

KEK Progress Report 2003-8

January 2004

R

Activity Report of
Radiation Science Center
in Fiscal 2002

KEK

Radiation Science Center
Applied Research Laboratory



High Energy Accelerator Research Organization

放射線科学センター 2002年度活動報告

高エネルギー加速器研究施設
共通研究施設 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.

We hope that the activity report is useful for all people who are working in the field of the safety of accelerator facilities.

Tokushi Shibata
Head, Radiation Science Center
High Energy Accelerator Research Organization

Contents

Chapter 1	Research Activity	1
1.	Accelerator Radiation Safety	1
1.1	Measurement of spatial distribution of neutron in experimental room of accelerator facilities	1
1.2	Radioactivity around the Positron Production Target in High-Energy Electron Linac	1
1.3	Dark Currents of High Energy Electron Linac in Radiation Protection	1
1.4	Dark Currents of High Energy Electron Linac in Radiation Protection	2
1.5	Radiation Streaming Experiment Through a Labyrinth of the 12GeV Proton Accelerator Facility	2
1.6	Study of Radionuclides Induced in Low-activation Concrete Using the 12-GeV Proton Synchrotron Facility at KEK	2
2.	KENS Shielding Experiment	3
2.1	Establishment of High Energy Neutron Irradiation Facility and Measurement of Neutron Attenuation through 4m Concrete Shield	3
2.2	Measurement of the Neutron Spatial Distribution inside and outside of a Concrete Shield using an Activation Foil and an Imaging Plate Technique	3
2.3	Yield Measurements of Spallation Products on ^{197}Au at the High Energy Neutron Beam Course of KENS	3
3.	Characterization of Radionuclides and Noxious Gases Produced in the High-Energy Accelerator Tunnel Air	4
3.1	Study on the formation mechanism of radioactive aerosols	4
3.2	Study on the chemical forms of radioactive gases	4
3.3	Study on the radiolytic noxious gases	4
3.4	Measurement of radiolytic noxious gases in the neutrino beam line	5
4.	Evaluation of residual radioactivity in accelerator facilities for the definition of clearance level	5
4.1	Measurement of ^{36}Cl induced in shielding concrete of various accelerator facilities	5
4.2	Measurement of tritium activity in shielding concrete of various accelerator facilities	5
4.3	Evaluation of response of NaI scintillation survey meter using EGS4 code for residual radioactivity survey	6
5.	Experiments Using Synchrotron Radiation	7
5.1	Azimuth angle dependence of L_3 x-ray emission following photoelectric effect by linearly polarized photon	7
5.2	Response of Gafchromic MD-55 Radiatichromic Film To Synchrotron Radiation	7
5.3	Measurement of monochromized synchrotron radiation	7
6.	Photospallation productions and secondary particle measurements by high-energy bremsstrahlung and electron irradiation	8
6.1	Yield measurements of photospallation products at intermediate energies by radiochemical technique	8
6.2	Yield Measurements for ^7Be and ^{10}Be Productions from $^{\text{nat}}\text{Cu}$, $^{\text{nat}}\text{Ag}$ and ^{197}Au by Bremsstrahlung Irradiation at $E_0 = 200$ MeV	8
6.3	Measurements of Low-Energy Photo-Neutron Yields from Thick Targets Irradiated by 2 GeV Electrons	9
6.4	Energy Spectrum of Secondary Charged Particles from Al, Cu and W Bombarded with 2 GeV Electrons	9
6.5	Application of CTOF Method for High Count-rate Experiment	9

6.6 Measurements of secondary neutrons from thick targets bombarded by electrons at PAL	9
7. Positron Annihilation and Positronium Chemistry	10
7.1 Positron annihilation study of hyper-cross-linked polystyrene networks	10
7.2 Molecular motions at low temperature observed by positron annihilation	10
8. Slow Positron Beam for Positron and Positronium Chemistry	11
8.1 Free-volume near the polymer surface studied by positron annihilation using short-pulsed slow positron beam	11
8.2 Development on a Pulsed Slow Positron Beam and Bunching Signal Wave Form	11
9. Space Radiation Dosimetry	11
9.1 Responses for heavy ions of TLD-MSO and CR-39 used for space-radiation dosimetry in ISS biological experiments	11
9.2 Space-radiation dosimetry using CR-39 and TLD integrating dosimeters	12
9.3 Development of a Passive Dosimeter for Life Science Experiments in Space (PADLES) in NASDA	12
9.4 Dose Equivalents inside the MIR Space Station measured by combination of CR-39 plates and TLDs and their comparison with those on Space Shuttle STS-79, -84 and -91 missions	13
9.5 Target fragmentations induced by high-energy protons in CR-39 plastic	13
10. Study on Activation Analysis of Light Elements Using Accelerator	13
10.1 Charged Particle Activation Analysis of Nitrogen in Silicon	13
10.2 Photon Activation Analysis of Carbon and Nitrogen	14
11. Absolute Scintillation Yields in Solid Scintillators and in High Pressure Rare Gases	14
11.1 Absolute Scintillation Yields of Inorganic Scintillation Crystals and The Factors Affecting Their Resolutions	14
11.2 Scintillation Efficiency of Solid Scintillators for High Energy Particles	15
11.3 Absolute Number of Scintillation Photons Emitted by Alpha-particles in Rare Gases	15
11.4 Simultaneous Measurements of Absolute Numbers of Electrons and Scintillation Photons Produced by 5.49 MeV Alpha Particles in Rare Gases	15
12. Average Energy to Produce An Ion Par in Gases for Heavy Ions	16
13. Resonance Ionization Spectroscopy (RIS) by Lasers	16
14. Deep-Penetration Calculation for the ISIS Target Station Shielding Using the MARS Monte Carlo Code	17
15. Fundamental Studies of Tritium Separation Using Polyimide Membrane and Its Application for Tritium Monitors in Accelerator Facilities	17
16. A measurement of refractive index of liquid xenon	17
17. Measurements of Electric X-rays Following Atomic Capture of Negative Pions	17
18. Development of ³⁶ Cl-AMS at MALT	18
19. The EGS4 Workshop, Class and User Support	18
19.1 The EGS short course	18
19.2 User support concerning EGS4	18
Chapter 2 研究支援活動	19
1. 体制	20
1.1 放射線管理体制	20
1.2 放射線業務分担	21

1.3	化学安全管理体制	2	1
2	放射線安全管理関連	2	2
2.1	区域管理関連	2	2
2.1.1	第1区域	2	2
2.1.2	第2区域	2	2
2.1.3	第3区域	2	3
2.1.4	第4区域	2	3
2.1.5	第5区域	2	3
2.1.6	第6区域	2	3
2.2	横断的業務関連	2	4
2.2.1	J-PARCに関する設計・研究活動	2	4
2.2.2	リニアコライダー	2	6
2.2.3	放射線モニタリングシステム(NORM)の設計開発	2	6
2.2.4	放射線モニター(SARM)に関する研究開発	2	6
2.5	放射線安全教育	2	7
2.2.6	加速器で生成する放射化物の放射能濃度と表面線量率の関係	2	7
2.2.7	電子ビームダンプの調査研究	2	7
2.2.8	環境放射能の測定	2	8
3	化学安全・環境関係	2	8
3.1	依頼分析	2	8
3.2	ディスク(線形加速器部品)高圧洗浄水中の溶存成分の分析	2	8
3.3	ヘリウムガス中の不純物の分析	2	8
3.4	廃試薬、有害廃棄物等の整理	2	8
Chapter 3 資料		3	0
1.	科学研究費補助金	3	0
2.	共同開発研究	3	0
3.	センター開催の研究会・シンポジウム	3	1
4.	教育活動	3	1
4.1	総合研究大学院大学	3	1
4.2	非常勤講師等	3	1
5.	機構外委員会等活動	3	2
6.	放射線科学センター名簿	3	3
Chapter 4 Publication list		3	4
1.	Publication in Periodical Journals (2002.1-2002.12)	3	4
2.	Publication in Japanese (2002.1-2002.12)	3	6
3.	Presentation at Conference etc. (2002.4 – 2003.3)	3	6
3.1	International Conference	3	6
3.2	Other	3	8
4.	Report etc. (2002.4 – 2003.3)	4	2
4.1	KEK Proceedings	4	2
4.2	KEK Report	4	2
5	Internal Reports of Radiation Science Center (2002.4 – 2003.3)	4	3
5.1	放射線関係の部内レポート	4	3
5.2	化学安全関係の部内レポート	4	3
5.3	RAD-D	4	3
5.4	RAD-S	4	4
5.5	RAD-A	4	7
5.6	CHEM-A	4	7
5.7	CHEM-W	4	7

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 2002.

1. Accelerator Radiation Safety

1.1 Measurement of spatial distribution of neutron in experimental room of accelerator facilities

K. Iijima , A. Toyoda, K. Masumoto
KEK,

Secondary neutrons are emitted from various points such as accelerator, beam transport, target, shutter and beam dump by the bombardment of primary beam. Neutrons cause widely ranging activation of accelerator components, shielding materials and building. We measured the distribution of neutrons in Meson Science No.1 Laboratory by the activation detector method combined with imaging plate for simultaneous activity measurement and compared with the data obtained by a neutron survey meter. A small tips of gold foils were set in various locations in the experimental room. After 1 week exposure, gold foils were collected and contacted with an imaging plate for 1 day. To develop the activity of foils, the imaging plate was scanned by Bio-imaging Analyzer BAS-1800 II. Each activity of gold which was obtained as a unit of PSL was good linear relation ship of the data of neutron survey meter. It was found that this method was useful to monitor the average neutron flux in various points and 10 $\mu\text{Sv/h}$ of neutron dose could be monitored . Thermal and epithermal neutron flux ratio was also monitored. It was found that the ratio became constant at 50 cm above the shield concrete and the flux ratio of thermal to epithermal is 15 at the equilibrium condition in atmosphere.

Presented at the workshop on Radiation Safety Management held at Osaka University on Dec. 5-6, 2002.

1.2 Radioactivity around the Positron Production Target in High-Energy Electron Linac

Kazutoshi TAKAHASHI , Toshiya SANAMI , Kazuyoshi MASUMOTO , Syuichi BAN

KEKB/PF Linac supplies 8 GeV electrons and 3.5 GeV positrons to KEKB. The positron production target in the linac is irradiated by 4 GeV electrons, 12.5 nC/bunch of 50Hz, and the maximum beam power is 5kW. The component around the target becomes highly radioactive, and the surface dose rate due to residual activity is a few mSv/h. The special dose distribution was shown. It was shown how to reduce doses during the maintenance work in this field.

Presented at the workshop on Radiation Safety Management held at Osaka University on Dec. 5-6, 2002.

1.3 Dark Currents of High Energy Electron Linac in Radiation Protection

Hee-Seock Lee¹, Syuichi Ban², Heung-Sik Kang¹, Chinwha Chung¹
¹ Pohang Accelerator Laboratory, ² KEK

The dark current in a high energy electron linac is a main radiation source when only RF-field is applied without any electron beam from an electron gun. The characteristics of the dark currents of 2.5 GeV electron linac were observed by measurements of photons produced from thick Cu targets which the dark current electron strikes. The time profiles were found to follow the pulse profile of

high spike RF-field induced from SLED (SLAC-type Energy Doubler). The energy range of dark current electron was between 0.7 and 1.2 GeV at this 2.5 GeV electron linac. Those characteristics were discussed in the view of radiation protection.

Presented at The First Asian and Oceanic Congress for Radiation Protection(AOGRP-1), October 20-24 (2002) Seoul, Korea

1.4 Measurement of Production Cross Sections for 12GeV Proton Reaction with Hg Target used as Spallation Neutron Source

M. Numajiri, T.Miura, T.Suzuki, K.Kondo
KEK

Irradiation experiments were performed in order to investigate the production cross-sections of residual nuclei by proton induced reactions at KEK proton synchrotron facility. Production cross-sections in a Hg target, which will be used as spallation neutron sources, were measured by gamma-ray spectroscopy. The present data are compared with the previous results for other heavy elements.

J. Nucl. Radiochem. Sci. Vol.3, Suppl. (2002)p.26

1.5 Radiation Streaming Experiment Through a Labyrinth of the 12GeV Proton Accelerator Facility

T. Miura, M. Numajiri, N. Nakao, H. Nakamura, H. Nakashima¹ and N. Matsuda¹
KEK and ¹JAERI

In the construction of high-energy proton accelerator, it is important problem to estimate the neutron leakage through labyrinth from proton accelerator tunnel. In order to inspect some Monte Carlo codes (MARS, MCNPX) and empirical formulae, the attenuation of neutron dose in concrete labyrinths with neutrino beam line at KEK were studied. In the experiments, neutron fluence rates in the labyrinths was measured by activation method using various kinds of metals (In, Au, Al and Bi) and radiation dose was measured using TLD. The experimental results were agreement with the calculation value by MCNPX.

Presented at 2003 Annual Meeting of the Atomic Energy Society of Japan, Sasebo, March 27-29, 2003.

1.6 Study of Radionuclides Induced in Low-activation Concrete Using the 12-GeV Proton Synchrotron Facility at KEK

K. Saito, T. Miura, K. Takahashi, S. Ishihama¹, H.Fujii² and T. Tanosaki²
KEK, ¹TNS and ²Taiheiyō Cement Corporation

Low-activation concrete made of lime-stone aggregates was irradiated by secondary particles in the beam line tunnel of the 12-GeV proton synchrotron accelerator at KEK (12GeV-PS). Concentrations of various radionuclides, such as ²²Na, ²⁴Na, ⁵⁴Mn, ⁵⁶Mn, ⁶⁰Co and ¹⁵²Eu, induced in the low-activation concrete were below those induced in ordinary concrete made of non-limestone aggregates. These results show that low-activation concrete made of limestone aggregates is useful for preventing of the radiation exposure of workers as shielding concrete in a high energy particle accelerator facility.

Presented at 2003 Annual Meeting of the Atomic Energy Society of Japan, Sasebo, March 27-29, 2003.

2. KENS Shielding Experiment

2.1 Establishment of High Energy Neutron Irradiation Facility and Measurement of Neutron Attenuation through 4m Concrete Shield

N. Nakao, H. Yashima¹, M. Kawai, K. Oishi², H. Nakashima³, S. Sasaki, K. Masumoto, M. Numajiri, T. Sanami, H. Matsumura, K. Takahashi, A. Toyoda, K. Iijima, Q. Wang, S. Ban, H. Hirayama, S. Muto, T. Nunomiya¹, S. Yonai¹, D. R. H. Rasolonjatovo¹, K. Terunuma¹, P. Sarkar, E. Kim⁴, T. Nakamura¹ and A. Maruhashi⁵
KEK, ¹Tohoku Univ., ²Shimizu Co., ³JAERI, ⁴AIST, ⁵PMRC(Tsukuba Univ)
⁵Present address: Kyoto University Research Reactor Institute (KURRI)

A high-energy neutron irradiation facility was established at the KENS spallation neutron source facility for studies of shielding, activation and radiation damage of materials. In the facility, neutrons produced in the forward direction from a tungsten target bombarded by 500-MeV protons are available at 2.5-m from the target center. Ordinary concrete shields of 4-m-thickness were newly assembled in contact with the beam exit, and irradiation sample slots were equipped inside the shield. In a shielding experiment, activation detectors of bismuth, aluminum, Indium and gold foils were inserted into 8 slots inside the shield, and the neutron reaction rates were obtained by measurements of γ -rays from the activation detectors. A Monte-Carlo simulation using the MARS14 code was also performed, and comparisons between the calculations and measurements show good agreements within a factor of 3. This experimental data will be useful as benchmark data to check the accuracies of the transmission calculation codes and shielding parameters.

Presented at the Annual Meeting of Atomic Energy Society of Japan, March 27-29, 2003, Sasebo, D47, p148.

2.2 Measurement of the Neutron Spatial Distribution inside and outside of a Concrete Shield using an Activation Foil and an Imaging Plate Technique

Q. Wang, K. Masumoto, A. Toyoda, N. Nakao, M. Kawai and T. Shibata
KEK

The spatial distribution of neutrons inside and outside the concrete shield of KENS was measured by the combined use of activation detectors and an imaging plate. Aluminium and gold foils were used for neutron flux measurements of both high-energy and thermal neutrons, respectively. The obtained results concerning attenuation of the high-energy neutron flux show a good agreement with results obtained by a Monte Carlo simulation using the MARS14 code. The thermal and epithermal neutron flux ratio on the beam axis was measured by the cadmium ratio method, and gave about 30, which almost constant inside the concrete shield. It is concluded that the method, which combined the use of activation detectors and an imaging plate, was very useful to measure the activity of many pieces of the detector simultaneously without any efficiency or decay correction. A wide dynamic range and a high sensitivity are also merits of this method.

2.3 Yield Measurements of Spallation Products on ¹⁹⁷Au at the High Energy Neutron Beam Course of KENS

H. Matsumura, K. Masumoto, N. Nakao, Q. Wang, A. Toyoda, M. Kawai, H. Yashima, M. Numajiri, T. Sanami, K. Takahashi, K. Iijima, and K. Oishi¹

KEK, ¹Shimizu Co.

The irradiation was carried out with secondary neutrons produced by 500MeV protons at the high-energy-neutron beam course of KENS. Gold foils of 0.1mmT were used as target, and the

targets were put on 0, 40, 80, and 130cm from the surface of the shielding concrete. After irradiation, the yields of spallation products on ^{197}Au were determined by γ -ray spectrometry. The results indicated that profiles of high-energy neutron spectrum at the positions between 40 and 130cm are very similar each other although the intensity decreases to 1/10.

3. Characterization of Radionuclides and Noxious Gases Produced in the High-Energy Accelerator Tunnel Air

During the operation of high-energy accelerators, radioactive gases and noxious gases, such as ozone and nitrogen compounds, are produced in the air of the beam-line tunnels at high-energy accelerator facilities. The airborne radioisotopes give rise to a radiation hazard. On the other hand, ozone constitutes a health hazard owing to its high radiolytic yield and toxicity. Nitrogen compounds have a potential for corrosion of the components near the beam chamber of accelerator.

3.1 Study on the formation mechanism of radioactive aerosols

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

The airborne radionuclides are present in both the gaseous and particulate phases. For confirming the formation mechanism of radioactive aerosols, the experiments have been performed by irradiating argon containing liquid DOP(dioctylphthalate) particles with quasi-monoenergetic neutrons at AVF cyclotron facility, TIARA. The ^{38}Cl , ^{39}Cl , and ^{82}Br atoms, generated from argon by high energy neutrons, have been found to attach to the coexisted DOP particles. Dependence of the size distributions of these radioactive aerosols on the size of coexisted DOP particles, the energy of irradiation neutrons has been studied.

In this year, the effect of physicochemical property of the coexisted particles on the radioactive aerosol formation has been examined by using the solid NaCl particles.

3.2 Study on the chemical forms of radioactive gases

Y. Kanda, Y. Oki¹, S. Yokoyama², K. Sato²
KEK, ¹Kyoto University, ²JAERI

Gaseous airborne radionuclides are expected to be present in various chemical forms. Clarifying their chemical forms is of fundamental interest, and the knowledge is necessary to properly evaluate internal doses caused by their inhalation.

The previous experimental results of ^{11}C and ^{13}N , produced by high energy protons at the 12 GeV proton synchrotron, showed that the predominant chemical species were ^{11}CO and $^{11}\text{CO}_2$ for ^{11}C , and $^{13}\text{N}_2$ and $^{13}\text{NO}_2$ for ^{13}N , respectively. The experiments have also been performed for the radioactive gases of ^{38}Cl , ^{39}Cl , ^{38}S , and ^{82}Br .

3.3 Study on the radiolytic noxious gases

Y. Kanda and M. Taira

The hydroxyl radicals, OH, produced by the radiolysis of H_2O , are considered to play an important role in the production of radiolytic products, such as HNO_2 and HNO_3 .

The OH radical measurement is then important to elucidate the mechanism of HNO_2 and HNO_3 production. Developing the analytical method of OH radicals inevitably requires a well-characterized, stable, and reproducible low concentration source of OH radical. We first attempted to establish the continuous generation system of low-concentration gaseous hydrogen peroxide for the development of OH radical source that is based on the black lamp photolysis of gaseous hydrogen peroxide.

3.4 Measurement of radiolytic noxious gases in the neutrino beam line

K. Takahasi, T. Miura, Y. Kanda, H. Noumi, Y. Sato, H. Takahashi and S. Ishihama¹
KEK and ¹TNS

Noxious gases, produced by the radiolysis of air during accelerator operation, finally formed HNO₃ through chemical reactions and caused the corrosion of the accelerator components. Then the production ratio of noxious gases in the tunnel of PS beam line is the important information for J-PARC accelerator planning. In order to obtain the information of noxious gases in the accelerator tunnel, the production ratio of noxious gases were measured in the neutrino beam line at KEK. The experimental results were agreement within about factor 4 with the estimation values which were calculated using Monte Carlo code MARS and G-value of ozone.

4. Evaluation of residual radioactivity in accelerator facilities for the definition of clearance level

In order to make a decommissioning plan of accelerator facilities, one of the most important works was the evaluation of radioactivity induced in accelerator components and buildings. To define the clearance levels to manage and handle the various materials as non-radioactive wastes, not only gamma-emitting isotopes but also beta or electron capture decay isotopes should be evaluated. In this year, many concrete samples were obtained from several typical accelerator facilities in Japan. We focused our study to evaluate the radioisotopes, which were difficult to determine nondestructively. Then, several works have been performed as follows.

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

K. Bessho, H. Matsumura, T. Miura, Q. Wang, K. Masumoto,
T. Matsuhiro¹, Y. Nagashima¹, R. Seki¹, T. Takahashi¹, K. Sasa¹, T. Usui¹ and K. Sueki¹
KEK, ¹University of Tsukuba

The concentrations of ³⁶Cl induced in shielding concrete of the various accelerators has been measured by accelerator mass spectrometer system at the University of Tsukuba. For three kinds of accelerator facilities, SF cyclotron (Center for Nuclear Study, the University of Tokyo), 300 MeV electron LINAC (Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University), and 12 GeV proton synchrotron (High Energy Accelerator Research Organization), the depth profiles of ³⁶Cl / ³⁵Cl ratios in concrete samples near the beam lines were measured. The depth profiles of ³⁶Cl / ³⁵Cl are consistent with those of the radioactivity of ¹⁵²Eu and ⁶⁰Co, which are formed by thermal neutron capture reactions. These results imply that ³⁶Cl induced in shielding concrete of these accelerators is mainly produced by thermal neutron capture of ³⁵Cl. The maximum ³⁶Cl / ³⁵Cl ratio of 3x10⁻⁸ (300 MeV electron LINAC, depth of 8 cm) corresponds to the specific radioactivity of 2x10⁻³ Bq/g, which is much smaller than the clearance level of 2 Bq/g.

Presented at the 9th International Conference on Accelerator Mass Spectroscopy (AMS-9), Nagoya, September 9-13, 2002., and the Forth Workshop on Environmental Radioactivity, Tsukuba, March 4-6, 2003.

4.2 Measurement of tritium activity in shielding concrete of various accelerator facilities

Q. Wang, K. Masumoto, H. Matsumura, T. Miura,
KEK,

In order to establish an effective quantitative method for evaluating the tritium activity in activated concrete samples, we tried to develop a heating method with an IR-furnace for rapid tritium

extraction. The heating temperature and time dependence of tritium collection yield has been studied. It was concluded that tritium was collected completely by heating at 800°C for 30 min under Ar-gas flow of 200ml/min by IR furnace, the tritium extraction time just need 1 hour and can be save 3 hours than usual heating method using ordinary electric furnace, and the comparison of tritium collection yield show good agreement with usual heating method using ordinary electric furnace.

By using liquid scintillation counter, we measured the activity of ^3H in activated shielding concrete of three kinds of accelerator facilities, SF cyclotron, 1.3-GeV Electron Synchrotron and 300 MeV Electron LINAC. The maximum radioactivity of ^3H together with ^{60}Co , ^{152}Eu and ^{134}Cs induced by thermal neutron capture reaction were observed at a depth of 10cm, and then decrease exponentially to an extremely low level beyond a depth of 50 cm.

^{152}Eu in concrete activated by thermal neutron capture reaction with a half-life 13.3 year can be measured easily by Ge-detector, and the depth profile of ^{152}Eu is similar to that of tritium. The correlation between tritium activity and ^{152}Eu activity was investigated by measuring many concrete samples for three kinds of accelerators. The results indicate that tritium activity is strongly dependent on the ^{152}Eu activity. So it would also be concluded that the tritium activity in activated shielding concrete can be estimated on the basis of the ^{152}Eu activity.

presented at the 4th workshop on Environmental Radioactivity held at High Energy Accelerator Research Organization (KEK), Tsukuba Mar. 4-6, 2003.

4.3 Evaluation of response of NaI scintillation survey meter using EGS4 code for residual radioactivity survey

Q. Wang, A. Toyoda, K. Eda, K. Masumoto
KEK,

To establish the simple evaluation method using survey meter, we confirmed that the surface dose rate is proportional to the residual radioactivity in activated concrete. Then, we calculated the relationship of the surface dose rate and the residual radioactivity in activated concrete block by EGS4 calculation method.

For the primary focus of this study, the response of NaI survey meter to the concrete radius and thickness were studied by EGS4 code. Results indicated the surface dose rate was saturated when the concrete radius and thickness reach to 40cm and 30cm respectively. The yield contributed to total dose rate from different depth concrete was investigated and results show 62% and 22% from both surface 5cm and a depth of 5-10cm respectively. It clearly appeared that yield contributed to total dose rate from concrete surface is dominant.

Surface dose rate for SF-cyclotron position north-8 and south-9 were studied by using EGS4 code, and compared with results obtained by NaI survey meter. The calculation were in good agreement with the experimental results. So it is proved that EGS4 calculation method is very effective for evaluating the radioactivity induced in concrete block. Moreover, the conversion factor of surface dose rate to surface activity was obtained. By using this conversion factor, we can easily evaluate the radioactivity induced in concrete block from experimental results of NaI survey meter. For our research purpose, the EGS4 method is an effective tool and will be used to make detailed response calculation. How to evaluate residual radioactivity in the activated shielding concrete and determine the radioactive waste is one of important radiation safety issues. The calculation result will assist us to simply evaluate the radioactivity in activated concrete and so reduce the cost of decontamination for decommissioning of an accelerator facility.

Presented at the workshop on Radiation Safety Management held at Osaka University on Dec. 5-6, 2002.

5 Experiments Using Synchrotron Radiation

5.1 Azimuth angle dependence of L_3 x-ray emission following photoelectric effect by linearly polarized photon

Y.Namito¹, S.Ban¹, N.Nariyama² and H.Hirayama¹
¹KEK, ²JASRI

We measured L x-ray intensities from Pb and W using high-purity Ge detectors. The source was a monochromatized synchrotron beam of 14-40 keV and degree of linear polarization of 0.82 to 0.86, directed along the Z-axis and polarization along the Y-axis. Measurements were performed for the directions of the Y- and X-axis. That is, the scattering polar angle was 90° and azimuthal angle was 0° and 90°, relative to the polarization direction. After we corrected for attenuation and scattering in the sample by Monte Carlo calculation, we obtained the L_3 x-ray intensity ratio $R=I(\theta=0^\circ)/I(\theta=90^\circ)$. $R=0.90-0.95$ for L_1 x-ray and $0.98-1.02$ for L_3 x-ray. The statistical error is within 1.5 %. The agreement between the measurement and calculation using Scofield's theory (Phys Rev. A 14 1418(1976)) was good.

Presented at 19th International Conference, X-Ray and Inner-shell Processes, Roma, June 24-28, 2002

5.2 Response of Gafchromic MD-55 Radiatiochromic Film To Synchrotron Radiation

N.Nariyama¹, Y.Namito², S.Ban², H.Hirayama²
¹JASRI, ²KEK

Synchrotron radiation has been increasingly and extensively used for materials science, biology and medical research. For measurement of high dose from the low energy photons, tissue-equivalent dosimeters having linearity in the Gy region are required. In this study, energy and dose responses of double-layer Gafchromic film MD-55 were measured using 10-40 keV monoenergetic photons from synchrotron radiation. The result showed that the energy responses normalized at ⁶⁰Co gamma rays were 0.58-0.59 at 10-20 keV, 0.66 at 30 keV and 0.72 at 40 keV in air. The linearity was confirmed to extend from 2 Gy to 100 Gy.

Published in *Radiat. Prot. Dosimetry*, **100** (2002). 349-352

5.3 Measurement of monochronized synchrotron radiation

Y.Namito¹, S.Ban¹, H.Hirayama¹, N. Nariyama²
¹KEK, ²JASRI

We report our monochronized synchrotron radiation measurement performed at KEK PF-BL14c. Two kind of setup were used. The first setup is a "scattering set up". We performed systematic measurement of scattered photon spectra from various targets. The source photon energy was 20, 30 and 40 keV and degree of linear polarization (P) was 0.87 to 0.89. The intensity of incident photon was monitored by free air ionization chamber, which was calibrated using calorimeter. The sample material and its thickness were C (0.6 mm), Cu (2 mm), Ag (0.5 mm) and Pb (0.5 mm). Sample was contained in a vacuum chamber so that any scattering due to air is prevented. Photons scattered toward 90 degree was measured using two high purity Ge detectors. The energy resolution of the detector was 1%. We also improved EGS4 code regarding low energy photon transport to reproduce the measurement. The major improvements were i) scattering of linearly polarized photon ii) binding effect and Doppler broadening of Compton scattering and iii) emission of L-X ray and Auger

electron. EGS4 calculation was performed to simulate this experiment. The difference of the ratio of measured intensity (M) and calculated intensity (C) and 1 ($=|M/C-1|$) was within a few % for Compton scattering, about 30% for Rayleigh scattering, a few % for K-X ray and major L-X rays (L_α, L_β, L_γ) of Pb, and about 50% for other L-X rays. The agreement of measurement and EGS4 calculation was reasonably good. This measured data may be useful to verify the validity of any radiation transport code for safety analysis purposes. If a thin material (Be 0.08 mm) is used as a target, small amount of photons are scattered and most of the incident photon goes through the target. The ratio of higher harmonic photon is obtained by measuring energy distribution of scattered photons. It is possible to perform irradiation measurement using this transmitted photon because a number, energy and direction of incident photons are clearly known. We performed TLD response measurement using this "irradiation set up". The energy and dose responses of LiF, Li₂B₄O₇, BeO and CaSO₄ TLD were measured.

Presented at the 2nd International Workshop on Radiation Safety at Synchrotron Radiation Sources, October 17-19, 2002, ESRF, Grenoble, France

6. Photospallation productions and secondary particle measurements by high-energy bremsstrahlung and electron irradiation

6.1 Yield measurements of photospallation products at intermediate energies by radiochemical technique

H. Matsumura, T. Aze¹, Y. Oura², H. Kikunaga³, A. Yokoyama³, K. Takamiya⁴, S. Shibata⁴, T. Otsuki⁵, H. Yuki⁵, K. Sakamoto³, H. Haba⁶, K. Washiyama³, H. Nagai¹, and H. Matsuzaki⁷
 KEK, ¹Nihon Univ., ²Tokyo Metropolitan Univ., ³Kanazawa Univ., ⁴KURRI, ⁵LNS, ⁶RIKEN, ⁷the Univ. of Tokyo

In this study the measured yields of photospallation from ¹⁹⁷Au target in irradiation with bremsstrahlung having maximum end-point energies, E₀=200MeV were added to our many accumulated ones from the other targets. The yields were applied to empirical formula of Rudstam which had five unknown parameters, and the charge distributions and the mass yields were obtained. The experimental data were also compared with the results from the PICA3/GEM codes.

Presented at the 46th Symposium on Radiochemistry, Sep. 23-25, 2002, Sapporo, Japan.

6.2 Yield Measurements for ⁷Be and ¹⁰Be Productions from ^{nat}Cu, ^{nat}Ag and ¹⁹⁷Au by Bremsstrahlung Irradiation at E₀ = 200 MeV

H. Matsumura, T. Aze¹, Y. Oura², H. Kikunaga³, A. Yokoyama³, K. Takamiya⁴, S. Shibata⁴, T. Otsuki⁵, H. Yuki⁵, K. Sakamoto³, H. Haba⁶, K. Washiyama³, H. Nagai¹, and H. Matsuzaki⁷
 KEK, ¹Nihon Univ., ²Tokyo Metropolitan Univ., ³Kanazawa Univ., ⁴KURRI, ⁵LNS, ⁶RIKEN, ⁷the Univ. of Tokyo

The yields of ⁷Be and ¹⁰Be produced by bremsstrahlung having a maximum energy (E₀) of 200 MeV in ^{nat}Cu, ^{nat}Ag and ¹⁹⁷Au targets were investigated by the AMS technique at MALT of the University of Tokyo. It was found that the yields at E₀ = 200 MeV were much lower than those at E₀ = 250 MeV, obtained in our previous work. A change in the yields of the fragmentation component in the target-mass dependence was observed at E₀ = 200 MeV when compared with those at E₀ = 250 MeV. However, the ratios of the fragmentation yield of ¹⁰Be to that of ⁷Be remained unchanged throughout the concerned E₀.

Presented at Ninth International Conference on Accelerator Mass Spectrometry (AMS-9), Sep. 9-13, 2002, Nagoya, Japan.

6.3 Measurements of Low-Energy Photo-Neutron Yields from Thick Targets Irradiated by 2 GeV Electrons

Syuichi Ban¹, Toshiya Sanami¹, Hee-Seock Lee² and Tatsuhiko Sato³
¹ KEK, ² Pohang Accelerator Laboratory, ³ Japan Atomic Energy Research Institute

The photo-neutron energy spectra were measured when 2 GeV electrons were incident on thick targets using the time-of-flight method. The neutron yields for 90 degrees from 10-radiation-length thick Cu, Sn and Pb were obtained. The measurable neutron energy was between 2 MeV and 400 MeV. The conventional neutron-gamma discrimination technique was tried for a liquid scintillator in the pulsed radiation from the Linac.

Presented at The First Asian and Oceanic Congress for Radiation Protection(AOCP-1), October 20-24 (2002) Seoul, Korea

6.4 Energy Spectrum of Secondary Charged Particles from Al, Cu and W Bombarded with 2 GeV Electrons

Toshiya Sanami¹, Syuichi Ban¹, Kazutoshi Takahashi¹, Hee-Seock Lee², Tatsuhiko Sato³
¹ KEK, ² Pohang Accelerator Laboratory, ³ Japan Atomic Energy Research Institute

Energy spectrum of secondary charged particles from Al, Cu and W plate bombarded with 2 GeV electrons were measured at the injection Linac in Pohang Light Source, POSTECH. The detector was a counter telescope consisted of two ΔE NE102 scintillators and one E Pilot-U scintillator to eliminate neutron and γ events by using three detector coincidence, identify particles by ΔE -E method and determine particle energy by time-of-flight (TOF) method. Signals from these scintillators were processed to TOFs and pulse heights by using a current time of flight (CTOF) method since the experimental condition allowed the incidence of more than one particle per one electron beam bunch. The energy spectrum of protons and deuterons for each samples were obtained from 50 MeV to 300 MeV and from 60 MeV to 250 MeV, respectively.

Presented at The First Asian and Oceanic Congress for Radiation Protection(AOCP-1), October 20-24 (2002) Seoul, Korea

6.5 Application of CTOF Method for High Count-rate Experiment

K. Takahashi¹, T. Sanami¹, S. Ban¹ and M. Takada²
¹ KEK, ² National Institute of Radiological Sciences

We previously applied CTOF (Current Time-of-Flight) method using the digital-oscilloscope to measure the secondary charged particle from the targets irradiated by high-energy electrons at Pohang Accelerator Laboratory. We improved the instruments and the transmission program of the CTOF method, and used for the pulse-shape discrimination in the neutron measurements by NE213 scintillators at the National Institute of Radiological Sciences, HIMAC.

Presented at the Midyear Meeting of Atomic Energy Society of Japan, September 14-16, Iwaki Meisei University

6.6 Measurements of secondary neutrons from thick targets bombarded by electrons at PAL

S. Ban¹, T. Sanami¹, K. Takahashi¹, H.S. Lee², T. Sato³, ⁴ K. Shin
¹ KEK, ² Pohang Accelerator Lab., ³ JAERI, ⁴ Kyoto Univ.

Secondary neutron yields toward 90-degrees were measured using TOF method when 2 GeV electrons from the Linac were injected to thick targets.

Presented at the Annual Meeting of Atomic Energy Society of Japan, March 27-29 (2003) Sasebo

7. Positron Annihilation and Positronium Chemistry

7.1 Positron annihilation study of hyper-cross-linked polystyrene networks

V. Shantarovich, V.A. Davankov, A.V. Pastukhov, M.P. Tsyurupa,
T. Suzuki¹, C.Q. He¹, K. Kondo¹, and Y. Ito²

Semenov-Institute of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, ¹KEK, ²University of Tokyo

Hypercrosslinked polystyrene sorbents with various degree of cross-linking ranging from 25 to over 100 % were studied using positron annihilation lifetime (PAL) spectroscopy. Long-lived components of the lifetime distribution of positron annihilation, ortho-positronium (o-Ps) lifetimes, give information on the effective size of elementary free volumes (unoccupied spaces), responsible for the properties of sorbents. Experiments were carried out in vacuum, in air and also in oxygen and nitrogen. Narrow size distribution of elementary free volumes having radius of about 1.5 nm and concentration estimated as $\sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, were found in the samples with cross-linking higher than 40 %. Some of hypercrosslinked samples gave positronium lifetime $\tau_5 > 50 \text{ ns}$, which is the highest value ever measured for organic polymer compounds. Positronium quenching (shortening of o-Ps lifetime) due to Ps exchange interaction with oxygen, dissolved in sorbents, gave information about the character of distribution of elementary free volumes in polymers.

Published in *Macromolecules* **35**(2002)9723-9729

7.2 Molecular motions at low temperature observed by positron annihilation

C.Q. He, T. Suzuki, K. Kondo, L. Ma¹, M. Matsuo¹, V. Shantarovich², and Y. Ito³
KEK, ¹Nara Women's University, ²Semenov-Institute of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, ³University of Tokyo

Positron annihilation lifetime spectroscopy (PALS) was applied to low-density polyethylene (LDPE) and ethylenemethylmethacrylate (EMMA) copolymers with various MMA contents. The experiments were conducted in the dark as well as under visible light condition. In the dark at a low temperature of about 30 K, the o-Ps intensity was observed to increase with the elapsed time, and the increasing rate depended on the MMA content. After being kept for a long time at low temperature, the sample temperature was increased. The o-Ps intensity and its lifetime were found to change as a function of temperature. In the light, no significant change was found for the o-Ps intensity below the glass transition temperature. However, a dramatic variation of the o-Ps intensity was found to correspond to a change of its lifetime in the dark. The observations showed that not only the variation of the o-Ps lifetime could be related to the structural change and molecular motions of polymers, but also the change of the o-Ps intensity, particularly at low temperature in the dark, could be related to the activation of molecular motions. The results indicated that PALS could be used as a novel probe for molecular motions at low temperature.

Published in *Physics Letters A* **304** (2002) 49-53

8. Slow Positron Beam for Positron and Positronium Chemistry

8.1 Free-volume near the polymer surface studied by positron annihilation using short-pulsed slow positron beam

K. Takashi, S. Haruaki, C.Q. He¹, T. Suzuki¹
Hitachi Chemical Industries, ¹KEK

A part of positrons injected into polymers form positronium (Ps) after losing their energy through interactions with atoms and molecules. Positron annihilation lifetime spectroscopy (PALS) is capable of determining size, its distribution, fraction and an isotropic structure of inter-molecular holes in polymers. We measured Ps lifetime and intensity in polymers using a short-pulsed slow positron beam system. In this system, we can measure Ps lifetime in polymer near the surface by changing the injection energies of positron. This measurement has been widely used in the metal. In the polymer, it has been used for a simple structure of the thermoplastics resin and the thermosetting resins. In this report, we investigated the phenol-cured epoxy system, which is used as a standard product in the polymer engineering. The result suggested that this polymer had the graded structure at near the surface, and the properties near the surface differed from the bulk properties.

Published in Network Polymer **23**,24-31 (in Japanese)

8.2 Development on a Pulsed Slow Positron Beam and Bunching Signal Wave Form

C.Q. HE, T. Suzuki, K. Kondo, H. Kobayahi, E. Hamada¹, and Y. Ito²
KEK, ¹Inst. of Environmental Sciences, ²Tokyo University

Slow positron beam is a useful probe to analyze thin films and thin coating films on metals, which are extensively used in IC industries. For this purpose, a pulsed slow-positron beam has been constructed for application to polymer films. A new setup of the moderator system and a new design for the bunching signal waveform is introduced. The results show that such kind moderator appears to be a good moderator, and that new waveform for bunching is very practical. Current pulsed slow positron can be used characterize polymer films or porous thin films.

Presented partially at the symposium of Radiation Detectors and their Uses (KEK 2002) and submitted to NIM (2003)

9. Space Radiation Dosimetry

9.1 Responses for heavy ions of TLD-MSO and CR-39 used for space-radiation dosimetry in ISS biological experiments

H. Tawara^{1,2}, M. Masukawa², A. Nagamatsu², H. Kumagai³ and N. Yasuda⁴
¹KEK, ²NASDA, ³AES, ⁴NIRS

The responses of CR-39 PNTDs and TLD-MSOs (Mg₂SiO₄:Tb) have been studied systematically with heavy ions of several hundred MeV/n from the HIMAC accelerator*. In this year, we investigated the aging and fading effects in the sensitivity of CR-39 and TLD-MSO up to six months and the dose response of TLD-MSO up to 2 Gy. The experimental data will be applied for space radiation dosimetry in the ISS. *Research project with heavy Ions at NIRS-HIMAC.

Published in 2002 Annual Report of the Research Project with Heavy Ions at NIRS-HIMAC, 2003.

9.2 Space-radiation dosimetry using CR-39 and TLD integrating dosimeters

H. Tawara^{1,2}, M. Masukawa² and A. Nagamatsu²
¹KEK, ²NASDA

Since the dose levels in space are significantly higher than those on the ground, accurate dosimetric measurements have strongly been required for the radiation protection of astronauts and cosmonauts engaged in long-term space flights. Passive dosimeters such as TLDs and nuclear track detectors have frequently been employed from the beginning of the history of the manned space flights. CR-39 plastic is currently the most common passive detector for measuring LET distributions of heavy-charged particles in space radiation fields. Although CR-39 and TLDs are integrating types, they are still promising as space radiation dosimeters. The combination of data from both detectors allows us to estimate total radiation doses over an extremely wide LET range of the order from 10^{-1} to 10^4 keV/ μ m. We compare the dosimetric results from CR-39/TLD aboard STS-84 and STS-91 to those from RRRD-III to discuss the accuracy of the dose measurements. We emphasize that the measurement of short-range high-LET particles consisting of lower-energy trapped protons and nuclear fragments by CR-39 is quite important for improving the accuracy.

Published in Ionizing Radiation, Vol.28, No.2, 181-194 (2002) in Japanese.

9.3 Development of a Passive Dosimeter for Life Science Experiments in Space (PADLES) in NASDA

A. Nagamatsu¹, S. Kamigaichi¹, M. Masukawa¹, H. Tawara^{1,2}, T. Hayashi³, H. Kumagai⁴,
M. Masaki⁴, H. Yasuda⁵ and N. Yasuda⁵
¹NASDA, ²KEK, ³Waseda Univ., ⁴AES, ⁵NIRS

Biological damage in space arises from the interactions of high-energy heavy-charged particles, ranging from protons to iron nuclei, with DNA, cells and tissues. Investigating biological effects due to space radiation and micro-gravity thus requires precise measurements of space radiation. The Passive Dosimeter for Life science Experiments in Space (PADLES) analysis system has therefore been developed by NASDA space utilization research center for supporting life science experiments aboard ISS. PADLESs located by biological samples consists of thermoluminescent dosimeters (TLD-MSO) and plastic nuclear track detectors (CR-39). TLDs are used for estimating the absorbed dose in the LET region below 10 keV/ μ m. CR-39 is used for measuring LET distributions of heavy-charged particles in the LET region above 10 keV/ μ m. By combining the TLD and CR-39 data, we can obtain the absorbed dose and dose equivalent in the entire LET region. PADLESs with the biological samples are to be stored at various temperatures from -80°C to 37°C for up to six months inside the Cell Biology Experiment Facility (CBEF) and the Minus Eighty degree Celsius Laboratory Freezer for the International space station (MELFI) on JEM. Intensive ground testing of PADLES has been conducted with heavy ion beams from HIMAC in NIRS*. In this workshop, we report the following results obtained from the ground tests.

- (1) the dose response of TLD-MSO is linear up to 2 Gy-water for 160MeV-protons and ^{60}Co - rays.
- (2) the TL efficiency of TLD-MSO decreases with increasing LET above approximately 10 keV/ μ m.
- (3) the fading tendency of TLD-MSO depends on the storage temperature.
- (4) the calibration curves of CR-39 are obtained at various incident angles of the heavy ions from 10° to 90° .

From May 2001 to November 2002, we loaded PADLESs onto the ISS Russian service module for investigating space radiation effects on the high-definition television camera CCD with. (*Research project with Heavy Ions at NIRS-HIMAC)

Presented at The 7th WRIMSS WS (Workshops on Radiation Monitoring for the International Space Station) , IPSN, Paris, France, 2-4 September 2002.

9.4 Dose Equivalents inside the MIR Space Station measured by combination of CR-39 plates and TLDs and their comparison with those on Space Shuttle STS-79, -84 and -91 missions

T. Doke^{1,2}, T. Hayashi², J. Kikuchi², S. Nagaoka³, T. Nakano¹, S. Takahashi¹, H. Tawara⁴, K. Terasawa²
¹NASDA, ²Waseda Univ., ³Fujita-Gakuen Health Univ., ⁴KEK

In 1997, four dosimeter packages, each of which contains two CR-39 plates and 18 TLDs (Mg₂SiO₄:Tb), were placed inside the MIR Space Station and flew on an orbit with an inclination angle of 51.6° and an altitude of approximately 400 km for 40 days. We estimated absorbed doses, dose equivalents and effective quality factors during the flight by combining CR-39 data and TLD data. We then compared these results to those obtained with the same analysis method from the dosimeter packages on board Space Shuttle missions STS-79, -84 and -91 that flew along the same orbit. Finally, the differences between our results and those obtained by another group using passive dosimeters on the MIR are discussed.

Published in Radiation Measurements, **35**, No.2, 505-510 (2002).

9.5 Target fragmentations induced by high-energy protons in CR-39 plastic

H. Tawara^{1,2}, M. Masukawa², A. Nagamatsu², H. Kumagai³, N. Yasuda⁴, N. Yoshizawa⁵, E.R.Benton⁶
¹KEK, ²NASDA, ³AES, ⁴NIRS, ⁵Mitsubishi Research Institute, ⁶ERIL Research

In space radiation dosimetry, CR-39 plastic has been utilized for measuring LET distributions of particle fluxes exceeding about 5 keV/μm in water equivalent. High energy protons are not detected by CR-39 because of their low LET, however, they dominate particle fluxes and absorbed doses during manned space flights on ISS and Space shuttles in a low earth orbit (~300-600km in altitude). Recent studies of space radiation dosimetry have pointed out the importance of proton-induced target fragmentations in dose equivalent. The LET distribution measured from a NASDA passive dosimeter package (CR-39 and TLD-MSO) aboard the Space Shuttle mission STS-95 (574km, 28.45°) proved that proton-induced target fragments are a main contributor to particle fluxes in the LET region above 100 keV/μm on a low-inclination and high-altitude orbit. We investigated the proton-induced target fragmentations inside the CR-39 plastic (C₁₂H₁₈O₇) using a HETC-3step code. The energy, Z and A of the proton-induced target fragments were scored as a function of depth of CR-39 plastic for incident proton energies of 20 MeV, 160 MeV and 1GeV. The results from the calculation indicated that alpha particles from the target fragmentations are significant both in an absorbed dose and a dose equivalent inside CR-39 which is a low-Z material similar to tissue.

Presented at The 18th Solid Nuclear Track Detector Workshops, Kinki Univ., Higashi Osaka, Japan, 11-12 March 2003.

10. Study on Activation Analysis of Light Elements Using Accelerator

10.1 Charged Particle Activation Analysis of Nitrogen in Silicon

K. Masumoto, T. Nozaki¹, Y. Minai², H. Yagi³
KEK, ¹Purex Co. Ltd., ²Musashi Univ., ³Sumiju Shiken Kensa Co. Ltd.

Evaluation of trace amount of nitrogen in silicon has been important for the quality control of silicon semiconductors. According to the request of the working group on "Standardization of nitrogen analysis of silicon semiconductor" of JEITA, we have started to this standardization study by CPAA.

We tried to use a cyclotron of the Nishina Memorial Cyclotron Center(NMCC), JRIA, for CPAA of nitrogen. Nitrogen in silicon samples can be determined by using the $^{14}\text{N}(p, \gamma)^{11}\text{C}$ reaction. Incident energy of proton was set on 10 or 15 MeV and beam current was 1 to 5 μA . A new irradiation chamber for activation analysis was set on the beam exit window of the cyclotron. After irradiation for 20 min., sample was dissolved with NaOH and oxidized with KMnO_4 . Radioactive carbon was separated as ^{11}C O_2 gas adding drops of H_2SO_4 and collected in LiOH solution. Precipitation of LiCO_3 was collected and ^{11}C activity was measured with a coincidence counting system using a couple of BGO scintillation detector. Several nitrogen contents of CZ and FZ silicon samples were determined. The detection limit was 10^{-14} atoms/ cm^3 .

Presented partly at the 49th Conf. JSPS and 49th Symp. on Radiochemistry

10.2 Photon Activation Analysis of Carbon and Nitrogen

K. Masumoto, Ohtsuki¹, K. Shikano²
KEK, ¹Tohoku Univ., ²NTT

Trace impurities of carbon in iron and glass samples were analyzed by using the $^{12}\text{C}(\gamma, n)^{11}\text{C}$. Samples were irradiated by 30-MeV bremsstrahlung of 120 μA 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 colums containing grass-wool coated with Co_2O_3 and ascarite, respectively. The radioactivity of each colum was mmeasured with a couple of BGO-detector. Suitable separation and detection conditions have been studied.

11. Absolute Scintillation Yields in Solid Scintillators and in High Pressure Rare Gases

11.1 Absolute Scintillation Yields of Inorganic Scintillation Crystals and The Factors Affecting Their Resolutions.

S.Sasaki, H.Tawara, K.Saito, M.Miyajima¹ and E.Shibamura²
KEK
The Graduate University of Advanced Studies¹
Faculty of Engineering, Fukui University¹
College of Health Science, Saitama Prefectural University²

W_s is defined as N_p/E , where N_p is the number of scintillation photons produced in the crystal for the gamma ray with an energy of E to express the absolute scintillation efficiency of a scintillator. N_p is given by the relation: $N_{pe} = N_p \times F_c \times Q_e$, where N_{pe} is the number of photoelectrons from the photocathode of a PMT, F_c the fraction of photons collected at the photocathode, and Q_e the quantum efficiency of the photocathode. N_{pe} can be measured precisely by operating the PMT as a photodiode and using the preamplifier calibrated in terms of absolute charge numbers. Q_e can be measured independently as a function of wavelength. F_c is evaluated by calculating the number of photons from the energy deposition using the electron response function in the crystal with the EGS4 code and by simulating the following photon transport inside the crystal using another Monte-Calro code (SPC3) incorporated into the EGS4 code (EGS4/SPC3).

In the system of the crystal coupled to the PMT, scintillation photons are incident on the PMT window with various impinging angles. A part of photons are reflected at the PMT window return to the crystal and come again to the window after reflection. For the accurate evaluation of the photon-photoelectron conversion at the photocathode, it is necessary to know intrinsic quantum efficiency as a function of incident angle of photons, which does not include the effects due to the reflection at the PMT window surface. For this purpose, we firstly measured the gross reflectivity of the PMT window (reflectivity at surfaces of both the PMT window and the photocathode) in an

integration sphere as functions of angle and wavelength of the incident monochromatic light using an absolute reflectometer (Shimazu, MPC2200+UV2400). We also measured relatively the intrinsic quantum efficiency (the photon-electron conversion efficiency at the photocathode) as a function of incident angle using a light guide with a cross section of hemi-regular-polygon of acrylic and collimated lights from RGB LED.

Presented partly *at the 17th workshop on Radiation Detectors and Their Uses in KEK.*

11.2 Scintillation Efficiency of Solid Scintillators for High Energy Particles

S.Sasaki, T.Sanami, H.Tawara and M.Takada¹
KEK, National Institute of Radiological Sciences¹

We have a program to survey scintillation efficiency of solid scintillators (inorganic scintillation crystals and plastic scintillators) for energetic charged particles using beams from the Cyclotron in the National Institute of Radiological Sciences, in order to investigate its dependence of particle energies and species. The scintillation efficiency has been believed to be strongly dependent of particle energies and species, but there exist few reports related to this problem.

Published partly in *NIRS-M-160 (2002).*

11.3 Absolute Number of Scintillation Photons Emitted by Alpha-particles in Rare Gases

K.Saito, S.Sasaki, T.Sanami, H.Tawara, and E.Shibamura¹
KEK
College of Health Science, Saitama Prefectural University¹

In order to determine absolute scintillation yields due to alpha particles in high-pressure rare gases, the number of scintillation photons N_p was measured using a vacuum-ultra-violet (VUV)-sensitive photodiode with spectral quantum efficiency $q_e(\lambda)$ measured as a function of wavelength λ . The number of photoelectrons from the photocathode N_{pe} was measured absolutely using a charge-sensitive preamplifier calibrated with respect to charge number. The collection efficiency for scintillation photons F_{ce} at the photocathode was determined from the solid angle subtended by the photocathode at a scintillation point under the condition that there are no photons reflected off the surrounding walls. N_p was determined from $N_p = N_{pe}/(Q_e F_{ce})$, where Q_e is the average quantum efficiency calculated from $q_e(\lambda)$ and a relative intensity $I(\lambda)$ of scintillation in rare gases. We measured the luminescence spectra using a VUV monochromator of known efficiency in order to obtain $I(\lambda)$. Measurements were performed in gaseous argon, krypton and xenon in the pressure range from 1.01×10^5 Pa to 1.01×10^6 Pa. N_p in xenon at 1.01×10^5 Pa is 1.53×10^5 for 5.49 MeV alpha particles.

Published in *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, **49**, No.4 pp.1674-1680(2002).

11.4 Simultaneous Measurements of Absolute Numbers of Electrons and Scintillation Photons Produced by 5.49 MeV Alpha Particles in Rare Gases

K.Saito, S.Sasaki, T.Sanami, H.Tawara, and E.Shibamura¹
KEK
College of Health Science, Saitama Prefectural University¹

In order to understand the energy balance of ionizing radiations absorbed in rare gases, the absolute numbers of scintillation photons produced by 5.49 MeV alpha particles and the absolute numbers of electrons in argon, krypton and xenon in the gas pressure range from 1.01×10^5 Pa to 1.01×10^6 Pa

were measured simultaneously. The ratio of the number of excited atoms to the number of ionized atoms, N_{ex}/N_i , is an important quantity for understanding the energy pathway of the absorbed radiation energy and was found to be 0.52, 0.55 and 0.61 in argon, krypton and xenon, respectively. This was determined by measuring the scintillation photons originating from the excited atoms and the ionization yields. The absolute scintillation yield was estimated from the value of W_s , which is defined as the average energy necessary to produce one photon. The minimum value of W_s in the case that the total ion pairs recombined was 17.5 eV, 15.5 eV and 13.0 eV in argon, krypton and xenon, respectively. From the relation between the numbers of electrons prevented from the recombination to ions and the numbers of scintillation photons, it was proved experimentally that one scintillation photon was emitted from one recombination process of the ion pair. This means that an excited molecule caused by three-body collisions is not de-excited without emitting a scintillation photon in the vacuum ultraviolet region.

To be published in *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, (KEK-Preprint 2002-144).

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

S.Sasaki, T.Sanami, H.Tawara, K.Iijima, K.Saito, N.Yasuda¹ and A.Fukumura¹
KEK, National Institute of Radiological Sciences¹

In order to determine W , the average energy to produce an ion pair, for heavy particles from accelerators and to investigate its dependence of particle energies and species, an apparatus was newly designed and constructed. The apparatus consists of a gridded ionization chamber with a segmented collector, an energy degrader to reduce the particle energy, a purifier for rare gases, a time-of-flight (TOF) system to measure the energy of ions incident to the apparatus, and a Si detector to monitor the energy of ions. The performance was examined by measuring the number of electrons produced in Ar by He, C and Ne ions from HIMAC in the National Institute of Radiological Sciences.

In the charged particle radiation therapy, it is very important to know an exact energy deposition in target materials. The value of W plays an important role in determining the amounts of the deposited energy using the cavity theory. The value of W for heavy particles, however, has not been measured systematically, though W is believed to show strong dependence of the species and the energies of projectile particles. The very few data of W for heavy charged particles are available at present. The aims of this study are to measure W for heavy particles in several gases and to present the precise data of W .

Presented partly at the 63th Conference of the Japan Society of Applied Physics in Niigata, the 50th Spring Meeting of the Japan Society of Applied Physics in Kanagawa, and the 2002 Annual User's Meeting of HIMAC in Chiba.

13. Resonance Ionization Spectroscopy (RIS) by Lasers

S.Sasaki, K.Saito, and H.Tawara
KEK

Continuous developments of the method of Resonance Ionization Spectroscopy (RIS) by lasers have been performed in order to realize quantitative measurements of ultra-trace amounts of isotopes contaminated in gaseous, liquid and solid samples. Two major works related this study are currently made. One is the development of an absolute time-of-flight mass spectrometer equipped with the lasers for RIS (RIS-TOFMS) and the other is the development of calibration methods of trace amount of isotopes using a pulsed ion-gun system. We plan to extensively apply this method to the fields in radiation physics, nuclear physics, radiation chemistry, radiation detection and so on.

14. Deep-Penetration Calculation for the ISIS Target Station Shielding Using the MARS Monte Carlo Code

T. Nunomiya¹, N. Nakao, H. Iwase¹, T. Nakamura¹
KEK, ¹Tohoku Univ.,

A calculation of neutron penetration through a thick shield was performed with a three-dimensional multiplayer technique using the MARS14(02) Monte Carlo code to compare with the experimental shielding data in 1998 at the ISIS spallation neutron source facility. In this calculation, secondary particles from a tantalum target bombarded by 800-MeV protons were transmitted through a bulk shield of approximately 3-m-thick iron and 1-m-thick concrete. The energy spectra of neutrons behind the very thick shield were calculated down to the thermal energy with good statistics, and typically agree well within a factor of two with the experimental data over a broad energy range. The $^{12}\text{C}(n,2n)^{11}\text{C}$ reaction rates behind the bulk shield were also calculated, which agree with the experimental data typically within 60%. These results are quite impressive in calculation accuracy for deep-penetration problem.

Published in *KEK-Report2002-12*, (March 2003).

15. Fundamental Studies of Tritium Separation Using Polyimide Membrane and Its Application for Tritium Monitors in Accelerator Facilities

S.Sasaki, M.Akahori¹, E.Tega¹, K.Okuno¹, T.Suzuki and K.Kondo
KEK, Faculty of Science, Shizuoka University¹

Possibility of a real-time tritium monitoring in high-energy accelerator facilities is examined using a polyimide hollow-filament type membrane module. Enrichment characteristics for hydrogen isotopes in nitrogen and water in dry-air were measured extensively, and a computer simulation was also performed. The experimental results showed that the polyimide membrane module could enrich significantly hydrogen isotopes and water vapor from nitrogen and dry air. It is concluded from these experimental results that using the membrane module could be useful for the real-time tritium monitoring.

Published in *Fusion Science and Technology*, **41** (2002) 663.

16. A measurement of refractive index of liquid xenon

S.Nakamura¹, S.Oda¹, T.Kusakabe¹, H.Tawara², Y.Hashimoto¹, T.Haruyama², T.Fukuda¹ and
XMASS Collaboration.
¹Yokohama Nat'l Univ., ²KEK

The refractive index of liquid xenon for UVU light from a Xe excimer lamp has been measured with a fused silica prism cell. The peak wavelength of the Xe excimer lamp is close to the intrinsic scintillation light from liquid xenon (~175 nm). Two different groups reported so far the refractive indexes of 1.57 and 1.72 respectively. The measured refractive index was intermediate value in the present study.

Presented partly at the 58th JPS Annual Meeting, Tohoku Univ., Japan, 28-31 March, 2003.

17. Measurements of Electric X-rays Following Atomic Capture of Negative Pions

K. Ninomiya¹, A. Shinohara¹, W. Sato¹, Y. Kasamatsu¹, M. Shigekawa¹, Y. Tani¹, M. Yatsukawa¹, H.

Hasegawa¹, M. Iwasaki¹, K. Takamiya², K. Sueki³, T. Miura, H. Matsumura, A. Yokoyama⁴, Y. Hamajima⁴, H. Kikunaga⁴, and N. Kinoshita⁴
¹Osaka Univ., ²KURRI, ³the Univ. of Tsukuba, KEK, ⁴Kanazawa Univ.

The purpose of this study is a further understanding of the mechanism of the pion capture and pion transfer processes. The experiments were performed at the $\pi\mu$ channel of EP2 beam-line at KEK. The electronic and pionic X rays which were emitted from the target during pion irradiation were measured. When a pion was captured on an atom with the atomic number Z, the electronic X rays for Z-1 atoms were observed due to the shielding effect of nuclear charge by a captured pion. It was found that the energy of the K α X-ray emitted from a pionic atom with the atomic number Z is higher than the Z-1 atom, and the energy difference between the pionic atom and Z-1 atom decreases with an increase of Z.

18. Development of ³⁶Cl-AMS at MALT

T. Aze¹, M. Fujimura¹, M. Noguchi¹, H. Matsumura, H. Nagai¹, H. Matsuzaki¹
¹Nihon Univ., KEK

We reported the current status of ³⁶Cl-AMS at MALT (Micro Analysis Laboratory, Tandem Accelerator), the University of Tokyo. Since the maximum acceleration voltage of the tandem accelerator of MALT is 5MV, energy of the accelerated ³⁶Cl ions is not high enough to identify the isobar ³⁶S. Therefore, we used the GFM (gas filled magnet) to separate ³⁶Cl and ³⁶S. The GFM can separate the ³⁶Cl and ³⁶S ions spatially, and the ³⁶S has decreased by 1/1000. By measuring the energy loss and the residual energy of the ions in the ³⁶Cl region with a gas counter, the interference of ³⁶S ions has decreased further. The reproducibility in the replicated the measurements were about 10% and the sensitivity for ³⁶Cl/Cl ratio was about 10⁻¹³.

Presented at the 46th Symposium on Radiochemistry, Sep. 23-25, 2002, Sapporo, Japan.

19. The EGS4 Workshop, Class and User Support

19.1 The EGS short course

H.Hirayama, Y.Namito

Two EGS4 short courses were held.
At KEK, as the parts of the 10-th EGS4 Users' Meeting in Japan.
At Kumamoto Univ.

19.2 User support concerning EGS4

H.Hirayama, Y.Namito

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.

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、それ以外の事も純粹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	平山 英夫、伴 秀一(9月1日から)

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 (PSエネセンを含む)	沼尻 正晴 穂積 憲一 穂積 憲一	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当
第2区域 PS実験施設	三浦 太一 穂積 憲一 高原 伸一	管理区域責任者 管理区域業務担当 管理区域業務担当
第3区域 中性子中間子研究施設	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 放射光研究施設 (BL27を除く) 電子陽電子入射器	伴 秀一 高橋 一智 佐波 俊哉 高橋 一智	管理区域責任者 管理区域業務担当 管理区域責任者 管理区域副責任者
放射光アイソトープ実験施設 (BL-27)	伴 秀一 飯島 和彦	管理区域責任者 管理区域業務担当
第5区域 KEKB施設	依 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
BTライン 大強度放射光施設	佐波 俊哉 伊藤 寛 中村 一	管理区域責任者 管理区域責任者 管理区域副責任者
アセンブリホール	波戸 芳仁 豊田 晃弘	管理区域責任者 管理区域業務担当
第6区域	中尾 徳晶 豊田 晃弘	管理区域責任者 管理区域業務担当
第7区域 RI実験施設・放射化物加工棟 放射性廃棄物第2・3・4保管棟 電子陽電子放射性排水処理施設 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	梶本 和義 沼尻 正晴 豊田 晃弘	管理区域責任者 管理区域副責任者 管理区域業務担当

1.2 放射線業務分担

管理事務 (事務管理) (区域立入記録) (内部被曝) (従事者登録)	平山 英夫 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, 波戸 芳仁 中尾 徳晶
放射性物質等 (密封RI・核燃) (非密封RI) (環境放射能) (チェックソース)	平山 英夫 榎本 和義, 松村 宏 三浦太一, 高原伸一 伊藤 寛
放射線モニター	佐々木 慎一, 飯島 和彦 佐波 俊哉, 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)	三浦 太一 豊田 晃弘 高橋 一智
サーベイメータ等 (ゲートモニター等) (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 高橋 一智
線量計等 (個人線量計) (TLD)	伴 秀一 俵 裕子 中村 一
機構長の指定する発生装置	俵 裕子 中尾 徳晶 佐波 俊哉
教育	柴田 徳思, 海老原 寛 鈴木 健訓, 伴 秀一 俵 裕子

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た。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。

- 1)川久保、沼尻、佐波、PS トンネル内の放射線被曝線量測定、加速器報告書 ASN-461 Aug. 7, 2002
- 2)佐波、中村(一)、沼尻、中尾、川久保、KEK-PS トンネル内に於ける高エネルギー放射線場の線量測定法の開発、加速器報告書 SR-538 Jun.28, 2002
- 3)佐波、中村(一)、沼尻、川久保、KEK-PS トンネル内に於ける高エネルギー放射線場の線量測定法の開発、加速器報告書 SR-547 Dec.16, 2002

2.1.2 第2区域

1. 放射線取扱施設使用変更承認資料作成

東カウンターホールにおける150MeV FFAGシンクロトロン新設

加速器の開発を行うために、入射器であるサイクロトロン及び陽子を最大エネルギー150MeVまで加速する150MeV FFAGシンクロトロンからなる加速器を、新に東カウンターホール内に建設するFFAG加速器室に新設するための申請を行った。また同時に東カウンターホールで使用の許可を得ていた密封された放射性同位元素の内一部について使用を廃止した。

KEK Internal 2003-12 三浦太一、平山英夫、鈴木健訓、豊田晃弘、高原伸一、森 義治、町田慎二、横井武一郎、中野 譲、中村健蔵、佐藤任弘、高崎 稔、田中万博、家入正治、山田善一、野海博之、里 嘉典、高橋 仁、鈴木善尋、加藤洋二、山野井豊、皆川道文、草野恵理奈、上利恵三、”東カウンターホールにおけるEP2ビームライン室及び150MeV FFAGシンクロトロンの概要とその放射線安全対策”

2. 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は、年2回以上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することが求められている。しかしながら岐阜県神岡町のニュートリノ観測装置の故障に伴い、ニュートリノビームラインの運転は、2001年秋から2002年末まで行われていない。従ってこの間土壌中の放射能濃度は、各核種の半減期に従い減衰しているため、地下水中の放射能のみ測定し、文部科学省等へ報告した。今年度は、まず昨年度12月に採水(運転開始後5回目の採取)した地下水試料の測定を行った。地下水からは、加速器起源の放射能は検出されず、この結果は、本年10月に文部科学省等に報告した。次に本年度7月に再び地下水のみ採水(運転開始後6回目の採取)し、測定を行った。22本の井戸の内、1本でトリチウム濃度の上昇がみられたが、評価値に比べると1/10以下であり、申請時の評価は十分安全なものだといえる。この結果については、2003年4月に文科省等へ報告予定である。また今年度12月末からニュートリノビームラインの運転が再開されたため、土壌については運転開始前の11月に、また地下水については運転開始後の3月に採取した。放射能濃度を測定中であるが、土壌に関しては1年半の運転停止中各核種の半減期に従い減衰していることが確認されている。

RAD-D-02/5 三浦 ”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の放射能濃度測定結果報告書”

2.1.3 第3区域

- ・ 中性子中間子研究施設・中間子科学研究施設、中性子科学研究施設および陽子ビーム利用実験棟における放射線安全対策の策定、及び放射線管理の実施
- ・ 中性子中間子研究施設・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
- ・ 変更承認申請の作成
中性子中間子研究施設・中性子科学研究施設における緊急脱出口設定に関する放射線安全対策

2.1.4 第4区域

放射光アイソトープ実験施設で、密封された²³⁷Np (3.7 MBq 以下)の XAFS 測定試料の使用に関する検討を行った。Np-237 密封試料は厚さ 1.5, 3 mm のポリエチレン板に2重に密封して、樹脂で固め更に密封試験を行った後、カプトン膜窓付きのフランジ内に固定してから KEK に持ち込まれ、アクチノイド用チェンバー納める。

PF-AR 実験ホールと PF での共同利用者の入域手続き・安全教育・線量計を統一化する検討を行った。PF-AR 実験ホールへの入域手続きを、PF 光源棟入口の監視員室で行なうこととした。

テストリニアックの遮蔽の変更申請と、それに伴う放射線安全技術センターによる施設検査を行った。

更に光源棟に係る以下の申請を行った。放射光アイソトープ実験施設の管理区域の北端境界に設けてある出入口と柵の一部を 2 m 内側に移動し、管理区域を縮小する。

放射光研究施設光源棟および放射光アイソトープ実験施設で、密封された放射性同位元素の一部の核種の使用を廃止する。密封された放射性同位元素の一部を貯蔵能力に追加する。放射光アイソトープ実験施設の排気設備の更新に伴い、排気能力を変更する。

2.1.5 第5区域

KEKB 関連

KEKB ファクトリーの電流を増強するという計画が持ち上がり、これに伴い空間線量率、空気中・冷却水中放射能濃度がどの程度増加するか、管理区域や遮へい増強の必要が生じるか、現状の遮へいでどの程度までなら電流増強が行えるか等の調査・検討を行った。

KEKB ファクトリーに関する地上部管理区域境界はルクセルバッジなどの積算型線量計による2ヶ月連続測定ではBG(検出限界以下)であることがわかっている。また、空気中・冷却水中放射能濃度も問題となる箇所はない。まず、現状の遮へい能力のままスケールアップするとどの程度電流増強が可能かの検討を行った(RAD-S/2002-41)。最も厳しいのは筑波実験棟実験フロアで、ここでは運転中明らかな空間線量率の上昇が見られる。遮へい増強が可能かどうか線源を突き止めるための中性子・光子線量のサーベイを行った。結論として、直線部架橋及び門型シールド全体が線源となっており局所的な漏洩が原因ではないことが分かった(RAD-S/2002/72)。

アセンブリホール関連

変更承認申請の作成：

ATF および陽子線形加速器実験装置の使用法変更に関する放射線安全対策

2.1.6 第6区域

1. RFQ 加速管修理に先立ち、運転停止中におけるRFQ およびその周辺機器の表面線量率測定を行なった。

RAD-S-02/21 豊田、中尾、" 運転停止時の大強度陽子リニアック地下トンネルRFQ サーベイ "

RAD-S-02/23 豊田、中尾、" 大強度陽子リニアックRFQ 内可動チューナーサーベイ " 機構長の指定する放射線発生装置関係

2. 「JHF 大電力テストクライストロン」(大強度陽子リニアック棟クライストロンギャラリー-JHF テストスタンド) 2002 年6 月27 日新規申請。2002 年7 月22 日使用許可。2002 年8 月8, 9 日運転時サーベイ。2002 年8 月9 日主任者による検査に合格し、運転開始許可。RAD-S-02/19 豊田、中尾、" JHF 大電力テストクライストロンのサーベイ "

2.2 横断的業務関連

2.2.1 J-PARC に関する設計・研究活動

2.2.1(a) J-PARC の進行状況と当センターの役割

J-PARC の建設は一期工事と二期工事に分かれている。一期工事では、リニアック(400MeV)、3 GeV シンクロトロンから建設を開始し、50GeV シンクロトロン、物質・生命実験施設、原子核素粒子実験施設(一期分)の建設に順次着手する。二期工事では、素粒子実験施設(二期分)、ニュートリノ実験施設、核変換実験施設を建設する予定である。ニュートリノ実験施設は、他の二期工事より先行して行なうべく予備設計を進めており、早期に実現される可能性が高い施設である。

当センターは 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、柴田リーダー、鈴木サブリーダー、平山、佐々木、三浦、沼尻、中尾である。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(一期分)の安全設計を担当し、さらに、設計を先行して進めているニュートリノ実験施設の安全設計に深く関わっている。

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 年度から建設が予定されているため、本年度末に、新增設計画書を作成し、県から建設開始の内諾を得た。なおこれらの県の承諾は、文部科学省からの変更承認を待って下される。

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。

2.2.1(b) 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 陽子による)、コリメータ部 4kW(3GeV 陽子による)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。

2.2.1(c) 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。

2.2.1(d) 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。

(1) ビームラインにおける 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。しかしながら硝酸の生成量を定量的に見積もることは、これまでなされていない。そこで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った。実験値は、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値を用いて計算した生成量と、ファクター4で一致しており、今後はこの評価法を用いて硝酸生成量を推定できることを確認した。

(2) ヘリウム及び空気からのトリチウム生成量の評価

J-PARCでは、硝酸及びトリチウムの生成量を抑えるため、固体標的等周辺の空気をヘリウムガスに置換することが考えられている。しかしながらヘリウムからトリチウム生成のデータが少ないため、ニュートリノビームラインで空気及びヘリウムガスからのトリチウム生成量の比較実験を行った。実験はまだ継続中であるが、予備実験の結果から二次粒子による生成量は、ヘリウムガスの方が数分の一以下であることが確かめられた。

2.2.1(e) 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。

2.2.1(f) 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。

2.2.1(g) 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り、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。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。

2.2.2 リニアコライダー

JLC Roadmap Report の放射線安全システム、放射線モニタの部分について検討した。加速器グループで検討されたビームロス・シナリオに基づいて中性子遮蔽・空気放射化・土の放射化・ μ の地上での線量について評価した。主加速器がビームロスを起こす前にビーム品質の低下を許容しないため、地表の中性子の線量は小さい。 μ の線量の方が重要になるが、MARS コードによる計算によれば、トンネルが地下 30 m 程度深いことが予想されるため、線量は小さい。

電子・陽電子の 10 MW 級ビームダンプは熱エネルギーの除去のため、水ダンプを用いることが考えられるが、H-3, Be-7 など数 10 TBq の放射能発生が予想されるため、その対策が必要である。

トンネル内の空気中放射能は、運転中に濃度限度を超え管理が必要である。加速器本体、周辺に生成する微量の放射能も検討が必要である。

JLC サイトスタディグループに参加して、国内のサイト調査を行った。

2.2.3 放射線モニタリングシステム (NORM) の設計開発

3-1 放射線モニタリングシステム (NORM)

現モニタリングシステムは 2000 年 10 月に全システムの入替えを完了し、3 世代目にあたる NORM3 が正式に稼働を開始した。今年度行った主な改良点を以下に示す。

- ・ データ表示プログラムの改良
 - SARM 位置表示画面から SARM を選択できるように改良
 - SARM 選択数を 6 から 9 へ変更し、STATION をまたいで選択可能となるように改良
 - 機能・操作性向上のための改良
- ・ 情報表示機能の追加
 - 情報表示専用の端末を新設し、システム上の障害やインターロックの発生等をはじめとする全ての情報の一覧を時系列で表示させるように変更した。特に、STATION ダウン(動作停止)、CAMAC ダウン(動作停止)、ネットワーク障害等の重要な要害に関わる情報については、ポップアップ表示や警報等により、即時にかつ確実に伝達されるように配慮した。
- ・ サーバーの負荷を軽減させるための改良を行った。
 - 情報・データ公開用サーバー(これを使用して機構内 LAN 上の計算機でも NORM 出測定されたデータを閲覧可能)に対するデータの更新を全更新から追記更新へ変更。併せて、測定結果データをメモリ保持からファイル操作(ファイルへの読み書き)に変更。以上の処置により、サーバー上の CPU、並びにメモリリソースの消費を軽減させ、サーバーの応答性を改良。

2.2.4 放射線モニター(SARM)に関する研究開発

1 積分型中性子検出器の開発

昨年度に引き続き、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で計数することが可能な前置増幅器の設計開発を行っている。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、KEKB 加速器のビームダンプ点、照射棟・DT 中性子発生装置近傍、KEK 電子ライナック J 部、並びに東北大高速中性子実験室等の加速器起源のバースト状中性子場で試験を行ってきた。これらに加えて中性子実験室遮蔽体上、あるいは中間子第 1 実験室遮蔽体上等の陽子加速器施設の高線量場にも適用範囲を広げて試験を行ってきたが、いずれの場合も、その応答性は極めて良く、また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。

従来の問題点である測定のダイナミックレンジが 4 桁程度しかない点については、手動

により前置増幅器の増幅率を切り替えることとし、結果として6桁から7桁のダイナミックレンジを確保することができた。これについては現在試験を行っているので、問題がなければ自動的にレンジが切り替わる機能を付加していきたいと考えている。

2 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。NORMで使用する電離箱についても、約10%程度の範囲で温度依存性が現れるものがあり、改良が望まれていた。

今回、電流測定回路部と、同じ回路を設定し温度ドリフトに関する補償を行う機能を付加させた。現在までのところ、この補償回路を用いて出力の補正を行うと、環境因子によるドリフト等による影響を従来より大幅に小さくできることが分かった。

3 J-PARC 関連安全管理機器の設計開発

東海地区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設計が始められた。安全機器の中核を為すものは、連続放射線集中監視装置並びに出入監視管理装置であり、平成18年の運転開始を目指してこれらの装置の基本設計を開始した。連続放射線監視システムに関して、KEKで稼働中のNORM3ではデータ収集系にCAMACを採用しているが、J-PARCではこれらに加えてVMEによる収集系も検討されている。出入監視システムでは、J-PARCの加速器室は非常に放射線・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)の携行を不可欠のものとするため、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係動作するように、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。

2.2.5 放射線安全教育

「放射線安全の手引き別冊 - 平成14年度版」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)関係の放射線安全教育を、放射線担当者が講師となり各現場にて実施した。

2.2.6 加速器で生成する放射化物の放射能濃度と表面線量率の関係

加速器で生成する放射化物を法令に取り入れることが検討されている。RIと違って核種と数量で管理することは困難であり、個数と表面線量率で管理することが適当である。アルミニウム、鉄、コンクリート試料中に加速器で生成する代表的な核種が、一様に分布している場合、放射化物の表面から10cm位置での空間線量率が $1\mu\text{Sv/h}$ である場合の放射能濃度の関係をEGS4を使って計算した。代表核種であるアルミ中の ^{22}Na 、鉄中の ^{60}Co 、コンクリート中の ^{22}Na 、 ^{60}Co は、試料の大きさがどんな場合でも放射能濃度と放射能が、同時に免除レベルを超えることはないことが、示された。

RAD-D-2002/09 伴 秀一、平山 英夫 “一様に放射化したアルミニウム、鉄、コンクリート試料の表面から10cm位置での1cm線量当量率と放射能濃度の関係”

2.2.7 電子ビームダンプの調査研究

将来計画で考えられている1-10MW級の大強度電子リニアックのビームダンプの放射線安全について調査研究を行った。リニアコライダーなどのGeV以上の高エネルギーの場合には、水ダンプが適当と考えられ、このビーム窓の構造、水の放射線分解量と再結合器の使用などについて検討した。電子ダンプの文献によれば、ダンプ内で放射線分解で生成する H_2

の量は G 値から計算される量よりも少ないが、どんなビーム条件のときに少なくなるのか確認する必要がある。

エネルギー回収型リニアックなどの場合の 10MeV 程度の低エネルギーダンプの場合は、銅板等で吸収して除熱することが考えられ、除熱量、放射能生成の可能性などについて検討した。

2.2.8 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、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 15 件の依頼分析を受け付けた。以下に、分析内容の一部を示す。

3.1.1 光位置モニタ用電極黒色付着物の分析

タングステン製の光位置モニタ用電極上の黒色の付着物について分析を行った。付着物を掻きとり、蛍光 X 線分析を行った結果、主成分として C、O が、微量成分として S が検出された。次に赤外吸収分析を行ったが、シャープなスペクトルが得られず、炭化水素に特徴的な吸収は見られなかった。試料の量が少なく粉末 X 線回折法による化学種の同定はできなかったが、有機物が放射線により炭化したものではないかと思われる。(CHEM-A-02/7)

3.2 ディスク（線形加速器部品）高圧洗浄水中の溶存成分の分析

高圧洗浄に用いる超純水中の溶存成分について分析を行った。Na、Cl、Cu、Fe、Cr、Ni について分析を行った。Na、Cl については、そのままイオンクロマトグラフ法で、Cu、Fe、Cr、Ni については、140 倍に濃縮後、フレイムレス原子吸光法で分析を行った。(CHEM-A-02/9)

3.3 ヘリウムガス中の不純物の分析

KEKB 衝突点チェンバーのベリリウム部分が腐食を受け真空漏れを起こしてしまった。この部分の冷却は常温のヘリウムガスを循環させ、ベリリウム管に吹き付けることで行っている。ヘリウムは密封してあるため、不純物が溜まることが考えられ、ベリリウムの腐食の原因となった可能性がある。よって、ヘリウムガス中の不純物をストリッピングコイルを用い純水中に濃縮捕集し、イオンクロマトグラフ法にて分析を行った。その結果、捕集液からは酢酸イオンが検出された。腐食性ガスとして心配されたフッ素イオンについては、微量検出された。(CHEM-A-02/13)

3.4 廃試薬、有害廃棄物等の整理

本年度は一般廃棄物の整理、分類、処理を精力的に行った。これは、機構内から受け入れてきた有害廃棄物等で、内容物が不明であったり、処理が困難なため、倉庫、処理場内に多量に貯まってしまったものである。すべてのものを廃試薬、一般有機廃液、含水有機廃液、無機濃厚廃液、有害固形廃棄物、一般廃棄物に分類整理することを試みたが、内容

物が不明でどうしても分類できないものが残ってしまった。これらについては、今後化学分析を行い、適切に分類処理する予定である。また、廃液の入っていたスチール缶、ポリタンクは洗浄後可能な限り減容処理を行った。一斗缶は専用のリサイクルカッターを用いきれいに折り畳んだ。プラスチック製の試薬瓶、ポリタンクは粉砕機を用いてチップ状にして袋にまとめた。廃液の中には消防法危険物に該当するもの、特別管理産業廃棄物に該当するものもあり、処理が終了するまで、法に基づいた適切な保管管理を行わなければならない。今後、専用の廃液保管庫の整備、廃棄物の管理システムの構築等を検討する予定である。

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)

高分子表層の自由体積評価装置の開発(短パルス化低速陽電子ビーム装置の開発)

研究代表者：鈴木健訓

研究分担者：何春清、沼尻正晴、三浦太一、近藤健次郎

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)

陽電子ビームによる金属基板上的エポキシ樹脂薄膜自由体積の研究

研究代表者：鈴木健訓

研究分担者：何春清、沼尻正晴、三浦太一、近藤健次郎

基盤研究 C(2)

高エネルギー中性子場を用いた深層透過と放射化の研究

研究代表者：中尾徳晶

研究分担者：佐波俊哉、沼尻正晴、三浦太一、伴秀一、佐々木慎一、榎本和義、
平山英夫、川合将義、古坂道弘、武藤豪、伊藤晋一、猪野隆

特別研究員奨励費

加速器施設で生じる放射性同位元素濃度評価法の確立

研究代表者：柴田徳思

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

2. 共同開発研究

(2.1) 陽電子消滅法の高度化利用開発研究(III)

- 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

研究分担者：何春清、沼尻正晴、三浦太一、近藤健次郎、小林仁、他、8大学

(2.2) 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

研究代表者：永宮正治

研究分担者：柴田徳思、神田征夫、三浦太一、沼尻正晴、鈴木健訓、
他(KEK:10名、原研:10名、産総研:8名)

(2.3) 高速・大量処理のための固体飛跡検出器エッチピット検出・精密形状解析処理法の開発

研究代表者：依裕子

研究分担者：伴秀一、佐々木慎一、佐波俊哉、

他(横浜国大:4名、放医研:1名、宇宙開発事業団:2名)

(2.4) 原子力安全委員会、原子力安全研究専門部会 放射性廃棄物安全研究

放射線発生装置使用施設の放射化物中に含まれる放射性核種の濃度定量法に関する調査研究

研究代表者：柴田徳思

3. 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17回)
主催；高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター、
応用物理学会放射線分科会
共催：東京大学工学部原子力工学研究施設
日時：2002年1月28日～1月30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10回 EGS4 研究会
日時：2002年7月31日～8月2日
場所：高エネルギー加速器研究機構
参加者：100名
プロシーディングス：KEK Proceedings 2002-18, 2003.

3. 第4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 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
日本原子力学会北関東支部
日時：2003年3月5日～3月7日
場所：高エネルギー加速器研究機構
参加者：160名
プロシ - ディング：準備中

4. 教育活動

4.1 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

4.2 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

【佐々木 慎一】

立教大学大学院 理学研究科物理学専攻

【波戸 芳仁】

東京都立保健科学大学非常勤講師

【俵 裕子】

宇宙開発事業団、宇宙環境利用研究センター、招聘研究員

5 . 機構外委員会等活動

【柴田 徳思】

日本学術会議第 18 期会員
日本学術会議 第 18 期核科学総合研究連絡委員会委員
日本学術会議 第 18 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
原子力安全委員会専門委員
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
日本原子力研究所研究評価委員会専門委員
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
日本アイソトープ協会 RI クリアランス検討委員会委員
日本アイソトープ協会短寿命放射性同位元素廃棄物の規制緩和に関する検討委員会委員
日本放射線安全管理学会監事
理化学研究所 RI ビームファクトリー安全性検討委員会委員
大学等放射線施設協議会常議員

【平山 英夫】

原子力安全委員会原子炉安全専門審査会審査委員
日本原子力学会 「放射線遮蔽評価」研究専門委員会 主査
日本原子力学会 理事
日本原子力学会 標準化委員会 研究炉専門部会員
日本原子力学会 標準化委員会 研究炉専門部会 放射線遮蔽分科会 主査
日本原子力研究所 シグマ研究委員会委員
大強度陽子加速器施設放射線等安全検討委員会委員
日本保健物理学会 企画委員
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
日本原子力研究所 研究評価委員会放射線利用研究専門部会委員
国連科学委員会国内対応委員会 コレスポンデンス・メンバー
東京大学原子力総合研究センター 放射線高度利用研究専門委員会委員

【佐々木 慎一】

応用物理学会・会誌編集委員
応用物理学会・プログラム編集委員
応用物理学会放射線分科会 常任監事

【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
中性子線量率水準調査検討委員会委員

【榎本和義】

放射線利用振興協会
「放射線利用試験研究データベース検討委員会・放射線技術専門部会」委員
電子情報技術産業協会<JEITA>
「窒素濃度測定標準化ワーキンググループ」幹事
日本学術振興会 「結晶加工と評価技術第 145 委員会」委員
放射化分析研究会 幹事
日本放射線安全管理学会 編集委員
日本放射化学会 編集委員

【波戸 芳仁】

日本原子力学会プログラム委員
 日本原子力学会放射線遮蔽評価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)

【佐波 俊哉】

応用物理学会放射線分科会幹事

【俵 裕子】

電気学会、放射線分布計測技術調査専門委員会委員
 応用物理学会、代議員

【三浦 太一】

日本放射化学会 編集委員
 日本放射化学会 インターネット管理運営委員
 日本原子力学会 保健物理・環境科学部会 運営委員

【鈴木 健訓】

財団法人・放射線利用振興協会、放射線利用試験研究デ - タベ - ス検討委員
 財団法人・放射線利用振興協会、放射線利用試験研究デ - タベ - ス検討委員会・放射線技術専門部会
 日本放射化学会・総務担当理事
 日本放射線化学会・理事

6 . 放射線科学センター名簿

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

* 放射線科学センター長

(a)外国人特別研究員

(b)研究機関研究員

Chapter 4 Publication list

1. Publication in Periodical Journals (2002.1-2002.12)

- (1) Nariyama, N., Namito, Y., Ban, S. and Hirayama, H. Response of Gafchromic MD-55 Radiochromic Film to Synchrotron Radiation *Radiat. Prot. Dosim.* **100** (2002) 349-352.
- (2) Lee, H.S., Ban, S., Shin, K., Sato, T., Maetaki, S., Chung, C. and Choi, H.D. Systematics of Differential Photoneutron Yields Produced from Al, Ti, Cu, Sn, W, and Pb Targets by Irradiation of 2.04 GeV Electrons *J. Nucl. Sci. Tech. Suppl.* **2** (2002) 1228-1231.
- (3) Ban, S., Sato, T., Oki, Y., Tanaka, K., Shin, K., Lee, H.S. and Bak, J.S. Radioactivity in Aluminum, Water and Carbon Beam Dumps by 2-2.5 GeV Electrons *J. Nucl. Sci. Tech. Suppl.* **2** (2002) 1191-1193.
- (4) Endo, A., Noguchi, H., Tanaka, Su., Kanda, Y., Oki, Y., Iida, T., Sato, K., Tsuda, S. Particle size analysis of radioactive aerosols formed by irradiation of argon using 65MeV quasi-monoenergetic neutrons, *Appl. Radiat. Isot.* **56**(2002)615-620
- (5) Haba, H., Kasaoka, M., Igarashi, M., Washiyama, K., Matsumura, H., Oura, Y., Shibata, S., Sakamoto, K., Furukawa, M. and Fujiwara, I. Photofission of Bi-209 at intermediate energies, *Radiochim. Acta* **90**(2002)371-382
- (6) Kinno, M., Kimura, K., ISHIKAWA, T., Miura, T., Ishihama, S., Hayasaka, N. and Nakamura, T., Correlation between Tritium and ¹⁵²Eu Induced in Various Types of Concrete by Yhermal Neutron Irradiation *J. Nucl. Tech.*,**39** (2002) 215-225
- (7) Shantarovich, V., Suzuki, T., He, C.Q., Davankov V.A., Pastukhov A.V., Tsyurupa M.P., Kondo, K., and Ito, Y. Positron annihilation study of hyper-cross-linked polystyrene networks, *Macromolecules* **35**(2002)9723-9729
- (8) Uchiyama, H., Hamada, E., Takahashi, T., Arinuma K., Kanazawa, I., Suzuki, T., Nagata, T., Kirihara, K., Kimura, K. The study of 1/1-AlCuRuSi approximate phase by positron annihilation method, *Journal of Alloys and Compounds*, **342**(2002)153-155
- (9) Goworek T, Jasinska B., Wawryszczuk J., Zaleski R., Suzuki T. On possible deviations of experimental PALS data from positronium pick-off model estimates, *Chemical Physics* **280**(2002)295-307
- (10) He, C.Q., Suzuki, T., Ma L., Matsuo M., Shantarovich, V. P., Kondo, K., and Ito, Y., Molecular motions at low temperature observed by positron annihilation, *Physics Letters A* **304**(2002)49-53
- (11) Matsuo, M., Ma L., Azuma, M., He, C.Q., Suzuki, T. Characteristics of ultra-drawn polyethylene films as a function of temperature estimated by the positron annihilation lifetime method, *Macromolecules* **35**(2002)3059-3065
- (12) Csikai, J. Kiraly, B. Sanami, T. Michikawa, T., Studies on thermal neutron perturbation factor needed for bulk sample activation analysis, *Nucl. Instr. and Meth.*, **A 488** (2002) 634-641
- (13) Miura, T. Baba, M. Kawata, N. Aoki, T. Hagiwara, M. Hiroishi, T. Sanami, T. Nishitani, T. Hori, J. Development of position-sensitive proton recoil telescope (PSPRT), *Nucl. Instr. and Meth.* **A 493** (2002) 99-105
- (14) Tawara, H., Doke, T., Hayashi, T., Kikuchi, J., Kyan, A., Nagaoka, S., Nakano, T., LET distributions from CR-39 plates on Space Shuttle missions STS-84 and STS-91 and a comparison of the results of the CR-39 plates with those of RRMD-II and RRMD-III telescopes, *Radiation Measurements*, **35** (2002) 119-126.
- (15) Doke, T., Hayashi, T., Kikuchi, J., Nagaoka, S., Nakano, Takahashi, S., Tawara, H., Terasawa, K., Dose Equivalents inside the MIR Space Station measured by combination of CR-39 plates and TLDs and their comparison with those on Space Shuttle STS-79, -84 and -91 missions, *Radiation Measurements*, **35**(2002)505-510.
- (16) Nakao, N., Kurosawa, T., Nakamura, T. and Uwamino, Y. Development of a Quasi-monoenergetic Neutron Field and Measurements of the Response Function of an Organic Liquid Scintillator the neutron energy range from 66 to 206 MeV, *Nucl. Instr. Meth.*, **A 476** (2002) pp176-180

- (17) Takada,M., Taniguchi,S., Nakamura,T., Nakao,N., Uwamino,Y., Shibata,T. and Fujitaka,K., Characteristic of a phoswich detector to measure the neutron spectra in a mixed field of neutrons and charged particles *Nucl. Instr. Meth.* **A 476** (2002) pp332-336
- (18) Sasaki,M., Nakao,N., Nakamura,T., Shibata,T. and Fukumura,A. Measurements of the response functions of an NE213 organic liquid scintillator to neutrons up to 800 MeV, *Nucl. Instr. Meth.*,**A 480** (2002) pp440-447
- (19) Sasaki,M., Kim,E., Nunomiya,T., Nakamura,T., Nakao,N., Shibata,T., Uwamino,Y., Ito,S. and Fukumura,A., Measurements of High-Energy Neutrons Penetrated Through Concrete Shields Using Self-TOF, NE213, and Activation Detectors, *Nucl. Sci. Eng.* **141** (2002) pp140-153
- (20) Sasaki,M., Nakao,N., Nunomiya,T., Nakamura,T., Fukumura,A. and Takada,M., Measurements of high-energy neutrons penetrated through iron shields using Self-TOF detector and an NE213 organic liquid scintillator, *Nucl. Instr. Meth.*, **B 196** (2002) pp113-124
- (21) Nunomiya,T., Nakao,N., Kim,E., Kurosawa,T., Taniguchi,S., Sasaki,M., Iwase,H., Nakamura,T., Uwamino,Y., Shibata,T., Ito,S., Wright,P. and Perry,D.R., Deep Penetration Experiment through Concrete and Iron for Shielding Benchmark with 800 MeV Proton Accelerator, *Nucl. Instr. and Meth.*,**A 476** (2002) pp85-89
- (22) Sasaki,M., Nakao,N., Nunomiya,T., Fukumura,A., Nakamura,T. and Shibata,T., Development of Self-TOF Neutron Detectors and its Application to Concrete and Iron Shielding Experiments, *Nucl. Instr. and Meth.* **A 476** (2002) pp327-331
- (23) Yamamoto, T., Teshima, T., Miyajima, S., Matsumoto, M., Shiromi, H., Inoue, Ta., Inoue, To., and Hirayama, H. Monte Carlo Calculation of Depth Doses for Small Field of Cyber Knife, *Rad. Med.* **20**(2002)305-310
- (24) Sasamoto, N., Nakashima, H., Hirayama, H. and Shibata, T., Status on Shielding Design Study for High-Intensity Proton Accelerator Facility, *J. Nucl. Sci. Technol.***Suppl. 2**(2002)1264-1267
- (25) Sanami,T., Hiroishi,T., Baba,M., Hagiwara,M., Miura,T., Aoki,T., Kawata,N., Tanaka,S., Nakashima,H., Meigo,S., Takada,M., Double Differential Hydrogen and Helium Production Cross Section of Oxygen and Nitrogen for 75 MeV Neutrons, *J. Nucl. Sci. Technol.***Suppl. 2**, (2002) 421.
- (26) Kiraly,B., Sanami,T., Csikai,J., Advantages and limitations of thermal and epithermal neutron activation analysis of bulk samples, *Applied Radiation and Isotopes*, **58** (2003) 691-695
- (27) Tega,E., Akahori,S., Okuno,K., Sasaki,S., Suzuki,T. and Kondo,K., Study on Selective Separation of Tritium Using a Hollow-filament Type Polyimide Membrane Module - Its Application to Tritium Monitoring in High-energy Accelerator Facilities, *Fusion Science Technology* **.41**, 663-667(2002).
- (28) Saito,K., Tawara,H., Sanami,T., Shibamura,E. and Sasaki,S., Absolute Number of Scintillation Photons Emitted by Alpha-particles in Rare Gases, *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, **49** No.4 pp.1674-1680(2002).
- (29) Masumoto K., Toyoda A., Eda K., Izumi Y. and Shibata T., “ Evaluation of Radioactivity Induced in the Accelerator Building and Its Application to Decontamination Work”, *J. Radioanal. Nucl. Chem.* **255**(2003)465-469.
- (30) Masumoto K., Toyoda A., Eda K. and Ishihara T., “Measurement of the spatial distribution of neutrons in an accelerator room by the combination of activation detectors and an imaging plate” *Radiation Safety Management*, **1**(2002)12-16.
- (31) Hashimoto,O., Ajimura,S., Aoki,K., Bang,H., Hasegawa,T., Hotchi,H., Kim,Y.D., Kishimoto,T., Maeda,K., Noumi,H., Ohta,Y., Omata,K., Outa,H., Park,H., Sato,Y., Sekimoto,M., Shibata,T., Takahashi,T. and Youn,M. “Proton Energy Spectra in the Nonmesonic Weak Decay of ^{12}C and ^{28}Si Hypernuclei”, *Phys. Rev. Letters*, **88**(2002)04253-1 – 04254-4
- (32) Nakashima,H., Takada,H., Kasugai,Y., Meigo,S., Maekawa,F., Kai,T., Konno,C., Ikeda,Y., Oyama,Y., Watanabe,N., Arai,M., Kawai,M., Numajiri,M., Ino,T., Sato,S., Takahashi,K., Kiyonagi,Y., Neef,R., Filges,D., Conrad,H., Stechemesser,H., Spitzer,H., Bauer,G., Jerde,E., Glasgow,D., Haines,J., Gabriel,T., Montanez,P., Carroll,A., Ludewig,H., Hastings,J., Research Activities on Neutronics under ASTE Collaboration at AGS/BNL, *J.Nucl. Sci. Tech.* **Suppl. 2**(2002)1155-1160
- (33) Iwamoto,Y., Shigyo,N., Satoh,D., Tenzou,H., Kunieda,S., Ishimoto,S., Maehata,K., Ishibashi,K., Nakamoto,T., Numajiri,M., Meigo,S., Takada,H., Measurement of Neutron-Production Double-Differential Cross Sections for Intermediate Energy Pion Incident Reaction, *J.Nucl. Sci. Tech.*

Suppl. 2(2002)381-384

(34) Meigo,S., Takada,H., Shigyo,N., Iga,K., Iwamoto,Y., Kitsuki,H., Ishibashi,K., Maehata,K., Arima,H., Nakamoto,T., Numajiri,M., Measurement of Neutron Spectra Produced from a Thick Tungsten Target Bombarded with 0.5- and 1.5-GeV Protons, *J.Nucl. Sci. Tech. Suppl.* 2(2002)1252-1255

(35) Shigyo,N., Satoh,D., Iwamoto,Y., Ishimoto,S., Kawasaki,Y., Takayama,Y., Tenzoh,H., Ishibashi,K., Nakamoto,T., Numajiri,M., Meigo,S., Measurement of Neutron-Production Double-Differential Cross Sections for 0.8 and 1.5 GeV Proton Incidence in the Most-Forward Directions, *J.Nucl. Sci. Tech. Suppl.* 2(2002)417-420

2. Publication in Japanese (2002.1-2002.12)

1 波戸芳仁, 平山英夫, EGS4 コードにおける低エネルギー光子の取り扱いと原子分子データの評価;核データニュース,71, 66-80 (2002);

2 佐々木慎一, 「研究会「放射線検出器とその応用」に関する報告」, Isotope News Vol.6 p.p.38-39 (2002) .

3 熊木尚, 陶晴昭, 何春清, 鈴木健訓;低速陽電子短パルス化装置を用いた表面自由体積の研究;ネットワークポリマー;23(2002)24-31 ;

4 末次祐介, 影山達也, 竹内保直, 金澤健一, 佐藤康太郎, 佐波俊哉, 平山英夫;大電流衝突型加速器 KEKB における可動マスクの改良と今後の方向;第 42 回真空に関する連合講演会プロシーディングス;Vol.45, No.3,2002;

5 米内俊祐, 佐波俊哉, 佐々木慎一, 中村尚司, 道川太一, 瓜谷章;高エネルギー加速器研究機構における黒鉛パイル熱中性子校正場の開発;保健物理;37(2), 118-127 (2002);

6 依裕子, 益川充代, 永松愛子;積分型線量計素子 CR-39/TLD による宇宙放射線線量計測;放射線;28-2(2002)181-194.;

7 波戸芳仁, 平山英夫;EGS4 コードにおける低エネルギー光子の取扱と原子分子データの評価;核データニュース;No.71(2002)66-80;

8 末次祐介, 景山達也, 竹内保直, 金澤健一, 佐藤康太郎, 佐波俊哉, 平山英夫;大電流衝突型加速器 KEKB における稼働マスクの改良と今後の方向;J. Vac. Sci. Jpn.;43(2002)157-160;

9 的場優, 柴田徳思 ; 連載講座 加速器・ビーム科学 第 1 回 加速器・ビーム科学の新しい展開を目指して;日本原子力学会誌 44(2002)90-105

3. Presentation at Conference etc. (2002.4 – 2003.3)

3.1 International Conference

1. 7th International Workshop on Positron and Positronium Chemistry (PPC7) Knoxville Tennessee, USA, July 7-12,2002

(1) He, C.Q., Hamada, E., Suzuki, T., Ma., L., Matsuo, M., Kondo, K., and Ito, Y. Molecular motions at low temperature observed by positron annihilation

(2) Kanzy, J., and Suzuki, T. Positronium fraction in polymer spectra determined by ETLA model

(3) Shantarovich, V.P., Suzuki, T., and HE, C.Q. Kinetics of positronium formation and weakly bound electron detrapping in polymers at low temperature

(4) Shantarovich, V.P., Suzuki, T., HE, C.Q., and Gustov V.V. Inhibition of positronium formation by polar groups in polymers. Connection with TSL experiments

(5) He, C.Q., Hamada, E., Suzuki, T., Kumaki, T., Kobayashi, H., Kondo, K., and Ito, Y. New apparatus of pulsed slow positron beam and its application to thin polymer films

(6) Shantarovich, V.P., Suzuki, T., HE, C.Q., Davankov V.A., and Pastukhov Positron annihilation study of hypercrosslinked polystyrene networks

(7) Suzuki, T., He, C.Q., Shantarovich, V. P., Kondo, K., and Ito, Y. The Influence of Radiation on Ps Formation in PE Studied by Coincidence Doppler-Broadening Spectroscopy

(8) He, C.Q., Suzuki, T., Shantarovich, V. P., Kondo, K., and Ito, Y. Studies on Positron

Annihilation in porous Polystyrenes

- (9) He, C.Q., Suzuki, T., Hamada, E., Kobayashi, H., Kondo, K., Shantarovich, V., and Ito, Y.
Characterization of polymer films using a slow positron beam

2. 6th Expert Group Meeting on Shielding Aspects for Accelerators, Targets and Irradiation Facilities, SATIF6 April 10-12, 2002, Stanford Linear Accelerator Center, USA

- (1) Hirayama, H. Inter-comparison of medium-energy neutron attenuation in iron and concrete(4)
(2) Nunomiya, T., Iwase, H., Nakamura, T., Nakao, N., Deep-Penetration Calculation with an 800-MeV Proton Beam Compared with the Shielding Experiment at ISIS
(3) Hayashi, K., Tayama, R., Handa, H., Shin, K., Hirayama, H., Kaneko, H., Masukawa, F., Nakashima, H. and Sasamoto, N. Analytical method for multi-scattered neutron in cavity used in DUCT- code
(4) Sakamoto, Y., Tsuda, S., Sato, O., Yoshizawa, N., Hirayama, H., Benchmark Calculation with Simple Phantom for Neutron Dosimetry

3. The First Asian and Oceanic Congress for Radiation Protection October 20-24, 2002, Seoul, Korea

- (1) Ban, S., Sanami, Lee, H.S. and Sato, T. Measurements of Low-Energy Photo-Neutron Yields from Thick Targets Irradiated by 2 GeV Electrons
(2) Lee, H.S., Ban, S., Kang, H.S. and Chung, C. Dark Currents of High Energy Electron Linac in Radiation Protection
(3) Sanami, T., Ban, S., Takahashi, T., Lee, H.S. and Sato, T. Energy Spectrum of Secondary Charged Particles from Al, Cu and W Bombarded with 2 GeV Electrons
(4) Hirayama, H., Namito, Y. Education on radiation using trajectories display system (EGS4PICT)

4. 9th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry (AMS-9) Nagoya, Japan, September 9-13, 2002

- (1) Miura, T., Bessho, K., Matsumura, H., Ishihama, S., Matsuhira, T., Arai, D., Takahashi, T., Sasa, M., Usui, T., Seki, R., Nagashima, Y. and Sueki, K. Measurement of ^{136}Cl Induced in Shielding Concrete of the 12 GeV Proton Accelerator Facility at KEK
(2) Matsumura, H., Aze, T., Oura, Y., Kikunaga, H., Yokoyama, A., Takamiya, K., Shibata, S., Otsuki, T., Yuki, H., Sakamoto, K., Haba, H., Washiyama, K., Nagai, H., and Matsuzaki, H. Yield Measurements for Be-7 and Be-10 Productions from Cu-nat, Ag-nat and Au-197 by Bremsstrahlung Irradiation at $E_0 = 200$ MeV
(3) Nagai, H., Tada, W., Matsumura, H., Aze, T., Noguchi, M., and Matsuzaki, H. Measurement of Be-7 at MALT
(4) Yumoto, S., Nagai, H., Kobayashi, K., Matsumura, H., Tada, W., Horikawa, T., Kakimi, S., and Matsuzaki, H. Al-26 uptake into the tissues of suckling rats through maternal milk

5. PolcharWorld Forum on Polymer Applications and Theory (POLYCHAR-10) Univ. of North Texas, Denton, USA, January 8-11, 2002

- (1) He, C.Q., Suzuki, T., Hamada, E., Kobayashi, H., Kondo, K., Shantarovich, V., and Ito, Y., Characterization of polymer films using a slow positron beam
(2) Suzuki, T., He, C.Q., Shantarovich, V., Kondo, K., Ito, Y., Ma, L., and Matsuo, M. Relaxation Behavior of Polymers Probed by Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy

6. 19th International Conference, X-Ray and Inner-shell Processes, Roma, June 24-28, 2002

- (1) Namito, Y. Ban, S. Nariyama, N. and Hirayama, H. Azimuth angle dependence of L_3 x-ray emission following photoelectric effect by linearly polarized photon

**7. 2nd International Workshop on Radiation Safety at Synchrotron Radiation Sources
ESRF, 17-18 October 2002**

(1) Namito, Y. Ban, S. Hirayama, H. Nariyama, N. Measurement of monochromized synchrotron radiation

8. 7th WRMIS Workshop September 2-4, IPSN, Paris, France

(1) Nagamatsu, A., Kamigaichi, S., Maskawa, M., Tawara, H., Hayashi, T., Kumagai, H., Masaki, M., Yasuda, H., Yasuda, N. Development of a Passive Dosimeter for Life Science Experiments in Space (PADLES) in NASDA

**9. 5th Asian Symposium on Academic Activity for Waste Management, October 10-12, 2002,
Kuala Lumpur, Malaysia**

(1) Taira, M. Off-line chemical substances management system using 2-dimensional bar code

**10. The Biennial Topical Meeting of the Radiation Protection and Shielding Division(RPDS)
of the American Nuclear Society(ANS) Santa Fe, New Mexico, USA, 14-18 April 2002**

(1) Nunomiya, T., Iwase, H., Nakamura, T., Nakao, N. Deep Penetration Calculation with 800-MeV Proton Beam Compared with the Shielding Experiment at ISIS

3. 2 Other

1. 2001年度HIMAC共同利用研究成果発表会 稲毛 2002年4月8~9日

(1) 俵 裕子、益川 充代、永松 愛子、熊谷 秀則、安田 仲宏 国際宇宙ステーション・宇宙生物実験用積算型線量計素子の重イオンに対する特性評価
(2) 佐々木 慎一、佐波 俊哉、俵 裕子、安田 仲宏、福村 明史、“重荷電粒子に対する物質の電離収率並びに蛍光効率の測定”

2. 2002年度TIARA 研究会 高崎、6月11日-12日

(1) 佐藤 薫、野口 宏、遠藤 章、田中 進、神田 征夫、沖 雄一、飯田 孝夫;高エネルギー中性子照射場における放射性エアロゾルの粒径分布

3. 第2回九州部会学術講演/セミナー、日本放射線技術学会九州支部;熊本、6月15-16日

(1) 平山 英夫、波戸 芳仁;第2回EGS4講習会

4. 第39回理工学における同位元素・放射線研究発表会 2002.7.3-5 東京

(1) 福土 政広、波戸 芳仁、 EGS4モンテカルロコードを用いた放射線教育

5. 日本原子力学会「2002年秋の大会」 2002年9月14-16日いわき明星大学

(1) 萩原 雅之、細川 幹弘、平林 直哉、馬場 護、佐波 俊哉、高田 真志 数10MeV粒子入射反応に対する二次重粒子スペクトロメーターの開発(1) -検出器の製作及び70MeV用紙入射反応に対する適用-

(2) 佐波 俊哉、萩原 雅之、細川 幹弘、平林 直哉、馬場 護、中島 宏、田中 進 数10MeV粒子入射反応に対する二次重粒子スペクトロメーターの開発(2) -65MeV中性子入射反応に対する適用-

- (3)佐波俊哉、伴秀一、高橋一智、Hee-Seock Lee, 佐藤達彦 2GeV電子入射による Al, W, Cu, Wからの軽荷電粒子の測定
 (4)高橋一智、佐波俊哉、伴秀一、高田 真志 高計数率測定へのCTOF法の応用
 (5)佐藤 薫、野口 宏、遠藤 章、田中 進、神田征夫、沖 雄一、飯田孝夫、古市真也;中性子照射による放射性エアロゾルの生成に及ぼす添加エアロゾルの影響

6. 2002日本放射化学会年会・第46回放射化学討論会 かでの2.7、札幌市、9月23日 - 25日

- (1)後藤邦夫、笠松良崇、高宮幸一、豊嶋厚史、正司謙、二宮和彦、菊永英寿、木下哲一、横山明彦、浜島靖典、三浦太一、篠原厚 負パイ中間子捕獲に伴う電子X線スペクトルの測定
 (2)松村 宏、阿瀬貴博、大浦泰嗣、菊永英寿、横山明彦、高宮幸一、柴田誠一、大槻 勤、結城秀行、坂本 浩、羽場宏光、鷲山幸信、永井尚生、松崎浩之 中高エネルギー光核破碎生成核の放射化学の手法による収率測定
 (3)阿瀬貴博、藤村匡胤、野口真弓、松村宏、永井尚生、松崎浩之 MALTにおけるCI-36AMSの現状
 (4)He, C.Q., Djourellov, N., Suzuki, T., Hamada, E., Kobayashi, H., Kondo, K., Kumaki, T., and Ito, Y. Construction of a pulsed slow positron beam for polymer films
 (5)鈴木健訓、近藤健次郎、何春清、N.Djourellov、伊藤泰男 陽電子消滅ドップラー幅相関測定法の高分子材料への応用(3)
 (6)鹿野弘二、大槻 勤、結城秀行、榎本和義、森 淳、清水 誠;ファイバアンプ用ガラス中の炭素の光量子放射化分析
 (7)榎本和義、野崎正、八木宏親、葉袋佳孝、鹿野弘二、二ツ川章二、斉藤義弘;荷電粒子放射化分析によるシリコン半導体中の窒素分析
 (8)手鹿恵理子、島田亜佐子、木村宏美、小柳津誠、佐々木政義、児玉博、森本泰臣、奥野健二、佐々木慎一、鈴木健訓、近藤健次郎、“ポリイミド中空糸分離膜のトリチウムモニタリングへの応用”
 (9)沼尻正晴、三浦太一、鈴木健訓、近藤健次郎、核破碎中性子源に用いられる重元素の12 GeV陽子による生成核断面積の測定(2)

7. 秋季第63回応用物理学会学術講演会 2002年9月24~27日、新潟大学

- (1)熊谷秀則、上垣内茂樹、益川充代、永松愛子、俵 裕子、安田仲宏 受動積算型線量計を用いた宇宙放射線計測法の開発() - 素子のフェーディング効果 -
 (2)益川充代、永松愛子、俵 裕子、安田仲宏、蔵野美恵子、熊谷秀則 受動積算型線量計を用いた宇宙放射線計測法の開発() - 手動楕円フィットプログラムにより計測されたCR-39感度の入射角依存性 -
 (3)永松愛子、上垣内茂樹、阿久津亮夫、加藤充康、益川充代、俵 裕子、安田仲宏、熊谷秀則、横田明俊、藤井隆弘、山崎順一、山内正仁 受動積算型線量計を用いたISSロシアサービスモジュール内の宇宙放射線測定
 (4)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測定I”

8. 第49回日本地球化学会年会 鹿児島大学、鹿児島県、2002年9月26-28日

- (1)野口真弓、佐藤寛子、小久保昌義、松村宏、松崎浩之、本田雅健、永井尚生 鉄隕石Gibeon中の宇宙線生成核種

9. 第11回東京大学原子力研究総合センターシンポジウム 東京大学、東京都、2002年10月7-8日

- (1)阿瀬貴博、藤村匡胤、野口真弓、松村 宏、永井尚生、松崎浩之 MALTにおけるCI-36 の現状

(2)玉手晶子、湯本昌、永井尚生、松村宏、多田亘、小林紘一、松崎浩之 ラット乳児の脳へのAI-26 の取り込みと蓄積

10. Ionizing Radiation Group, Korea Research Institute of Standards and Science;Taejon, Korea, October 17-19

(1) Hirayama, H.;Outlines about EGS4 System and Examples of Applications of EGS4

11. 「施設・環境放射能動態」専門委員会 京大原子炉実験所 11月

(1)手鹿恵理子、奥野健二、佐々木慎一、近藤健次郎、“ポリイミド中空糸分離膜のトリチウムモニタリングへの応用に関する基礎研究”

12. 日本放射線安全管理学会第1回学術大会 大阪大学 医学部 銀杏会館 2002年12月5日(木) - 6日(金)

(1) 飯島和彦、豊田晃弘、榎本和義 放射化箔とイメージプレート利用による加速器施設内中性子線量率の測定

(2) 中村一、佐波俊哉、 加速器施設環境放射線の測定のためのTLD素子の中性子応答の評価

(3) 豊田 晃弘, Wang, Q, 松村 宏, 江田 和由, 波戸 芳仁, 榎本 和義 NaIサーベイメータを用いた土壌・コンクリート・鉄材中の放射能測定とEGS4による検出効率評価

13. 研究会「放射線検出器とその応用」(17回) KEK、1月28日-30日

(1)柴村英道、佐々木慎一、俵裕子、齋藤究、宮島光弘、“NaI(Tl)、CsI(Tl)シンチレータの蛍光効率の決定とそのためのPMT量子効率の再評価”

14. 第5回AMSシンポジウム 名古屋大学, 名古屋市, 2003年1月31日

(1)阿瀬貴博, 藤村国胤, 野口真弓, 永井尚生, 松村 宏, 松崎浩之 東京大学MALTにおけるCl-36-AMSの現状

(2)松広岳司、別所光太郎、松村宏、三浦太一、Wang Qingbin、榎本和義、関李紀、長島泰夫、高橋努、笹公和、薄井利英、末木啓介 加速器構造物中の塩素36の測定

15. 技術交流会 2003年2月7日、KEK

(1)平 雅文 技術部 Web サーバーの更新

16. レーザー研主催研究会「飛跡検出器による高エネルギー粒子計測」 2003年2月19日、大阪大学レーザー核融合研究センター

(1)俵裕子、益川充代、永松愛子、熊谷秀則、正木道子、安田仲宏、義澤宣明、E.R.Benton、林義孝、道家忠義 固体飛跡検出器による宇宙放射線場のLET分布測定

17. 第4回「環境放射能」研究会 高エネルギー加速器研究機構、2003年3月4日-6日

(1)別所光太郎、松村宏、松広岳司、三浦太一、Wang Qingbin、榎本和義、長島泰夫、関李紀、高橋努、笹公和、薄井利英、末木啓介 各種加速器施設におけるシールドコンクリート中の³⁶Cl濃度の測定

(2)Wang, Q. Masumoto, K. Tritium activity in Shielding Concrete of Various Accelerator Facilities

18. 第18回固体飛跡検出器研究会 2003年3月11~12日、近畿大学

(1)永松愛子、益川 充代、俵 裕子、熊谷 秀則 受動積算型線量計を用いたISS
ZVEZDA内の宇宙放射線測定

19. 日本原子力学会2003年春の年会 佐世保市、アルカス S A S E B O、2003年3月27日 - 29日

- (1)伴 秀一, 佐波俊哉, 高橋一智, Hee-Seock Lee, 佐藤達彦, 秦和夫 韓国PAL
における電子照射による二次中性子の測定
- (2)田野崎隆雄、藤井宏東、市川牧彦、齋藤究、三浦太一、高橋一智 コンクリート及び
その材料の陽子加速器照射試験(1)
- (3)藤井宏東、田野崎隆雄、市川牧彦、齋藤究、三浦太一、高橋一智 コンクリート及び
その材料の陽子加速器照射試験(2)
- (4)大西宏行、青木正治、安島泰雄、石橋健二、川又弘史、久野良孝、佐藤朗、執行信寛、
中原健吾、中本建志、沼尻正晴、野坂教翁、深澤直人、三浦太一、山本明、横井武一郎、
吉村浩司 1.2 GeV陽子からの生成二次粒子による超伝導コイルモックアップへの入熱量
の測定
- (5)中尾徳晶、川合将義、佐波俊哉、沼尻正晴、伴秀一、佐々木慎一、榎本和義、高橋一智、
豊田晃弘、飯島和彦、武藤豪、平山英夫、八島浩、布宮智也、米内俊祐、R.H.Danielle、
照沼和孝、中村尚司、中島宏、大石晃嗣 核破碎中性子源施設KENSにおける高エネルギー
中性子のコンクリート遮蔽体深層透過実験
- (6)三浦太一、沼尻正晴、中尾徳晶、中村一、渡部伸一、中島宏、松田規宏 1.2 GeV
陽子加速器施設の迷路における放射線ストリーミング実験(1) - 実験概要 -
- (7)中村一、三浦太一、沼尻正晴、中尾徳晶、渡部伸一、中島宏、松田規宏 1.2 GeV
陽子加速器施設の迷路における放射線ストリーミング実験(2)

20. 第50回応用物理学関係連合講演会 2003年3月27~30日、神奈川大学

- (1)永松愛子、上垣内茂樹、阿久津 亮夫、加藤充康、益川充代、俵 裕子、安田仲宏、熊谷
秀則、横田明俊、藤井隆弘、山崎順一、山内正仁 受動積算型線量計を用いたISSロシ
アサービスモジュール内の宇宙放射線測定()
- (2)熊谷秀則、上垣内茂樹、益川充代、永松愛子、俵 裕子、安田仲宏 受動積算型線量計
を用いた宇宙放射線計測法の開発() - 素子のI-ジッタ・フェーディング効果 -
- (3)小平聡、安田仲宏、長谷部信行、俵裕子3、小倉紘一 固体飛跡検出器CR-39 を用
いたFe 核同位体分離に関する研究(1)
- (4)並木佳世子、安田仲宏、蔵野美恵子、宗大路、梅島洋介、本間義浩、俵裕子、永松愛子、
益川充代、熊谷秀則 CR-39上のエッチピット解析用楕円抽出プログラムの開発およ
び評価
- (5)中村正吾、北村貴志、関口舞、俵裕子、道家忠義、並木佳世子、安田仲宏、渡邊裕也
ECCO計画におけるCGR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-2
- (6)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測定II”
- (7)井上直久、藤山紀之、榎本和義；窒素ドーブCZ-Si結晶の濃度測定の標準化()高精度
化
- (8)榎本和義、八木宏親、野崎正、葉袋佳孝、二ツ川章二、斉藤義弘、井上直久；シリコ
ン半導体中の窒素の定量 - 日本アイソトープ協会仁科記念サイクロトロンセンターでの荷
電粒子放射化分析

21. 日本物理学会第58回年次大会 東北大学、2003年3月28~31日

- (1)大西宏行、青木正治、安島泰雄、石橋健二、久野良孝、佐藤朗、執行信寛、中本建志、
中原健吾、沼尻正晴、野坂教翁、深澤直人、三浦太一、山本明、横井武一郎、吉村浩司
PRISMのためのパイオン捕獲用超伝導ソレノイドの開発1 - ビーム入熱実験

- (2) 中原健吾、青木正治、安島泰雄、石橋健二、大西宏行、久野良孝、佐藤朗、執行信寛、中本健志、沼尻正晴、野坂教翁、深澤直人、三浦太一、山本明、横井武一郎、吉村浩司
PRISMのためのパイオン捕獲用超伝導ソレノイドの開発2 - ビーム入熱実験
- (3) 中村正吾、北村貴志、関口舞、俵裕子、道家忠義、並木佳世子、安田仲宏 BP-1 ガラス飛跡検出器の真空紫外光を用いたピンホールスキャン
- (4) 中村正吾、小田晋太郎、日下部泰良、小林尚史、橋本安章、福田泰二、俵裕子、春山富義、XMASSグループ 液体キセノンの屈折率の測定 - 1
- (5) 小林尚史、中村正吾、小田晋太郎、日下部泰良、橋本安章、福田泰二、俵裕子、春山富義、XMASSグループ 液体キセノンの屈折率の測定 - 2

4. Report etc. (2002.4 – 2003.3)

4.1 KEK Proceedings

- (1) Miura, T. edited,;Proceedings of the Third Workshop on Environmental Radioactivity;*KEK Proceedings 2002-7*,June 2002
- (2) Namito, Y. Hirayama, H. Ban, S. edited,;Proceedings of the Tenth EGS4 Users' Meeting in Japan;*KEK Proc*,Jan 2003

4.2 KEK Report

- (1) Hasegawa, T., Nozaki, M., Yamashita, S., Aoki, H., Ban, S., Enomoto, A., Fujii, K., Kubota, H., Matsuda, T., Oide, K., Sugahara, R., Tauchi, T., Takeda, S., Yokoya, K., Yoshioka, M., "Report of JLC site study group"(Japanese), *KEK Report 2002-10* (Jan 2003)
- (2) Nunomiya, T., Nakao, N., Iwase, H., Nakamura, T., "Deep-Penetration Calculation for the ISIS Target Station Shielding Using the MARS Monte Carlo Code", *KEK Report 2002-12*(March 2003).

4.3 KEK Internal

- (1) 伊藤寛、河田洋、竹内康紀、春日俊夫、吉岡正和、竹田繁、波戸芳仁、中村一、伴秀一、小林正典、平山英夫、柴田徳思;大強度放射光リング(PF-AR)における放射線安全評価;*KEK Internal*;2002-2 (2002);
- (2) 佐波俊哉、波戸芳人、俵裕子、伴秀一、平山英夫、柴田徳思、竹内康紀、古川和郎;直線加速装置入射路の変更の概要と放射線安全対策;*KEK Internal* 2002-6;June 2002
- (3) 田中万博、里嘉典、上利恵三、家入正治、垣口豊、加藤洋二、草野恵理奈、澤田真也、鈴木善尋、高崎稔、野海博之、三浦太一、皆川道文、山野井豊、今里純;大強度陽子加速器計画 原子核素粒子実験施設建設グループ ハドロンビームラインサブグループ中間報告書;*KEK Internal* 2002-8;July 2002
- (4) 伊藤寛、河田洋、竹内康紀、春日俊夫、吉岡正和、竹田繁、波戸芳仁、中村一、伴秀一、小林正典、平山英夫、柴田徳思;大強度放射光リング(PF-AR)放射光ラインにおける放射線安全対策;*KEK Internal*;2002-9 (2002);
- (5) Hirayama, H.;Calculation of double differential bremsstrahlung yields per pair production or compton scattering for a discrete ordinate code by EGS4 ;*KEK Internal* 2002-5;2002
- (6) 平 雅文、別所光太郎、神田征夫; 化学安全管理報告 - 2 0 0 1 年度 - ; *KEK Internal* 2002-11; January 2003
- (7) 三浦太一、鈴木健訓、平山英夫、豊田晃弘、高原伸一、森義治、町田慎二、横井武一郎、中野譲、中村健蔵、佐藤任弘、高崎稔、田中万博、家入正治、山田善一、野海博之、里嘉典、高橋仁、鈴木善尋、加藤洋二、山野井豊、皆川道文、上利恵三、草野恵理奈;東カウンターホールにおけるEP2ビームライン室及び150MeV FFAGシンクロトロン の概要とその放射線安全対策;*KEK Internal* 2002-12;March 2003
- (8) 佐波俊哉、伴秀一、高橋一智、平山英夫、柴田徳思、小川雄二郎、設楽哲夫、大越隆夫、大澤哲、白川明広、竹内康紀、栗原俊一;加速器研究施設・テストリニアックの遮蔽の変更と放射線安全対策;*KEK Internal* 2002-14;March 2003

5 Internal Reports of Radiation Science Center (2002.4 – 2003.3)

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-A-

管理区域の設定、管理区域責任者の交代、手続き等放射線安全管理に関連して、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

- (1) RAD-D 2002/1 中村、除湿機の水のトリチウム濃度から空気中のトリチウム濃度を求める方法
- (2) RAD-D 2002/2 中尾、佐波、黒鉛パイル熱中性子標準照射による金箔測定用 Ge 検出器の校正
- (3) RAD-D 2002/3 榊本、飯島、豊田 中間子第 1 実験室内の中性子線量の空間分布測定
- (4) RAD-D 2002/4 波戸、佐波、高橋、平山 Web を使用したセンター主催の研究会事務システム構築
- (5) RAD-D 2002/5 三浦、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の放射能濃度測定結果報告書
- (6) RAD-D 2002/6 三浦、高エネルギー加速器研究機構から発生する廃棄体数量について
- (7) RAD-D 2002/7 高橋、Visual Basic を利用した SARM からの線量データ取得
- (8) RAD-D 2002/8 高橋、中性子線量率と中性子フルエンス率の簡易換算
- (9) RAD-D-2002/9 伴、平山 一様に放射化したアルミニウム、鉄、コンクリート試料の表面から 10cm 位置での 1cm 線量当量率と放射能濃度の関係
- (10) RAD-D-2002/10 佐波 J L C 主ダンプの地上部に於ける線量寄与に関する検討

5.4 RAD-S

- RAD-S 2002/01;佐波、高橋 低速陽電子加速器運転時サーベイ
RAD-S 2002/02;高橋、渡部、国府田、中嶋、北島 光源棟実験フロア入射時サーベイ
RAD-S 2002/03;高橋、渡部、国府田 光源棟実験フロア蓄積時サーベイ
RAD-S 2002/04;飯島、北島、石浜;Dose Rate at Duct Surface in NML and P4 Line(2002/4/26)
RAD-S 2002/05;高橋、北島、大塚 光源棟実験フロア蓄積時サーベイ
RAD-S-2002/06 中村 KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定(4月分)
RAD-S-2002/08 中村 KEKB 地上部管理区域境界での線量測定 2001年12月-2002年5月
RAD-S 2002/9;飯島、国府田、渡辺;Dose Rate at Duct Surface in NML and P4 Line(2002/6/14)
RAD-S-2002/10 中村 KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定(5月分)
RAD-S-2002/11 俵 加速器停止後ビームライン表面線量率サーベイ結果報告書
KEKB 筑波直線部
RAD-S 2002/12;高橋、中嶋 電子陽電子入射器ビームラインサーベイ
RAD-S-2002/13 中村 AR 運転終了直後の表面空間線量率測定
RAD-S-2002/14 中村 KEKB-BT 運転終了直後の表面空間線量率測定
RAD-S-2002/15 中村 KEKB 運転終了直後の表面空間線量率測定
RAD-S-2002/16 中村 KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定(6月分)
RAD-S 2002/17;豊田 北島;ATF 運転終了後の表面線量測定
RAD-S-2002/18 中村 KEKB 地上部管理区域境界での線量測定 2002年6月
RAD-S 2002/19;豊田 中尾;JHF 大電力クライストロンのサーベイ
RAD-S 2002/20;飯島、中嶋、石浜;Dose Rate at Duct Surface in NML and P4 Line(2002/8/27)
RAD-S 2002/21;豊田 中尾;運転停止時の大強度陽子リニアック地下トンネル RFQ サーベイ
RAD-S 2002/23;豊田 中尾;大強度陽子リニアック RFQ 内の可動チューナーサーベイ
RAD-S-2002/24 中村 KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定(9月分)
RAD-S-2002/25 中村 運転終了直後の筑波実験室の表面空間線量率の測定
RAD-S-2002/26 中村 KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定(10月分)
RAD-S-2002/27 中村 KEKB 地上部管理区域境界での線量測定 2002年9月-10月
RAD-S-2002/28 中村 AR 運転終了直後の表面空間線量率測定
RAD-S-2002/29 中村 KEKB-BT 表面空間線量率の測定
RAD-S 2002/30;高橋、大塚、青木 電子陽電子入射器ビームライン空間線量率測定
RAD-S 2002/31;高橋、古川、石浜 光源棟蓄積リング放射化測定
RAD-S 2002/32;飯島、中嶋、大塚;Dose Rate at Duct Surface in NML and P4 Line(2002/12/25)
RAD-S 2002/33;豊田;ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定
RAD-S 2002/34;豊田;ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定
RAD-S 2002/35;豊田;ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定
RAD-S 2002/36;豊田;ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定
RAD-S 2002/37;豊田;ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定
RAD-S 2002/38;豊田;ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定
RAD-S 2002/39;豊田;ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定
RAD-S 2002/40;豊田;ATF 西壁での TLD バッジによる積算空間線量の測定
RAD-S 2002/41 俵 KEKB 施設の運転状況と放射線レベル(2002年9月-10月期)と
電流増強の検討
RAD-S 2002/42;佐波 加速管テストベンチ線量率測定
RAD-S 2002/43;伴、高橋、中嶋、大塚 光源棟実験フロア入射時空間線量率測定
RAD-S-2002/44;中村 KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定(11、12月分)
RAD-S-2002/45 中村 KEKB 地上部管理区域境界での線量測定 2002年11月-12月
RAD-S-2002/46 中村 KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定(1月分)
RAD-S 2002/47;飯島、中嶋、青木;中間子第1実験室測定結果(2002/3/29)
RAD-S 2002/48;飯島、中嶋、渡辺;中性子・冷中性子実験室放射線測定結果(2002/4/8)
RAD-S 2002/49;飯島、大塚、青木;中間子第2実験室内放射線測定結果(2002/4/16)
RAD-S 2002/50;飯島、大塚、青木;中間子第1実験室測定結果(2002/4/18)
RAD-S 2002/51;飯島、豊田、北島、渡辺;中間子第1実験室測定結果(2002/5/17)

RAD-S 2002/52;飯島、中嶋、渡辺;中性子実験室 2 次ビ - ムライン(H-7)周辺線量率測定結果
 RAD-S 2002/53;飯島、中嶋、青木;中性子・冷中性子実験室放射線測定結果(2002/5/28)
 RAD-S 2002/54;飯島、中嶋、青木、佐々木;中性子実験室 2 次ビ - ムライン(H-4:EXCED)インタ - ロック変更に伴うサ - ベイ
 RAD-S 2002/55;飯島、北島、青木;中性子・冷中性子実験室放射線測定結果(2002/9/10)
 RAD-S 2002/56;飯島、豊田、中嶋、国府田;中間子第 1 実験室測定結果(2002/9/18)
 RAD-S 2002/57;飯島、青木、渡辺;中性子・冷中性子実験室放射線測定結果(2002/9/27)
 RAD-S 2002/58;飯島、豊田、中嶋、古川;中間子第 1 実験室測定結果(2002/10/30)
 RAD-S 2002/59;飯島、豊田、中嶋、古川;中間子第 1 実験室遮蔽体上測定結果
 RAD-S 2002/60;飯島、古川、北島、青木;中間子第 1 実験室測定結果(2002/10/8)
 RAD-S 2002/61;飯島、大塚、古川、中嶋;中性子・冷中性子実験室放射線測定結果 002/10/18,22)
 RAD-S 2002/62;飯島、大塚、河野;中間子第 2 実験室放射線測定結果
 RAD-S 2002/63;飯島、中嶋、古川;中性子・冷中性子実験室放射線測定結果(2002/11/12)
 RAD-S 2002/64;飯島、石浜、古川;中間子第 1 実験室測定結果(2002/11/20)
 RAD-S 2002/65;飯島、渡辺、古川;中性子・冷中性子実験室放射線測定結果(2002/11/28,29)
 RAD-S 2002/66;飯島、北島、古川;中間子第 1 実験室測定結果(2002/12/12)
 RAD-S 2002/67;飯島、古川、大塚;中間子第 1 実験室測定結果(2003/1/22)
 RAD-S 2002/68;飯島、中嶋、大塚;中性子・冷中性子実験室放射線測定結果(2003/1/28)
 RAD-S 2002/69;飯島、中嶋、北島;中間子第 1 実験室測定結果(2003/2/10)
 RAD-S 2002/70;飯島、中嶋、大塚;中性子・冷中性子実験室放射線測定結果(2003/2/19)
 RAD-S 2002/71;中村 KEKB-BT 地上部の TLD による積算空間線量の測定 (2 月分)
 RAD-S 2002/72;中村 俵 筑波実験棟直線部門型シールド周囲の放射線レベルの測定結果
 RAD-S 2002/73;飯島、中嶋、石浜;NML ビ - ムライン定期スミア(2002/8/27)
 RAD-S 2002/74;飯島、中嶋、大塚;NML ビ - ムライン定期スミア(2002/12/25)
 RAD-S 2002/75;飯島、中嶋、国府田;中性子実験室ビ - ム供給時陽子ビ - ム利用実験棟屋上部線量率測定結果(2002/10/3)
 RAD-S 2002/76;飯島、国府田、大塚;中性子実験室ビ - ム供給時陽子ビ - ム利用実験棟屋上部線量率測定結果(2002/10/17)
 RAD-S 2002/77;飯島、国府田、北島;中性子実験室ビ - ム供給時陽子ビ - ム利用実験棟屋上部線量率測定結果(2002/11/15)
 RAD-S 2002/78;飯島、中嶋、大塚;中性子実験室ビ - ム供給時陽子ビ - ム利用実験棟屋上部線量率測定結果(2003/1/31)
 RAD-S 2002/79;飯島、中嶋、北島、古川;NML 利用施設機械室(2 階)サ - ベイ結果(2002/10/16)
 RAD-S 2002/80;飯島、古川、北島、大塚;NML 利用施設機械室(2 階)サ - ベイ結果(2003/3/10)
 RAD-S 2002/81;中村 KEKB 地上部管理区域境界での線量測定 2003 年 1 月-2 月
 RAD-S 2002/82;飯島、北島、石浜;中間子第 1 実験室測定結果(2003/3/7)
 RAD-S 2002/83;飯島、北島、古川;中性子・冷中性子実験室放射線測定結果(2003/3/18)
 RAD-S 2002/84;飯島、中嶋、古川;中間子第 1 実験室測定結果(2003/3/25)
 RAD-S 2002/85 ;飯島、古川;陽子ビ - ム利用実験棟汚染区域定期サ - ベイ、スミア結果(2003/3/31)
 RAD-S 2002/86;飯島、中嶋、渡辺;放射光アイソト - プ実験施設定期放射線測定結果(2002/4/22)
 RAD-S 2002/87;飯島、千村、市来崎、北島、石浜;放射光アイソト - プ実験施設 RI 排水測定結果
 RAD-S 2002/88;飯島、千村、市来崎、北島、石浜;放射光アイソト - プ実験施設 RI 排水測定結果(水質測定)
 RAD-S 2002/89;飯島、武田、北島;放射光アイソト - プ実験施設定期放射線測定結果(2002/5/20)
 RAD-S 2002/90;飯島、大塚、渡辺;放射光アイソト - プ実験施設定期放射線測定結果(2002/6/20)
 RAD-S 2002/91;飯島、中嶋、北島;放射光アイソト - プ実験施設定期放射線測定結果(2002/7/19)
 RAD-S 2002/92;飯島、中嶋、北島;放射光アイソト - プ実験施設定期放射線測定結果(2002/8/20)

RAD-S 2002/93;飯島、北島、青木;放射光アイソト - プ実験施設定期放射線測定結果(2002/9/20)

RAD-S 2002/94;飯島、千村、市来崎、小川、木村、北島、石浜;放射光アイソト - プ実験施設 RI 排水測定結果

RAD-S 2002/95;飯島、古川、中嶋;放射光アイソト - プ実験施設定期放射線測定結果(2002/10/22)

RAD-S 2002/96;飯島、中嶋、大塚;放射光アイソト - プ実験施設定期放射線測定結果(2002/11/20)

RAD-S 2002/97;飯島、千村、市来崎、小川、木村、中嶋、北島;放射光アイソト - プ実験施設 RI 排水測定結果

RAD-S 2002/98;飯島、中嶋;放射光アイソト - プ実験施設定期放射線測定結果(2002/12/20)

RAD-S 2002/99;飯島、北島、石浜;放射光アイソト - プ実験施設定期放射線測定結果(2003/1/20)

RAD-S 2002/100;飯島、中嶋、北島;放射光アイソト - プ実験施設定期放射線測定結果(2003/2/20)

RAD-S 2002/101;中嶋、北島;放射光アイソト - プ実験施設ビ - ムラインスミアポ - ト測定結果

RAD-S 2002/102;高橋 光源棟実験フロア環境測定用 T L D 測定結果

RAD-S 2002/103;高橋 クライストロンギャラリー環境測定用 T L D 測定結果

RAD-S 2002/104;穂積、中嶋、国府田、北島、渡辺 ;北カウンターホール及びニュートリノビームライン周辺空間線量率測定結果(2002/04/12)

RAD-S 2002/105;穂積、渡部 ;北カウンターホール空間線量率測定結果(2002/04/23)

RAD-S 2002/106;高原、渡辺、青木 ;北カウンターホール機械室サーベイ結果(2002/05/21)

RAD-S 2002/107;高原、中嶋、渡辺 ;北カウンターホール空間線量率測定結果(2002/05/17)

RAD-S 2002/108;高原、武田、大塚、北島 ; E P 1 及びニュートリノビームラインサーベイ及びスミヤ測定結果(2002/06/03)

RAD-S 2002/109;穂積、北島、渡辺 ; E P 2 ビームライン表面線量率測定結果(2002/07/02)

RAD-S 2002/110;穂積、中嶋、国府田、北島、渡辺 ;北カウンターホール及びニュートリノビームライン周辺空間線量率測定結果(2002/08/20)

RAD-S 2002/111;三浦、榎本、豊田、松村、高橋、北島、青木 ; E P 1 及びニュートリノビームラインサーベイ及びスミヤ測定結果(2002/08/29)

RAD-S 2002/112;穂積、国府田、青木 ;北カウンターホール空間線量率測定結果(2002/09/13)

RAD-S 2002/113;高橋、松村、北島、青木 ; E P 2 ビームライン表面線量率測定結果(2002/10/01)

RAD-S 2002/114;高原、大塚、古川 ;北カウンターホール空間線量率測定結果(2002/10/11)

RAD-S 2002/115;高原、古川、大塚、北島 ;北カウンターホール関連 3 機械室測定結果(2002/10/18)

RAD-S 2002/116;三浦、松村、古川、石浜 ; E P 2 ビームラインサーベイ及びスミヤ測定結果(2002/10/25)

RAD-S 2002/117;三浦、松村、古川、石浜 ; E P 2 - A ライン実験に伴う東カウンターホール μ 実験エリア空間線量率測定結果(2002/10/30)

RAD-S 2002/118;三浦、松村、中嶋、国府田、古川、渡辺 ; E P 1 及びニュートリノビームラインサーベイ及びスミヤ測定結果(2002/11/05)

RAD-S 2002/119;松村、国府田、古川 ;東カウンターホール空間線量率測定結果(2002/11/07)

RAD-S 2002/120;三浦、松村、中嶋、石浜 ;ホーン交換に伴う T S 空間線量率及びスミヤ測定結果(2002/11/13)

RAD-S 2002/121;榎本、松村、中嶋 ;ホーン交換に伴う T S スミヤ測定結果(2002/11/22)

RAD-S 2002/122;穂積、松村、中嶋、青木、古川北島 ; E P 1 及びニュートリノビームラインサーベイ及びスミヤ測定結果(2002/12/17)

RAD-S 2002/123;三浦、北島、青木 ; E P 2 ビームライン表面線量率及びスミヤ測定結果(2002/12/18)

RAD-S 2002/124;三浦、松村、国府田、石浜、青木 ; E P 1 及びニュートリノビームライン表面線量率測定結果(2002/12/27)

RAD-S 2002/125;穂積、松村、中嶋、石浜、北島、古川 ;北カウンターホール及びニュート

リノビームライン周辺空間線量率測定結果(2003/01/22)
 RAD-S 2002/126; 高原、古川、中嶋; 東カウンターホール(停止時)空間線量率測定結果(2003/02/14)
 RAD-S 2002/127; 高原、中嶋、北島; ニュートリノ第1及び第2機械棟サーベイ結果(2003/02/18)
 RAD-S 2002/128; 高原、中嶋、北島; 北カウンターホール及びニュートリノビームライン周辺空間線量率測定結果(2003/02/18)
 RAD-S 2002/129; 三浦、渡部; T S 停止2時間後空間線量率測定結果(2003/02/24)
 RAD-S 2002/130; 三浦、北島; T S 空間線量率測定結果(2003/03/24)

5.5 RAD-A

RAD-A 2002/1 俵、ライナック・KEKB・PF-AR 加速器放射線安全教育(第2回)のお知らせ
 RAD-A 2002/2 中尾、第6区域における作業および見学のための入域手続きについて(区域一般安全許可者の追加)
 RAD-A 2002/3 柴田、EP2-A ビームラインの最大ビーム強度の一次変更について
 RAD-A 2002/4 中尾、第6区域における作業および見学のための入域手続きについて(一般安全許可者の変更)

5.6 CHEM-A

	依頼者所属	
CHEM-A-02/1	素核研	ペンタン中の水分量の分析
CHEM-A-02/2	共通	水配管内堆積物の分析
CHEM-A-02/3	加速器	日光地区マグネット冷却水ポンプストレーナー閉塞物の分析
CHEM-A-02/4	加速器	真空チェンバープレート式熱交換器付着物の分析
CHEM-A-02/5	施設部	筑波熱交換器付着物の分析
CHEM-A-02/6	加速器	加速器タンク冷却水及び補給水の溶存酸素の分析
CHEM-A-02/7	物構研	光位置モニタ用電極黒色付着物の分析
CHEM-A-02/8	施設部	温水(水道水)配管内堆積物の分析
CHEM-A-02/9	総研大	ディスク(線形加速器部品)高圧洗浄水中の溶存成分の分析
CHEM-A-02/10	加速器	X線発生装置冷却水の分析
CHEM-A-02/11	共通	原研地下水のイオン濃度の分析
CHEM-A-02/12	加速器	12GeV PS 主リングで使用されているパッキン類の分析
CHEM-A-02/13	素核研	ヘリウムガス中の不純物の分析
CHEM-A-02/14	総研大	カプラー内黒色付着物の分析
CHEM-A-02/15	加速器	KEKB 真空チェンバーフランジ部付着物の分析

5.7 CHEM-W

CHEM-W-2002/1 排水試料の BOD と COD の相関について
 CHEM-W-2002/2 フッ素及びその化合物の測定法の検討
 CHEM-W-2002/3 揮発性有機塩素化合物の分析における四塩化炭素のブランク値に関する検討
 CHEM-W-2002/4 ほう素およびその化合物の分析法の検討
 CHEM-W-2002/5 アンモニア性窒素の測定法に関する検討
 CHEM-W-2002/6 硝酸性窒素および亜硝酸性窒素の測定法に関する検討
 CHEM-W-2002/7 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