

KEK Progress Report 2005-6

February 2006

R

Activity Report of
Radiation Science Center
in Fiscal 2004

KEK

Radiation Science Center
Applied Research Laboratory



High Energy Accelerator Research Organization

放射線科学センター
2004年度活動報告

高エネルギー加速器研究機構
共通基盤研究施設 放射線科学センター

PREFACE

The Radiation Science Center is concerned with the management of both radiation and chemical safety in KEK. In addition to the tight routine work, R&D work in this field is conducted. The first part is the R&D activities reported in English and the second part is the studies related to the routine work written in Japanese. The third part is the data related our activities including awards, name of outside committees we are engaged in, workshops and symposia, publications, and funds we got. Activities related to radiation safety for J-PARC and Linear Collider are gradually increasing. The formal approval for the J-PARC operation was applied in this fiscal year. Thus the work related to the radiation safety of J-PARC at the KEK Tokai-site will start as well. We hope that the activity report is useful for all people who are working in the field of the safety of accelerator facilities.

Hideo Hirayama
Head, Radiation Science Center
High Energy Accelerator Research Organization

Contents

Chapter 1 Research Activity	1
1 Radiation protection technology	1
2 KENS Shielding Experiment	4
3 Nuclear data	6
4 Detector development and basic research	8
5 Experimental technology and Monte Carlo simulation	13
6 Radiochemistry and radiation chemistry	16
7 Positron annihilation and positron chemistry	18
8 Environmental and analytical chemistry at accelerator facilities	19
Chapter 2 研究支援活動	23
1 体制	24
1.1 放射線管理体制	24
1.2 放射線業務分担	25
1.3 化学安全管理体制	26
2 放射線安全管理関連	27
2.1 区域管理関連	27
2.2 横断的業務関連	29
3 化学安全・環境関係	36
3.1 依頼分析	36
3.2 環境安全管理室の設置	36
Chapter 3 資料	37
1 科学研究費補助金	37
2 共同開発研究	37
3 大学院生等の人材育成	37
4 センター開催の研究会・シンポジウム	38
5 教育活動	39
6 機構外委員会等活動	39
7 放射線科学センター名簿	41
Chapter 4 Publication list	42
1 Publication in Periodical Journals (2004.1-2004.12)	42
2 Publication in Japanese (2004.1-2004.12)	44
3 Presentation at Conference etc. (2004.4 – 2005.3)	45
3.1 International Conference	45
3.2 Other	47
4 Report etc. (2004.4 – 2005.3)	52
4.1 KEK Proceedings	52
4.2 KEK Preprint	52
4.3 KEK Report	52
4.4 KEK Internal	52
5 Internal Reports of Radiation Science Center (2004.4 – 2005.3)	54
5.1 放射線関係の部内レポート	54

5.2	化学安全関係の部内レポート	54
5.3	RAD-D	54
5.4	RAD-S	54
5.5	RAD-A	58
5.6	CHEM-A	58
5.7	CHEM-W	58

Chapter 1 Research Activity

The feature of the research activity in the Radiation Science Center is a wide coverage of the research fields. The research fields of staff members are nuclear engineering, nuclear chemistry, health physics, chemistry, and accelerator shielding. Here we briefly described the present status of each research activity carried out in fiscal year 2004.

1. Radiation protection technology

1.1 Radiological design study of First Optics Enclosure against secondary gas bremsstrahlung for the Canadian Light Source

J. Asai¹ and H. Hirayama
¹*Canadian Light Source, KEK*

The design study of the First Optics Enclosure (FOE) against radiation due to secondary gas bremsstrahlung is performed for the beamlines at the Canadian Light Source. The back wall, side walls and roof of the FOE are made of lead. Placed in the FOE are a thin copper metal as a source of secondary gas bremsstrahlung and a tungsten beam shutter/stop. The energy deposition in the water phantom which surrounds the FOE is estimated by the Monte Carlo simulation. The thickness of lead shielding walls of the FOE is studied.

Published in *Nucl. Instr. Meth. A* **517**(2004)9-18.

1.2 Radiation shielding from secondary gas bremsstrahlung for the first optics enclosure at the Canadian Light Source

J. Asai¹ and H. Hirayama
¹*Canadian Light Source, KEK*

Radiation shielding due to secondary bremsstrahlung is performed for the First Optics Enclosure (FOE) at the Canadian Light Source. The energy deposition in a water phantom, which encompasses the FOE, is estimated using EGS4 code. A comprehensive study of radiation distribution at the back, sides and roof is given.

Published in *Nucl. Instr. Meth. A* **527**(2004)264-272.

1.3 Development of Radiation Shielding Tool for Proton Accelerator Facilities (BULK-I)

R. Tayama¹, K. Hayashi¹, H. Hirayama, and N. Ohtani²
¹*Hitachi, Ltd., KEK,* ²*Wakasawan Energy Research Center*

The BULK-I has been developed as a tool for radiation shielding design of proton accelerator facilities with medium energy ranging from 50 to 500 MeV. This tool has

characteristics that a new formula adopted not only for thin but also for thick concrete wall is employed, and the parameters of radiation shielding calculations for concrete or two layers with iron and concrete are implemented, which have been calculated with the MCNPX code. It has been confirmed that the is valid as the radiation shielding design tool due to the comparison with a radiation shielding experiment using 200 MeV protons at WERC.

Presented at Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities – SATIF7, May 17-18, 2004, Sacavém, Portugal.

1.4 Recent Radiation Problems in KEK Electron Accelerators

S.Ban, Y.Namito, T.Sanami, K.Takahashi and H.Tawara
KEK

There are several electron accelerators in KEK, the injection Linac (8GeV/2.5GeV e-, 3.5 GeV e+), PF (the Photon Factory, 2.5-3.0 GeV), PF-AR (Advanced Ring for Pulse X-rays, 6.5 GeV), KEKB (KEK B Factory, HER : 8 GeV e-, LER: 3.5 GeV e+ rings) and the PF Slow-Positron Facility (0.05 GeV linac). Recent radiation problems are discussed. The Linac continuously injects the beam to the KEKB, and residual radioactivity increased in the linac tunnel. Doses around the insertion devices are high in the PF experimental hall.

3 rd International Workshop on Radiation Safety of synchrotron Radiation Sources (RADSYNCH'04), 17 - 19, November, 2004 , SPring-8 Mikazuki, Hyogo, Japan.

1.5 Inter-Comparison of Medium-Energy Neutron attenuation in Iron and Concrete (5)

H. Hirayama and Attenuation Length Sub-Working Group in Japan
KEK

From results presented at SATIF6, revised problems to be calculated were prepared by the Japanese Working Group and sent to the participants of this action. Then, 50 and 100 GeV neutrons were added as the source neutrons to determine their energy dependence. The secondary neutron spectrum for 90 degrees produced by 24 GeV protons on a Hg target was added as the secondary neutron sources to determine the dependence on their spectrum to the attenuation length of secondary neutrons.

This paper presents a comparison of the neutron attenuation length of iron and concrete sent from 3 groups to the organizer by the end of April, including results presented at previous SATIF meetings and future themes resulting from this inter-comparison.

Presented at Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities – SATIF7, May 17-18, 2004, Sacavém, Portugal.

1.6 Estimation of Amount of Residual Radioactivity in High-energy Electron Accelerator Component by Measuring the Gamma-ray Dose Rate

Syuichi Ban, Hajime Nakamura and Hideo Hirayama

KEK

A simple way is needed to estimate the amount of induced radioactivity in the samples irradiated at high-energy electron accelerators. The gamma-ray dose equivalent at the surface of irradiated materials was calculated using EGS4 Monte Carlo when the residual activity is uniformly distributed in several size of a rectangular parallelepiped made of Al, Fe and concrete. The self-shielding effects for gamma-rays from typical residual nuclei, ^{22}Na , ^{54}Mn , ^{60}Co etc., were studied. When the equivalent dose rate is 1 $\mu\text{Sv/h}$ at 10 cm distant from the surface of thick targets, the total amount and concentration of radioactivity were calculated. They were compared with the exemption limits.

Published in *J. Nucl. Sci. Tech., Suppl.* **4**, 168-171 (2004)

Analysis of Induced Radionuclides in Low-activation Concrete (Limestone Concrete) Using the 12-GeV Proton Synchrotron Accelerator Facility at KEK

K. Saito¹, T. Tanosaki², H. Fujii² and T. Miura¹

¹*High Energy Accelerator Research Organization 1-1*, ²*Taiheiyo Cement Corporation*

^{22}Na is one of the long-lived radionuclides induced in shielding concrete of a beam-line tunnel of a high-energy particle accelerator facility, and it becomes a problem of radiation wastes at the decommissioning of the facility. In order to estimate the ^{22}Na concentration induced in shielding concrete, chemical reagents such as NaHCO_3 , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 and CaCO_3 were irradiated at several locations in the beam-line tunnel of the 12-GeV proton synchrotron accelerator at KEK, and the ^{22}Na concentrations induced in those chemical reagents were measured. Low-activation concrete made of limestone aggregates was also irradiated by secondary particles in the beam-line tunnel, and the long-lived radionuclide, such as ^{22}Na , concentrations induced in the concrete were measured. It was confirmed that ^{22}Na concentrations induced in Mg, Al, Si and Ca are lower than that in Na, and that ^{22}Na concentrations induced in the low-activation concrete was lower than those induced in ordinary concrete which was made of sandstone aggregates.

Presented at 10th International Conference on Radiation Shielding/ANS Topical Meeting on Radiation Protection and Shielding 2004, May 9-14, 2004, Portugal.

Residual Radioactivities in Low-Activation Concrete Around 12 GeV Proton Target

KINNO MASAHARU, KIMURA KEN-ICHI, BAN SYUICHI, OKI YUICHI, NUMAJIRI MASAHARU, MIURA TAICHI, HIRAYAMA HIDEO

Low-activation concrete was irradiated around 12 GeV proton targets in KEK. The ratio of the radio-activity to the clearance level was 1/15~1/18 compared to the normal concrete when it was irradiated during 30 years, and colled for 10 years.

Presented at the Midyear Meeting of Atomic Energy Society of Japan, Sep.15-17, Kyoto University

2. KENS Shielding Experiment

2.1 Measurement and Analysis of Induced Activities in Concrete Irradiated by High Energy Neutrons at KENS Neutron Spallation Source Facility

K. Oishi¹, H. Yamakawa¹, N. Nakao, H. Nakasima², M. Kawai, H. Yashima³,
K. Kosako⁴, T. Sanamii, M. Numajiri, T. Shibata, H. Hirayama, T. Nakmaura³
¹*Institute of Technology, Shimizu Corpo., KEK, ²JAERI,*
³*Tohoku University, ⁴Sumitomo Atomic Energy Industries, Ltd.*

In this study irradiation experiments been performed at KENS Neutron Spallation Source Facilities in KEK. The source neutron were produced by 500 MeV protons bombarded in the tungsten target. The large concrete assembly, whose dimension was about 4m x 4m x 4m, was placed in the direction of 0 degree to the beam line. Two kinds of samples, ordinary concrete and limestone aggregate, 60mm in diameter and 10mm in thickness, were placed at the several positions in the assembly. The irradiation period was about 1 week for the two cases. Induced activities in the sample were measured by using Germanium detector till about 1.5 years after irradiation.

The calculations of the induced activities were also performed in order to compare the experimental results. The source neutrons produced at the target by the 500MeV protons were calculated by using Monte Carlo calculation code system, NMTC-JAM and MCNP. The activities in the samples induced by the neutrons were calculated by using activation calculation code system DCHAIN-SP 2000.

From the comparison between experiment and calculation for observed 37 radioactive nuclides, good agreement was obtained for Na-22, Ca-47, Mn-54 within factor 2, however large discrepancies were observed for some other nuclides.

Presented at the Tenth international conference on radiation shielding(ICRS-10), May 9-14 (2004), Funchal, Madeira Island, Portugal.

2.2 Establishment of High Energy Neutron Irradiation Facility and Shielding Experiment using 4m Concrete Shield at KENS

N. Nakao, H. Yasima¹, M. Kawai, K. Oishi², H. Nakashima³, H. Matsumura, K. Masumoto,
S. Sasaki, M. Numajiri, T. Sanami, K. Takahashi, A. Toyoda, K. Iijima, Q. Wang, S. Ban,
H. Hirayama, S. Muto, T. Nunomiya¹, D. R. H. Rasolonjatovo¹, S. Yonai¹, K. Terunuma¹,
P. Sarkar, E. Kim⁴, T. Nakamura¹ and A. Maruhashi⁵

*KEK, ¹Tohoku University, ²Institute of Technology, Shimizu Corpo., ³JAERI, ⁴AIST,
⁵Proton Medical Research Center, University of Tsukuba*

The KEK spallation neutron source facility (KENS) has several beam courses which supplies thermal and cold neutrons by moderating the spallation neutrons produced from a thick tungsten target bombarded by 500 MeV-5 μ A protons. Doen stream of the target, a beam line is arranged on the same level of the spallation target, and high-energy neutrons produced in forward direction is therefore available, which is located 2.5-m away from the center of target assembly. This room,

which had been used as neutron therapy facility by Proton Medical Research Center (PMRC), University of Tsukuba, was renewed in 200- for a high-energy neutron irradiation and shielding experimental facility.

For shielding experiments, ordinary concrete of 4-m-thickness was assembled in contact with the beam exit of the neutron irradiation room, and 7 slots reaching the beam axis inside the concrete shield were equipped in every 40-80cm thickness for irradiation sample insertion. Activation detectors of bismuth, aluminum, and gold were used in this experiment. Detector sizes and thickness, depending on the neutron intensity at each depth, were selected. The capsules containing activation detectors were attached to the bottom of the shield plugs and were inserted into the 8 slots in the shield from the top of the target station. After one week of irradiation, all of the detectors were removed from every slot and the spectra of the γ -rays from radioactive nuclides produced at activation detectors were measured by Ge-detectors. From analyses of the photo peak counts of each γ -ray, reaction rates of $^{209}\text{Bi}(n,x)^{219-x}\text{Bi}$ ($x=4\sim 8$), $^{27}\text{Al}(n,\alpha)^{22}\text{Na}$, $^{27}\text{Al}(n,x)^{22}\text{Na}$, $^{27}\text{Al}(n,x)^7\text{Be}$, $^{115}\text{In}(n,n')^{115\text{m}}\text{In}$ and $^{197}\text{Au}(n,\gamma)^{198}\text{Au}$ were obtained.

A Monte Carlo simulation using MARS14 code was performed for secondary particle production from target assembly and neutron transmission through the concrete shield. The calculations generally gave good agreements with the experiment within a factor of 3.

Presented at the Tenth international conference on radiation shielding(ICRS-10), May 9-14 (2004), Funchal, Madeira Island, Portugal.

2.3 Development of Cl-36 AMS system and Evaluation of Cl-36 production rates in KENS concrete shieldings

T. Aze¹, M. Fujimura², H. Matsumura, H. Nagai², H. Matsuzaki¹ K. Masumoto, N. Nakao, M. Kawai
¹The University of Tokyo, ²Nihon Univ., KEK,

We developed a high sensitive and high effective ^{36}Cl AMS (Accelerator Mass Spectrometry) system at MALT, The University of Tokyo. This system was applied to the shielding experiment of high-energy neutrons at KENS, High Energy Accelerator Research Organization. CaCO_3 and NaCl targets were set at various depths of a concrete shield, and were irradiated with neutrons generated from a tungsten target bombarded with primary 500 MeV protons. After the irradiation, the concentrations of ^{36}Cl produced in the targets were measured by the AMS system, and depth profiles for both targets were obtained. As a result, the reaction rate of Cl target was two orders higher than Ca target, however, both depth profiles were similar.

Presented at the 48th Symposium on Radiochemistry, Oct. 27-29, 2004, the Univ. of Tokyo, Japan.

3. Nuclear data

3.1 Photo-Neutron Yields from Thin and Thick Targets Irradiated by 2.0 GeV Electrons

Hee-Seock Lee¹, Syuichi Ban², Toshiya Sanami², Kazutoshi Takahashi², Tatsuhiko Sato³, Kazuo Shin⁴ and Chinwha Chung¹

¹Pohang Accelerator Laboratory, ²KEK, ³JAERI, ⁴ Kyoto University

The information of photo-neutron yields for high energy electron accelerator have been required constantly according to many constructions and great uses of synchrotron facility, X-FEL, and Linear Collider. The photo-neutron measurements have been conducted using electron linac at Pohang Light Source since 1998. Early in the measurements, the photo-neutron spectra at 90 degree relative to the incident 2.0 GeV electrons were measured by the pulsed beam time-of-flight technique with Pilot-U plastic scintillator and the NE213 liquid scintillator with 2-inch in length and 2-inch in diameter. Targets, from low-Z element (Carbon) to high-Z element (Bismuth) and with thin (0.5 Xo) and thick (10 Xo) thickness, were used on this study. The differential photo-neutron yields between 2 MeV (Mainly 8 MeV) and 400 MeV were obtained. The systematics was studied to make empirical yield terms for shielding application. Recently the study of the angular distributed yields was attempted. The same measurements have been conducted at two observing angles, 48 and 140 degrees, in the linear accelerator tunnel. Those flight distances were 6.9 m and 8.3 m, respectively. The photo-neutron yields between 8 MeV and 250 MeV have been obtained for thick targets. In this paper, the experimental process, data reduction method, summarized results, and ongoing plan will be introduced.

Presented at Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities – SATIF7, May 17-18, 2004, Sacavém, Portugal.

3.2 Angular Distribution Measurements of Photo-Neutron Yields Produced by 2.0 GeV Electrons incident on Thick Targets

Hee-Seock Lee¹, Syuichi Ban², Toshiya Sanami², Kazutoshi Takahashi², Tatsuhiko Sato³, Kazuo Shin⁴ and Chinwha Chung¹

¹Pohang Accelerator Laboratory, ²KEK, ³JAERI, ⁴ Kyoto University

The study of differential photo-neutron yields by the irradiation of 2 GeV electrons has been carried out. In this extended study of previous measurements, which were done at the angle of 90 degree relative to incident electrons, the differential photo-neutron yield was obtained at two other angles of 48 and 140 degree to study its angular characteristics. Photo-neutron spectra were measured using a pulsed beam time-of-flight method and a BC418 plastic scintillator. The neutron energy range of reliably measuring was from 8 MeV to 250 MeV. The neutron spectra were measured for 10 Xo-thick Cu, Sn, W, and Pb target. The angular distribution characteristics with previous results for 90 degree were presented in the study. The experimental results was compared with Monte Carlo calculation results. The yields predicted by MCNPX 2.5 tend to underestimate the measured one. That is the same trend to the comparison results using EGS4 and PICA3 codes.

International Conference on Radiation Shielding (ICRS-10), 9-14 May 2004, Funchal, Madeira Island (Portugal)

3.3 Measurements and Analyses of Angular Distribution of Secondary Particles from Thin Cu Target Irradiation by 12GeV Protons

T. Miura, M. Numajiri, H. Matsumura, N. Matsuda¹, H. Nakashima¹ and S. Watanabe²
KEK, ¹JAERI and ²TNS

Angular distributions of secondary particles from thin copper target irradiated by 12GeV protons were measured using activation methods. The experimental target was equipped in the neutrino beam-line of the 12GeV Proton Synchrotron at KEK. Various kinds of activation detector, such as indium, aluminum niobium, cobalt and bismuth, were placed at a position of 1 m from the target and angles of 10°, 30°, 60°, 90° and 120° relative to incident protons. The experiment was analyzed by using PHITS and MCNPX-2.1.5 Monte Carlo simulation codes. Using energy spectra obtained with these codes, reaction rates were calculated with high energy nucleon-nucleon reaction code JAM for the intranuclear cascade calculation. Calculation results, whose energy spectra of secondary particles were obtained by PHITS were slight overestimation by a factor of 2 in the forward angle. results with MCNPX were overestimation by a factor of 3 in the all angles. In case of the experiment for analysis in GeV energy region, it is necessary to take into account of influence exerted by hadron nucleus collisions.

3.4 Calculation of secondary neutron spectrum from 2GeV electron induced reactions using MARS15(04) code

T.Sanami, S.Ban, H.S.Lee¹, K.Takahashi, T.Sato²
KEK, 1) Pohang accelerator laboratory, 2)JAERI

Secondary neutron spectrum from 2 GeV electron induced reactions for various thickness samples were calculated by using latest version MARS Monte-calro code to evaluate its applicability for shielding calculation of high energy electron accelerator by comparing experimental results. The results of the calculation well reproduce the energy dependence of the experimental results. The agreement in magnitude between the experiment and the calculation becomes well with increasing sample thickness. The adequate results will be obtained about neutron production for more than 5 X0 thickness materials.

3 rd International Workshop on Radiation Safety of synchrotron Radiation Sources (RADSYNCH'04), 17 - 19, November, 2004, SPring-8 Mikazuki, Hyogo, Japan.

3.5 Secondary charged particle measurement from 2 GeV electron-induced reactions with a current time-of-flight technique

T. Sanami, K. Takahashi, S. Ban, H. S. Lee¹ T. Sato²
KEK, ¹Pohang accelerator Laboratory, ²JAERI

The energy spectra of secondary charged particles from 2.04 and 2.5 GeV electron-induced reactions are measured using a current time-of-flight technique at the Pohang accelerator Laboratory. A long flight path and the current time of flight method is adopted to measure the pulse height of each event that reach a detector in a short period. Secondary proton and deuteron energy spectrum are obtained

at 90-degree with respect to the electron incident angle. The results are compared with those calculated by MCNPX-2.5e code.

Presented at International conference on Nuclear Data for Science and Technology, Sep 26-Oct 1, 2004, Santa Fe, New Mexico

Published in *Proc. Int. Conf. on Nucl. Data Sci. Technol.*, (Santa-Fe, NM, 2004) pp.776

3.6 Measurements of double differential Cross Sections of Secondary Heavy Particles Induced by tens of MeV Particles

M. Hagiwara, T. Sanami¹, M.Baba, T. Oishi, N.Hirabayashi, M.Takada², H.Nakashima³, S.Tanaka³
Cyclotron and Radioisotope Center, Tohoku University, ¹KEK, ²NIR S, ³JAERI

Measurements of differential fragment production cross sections for proton and neutron induced reaction are described. The double-differential fragment production cross sections for 70 MeV protons and the yields for 75 MeV neutrons are obtained with a specially designed Bragg curve spectrometer (BCS). An experiment is also described for proton induced reactions employing the energy-time-of-flight method (E-TOF) to obtain complementary and more detailed information than neutron-induced reactions.

Presented at International conference on Nuclear Data for Science and Technology, Sep 26-Oct 1, 2004, Santa Fe, New Mexico

Published in Proc. Int. Conf. on Nucl. Data Sci. Technol., (Santa-Fe, NM, 2004) pp.1031

4. Detector development and basic research

4.1. Dosimetry for space radiation in ISS life-science experiments using PADLES system

A. Nagamatsu¹, M. Masukawa¹, H. Tawara^{1,2}, H. Kumagai³
¹JAXA, ²KEK, ³AES

JAXA's Space Utilization Research Center has developed a Passive Dosimeter for Life-Science Experiments in Space (PADLES) system. The dosimetric data obtained by the PADLES system are provided principally for biological experiments aboard the Japanese Experiment Module Kibo of the International Space Station (ISS), investigating biological effects in a space radiation environment. The PADLES system is constructed for routine analysis of many PADLES packages recovered from ISS every 3 (or 6) months. High-speed and semi-automatic analysis of CR-39 by the PADLES system drastically reduces the maximum analysis time to about two weeks for each experiment. For prompt and synthetic analysis, the PADLES system which is under development integrates two software programs, TLDPADLES and AUTO PADLES: (1) TLD PADLES individual data of TLD elements, such as controls calibration factors and history of use, TL readouts in flight experiments. In case of preparation for next flight experiment, it's possible to make up the number from all available TLD elements group which shows regular dose response and select most appropriate elements automatically. (2) AUTO PADLES is made up of three functions: (i) the CR-39 processing

section processes many microscope images and measure the major axis and minor axis after an ellipse fitting of the etch pit opening shape; (ii) the dose estimation section calculates the absorbed dose, dose equivalent and LET distributions from the combined TLD-MSO and CR-39 data; (iii) the experiment data-base section controls a subject and background of life science experiments, flight information, dose analysis and so on. The automatic etch-pit shape detection function of the CR-39 processing section employs a pit-fit algorithm to shorten the microscope image analysis time. TLD and CR-39 response data for heavy ions as determined from ground-based experiments with HIMAC are also installed in the AUTO PADLES database.

In long-term experiments from June 2001 to November 2002 on the ISS Russian segment, which were conducted for investigating white defects of HDTV CCD elements due to space radiation, We confirmed that the bubbles on etched surfaces of the CR-39 recovered from the ISS Russian segment, which were probably caused by protons increasing gradually in proportion to the number of days of exposure. This is an important problem to be solved for automatic analysis of CR-39 provided for long-term space experiments in the next step.

Presented at the Ninth WRMIS Workshop, September 8-9, 2004, Vienna University of Technology, Vienna, Austria.

4.2 Measurements of LET distributions of heavy charged particles induced by fast neutrons in CR-39 plastic

H. Tawara^a, K. Eda^a, T. Sanami^a, K. Takahashi^a, A. Nagamatsu^b, H. Kumagai^c
^aKEK, ^bJaxa, ^cAES

We measured LET distributions of secondary heavy charged particles for > 4 keV/ μ m-water induced by the 5 MeV and 15MeV neutrons with CR-39 plastic nuclear track detectors. Neutron detection efficiencies and absorbed doses were calculated from the LET distributions. Dose equivalents were also calculated using the ICRP60 Q-L relation and were compared to those calculated from neutron fluences exposed and fluence-to-dose equivalent conversion factor given by ICRP 51.

Presented at the 22nd International Conference on Nuclear Tracks in Solids, Barcelona, 23-27 August, 2004, Spain.

4.3. Radiator design for detecting high-energy neutrons with nuclear track detector

K. Odaa^{*}, Y. Imasakaa, T. Yamauchia, Y. Nakaneb, A. Endob, Y. Tawarac and Y. Yamaguchib
^a Kobe University, ^b JAERI, ^c KEK

Succeeding to the proposal of two-layer type radiator for more efficient detection of high energy neutrons with a plastic nuclear track detector (PNTD), its availability has been investigated both experimentally and theoretically. Inner deuterized hydrocarbon (CD₂) layer adjacent to PNTD should play two roles of a radiator of deuterons recoiled there and a degrader for energetic protons recoiled in outer layer of a CH₂ material such as polyethylene. It was found that the energy dependence of the efficiency should be sensitively changed by the thickness of CD₂ layer. The result suggested a controllability of the detector response by adjusting the thickness of both layers. A best

combination of CH₂ and CD₂ thickness was estimated under a condition of a constant total thickness, for example, the detector sensitivity could be flattened within 10 % between about 5 and 65 MeV by using 1.5 g/cm²-CD₂ and 1.5 g/cm²-CH₂.

Presented at the 22nd International Conference on Nuclear Tracks in Solids, Barcelona, 23-27 August, 2004, Spain.

4.4 Absolute Scintillation Yields of Solid Scintillators and The Factors Affecting Their Resolutions.

S. Sasaki, H. Tawara, K. Saito, M. Miyajima¹ and E. Shibamura²
KEK, Waseda Univ.¹, Saitama Prefectural Univ.²

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

Presented at the First Japan&France interchange meeting on ion tracks and ion induced scintillation in polymers. Under the support from SAKURA project (Japan-France Integrated Action Program), 22 June 2004, NIRS Chiba, Japan.

Published at *UNTL-0433* (2004)..

4.5 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.Miyajima¹ and E.Shibamura²
KEK, Waseda Univ.¹, Saitama Prefectural Univ.²

In the case of practical scintillation measurements a photomultiplier, PMT, is often used with a scintillator. There, photons may hit the PMT with an incident angle from 0° to 90° and some of the photons reflected into the scintillator may be returned to the PMT by the reflector surrounding the scintillator. We have a scheme to measure reliable photon yields in various scintillators. Therefore we need to know the angular variation of quantum efficiency and the reflectance of the PMT. Such quantum efficiency and reflectance are important to properly design a system with PMTs in many fields including those in neutrino experiments, PET, etc.

We measured the angular variation of quantum efficiency and the reflectance of the PMT and defined the photon-to-photoelectron conversion efficiency, where quantum efficiency is the ratio of

number of photoelectrons to that of photons hitting the PMT and the photon-to-photoelectron conversion efficiency is defined as the ratio of numbers of photoelectrons to that of photons hitting the PMT without being reflected. We found that the photon-to-photoelectron conversion efficiency for obliquely incident light is larger than that for normally incident light. In addition, the reflectance at the photocathode of PMT was also found to be appreciably large. In this article, we describe the method of measurements and present the photon-to-photoelectron conversion efficiency and the reflectance of the PMT. The measured reflectance is compared with that calculated by treating the photocathode of the PMT as a thin film with a complex refractive index.

Presented at 19th Workshop of Radiation Detectors and Their Uses, 1-3 February 2005, KEK Tsukuba.

4.6 Scintillation yields, luminescence spectra and time-profile in rare gas mixture

K. Saito, S. Sasaki, H. Tawara, T. Sanami and E. Shibamura¹
KEK, ¹Saitama 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 ³He, 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 Application of rare gas to science and technology 2005, March 8-10. Waseda Univ. Tokyo.

4.7 Average Energy to Produce An Ion Par in Gases for Heavy Ions

S. Sasaki, T. Sanami, H. Tawara, K. Iijima, K. Saito, and A. Fukumura¹
KEK and NIRS¹

For the experimental determination of an average energy to produce an ion pair in gases, W, by heavy ions from accelerators, an apparatus consisting of a particle-energy degrader, an ionization chamber and a time-of-flight energy spectrometer was designed and constructed, where two types of pulse operation modes in an ionization chamber were employed. Using this system, the values of W were measured for He and C ions in pure argon and air as a function of the energy of ions. For the C

ions, the energy dependence of W was clearly observed, while W for He ions was approximately constant over a wide range of energy (the mean value was 26.5 ± 0.9 eV in argon and 34.3 ± 1.3 eV in air, respectively) and agreed well with the value for 5.49 MeV alpha particles from ^{241}Am in each gas. The value of W for C ions obtained at the highest energy was also in good agreement with the value for 5.49 MeV alpha particles in each gas.

Presented partly at 2004 IEEE Nuclear Science Symposium (16-22 October 2004, Rome, Italy), the 65th Conference of the Japan Society of Applied Physics (1-4 September, Sendai), and the 2004 Annual User's Meeting of HIMAC in Chiba

To be published in *IEEE Tans. Nucl. Sci.*.

4.8 Development of Position Sensitive Tissue Equivalent Proportional Counter (PS-TEPC) and Establishment of Dosimetric Technique in the International Space Station (ISS) with PS-TEPC

S. Sasaki, H. Tawara, K. Terasawa^{1, 3}, T. Doke^{1, 3}, K. Miuchi², T. Nagayoshi² and H. Matsumoto³
KEK, Waseda Univ.¹, Kyoto Univ.², and JAXA³

Astronauts face the risk of intense radiation exposure in space, where the level of radiation dose is higher than the two orders of that on the ground. Therefore, an accurate measurement of radiation dose is essential to evaluate the radiation risk for astronauts. NCRP-142 recommends that an overall uncertainty within 30 % should be acceptable in most cases of dosimetry for astronauts in space (instrumental error only). However, there exists no space dosimeter to achieve such accuracy. Space radiation consists of galactic cosmic rays, geomagnetic trapped particles, solar energetic particles, and their secondary particles. Charged particles such as protons and heavy ions have been considered to be the main components contributing to radiation doses in space. Primary charged particles produce secondary particles, including neutrons, in their nuclear interactions with shielding materials and/or equipment in spacecraft. These secondary neutrons give an additional radiation dose to astronauts. To achieve the accurate measurement of space doses, we need a new active detector to possibly measure both charged particles and neutrons. With these points as background, we have started to develop a new space dosimeter named "Position Sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber (PS-TEPC)" using a novel technique of "Micro Pixel Chamber (μ -PIC)".

In radiation dosimetry, radiation effects on the human body have been evaluated using the dose equivalent H which was defined by ICRP as $H = DQ$, where D is the absorbed dose and Q is the quality factor given as a function of LET by ICRP. Three active detectors based on LET measurements have been developed as dosimeters for charged particles and used for experiments in space. They are a gas proportional counter called Tissue Equivalent Proportional Counter (TEPC) and two kinds of Si detector telescopes called Real-time Radiation Monitoring Device-III (RRMD-III) and DOSimetric TELEscope (DOSTEL). These dosimeters, however, have several demerits as shown in Table I. Especially, TEPC can not measure correct LET, and RRMD-III and DOSTEL cannot achieve measurements of neutrons.

PS-TEPC is a promising candidate for space dosimeter and is a micro time projection chamber (μ -TPC) with μ -PIC, which is a gaseous two-dimensional position-sensitive detector fabricated using printed circuit board (PCB) technology. A board with a detection area of 10×10 cm² and a pixel pitch of 400 μ m has been developed. Cathode strips were formed on one side of a 100- μ m thick polyimide substrate, and anode strips were formed perpendicularly on the other side. The detector

has been applied to various experiments such as the observation of cosmic γ -rays in the MeV region, X-ray imaging, dark matter search, and so on. PS-TEPC satisfies all of the requirements in Table I. We are now performing experiments on heavy ion irradiation.

Presented partly at the 19th Workshop of Radiation detectors and Their Uses (1-3 February 2004, KEK, Tsukuba), the 60th Conference of the Physical Society of Japan (28-31 March, Noda), the 3rd Meeting of Science Frontier Tsukuba (SFT2004) (11 November 2004, Mito), and so on.

This study is carried out as a part of “Ground-based Research Announcement for Space Utilization” promoted by Japan Space Forum.

4.9 Application of a radiation detector using radiation induced surface activity phenomenon to a beam loss monitor

K. Saito, S. Sasaki, T. Sanami, H. Tomozawa¹ and T. Takamasa²
KEK, ¹Kyosemi Corporation, ²Tokyo University of Marine Science and Technology

A radiation detector using a radiation induced surface activity phenomenon (RISA) has features that are superior resistance to radiation damage and a wide dynamic range. A purpose of this study is applying the RSA detector to beam loss monitors at a high-energy accelerator facility. In this year, the RISA detectors were set in the beam line tunnel of KENS at KEK, and primary field trials were performed.

5. Experimental technology and Monte Carlo simulation

5.1 New Photon Transport Physics in EGS5

Y.Namito, H.Hirayama and S.Ban
KEK

We have improved photon transport in egs4 code in various points;

1. Linearly polarized photon scattering,
2. Doppler broadening and binding in Compton scattering,
3. L-X rays,
4. Auger electron,
5. X ray and Auger electron from compound/mixture,
6. K shell electron impact ionization (EII),
7. Use of PHOTX data base, and
8. General treatment of photoelectric cross sections.

New photon transport physics in EGS5 also consists of these items.

Comparisons of measurements and EGS5 calculation are included.

Also, calculations using improved EGS4 code are mentioned.

Presented at 3rd International EGS Workshop.

5.2 Benchmark Calculations for EGS5

W.R.Nelson¹, J.C.Liu¹, H.Hirayama², Y.Namito², A.F.Bielajew³ and S.Wilderma³

¹ *Stanford Linear Accelerator Center*, ² *KEK*, ³ *U. Michigan*

In the past few years, EGS4 has undergone an extensive upgrade to EGS5, in particularly in the areas of low-energy electron physics, low-energy photon physics, PEGS cross section generation, and the coding from Mortran to Fortran programming. Benchmark calculations have been made to assure the accuracy, reliability and high quality of the EGS5 code system. This study reports three benchmark examples that show the successful upgrade from EGS4 to EGS5 based on the excellent agreements

among EGS4, EGS5 and measurements. The first benchmark example is the 1969 Crannell Experiment to measure the three-dimensional distribution of energy deposition for 1-GeV electrons shower in water and aluminum tanks. The second example is the 1995 Compton-scattered spectra measurements for 20-40 keV, linearly polarized photon by Namito et. al., in KEK, which was a main part of the low-energy photon expansion work for both EGS4 and EGS5. The third example is the 1986 heterogeneity benchmark experiment by Shortt et. al., who used a monoenergetic 20-MeV electron beam to hit the front face of a water tank containing both air and aluminum cylinders and measured spatial depth dose distribution using a small solid-state detector.

Presented at 3rd International EGS Workshop.

5.3 Implementation of a General Treatment of Photoelectric-Related Phenomena for Compounds or Mixtures in EGS4

H.Hirayama and Y.Namito

KEK

A general treatment of photoelectric-related phenomena for compounds or mixtures in EGS4 was modified using sub-shell photoelectric cross sections in PHOTX. Sub-shell photoelectric cross sections for an each element were fitted to a quadratic function in a log-log plot. Thus obtained parameters were prepared as the BLOCK DATA in EGS4. It becomes possible to calculate branching ratios of each elements in EGS4 by this modification and ,therefore, it is not necessary to use piece-wise linear-fitted data calculated by PEGS4. SUBROUTINE PHOTO became more simple and logical by this modification.

Published as *KEK Internal 2004-8*.

5.4 Generation of an Improved Data Set of Gamma-ray Buildup Factors by Invariant Embedding Method

A. Shimuzu¹, T. Onda², Y. Sakamoto³, H. Hirayama, Y. Haroam⁴

¹*The Wakasa Wan Energy Research center*, ²*Institute of Nuclear Safety System, Incorporated*, ³*Jaeri*, *KEK*, ⁴*CRC Solution Cooperation*

An improved data set of gamma-ray buildup factors for point isotropic sources in infinite

homogeneous media has been generated by the method of invariant embedding. The data set covers the energy range 0.015 MeV – 15MeV up to depth of 100 mean free paths for 26 materials.

The effect of bremsstrahlung is taken into account by a new method. A precise comparison of the present data with the standard data set ANSI/ANS-6.4.3-1991 shows the points of improvement of the present data quantitatively.

Presented at the Tenth international conference on radiation shielding(ICRS-10), May 9-14 (2004), Funchal, Madeira Island, Portugal.

5.5 EGS Particle Trajectory and Geometry Display Program, cgview

Y.Namito, H.Hirayama, A.Takamura* and T.Sugita*
*KEK and *Science System Laboratory*

In a calculation using the EGS4 code, it is important and convenient to check the geometry for the calculation and particle trajectory visually for validating the of calculation conditions. Also, a graphical interface is useful for understanding the interactions. This report describes the program cgview, which displays 3D geometry (ex, CG) and particle trajectory information, and the EGS user code to produce the necessary data.

Published as *KEK Internal 2004-8*

5.6 The EGS short course

H.Hirayama, Y.Namito
KEK

Two EGS4 short courses were held at KEK, as the parts of the 3rd International EGS workshop..

5.7 User support concerning EGS4

H.Hirayama, Y.Namito
KEK

As one of the center of EGS4 distribution, we continue supports concerning EGS4 including outside Japan, They are distributed in wide range from primitive questions of beginners to complicated ones from EGS4 experts. Instructions were made using e-mail.

6. Radiochemistry and radiation chemistry

6.1 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. Aze³, H. Nagai¹, M. Takada² and H. Matsuzaki³
KEK, ¹Nihon Univ., ²NIRS, ³The University of Tokyo

The yields of ⁷Be from ^{nat}C, ²⁷Al, ^{nat}Cu, ^{nat}Ag and ¹⁹⁷Au targets and ¹⁰Be from ^{nat}Cu, ^{nat}Ag and ¹⁹⁷Au targets in alpha- (400 MeV) and neutron- (maximum end-point energy, E₀ = 500 MeV) induced reactions were measured in order to compare them with the photonuclear-reaction yields at E₀ = 1000 MeV. The target-mass dependences of the yields of ⁷Be and ¹⁰Be showed very similar trends among alpha-, neutron-, and photon-induced reactions. The fragmentation yields of ⁷Be decreased more slowly, and those of ¹⁰Be increased gradually with an increase in the target mass; both yields intersected at an approximate target mass of 125. The exponential increase in the fragmentation-yield ratios of ¹⁰Be to ⁷Be with an increase in the neutron-to-proton ratio of the targets suggests that pre-formation of the fragments inside the excited nuclei is strongly influenced by the target properties, such as N/Z. Furthermore, the effect of the incident particle was clearly observed in the yield ratios of ¹⁰Be to ⁷Be from the Cu and Ag targets.

Presented at 6th International Conference on Nuclear and Radiochemistry (NRC-6), Aug. 29- Sep. 3, 2004, Germany

6.2 Yield measurements of spallation products on various targets at the 500-MeV neutron irradiation facility of KENS

H. Matsumura, K. Oishi, K. Masumoto, N. Nakao, A. Toyoda, M. Kawai, T. Aze¹, M. Fujimura¹, and K. Takahashi
KEK, ¹Shimizu Co., ¹Nihon Univ.

Information of activities produced in the concrete shield of accelerator facility is very important for the practical use of radiation safety and management. Therefore, we have been measuring yields of spallation products on various targets at the 500-MeV neutron irradiation facility of KENS. In this year, we measured yields of ²⁴Na and ²²Na from Na, Mg, Al, Si, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Co, Ni, and Cu targets. It was found that contribution of the yields from Na, Al, and Si is large in the concrete.

6.3 Indirect measurement of secondary particle distributions by Au activation method at the KEK neutrino target station

H. Matsumura, T. Miura, S. Ishihama¹, N. Matsuda², T. Aze³, K. Masumoto, T. Suzuki
KEK, ¹TNS, ²JAERI, ³the Univ of Tokyo

Gold activation detectors were placed at nine positions on the inner wall of the KEK neutrino target

station and were exposed to secondary particles during approximately one month of the machine operation. After exposure, the production rates of 19 spallation nuclides, which were produced in the Au activation detectors at different threshold energies, were determined by γ -ray spectrometry. Thus, it was indicated that the Au activation detector is a novel tool that is useful for obtaining a distribution of various secondary particles with high intensity and high energy.

6.4 Energy-Shift Measurement of Pionic Atoms

K. Ninomiya¹, H. Sugiura¹, Y. Kasamatsu¹, H. Kikunaga², N. Kinoshita², Y. Tani¹, H. Hasegawa¹, M. Yatsukawa¹, K. Takamiya³, W. Sato¹, T. Yoshimura¹, H. Matsumura, A. Yokoyama², K. Sueki⁴, Y. Hamajima², T. Miura and A. Shinohara¹

¹Osaka Univ., ²Kanazawa Univ., ³KURRI, ⁴the Univ. of Tsukuba, KEK

A free negative pion is degraded in matter and captured into excited states of an atom (atomic number Z). The formation process has been well studied, on the other hand, the electron arrangement after pionic atom formation has not been known sufficiently. We attempted to investigate the electron arrangement process by measuring electronic X-ray energies, because the electronic X-ray energies of pionic atoms are influenced by the atomic orbital of the pion and the atomic electron arrangement. The experiments were carried out at $\pi\mu$ -channel of KEK-PS. By reanalyzing all spectra, we improved our preliminary values for electronic X-ray energies that had been already reported in the previous paper.

The energy difference between electronic X-ray energy of $Z-1$ atom and pionic atoms becomes larger with increasing atomic number. This atomic number dependence is consistent with the result for muonic atoms.

Presented at 6th International Conference on Nuclear and Radiochemistry (NRC-6), Aug. 29- Sep. 3, 2004, Germany

Presented at the 48th Symposium on Radiochemistry, Oct. 27-29, 2004, the Univ. of Tokyo, Japan.

Presented at the 85th Spring Meeting of the Chemical Society of Japan, Kanagawa University, 2005/03/26-2005/03/29

6.5 Development of ³⁶Cl-AMS using Gas-Filled Magnet

T. Aze¹, M. Fujimura², H. Matsumura, H. Nagai², and H. Matsuzaki¹

¹The University of Tokyo, ²Nihon Univ., KEK

We have developed of accelerator mass spectrometry (AMS) system of ³⁶Cl ($T_{1/2} = 3.01 \times 10^5$ y) using a Gas-Filled Magnet (GFM) at MALT (Micro Analysis Laboratory, Tandem Accelerator), the University of Tokyo. Since we observed large beam losses by the scattering of the ions in the GFM, we attempted to reproduce the trajectory of the ions in the GFM by the Monte Carlo simulations in order to optimize the conditions of detector systems. The simulation could reproduce the trajectories of the ions obtained from the experiments. The simulation revealed that the trajectory of the ions in the GFM form spiral orbit not a true circle as we originally expected. Furthermore, the beam profile was seriously spread vertically in the GFM. We deduced the best GFM conditions from our experiments and simulation.

Presented at the 47th Symposium on Radiochemistry, Oct. 1-3, 2003, Izumisano, Japan.

Presented at the 6th Symposium on AMS, The University of Tokyo, Dec. 13, 2003, Tokyo, Japan

6.6 Nitrogen analysis of CZ silicon by charged particle activation analysis

K. Masumoto, T. Nozaki¹, H. Yagi², Y. Minai³, Y. Saito⁴, S. Futatsugawa⁴ and N. Inoue⁵
KEK, Purex Co. ¹, *SHIEI*², *Musashi Univ.* ³, *JRIA*⁴, *Osaka Pref. Univ*⁵

A working group of JEITA has made efforts to establish standard procedures of plural methods for the determination of nitrogen concentration in CZ silicon. Related with this group, we first try to examine and improve the reliability and accuracy of charged particle activation analysis. We adopted the $^{14}\text{N}(p,\alpha)^{11}\text{C}$ reaction for the activation of nitrogen, and the behavior of ^{11}C in its chemical separation from the bombarded silicon was examined in two separation procedures, dry fusion and wet chemistry, in two cyclotron facilities. Nitrogen of 10^{14} atoms/cm³ 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.

This work was presented at the Symposium on High Purity Silicon VIII, Hawaii, October 3-8, 2004

7 Positron Annihilation and Positronium Chemistry

7.1 Application of positron annihilation to polymer and development of a radioisotopes-based pulsed slow positron beam apparatus

T. Suzuki
KEK

Positrons injected into polymer behave as nanometer probes, which can detect the size and amount of intermolecular spaces among polymer structures. Although positrons can probe the characteristics of polymer, they induce a radiation effect on polymer samples. At low temperature, the radiation effect induces free electrons, which can be trapped in a shallow potential created among intermolecular structures after freezing molecular motions. These trapped electrons can be released after the disappearance of the shallow potential due to the reappearance of molecular motion above the relaxation temperature.

Published in *OYO BUTURI* **73**(2004)494-499

7.2 Application of Coincidence Doppler Broadening Spectroscopy to Simple Hydrocarbons

N. DJOURELOV, T. SUZUKI, Y. ITO¹, V. SHANTAROVICH², Y. ITO, K. KONDO, J. ONOE³
KEK,¹ *Tokyo University*,² *Russian Academy of Sciences*,³ *Tokyo Institute of Technology*

Three simple hydrocarbons: methane, ethane, and ethylene in solid state at the temperature of liquid nitrogen were studied by coincidence Doppler-broadening (CDB) spectroscopy and positron annihilation lifetime spectroscopy (PALS). Difference in the momentum distributions of σ - and π -bond

electrons was observed by CDB spectroscopy. Breaking of the weak π -bonds in ethylene due to the positron irradiation and trapping of positrons by anion molecules and/or anion radicals cause inhibition in the Ps formation in ethylene observed by PALS. The breaking of the π -bonds in ethylene was detected also as a significant change in the shape of ethylene to methane CDB ratio with the elapsed experiment time.

Published in *Chem. Phys.* **298** (2004)183-187

7.3 Carbon-implanted ultra-high molecular-weight polyethylene studied by a pulsed slow-positron beam

N. Djourellov, C. H. T. Suzuki, Y. Ito¹, K. Velitchkova², E. Hamada³, K. Kondo
KEK, ¹Tokyo University, ²University of Mining and Geology, Bulgaria, ³Institute for Environmental Sciences

The pulsed slow-positron beam (PSPB) technique was applied to study the structural changes in ultra-high molecular-weight polyethylene (UHMWPE) after carbon implantation, and the unimplanted material as well. A simple macroscopic model was introduced to explain the PSPB results. In the case of carbon-implanted UHMWPE, a three-layer model was used, and a very good agreement between the experimental and calculated results was demonstrated. A low-porosity layer, the region of which was in satisfactory agreement with the carbon ions stopping region, calculated by the TRIM code, was detected. An increase in the free volume and a decrease in the hole sizes were observed for a subsurface layer.

Published in *Nucl. Instr. Meth* **B215** (2004) 83-89

8. Environmental and analytical chemistry at accelerator facilities

Separation of radioactive carbon and nitrogen from various activated samples

K. Masumoto, T. Ohtsuki¹ and K. Shikano²
KEK, Tohoku Univ. ¹, NTT²

Trace impurities of carbon and nitrogen in silicon and silicate samples were analyzed by photon activation. Samples were irradiated with 30-MeV bremsstrahlung of 120 μ A for 20 min. at the 300-MeV electron linear accelerator of Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University. Decomposition and oxydizing was performed in an infra-red furnace under oxygen gas flow. Radioactive nitrogen and carbon gases were trapped with two columns containing SiO₂ doped with Co₂O₃ and Ascarite, respectively. The radioactivity of each column was measured with a couple of BGO-detector.

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

8.2 Evaluation of residual radioactivity induced in concrete obtained from several accelerator facilities

K. Bessho, H. Matsumura, T. Miura, Q. Wang, K. Masumoto, M. Numajiri, A. Toyoda, T. Matsui¹,
Y. Nagashima¹, R. Seki¹, T. Takahashi¹, K. Sasa¹, T. Usui¹ and K. Sueki¹
KEK, ¹University of Tsukuba

In order to evaluate radioactivity induced in accelerator components and buildings, concrete cores samples were obtained from several charged-particle and electron accelerator facilities. Especially, we focused our study to evaluate the radioisotopes, which were difficult to determine nondestructively.

Then, several works have been performed as follows.

The concentrations of ³⁶Cl induced in shielding concrete of the various accelerators has been determined by AMS at the University of Tsukuba.

In order to evaluate the tritium activity in concrete samples obtained from several accelerator facilities, we developed a heating method with an IR-furnace for rapid tritium extraction.

8.3 Measurement of ³⁶Cl induced in shielding concrete of various accelerator facilities

K. Bessho, H. Matsumura, T. Miura, Q. Wang, K. Masumoto, Y. Tosaki¹, Y. Nagashima¹, R. Seki¹, T. Takahashi¹, K. Sasa¹, and K. Sueki¹
KEK, ¹University of Tsukuba

The concentrations of ³⁶Cl induced in shielding concrete of the various accelerators have been measured by accelerator mass spectrometer system at the University of Tsukuba. In this year, concrete samples were obtained at a small cyclotron (Nishina Memorial Cyclotron Center, Japan Radioisotope Association), a 45MeV electron linac (Hokkaido University) and the neutrino beam-line (KEK), and the depth profiles of ³⁶Cl / ³⁵Cl ratios in these concrete samples were analyzed. The ³⁶Cl / ³⁵Cl ratios were utilized for evaluating the thermal neutron fluences during accelerator operations, and these systematic investigations for various accelerator facilities clarified that thermal neutron fluences in concrete were highly dependent on the acceleration energy of the accelerators.

Presented at the Sixth International Conference on Nuclear and Radiochemistry, Aug. 28 – Sep. 3, 2004, Aachen, Germany.

8.4 Observation of Gaseous Nitric Acid Production at a High-Energy Proton Accelerator Facility

Y. Kanda, T. Miura, and H. Nakajima¹
KEK, ¹Tokyo Nuclear Services

High-energy protons and neutrons produce a variety of radionuclides as well as noxious and oxidative gases, such as ozone and nitric acid, in the air mainly through the nuclear spallation of atmospheric elements. Samples were collected from the surfaces of magnets, walls, and floors in the neutrino beamline tunnel and the target station of the KEK 12-GeV proton synchrotron facility by wiping surfaces with filter paper. Considerably good correlations were found between the amounts of nitrate and tritium, and between those of nitrate and ⁷Be. This finding gives evidence

that at high-energy proton facilities, nitric acid is produced in the radiolysis of air in beam-loss regions. Also, the nitric acid on the surfaces was found to be desorbed and tended to be more uniform throughout the tunnel due to air circulation. The magnitude of diminishing from the surfaces was in the order of tritium > nitrate > ^7Be .

8.5 Measurement of radiolytic yield of nitric acid in air

Y. Kanda, Y. Oki¹, S. Yokoyama², K. Sato², H. Noguchi², Su. Tanaka², and T. Iida³
KEK, ¹Kyoto University, ²JAER, ³Nagoya University

A measurement of the radiolytic yield of nitric acid (G-value) was made by irradiating atmospheric air enclosed in a glass vessel with high-energy protons from an AVF (Azimuthally Varying Field) cyclotron. The amounts of the produced nitric acid were experimentally determined, and those of the deposited energy were calculated using the stopping power data. The obtained G-value was 1.46 ± 0.12 .

8.6 A microporous membrane-based continuous generation system for trace-level standard mixtures of atmospheric gases

Y. Kanda, M. Taira, K. Chimura¹, T. Takano¹, and M. ¹Sawabe
KEK, ¹Nisshin Service Co.

A reliable and convenient system to generate accurate and stable standard gas mixtures of various atmospheric compounds at parts-per-billion levels has been developed. The system is of simple design; the generator is a coil consisting of an inner tube made of microporous polytetrafluoroethylene (PTFE) membrane tubing and an outer tube made of silicone tubing. An aqueous solution of the given compound continuously flows through the inner microporous tube and the purge gas flows through the annulus between the inner and outer tubes. In addition to the generation of gas mixtures based on Henry's law, the proposed flow-type system offers generation based on chemical reactions, leading to a distinct advantage of the availability of continuous sources of various compounds. The generation system was tested for preparing standard gas mixtures of HCHO and H₂O₂ on the basis of Henry's law, and those of HNO₂, NO, and SO₂ on the basis of chemical reactions. A stable generation of the desired low concentrations of various kinds of gas mixtures can be readily achieved by adjusting the concentration of the solution without the use of high-dilution flow.

8.7 Development of accelerator mass spectrometry of silicon-32

M. Fujimura¹, T. Aze², H. Matsumura, T. Saito¹, H. Nagai¹, H. Matsuzaki²
¹Nihon Univ., KEK, ²The University of Tokyo

At Micro-Analysis Laboratory Tandem (MALT), the University of Tokyo, we have developed the accelerator mass spectrometry of ^{32}Si ($T_{1/2}=100\text{-}200\text{y}$). The chemical form of the sample was Mg₂Si, which was able to produce intense negative ion beam. The accelerator was operated at 4.7 MV, the 5+ charge state was selected. These values applied the value which was able to be calculated according to the SRIM 2003 code, which calculates the energy loss and straggling of the ion. The

detection of ^{32}Si was carried out using the gas cell and the gas counter. In this paper, the state of development is described.

Presented at the 6th Workshop on Environmental Radioactivity, Mar. 8-10, 2005, Tsukuba, Japan.

Chapter 2 研究支援活動

放射線科学センターは、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組織である。対象となる施設の規模が大きいこと、個々の課題が未解決の課題を含んでいることから、その責任を果たすために行っている業務内容は研究的側面を持っている。管理業務に関連した課題が研究テーマに発展していく事もあるが、それ以外の事も純粋研究テーマに至らないまでも関連分野においては有益な課題が多い。

また、センター外の機構の研究者から、放射線関連や化学関連の専門家として個々の課題について相談を受け取り組んできた事もある。

以下では、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において今年度行った活動を紹介する。

1. 体制

1. 1 放射線管理体制

放射線取扱主任者	柴田 徳思
放射線管理室長	伴 秀一

管理区域	氏名	職名等
陽子加速器施設 (第 1, 2, 3, 6 区域)	梶本 和義	総括責任者
電子加速器施設 (第 4, 5 区域)	伴 秀一	総括責任者
第 1 区域 陽子シンクロトロン施設 (P S エネセンを含む)	沼尻 正晴 穂積 憲一 斎藤 究	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当
第 2 区域 P S 実験施設	松村 宏 三浦 太一 穂積 憲一	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当
第 3 区域 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 (BL 27 を除く) 電子陽電子入射器 放射光アイソトープ実験施設 (BL-27)	伴 秀一	管理区域責任者
	高橋 一智	管理区域業務担当
	佐波 俊哉 高橋 一智	管理区域責任者 管理区域副責任者
第 5 区域 K E K B 施設 B T ライン 大強度放射光施設 アセンブリホール	伴 秀一	管理区域責任者
	飯島 和彦	管理区域業務担当
	俵 裕子 中村 一 中村 一	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当
	佐波 俊哉 中村 一 中村 一	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当
第 6 区域 大強度陽子リニアック	波戸 芳仁	管理区域責任者
	中村 一	管理区域副責任者
	中村 一	管理区域業務担当
第 7 区域 R I 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 12GeV-PS 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	波戸 芳仁	管理区域責任者
	豊田 晃弘	管理区域副責任者
	豊田 晃弘	管理区域業務担当

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) (内部被曝) (従事者登録)	榎本 和義 伴 秀一 沼尻 正晴 榎本 和義 豊島 規子
出入管理システム	伴 秀一 穂積 憲一 佐波 俊哉 斎藤 究 高橋 一智
放射性物質等 (密封R I) (非密封R I) (核燃) (チェックソース) (廃棄物)	伴 秀一 榎本 和義 松村 宏 飯島 和彦 松村 宏 斎藤 究 榎本 和義 松村 宏
環境放射能	三浦 太一 豊田 晃弘 高原 伸一
放射線モニター	佐々木 慎一 飯島 和彦 佐波 俊哉 斎藤 究 穂積 憲一
放射線測定器等 (Ge 検出器) (液体シンチレーションカウンター) (イメージングプレート)	三浦 太一 豊田 晃弘 高原 伸一 高橋 一智 豊田 晃弘
サーベイメータ等 (ゲートモニター等) (物品モニター等) (サーベイメータ) (アラームメータ)	佐々木 慎一 穂積 憲一 俵 裕子 飯島 和彦 斎藤 究 高橋 一智
較正施設	佐々木 慎一 佐波 俊哉 穂積 憲一 飯島 和彦

線量計等 (個人線量計) (TLD)	伴 秀一 俵 裕子 中村 一 豊田 晃弘
機構長の指定する発生装置	俵 裕子 佐波 俊哉
教育	柴田 徳思 海老原 寛 鈴木 健訓 伴 秀一 波戸 芳仁 技官全員
安全の手引き	俵 裕子 鈴木 健訓 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

1. 3 化学安全管理体制

化学安全管理業務の総括	神田征夫
水質検査	別所光太郎
化学薬品 (危険物・毒劇物の管理)	平 雅文
実験廃液処理	平 雅文
RI廃水処理	神田征夫

2 放射線安全管理関連

2. 1 区域管理関連

2.1.1 第1区域

加速器機器及び周辺機器における放射線損傷評価のため、加速器トンネル内での線量測定の方法が重要となってきている。そのため、陽子加速器トンネル内での放射線場の線量評価方法について様々な試みを行っている。たとえば、加速器室内は中性子、 γ 線など放射線の混合場であるので、複数の検出器を用いて線量の比較検討を行った。

2.1.2 第2区域

以下の申請を行った。

1. 北カウンターホールにおける EP1 ビームラインの使用変更に関わる変更承認申請

(1)EP1-A ビームラインとニュートリノビームラインの間へのビームダンプ新設とニュートリノビームラインの廃止

EP1-A ビームラインとニュートリノビームラインの間に「EP1-A ビームダンプ」を新設し、ニュートリノビームラインを切り離して、ニュートリノビームラインを廃止する。

(2)EP1-A, B ビームライン室の名称変更

EP1-A ビームダンプでニュートリノビームライン室と仕切られた「EP1-A, B ビームライン室」部分は、「EP1 ビームライン室」とする。

(3)EP1-A ビームダンプ後方に位置するビームライン室等の名称変更とその管理方法の変更
ニュートリノビームラインではビームの輸送を行わないが、「ニュートリノビームライン室」、「ディケイボリウム」、及びニュートリノビームライン第2ビームダンプの鉄材の一部を EP1-A ビームダンプへ移設することにより出来る空間をまとめて「EP1 下流部」と名称変更し、本機構の定める「立入制限管理区域」として管理する(図 5-4 参照)。ただし、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($20 \mu \text{Sv/h}$ 以下)を上回る場所が存在するため、ロープ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。また表面汚染密度が、法令基準の 40Bq/cm^2 を超えているターゲットステーションは、柵等で区画し人の立入りを禁止する措置をとる。

(4)ミュオンモニター室の放射線管理方法の変更

ミュオンモニター室を本機構の定める「立入制限管理区域」から「一般管理区域」に変更して管理する。

(5)EP1-A ビームラインにおける性能の最大出力(最大陽子ビーム強度)の変更

EP1-A ビームラインにおける陽子ビームの使用条件を、速い取り出し運転、遅い取り出し運転に関わらず同じに変更する。従って、従来のような両者の区別は必要なくなる。性能の最大出力(最大陽子ビーム強度)は、変更前の遅い取り出し運転の最大出力である $3.85\text{GeV} \cdot \mu \text{A} (2.0 \times 10^{12} \text{pps})$ とし、かつ K5 及び K6 ビームライン標的を使用する。(表 3-4(A) 参照)

(6)インターロックシステムの変更

EP1 ビームライン室の改造に伴い、12GeV 陽子シンクロトロン施設の運転に係るインターロックシステムを変更する。

(KEK Internal 2005-1)

2. 東カウンターホールにおける FFAG 加速器室及び EP2 ビームライン室の使用変更に関わる変更承認申請

(1) FFAG 加速器室内のビームダンプの変更

加速器開発に伴って FFAG 加速器室内のビームダンプの位置と形状を変える必要が生じたため、FFAG ビームダンプの位置と形状を変更する。

(2) FFAG 加速器室におけるサイクロトロン及びシンクロトロンによる加速可能粒子の変更
加速可能粒子を陽子から H⁺を追加し、水素イオン(H⁺, H⁻)に変更する。

(3) FFAG 加速器室におけるサイクロトロンによる使用の目的の変更

「FFAG シンクロトロンへの陽子入射用」を「FFAG シンクロトロンへの水素イオン入射用」に変更する。

(4) FFAG 加速器室におけるサイクロトロン及びシンクロトロンによる使用の方法の変更

「陽子を加速, 輸送する」を「水素イオンを加速, 輸送する」に変更する。

(5) EP2 ビームライン室のインターロックの変更

EP2 ビームライン室のインターロック機能強化のための変更を行う。

(KEK Internal 2005-2)

3. ニュートリノビームライン崩壊領域周辺土壌及び地下水中放射能濃度の監視

ニュートリノビームライン崩壊領域は、地下に設置されており、周辺土壌及び地下水がわずかに放射化するため、崩壊領域周辺に設置した井戸等において土壌及び地下水中放射能濃度を測定し、許可条件を満足していることを確認し文部科学省に報告している。本年度は、前半は遅い取り出しモードの運転であり、ニュートリノの運転は10月からのため、4月に地下水を採水した後は年末に土壌及び地下水の測定を行う予定であったが、11月初旬のニュートリノ第1ホーン故障に伴い、ニュートリノ実験が終了することとなった。従って11月に土壌、地下水を現在4月に採水した地下水と共に測定を行っている。土壌に関しては本年度で測定は終了するが、地下水に関しては来年度以降も数年間は測定する予定である。

2.1.3 第3区域

- ・ 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
- ・ 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
- ・ 中性子科学研究施設における中性子遮蔽実験に関わる放射線安全対策の策定、及び放射線管理の実施
- ・ 陽子ビーム利用実験棟における放射線安全対策の設定、及び放射線管理の実施

2.1.4 第4区域

放射光研究施設の密封されていない放射性同位元素の貯蔵能力の減少が承認された。に関する変更が承認された。「放射光科学研究施設」の名称変更,電子陽電子入射器の同時入射用ビームラインの新設, 加速器研究施設テストリニアックの性能の変更, 放射光科学研究施設ストレージリングの同時入射のための変更申請を行った。

光源棟実験室で実験中に電子を連続入射して蓄積電流を一定に保つ Top-up 入射が計画

されている。実験モードで入射を行った場合、放射光ビームライン周辺での空間線量率測定を行った。この結果、挿入光源のビームラインでは、線量率が上昇する可能性があることがわかり、この周辺を将来に備えて立入制限区域として変更申請を行うこととした。
(RAD-D-2004/10)

2.1.5 第5区域

KEKB 施設

前年度に、KEKB ファクトリーの電流を LER3.7A、HER2.0A に増強し、これに伴い空間線量率などが増加しないか、特につくば実験室 IR 付近での中性子線量に注意しながら放射線安全に関する管理業務を行った。

大強度放射光リング PF-AR 施設

大強度放射光リング (PF-AR) の使用方法変更に関する変更承認申請の作成を行った。
PF-AR NW10 光学ハッチの遮へい計算： STAC8 コードを用いて PF-AR NW10 光学ハッチの遮へい計算を行った。計算結果に基づいてハッチの遮へい厚さが決定された。
(RAD-D-2004/11, RAD-D-2004/12)

アセンブリホール関連の変更承認申請の作成：

ATF および小型電子加速器の使用方法変更に関する放射線安全対策

2.1.6 第7区域

下記の変更申請を行った。

- (1) 放射性試料測定棟における、排気能力の変更、非密封同位元素の追加
- (2) 放射線管理棟における、密封放射性同位元素の追加

2. 2 横断的業務関連

2.2.1 J-PARCに関する設計・研究活動

(1) J-PARC の進行状況と当放射線科学センターの役割

J-PARC の建設は当初一期と二期工事とに分類され、ニュートリノ実験施設は、一期施設完成後に建設に着手することになっていたが、小柴昌俊東大名誉教授の 2002 年ノーベル物理学賞受賞により、ニュートリノ実験施設は、2004 年度から建設に着手した。建設が行われている施設は、リニアック(400MeV)、3 GeV シンクロトロン(RCS)、50GeV シンクロトロン(MR)、物質生命実験施設(MLF)、原子核素粒子実験施設(HD)、ニュートリノ実験施設(NU)である。まだ、予算の出していない施設は、原子核素粒子実験施設(拡張部)、核変換実験施設となった。

当放射線科学センターは J-PARC プロジェクトの中の安全グループに属しており、原研安全グループと当放射線科学センターから構成される。当センターのプロジェクト員は、柴田リーダ、平山、鈴木サブリーダ、佐々木、三浦、沼尻、中尾、斉藤である。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。当センターは、主に、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、原子核素粒子実験施設、ニュートリノ実験施設の安全設計を担当している。

J-PARC においては、原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に新增設計画書を県に提出し、県の施設建設の承諾を受けなければならない。2001 年度から 2002 年度にかけて、これら一期計画に予定されている施設建設のために、東海村や茨城県に、原子力協定により要求されている新增設計画書を提出した。提出に先立ち、県の原子力安全審議会や原子力安全対策委員会の承認を得る必要があり、茨城県・生活環境部・原子力安全対策課と度重なる打合せを持った。本機構が予算的に受け持っている 50GeV シンクロトロンについては 2002 年 9 月に提出し、建設開始の内諾を得て、2002 年 10 月から建設を開始している。原子核素粒子実験施設（原子核素粒子実験ホール及びスイッチヤード）は、2003 年度から建設を行うため、2002 年度末に、新增設計画書を作成し、県から建設開始の内諾を得た。ニュートリノ実験施設の新増設計画書については 2004 年 12 月に県の最初のヒアリングが行われ、2005 年 1 月 26 日に県の了解を得た。2 月 1 日に茨城県原子力審議会、2 月 3 日に東海村への説明が行われた。原子力安全対策委員会については、物質生命実験施設、原子核素粒子実験施設、ニュートリノ実験施設について、物質生命実験施設の安全施設の内容が固まった時点で、これら 3 施設を一緒に行う予定である。これら一連の県の了解に対する承認は、文部科学省からの変更承認を受けた後に下される。

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。

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担当する加速器施設や原子核素粒子グループとの協力関係は、

各施設で毎週開催されるワーキンググループへの出席、

施設部と物理・加速器と合同で開催される施設打ち合わせ、

放射線科学センターと物理・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して実施されている。

また、原研・安全グループとの J-PARC 安全グループ定例会は隔週毎に原研の安全グループ会議室で開催されている。

(2) 3GeV シンクロトロン入射部・コリメータ部遮蔽設計

3 GeV シンクロトロンの設計では、ビームロスが複雑に発生する入射部とコリメータ部の遮蔽設計を担当しており、入射部 1kW(400MeV)、コリメータ部 4kW(3GeV)の損失に耐える設計を行なった。トンネルの壁の厚さを減らすために、コンクリートによる内部シールドを採用し、コリメータから発生する放射線を押さえている。また、これら周辺のトンネル内部の放射化を下げ、将来の保守点検時の被曝を避けるために、入射部とコリメータ部には、約 1 m の厚さで、低放射化コンクリートを採用した。

尚、詳細な結果は KEK Internal 2003-1 に報告された。

(3) 50GeV シンクロトロンの安全設計

50 GeV シンクロトロンは、3GeV から分岐する 3-50BT ラインから始まる。50GeV シンクロトロンビームラインは地下 10m に建設され、3GeV からの入射部、曲線部、直線部、原子核素粒子施設への遅い取り出し部、ニュートリノ施設への早い取り出し部からなる。ビームラインにつながる建家としては、2 棟の搬入棟、3 棟の電源棟、3 棟の機械棟、3 棟の脱出棟があり、地下のサブトンネルは、2 重扉により、ビームラインの空気は運転中外部に漏洩しないように対策を立てている。

これらの建家の放射線線量率を下げるため、サブトンネルには迷路構造を採用しており、定常運転時の損失による放射線の低減に重要な役割を果たしている。機械棟以外の建家は、地上部で一般区域になっており、迷路構造による放射線減衰は、3次元モンテカルロコー

ド MARS を使用して、解析中である。一般区域の線量率は裕度を考慮して、 $0.25 \mu\text{Sv/h}$ である。警戒区域（KEK の周辺監視区域）を設計では設定することが出来ないため、管理区域境界が上記一般区域境界の線量率になっている。

（４）原子核素粒子実験施設の安全設計・研究

ビームライン及び実験室の遮蔽設計、冷却水、ビームライン内空気及び排気、排水中の放射性同位元素濃度の評価、機械室、汚染検査室等の設計、安全設備（インターロックシステム）の設計等を原子核素粒子建設グループと協力して行った。

（a）加速器施設における NO_x （硝酸）生成量の評価

加速器運転中ビームライン空気中には、放射線分解により NO_x ガスが生成する。生成した NO_x ガスは、化学反応を経て最終的に硝酸を形成するため、加速器構成機器腐食の原因となることが懸念されるが、 NO_x ガス生成量の評価方法は確立していない。

評価方法を確立するため、高エネ研のニュートリノビームラインにおいて、 12 GeV 陽子及び二次粒子による硝酸生成実験を行い、MARS によるエネルギー損失の評価と、生成量が硝酸生成量に比例するオゾンの G 値を用いて評価することが、妥当であることを確認した。

本評価法で原子核素粒子実験施設の T1 標的システム中に生成する NO_x ガスを評価したところ、何らかの対策が必要であることが判明した。実際の標的システムに近い系で照射実験を行い、 NO_x 生成量の抑制には、酸素濃度よりも窒素濃度を抑制することが重要であることを確認した。さらに希ガス用を用い、さらなる抑制策を検討中である。

（b）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の約半額ではあり、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、国際規制免除レベル以下ではあるがわずかに放射能を含むものである。ハドロングループと協力し、Duratek 社からリサイクル鉄に関する資料を入手し、文科省放射線規制室等に説明し、Duratek 社製リサイクル鉄は、現在の日本の法体系外のものであることを確認した。今後分析用試料の提供を受け、実際の放射能濃度について確認し、その後約 9 トンの遮蔽体ブロック約 20 個を試験的に購入する予定である。

（５）低放射化コンクリート施工指針の作成

J-PARC では、加速器メンテナンス時における被ばく低減のため、ビーム損失が大きい箇所のトンネルに低放射化コンクリート（石灰石コンクリート）を使用する。しかしながら低放射化を目的とし、放射線施設で石灰石コンクリートを使用した例は我が国ではまだなく、その評価方法もない。評価方法を確立し、施工指針を作成するため、低放射化コンクリート及び各種試薬を EP1 及び EP2 ビームラインで照射し、石灰石コンクリートの有用性を定量的に確認するとともに、評価方法を確立した。

また運転終了後の解体を念頭に長期的視野での石灰石コンクリートの有用性についても照射実験を行い、長半減期核種の生成量が普通コンクリートに比べ低く抑えられることを確認した。

（６）加速器施設における PPS システムの構築

J-PARC の加速器は、リニアック、 3 GeV リング、 50 GeV リング 3 つの加速器からなるが、これらの加速器では、共通で統一した安全（インターロック）システムを構築する必要がある。安全システムの内、PPS システムについてその構築を行った。

(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研究所・東海研究所・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、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るため、産業総合技術研究所、原研、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 月まで、継続されることになっている。この共同開発研究の一環として、大工事が始まる前から、各種の地下水に係る事前調査を行い、現在進行中の工事期間中の影響を連続的に調査している。本センターは環境計測部による地下水の化学分析を行い、また、地下水中の放射能（トリチウム）を測定している。50GeV リングの大規模な工事の進捗に伴い、地下水汲み上げの揚水量が増加している。宿地区の井戸枯れが起こっているが、これが工事の影響に直接関係しているかは明らかではないが、リチャージなどの地下水対策を行い、井戸枯れを起こらない対策を試みている。宿地区井戸の観測は産総研が対応し、随時、宿地区や東海村へ観測状況を報告している。50GeV リングの建設される南地区の井戸の観測を 3 者で行っており、工事と関連した地下水位の変動が観測されている。また、揚水による地下水の流れが海水を引き込み、50GeV リング海岸地区の地下水中の塩分濃度が増加している。

2.2.2 電子陽電子リニアコライダー

(1) ビームダンプの放射線安全

ビームダンプ室内に生成する空気中放射能の評価を行った。10 MW 級の水ビームダンプの周囲の空気層をできるだけ少なくするよう遮蔽材で埋めることが必要である。ダンプ周囲にコンクリート遮蔽 2m を置くことで、その外側の空気の放射化も減らすようにする。

ダンプ室から実験ホールまでのトンネル室容積は $4.5\text{m}\phi \times 300\text{m} = 4770\text{m}^3$ 程度であり、この容量の空気での希釈を考慮しても運転中・停止中はダンプ室は気密構造が必要である。

貯留タンク室の位置、ビームダンプ交換の方法、一次冷却系浄化装置室へのアクセス方法と脱塩塔やフィルタの交換・保守、使用済み物品のサイトバンカへの搬入ルート、新品の搬入ルートについて検討した。

加速器トンネルに平行してクライストロンなどを置くサービストンネルがある。運転中に片方のトンネルに立ち入るため、2つのトンネルの配置について検討した。

8月に国際リニアコライダープロジェクトが、超伝導 rf 技術を採用することが決まった。それまでは主に Xバンドの加速管を想定して建物・施設の検討が行われていたため、超伝導技術を採用することによる違いについて検討を行った。

(2) 高エネルギー電子のビームダンプから生成する光中性子の角度分布データ収集

韓国 Pohang 加速器研究所の 2 GeV 電子リニアックを用いて、天井シールド上で厚いターゲットから 90 度方向に生成する 2 次中性子スペクトルを飛行時間法で測定していた。新たにリニアック室内のビームスイッチヤードに厚いターゲットを置き、48 度、140 度方向に光中性子の測定ポートを設置して飛行時間法で中性子角度分布を測定した。(ICRS-10, 9-14 May 2004, Funchal, Madeira Island (Portugal)) 測定結果は EGS4 と PICA3 を使った計算結果と比較された。

(3) 電子ビームで照射された試料中の放射能濃度のガンマ線線量率による見積

高エネルギー電子ビームで照射され放射化した試料中の放射能・放射能濃度を見積もるのは容易ではない。韓国 Pohang 加速器研究所での照射実験により、鉄・アルミ・コンクリ

ートといった加速器の代表的な材料中に生成する放射能の量と核種は測られている。

一様に放射化したこれらの材料中に ^{22}Na , ^{54}Mn , ^{60}Co などの代表的なガンマ線核種が一様に分布している時の表面線量率を EGS4 を用いて計算した。直方体の試料表面から 10cm の位置での線量率が $1 \mu\text{Sv/h}$ になるときの放射能・放射能濃度を求め、免除レベルと比較した。(J. Nucl. Sci. Tech., Suppl. 4, 168-171 (2004))

2.2.3 放射線モニタリングシステム (NORM) の設計開発

(1) 連続放射線集中監視装置 (NORM) 関係

現 NORM は、2000年10月に全システムの入替えを完了した3世代目 (NORM3) で、順調に稼働している。ソフトウェアの性能向上等のための主な改良点を以下に示す。

・ 定点定時測定のためのソフトウェア作成

毎月定められた日及び時間 (現在は1月1日9:00に設定) に、定められたモニターの線量率データを自動的に集計記録するソフトウェアを作成し、NORM のプログラムテーブルの中に加えた。1月毎の定点測定にモニターの測定点を加え、その時点の加速金運転状況を合わせて記録するためである。

(2) 放射線モニター (SARM) に関する研究開発

2-2-1 積分型中性子検出器

モニタリングシステムでの使用を目的として、中性子比例計数管に接続して信号を電荷積分することが可能な前置増幅器の設計開発を継続して行っている。この増幅器は、積分電荷を鋸波状に出力するように設計してあるので、従来からの SARM で使用している電離箱回路に接続して使用することが可能である。特に、電荷積分方式を採用することによりバースト状の放射線場や高線量率場における数え落とし等による非線形応答が心配される状況下において、正しい計測が行えると期待される。これまでに種々のバースト状パルス中性子場において試験を行っているが、その応答性は良好で、中性子強度が大きい場合でも直線性の高い線量率特性が得られている。従来からの問題である低線量測定に限界 ($1 \mu\text{Sv/h}$ 程度以下) が有る点については、基本的には使用する比例数管に於ける低エネルギーのノイズ成分が直接の原因となっているため、低ノイズ He-3 計数管や小型 BF-3 管に置き換えて測定を行いその結果の検討を行っている。

これらの結果の一部は、日本放射線安全管理学会第3回学術大会 (札幌) において発表された。

2-2-2. 空気等価電離箱検出器の改良

電離箱検出器は、光子線のエネルギーに対する応答が平滑で、高線量率場で使用しても数え落とし等の非線形性の問題等がないために、光子線場の測定には極めて有用な検出器である。しかしながら、信号の電流増幅を行わず、極めて微少な信号電流を対象とするため、湿度や温度等の環境因子に左右されやすいのが欠点とされる。NORM で使用する空気等価電離箱についても、約 10% 程度の範囲で温度依存性が現れるものがあり、補償回路付きの電離箱を開発し種々の環境で試験における試験を継続して行っている。

2.2.3 新型ガスモニターの設計

従来から容積約 40 リットルの環流型のガスモニターが使用されているが、検出感度を改善する目的で新型のガスモニターを開発中である。ガスモニターの検出感度、容積並びに鉛による遮蔽体厚の最適化をモンテカルロシミュレーション (EGS4) を用いて再評価し、

その結果から容量を約10リットルとし、サンプル空気の環流を担保しながら圧力を数気圧程度まで高めて測定できるように設計を行った。これまでに開発してきた核種分析型空気モニターの回路を組み込むことにより、検出感度を1桁～2桁ほど大きくすることができ、加速器施設の排気中に含まれるトリチウム (T) を除くほとんどすべての放射能に対してその排気中濃度限度以下まで測定することが可能になると期待される。新型ガスモニターは試作機を製作し現在 PS 施設において動作試験を行っている。このモニターは J-PARC にも導入する予定である。

(3) J-PARC における放射線安全管理機器設備の設計開発

東海キャンパスに建設が進められている J-PARC 施設における放射線安全機器設備の中核を為す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、基本設計と一部製作を行っている。また、これら機器設備については J-PARC 放射線安全審議会等で概要説明を行いその紹介を行っている。

連続放射線監視装置に関して、つくばキャンパスで現在稼働中の NORM3 と同様に、J-PARC のシステムでも CAMAC を基本収集系とすることとしているが、従来からの計算機に直接接続して制御するのではなく、記憶容量を持つインテリジェントなクレーとコントローラによってイーサネットを経由して制御する方式を採用することを検討している。クレーとコントローラは LAM を検知すると、イーサネット上のホスト計算機に LAM のステータスを知らせ読み取り要求を出すとともに、コントローラ自身がデータを読み出して内部の記憶領域に保管する。この方式によれば、イーサネットや SCSI・USB 等の計算機バスによって接続する従来のクレーとコントローラでは割り込み処理ができずポーリングによってのみ可能であった LAM 処理が、直接しかも時間の遅れ無しに行えるようになるとともに、クレーとコントローラと制御コンピュータとの一対一の接続しかなかったものが、制御計算機が故障した場合に他の代替計算機が容易に処理を継続できるようになる長所があり、より正確なかつ安定した動作が期待できるようになる。

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ー、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、出入管理装置の検討が進められている。具体的には、個人線量計は ID カード (現在 RFID 素子を用いた非接触型を検討中) と一体化され、トンネル入出のための扉やパーソナルキーの取得は、ID カード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) も本システムで制御管理されるように設計が為され、きめ細かな出入管理の実現を目指す。現在、上記の出入管理機器を建物毎あるいは機能毎の単位 (サブシステムという) で一元的に管理するためステーションと呼ばれる計算機上で動作するサブシステム統括制御ソフトを設計製作が終了し、その動作試験を行っている。この結果をみて来年度幾つかのサブシステムを統括する中央出入監視システムを設計製作する予定である。

2.2.4 放射線安全教育

「放射線安全の手引き」、「放射線安全の手引き・別冊ー平成15年度版」を発行した。また、一般向けのパンフレット「放射線の豆知識-暮らしの中の放射線」改定版を発行した。年度始めに、年間を通じて放射線作業を行う外来業者及びこれらの外来業者の作業責任者となる職員を対象に、電子系加速器 (ライナック・KEKB・PF-AR) 関係の現場放射線安全教育を、各区域の放射線担当者が講師となり実施した。

2.2.5 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。

3 化学安全・環境関係

3.1 依頼分析

本年度は8件の依頼分析を受け付けた。以下に、内容の一部を示す。

(1) マグネット上堆積物試料の定性分析

マグネット上に堆積した粒状物質について、定性分析を行った。堆積物は着色および形状により数種類に分類され、それぞれ異なる化学組成を持つことが分かった。蛍光 X 線分析による元素組成分析および粉末 X 線回折法による化学種の同定の結果、 CaCO_3 と PbCrO_4 の混合物と推定される茶色薄片状試料、 CaSO_4 , NaCl , CaCO_3 の混合物と推定される黒色粉末状試料などが同定された。

(CHEM-A-04/2,3)

(2) マグネット冷却水銅配管内付着物の定性分析および冷却水の水質分析

ニュートリノビームラインマグネット冷却水の銅配管内に付着した茶色粉末状試料の分析を行った。分析の結果、付着物の主成分は Cu_2O であることが分かった。また、冷却水の水質測定により、 $0.2 - 0.5 \text{ ppm}$ の銅が検出されたことから、銅配管の一部が冷却水中に溶出したと推定される。

(CHEM-A-04/7)

(3) ストレートメッシュ析出物の定性分析

KEKB-BT ラインのマグネット冷却水のストレートメッシュに析出した物質を、蛍光 X 線分析および粉末 X 線回折法により分析した。分析の結果、ストレートメッシュの表面に析出した赤茶色の析出物は Cu_2O であることが分かった。一方、ストレートの内面に析出した黒色の物質は Cu_2O と CuO の混合物と同定され、メッシュの表面と裏面で異なる化学形の銅酸化物が形成されていることが分かった。

(CHEM-A-04/8)

3.2 環境安全管理室の設置

機構の法人化に伴い、化学安全に関する総合的な管理を行う実務組織として、環境安全管理室が設置された。環境安全管理室は、放射線科学センター環境計測部門が従来から行っていた排水管理、廃液処理に加え、作業環境管理、化学薬品の管理、環境安全管理に関する技術指導、助言を行う事になった。

労働安全衛生法に定める有機溶剤および特定化学物質を取扱う作業場の作業環境測定は、化学薬品等の使用場所ごとに専任された使用場所管理責任者の責任のもと、環境安全管理室が行うことになった。

作業環境測定を行うにあたり、新たにガスクロマトグラフ装置、データ処理装置、検知管、サンプリング用のポンプ、テドラーバッグ等をそろえ、室員1名が作業環境測定士の資格（有機溶剤、特定化学物質）を取得した。

化学薬品の管理に関しては、薬品の入手手続きを簡便化し、入手・保管に関する情報をデータベース化するため、電子メールにより化学薬品等入手願を提出する方式に変更した。また、毒物、劇物について、専用のバーコードラベルを利用した管理方法を導入した。薬品管理、作業環境管理、環境安全管理などを進めていくための情報発信手段として、環境安全管理室のホームページを立ち上げた（URL：<http://rcwww.kek.jp/chem/>）。ホームページには、お知らせ、化学薬品の管理、廃棄物の管理、作業環境管理の他、環境安全、廃棄物処理関連の情報を掲載している。

Chapter 3 資料

1. 科学研究費補助金

(1) 科学研究費補助金

基盤研究 B (2)

加速器施設で発生する放射化物の放射性核種濃度評価法の研究

研究代表者：柴田徳思

研究分担者：平山英夫、鈴木健訓、榎本和義、伴秀一、
佐々木慎一、三浦太一、沼尻正晴、沖雄一

基盤研究 C (2)

高エネルギー加速器施設の光子・速中性子混合場に適合する個人被ばく線量計の開発

研究代表者：俵裕子

研究分担者：俵 裕子、佐々木 慎一、佐波 俊哉、斉藤 究、安田 仲宏

若手研究 (B)

陽子誘起フラグメンテーションの標的核依存性からの反応機構の検討

松村 宏

特別研究員奨励費

陽電子消滅法の高分子材料への応用

研究代表者：鈴木健訓

研究分担者：DJOURELOV Nikolai

2. 共同開発研究

(1) 研究課題：陽電子消滅法の高度化利用開発研究 (IV) -陽電子ナノプローブ高度化開発研究-

研究代表者：鈴木健訓

(2) 研究課題：大強度陽子加速器施設 (J-PARC) 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

神田征夫、沼尻正晴、平 雅之、三浦太一、鈴木健訓

3. 大学院生等の人材育成

(1) Xu Tong 奈良女子大学・大学院・人間文化研究科、平成 16 年 3 月博士課程卒業・
博士号受理

論文タイトル

Crystallization Mechanism of Polymer Chains with Benzene Rings Estimated in
Terms of Density Fluctuation of Amorphous Chain Segments and the Analysis of
the Aggregation of Crystallites by Small Angle Light Scattering

(2) 東真美 奈良女子大学・大学院・人間文化研究科 平成 17 年 3 月博士課程卒業・博士

号受理

論文タイトル

Morphology and mechanical properties of polymer blends prepared by gelation/crystallization from solutions

(3) Kim Sung Ho, ソウル国立大学 平成 17 年 3 月博士課程卒業・博士号受理

論文タイトル

Positron Annihilation Spectroscopic Evidence to Demonstrate the Flux-Enhancement Mechanism in Morphology-Controlled Thin-Film-Composite (TFC) Membrane

(4) 山脇正人 東京大学大学院工学研究科、量子工学専攻、博士課程 1 年生

(5) Djourelou Nikolay ブルガリア原子力研究所 (JSPS 2002 年 8 月～2004 年 8 月)

(6) Yu Runsheng, 中国高能研究所 (研究機関研究員 2004 年 1 月～)

(7) Jerzy Dryzek, ポーランド原子核研究所 (招聘研究員 2004 年 10 月～2005 年 3 月)

4. センター開催の研究会・シンポジウム

1. 研究会「放射線検出器とその応用」(第 19 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
日本放射線安全管理学会

日時：平成 17 年 2 月 1 日～3 日

場所：高エネルギー加速器研究機構

参加者数：102 名

プロシーディングス：印刷中

2. 第 3 回国際 EGS4 研究会

日時：2004 年 8 月 2 日～8 月 6 日

参加者：131 名

プロシーディングス：KEK Proceedings 2005-3

3. 第 6 回「環境放射能」研究会

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

共催：日本原子力学会保健物理・環境科学部会
日本放射線影響学会

日時：2005 年 3 月 8 日～3 月 10 日

場所：高エネルギー加速器研究機構

参加者：150 名

プロシーディング：準備中

5. 教育活動

5.1 総合研究大学院大学

【佐々木慎一】

1. 加速器科学専攻 コアカリキュラム講師
2. 総合研究大学院大学 夏期実習講師

5.2 非常勤講師等

【柴田 徳思】

東京都立大学大学院理学研究科
立教大学大学院理学研究科

【波戸 芳仁】

東京都立保健科学大学非常勤講師

【俵 裕子】

宇宙航空開発研究機構、宇宙環境利用センター、招聘研究員

【松村 宏】

茨城県立医療大学放射線技術科学科

6. 機構外委員会等活動

【柴田 徳思】

日本学術会議第 19 期会員

日本学術会議 第 19 期核科学総合研究連絡委員会委員

日本学術会議 第 19 期核科学総合研究連絡委員会

原子力基礎研究専門委員会委員

放射線科学専門委員会委員

核融合専門委員会委員

日本保健物理学会理事

文部科学省科学技術・学術審議会専門委員

独立行政法人日本学術振興会評議員

東京大学大学院工学系研究科原子力工学研究施設運営委員会委員

東京大学原子力研究総合センター原研施設利用共同研究委員会委員

放射線医学総合研究所共同利用運営委員会委員

日本アイソトープ協会理工学部常任委員

日本放射線安全管理学会監事

大学等放射線施設協議会常議員

【平山 英夫】

文部科学省 科学技術学術審議会専門委員（学術分科会）
原子力安全委員会原子炉安全審査会審査委員
日本原子力学会 理事
日本原子力学会 標準委員会 研究炉専門部会 委員
日本原子力学会 標準委員会 放射線遮蔽分科会 主査
日本原子力学会 放射線遮蔽評価研究専門委員会 主査
日本原子力研究所 シグマ委員会委員
高輝度光科学研究センター 大型放射光施設安全性検討委員会委員
高輝度光科学研究センター 大型放射光施設安全性検討委員会 放射線専門部会委員
国連科学委員会国内対応委員会 コレスポンドンス・メンバー

【佐々木 慎一】

応用物理学会 企画運営委員
応用物理学会 プログラム編集委員
応用物理学会 講演奨励賞審査委員
応用物理学会 論文賞審査委員

【伴 秀一】

日本原子力学会放射線遮蔽評価研究専門委員会委員
3rd International Workshop on Radiation Safety of Synchrotron Radiation Sources プログラム委員

【榎本和義】

日本放射化学会 理事
日本放射化学会 編集委員
日本放射線安全管理学会 副編集委員長
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
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

【波戸 芳仁】

Monte Carlo 2005 Topical Meeting プログラム委員
日本原子力学会「放射線遮蔽データ」研究専門委員会委員
日本原子力学会モンテカルロ法による粒子シミュレーション研究専門委員会委員
新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)テーマ公募型事業評価者(ピアレビューア)
EGS 講習会講師

【俵 裕子】

電気学会、高輝度放射線計測制御技術調査専門委員
応用物理学会、代議員

【三浦 太一】

日本原子力学会 保健物理・環境科学部会 運営委員
 日本原子力学会 放射線工学部会 運営委員
 日本放射化学会 インターネット管理運営委員
 日本放射線安全管理学会 企画委員

【鈴木 健訓】

- (1)財団法人・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
- (2)財団法人・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
- (4) 日本放射線化学会理事
- (5) 独立法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) 研究評価委員会・分科会委員
- (6) 第35回ポーランド陽電子国際セミナー、諮問委員

7. 放射線科学センター名簿

*柴田徳思	平 雅文	中尾徳晶
平山英夫	高原伸一	松村 宏
神田征夫	飯島和彦	中村 一
榎本和義	豊田晃弘	高橋一智
佐々木慎一	^a 海老原 寛	豊島規子
三浦太一	斎藤 究	^b WANG Qing Bin
波戸芳仁	^a 道川太一	^b DJOURELOV, Nikolay
別所光太郎	鈴木健訓	^c YU Runsheng
佐波俊哉	伴 秀一	^b DRYZEK, Jerzy
伊藤 寛	沼尻正晴	
穂積憲一	俵 裕子	

*放射線科学センター長

(a) 研究支援推進員

(b) 外国人特別研究員

(c) 研究機関研究員

Chapter 4 Publication list

1. Publication in Periodical Journals (2004.1-2004.12)

- (1) N. Nakao, H. Yashima, M. Kawai, K. Oishi, H. Nakashima, S. Sasaki, K. Masumoto, M. Numajiri, T. Sanami, H. Matsumura, Q. Wang, A. Toyoda, K. Iijima, K. Takahashi, S. Ban, H. Hirayama, S. Muto, T. Nunomiya, S. Yonai, Danielle R.H., K. Terunuma, T. Nakamura, E.Kim, P.K.Sarkar and A. Maruhashi, "KENS Shielding Experiment (1) - Measurement of Neutron Attenuation through 4m Concrete Shield using a High Energy Neutron Irradiation Room", *J. Nucl. Sci. Tech., Suppl.* **4**, 22-25 (2004)
- (2) N. Djourelou, T. Suzuki, Y. Ito, K. Velitchkova and K. Kondo, "Variable-energy positron annihilation lifetime and Doppler broadening of the annihilation line study of carbon-implanted polyethylene", *Nuc. Instr. and Meth.* **B 225** (2004) 357-363
- (3) N. Djourelou, T. Goworek, K. Kondo, T. Suzuki and R. Zaleski, "Enhancement of positronium formation by trapped electrons in solid n-nonadecane. Light bleaching effect", *Physics Letters A* **323**(2004) 165-168
- (4) N. Djourelou, T. Suzuki, R. S. Yu, V. Shantarovich and K. Kondo, "Application of coincidence Doppler broadening spectroscopy to polypropylene and polyethylene: taking into account the positronium formation", *Chemical Physics* **302**(2004) 179-184
- (5) N. Djourelou, T. Suzuki, Y. Ito, V. Shantarovich, Y. Ito, K. Kondo and J. Onoe, "Application of coincidence Doppler broadening spectroscopy to simple hydrocarbons", *Chem. Phys.* **298** (2004)183-187
- (6) N. Djourelou, C. He, T. Suzuki, Y. Ito, K. Velitchkova, E. Hamada and K. Kondo, "Carbon-implanted ultra-high molecular-weight polyethylene studied by a pulsed slow-positron beam", *Nuclear Instruments and Methods* **B215** (2004) 83-89
- (7) N. Djourelou, T. Suzuki, C.Q. He, Y. Ito, K. Velitchkova, E. Hamada, K. Kondo, "Carbon Implanted Polyethylene characterized by a Pulsed Slow-Positron Beam", *Materials Science Forum* **445-446**(2004)280-282
- (8) Seung-Yeop Kwak, Sung Ho Kim and Takenori Suzuki, "Molecular-level free volume as a crucial complementary factor affecting miscibility and nanoscopic homogeneity of polyarylate/poly(vinyl chloride) blends". *Polymer* **45**(2004) 8153-8163
- (9) Seung-Yeop Kwak, Chunqing He, Takenori Suzuki, Sang-hoon Lee, "Effect of dendritic architecture on localized free volume of poly(ether ketone) as probed by positron annihilation spectroscopy", *Journal of Polymer Science* **A42**(2004)3853-3859
- (10) V. P. Shantarovich, T. Suzuki, C. He, N. Djourelou, I.B. Kevdina, V.A. Davankov, A.V. Pastukhov, Y. Ito, "Positron annihilation in polymers with highly developed specific surface", *Materials Science Forum* **445-446**(2004)346-348
- (11) Yutaka Ito, N. Djourelou, T. Suzuki, K. Kondo, Yasuo Ito, V. Shantarovich, J. Onoe, "Application of coincidence Doppler-broadening spectroscopy to different carbon phases", *Materials Science Forum* **445-446**(2004)310-312
- (12) K. Funakosi, Y. Kino, T. Sekine, H. Kudo, Y. Ito and T. Suzuki, "Positron annihilation lifetime measurement in supercritical fluid of N₂O", *Materials Science Forum* **445-446**(2004)295-297
- (13) M. Debowska, J. Piglowski, T. Suzuki, J. Rudzinska-Girulska, Cz. Slusarczyk, W. Binias, "Looking for positive mixing volume detected in polyamide/acrylic rubber blends by positron annihilation lifetime spectroscopy and other methods", *Materials Science Forum* **445-446**(2004)277-279

- (14) Mami Azuma, Lin Ma, Chunqing He, Takenori Suzuki, Yuezhen Bin, Hiromichi Kurose, and Masaru Matsuo, "Ultradrawing of blend films of ethylene-dimethyl-aminoethyl methacrylate copolymer and ultra-high molecular weight polyethylene prepared by gelation/crystallization from solutions", *Polymer* **45**(2004)409-421
- (15) Chunqing He, Takenori Suzuki, Kenjiro Kondo, Victor P. Shantarovich, Nikolay Djourellov, Yasuo Ito, "Positron annihilation studies of hyper-cross-linked polystyrenes", *Chemical Physics* **303**(2004)219-226
- (16) Chunqing He, Eisaku Hamada, Takenori Suzuki, Takashi Kumaki, Hitoshi Kobayashi, Kenjiro Kondo and Yasuo Ito, "Pulsed slow-positron beam for polymer films", *Applied Surface Science* **221**(2004)444-449
- (17) H. Uchiyama, T. Takahashi, K. Arinuma, K. Sato, I. Kanazawa, E. Hamada, T. Suzuki, K. Kurihara, and K. Kimura, "Positron annihilation studies of icosahedral quasicrystals and their approximants in the Al-Cu-R-(Si) alloy systems", *J. Phys.: Condens. Matter* **16** (2004) 1899-1905
- (18) V. P. Shantarovich, T. Suzuki, C. He, I.B. Kevdina, V.A. Davankov, A.V. Pastukhov, M.P. Tsyurupa, "Influence of chemical reactions of positronium on annihilation characteristics in polymeric solvents", *High Energy Chemistry* **38**(2004)274-281
- (19) Asai, J. and Hirayama, H., "Radiological design of First Optics Enclosure against secondary bremsstrahlung for the Canadian Light Source", *Nucl. Instr. Meth. A* **517**(2004)9-18.
- (20) Asai, J. and Hirayama, H., "Radiation shielding from secondary gas bremsstrahlung for the first optics enclosure at the Canadian Light Source", *Nucl. Instr. Meth. A* **527**(2004)264-272.
- (21) Kiwamu Saito, Taichi Miura, Kazutoshi Takahashi, Shigeo Ishihama, Hiroki Fujii and Takao Tanosaki, "Study of Radionuclides Induced in Low-activation Concrete Using 12 GeV Proton Synchrotron Accelerator at KEK", *J. Nucl. Sci. Tech., Suppl.* **4** March (2004)78-81
- (22) Syuichi Ban, Hajime Nakamura and Hideo Hirayama, "Estimation of Amount of Residual Radioactivity in High-energy Electron Accelerator Component by Measuring the Gamma-ray Dose Rate", *J. Nucl. Sci. Tech., Suppl.* **4**, 168-171 (2004)
- (23) Hee-Seock Lee, Syuichi Ban, Toshiya Sanami Kazutoshi Takahashi, Tatsuhiko Sato, Kazuo Shin, Chinwha Chung, "Status of Angular Distribution Measurements of Photo-Neutron Yields from Cu, Sn, and Pb Targets Irradiated by 2 GeV Electrons", *J. Nucl. Sci. Tech., Suppl.* **4**, 10-13 (2004)
- (24) S. Sasaki, T. Sanami, K.Saito, K. Iijima and H.Tawara, E. Shibamura, A.Fukumura, "Ionization Yields for Heavy Ions in Gases as a Function of Energy", *IEEE Trans.Nucl.Sci, Symp. Conf. Rec.* **N-71** (2004)
- (25) S.Taniguchi, N.kishi, T.Moriya, N.Nariyama, Y.Namito and S.Ban, "Saturation Characteristics of the Free-air Ionization Chamber and Si PIN Photodiode for Intense Synchrotron Radiation Measurements", *J. Nucl. Sci. Tech., Suppl.* **4**, 148-151 (2004)
- (26) Tanosaki, T., Miura, T., Saito, K. and Fujii, T. "Low-activation Concrete." *Trans. of MRS-J* (2004).
- (27) H. Matsumura, T. Aze, Y. Oura, H. Kikunaga, A. Yokoyama, K. Takamiya, S. Shibata, T. Otsuki, H. Yuki, K. Sakamoto, H. Haba, K. Washiyama, H. Nagai, H. Matsuzaki: "Yield measurements for ^7Be and ^{10}Be productions from ^{nat}Cu , ^{nat}Ag and ^{197}Au by bremsstrahlung irradiation at $E_0 = 200$ MeV", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* **B 223-224**, 807-811 (2004)
- (28) H. Nagai, W. Tada, H. Matsumura, T. Aze, M. Noguchi, H. Matsuzaki: "Measurement of ^7Be at MALT", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* **B 223-224**, 237-241 (2004).
- (29) S. Kodaira, N. Hasebe, T. Doke, A. Kitagawa, H. Kitamura, S. Sato, Y. Uchihori, N. Yasuda, K. Ogura and H. Tawara, "Mass Resolution for Iron Isotopes in CR-39 Track Detector", *Japanese*

Journal of Applied Physics **43 9A** (2004) 6358-6363.

(30) N.Inoue, A. Hashimoto, K. Shingu and K. Masumoto, "Measurement of nitrogen concentration in CZ silicon", *Solid State Phenomena* **95-96**, 489-494 (2004).

(31) Q. Wang, K. Masumoto, A. Toyoda, N. Nakao, M. Kawai and T. Shibata, "KENS shielding experiment (2): Measurement of neutron spatial distribution inside the concrete shield using activation foil and imaging plate technique", *J. Nucl. Sci. Technol. Suppl.* **4**, 26-29 (2004)

(32) K. Masumoto, T. Nozaki, H. Yagi, Y. Minai, Y. Saito, S. Futatsugawa and N. Inoue, "Standardization of nitrogen analysis in CZ silicon by charged particle activation analysis", *High Purity Silicon VIII* (Electrochem. Soc., Pennington, 2004) 69-76.

(33) Q. Wang, K. Masumoto, K. Bessho, H. Matsumura, T. Miura, T. Shibata, "Tritium activity induced in the accelerator building and its correlation to radioactivity of g-nuclides", *J. Radioanal. Nucl. Chem.* **262**(2004) 587-592.

(34) Sato, K., Yokoyama, S., Noguchi, H., Tanaka, Su., Iida, T., Furuichi, S., Kanda, Y., and Oki, ., "Attachment of ³⁸Cl and ³⁹Cl induced by high-energy neutrons to coexisted aerosols", *J. Nucl. Sci., Suppl.* **4**, (2004) 518-521.

(35) T. Sanami, M. Baba, M. Hagiwara, T. Hiroishi, M. Hosokawa, N. Hirabayashi, T. Oishi, H. Nakasima, S. Tanaka, "Measurement of differential cross sections for evaluation of radiation dose of ten's MeV neutrons", *J. Nucl. Sci. Technol. Supplement* **4** March 2004 pp. 502

(36) T. Kurihara, Y. Nagashima, T. Shidara, H. Nakajima, S. Ohsawa, M. Ikeda, T. Oogoe, K. Kakihara, Y. Ogawa, A. Shirakawa, K. Furukawa, T. Sanami, A. Enomoto, "Present status of the slow positron facility at KEK", *Materials Science Forum* Vols, 445-446 (2004) pp. 486-488 58 (2003) 691-695

2. Publication in Japanese (2004.1-2004.12)

(1) ワイドギャップ半導体高周波電子デバイス, 牧本俊樹、佐々木慎一、中西洋一郎、本宮佳典, *応用物理* **73** No. 3 (2004) 314.

(2) ビームナノテクノロジーの最前線, 吉村雅満、瓜谷章、佐々木慎一、浜口智志, *応用物理* **73** No. 4 (2004) 444.

(3) 固体シンチレータの絶対効率について, 佐々木慎一、俵裕子、斉藤究、宮島光弘、柴村英道, *UNTL-R-0433*, pp23-24 (2004).

(4) 陽電子消滅法の高分子材料への応用と RI 利用短パルス化低速陽電子ビーム装置の開発 鈴木健訓, *応用物理* **73**(2004)494-499

(5) 波戸芳人、平山英夫、「EGS4 の診断領域における計算原理」、*日本放射線技術学会雑誌* 第 **60** 巻第 1 号(2004)43-48.

(6) 平山英夫、「計算と測定の間にあるもの X 線・ガンマ線検出器について」、*J. At. Energy Soc. Japan* **46**(2004)610-616.

(7) 平山英夫、「保健物理分野の研究への EGS4 の応用」、*保健物理* **39**(2004)328-334.

(8) 高エネルギー加速器研究機構における労働安全衛生法対応の現状と今後, 三浦太一, *日本放射線安全管理学会誌*, **3**, p63 (2004)

(9) 第 6 回加速器技術の原子力応用に関する国際会議--秦和夫先生のメモリアルセッション-, 菊地賢司、中島 宏、伴 秀一 *日本原子力学会誌* **46** (2004)354-355.

(10) 能登公也、越田吉郎、波戸芳仁, "モンテカルロシミュレーション(EGS4)による X 線計測の臨床応用, *日本放射線技術学会誌*, **60**, 471-478 (2004).

(11) 波戸芳仁、平山英夫、黒澤忠弘、斉藤秀敏、越田吉郎, "電子・光子モンテカルロ計算コード EGS4 の現状、応用と今後の展望" *放射線科学*, **47**, 106-112, (2004).

(12) 柴田徳思, "科学政策と科学者のかかわり", *学術の動向* 2004 年 1 号 43-46

3. Presentation at Conference etc. (2004.4 – 2005.3)

3.1 International Conference

1. Tenth international conference on radiation shielding (ICRS-10), May 9-14 (2004), Funchal, Madeira Island, Portugal

(1) Establishment of High Energy Neutron Irradiation Facility and Shielding Experiment using 4m Concrete Shield at KENS

N. Nakao, H. Yashima, M. Kawai, K. Oishi, H. Nakashima, H. Matsumura, K. Masumoto, S. Sasaki, M. Numajiri, T. Sanami, K. Takahashi, A. Toyoda, K. Iijima, Q. Wang., S. Ban, H. Hirayama, S. Muto, T. Numoniya., D. R. H., Rasolonjatovo, S. Yonai, K. Terunuma, P. Sarkar, E. Kim, T. Nakamura, and A. Maruhashi, “

(2) Arrangement of High Energy Neutron Irradiation Field and Shielding Experiment using 4m Concrete at KENS

N. Nakao, H. Yashima, M. Kawai, K. Oishi, H. Nakashima, K. Masumoto, H. Matsumura, S. Sasaki, M. Numajiri, T. Sanami, Q. Wang, A. Toyoda, K. Takahashi, K. Iijima, K. Eda, S. Ban, H. Hirayama, S. Muto, T. Nunomiya, S. Yonai, D. R. H. Rasolonjatovo, K. Terunuma, K. Yamauchi, P. K. Sarkar, E. Kim, T. Nakamura and A. Maruhashi

(3) Angular Distribution Measurements of Photo-Neutron Yields Produced by 2.0 GeV Electrons incident on Thick Targets, Hee-Seock Lee, Lee, Syuichi Ban, Toshiya Sanami, Kazutoshi Takahashi, Tatsuhiko Sato, Kazuo Shin and Chinwha Chung

(4) Hiroshi Matsumura, Kazuyoshi Masumoto, Noriaki Nakao, Qingbin Wang, Akihiro Toyoda, Masayoshi Kawai, Takahiro Aze, and Masatsugu Fujimura

Characteristics of high-energy neutrons estimated by the radioactive spallation products on Au at the 500-MeV neutron irradiation facility of KENS

(5) Oishi, K., Yamakawa, H., Nakao, N., Nakashima, H., Kawai, M., Yashima, H., Kosako, K., Sanami, S., Numajiri, M., Shibata, T., Hirayama, H, Nakamura, T., “Measurement and Analysis of Induced Activities in Concrete Irradiated by High Energy Neutrons at KENS Neutron Spallation Facilities”

(6) Shimizu, A., Onda, T., Sakamoto, Y., Hirayama, H., and Harima, Y., “Generation of an Improved Data Set of Gamma-ray Buildup Factors by Invariant Embedding Method”

(7) Yokoyama, S., Sato, K., Noguchi, H., Tanaka, Su., Iida, T., Furuichi, S., Kanda, Y., Oki, Y., and Kaneto, T. "Characterization of radionuclides formed by high-energy neutron irradiation"

(8) Miura, t., Saito, K., Fujii, H. and Tanosaki, T. "Analysis of Induced Radionuclides in Low-activation Concrete Using 12 GeV Proton Accelerator Facility."

(9) Matsuda, N., Nakashima, H., Miura, T., Numajiri, M., Nakao, N., Nakamura, H. and Watanabe, S. "Radiation streaming experiment through a labyrinth of the 12GeV proton accelerator facility (1)."

(10) Nakamura, H., Miura, T., Numajiri, M., Nakao, N., Nakashima, H., Matsuda, N. and Watanabe, S. "Radiation Streaming Experiment Through a Labyrinth of the High Energy Accelerator facility (2)."

2. Shielding Aspects of Accelerators, Targets and Irradiation Facilities - SATIF7, May 17-18, 2004, Sacavem, Portugal.

(1) Photo-Neutron Yields from Thin and Thick Targets Irradiated by 2.0 GeV Electrons, Hee-Seock Lee, Syuichi Ban, Toshiya Sanami, Kazutoshi Takahashi, Tatsuhiko Sato, Kazuo Shin and Chinwha Chung

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

Tayama, R., Hayashi, K., Hirayama, H. and Ohtani, N., "Development of Radiation Shielding Tool for Proton Accelerators Facilities (BULK-I)"

3. International Conference on Nuclear Data for Science & Technology - ND2004

September 26 - October 1, 2004. Eldorado Hotel, Santa Fe, New Mexico

(1) T. Sanami, K. Takahashi, S. Ban, H. S. Lee and T. Sato, Secondary charged particle measurement from 2 GeV electron-induced reactions with a current time-of-flight technique, KEK Preprint 2004-47(2004)

(2) M. Hagiwara, T. Sanami, M. Baba, T. Oishi, N. Hirabayashi, M. Takada, H. Nakashima and S. Tanaka, Measurements of double differential Cross Sections of Secondary Heavy Particles Induced by tens of MeV Particles

4. 2004 IEEE Nuclear Science Symposium, 16-22 October 2004, Rome, Italy

(1) Ionization Yields for Heavy Ions in Gases as a Function of Energy, S. Sasaki, T. Sanami, K. Saito, K. Iijima and H. Tawara, E. Shibamura, A. Fukumura

5. Application of rare gas to science and technology 2005, 8-10 March 2005, Waseda Univ. Tokyo Japan.

(1) Scintillation in helium mixed with xenon, K. Saito, S. Sasaki, T. Saami, H. Tawara and E. Shibamura*

6. THE 35th POLISH SEMINAR ON POSITRON ANNIHILATION, SEPTEMBER 20-24, 2004, Opole, Poland

1) Application of coincidence Doppler broadening spectroscopy to hydrocarbons at different substance states, Runsheng Yu, Takenori Suzuki,*, Yasuo Ito, Nikolay Djourellov, K. Kondo, Victor Shantarovich

2) Delayed formation and localization of positronium in polymers, J. Kansy and T. Suzuki

3) APPLICATION OF COINCIDENCE DOPPLER BROADENING SPECTROSCOPY TO POLYMERS and HYDROCARBON SAMPLES, Takenori SUZUKI*, Nikolay DJOURELOV1, Runsheng YU1, Kenjiro KONDO1, Yasuo ITO1 and Victor SHANTAROVICH2,

4) V. P. Shantarovich, T. Suzuki, N. Djourellov, A. Shimazu, V. W. Gustov, I. B. Kevdina
Some Aspects of Free Volume Studies in Molecular Substances Using Positron Annihilation Experiments (IL)

5) M. Debowska, J. Pigfowski, J. Rudzinska-Girulska, T. Suzuki, W. Swigtkowski, C. Slusarczys, W. Binias, R. Yu, To Mix or Not To Mix? Positive Mixing Volume in PA/P(n-BA-co-MMA) Blends (OC)

7. 6th International Conference on Nuclear and Radiochemistry (NRC-6), Germany, 2004/8/29-2004/9/3

(1) Hiroshi Matsumura, Toshiya Sanami, Kazuyoshi Masumoto, Noriaki Nakao, Akihiro Toyoda, Masayoshi Kawai, Takahiro Aze, Hisao Nagai, Masashi Takada and Hiroyuki Matsuzaki
Target dependence of beryllium fragment production in neutron- and alpha-induced nuclear reactions at intermediate energies

(2) K. Ninomiya, H. Sugiura, Y. Kasamatsu, H. Kikunaga, M. Shigekawa, N. Kinoshita, Y. Tani, H. Hasegawa, M. Yatsukawa, K. Takamiya, W. Sato, H. Matsumura, A. Yokoyama, K. Sueki, Y. Hamajima, T. Miura and A. Shinohara, Energy Shift of Electronic X Rays Emitted from Pionic Atoms

(3) K. Bessho, H. Matsumura, T. Miura, Q. Wang, K. Masumoto, T. Matsuhiro¹, Y. Nagashima¹, R. Seki¹, T. Takahashi¹, K. Sasa¹, and K. Sueki¹(KEK, ¹Tsukuba University) “AMS Analysis of ³⁶Cl Induced in Shielding Concrete of Various Accelerator Facilities”,

8. 3rd International Workshop on Radiation Safety of synchrotron Radiation Sources (RADSYNCH' 04), 17 - 19, November, 2004, SPring-8 Mikazuki, Hyogo, Japan.

(1) T. Sanami, S. Ban, H. S. Lee, K. Takahashi, T. Sato, “ Calculation of secondary neutron spectrum from 2GeV electron induced reactions using MARS15(04) code”

(2) S. Ban, Y. Namito, T. Sanami, K. Takahashi and H. Tawara, “ Recent Radiation Problems in KEK Electron Accelerators”

9. The Ninth WRMIS Workshop, September 8-9, 2004, Vienna University of Technology, Vienna, Austria

(1) A. Nagamatsu, M. Masukawa, H. Tawara, H. Kumagai, “Dosimetry for space radiation in ISS life-science experiments using PADLES system”

10. The 22nd International Conference on Nuclear Tracks in Solids, Barcelona, 23-27 August, 2004, Spain

(1) H. Tawara, K. Eda, T. Sanami, K. Takahashi, A. Nagamatsu, H. Kumagai, “Measurements of LET distributions of heavy charged particles induced by fast neutrons in CR-39 plastic”

(2) K. Oda, Y. Imasaka, T. Yamauchi, Y. Nakane, A. Endo, Y. Tawara, Y. Yamaguchi, “Radiator design for detecting high-energy neutrons with nuclear track detector”

3.2 Other

1. 第65回応用物理学会学術講演会（東北学院大学、2004年9月1日～4日）

(1) 齋藤究、佐々木慎一、俵裕子、佐波俊哉、柴村英道、「混合希ガスインチレーションⅢ」

(2) 佐々木慎一、佐波俊哉、俵裕子、齋藤究、飯島和彦、安田仲宏、福村明史、「重荷電粒子に対する気体の電離収率の測定」

(3) 橋本安章、小田晋太郎、菊地正人、小林尚史、齋藤究、佐々木慎一、俵裕子、富田賢典、

- 中村正吾、春山富義、福田泰二、XMASS Collaborations, 「液体キセノンの屈折率の測定-3」
 (4) 内田佳宏,鎌田真太郎, 北野恭史郎, 北村貴志, 関口舞, 俵裕子, 道家忠義, 中村正吾, 並木佳世子, 安田仲宏, 渡邊裕也, ” ECCO 計画における GCR 超重核粒子トラッキングを目的とした BP-1 ガラス飛跡検出器ピンホール検出法の開発-4”
 (5) 鎌田真太郎, 内田佳宏,鎌田真太郎, 北野恭史郎, 北村貴志, 関口舞, 俵裕子, 道家忠義, 中村正吾, 並木佳世子, 安田仲宏, 渡邊裕也, “ECCO 計画における GCR 超重核粒子トラッキングを目的とした BP-1 ガラス飛跡検出器ピンホール検出法の開発-5”

2. 研究会“放射線検出器とその応用”(第19回)、高エネルギー加速器研究機構、2005年2月1日-3日

- (1)Graphite Bath 法による中性子線源強度の絶対校正の試み -KEK 黒鉛パイル実験のまとめ
道川太一、佐波俊哉、佐々木慎一
 (2)RISA 放射線検出器の重荷電粒子に対する応答
齋藤究、佐々木慎一、友澤秀征、高野充代、波津久達也、賞雅寛而
 (3)RISA 放射線検出器の特性評価
高野充代、賞雅寛而、波津久達也、友澤秀征、辻村憲雄、佐々木慎一、齋藤究
 (4)斜め入射光に対する光電子増倍管の出力特性
柴村英道、佐々木慎一、俵裕子、齋藤究、宮島光弘
 (5)宇宙放射線線量当量計測のための位置有感比例計数管の開発
寺沢和洋、道家忠義、佐々木慎一、松本晴久、俵裕子、身内賢太郎、永吉勉
 (5) 柴田徳思, “原爆線量評価システム (DS02) について”

3. 第52回応用物理学関係連合講演会、埼玉大学、(2005年3月29日-4月1日)

- (1)生体組織等価位置有感比例計数管を用いた宇宙放射線線量計の開発 I
佐々木慎一、俵裕子、寺沢和洋、道家忠義、身内賢太郎、永吉勉、松本晴久
 (2)RISA 放射線検出器の重荷電粒子に対する応答
齋藤究、佐々木慎一、友澤秀征、高野充代、波津久達也、賞雅寛而、福村明史
 (3)内田佳宏、内堀幸夫、鎌田真太郎、高島健、俵裕子、中村正吾、平賀純子、“固体飛跡検出器を応用したX線マルチコリメータの開発”

4. Application of rare gas to science and technology 2005, Waseda Univ. Tokyo, 2005/03/08

- (1) Scintillation in helium mixed with xenon, Kiwamu Saito, Shinichi Sasaki, Sanami Toshiya, Hiroko Tawara and Eido Shibamura

5. 日本分析化学会第53年会、2004年9月1日~3日、千葉工業大学

- (1) 千村和彦、高野友幸、平 雅文、神田征夫 “ホルムアルデヒドの低濃度ガス連続発生器の開発”

6. 第21回 宇宙利用シンポジウム、日本学術会議 (2005年1月)

- (1) 寺沢 和洋、道家 忠義、松本 晴久、身内 賢太郎、永吉勉、佐々木 慎一、俵裕子、“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”

(2) 長沼毅、岩月 輝希、小林 憲正、嶋田 和人、白壁 義久、高野 淑識、俵裕子、森田 洋平、保田 浩志、山下 雅道、吉田 英一、“隕石・彗星内ハビタブルゾーン WG の目的と活動：「パンスペルミアの方舟」仮説の検証に向けて”

7. 日本物理学会 第60回年次大会 東京理科大学野田キャンパス (2005年3月)

(1) 永吉勉、身内賢太郎、佐々木慎一、俵裕子、道家忠義、寺沢和洋、松本晴久、位置有感生体組織等価比例計数管の開発

(2) 小平聡、長谷部信行、晴山慎、道家忠義、櫻井邦朋、安田仲宏、俵裕子、小倉絢一、“銀河宇宙線中の超鉄核同位体観測に向けた検出器の開発”

(3) 柴田徳思、“放射線の学際利用と今日的課題”

8. 2004 日本放射化学会年会・第48回放射化学討論会，東京大，2004年10月27日-10月29日

(1) 榎本和義，王慶斌，豊田晃弘，松村宏，中尾徳晶，川合将義

KENS 実験1：放射化検出器とイメージングプレートを用いたコンクリート遮蔽体内透過中性子の空間分布測定

(2) 松村宏，榎本和義，中尾徳晶，豊田晃弘，川合将義，阿瀬貴博¹，藤村匡胤

KENS 実験2：Au放射化法による高エネルギー中性子スペクトルの評価

(3) 阿瀬貴博，藤村匡胤，野口真弓，松村宏，永井尚生，松崎浩之，榎本和義，中尾徳晶，川合将義，KENS 実験3：³⁶Clの加速器質量分析法の開発とKENSコンクリート遮蔽体中での³⁶Clの生成反応の評価

(4) 二宮和彦，笠松良崇，後藤邦夫，菊永英寿，木下哲一，谷勇氣，長谷川浩子，八津川誠，高宮幸一，佐藤渉，松村宏，横山明彦，末木啓介，浜島靖典，三浦太一，篠原厚
パイ中間子原子形成後に放出される電子エックス線の異常性

(5) 杉浦啓規，二宮和彦，笠松良崇，菊永英寿，木下哲一，谷勇氣，長谷川浩子，八津川誠，高宮幸一，佐藤渉，松村宏，横山明彦，末木啓介，浜島靖典，三浦太一，篠原厚
パイ中間子原子から放出される電子エックス線のエネルギーシフトの原子番号依存性

(6) 三浦太一，松田規宏，石浜茂雄，高エネ研1 2GeV陽子加速器施設ニュートリノビームライン室内の中性子束測定とシミュレーション計算の比較

(7) 鈴木健訓，YU Runsheng，DJOURELOV Nikolay，近藤健次郎，伊藤泰男
"半導体(Ge)検出器同時計測法の陽電子消滅への応用"

9. 第6回「環境放射能」研究会，高エネルギー加速器研究機構，2005年3月8日-3月10日

(1) 藤村匡胤，阿瀬貴博，松村宏，齋藤敬，永井尚生，松崎浩之
³²Siの加速器質量分析法の開発

(2) 高橋一智，三浦太一，神田征夫，里 嘉典，豊田晃久，高橋 仁，山野井豊 野海博之
12GeV陽子加速器室内におけるH-3及びNO_x生成量の測定

10. 第85回日本化学会春季年会，神奈川，2005年3月25日-3月29日

(1) 二宮和彦，杉浦啓規，笠松良崇，菊永英寿，木下哲一，谷勇氣，長谷川浩子，八津川誠，

高宮幸一、松村宏、佐藤渉、吉村崇、横山明彦、末木啓介、浜島靖典、三浦太一、篠原厚
パイ中間子原子形成時に放出される電子エックス線における化学効果

11. 日本原子力学会「2004年秋の大会」 2004年9月15~17日、京都大学

- (1) 金野 正晴、木村 健一、伴 秀一、沖 雄一、沼尻 正晴、三浦 太一、平山 英夫、
“12GeV 陽子ターゲット周辺における低放射化コンクリートの残留放射能”
- (2) 佐波俊哉、道川太一、 KEK における熱中性子場の標準化と応用

12. 第7回 AMS シンポジウム, 京都大学, 2005年1月

- (1) 阿瀬貴博, 藤村匡胤, 野口真弓, 松村宏, 永井尚生, 松崎浩之, 榎本和義, 中尾徳晶, 川
合将義, 東大 MALT における 36Cl-AMS の現状と KENS 中性子照射実験

13. 第1回 JNRS 6月シンポジウム 東京工業大学

- (1) 三浦太一、高エネルギー加速器研究機構における労働安全衛生法対応の現状と今後

14. The First Japan&France interchange meeting on ion tracks and ion induced scintillation in
polymers. Under the support from SAKURA project (Japan-France Integrated Action Program) ,22
June 2004, NIRS Chiba, Japan

- (1) A Monte Carlo Calculation of the response of scintillation detectors for gamma-rays
H. Tawara, S. Sasaki, K. Saito, and E. Shibamura,

15. The 2st Japan and France interchange meeting on ion tracks and ion induced scintillation in
polymers (SAKURA project) , (August 2004, IReS, STRASBOURG, France)

- (1) Hiroko Tawara, S. Sasaki, K. Saito (KEK), and E. Shibamura, “A response of scintillation
detectors for gamma-rays”

16. 日本保健物理学会第38回研究発表会、(2004年4月、神戸大学)

- (1) 江田和由, 高橋一智, 佐波俊哉, 俵裕子, “LET分布測定に基づく線量評価法の高エ
ネルギー中性子場への応用”

17. 日本原子力学会 2004 春の年会 岡山大学

- (1) 大石卓司、萩原雅之、馬場護、佐波俊哉、高田真志、ブラックカーブスペクトロメータ
へのデジタル波形解析の適用(2)
- (2) 萩原雅之、大石卓司、馬場護、佐波俊哉、高田真志, 70MeV 陽子入射反応に対する2次
重荷電粒子生成断面積の測定

18. 日本放射線安全管理学会 第3回学術大会, 2004年12月1日~3日 北海道大学

- (1) 大石卓司、馬場護、萩原雅之、山内健、佐波俊哉、” デジタル信号処理手法による放射

線計測法の高度化（２）ーガスカウンター、シンチレーションへの応用ー”

- (2) 沼尻正晴、鈴木健訓、” 高エネルギー陽子加速器施設における残留放射能評価”
- (3) 飯島和彦、佐波俊哉、齋藤究、中村一、佐々木慎一、” 中性子比例計数管用の電荷積分器の開発とその特性（その２）”
- (4) 松村一博、泉雄一、榎本和義、” 加速器施設における有機物中 H-3 及び C-14 濃度測定”

19. 積算型線量計測技術開発セミナー、（2004 年 5 月、つくば宇宙センター）

- (1) 俵裕子、”PADLES システムの概要紹介”

20. 日本宇宙生物科学会第 18 回大会、（2004 年 9 月、愛知）

- (1) 熊谷秀則、益川充代、永松愛子、俵裕子、”受動積算型線量計を用いた宇宙放射線計測法の開発”

21. 第 3 回サイエンス・フロンティアつくば (SFT2004) 、（2004 年 11 月 14 日、筑波大学）

- (1) 佐々木慎一、俵裕子、松本晴久、永松愛子、道家忠義、寺沢和洋、”人類の長期宇宙滞在と宇宙放射線モニタリング”

22. 第 1 3 回 TIARA 研究発表会 2004 年 6 月 28～29 日、高崎

- (1) 沖 雄一、神田征夫、横山須美、佐藤 薫、野口 宏、田中 進、飯田孝夫、” 陽子加速器において加速器室内空气中に生成する硝酸とエアロゾルの濃度について”

23. 2004 Symposium on Nuclear Data November 11-12, 2004, JAERI, Tokai, Japan

- (1) M. Hagiwara, T. Oishi, M. Baba, T. Sanami, H. Nakashima, S. Tanaka and M. Takada, Measurement of Fragment Production Cross-section on Nucleon-induced Reaction
- (2)M. Hagiwara, T. Oishi, M. Baba, T. Sanami and M. Takada, Measurements of Double Differential Heavy Particles Production Cross Sections for 70 MeV Protons

24. 日本原子力学会北関東支部若手研究者発表会、2004 年 4 月 22 日、東海会館

- (1) 佐波俊哉、高橋一智、伴秀一、HeeSeock Lee、佐藤達彦、CTOF を用いた 2.5GeV 電子による 2 次荷電粒子の弁別とエネルギー測定

25. ME 学会 NEDO ワークショップ「日本から世界へ、新しい医療技術の芽」2004 年 11 月 6 日

- (1) 柴田徳思、”放射線治療と薬剤送達システムの融合”

26. 大阪府保健所放射線技師研修会（2004 年 12 月 3 日）

- (1) 柴田徳思、”短寿命放射性廃棄物の取扱”

27. 文部科学省原子力規制室シンポジウム「試験研究用原子炉施設等の安全規制のあり方について」, 2004年12月6日

- (1) 柴田徳思、 “短半減期放射性廃棄物の取扱いについて”

4. Report etc. (2004.4 – 2005.3)

4.1 KEK Proceedings

- (1) Miura, T. edited,; Proceedings of the Fifth Workshop on Environmental Radioactivity; KEK proceedings **2004-8**;
(2) Y.Namito, H.Hirayama and S.Ban, edited: ``Proceedings of the Eleventh EGS4 Users' Meeting in Japan'', KEK Proc. **2003-15** (February 2004).

4.2 KEK Preprint

- (1) Matsumura, H.; Masumoto, K.; Nakao, N.; Wang, Q.; Toyoda, A.; Kawai, Aze, T.; Fujimura, M., "Characteristics of high-energy neutrons estimated by the radioactive spallation products on Au at the 500-MeV neutron irradiation facility of KENS", KEK Preprint **2004-14**
(2) Sanami, T.; Takahashi, K.; Ban, S., Lee, H.S., Sato, T., "Secondary charged particle measurement from 2-GeV electron induced reactions with current time of flight technique", KEK Preprint **2004-47**
(3) Hirayama, H., "Applications of EGS4 code to researches related to health physics", KEK Preprint **2004-70**
(4) Sanami, T.; Ban, S., Lee, H.S., Takahashi, K., Sato, T., "Calculation of secondary neutron spectrum from 2-GeV electron induced reactions using MARS15 code", KEK Preprint **2004-83**
(5) Matsumura, H.; Sanami, T.; Masumoto, K.; Nakao, N.; Toyoda, A.; Kawai, M.; Aze, T.; Nagai, H.; Takada, M.; Matsuzaki, H., "Target dependence of beryllium fragment production in neutron- and alpha-induced nuclear reactions at intermediate energies", KEK Preprint **2004-90**
(6) K. Bessho, H. Matsumura, T. Miura, Q. Wang, K. Masumoto, T. Matsuhira, Y. Nagashima, R. Seki, T. Takahashi, K. Sasa, and K. Sueki, "AMS Analysis of ^{36}Cl Induced in Concrete of Accelerator Facilities", KEK Preprint **2004-96**
(7) H. Nakamura, T. Miura, M. Numajiri, N. Nakao, H. Nakashima, N. Matsuda, S. Watanabe, "Radiation streaming experiment through a labyrinth of the 12GeV proton accelerator facility at KEK(2)-TLD rem-counter method", KEK Preprint **2004-106**

4.3 KEK Report

- (1) Nakao, N., Mokhov, N., Yamamoto, K. and Irie, Y., "MARS14 shielding calculations for the J-PARC 3-GeV RCS", KEK Report **2004-1**

4.4 KEK Internal

- (1) R. Tayama, K. Hayashi and H. Hirayama, "BULK-I: Radiation Shielding Tool for Proton Accelerator Facilities", *KEK Internal* **2004-1** (2004).
(2) H. Hirayama and Y. Namito, "Implementation of a General Treatment of Photoelectric-Related

Phenomena for Compounds or Mixtures in EGS4 (Revised version)", *KEK Internal 2004-6* (2004).

(3) Y.Namito, H.Hirayama, A.Takamura and T.Sugita, "EGS Particle Trajectory and Geometry Display Program cgview Ver 1.2", *KEK Internal 2004-8* (December 2004).

(4) 化学安全管理報告 - 2003年度 - 平雅文、別所光太郎、神田征夫 *KEK Internal 2004-10*

(5) 波戸芳仁、豊田晃弘、平山英夫、平野耕一郎、照沼信浩、浦川順治, "ATF および小型電子加速器の使用方法変更に関する放射線安全対策", *KEK Internal 2004-12* (Feb. 2005).

(6) 伊藤寛、春日俊夫、河田洋、足立伸一、小野正明、佐藤昌史、吉岡正和、江田和由、中村一、伴秀一、平山英夫、柴田徳思、大強度放射光リング (PF-AR) の高度化 (エネルギーの増強、NW14 の新設、他) に対する放射線安全対策、*KEK Internal 2004-7*

(7) Ban, S.; Ebihara, H.; Eda, K.; Hirayama, H.; Hozumi, K.; Iijima, K.; Itoh, Y.; Masumoto, K.; Matsumura, H.; Miura, T.; Nakao, N.; Nakamura, H.; Namito, Y.; Numajiri, M.; Sanami, T.; Sasaki, S.; Suzuki, T.; Takahashi, K.; Takahara, S.; Tawara, H.; Toyoda, A.; Toyoshima, N.; Shibata, T、放射線管理報告 - 2003年度 - *KEK Internal 2004-9*

(8) Namito, Y.; Hirayama, H.; Takamura, A.; Sugita, T. "EGS Particle Trajectory and Geometry Display Program cgview Ver 1.2 " *KEK Internal 2004-8*

5 Internal Reports of Radiation Science Center (2004.4 – 2005.3)

放射線科学センターでは、以下のような放射線関係及び化学安全関係「放射線科学センター部内レポート」を出している。

5.1 放射線関係の部内レポート

放射線関係の部内レポートは、内容によって3つに分類し、それぞれ年度毎に通し番号をつけている。

(1) RAD-S-

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管理に関連して、主任者や管理区域責任者ある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、その他放射線に関連して行った検討に関連する事項

(3) RAD-S-

日常的な場の測定を含めた各施設において行った放射線測定に関連する事項

5.2 化学安全関係の部内レポート

化学安全関係の部内レポートは、内容によって2つに分類し、それぞれ年度毎に通し番号をつけている。

(1) CHEM-A

機構職員、共同利用者などから寄せられる依頼分析の記録

(2) CHEM-W

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

5.3 RAD-D

RAD-D-2004/8	内部被ばくの推定線量と外部被ばく線量の関係	伴・石浜
RAD-D-2004/9	放射線安全規制検討会（2004年11月17日）	近藤・柴田・三浦
RAD-D-2004/11	NW10 光学ハッチ側面のSTAC8コードによる遮へい計算	波戸
RAD-D-2004/12	NW10 光学ハッチ下流面のSTAC8コードによる遮へい計算	波戸

5.4 RAD-S

RAD-S-2004/1	Sバンドレゾナントリング 空間線量率測定	佐波
RAD-S-2004/2	Cバンド高周波立体回路高電界試験装置 空間線量率測定	佐波
RAD-S-2004/3	アセンブリホール・GLCTA XバンドクライストロンNo3 テスト	

運転線量率測定	豊田	
RAD-S-2004/4	大強度陽子リニアック・D T Lサーベイ	豊田
RAD-S-2004/5	大強度陽子リニアック・D T Lサーベイ	豊田
RAD-S-2004/6	B Tライン脱出口（P F-A R南実験棟地下1階）の線量評価と遮へい追加について	佐波・江田
RAD-S-2004/7	K E K B-B Tの運転停止後の表面線量率測定結果	佐波・江田
RAD-S-2004/8	Dose Rate at Duct Surface in NML Line	飯島
RAD-S-2004/9	P 4ビームライン表面線量率結果	飯島
RAD-S-2004/10	大強度陽子リニアック・D T Lサーベイ	豊田
RAD-S-2004/11	P F-A R運転停止直後の表面線量率測定結果	江田
RAD-S-2004/12	A T F運転終了後の表面線量率測定	豊田
RAD-S-2004/13	大強度陽子リニアック・D T Lサーベイ	豊田
RAD-S-2004/14	大強度陽子リニアック・D T Lサーベイ	豊田
RAD-S-2004/15	テスト用高周波加速空洞のハイパワーテスト時の放射線測定	伴
RAD-S-2004/16	大強度陽子リニアック・D T Lサーベイ	豊田
RAD-S-2004/17	アセンブリホール・小型電子加速器運転時サーベイ	豊田
RAD-S-2004/18	Dose Rate at Duct Surface in NML Line	飯島
RAD-S-2004/19	ブースタービームダンプ室 停止時サーベイ	飯島・松村
RAD-S-2004/20	Dose Rate at Duct Surface in NML Line	飯島
RAD-S-2004/21	K E K B入射中のP F側での放射線測定	伴・高橋
RAD-S-2004/22	P F実験中の入射器第3スイッチヤード側での放射線測定	伴・高橋
RAD-S-2004/23	K E K B加速器運転停止後の表面線量率測定	俵・江田
RAD-S-2004/24	S D T Lタンクサーベイ	豊田・波戸
RAD-S-2004/25	KEKB-BT 地上部のT L Dによる積算空間線量の測定（9月分）	中村
RAD-S-2004/26	A R南実験室のB T共同溝出入口での測定	中村・佐波
RAD-S-2004/27	P F-A Rへの入射電荷制限の確認	伴・伊藤・佐波
RAD-S-2004/28	K E K Bウィークベンドの放射化レベル測定	俵
RAD-S-2004/29	KEKB-BT 地上部のT L Dによる積算空間線量の測定（10月分）	中村
RAD-S-2004/30	アセンブリホール・GLCTA X-バンドクライストロン No3 運転時線量率測定	豊田
RAD-S-2004/31	Dose Rate at Duct Surface in NML Line	飯島
RAD-S-2004/32	大強度陽子リニアック・D T Lサーベイ	豊田
RAD-S-2004/33	KEKB-BT 地上部のT L Dによる積算空間線量の測定（11月分）	中村
RAD-S-2004/34	定期放射線測定結果	三浦・飯島
RAD-S-2004/35~41	定期放射線測定結果	飯島
RAD-S-2004/42~50	排水測定結果	飯島
RAD-S-2004/51	定期放射線測定結果	飯島
RAD-S-2004/53~59	中性子・冷中性子実験室放射線測定結果	飯島
RAD-S-2004/60~65	中間子第1実験室測定結果	飯島
RAD-S-2004/66	中間子第2実験室測定結果	飯島
RAD-S-2004/67	中性子・冷中性子実験室放射線測定結果	飯島
RAD-S-2004/68~72	大強度陽子リニアック棟 S D T L 3-32号機遮蔽増強後サーベイ	豊田
RAD-S-2004/73	大強度陽子リニアック・D T Lサーベイ	豊田
RAD-S-2004/74	中間子第1実験室測定結果	飯島
RAD-S-2004/75	放射光光源棟地下の空間線量サーベイ	中村
RAD-S-2004/76	NML利用施設機械室（2階）サーベイ結果	飯島

RAD-S-2004/77	ATF 運転終了後の表面線量測定	豊田	
RAD-S-2004/78	KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定		中村
RAD-S-2004/79	Dose Rate at Duct Surface in NML Line	飯島	
RAD-S-2004/80	AR 運転終了直後の表面空間線量率測定	中村	
RAD-S-2004/81	中間子第 1 実験室測定結果	飯島	
RAD-S-2004/82	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-2004/83	PFBT 境界領域扉入射器第 3 スイッチャード側表面、PF 運転時線量率測定		
	佐波・高橋		
RAD-S-2004/84	定期放射線測定結果	飯島	
RAD-S-2004/85	スミア法による表面密度測定結果	飯島	
RAD-S-2004/86	排水測定結果	飯島	
RAD-S-2004/87	排水測定結果	飯島	
RAD-S-2004/88	中性子・冷中性子実験室放射線測定結果	飯島	
RAD-S-2004/89	中間子第 1 実験室測定結果	飯島	
RAD-S-2004/90	中性子・冷中性子実験室放射線測定結果	飯島	
RAD-S-2004/91	KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定		中村
RAD-S-2004/92	KEKB-BT の運転停止後の表面線量率測定結果	佐波・中村	
RAD-S-2004/93	KEKB 地上部の管理区域境界等での積算線量 (2004 年度)		中村
RAD-S-2004/94	KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定		中村
RAD-S-2004/95	KEKB 加速器運転停止後の表面線量率測定	中村・高橋・佐波	
RAD-S-2004/96	北カウンターホール空間線量率測定結果	松村	
RAD-S-2004/97	ニュートリノライン空間線量率測定結果	松村	
RAD-S-2004/98	EP 2 運転時北カウンターホールサーベイ	三浦	
RAD-S-2004/99	EP 2 停止時北カウンターホールサーベイ		
RAD-S-2004/100	東カウンターホール空間線量率測定	松村	
RAD-S-2004/101	東カウンターホール空間線量率測定	穂積	
RAD-S-2004/102	FFAG サイクロトロン運転時サーベイ	穂積	
RAD-S-2004/103	FFAG サイクロトロン運転時サーベイ	松村	
RAD-S-2004/104	FFAG サイクロトロン運転時サーベイ	松村	
RAD-S-2004/105	K 4 コンテナ密封線源 (Fe-55, 370MBq) 使用時空間線量率測定		穂積
RAD-S-2004/106~109	EP-1、ニュートリノビームライン表面線量率測定		三浦
RAD-S-2004/110	EP-1、ニュートリノビームライン表面線量率測定		穂積
RAD-S-2004/111~115	ターゲットステーション空間線量率測定		三浦
RAD-S-2004/116	EP1-B ビームライン表面線量率測定	三浦	
RAD-S-2004/117	EP1 ビームラインスミア	三浦	
RAD-S-2004/118	EP1 ビームラインスミア	松村	
RAD-S-2004/119	EP1 ビームラインスミア	三浦	
RAD-S-2004/120	EP1 ビームラインスミア	穂積	
RAD-S-2004/121~124	ニュートリノビームラインスミア		三浦
RAD-S-2004/125	ニュートリノビームラインスミア	穂積	
RAD-S-2004/126	EP 2 ビームライン表面線量率サーベイ	穂積	
RAD-S-2004/127	EP 2 ビームライン表面線量率サーベイ	松村	
RAD-S-2004/128	EP 2 ビームライン表面線量率サーベイ	松村	
RAD-S-2004/129	EP 2 ビームライン表面線量率サーベイ	穂積	
RAD-S-2004/130	EP 2 ビームライン表面線量率サーベイ	松村	
RAD-S-2004/131	EP 2 ビームラインスミア	穂積	

RAD-S-2004/132	E P 2	ビームラインスミア	松村
RAD-S-2004/133	E P 2	ビームラインスミア	松村
RAD-S-2004/134	E P 2	ビームラインスミア	穂積
RAD-S-2004/135	E P 2	ビームラインスミア	松村
RAD-S-2004/136		原研搬出予定電磁石の線量及び汚染測定 1	松村
RAD-S-2004/137		原研搬出予定電磁石の線量及び汚染測定 2	松村
RAD-S-2004/138		Q 1 2、B S 1 及び壁運転停止後時間変化に伴う減衰測定	三浦
RAD-S-2004/139		ニュートリノ T S 周辺空間及び壁面運転停止後時間変化に伴う減衰測定	三浦
RAD-S-2004/140		アーク部マグネット修理に伴うサーベイ	三浦
RAD-S-2004/141		アーク部マグネット修理に伴うサーベイ	松村
RAD-S-2004/142		ニュートリノライン作業前サーベイ	三浦
RAD-S-2004/143		ニュートリノライン作業前サーベイ	三浦
RAD-S-2004/144		ニュートリノライン作業前サーベイ 1	穂積
RAD-S-2004/145		ニュートリノライン作業前サーベイ 2	三浦
RAD-S-2004/146		ニュートリノ T S 横作業前サーベイ	松村
RAD-S-2004/147		ニュートリノライン作業前サーベイ	三浦
RAD-S-2004/148		ニュートリノ T S 冷却水放射能濃度測定	松村
RAD-S-2004/149		ニュートリノライン作業前サーベイ	穂積
RAD-S-2004/150		ニュートリノライン作業前サーベイ	三浦
RAD-S-2004/151		ニュートリノライン作業前サーベイ	三浦
RAD-S-2004/152		ニュートリノ T S ターゲット視認作業に関するサーベイ	三浦
RAD-S-2004/153~162		ニュートリノ第 2 ダンプサーベイ&スミア	松村
RAD-S-2004/163		FFAG・サイクロトロン停止時サーベイ(運転停止後約 14 時間経過)	松村
RAD-S-2004/164		FFAG・サイクロトロン停止時サーベイ(運転停止後約 74 時間経過)	松村
RAD-S-2004/165		FFAG ビームダンプ表面線量率測定	松村
RAD-S-2004/166		FFAG ビームダンプの鉄ブロック表面線量率測定	松村
RAD-S-2004/167		FFAG・サイクロトロン停止時サーベイ(見学者立入りに伴うサーベイ)	松村
RAD-S-2004/168		FFAG・サイクロトロン停止時サーベイ(見学者立入りに伴うサーベイ)	三浦
RAD-S-2004/169~171		FFAG・サイクロトロン停止時サーベイ(見学者立入りに伴うサーベイ)	松村
RAD-S-2004/172		北カウンターホール機械室空間線量率測定	穂積
RAD-S-2004/173		北カウンターホール機械室PWU-1 純水再生装置サーベイ	穂積
RAD-S-2004/174		北カウンターホール機械室PWU-1 純水再生装置サーベイ	穂積
RAD-S-2004/175		機械室(フィルター室)サーベイ記録	穂積
RAD-S-2004/176		機械室(フィルター室)サーベイ記録	穂積
RAD-S-2004/177		P S エネルギーセンター第 2 ポンプ室サーベイ記録	穂積
RAD-S-2004/178		P S エネルギーセンター第 2 ポンプ室サーベイ記録	穂積
RAD-S-2004/189		ニュートリノ 第 1 機械棟周辺サーベイ	穂積
RAD-S-2004/180		ニュートリノ 第 2 機械棟周辺サーベイ	穂積

5.5 RAD-A

RAD-A-04/1	電子陽電子入射器棟の管理区域の入域について	佐波
RAD-A-04/2	入射器棟テストホール放射線モニター発報時の処置について	佐波
RAD-A-04/3	ライナック・KEKB・PF-AR 加速器	放射線安全教育のお知らせ 俵
RAD-A-04/4	年末年始管理区域出入り管理業務の一部変更について	伴

5.6 CHEM-A

依頼者所属

CHEM-A-04/1	加速器	ガasketの元素組成の定性分析
CHEM-A-04/2	加速器	ベンディングマグネット上堆積試料の定性分析
CHEM-A-04/3	加速器	ベンディングマグネット上堆積試料（12SM-8AC-1）の定性分析
CHEM-A-04/4	物構研	PF-BL-5 フィルター内堆積物の定性分析
CHEM-A-04/5	物構研	メタルバルブシール用銅ガasket付着物の定性分析
CHEM-A-04/6	加速器	セプタム（HER4）用フィルター付着物の定性分析
CHEM-A-04/7	共通	ニュートリノビームライン電磁石冷却水 P12,P12A,P14 系銅配管内付着物の定性分析および冷却水の水質分析
CHEM-A-04/8	加速器	ストレートメッシュ（KEKB-BT ラインのマグネット冷却水）析出物の定性分析

5.7 CHEM-W

CHEM-W-04/1	硝酸イオンおよび亜硝酸イオンの測定における廃水試料の保存条件の検討
CHEM-W-04/2	排水中の六価クロムの測定条件の検討
CHEM-W-04/3	ブルークール含有廃水の簡易 COD 評価法の検討
CHEM-W-04/4	水質検査項目の定量下限値の検討
CHEM-W-04/5	井戸 10A 周囲の地下水から検出される有機塩素化合物の測定