/104	中性子ターゲット	冷却水回収作業終了後汚染測定結果 (ビームライン、実験室内)	(飯島)
RAD-S-2006/105	中性子ターゲット	冷却水回収作業終了後汚染測定結果 (実験室遮へい体上)	(飯島)
RAD-S-2006/106	ターゲット冷却水配管	通風乾燥に伴う置換水トリチウム濃度 測定結果(2007/1/29)	(飯島)
RAD-S-2006/107	ターゲット冷却水配管	通風乾燥に伴う置換水トリチウム濃度 測定結果(2007/2/19)	(飯島)
RAD-S-2006/108	ターゲット冷却水配管	通風乾燥に伴う置換水トリチウム濃度 測定結果(2007/3/5)	(飯島)
RAD-S-2006/109	ターゲット冷却水配管	通風乾燥に伴う置換水トリチウム濃度 測定結果(2007/3/16)	(飯島)
RAD-S-2006/110	ターゲット冷却水配管	通風乾燥に伴う置換水トリチウム濃度 測定結果(2007/3/19)	(飯島)
RAD-S-2006/111	ターゲット冷却水配管	通風乾燥に伴う置換水トリチウム濃度 測定結果(2007/3/26)	(飯島)
RAD-S-2006/112	PS 主リングブースター	電源室通路より排水ポンプ搬出スミア結果	(飯島)
RAD-S-2006/113	中性子ターゲット	冷却水回収作業終了後汚染測定結果 (治具及び工具)	(飯島)
RAD-S-2006/114	中性子実験室	よりキャスク、金庫等汚染測定結果	(飯島)
RAD-S-2006/115	核燃使用解除に伴う	表面密度測定結果	(飯島)
RAD-S-2006/116	中性子・ミュオン科学研究施設	関連定期放射線測定結果 (後期)	(飯島)

## 6.6 CHEM-A

### 依頼者所属

CHEM-A-06/01	加速器	INFL9 セル空洞の縦測定後の Cu アンテナ表面の付着物質の分析
CHEM-A-06/02	加速器	KEKB マグネット・ストレーナ付着物質の分析
CHEM-A-06/03	加速器	KEKB マグネット・ストレーナ付着物質の分析
CHEM-A-06/04	加速器	チャンバー内面付着物質の分析
CHEM-A-06/05	施設部	車両窓ガラス付着物質の分析
CHEM-A-06/06	加速器	クライストロン絶縁油の分析
CHEM-A-06/07	加速器	ストレーナ混入物質（富士）の分析
CHEM-A-06/08	建築課	J-PARC 50GeV-MR B 工区トンネル床漏水成分の水質分析
CHEM-A-06/09	加速器	石英窓付着物質の分析
CHEM-A-06/10	加速器	Co-60 $\gamma$ 線照射によるノルマルパラフィンの化学組成変化の検討
CHEM-A-06/11	M S L	LMガイド着色部の成分変化分析
CHEM-A-06/12	P F	イオンポンプコネクタ部析出物の分析
CHEM-A-06/13	加速器	日光DOセンサー付着オイル、大穂冷却水中の浮遊物質の分析
CHEM-A-06/14	加速器	銅板上に蒸着した炭素薄膜の分析
CHEM-A-06/15	加速器	J-PARC トンネル床漏水試料、地下水 4 種類の分析
CHEM-A-06/16	加速器	クライオスタット内部物質の分析
CHEM-A-06/17	設備課	変圧器絶縁油中の微量 PCB 含有分析
CHEM-A-06/18	設備課	PF エネルギーセンター・クーリングタワー析出物質の分析
CHEM-A-06/19	加速器	PS 主リング加速空洞冷却用オイル配管内付着物質の分析
CHEM-A-06/20	加速器	大穂ストレーナ付着オイルの分析
CHEM-A-06/21	素核研	絶縁油中の微量 PCB 含有分析
CHEM-A-06/22	PF	亜鉛含有量及び元素組成分析
CHEM-A-06/23	放射線	RI 温調 3 系浄化系樹脂塔上澄み水及び沈殿物と循環水の分析
CHEM-A-06/24	加速器	純水ライン最終フィルターの分析
CHEM-A-06/25	加速器	大穂ストレーナ付着物質の分析
CHEM-A-06/26	PF	絶縁油中の微量 PCB 含有分析
CHEM-A-06/27	PF	冷却水中の不溶成分の同定
CHEM-A-06/28	工作	研削液の油分定量分析
CHEM-A-06/29	加速器	大穂ストレーナ付着物質の分析
CHEM-A-06/30	施設部	アスベスト含有分析

## 6-7 CHEM-W

CHEM-W-06/01 トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレン、重金属類及び砒素の調査

CHEM-W-06/02 ウォータープレートを用いた重量法による油分測定の見直し